

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA

STÉPHANI DE SOUZA LIMA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO
EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO POR MÉTODOS ESTABELECIDOS PELA ABNT
NBR 15200:2012**

CAXIAS DO SUL

2021

STÉPHANI DE SOUZA LIMA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO
EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO POR MÉTODOS ESTABELECIDOS PELA ABNT
NBR 15200:2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Área do Conhecimento de Ciências Exatas e
Engenharias da Universidade de Caxias do
Sul, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Me. Luciano Zatti

CAXIAS DO SUL

2021

STÉPHANI DE SOUZA LIMA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO
EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO POR MÉTODOS ESTABELECIDOS PELA ABNT
NBR 15200:2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Área do Conhecimento de Ciências Exatas e
Engenharias da Universidade de Caxias do
Sul, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Aprovada em ___ / ___ / ___

Banca Examinadora

Prof. Me. Luciano Zatti
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Me. Gustavo Ribeiro da Silva
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Esp. Sergio Paulo da Silva Pacheco
Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo o apoio que me deram nesta fase da vida, bem como em todo o caminho trilhado no decorrer do curso.

Agradeço também ao professor Luciano Zatti, orientador deste trabalho, por toda ajuda e troca de conhecimento.

RESUMO

A estrutura de concreto armado submetida a um incêndio pode levar uma edificação ao colapso estrutural parcial ou total, devido as propriedades mecânicas do concreto armado sofrerem reduções de suas características de resistência quando exposto a elevadas temperaturas. Logo, quando exigida a medida de segurança estrutural em incêndio na edificação é necessário fazer a verificação de incêndio. Neste trabalho, foi feita a análise do dimensionamento estrutural em concreto armado de um edifício residencial em situação de incêndio, pela verificação através dos métodos tabulares para vigas e lajes, e método analítico para os pilares, estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012 pelo *software* AltoQi Eberick V9, considerando que para o objeto de estudo o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) mínimo é de 30 minutos. Foram feitas as análises das lajes, vigas e pilares em todos os pavimentos da edificação, em situação de incêndio. Os resultados obtidos indicaram que alguns elementos não atenderam a verificação de incêndio, necessitando o redimensionamento destes elementos, analisando a melhor forma técnica, optou-se por o aumento das seções para garantir o atendimento de todos os elementos ao TRRF mínimo estabelecido.

Palavras-chave: segurança estrutural; incêndio; concreto armado.

ABSTRACT

The reinforced concrete structure subjected to a fire can lead a building to partial or total structural collapse, due to the mechanical properties of reinforced concrete suffering reductions in its strength characteristics when exposed to high temperatures. Therefore, when a structural fire safety measure is required in the building, it is necessary to carry out a fire check. In this work, the analysis of the structural design in reinforced concrete of a residential building in a fire situation was performed, by verification through the tabular methods for beams and slabs, and the analytical method for the columns, established by ABNT NBR 15200:2012 by the AltoQi Eberick V9 software, considering that for the object of study the minimum required time of fire resistance (TRRF) is 30 minutes. Analysis of the slabs, beams and pillars on all floors of the building were carried out in a fire situation. The results obtained indicated that some elements did not meet the fire verification, requiring the resizing of these elements, analyzing the best technical, it was decided to increase the sections to ensure that all elements met the minimum established TRRF.

Keywords: structural safety; fire; reinforced concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de etapas	19
Figura 2 – Incêndio no Ed. Andraus	21
Figura 3 – Incêndio no Ed. Joelma	22
Figura 4 – Incêndio nas Lojas Renner	22
Figura 5 – Incêndio no Brasília <i>Palace</i> Hotel	23
Figura 6 – Incêndio na Boate <i>Kiss</i>	23
Figura 7 – Incêndio no Museu Nacional	24
Figura 8 – Transferência de calor por convecção	26
Figura 9 – Formação de gases e fluxo de ar	27
Figura 10 – Transferência de calor por radiação	27
Figura 11 – Fatores que caracterizam o cenário de incêndio que influenciam a severidade do incêndio	28
Figura 12 – Desempenho dos meios de proteção no comportamento do incêndio real.....	28
Figura 13 – Curva temperatura-tempo de um incêndio	29
Figura 14 – Modelo do incêndio-padrão.....	29
Figura 15 – Descrição geral de um incêndio compartimentado	30
Figura 16 – <i>Spalling</i> em estrutura de concreto armado	32
Figura 17 – Transformações físico-químicas do concreto endurecido em altas temperaturas	35
Figura 18 – Redução da resistência ao escoamento em função da temperatura.....	38
Figura 19 – Redução do módulo de elasticidade em função da temperatura.....	38
Figura 20 – Distribuição de temperatura na seção transversal de um elemento de concreto exposto ao fogo nas 4 faces.....	39
Figura 21 – Propagação vertical das chamas impedida pela sacada.....	41
Figura 22 – Efeito de colapsos localizados devido a um incêndio em um edifício.....	42
Figura 23 – Lascamento de canto (<i>sloughing</i>)	43
Figura 24 – Lascamento em uma viga (<i>pop outs</i>)	44
Figura 25 – Lascamento explosivo (<i>explosive spalling</i>)	44
Figura 26 – Posição das armaduras em relação à face exposta ao calor.....	48
Figura 27 – Distâncias c_1 e c_{1l}	50
Figura 28 – Residencial Jardim Morumbi.....	56
Figura 29 – Planta-baixa do térreo.....	56
Figura 30 – Planta-baixa do pavimento tipo	56

Figura 31 – Planta de formas do térreo	57
Figura 32 – Planta de formas do 1º pavimento	57
Figura 33 – Planta de formas do pavimento tipo.....	58
Figura 34 – Corte BB’ da edificação	60
Figura 35 – Vista 3D do edifício	61
Figura 36 – Janela de determinação do TRRF pelo <i>software</i>	62
Figura 37 – Planta-baixa do térreo do projeto estrutural	71
Figura 38 – Planta-baixa do 1º Pavimento do projeto estrutural.....	71
Figura 39 – Planta-baixa do 2º Pavimento do projeto estrutural.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da edificação quanto à ocupação.....	59
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)	47
Tabela 2 – Dimensões mínimas para vigas biapoiadas.....	50
Tabela 3 – Dimensões mínimas para vigas contínuas ou vigas de pórticos.....	50
Tabela 4 – Dimensões mínimas para lajes simplesmente apoiadas.....	52
Tabela 5 – Dimensões mínimas para lajes contínuas.....	52
Tabela 6 – Dimensões mínimas para pilares com uma face exposta ao fogo	54
Tabela 7 – Características dos materiais	58
Tabela 8 – Valores de cobertura das armaduras	58
Tabela 9 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF).....	60
Tabela 10 – Verificação de incêndio dos pilares do pavimento térreo	64
Tabela 11 – Verificação de incêndio dos pilares do 1º pavimento	65
Tabela 12 – Verificação de incêndio dos pilares do 2º pavimento	66
Tabela 13 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do Térreo	69
Tabela 14 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do 1º Pavimento	69
Tabela 15 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do 2º Pavimento	70
Tabela 16 – Pilares redimensionados.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMRS	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Sul
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
ELU	Estado Limite Último
IT	Instrução Técnica
NBR	Norma Brasileira
PPCI	Plano de Prevenção e Combate a Incêndio
RT	Resolução Técnica
TRF	Tempo de Resistência ao Fogo
TRRF	Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

LISTA DE SÍMBOLOS

f_{ck} – resistência característica à compressão do concreto à temperatura ambiente

c_1 – distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face do concreto exposta ao fogo

c_{1l} – distância entre o eixo da armadura longitudinal de canto em seção de viga e a face lateral do concreto

$A_{s,calc}$ – área de armadura calculada

$A_{s,ef}$ – área de armadura efetiva

$b_{mín}$ – dimensão mínima do elemento

$b_{wmín}$ – largura mínima da viga

h – espessura mínima para laje

l_y – maior dimensão em planta da laje

l_x – menor dimensão em planta da laje

b – dimensão mínima da seção

L_{ef} – comprimento equivalente do pilar

f_i – relação entre os esforços solicitantes de cálculo em situação de incêndio e os esforços resistentes de cálculo à temperatura ambiente

l_{ef,f_i} – comprimento equivalente do pilar em situação de incêndio

N_{sd,f_i} – esforços solicitantes de cálculo em situação de incêndio

N_{Rd} – esforços resistentes de cálculo à temperatura ambiente

A_c – área bruta da seção transversal de um elemento

e – excentricidade

A_s – área total da armadura em pilar

E_{cs} – módulo de elasticidade secante

ec – espessura da capa

c_{1n} – distância do centro das armaduras da nervura à face inferior

e_n – largura da nervura crítica

b' – largura efetiva

A_s – área de aço

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	DIRETRIZES DE PESQUISA	17
1.1.1	Tema de pesquisa.....	17
1.1.2	Questão de pesquisa	17
1.1.3	Objetivos.....	17
1.1.3.1	Objetivo principal.....	17
1.1.3.2	Objetivos específicos.....	17
1.1.4	Hipótese	18
1.1.5	Pressuposto	18
1.1.6	Premissa	18
1.1.7	Delimitações.....	18
1.1.8	Limitações.....	19
1.1.9	Delineamento	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	HISTÓRIA DO INCÊNDIO NO BRASIL.....	21
2.1.1	Eventos históricos	21
2.1.2	Normas e legislações brasileiras.....	24
2.2	COMPORTAMENTO DO INCÊNDIO.....	25
2.3	CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO ARMADO.....	31
2.3.1	Concreto armado em situação normal.....	32
2.3.2	Concreto armado em situação de incêndio.....	33
2.3.2.1	Propriedades térmicas e efeitos da ação térmica.....	34
2.3.2.2	Propriedades mecânicas.....	37
2.4	COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	39
2.5	SEGURANÇA ESTRUTURAL EM INCÊNDIO	45
2.6	TEMPO REQUERIDO DE RESISTÊNCIA AO FOGO (TRRF).....	46
2.7	MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	48
2.7.1	Verificação das vigas em situação de incêndio	49
2.7.2	Verificação das lajes em situação de incêndio	51

2.7.3	Verificação dos pilares em situação de incêndio	52
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	55
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	55
3.2	OBJETO DE ESTUDO	55
3.2.1	Caracterização da edificação	55
3.2.2	Projeto estrutural.....	57
3.3	DETERMINAÇÃO DO TRRF.....	59
3.4	VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.....	60
4	ANÁLISE DA ESTRUTURA.....	61
4.1	MODELAGEM ESTRUTURAL.....	61
4.2	DETERMINAÇÃO DO TRRF NO SOFTWARE.....	62
4.3	VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.....	63
4.3.1	Verificação das lajes em situação de incêndio	63
4.3.2	Verificação das vigas em situação de incêndio	63
4.3.3	Verificação dos pilares em situação de incêndio	63
4.4	ANÁLISE TÉCNICA DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.....	67
4.4.1	Análise das lajes em situação de incêndio.....	67
4.4.2	Análise das vigas em situação de incêndio.....	67
4.4.3	Análise dos pilares em situação de incêndio	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICE A – RELATÓRIO DA VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO.....	76
	APÊNDICE B – PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL.....	98
	APÊNDICE C – PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL REDIMENSIONADAS APÓS A VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO.....	104

1 INTRODUÇÃO

A história mostra que há séculos as pessoas buscam estudar soluções estruturais e técnicas que visam promover o aumento na eficiência da prevenção e do combate a incêndios. Os grandes sinistros contados por nossa história revelam como um incêndio pode ser brutal à vida e aos patrimônios.

Na tentativa de criar estruturas mais resistentes, a fim de prevenir colapsos estruturais e diminuir a propagação do fogo, em 1796, o Eng. Charles Bage cria o “edifício à prova de incêndios”, substituindo vigas e pilares de madeira, conforme construções padrões da época, por ferro fundido e arco de tijolos incombustíveis utilizados como piso (SILVA, 2012).

A partir disso, começou a revolução nas formas de construção, os elementos metálicos tiveram grande expansão, mas devido à grande redução de sua resistência na exposição a altas temperaturas, começaram estudos de materiais para revestimento e proteção destes elementos. No século XIX, o concreto começou a ser utilizado para essa proteção e com o aprimoramento dos estudos, o próprio concreto foi englobado na função estrutural, surgindo assim o concreto armado, onde os dois materiais (concreto e aço) atuam em conjunto na resistência aos esforços (SILVA, 2012).

O episódio acontecido em São Paulo, em 1972, marcou a história no Brasil como o primeiro grande incêndio em prédios elevados, incêndio ocorrido no edifício Andraus, um prédio comercial de 31 andares, deixando 16 mortos e 336 feridos. O prédio possuía um heliponto na cobertura, o qual protegeu as pessoas que se deslocaram para ele, por sua estrutura de laje e beirais, permitindo o resgate através de helicópteros (SILVA, 2012).

O incêndio no edifício Andraus nos mostra a importância da resistência da estrutura em casos de incêndios, visto que uma estrutura não comprometida pode facilitar a fuga e o resgate dos ocupantes nos locais atingidos, bem como ser utilizada como um local protegido, o qual a chegada do incêndio é retardada, visando que a estrutura irá resistir a um tempo adequado para a total evacuação das pessoas e diminuirá os índices de propagação, facilitando o combate.

A partir deste incêndio e de outros que vieram a ocorrer no Brasil causando grandes impactos, começaram processos para formulações de legislações e normatizações específicas para medidas de segurança contra incêndios em construções. Atualmente, os arquitetos e engenheiros devem atender em seus projetos e execuções uma grande variedade de exigências estabelecidas pelas legislações vigentes em relação às medidas de segurança contra incêndios.

Considerando que, as propriedades mecânicas dos elementos estruturais, quando submetidos a altas temperaturas, são reduzidas, o projeto estrutural deve levar em consideração a verificação da segurança estrutural em incêndio, atendendo os parâmetros previstos pela NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Visto que, uma estrutura deve resistir ao fogo por um tempo mínimo estabelecido por normatização antes de seu colapso, levando em conta o tempo necessário para evacuação dos ocupantes e aos serviços de resgate e combate ao incêndio realizados pelos bombeiros.

O tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) é estabelecido pela NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001) e pela Instrução Técnica nº 8 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2018), utilizada por muitos estados do Brasil, inclusive no Estado do Rio Grande do Sul, que estabelece parâmetros atualizados para este dimensionamento.

Considerando a importante função das estruturas em caso de incêndio, bem como a redução da resistência mecânica do concreto armado exposto a altas temperaturas, o objetivo deste trabalho foi verificar se a estrutura de uma edificação residencial, projetada em concreto armado em situação normal pela ABNT NBR 6118:2014, atende o tempo mínimo requerido de resistência ao fogo pela verificação da ABNT NBR 15200:2012 para a segurança estrutural em incêndio, através do *software* AltoQi Eberick V9, assim como fazer uma análise técnica desta verificação.

1.1 DIRETRIZES DE PESQUISA

1.1.1 Tema de pesquisa

Segurança estrutural em incêndio em estrutura de concreto armado.

1.1.2 Questão de pesquisa

Uma edificação com sua estrutura projetada em concreto armado segundo a ABNT NBR 6118:2014, atenderia o tempo mínimo requerido de resistência ao fogo pela verificação estabelecida na ABNT NBR 15200:2012, em todos os elementos estruturais?

1.1.3 Objetivos

1.1.3.1 Objetivo principal

Analisar se a estrutura de uma edificação residencial, projetada em concreto armado pela ABNT NBR 6118:2014, atende o tempo mínimo requerido de resistência ao fogo pela verificação da ABNT NBR 15200:2012 para a segurança dos elementos estruturais em incêndio.

1.1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) determinar o tempo mínimo requerido de resistência ao fogo (TRRF) para a estrutura da edificação em estudo, estabelecido pela Instrução Técnica nº 8 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2018);
- b) verificar se o dimensionamento pela ABNT NBR 6118:2014 dos elementos estruturais da edificação em estudo, atende o TRRF pelo método tabular para todos os elementos e pelo método analítico específico para pilares previstos na ABNT NBR 15200:2012, através do programa computacional AltoQi Eberick V9;
- c) fazer uma análise técnica sobre os resultados obtidos e propor soluções em caso de não atendimento.

1.1.4 Hipótese

O trabalho tem como hipótese que alguns elementos estruturais da edificação não atenderão a verificação do TRRF para segurança estrutural em incêndio estabelecida pela norma.

1.1.5 Pressuposto

O trabalho tem como pressuposto que as dimensões dos elementos estruturais, dimensionadas pela ABNT NBR 6118:2014, sejam suficientes para atender o tempo mínimo requerido de resistência conforme a verificação da ABNT NBR 15200:2012.

1.1.6 Premissa

O trabalho tem como premissa que o projeto estrutural de concreto armado foi dimensionado em situação normal pela ABNT NBR 6118:2014, não sendo verificada a estrutura em situação de incêndio de acordo com a ABNT NBR 15200:2012.

1.1.7 Delimitações

O trabalho delimita-se na análise de um dimensionamento estrutural em concreto armado de lajes, vigas e pilares em situação de incêndio, de acordo com os seguintes parâmetros:

- a) a edificação em estudo possui ocupação residencial com toda sua estrutura projetada em concreto armado;
- b) a estrutura da edificação em estudo foi modelada pelo programa computacional AltoQi Eberick V9 para a verificação da segurança estrutural em incêndio pelo método tabular para todos os elementos e pelo método analítico específico para pilares, estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012;
- c) a análise foi feita avaliando tecnicamente a estrutura em situação normal, em situação de incêndio e em atendimento as normas técnicas.

1.1.8 Limitações

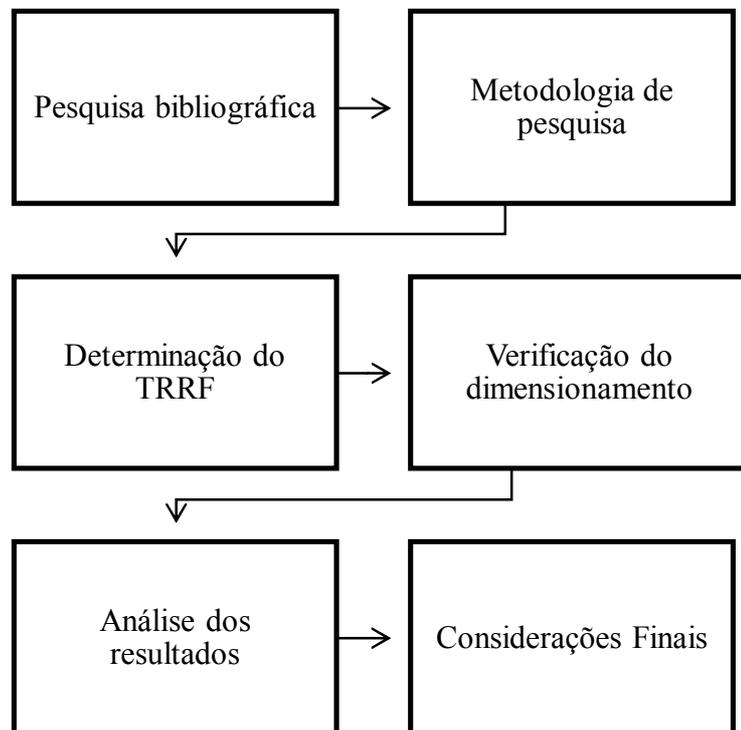
O trabalho limita-se na análise dos elementos estruturais em situação de incêndio, sendo desconsiderados os materiais de acabamento e revestimento, devido a não definição destes materiais nessa fase do projeto.

1.1.9 Delineamento

O trabalho foi desenvolvido pelas seguintes etapas, conforme apresentado no diagrama de etapas (Figura 1):

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) metodologia de pesquisa;
- c) determinação do tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) da edificação;
- d) verificação do dimensionamento da estrutura da edificação pela ABNT NBR 15200:2012 através do *software* AltoQi Eberick V9;
- e) análise dos resultados;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama de etapas



Fonte: Autor (2019).

Primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica de todo referencial teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho sobre o tema proposto, bem como de toda metodologia necessária para o desenvolvimento dos dimensionamentos, verificações e análises. Com base nas informações obtidas, foi determinado o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) para a edificação em estudo, foi verificado o dimensionamento da estrutura e a segurança estrutural em incêndio pelo método tabular para todos os elementos e pelo método analítico específico para pilares, estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012, através do *software* AltoQi Eberick V9. Por fim, foi feita uma análise técnica dos resultados e as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRIA DO INCÊNDIO NO BRASIL

2.1.1 Eventos históricos

Até os anos 70 no Brasil, por não haver grandes episódios de incêndios, a segurança contra incêndio era posta em segundo plano, era regulamentada pelo código de obras de cada município e pelo corpo de bombeiros que possuía alguma regulamentação, como a obrigatoriedade de previsão de sistemas como hidrantes, extintores e sinalizações dos equipamentos (SILVA, 2012).

A partir dessa época, começou uma série de trágicos acontecimentos, o maior incêndio com perdas humanas ocorreu no *Gran Circo Norte-Americano* de Niterói no Rio de Janeiro, em 1961, deixando 250 mortos e 400 pessoas feridas, com a propagação do fogo que atingiu e derrubou o toldo de lona sobre as pessoas, que morreram queimadas e pisoteadas (SILVA, 2012).

Depois ocorreram dois trágicos incêndios em grandes edifícios, no edifício Andraus (Figura 2) em São Paulo - SP, em 1972, um edifício comercial de 31 andares, onde o incêndio começou nos cartazes de publicidade da loja térrea atingindo todo o prédio, deixando 16 mortos e 336 feridos, sendo que a estrutura do heliponto existente no prédio ajudou no resgate de muitas pessoas. Em 1974, o incêndio no edifício Joelma (Figura 3), também em São Paulo - SP, constituído por 23 andares de estacionamento e escritórios, deixou 179 mortos e 320 pessoas feridas, no prédio não havia escada de segurança (SILVA, 2012).

Figura 2 – Incêndio no Ed. Andraus



Fonte: Silva (2012).

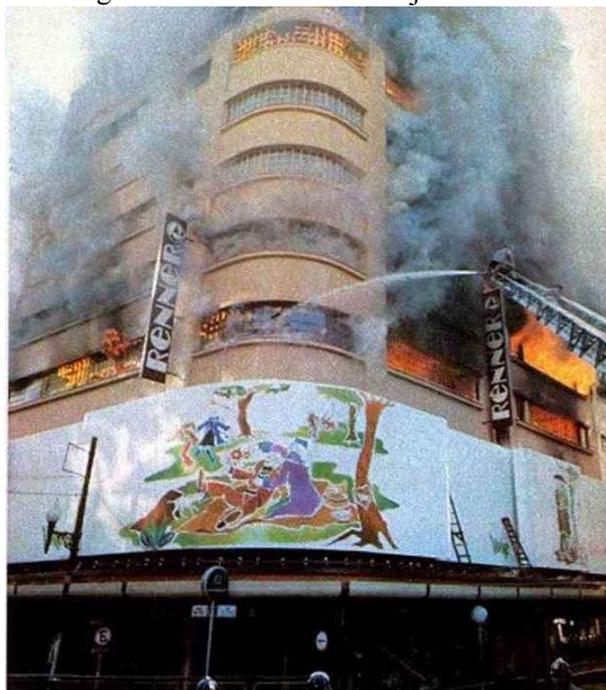
Figura 3 – Incêndio no Ed. Joelma



Fonte: Pugliese (2012).

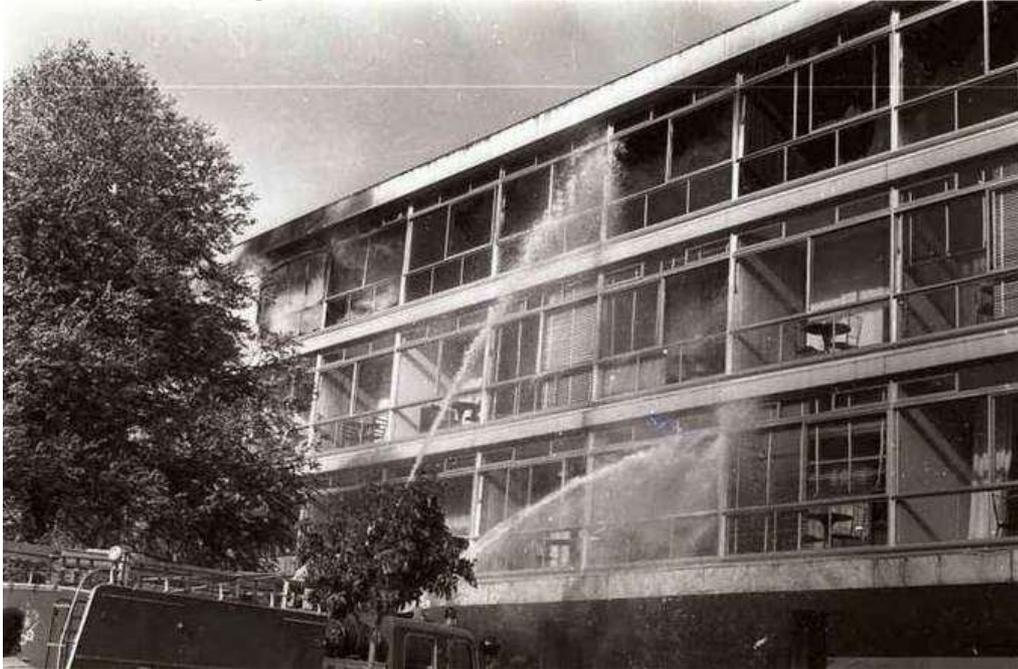
Em 1976, uma unidade das lojas Renner (Figura 4) em Porto Alegre – RS, também foi marcada por um trágico incêndio, deixando 41 mortos e mais de 60 pessoas feridas, e em 1978, no Brasília *Palace Hotel* (Figura 5), em Brasília – DF, o fogo destruiu o terceiro andar do prédio, onde 135 quartos estavam ocupados, porém ninguém se feriu (JORDÃO, 2019).

Figura 4 – Incêndio nas Lojas Renner



Fonte: Jordão (2019).

Figura 5 – Incêndio no Brasília *Palace* Hotel



Fonte: Jordão (2019).

Mais atualmente, ocorreu um dos mais trágicos incêndios, na Boate Kiss (Figura 6), na cidade de Santa Maria – RS, com 242 mortes e deixando mais de 600 pessoas feridas, onde as pessoas morreram asfixiadas pela fumaça que se propagou pela queima do forro de espuma tóxica, após um sinalizador ser aceso no palco gerando o incêndio (FERNANDES, 2013).

Figura 6 – Incêndio na Boate Kiss



Fonte: G1 RS (2013).

Na cidade do Rio de Janeiro – RJ, em 2018, o Museu Nacional (Figura 7) foi devastado pelo fogo, apesar de não haver feridos, 90% do acervo foi destruído, e em 2019, o Centro de Treinamento do Flamengo, foi atingido por um incêndio que deixou 10 mortes e 3 feridos (JORDÃO, 2019).

Figura 7 – Incêndio no Museu Nacional



Fonte: Jordão (2019).

2.1.2 Normas e legislações brasileiras

Após os trágicos incêndios na década de 70, as legislações passaram por um processo de reformulação em relação às medidas de segurança contra incêndio. A Prefeitura Municipal de São Paulo edita o Decreto Municipal nº 10.878, instituindo normas especiais para a segurança de edifícios, as quais são incorporadas no novo Código para Edificações para o Município de São Paulo (SILVA, 2012).

Em 1974, foram realizados Simpósios com o tema de segurança contra incêndio, organizados pelo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro e pela Câmara dos Deputados em Brasília, e a ABNT publica a NB 208 – Saídas de Emergência em Edifícios Altos. Depois de algumas movimentações nas legislações do Rio de Janeiro, São Paulo e do Ministério do Trabalho, foi criada uma legislação estadual em São Paulo, em 1983, o Decreto nº 20.811, prevendo exigências para todas as medidas de segurança e sistemas de prevenção e combate a incêndios, este Decreto sofreu alterações até 2011, o qual possui 44 Instruções Técnicas, com

o objetivo de proteger a vida e de evitar a propagação do incêndio para fora do edifício (SILVA, 2012).

Em relação à segurança estrutural em incêndio, a ABNT publica em 2000 a NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações, em 1999 a NBR 14323 - Dimensionamento de estruturas de aço em situação de incêndio e em 2004 a NBR 15200 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio, todas essas normas são citadas pela Instrução Técnica n.º 8 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2018) – Segurança estrutural contra incêndio (SILVA, 2012).

Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul (2013), essas alterações nas legislações e normas, bem como os avanços dos projetos e no aparelhamento do Corpo de Bombeiros, salvaram inúmeras vidas nos últimos anos.

Mais atualmente, a tragédia na Boate *Kiss*, em Santa Maria – RS, despertou os setores da sociedade para a falta de profissionais capacitados nessa área e decretou uma legislação mais rígida para o Estado, assim como o Plano de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI) passou a ser fundamental para liberação de licenças em todos os estabelecimentos (SANTUCCI, 2015).

O Decreto Nº 51803, de 10 de setembro de 2014 e suas alterações (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014), regulamenta os requisitos e os procedimentos técnicos indispensáveis à segurança e proteção contra incêndio das edificações do Estado, considerando a proteção da vida e do patrimônio, bem como o mesmo estabelece as medidas de segurança exigidas para cada edificação em relação às suas características construtivas.

2.2 COMPORTAMENTO DO INCÊNDIO

O incêndio é uma condição de fogo descontrolado, causado por uma combustão, a qual há presença simultânea de combustível, comburente (oxigênio) e fonte de calor. Devido a isto, a prevenção e o combate ao incêndio devem ser atribuídos na separação ou eliminação de alguns destes fatores (NEVES, 1994; STARLING, 2000 apud BERNARDES, 2002).

A fase de ignição (inicial) do incêndio possui uma baixa temperatura, que se inicia em uma região específica da edificação, onde o aquecimento gradual dos materiais combustíveis do compartimento de incêndio libera gases combustíveis quentes que se concentram juntamente ao teto, gerando uma camada crescente. Após, ocorre à fase de desenvolvimento do incêndio através do fenômeno *flashover*, que acontece quando as temperaturas abaixo do teto alcançam 500 a 600°C, nesta fase ocorre a inflamação instantânea

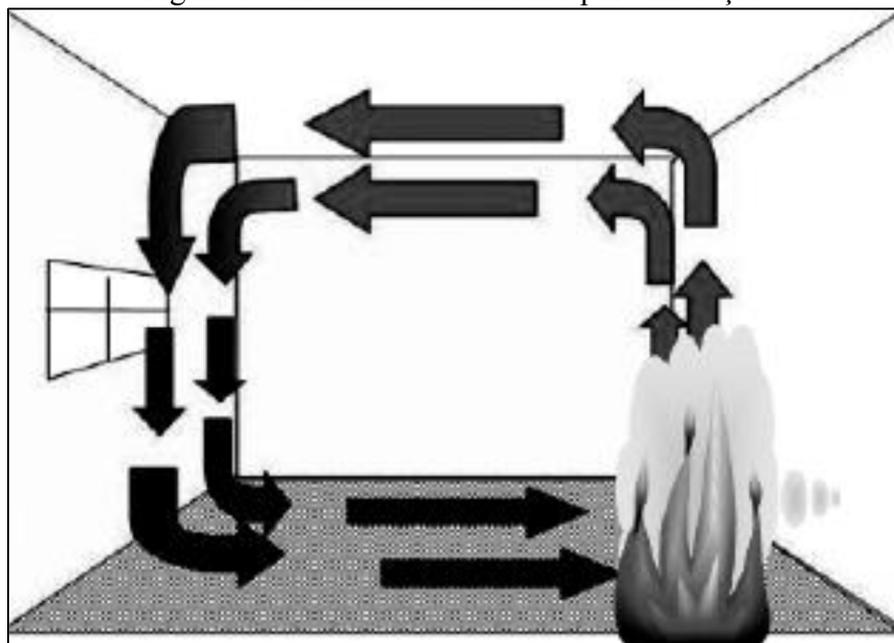
dos gases e o incêndio estende-se para todo o compartimento. A fase final é a fase de declínio ou de arrefecimento, onde as temperaturas diminuem gradativamente até a extinção do incêndio, em consequência da falta de combustível ou comburente, ou por intervenções de combate (NEVES, 1994 apud BERNARDES, 2002).

O incêndio atinge a estrutura da edificação através da ação térmica, mediante o fluxo de calor, a convecção e a radiação promovidas pela diferença de temperatura entre os gases quentes e os elementos da estrutura. Esta ação térmica eleva a temperatura da estrutura, causando a redução da resistência e do módulo de elasticidade, bem como provoca esforços solicitantes adicionais com restrições às deformações térmicas (SILVA, 1997).

Nos materiais da estrutura, o calor se propaga conduzido entre cada molécula, devido à condução térmica, que determina a velocidade do fluxo de calor no interior do material. No concreto a temperatura aumenta gradativamente por toda sua seção, gerando elevados gradientes térmicos, já no aço, a ação do calor é mais rápida e a temperatura tende a ficar uniforme na seção das barras das armaduras (COSTA, 2008).

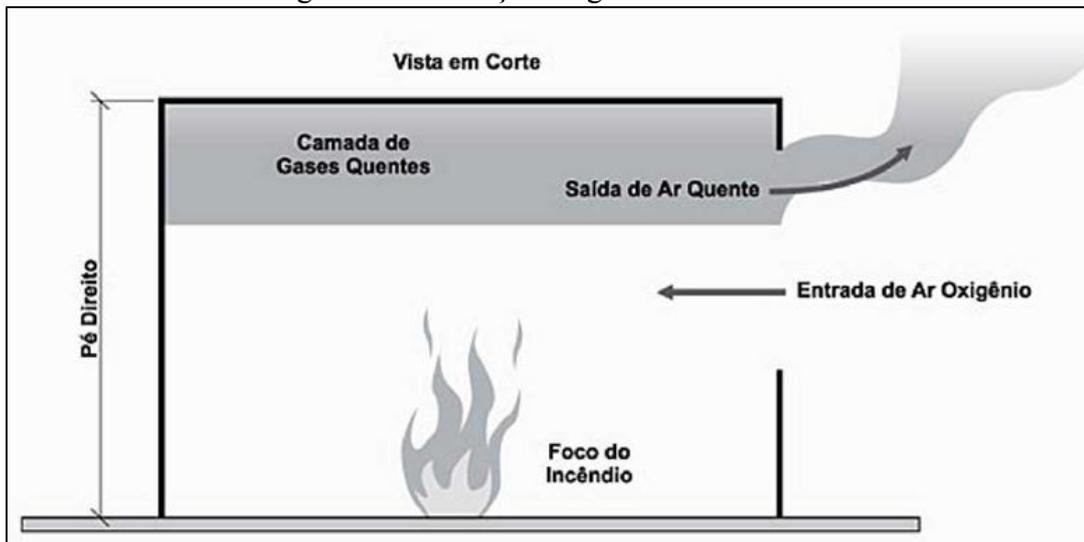
A convecção é a transferência de calor através da movimentação dos gases aquecidos no ambiente com a temperatura não uniforme. Devido à diferença de densidade e pela gravidade, os gases quentes tendem a subir e os gases frios a descer. A ação destes gases em um compartimento em situação de incêndio pode ser observada nas Figuras 8 e 9 (COSTA, 2008).

Figura 8 – Transferência de calor por convecção



Fonte: Silva (2012).

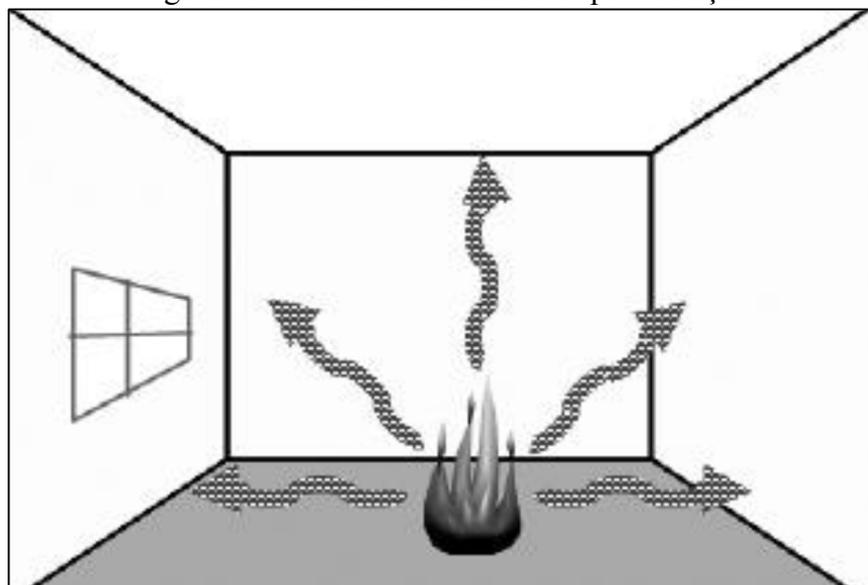
Figura 9 – Formação de gases e fluxo de ar



Fonte: Marcelli (2017).

A radiação é emitida pela difusão das chamas, onde o calor é transferido de um corpo ao outro através da propagação de ondas eletromagnéticas, conforme observado na Figura 10. A radiação que incide não é completamente absorvida pela superfície e parte dela é refletida em razão das características dos materiais do elemento aquecido (COSTA, 2008).

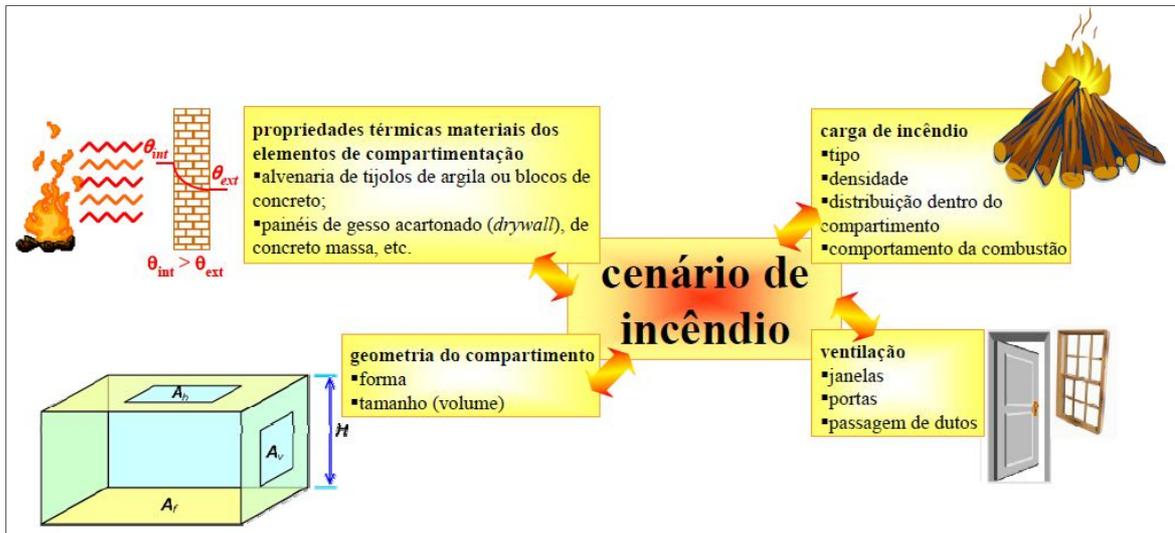
Figura 10 – Transferência de calor por radiação



Fonte: Silva (2012).

O incêndio é influenciado por alguns fatores: a carga de incêndio, a geometria do compartimento, a ventilação e as propriedades térmicas dos materiais que compõe os elementos de compartimentação. Na Figura 11 pode ser observado o cenário do incêndio, visto que estes fatores influenciam na sua severidade (COSTA, 2008).

Figura 11 – Fatores que caracterizam o cenário de incêndio que influenciam a severidade do incêndio

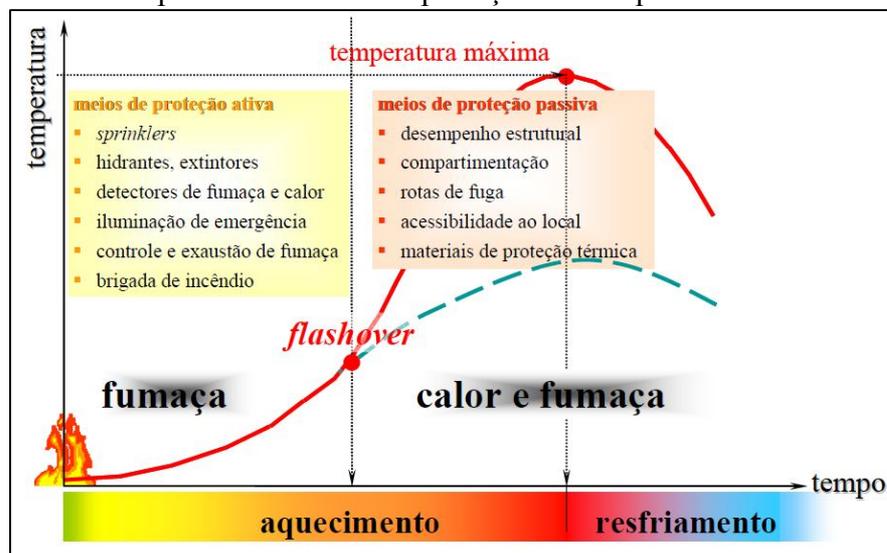


Fonte: Costa (2008).

É preciso enfatizar a importância dos meios de proteção ativa para o combate de um incêndio, os quais podem controlar e suprimir o incêndio antes do *flashover*, reduzindo a ação do fogo na estrutura (SILVA, 2004 apud COSTA, 2008).

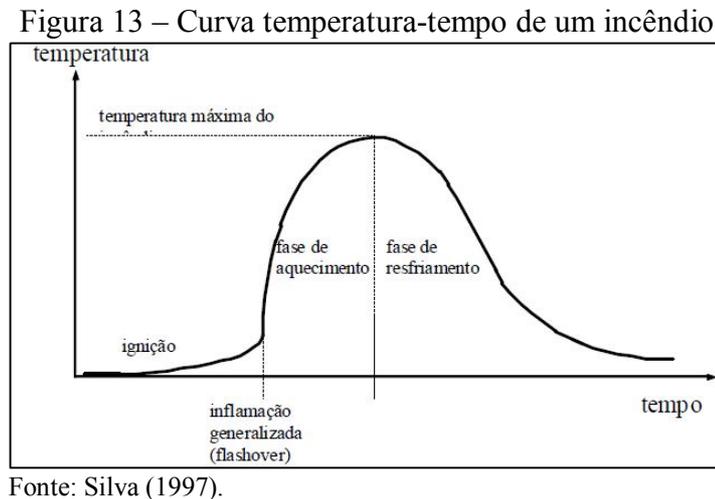
Os meios de proteção passiva são fundamentais para o período após o *flashover*, assegurando as ações de combate e resgate realizadas pelo Corpo de Bombeiros, através da resistência estrutural, acesso facilitado no local afetado e redução da propagação do incêndio aos demais compartimentos. Conforme mostra a Figura 12, os meios de proteção ativa são utilizados no período antes do *flashover* e os meios de proteção passiva após (ONO, 2004 apud COSTA, 2008).

Figura 12 – Desempenho dos meios de proteção no comportamento do incêndio real



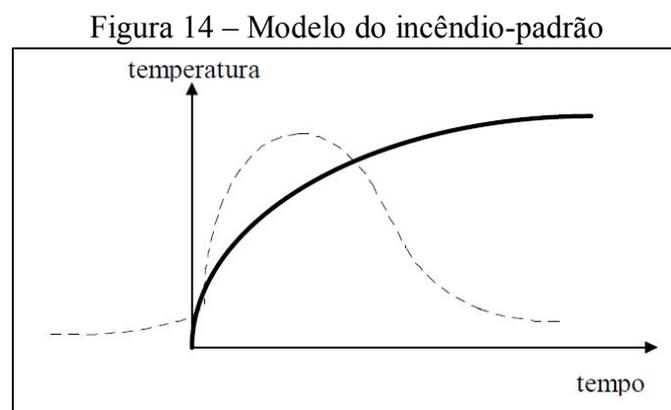
Fonte: Costa (2008).

Em relação às estruturas, a principal característica do incêndio é a curva que fornece a temperatura dos gases em função ao tempo do incêndio (Figura 13), a qual representa as fases do incêndio, podendo assim calcular a temperatura máxima atingida pelos elementos estruturais e sua respectiva resistência a elevadas temperaturas (SILVA, 1997).



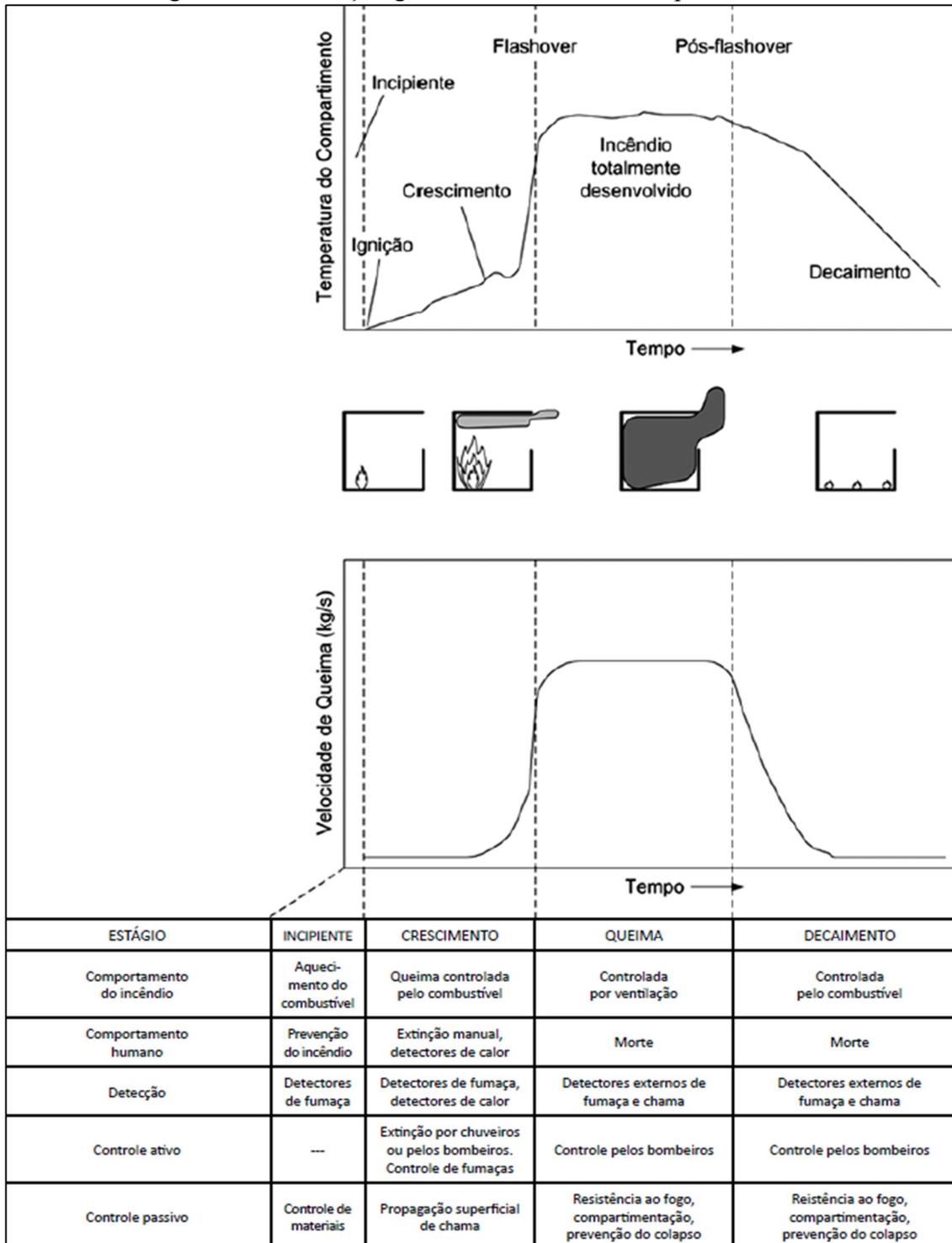
Considerando que a curva temperatura-tempo sofre alterações em cada situação de incêndio, é adotada uma curva padrão como modelo para análises experimentais de ensaios em fornos de institutos de pesquisa, conhecida como modelo do incêndio-padrão, onde a linha em projeção representa a curva de incêndio real e a contínua um incêndio padrão (Figura 14). Este modelo considera que a temperatura dos gases do ambiente em chamas siga as curvas padronizadas no ensaio, admitindo que a temperatura dos gases seja em todo o momento crescente com o tempo e independente das características do ambiente e dos materiais combustíveis presentes (SILVA, 1997).

Segundo Silva (2012), a curva-padrão não representa um incêndio real, sendo fundamental analisar de forma adequada os estudos baseados nela, visto que não corresponde ao comportamento real do incêndio.



A Figura 15 representa as fases do incêndio e suas variáveis envolvidas pela influência do tempo. Observa-se que o período onde o incêndio está totalmente desenvolvido, o qual atinge a temperatura máxima, encontra-se entre o início e o final do *flashover*, sendo o momento que começa o risco à vida e a necessidade da resistência da estrutura ao fogo (SEITO et al., 2008).

Figura 15 – Descrição geral de um incêndio compartimentado



Fonte: Seito et al. (2008).

2.3 CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO ARMADO

A mudança nas formas de construção se iniciou há alguns séculos atrás, com a Revolução Industrial, onde a soma entre o aquecimento das máquinas e peças, fibras têxteis, óleos e chamas desprotegidas com a estrutura dos prédios construída em madeira, levaram a ocorrer terríveis incêndios. A partir disso, em 1796, o Eng. Charles Bage, cria “edifício à prova de incêndios”, onde a estrutura convencional da época construída em madeira é substituída por ferro fundido e por piso de tijolos incombustíveis (SILVA, 2012).

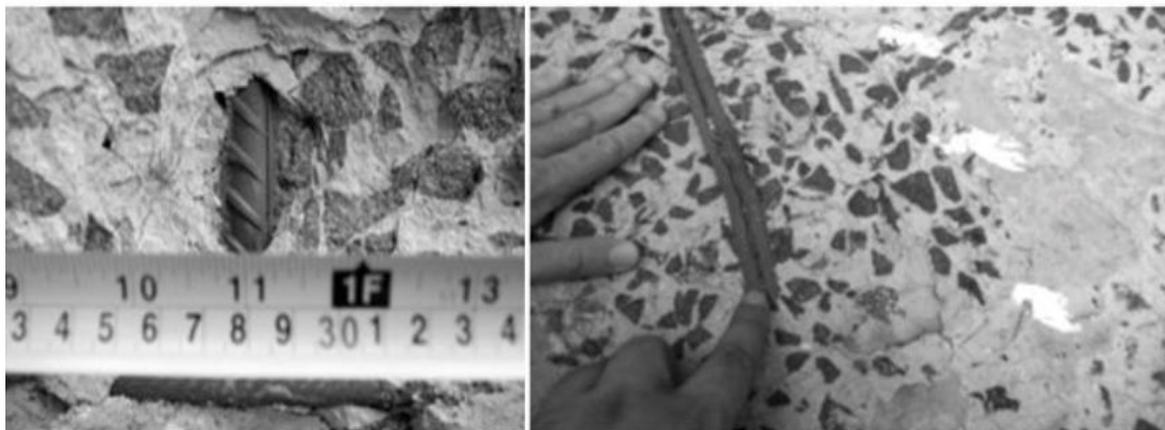
Nos próximos anos começou o desenvolvimento de novas formas de construção, sabendo-se já, que a estrutura metálica sofria perda de resistência exposta a elevadas temperaturas, iniciaram estudos e aplicações de materiais para a proteção dos elementos metálicos. Depois, no século XIX, o concreto começou a ser utilizado como revestimento do aço para proteção ao fogo e à corrosão, porém sem função estrutural, após o desenvolvimento dos estudos, inicia-se a construção de edificações utilizando o concreto e o aço em conjunto para resistir aos esforços, surgindo o concreto armado (SILVA, 2012).

Com o crescimento dos estudos nessa área, pôde-se verificar através de ensaios, que também havia redução de resistência do concreto exposto a altas temperaturas, porém havia a preocupação apenas em relação às armaduras na necessidade de verificação das estruturas de concreto armado em situação de incêndio (SILVA, 2012).

Atualmente, sabe-se que o concreto também sofre a redução de sua resistência em situação de incêndio, bem como da sua área resistente em razão ao *spalling*, que é o lascamento da área superficial da estrutura de concreto quando sujeita a um incêndio. Nos concretos convencionais ($f_{ck} \leq 50$ MPa) expostos a altas temperaturas, o *spalling* acontece, entre alguns fatores, pela alteração dos componentes do concreto e pela pressão interna da água quando evapora. Nos concretos de alta resistência, ocorre pela pressão interna do vapor d'água (SILVA, 2012).

Na dificuldade do percurso da água pode ocorrer o “*spalling* explosivo”, que é o deslocamento do concreto juntamente com fortes ruídos, isto faz com que a área resistente do concreto diminua, desprotegendo a armadura. Existem formas de prevenção deste fenômeno, porém não são economicamente viáveis (SILVA, 2012).

A Figura 16 mostra uma estrutura de concreto armado que sofreu *spalling*, com o deslocamento da camada de concreto, deixando a armadura exposta, observado em um estudo de manifestações patológicas em estrutura de concreto em situação de incêndio (HELENE, 2014).

Figura 16 – *Spalling* em estrutura de concreto armado

Fonte: Helene (2014).

Com a falta do conhecimento que a estrutura de concreto também sofria com as altas temperaturas, muitos acidentes ocorreram antes de identificar a necessidade de verificação da estrutura em situação de incêndio (SILVA, 2012).

2.3.1 Concreto armado em situação normal

O concreto é composto por água, cimento e agregados. Em função estrutural, o concreto não satisfaz a resistência necessária como elemento único, visto que possui uma boa resistência à compressão, porém não possui resistência suficiente à tração. Conseqüentemente, a utilização do aço juntamente com o concreto, tem o objetivo de suprir a necessidade de resistência à tração dos elementos estruturais (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2007).

O concreto armado se comporta como material estrutural em função da aderência entre o concreto e o aço, estes dois materiais trabalham em conjunto, onde o alongamento da armadura tracionada funciona pela deformação do concreto que a reveste, e desta forma, ambos resistem solidariamente aos esforços solicitantes. Considerando também que, o concreto protege o aço contra a oxidação e as altas temperaturas (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2007).

Como material estrutural, o concreto armado possui uma boa resistência a maior parte das solicitações, possui boa trabalhabilidade, possibilidade de obter estruturas monolíticas, mão-de-obra dominada no mercado, economia, durabilidade e resistência ao fogo (quando corretamente dimensionado), existência de pré-moldados, possui resistência a choques, vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos e desgastes mecânicos (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2007).

2.3.2 Concreto armado em situação de incêndio

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados na construção civil, devido ter propriedades incombustíveis, baixa condutividade térmica, não liberar gases tóxicos submetido ao fogo e em função estrutural é considerado seguro em situação de incêndio, por possuir maior massa e volume comparado com outros materiais estruturais (COSTA; SILVA, 2002).

Porém, o concreto armado exposto a elevadas temperaturas sofre redução de sua resistência característica e do módulo de elasticidade, causando a perda na sua rigidez, onde a heterogeneidade presente nos elementos que o constitui (pasta, agregados e aço) geram a degradação polifásica da estrutura, levando-a a um possível colapso. Considerando também que, os aditivos e o teor de umidade da pasta influenciam na degradação do concreto, podendo antecipar este processo (COSTA; SILVA, 2002).

O concreto de alta resistência, por exemplo, possui melhores propriedades de durabilidade e resistência em temperatura ambiente, por sua maior compactidade e menor permeabilidade conferida ao concreto. Porém, estas características antecipam a degradação do concreto em contato com o fogo, visto que os elementos com menor massa e volume possuem rápido aquecimento, expondo desta forma as armaduras ao contato direto ao fogo (COSTA; SILVA, 2002).

O aumento gradual da temperatura ocasiona diferentes efeitos no concreto, como a alteração na sua coloração, redução da resistência mecânica, esfarelamento superficial, fissuração e a desintegração da estrutura. Os fatores que influenciam na ruína da estrutura exposta a elevadas temperaturas são: temperatura máxima atingida, tempo de exposição, traço do concreto, tipo de estrutura, elemento estrutural e velocidade de resfriamento (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

O incêndio possui um ciclo típico constituído por três fases, na fase inicial é percebida a perda da resistência do concreto quando a temperatura passa de 300°C, na fase intermediária ocorre um aumento violento de temperatura com a descontrolada propagação do fogo, quando ocorre o fenômeno *flashover*, chegando a uma temperatura de 1250-1300°C, na fase final ocorre à extinção do incêndio, a qual pode ocasionar efeitos distintos na estrutura em relação à forma que o fogo foi extinto. Se ocorrer o resfriamento brusco da temperatura, a resistência sofre maiores perdas, já com o resfriamento lento é possível a recuperação de até 90% da resistência inicial da estrutura, dependendo da temperatura máxima que foi atingida (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

O concreto, normalmente, quando resfriado não retoma a sua resistência inicial, podendo reduzir até 10% da mesma, dependendo da temperatura atingida e da velocidade do resfriamento. O aço sofre transformações na sua cristalografia quando exposto a altas temperaturas, porém se considera que o aço recupera sua resistência inicial até a temperatura de 720°C, acima disto ele pode perder alguma resistência (SILVA, 2012).

2.3.2.1 Propriedades térmicas e efeitos da ação térmica

O concreto é um mal condutor de calor, visto que sua condutividade térmica varia entre 1,4 e 3,6 J/m²s°C, a qual é influenciada pela natureza dos agregados e pelo teor de umidade. A difusibilidade térmica, que é a velocidade de ocorrência das variações de temperatura na massa do concreto, varia entre 0,002 e 0,006 m²/h, que também depende do tipo do agregado. O calor específico, que é capacidade térmica do concreto, fica entre 800 e 1200 J/kg°C, o qual varia em relação à temperatura (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

O coeficiente de dilatação térmica do concreto é positivo, dependendo também dos agregados, do teor de umidade e da temperatura, sendo inversamente proporcional ao valor da resistência do concreto às variações de temperatura. O coeficiente de dilatação térmica do aço e do concreto possuem valores próximos, por isso o concreto armado possui ótimo desempenho, mas há distinção na transmissão de calor, visto que o aço é um bom condutor térmico e o concreto é um bom isolante térmico, sendo assim é fundamental a conferência técnica da capacidade residual da estrutura na fase pós-incêndio em relação à aderência entre os dois materiais (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

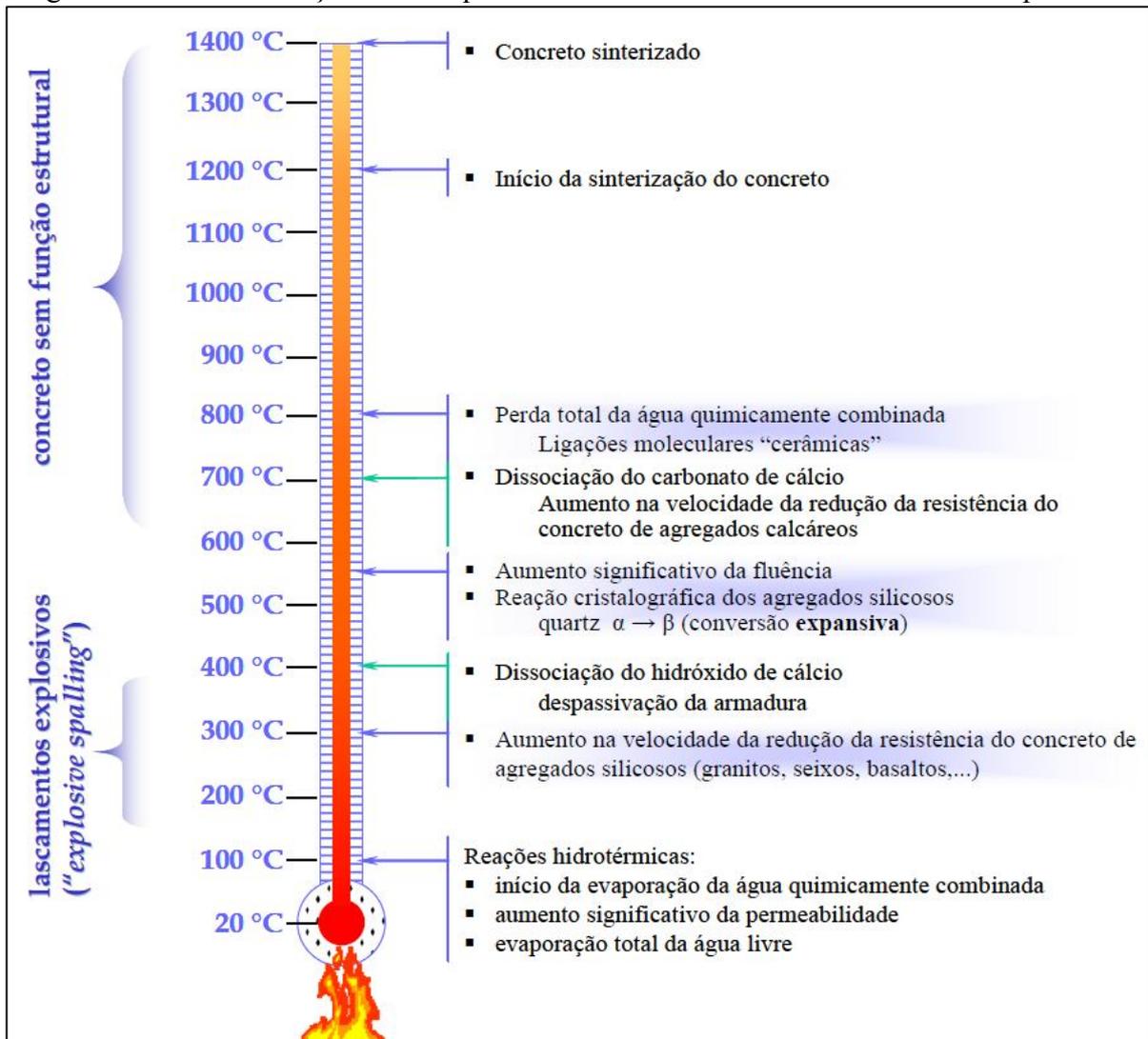
As propriedades térmicas do aço também são influenciadas pelas altas temperaturas. O valor do coeficiente de dilatação térmica varia diretamente com o comportamento da estrutura em situação de incêndio. A condutividade térmica e o calor específico estão diretamente relacionados com a difusão de calor da estrutura (O' CONNOR, 1995 apud BERNARDES, 2002).

Tendo em vista que, a área de aço é muito pequena para o desenvolvimento de gradientes de temperatura significativos, a sua condutividade não é considerada relevante para analisar a ação do fogo na estrutura de concreto armado, não influenciando na resistência do aço. Por isso, na maioria das vezes, as propriedades térmicas do aço não são consideradas para a estrutura de concreto armado. As barras de aço assumem a mesma temperatura da área de contato com o concreto e fica uniforme rapidamente em toda seção (COSTA, 2008).

Com o aumento da temperatura do concreto, a água livre da pasta evapora, vaporizando toda sua umidade, que passa de 100°C de aquecimento. Desta forma, toda a água presente evapora e desidrata os silicatos de cálcio hidratados, os quais são os maiores responsáveis pela resistência do concreto. Quando a temperatura chega a 710°C, os silicatos são totalmente extintos (COSTA; SILVA, 2002).

A partir dos 100°C, a heterogeneidade do concreto sofre transformações físicas, químicas e mineralógicas, que influenciam na pasta do cimento, nos agregados e no aço. A Figura 17 mostra estas transformações, com o aumento da temperatura o concreto sofre reações até a perda de sua função estrutural (COSTA, 2008).

Figura 17 – Transformações físico-químicas do concreto endurecido em altas temperaturas



Fonte: Costa (2008).

Geralmente, os elementos de concreto podem sofrer *spalling* pelo excesso de umidade, ou também, nos concretos muito compactos há o impedimento da liberação do vapor e devido às pressões internas ocorre o *spalling* explosivo. Este fenômeno também é influenciado pela idade da estrutura, visto que quanto mais “jovem” for à estrutura maior seu teor de umidade (COSTA; SILVA, 2002).

Os gradientes térmicos também influenciam na degradação do concreto, a diferença de temperatura entre as camadas internas e a superfície do concreto formam tensões térmicas, as quais podem ultrapassar a resistência à tração da estrutura, produzindo fissuras na zona de transição, que tendem a separar as camadas de concreto da estrutura. Pode também ocorrer o fenômeno *sloughing*, que é o destacamento do cobrimento sem estilhaçamento violento, devido à alta taxa de aquecimento (COSTA; SILVA, 2002).

Se a estrutura de concreto resistir ao *spalling*, a pasta de cimento sofre retração devido à liberação de água, isso faz com que a armadura e os agregados sofram expansão térmica. Aos 300°C, as fissuras no concreto ficam aparentes em razão das tensões térmicas. Aos 400°C começa a decomposição dos hidróxidos de cálcio, responsável pela passivação das armaduras, o qual sofre desidratação completa aos 535°C, alterando a resistência do concreto. Aos 800°C a resistência residual é 20% da inicial e a densidade do concreto também é afetada (COSTA; SILVA, 2002).

Os agregados sofrem expansão térmica, submetidos a elevadas temperaturas, considerando que eles compõem 70% do concreto armado. A reação dos agregados ao fogo depende de sua composição, os agregados ricos em sílica sofrem *pop outs*, que são pequenos *spalling*, devido à expansão térmica instantânea que eles sofrem quando atingem uma temperatura de 573°C. Já os agregados ricos em calcário sofrem reação endotérmica, quando atingem 650°C, onde o dióxido de carbono é liberado e o calor é absorvido, isso faz com que o aumento de temperatura seja retardado e por apresentar massa específica menor, o material torna-se um isolante térmico da superfície. Porém, a calcinação causa *sloughing* e ao resfriar a estrutura com água, ocorre a reidratação do óxido de cálcio, a qual gera expansão e aumento de temperatura, intensificando consideravelmente as fissuras (COSTA; SILVA, 2002).

Devido à proximidade da face da peça à fonte de calor, diferenças no cobrimento da armadura e presença de vazios nas barras, o aço contribui diretamente no aquecimento localizado da estrutura de concreto armado, devido sua propriedade de condução térmica. Ou seja, o calor se propaga pelas armaduras, já o concreto permanece com temperatura mais baixa. Com a temperatura elevada uniformizada nas barras de aço, elas se dilatam mais

rapidamente, onde flambam e comprimem em torno da aderência entre o aço e o concreto, perdendo esta aderência e a ancoragem (COSTA; SILVA, 2002).

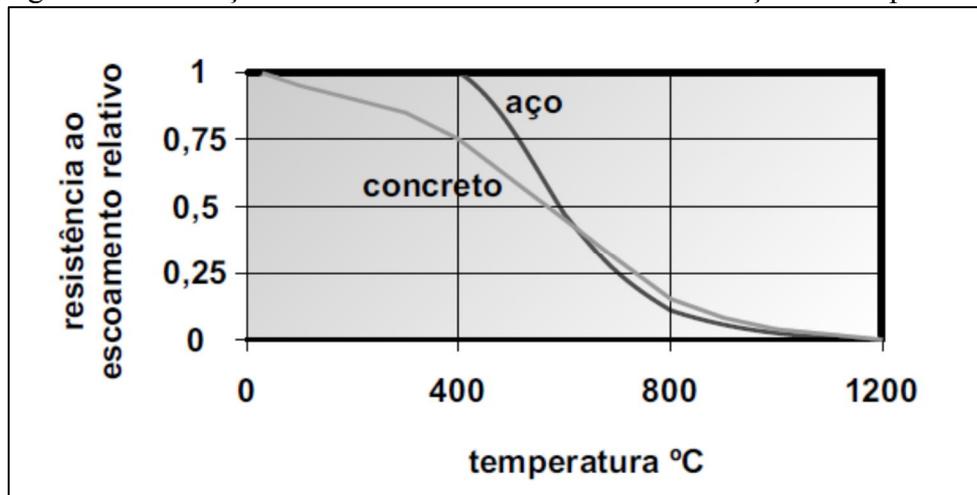
A forma de resfriamento também interfere diretamente na aderência entre os dois materiais, quando o resfriamento é feito de forma rápida com água, a aderência reduz muito mais do que quando o resfriamento é através de ar gradativamente. Depois de atingir 400°C a redução da aderência é maior comparada com a redução de resistência à compressão do concreto, já quando chega em 600°C é perdida completamente a aderência (COSTA; SILVA, 2002).

Não há risco das armaduras presentes na estrutura se fundirem em situação de incêndio, visto que os incêndios não chegam à temperatura de fusão do aço, que é 1550°C, sendo que é admitido que a resistência do aço seja nula quando chega aos 1200°C. Considera-se também que, com o aumento da temperatura, a redução do módulo de elasticidade é maior que a redução da resistência. A densidade do aço não varia em função da temperatura, por isso pode ser considerada constante (COSTA; SILVA, 2002).

2.3.2.2 Propriedades mecânicas

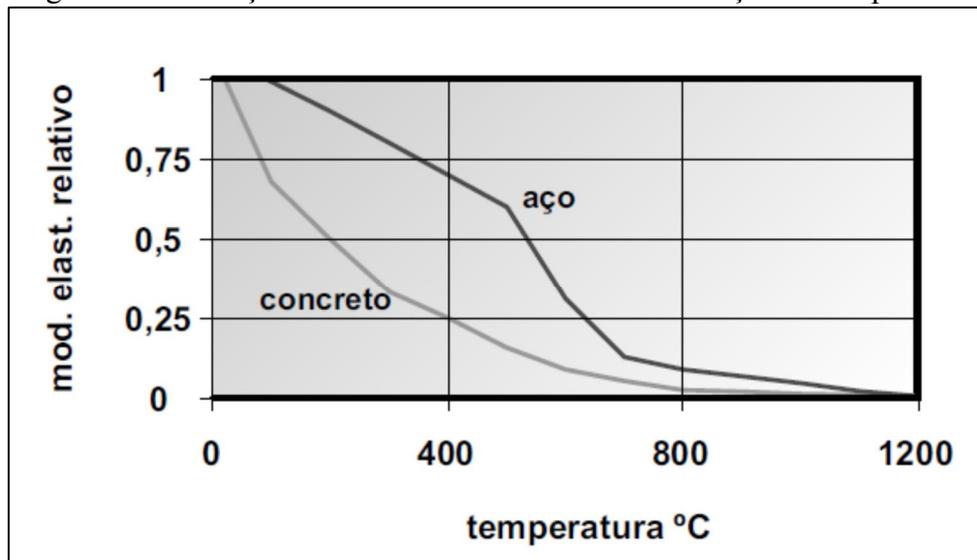
Com a degradação do concreto armado exposto a elevadas temperaturas, o concreto e o aço sofrem redução de suas propriedades mecânicas, esta redução pode ser estimada pelas propriedades dos materiais em situação ambiente minoradas por coeficientes de redução em função da temperatura, para analisar a resistência da estrutura sob o incêndio-padrão, considerando um tempo de resistência ao fogo estabelecido. Na Figura 18 pode ser observada a redução da resistência ao escoamento do aço e do concreto e na Figura 19 a redução do módulo de elasticidade, ambas em relação à temperatura (COSTA; SILVA, 2002).

Figura 18 – Redução da resistência ao escoamento em função da temperatura



Fonte: Vargas; Silva (2003).

Figura 19 – Redução do módulo de elasticidade em função da temperatura



Fonte: Vargas; Silva (2003).

O principal fator da redução da resistência do concreto é o teor de umidade, devido ao aumento da pressão interna do vapor de água que ultrapassa a resistência à tração do concreto, provocando fissuras e explosões. Considera-se também que a resistência à flexão é mais afetada em relação à resistência à compressão, em razão do aumento da temperatura (MORALES; CAMPOS; FAGANELLO, 2011).

O aço exposto a elevadas temperaturas sofre redução de sua resistência ao escoamento, resistência à tração e do módulo de elasticidade, conseqüentemente reduzindo sua resistência mecânica e sua rigidez, por isso esta situação deve ser considerada no dimensionamento estrutural (BERNARDES, 2002).

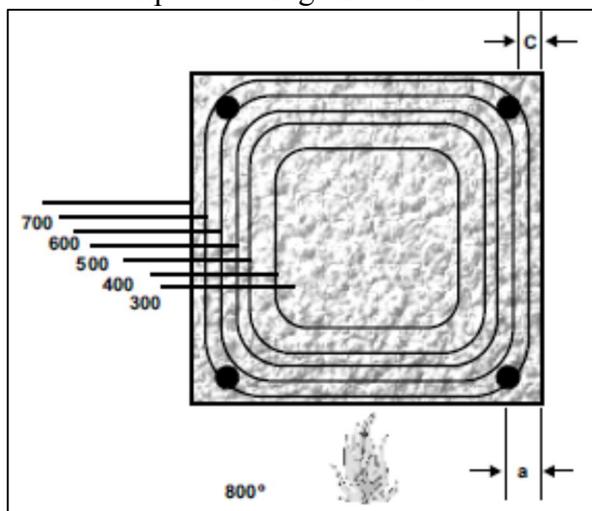
A resistência de escoamento do aço diminui com o aumento de temperatura e o percentual de redução varia devido à composição química e o processo de fabricação do aço, associada a isto também pode ser observada a redução do módulo de elasticidade. Com a redução do módulo de elasticidade há o aumento das deformações, causado pelo aumento de temperatura quando o aço é exposto a uma tensão constante, podendo levar a estrutura ao colapso prematuro (NEVES, 1994 apud BERNARDES, 2002).

2.4 COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Conforme pôde ser observado nas Figuras 18 e 19, o concreto sofre redução de sua área resistente submetido a elevadas temperaturas, causado pelo *spalling*, podendo-se concluir que um elemento de concreto chega ao colapso em uma temperatura média inferior que um elemento de aço, considerando que estejam sob carregamento proporcional à sua resistência (VARGAS; SILVA, 2003).

Porém, devido às diferenças das dimensões destes elementos e da diferença de suas propriedades, assim como o diferente “fator de massividade” dos dois materiais, a seção transversal do concreto aquece mais lentamente que a do aço. O concreto perde resistência superficial, porém o seu núcleo perde pouca ou nenhuma, como pode ser observado na Figura 20, o qual também depende da gravidade do incêndio. Pode-se dizer então que, um elemento de concreto em situação de incêndio possui área resistente inferior que em temperatura ambiente (VARGAS; SILVA, 2003).

Figura 20 - Distribuição de temperatura na seção transversal de um elemento de concreto exposto ao fogo nas 4 faces



Fonte: Vargas; Silva (2003).

As armaduras são distribuídas próximas ao contorno da seção do concreto, garantindo maior capacidade de resistência à temperatura ambiente, porém em situação de incêndio ficam mais expostas ao calor, conseqüentemente reduzindo sua resistência (VARGAS; SILVA, 2003).

Quando a estrutura possui correto dimensionamento, a verificação em situação de incêndio pode atender as exigências de resistência ao fogo sem a necessidade de alterações no projeto, mas no caso de não atendimento, nas estruturas de concreto armado o aumento das dimensões da seção ou da taxa ou da posição das armaduras resolvem o problema, sendo também a opção mais viável economicamente (VARGAS; SILVA, 2003).

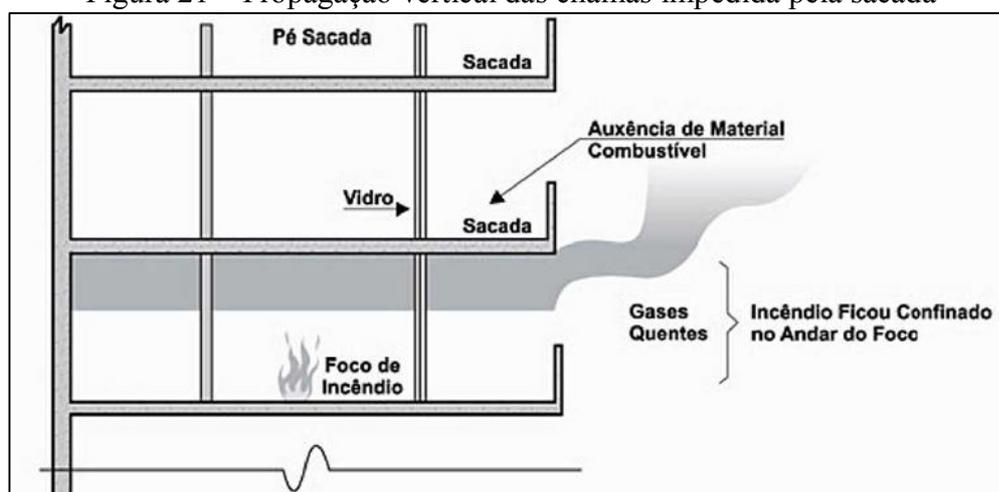
O comportamento estrutural depende das características arquitetônicas, do arranjo estrutural e do sistema construtivo, considerando que por mais que o sistema estrutural forneça resistência favorável a edificação em situação de incêndio, a verificação desta situação não pode ser desconsiderada se o sinistro pode originar o colapso estrutural de algum elemento (COSTA, 2008).

Os mecanismos primários são aqueles projetados em temperatura ambiente, os quais consideram as vinculações e a carga aplicada, eles são substituídos pelos mecanismos secundários em situação de incêndio, que são os esforços desenvolvidos nesta situação, os quais consideram a variação da resistência e da rigidez do elemento aquecido dentro da estrutura fria (COSTA, 2008).

O excesso de deformações na estrutura gera fissuras e aberturas nos elementos, o que implica na estanqueidade, por possibilitar a passagem de calor e de chamas para os demais compartimentos. Porém, elementos como lajes e pilares-parede podem ser atribuídos como parte da compartimentação, garantindo estabilidade, estanqueidade e isolamento (COSTA, 2008).

A estabilidade garante a capacidade de a estrutura suportar as ações durante o tempo requerido de resistência ao fogo, a estanqueidade garante que as chamas e o calor não passem pelo o elemento e o isolamento térmico garante que a face do elemento oposta ao calor do incêndio não atinja temperatura média superior a 140°C. A combinação da estanqueidade e do isolamento constitui a função corta-fogo, o qual confina o incêndio em um compartimento observado na Figura 21, impedindo a propagação do incêndio para o restante da edificação (COSTA, 2008).

Figura 21 – Propagação vertical das chamas impedida pela sacada



Fonte: Marcelli (2007).

Existem diferentes tipos de colapso estrutural. O colapso local, quando há a falência em um elemento estrutural isolado, não implicando na estabilidade da edificação. O colapso parcial, quando há a falência de alguns elementos estruturais, implicando em parte da estabilidade da edificação. E o colapso global ou total, quando há falência progressiva dos elementos estruturais da edificação (COSTA, 2008).

Também existem as rupturas localizadas, as quais apontam a falência do elemento estrutural e o risco de colapso, que dependem do esforço solicitante imposto na estrutura. Em estruturas de concreto armado, geralmente, o colapso ocorre devido os esforços de flexão ou instabilidade (COSTA, 2008).

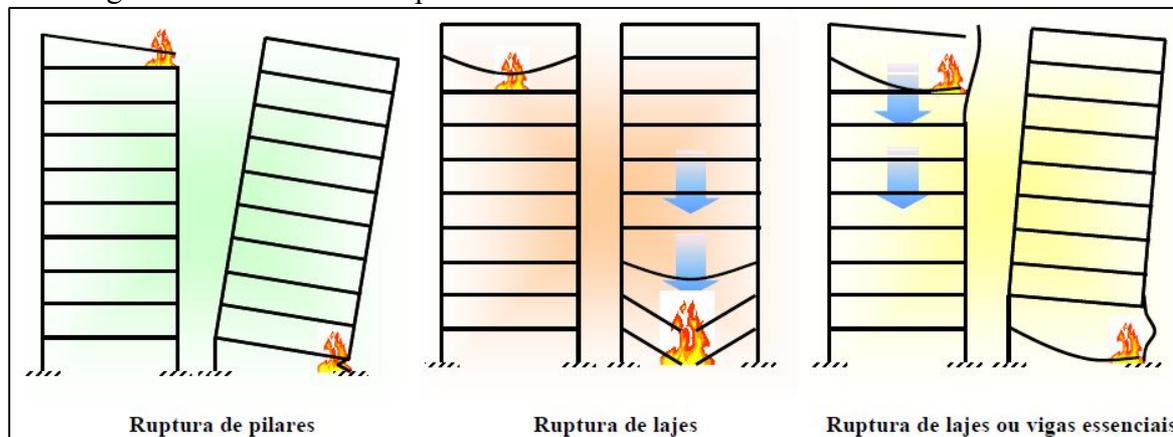
Os edifícios altos são constituídos por pórticos, paredes ou caixas estruturais. Em situação de incêndio, o grau de continuidade do pórtico causa significativo efeito no comportamento da estrutura. Quando há o aquecimento acima de 100°C desta estrutura, os materiais sofrem redução da resistência e do módulo de elasticidade, já os elementos estruturais sofrem dilatação térmica e tendem a aumentar. As estruturas frias restringem esta dilatação, o que aumenta a resistência ao fogo da estrutura aquecida (COSTA, 2008).

As características de um colapso localizado influenciam nos diferentes riscos à estabilidade global da edificação. O colapso de um pilar, por exemplo, é muito perigoso, visto que se trata do elemento mais carregado da estrutura, o qual recebe o carregamento das lajes e das vigas. Considerando que o conjunto estrutural formado de pilares e vigas contínuas garante a estabilidade da edificação, devido à rigidez das ligações entre os elementos que possibilita a redistribuição dos esforços, diminuindo os riscos de colapso (COSTA, 2008).

A localização do elemento estrutural com ruptura localizada também influencia diretamente na possibilidade do colapso estrutural, visando que os pilares do pavimento térreo

sustentam quase toda a edificação diferentemente dos pilares da cobertura. Os efeitos das rupturas localizadas em uma edificação podem ser observados na Figura 22 (COSTA, 2008).

Figura 22 – Efeito de colapsos localizados devido a um incêndio em um edifício



Fonte: Costa (2008).

Por isso, pode-se dizer que o rompimento de um pilar pode levar a estrutura da edificação acima dele ao desabamento, mesmo que a carga de parte do prédio seja redistribuída para outros pilares, estes podem não garantir a resistência estrutural necessária para sustentar a sobrecarga, levando ao colapso progressivo dos pavimentos (COSTA, 2008).

Já no caso da viga, o rompimento não é tão perigoso quanto do pilar, visto que a viga sofre redução de resistência e grandes flechas, porém durante o período que suas extremidades se mantêm fixadas, não oferecem risco a estabilidade global da estrutura e os impactos ficam localizados no compartimento de incêndio. Sendo que, quando a viga perde sua capacidade de suportar as cargas, as lajes que estão apoiadas nela podem desabar juntamente com as vigas e resultar no colapso progressivo da edificação (COSTA, 2008).

Por serem elementos estruturais menos carregados e possuírem maior ductilidade, as lajes possuem maior capacidade de deformação e geram poucos efeitos para o colapso global da edificação em caso de rompimento, bem como apresentam melhor desempenho estrutural em situação de incêndio, garantindo sua estabilidade. Levando em consideração que, os casos de excesso de deformações implicam no isolamento e na estanqueidade do compartimento, submetendo o incêndio a propagação para os demais pavimentos, aumentando os danos estruturais (COSTA, 2008).

A aderência entre o aço e o concreto também é um fator que pode levar a estrutura à ruptura, a qual sofre redução em situação de incêndio, podendo levar à expulsão do cobrimento conduzindo a uma ruptura localizada ou ao deslizamento das barras no interior do

concreto, que causam rupturas por flexão, cisalhamento ou deslizamento de concreto (COSTA, 2008).

Outro fator é o *spalling* (lascamento), conforme já falado é a separação do concreto superficial das camadas internas, levando a exposição direta das armaduras e do interior do elemento ao fogo, acelerando o processo de redução de resistência. Ainda não há a total compreensão das causas deste fenômeno, podendo ser atribuídas a diversos fatores. Existem três denominações para classificar os tipos de lascamentos: superficial (*sloughing*), pipocamentos (*pop outs*) e lascamentos explosivos (*explosive spalling*) (COSTA, 2008).

O *sloughing*, observado na Figura 23, é “a delaminação gradual das camadas externas, incluindo nos cantos vivos do elemento aquecido de longa duração” (COSTA, 2008, p. 203).

Figura 23 – Lascamento de canto (*sloughing*)



Fonte: Costa (2008).

Os *pop outs*, observados na Figura 24, são “instantâneos, superficiais, localizados e de pequenas proporções” (COSTA, 2008, p. 204).

Figura 24 – Lascamento em uma viga (*pop outs*)



Fonte: Costa (2008).

Os *explosive spalling*, observados na Figura 25, são “instantâneos e violentos, de consequências catastróficas iminentes” (COSTA, 2008, p. 204).

Figura 25 – Lascamento explosivo (*explosive spalling*)



Fonte: Costa (2008).

Estudos mostraram que os pilares e as lajes são mais afetados pelos lascamentos, por possuírem restrições térmicas e assim ficam submetidos à concentração de tensões de compressão (CARLSON et al., 1965; ISE, 1978; ALI, 2002; FLETCHER et al., 2007 apud COSTA, 2008).

2.5 SEGURANÇA ESTRUTURAL EM INCÊNDIO

A segurança estrutural deve ser dimensionada para evitar o colapso da edificação antes do tempo necessário para sua total evacuação, em relação à proteção à vida. Em relação ao patrimônio, a segurança estrutural deve ser dimensionada a fim de evitar o colapso estrutural para a possível reutilização do mesmo pós-incêndio, com as devidas verificações e obras de reforço necessárias (VARGAS; SILVA, 2003).

O risco à vida dos ocupantes da edificação tem relação à severa exposição à fumaça ou ao calor, sendo a fumaça tóxica ou asfixiante a principal causa das mortes em um incêndio. Por isso, a importância da rápida evacuação do compartimento em chamas, bem como da garantia da integridade da estrutura pelo tempo necessário para esta desocupação (SEITO et al., 2008).

Para os edifícios de maior porte é exigido um maior nível de segurança e a verificação da segurança estrutural em incêndio, devido ser mais difícil de prever o tempo necessário para a total evacuação e que o possível colapso estrutural pode afetar os edifícios vizinhos ou comprometer a equipe de combate ao incêndio (SEITO et al., 2008).

Este dimensionamento tem o objetivo de garantir a segurança estrutural em situação de incêndio, evitando que a temperatura crítica (temperatura máxima do incêndio) seja atingida, observada na Figura 13, a qual leva o elemento estrutural ao colapso e está diretamente relacionada ao seu carregamento aplicado (VARGAS; SILVA, 2003).

Para projetar uma estrutura em situação de incêndio deve-se levar em conta a ação térmica entre as chamas de fogo e a estrutura fria. Esta ação provoca deformações térmicas nos elementos estruturais à medida que aumenta a sua temperatura, visto que esses esforços adicionais são redistribuídos e há a redução na rigidez do material (VARGAS; SILVA, 2003).

A temperatura que atua nos elementos estruturais é inferior à dos gases quentes e pode ser calculada, entre alguns métodos, pelo tempo de exposição ao incêndio-padrão. A legislação nacional exige a segurança estrutural da edificação por um tempo determinado em relação à curva-padrão, o qual é estabelecido pela ABNT NBR 14432:2001 como o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), onde prevê que o elemento estrutural deve resistir à ação do fogo por um determinado tempo, garantindo segurança estrutural, estanqueidade e isolamento (VARGAS; SILVA, 2003).

2.6 TEMPO REQUERIDO DE RESISTÊNCIA AO FOGO (TRRF)

A exigência de resistência ao fogo é estabelecida através do tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), determinado pela Instrução Técnica nº 8 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2018), que substitui a ABNT NBR 14432:2001, a qual complementa a norma e apresenta algumas alterações em alguns casos. Os tempos são estimados entre 30 e 120 minutos, em função de algumas características da edificação (altura, área de pavimento, atividade, etc.), tornando-se mais rigorosa quando o risco à vida humana é considerado maior (VARGAS; SILVA, 2003).

A IT nº 8 (CBPMESP, 2018), estabelece condições para o atendimento do TRRF pelos elementos estruturais e de compartimentação que constituem as edificações em situação de incêndio, com o objetivo de evitar o colapso estrutural pelo tempo necessário de assegurar a saída dos ocupantes e o acesso para os serviços do Corpo de Bombeiros de forma segura.

Considerando que, o TRRF estabelecido representa um parâmetro de projeto, não constitui o tempo real de duração de um incêndio, tempo de desocupação ou tempo-resposta do Corpo de Bombeiros. Visando minimizar a probabilidade do colapso estrutural, deve-se levar em conta o conjunto “TRRF + curva-padrão” (SILVA, 2012).

O TRRF pode ser obtido através do método tabular, conforme recomendações da IT nº 8 (CBPMESP, 2018), e também pelo método do tempo equivalente, procedimento para reduzir o TRRF apresentado pelas normatizações (SILVA, 2012).

Segundo a IT nº 8 (CBPMESP, 2018, p. 2), o TRRF é o “tempo mínimo de resistência ao fogo de um elemento construtivo quando sujeito ao incêndio-padrão”. O TRRF é determinado através dos critérios presentes nesta instrução técnica e apresentado conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)

Grupo	Ocupação/Use	Divisão	Profundidade do subsolo h_s		Altura da edificação h							
			Classe S_2	Classe S_1	Classe P_1	Classe P_2	Classe P_3	Classe P_4	Classe P_5	Classe P_6	Classe P_7	Classe P_8
			$h_s > 10m$	$h_s \leq 10m$	$h \leq 6m$	$6m < h \leq 12m$	$12m < h \leq 23m$	$23m < h \leq 30m$	$30m < h \leq 80m$	$80m < h \leq 120m$	$120m < h \leq 150m$	$150m < h \leq 250m$
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30	60	90	120	120	150	180
B	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
C	Comercial varejista	C-1	90	60	60	60	60	90	120	150	150	180
		C-2 e C-3	90	60	60	60	60	90	120	150	150	180
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-4	90	60	30	60	60	90	120	120	150	180
E	Educacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60	30	30	60	90	120	120	150	180
F	Locais de reunião de público	F-1, F-2, F-5, F-6, F-8, F-10	90	60	60	60	60	90	120	150	180	-
		F-3, F-4 e F-7	90	60	Ver item A.2.3.3.		30	60	60	90	120	-
		F-9	90	60	30	60	60	90	120	-	-	-
G	Serviços automotivos	G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5	90	60	30	60	60	90	120	120	150	180
		G-1 e G-2 abertos lateralmente	90	60	30	30	30	30	60	120	120	150
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1 e H-4	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
		H-2, H-3, H-5 e H-6	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
I	Industrial	I-1	90	60	30	30	30	60	120	-	-	-
		I-2	120	90	30	30	60	90	120	-	-	-
		I-3	120	90	60	60	90	120	120	-	-	-
J	Depósitos	J-1	60	30	Ver item A.2.3.4.		30	30	60	-	-	-
		J-2	90	60	60	60	60	60	60	-	-	-
		J-3	90	60	60	60	60	120	120	-	-	-
		J-4	120	90	60	60	90	120	120	-	-	-
L	Explosivos	L-1, L-2 e L-3	120	120	120	-			-	-	-	
M	Especial	M-1	150	150	150	-			-	-	-	
		M-2	-	-	120	120	-	-	-	-	-	-
		M-5	120	90	60	60	90	120	-	-	-	-
		M-3	120	90	90	90	120	120	120	150	-	-

NOTAS:

- 1) Casos não enquadrados serão definidos pelo SSCI do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo;
 2) O TRRF dos subsolos e sobressolos não pode ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo (ver item 5.10);
 3) Para indústria ou depósito com inflamáveis, considerar I-3 e J-4, respectivamente.

Fonte: CBPMESP (2018)

2.7 MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Para dimensionar estruturas de concreto armado em situação de incêndio é preciso avaliar a resposta térmica e mecânica da estrutura submetida a uma ação térmica, sendo que além das variáveis da mecânica à temperatura ambiente, também precisa ser analisado as variáveis da termodinâmica (COSTA, 2008).

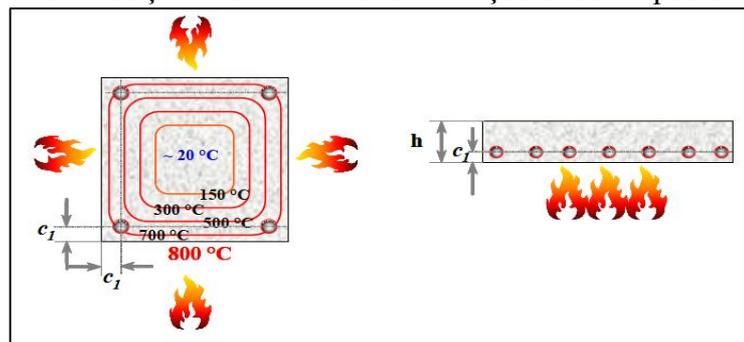
A análise térmica é avaliada através das propriedades térmicas dos materiais em relação à temperatura e da transferência de calor, com o objetivo de calcular a transmissão de calor da área do elemento exposta ao fogo para o seu interior e assim definir a resposta mecânica do material. A análise mecânica tem o objetivo de calcular o efeito da variação térmica através dos esforços da estrutura pela variabilidade da temperatura. Os métodos tabulares fornecem as dimensões mínimas em relação ao TRRF necessário, definido pelas características estruturais dos elementos (COSTA, 2008).

A ABNT NBR 15200:2012 estabelece que o método tabular precisa atender às dimensões mínimas apresentadas nas tabelas, porém não leva em consideração os efeitos de *spalling* ou restrições à deformação térmica (SILVA, 2012).

A verificação da situação de incêndio pelo método tabular é feita através de parâmetros para as dimensões das lajes, largura das vigas, dimensões das seções transversais dos pilares e os valores mínimos da distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face do concreto exposta ao fogo (c_1). É considerada somente a armadura longitudinal, visto que em situação de incêndio os elementos de concreto rompem por flexão ou flexo-compressão (REINA, 2010).

Desta forma, quanto maior o valor de “ c_1 ”, menor é a temperatura de um ponto qualquer no interior do elemento (Figura 26), sendo assim as temperaturas das regiões mais próximas ao centro da seção transversal são menores, devido à inércia térmica do concreto. Ou seja, quanto maior for a seção, maior será o núcleo frio do elemento (COSTA, 2008).

Figura 26 – Posição das armaduras em relação à face exposta ao calor



Fonte: Costa (2008).

2.7.1 Verificação das vigas em situação de incêndio

A verificação das vigas de concreto armado em situação de incêndio através do *software* AltoQi Eberick V9 é feita utilizando uma adaptação do método tabular da ABNT NBR 15200:2012, comparando as dimensões do elemento com as dimensões limites, especificadas nas tabelas da norma (BARCELLOS, 2013).

Os principais fatores da verificação são: o TRRF, a condição de apoio da viga, a largura e a distância do centro geométrico das armaduras ao fundo da viga. Os parâmetros da seção são comparados com os valores limites obtidos das tabelas, através de uma interpolação linear, considerando a condição de apoio e o TRRF. Primeiramente é comparada a largura da viga com a largura mínima permitida e depois com a distância do centro geométrico ao fundo da viga (c_1), o qual o limite se altera conforme sua largura (BARCELLOS, 2013).

O cobrimento lateral (c_{11}) das armaduras pode ser verificado ou não, caso seja optado por resolver a concentração e a temperatura junto às bordas de uma forma alternativa. Também é aplicada uma redução dos valores limites de “ c_1 ”, conforme indicação da ABNT NBR 15200:2012, levando em consideração a razão entre $A_{s,calc}$ e $A_{s,ef}$, e entre o esforço em situação de incêndio, sendo calculado através das combinações de incêndio e o esforço em situação ambiente (BARCELLOS, 2013).

Os resultados das verificações são apresentados em uma janela “Verificação de Incêndio”, onde se pode ter acesso a todos os elementos que foram verificados, bem como seus parâmetros e valores limites, permitindo a alteração dos elementos pela janela, considerando que o programa não altera o dimensionamento dos elementos em função da verificação de incêndio, podendo assim adequar manualmente o projeto à situação de incêndio (BARCELLOS, 2013).

Nas Tabelas 2 e 3, extraídas da ABNT NBR 15200:2012, estão apresentadas as dimensões mínimas de $b_{mín}$ e $b_{wmín}$ das vigas, e o valor de c_1 das armaduras inferiores, em função do TRRF. Sendo $b_{mín}$, a dimensão mínima do elemento pelo método tabular e $b_{wmín}$, a largura mínima da viga, de largura variável. Estas tabelas consideram a hipótese de aquecimento em três lados das vigas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Tabela 2 – Dimensões mínimas para vigas biapoiadas^a

TRRF min	Combinações de b_{\min}/c_1 mm/mm				b_{\min} mm
	1	2	3	4	
30	80/25	120/20	160/15	190/15	80
60	120/40	160/35	190/30	300/25	100
90	140/60	190/45	300/40	400/35	100
120	190/68	240/60	300/55	500/50	120
180	240/80	300/70	400/65	600/60	140

^a Os valores de c_1 indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c_1 para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fios e cordoalhas.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

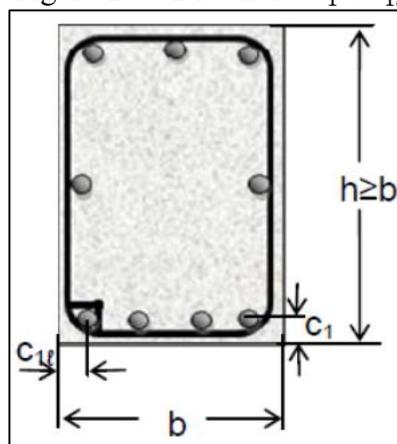
Tabela 3 – Dimensões mínimas para vigas contínuas ou vigas de pórticos^a

TRRF min	Combinações de b_{\min}/c_1 mm/mm				b_{\min} mm
	1	2	3	4	
30	80/15	160/12	-	-	80
60	120/25	190/12	-	-	100
90	140/37	250/25	-	-	100
120	190/45	300/35	450/35	500/30	120
180	240/60	400/50	550/50	600/40	140

^a Os valores de c_1 indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c_1 para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fios e cordoalhas.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

Segundo Silva (2012), em razão da concentração de temperatura junto às bordas da face inferior das vigas, se houver somente uma camada de armadura e largura inferior a b_{\min} indicado na coluna 3 das Tabelas 2 e 3, recomenda-se que a distância c_{1l} (Figura 27) no fundo da viga seja 10 mm maior que o valor de c_1 das referidas tabelas.

Figura 27 – Distâncias c_1 e c_{1l} 

Fonte: Barcellos (2013).

2.7.2 Verificação das lajes em situação de incêndio

A verificação das lajes de concreto armado em situação de incêndio através do *software* AltoQi Eberick V9 é feita utilizando uma adaptação do método tabular da ABNT NBR 15200:2012, assim como as vigas, comparando as dimensões do elemento com as dimensões limites, especificadas nas tabelas da norma (BARCELLOS, 2013).

Os principais parâmetros para verificação das lajes de concreto armado em situação de incêndio são: o TRRF, a condição de apoio, o tipo de laje, a espessura e a distância do centro geométrico das armaduras ao fundo da laje. A seção é comparada, através de interpolação linear, com os valores limites obtidos das tabelas da norma, sendo comparada a espessura e a distância do centro geométrico (c_1) com as medidas mínimas permitidas. Na janela de incêndio é possível diminuir os limites de espessura mínima do revestimento físico e possível diminuir os limites de c_1 através do revestimento efetivo (BARCELLOS, 2013).

No AltoQi Eberick V9, a separação dos tipos de lajes é mais complexa do que apresentado na norma, devido as lajes apresentarem formas irregulares. Os resultados também são apresentados na janela “Verificação de Incêndio”, podendo ter acesso a todas as lajes verificadas, seus parâmetros e valores limites, também é permitido ajustar a largura e altura das nervuras, bem como a espessura da laje (BARCELLOS, 2013).

Também não é alterado o dimensionamento em função da verificação de incêndio, considerando que os valores das bitolas ou quantidade de barras quase não interferem nos resultados das verificações. Visto que, elementos com dimensionamento adequado ao ELU, os quais apresentarem erros nas verificações de incêndio, são detalhados normalmente (BARCELLOS, 2013).

Nas Tabelas 4 e 5, extraídas da ABNT NBR 15200:2012, estão apresentadas as espessuras mínimas para lajes com aquecimento na face inferior e o valor de c_1 das armaduras inferiores, em função do TRRF, sendo que os valores de “h” indicados são os mínimos para que a função corta-fogo da laje seja garantida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Tabela 4 – Dimensões mínimas para lajes simplesmente apoiadas ^c

TRRF min	h _a mm	c ₁ mm		
		Laje armada em duas direções ^b		Laje armada em uma direção $\ell_y/\ell_x > 2$
		$\ell_y/\ell_x \leq 1,5$	$1,5 < \ell_y/\ell_x \leq 2$	
30	60	10	10	10
60	80	10	15	20
90	100	15	20	30
120	120	20	25	40
180	150	30	40	55

a Dimensões mínimas para garantir a função corta-fogo.
b Lajes apoiadas nas quatro bordas; caso contrário, a laje deve ser considerada armada em uma direção.
c Os valores de c₁ indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c₁ para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fios e cordoalhas.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

Tabela 5 – Dimensões mínimas para lajes contínuas ^c

TRRF min	h _a mm	c ₁ ^b mm
30	60	10
60	80	10
90	100	15
120	120	20
180	150	30

a Dimensões mínimas para garantir a função corta-fogo.
b Válido para lajes armadas em duas direções.
c Os valores de c₁ indicados nesta tabela são válidos para armadura passiva. No caso de elementos protendidos, os valores de c₁ para as armaduras ativas são determinados acrescentando-se 10 mm para barras e 15 mm para fios e cordoalhas.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

2.7.3 Verificação dos pilares em situação de incêndio

A verificação dos pilares de concreto armado em situação de incêndio através do *software* AltoQi Eberick V9 é feita utilizando uma adaptação do método analítico da ABNT NBR 15200:2012 (BARCELLOS, 2013).

Este método visa garantir que o tempo de resistência ao fogo do pilar seja maior que o TRRF, calculando o tempo de resistência ao fogo através de uma equação estabelecida pela norma (Equação 1). Esta equação é baseada na dimensão mínima da seção (b), no comprimento equivalente (L_{ef}), na distância do centro geométrico da armadura à face do pilar (c_1), e na relação entre o valor de cálculo da força axial em situação de incêndio e o valor de

cálculo da força normal resistente do elemento, sendo o último parâmetro de maior influência no valor final de tempo de resistência ao fogo (TRF) (BARCELLOS, 2013).

$$\text{TRF} = 120 \left(\frac{R_{\mu} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8} \quad (1)$$

Onde:

$$R_{\mu} = 83(1 - f_i)$$

$$R_a = 1,60(c_1 - 30), c_1 \text{ em mm}$$

$$R_l = 9,60(5 - l_{ef,fi})$$

$$R_b = 0,09b' \text{ para } 190 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}$$

$$R_b = 40,5 \text{ para } b' > 450$$

$$R_n = 0 \text{ para } n=4, \text{ sendo "n" o número de barras longitudinais}$$

$$R_n = 12 \text{ para } n > 4$$

$$f_i = \frac{N_{sd,fi}}{N_{Rd}}$$

$$b' = (2A_c)/(b + h) \text{ para } h \leq 1,5b$$

$$b' = 1,2b \text{ para } h > 1,5b$$

A norma também estabelece alguns limites acima dos quais as formulações deste método podem não ser adequadas para a verificação de incêndio, como: a excentricidade (e), comprimento equivalente ($l_{ef,fi}$), menor dimensão (b) e distância do centro geométrico da armadura à face do pilar (c_1). Estes limites passam por uma verificação pelo Módulo de Incêndio, avisando através da janela “Verificação de Incêndio” quando não forem atendidos, porém não geram erro na verificação de incêndio, sendo verificados os demais parâmetros normalmente. As limitações que devem ser respeitadas são: (BARCELLOS, 2013).

$$A_s / A_c \leq 4\%$$

$$25 \text{ mm} \leq c_1 \leq 80 \text{ mm}$$

$$b' \geq 190 \text{ mm}$$

$$e \leq 0,15b$$

$$l_{ef,fi} \leq 6 \text{ m}$$

O revestimento efetivo aumenta o valor de c_1 adotado no equacionamento, já o revestimento físico não apresenta alterações. O esforço axial de cálculo em situação de incêndio é calculado através das combinações de incêndio, as quais não consideram aplicação

de força vento, conforme recomendação da norma, também é permitido reduzir os fatores de combinação das ações acidentais multiplicando-os por 0,7 (BARCELLOS, 2013).

Os resultados também são apresentados na janela “Verificação de incêndio”, onde são acessados todos os pilares verificados, seus parâmetros e valores limites, podendo ser alterado as dimensões da seção. O dimensionamento não é alterado em função da verificação de incêndio, considerando que os valores das bitolas ou quantidade de barras não interferem significativamente nos resultados das verificações. Os elementos devidamente dimensionados, que apresentarem erros nas verificações de incêndio, são detalhados normalmente (BARCELLOS, 2013).

Na Tabela 6, extraída da ABNT NBR 15200:2012, estão apresentadas as dimensões mínimas para a seção transversal e os valores de c_1 das armaduras para pilares com uma face exposta ao fogo, em função do TRRF (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Tabela 6 – Dimensões mínimas para pilares com uma face exposta ao fogo

TRRF min	Combinações de b_{min}/c_1 mm/mm
30	155/25
60	155/25
90	155/25
120	175/35
180	230/55

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A metodologia adotada no presente trabalho teve por finalidade a verificação do dimensionamento dos elementos estruturais da edificação em situação de incêndio através do programa computacional AltoQi Eberick V9, o qual utiliza o método tabular para as vigas e lajes, e o método analítico específico para pilares previstos na ABNT NBR 15200:2012. E desta forma, foi feita uma análise técnica sobre os resultados obtidos e proposto soluções para os elementos não atendidos.

Esta verificação foi realizada em uma edificação com sua estrutura dimensionada pela ABNT NBR 6118:2014, levando em conta apenas os esforços em situação normal em temperatura ambiente. Para a realização desta verificação foi necessário um estudo do projeto arquitetônico para avaliação das características da edificação, a fim de definir o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) necessário para sua estrutura, bem como do projeto estrutural para analisar se o dimensionamento estaria seguro a situação de incêndio.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

3.2.1 Caracterização da edificação

A edificação em estudo é um prédio residencial denominado Residencial Jardim Morumbi (Figura 28), de propriedade da Dave Construtora e Incorporadora Ltda, situado na Rua Honorina Bento Ribeiro, nº 184, bairro Bela Vista, na cidade de Caxias do Sul.

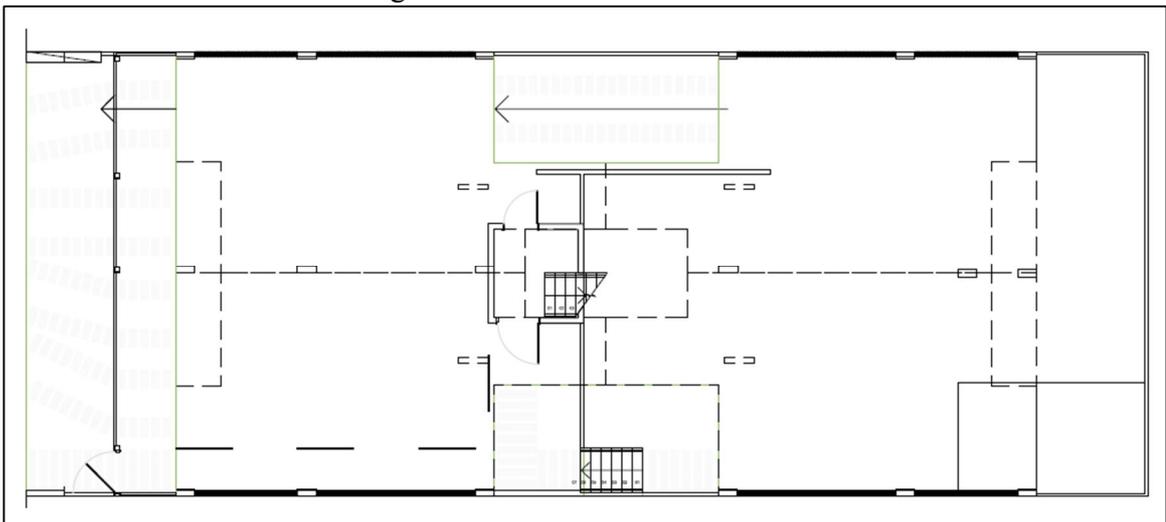
O prédio possui área total construída de 1076,01 m² e 4 pavimentos, sendo cada pavimento com dois níveis de altura distintos. Possui um pavimento térreo em pilotis com garagens de uso exclusivo dos moradores do prédio, 3 pavimentos aéreos de apartamentos, totalizando 10 apartamentos de ocupação residencial, um reservatório superior e a cobertura. Nas Figuras 29 e 30 estão apresentadas as plantas-baixas do térreo e pavimento tipo.

Figura 28 - Residencial Jardim Morumbi



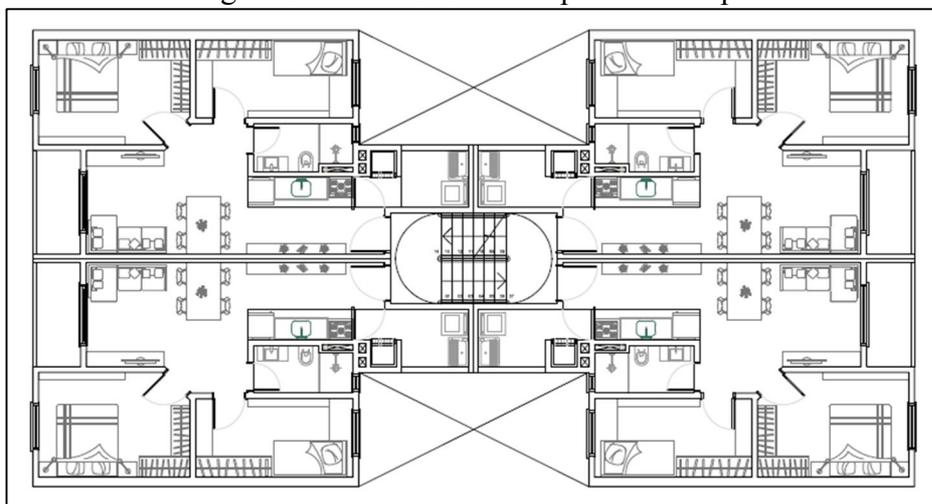
Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Figura 29 – Planta-baixa do térreo



Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Figura 30 – Planta-baixa do pavimento tipo

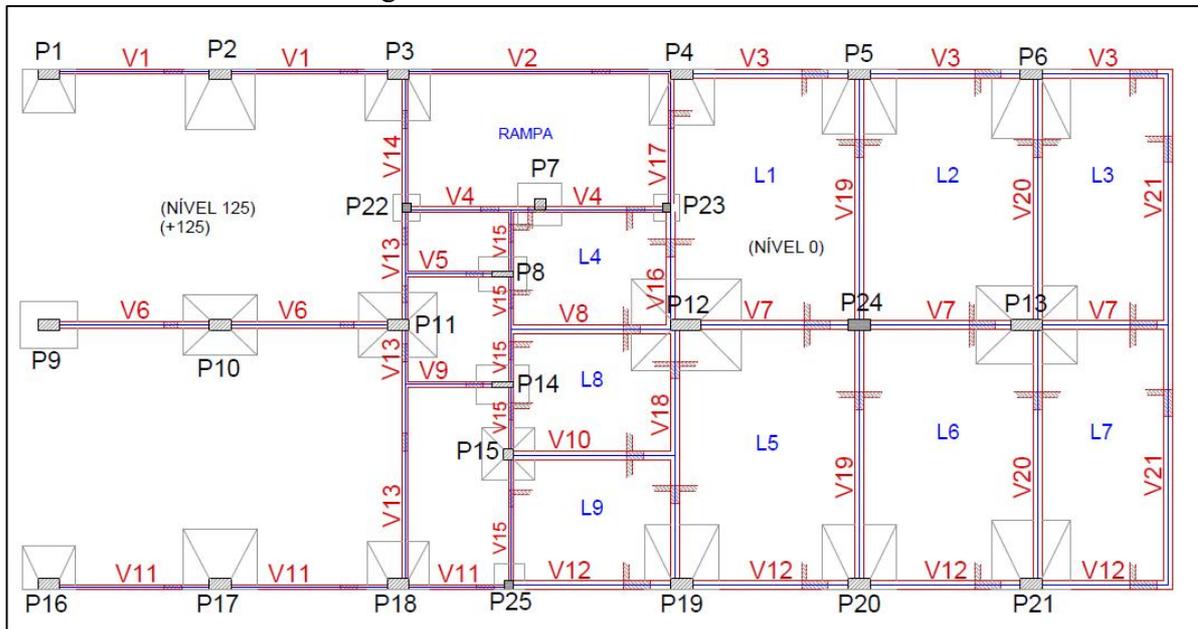


Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

3.2.2 Projeto estrutural

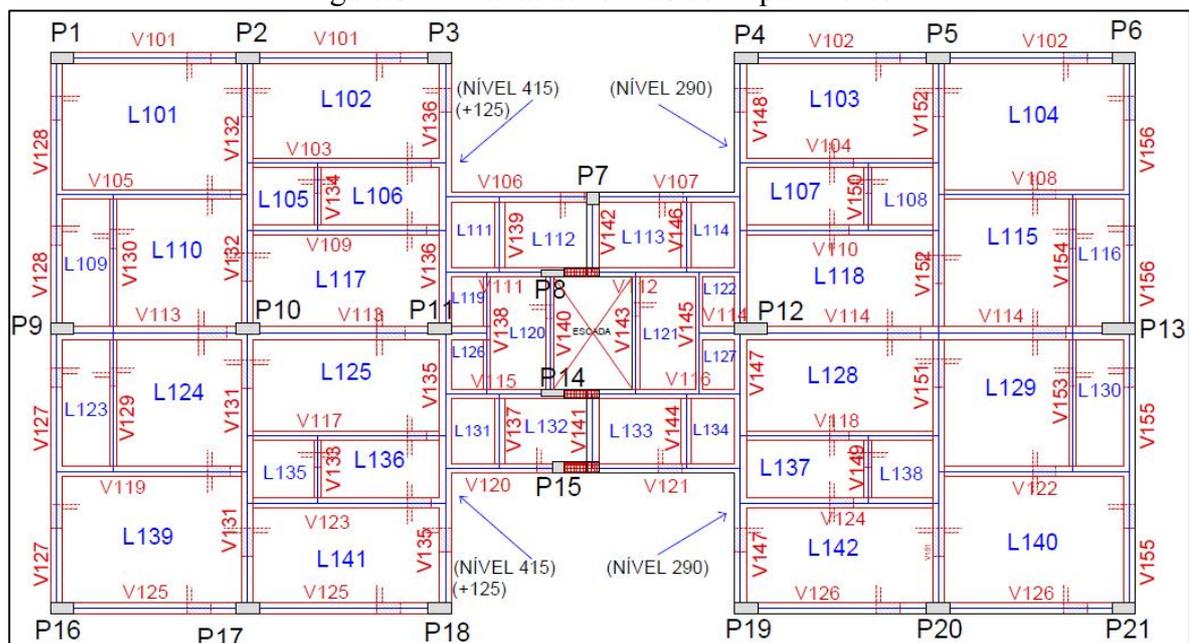
A estrutura do projeto original, elaborado pelo responsável técnico habilitado da construtora, está projetada em concreto armado, com pilares, vigas e lajes no térreo e 1º pavimento, e nos pavimentos acima estruturada apenas por lajes de concreto armado e a própria alvenaria comum. Desta forma, a estrutura se concentra no térreo e 1º pavimento, conforme pode ser observada nas plantas de formas, Figuras 31 a 33.

Figura 31 – Planta de formas do térreo



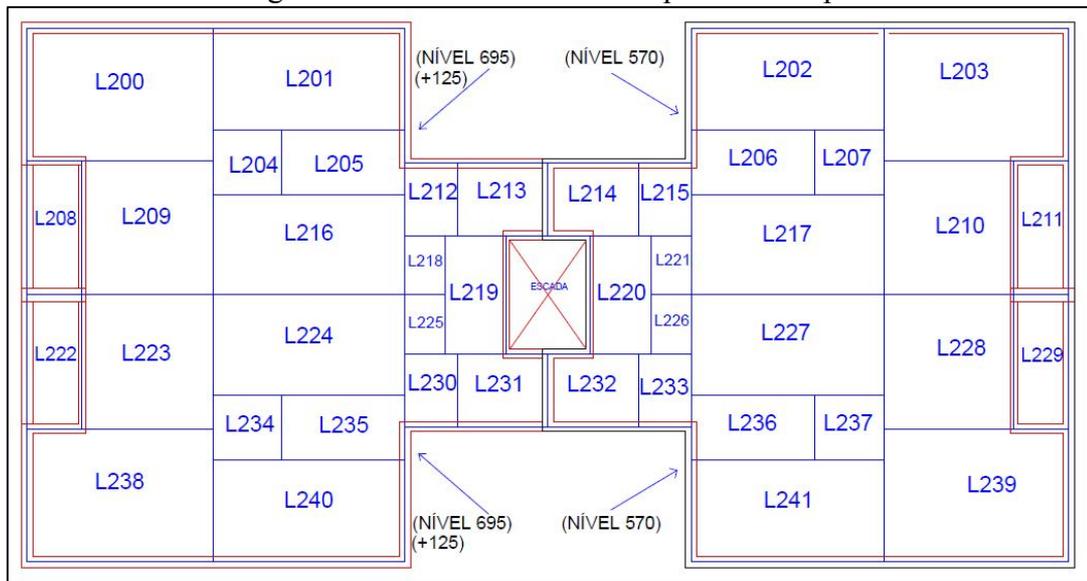
Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Figura 32 – Planta de formas do 1º pavimento



Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Figura 33 – Planta de formas do pavimento tipo



Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Foi adotada para todos os pavimentos, a classe de agressividade ambiental II – moderada, com pequeno risco de deterioração da estrutura. A resistência à compressão do concreto especificado no projeto é de 30 MPa e o aço utilizado nas peças estruturais deve atender as categorias CA50 e CA60.

Na Tabela 7 estão apresentadas as características dos materiais consideradas para o dimensionamento dos elementos estruturais e na Tabela 8 estão apresentados os valores de cobrimento das armaduras.

Tabela 7 – Características dos materiais

Elemento	fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
Vigas	300	268384
Pilares	300	268384
Lajes	300	268384

Dimensão máxima do agregado = 19 mm

Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Tabela 8 – Valores de cobrimento das armaduras

Elemento	Cobrimento (cm)	
	Peças externas	Peças internas
Vigas	3	3
Pilares	3	3
Lajes	2,5	-

Fonte: Autor (2019).

Porém, para a elaboração da verificação de incêndio, foi feito o redimensionamento em situação normal pelo ABNT NBR 6118:2014, através do *software* AltoQi Eberick V9, considerando estrutura de concreto armado em todos os pavimentos: térreo, 1º pavimento, 2º pavimento, 3º pavimento e cobertura. Visando assim, aumentar o número de elementos estruturais para verificação e análise.

Desta forma, o projeto estrutural foi todo reelaborado, seguindo as mesmas características dos materiais do projeto original, o qual está apresentado no Apêndice B, onde pode ser observado o dimensionamento dos elementos estruturais.

3.3 DETERMINAÇÃO DO TRRF

Para determinação do tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) é necessário analisar algumas características da edificação em estudo, como a ocupação e divisão da atividade predominante e a altura da edificação. Após, deve ser estabelecido qual o tempo que a estrutura da edificação deve resistir ao fogo através da Tabela A da IT nº 8 (CBPMESP, 2018), observada na Tabela 1 deste trabalho.

A ocupação e a divisão da atividade da edificação são dadas pela Tabela 1 do Decreto Estadual Nº 51.803, de 10 de setembro de 2014 e suas alterações. Conforme observado no Quadro 1, a edificação em estudo faz parte do grupo “A”, ocupação residencial de habitação multifamiliar, e divisão “A-2”.

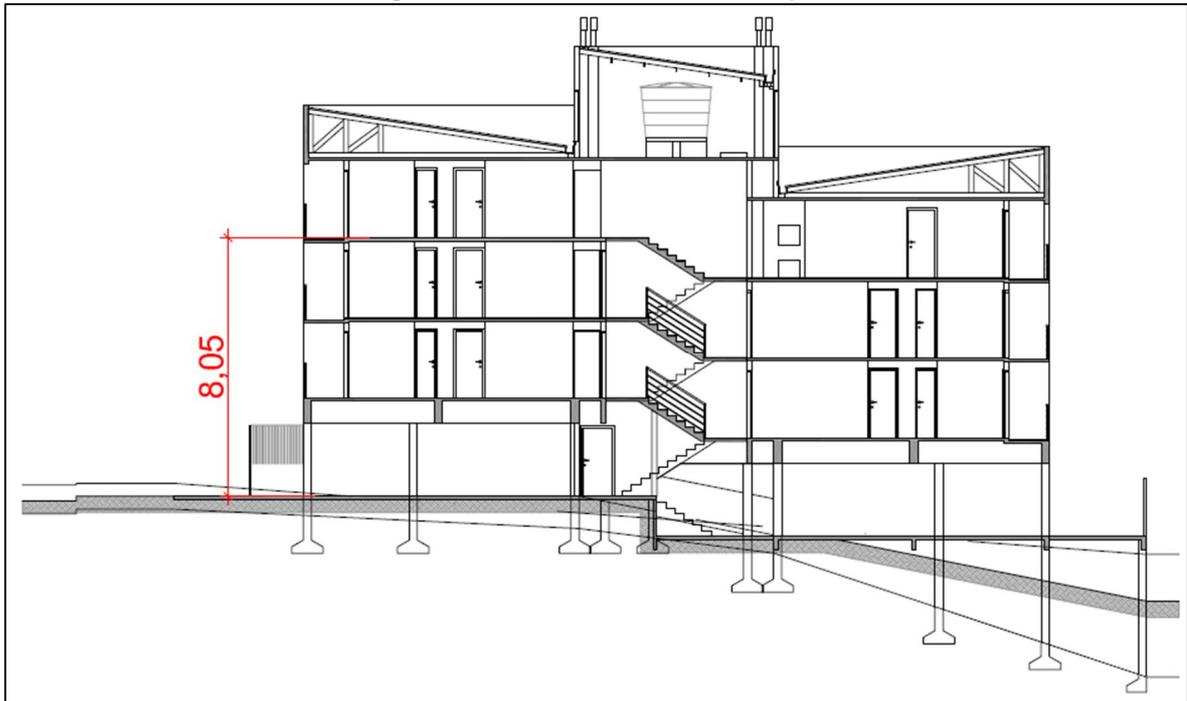
Quadro 1 – Classificação da edificação quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/Us	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, vestiários, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos

Fonte: Decreto Nº 51.803 (2014).

Segundo a Resolução Técnica nº 02 - Terminologia aplicada à segurança contra incêndio (CBMRS, 2014, p. 3), “altura da edificação ou altura descendente é a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível da descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao ponto mais alto do piso do último pavimento”. Desta forma, a altura da edificação é 8,05 metros, ou seja, a edificação possui altura entre 6 e 12 metros, como pode ser observada na Figura 34.

Figura 34 – Corte BB' da edificação



Fonte: Dave Construtora e Incorporadora Ltda (2016).

Com a definição da ocupação e da altura da edificação, pode-se determinar o TRRF necessário para a estrutura da edificação, conforme Tabela 9, extraída da Tabela A da IT nº 8 (CBPMESP, 2018), temos o TRRF de 30 minutos.

Tabela 9 - Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Profundidade do subsolo h_s				
			Classe S ₂	Classe S ₁	Classe P ₁	Classe P ₂	Classe P ₃
			$h_s > 10m$	$h_s \leq 10m$	$h \leq 6m$	$6m < h \leq 12m$	$12m < h \leq 23m$
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30	60

Fonte: CBPMESP (2018).

3.4 VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

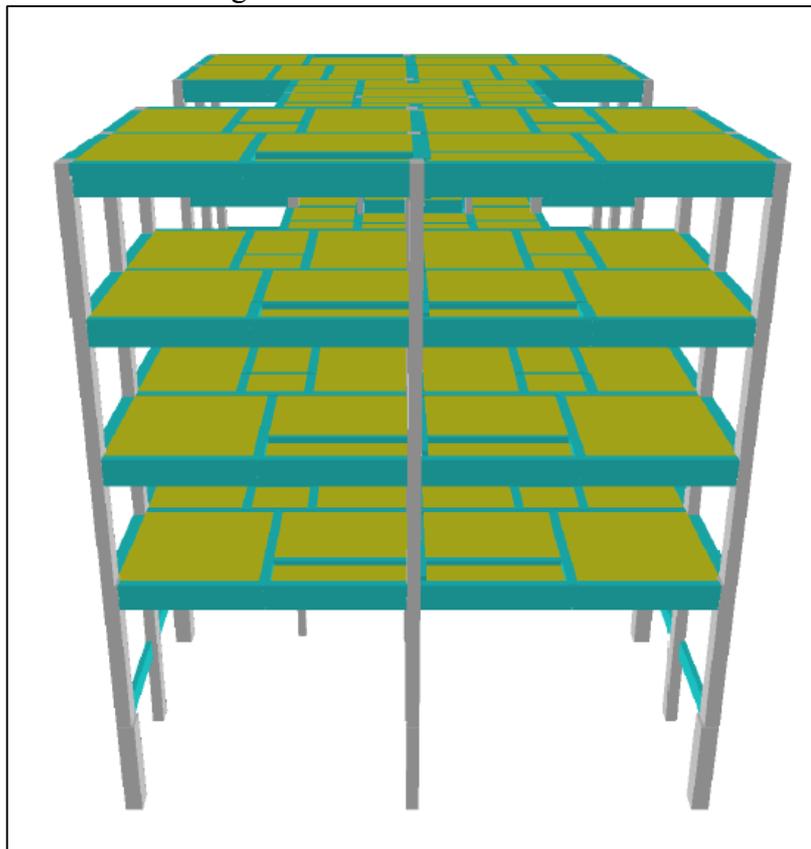
A verificação dos elementos da estrutura em situação de incêndio foi feita através do *software* AltoQi Eberick V9, conforme o método tabular para vigas e lajes, e o método analítico para pilares estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012, para atendimento ao TRRF de 30 minutos e a posterior análise técnica dos resultados obtidos.

4 ANÁLISE DA ESTRUTURA

4.1 MODELAGEM ESTRUTURAL

O dimensionamento em situação normal foi feito através do *software* AltoQi Eberick V9, o qual utiliza os parâmetros da ABNT NBR 6118:2014, onde foram adotados os dados do projeto arquitetônico e projeto estrutural original. Na Figura 35 pode-se observar a vista 3D do edifício em estudo gerado pelo *software*.

Figura 35 – Vista 3D do edifício



Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

4.2 DETERMINAÇÃO DO TRRF NO SOFTWARE

O *software* AltoQi Eberick V9 calcula o valor do TRRF através de uma aba específica de incêndio, sendo necessário indicar a ocupação da edificação, a altura é calculada automaticamente baseada na arquitetura. Na Figura 36, pode-se observar a janela do *software* de determinação do TRRF da edificação em estudo, a qual correspondeu com o determinado no item 3.3 deste trabalho, onde os elementos estruturais em concreto armado devem atender um TRRF de 30 minutos.

Figura 36 – Janela de determinação do TRRF pelo *software*

Requisitos

Definir TRRF automaticamente

Ocupação:

Definir alturas automaticamente

Altura acima do solo: cm

Profundidade do subsolo: cm

Permitir redução de TRRF utilizando MTE

Método do tempo equivalente...

Elemento	TRRF
Vigas	30 min
Pilares	30 min
Lajes	30 min
Paredes	30 min

Revestimento

Projeto inteiro

Elementos	Físico	Eficiência	Efetivo
Vigas	<input type="text" value="1.5"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="1.5"/> cm
Pilares	<input type="text" value="1.5"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="1.5"/> cm
Lajes (superior)	<input type="text" value="1.5"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="1.5"/> cm
Lajes (inferior)	<input type="text" value="0"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="0"/> cm
Paredes	<input type="text" value="1.5"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="1.5"/> cm
Vigas PM	<input type="text" value="0"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="0"/> cm
Pilares PM	<input type="text" value="0"/> cm	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="0"/> cm

Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

4.3 VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Após o dimensionamento da estrutura em situação normal pelo *software* AltoQi Eberick V9 baseado na ABNT NBR 6118:2014 e após a determinação do TRRF, foi possível fazer as verificações em incêndio nos elementos estruturais: lajes, vigas e pilares, através do comando “Verificação de incêndio”. Salientando que as verificações do *software* são feitas através dos métodos estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012, sendo o tabular para vigas e lajes e o analítico para pilares.

Desta forma, os elementos foram verificados para cada pavimento e caso tivesse algum elemento que não atendesse o TRRF mínimo de 30 minutos, a janela de verificação apresenta avisos identificando o elemento através da nomeação dada no dimensionamento para possível correção manual, podendo ser feito o aumento da seção, aumento do cobrimento ou aumento da taxa de armadura. A seguir estão apresentadas as verificações feitas para cada elemento e os resultados obtidos.

4.3.1 Verificação das lajes em situação de incêndio

Na verificação das lajes não foram apresentados avisos de erro em nenhum dos pavimentos, logo todas as lajes dimensionadas em situação normal atenderam o TRRF mínimo de 30 minutos, como pode ser observado do Relatório de Verificação de Incêndio gerado pelo *software* no Apêndice A.

4.3.2 Verificação das vigas em situação de incêndio

Na verificação das vigas não foram apresentados avisos de erro em nenhum dos pavimentos, logo todas as vigas dimensionadas em situação normal atenderam o TRRF mínimo de 30 minutos, como pode ser observado do Relatório de Verificação de Incêndio gerado pelo *software* no Apêndice A.

4.3.3 Verificação dos pilares em situação de incêndio

Na verificação dos pilares foram apresentados avisos de erro nos pavimentos: térreo, 1º pavimento e 2º pavimento, os pilares com aviso de não atendimento foram os nomeados de P2 e P17 nos três pavimentos, conforme tabelas geradas pelo *software*. Nas Tabelas 10 a 12, pode-se observar a verificação para estes pavimentos, onde os pilares que não atenderam o

TRRF mínimo estão destacados em vermelho, os demais pavimentos podem ser observados no Relatório de Verificação de Incêndio gerado pelo *software* no Apêndice A.

Tabela 10 – Verificação de incêndio dos pilares do pavimento térreo

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.79	42.0 (min = 19.0)	905.2 (max = 52.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	3.29 (max = 4,00%)	110.9 (min = 30.0)	Ok
P2	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P3	0.78	48.0 (min = 19.0)	1083.3 (max = 60.0)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.40 (max = 4,00%)	184.3 (min = 30.0)	Ok
P4	0.79	48.0 (min = 19.0)	1049.0 (max = 60.0)	65.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.38 (max = 4,00%)	189.4 (min = 30.0)	Ok
P5	0.48	30.0 (min = 19.0)	4.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	182.0 (min = 30.0)	Ok
P6	0.72	54.0 (min = 19.0)	1082.9 (max = 67.5)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.79 (max = 4,00%)	195.2 (min = 30.0)	Ok
P7	0.48	25.0 (min = 19.0)	14.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	146.9 (min = 30.0)	Ok
P8	0.54	18.0 (min = 19.0)	7.6 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.68 (max = 4,00%)	148.3 (min = 30.0)	Ok
P9	0.64	30.0 (min = 19.0)	5.1 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	100.3 (min = 30.0)	Ok
P10	0.73	30.0 (min = 19.0)	3.5 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	2.36 (max = 4,00%)	91.3 (min = 30.0)	Ok
P11	0.50	30.0 (min = 19.0)	7.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	177.1 (min = 30.0)	Ok
P12	0.64	30.0 (min = 19.0)	5.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.44 (max = 4,00%)	153.1 (min = 30.0)	Ok
P13	0.71	30.0 (min = 19.0)	118.5 (max = 105.0)	58.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.15 (max = 4,00%)	151.3 (min = 30.0)	Ok
P14	0.43	18.0 (min = 19.0)	10.2 (max = 22.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.60 (max = 4,00%)	170.6 (min = 30.0)	Ok
P15	0.46	25.0 (min = 19.0)	34.4 (max = 37.5)	60.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	166.4 (min = 30.0)	Ok
P16	0.78	42.0 (min = 19.0)	937.4 (max = 52.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	3.59 (max = 4,00%)	112.4 (min = 30.0)	Ok
P17	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P18	0.79	48.0 (min = 19.0)	988.6 (max = 60.0)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.14 (max = 4,00%)	182.4 (min = 30.0)	Ok
P19	0.76	54.0 (min = 19.0)	1130.7 (max = 67.5)	65.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.98 (max = 4,00%)	195.2 (min = 30.0)	Ok
P20	0.48	30.0 (min = 19.0)	15.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	180.9 (min = 30.0)	Ok
P21	0.76	54.0 (min = 19.0)	1075.9 (max = 67.5)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.79 (max = 4,00%)	188.1 (min = 30.0)	Ok
P22	0.19	20.0 (min = 19.0)	33.0 (max = 30.0)	58.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	198.9 (min = 30.0)	Ok
P23	0.26	25.0 (min = 19.0)	91.5 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.36 (max = 4,00%)	217.4 (min = 30.0)	Ok
P24	0.26	30.0 (min = 19.0)	85.4 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.37 (max = 4,00%)	227.1 (min = 30.0)	Ok
P25	0.68	20.0 (min = 19.0)	350.2 (max = 30.0)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.57 (max = 4,00%)	130.1 (min = 30.0)	Ok

Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

Tabela 11 – Verificação de incêndio dos pilares do 1º pavimento

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.76	36.0 (min = 19.0)	502.5 (max = 45.0)	61.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	3.35 (max = 4,00%)	109.7 (min = 30.0)	Ok
P2	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P3	0.31	36.0 (min = 19.0)	31.6 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	201.9 (min = 30.0)	Ok
P4	0.52	30.0 (min = 19.0)	91.1 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.97 (max = 4,00%)	163.2 (min = 30.0)	Ok
P5	0.61	30.0 (min = 19.0)	74.5 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	138.7 (min = 30.0)	Ok
P6	0.50	36.0 (min = 19.0)	163.6 (max = 45.0)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.76 (max = 4,00%)	171.8 (min = 30.0)	Ok
P7	0.47	25.0 (min = 19.0)	0.5 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	129.8 (min = 30.0)	Ok
P8	0.77	18.0 (min = 19.0)	1.9 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.84 (max = 4,00%)	96.3 (min = 30.0)	Ok
P9	0.73	30.0 (min = 19.0)	3.5 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	91.3 (min = 30.0)	Ok
P10	0.75	30.0 (min = 19.0)	2.6 (max = 37.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	98.4 (min = 30.0)	Ok
P11	0.54	30.0 (min = 19.0)	6.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	149.7 (min = 30.0)	Ok
P12	0.71	30.0 (min = 19.0)	9.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.90 (max = 4,00%)	123.3 (min = 30.0)	Ok
P13	0.68	30.0 (min = 19.0)	4.0 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	132.2 (min = 30.0)	Ok
P14	0.74	18.0 (min = 19.0)	3.3 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.26 (max = 4,00%)	100.4 (min = 30.0)	Ok
P15	0.53	25.0 (min = 19.0)	25.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	121.2 (min = 30.0)	Ok
P16	0.79	36.0 (min = 19.0)	526.9 (max = 45.0)	59.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	3.75 (max = 4,00%)	99.8 (min = 30.0)	Ok
P17	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P18	0.46	30.0 (min = 19.0)	66.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.18 (max = 4,00%)	167.6 (min = 30.0)	Ok
P19	0.49	36.0 (min = 19.0)	116.3 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.94 (max = 4,00%)	170.6 (min = 30.0)	Ok
P20	0.64	30.0 (min = 19.0)	79.5 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.57 (max = 4,00%)	138.2 (min = 30.0)	Ok
P21	0.49	36.0 (min = 19.0)	143.0 (max = 45.0)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	174.9 (min = 30.0)	Ok

Fonte: Software AltoQi Eberick V9 (2021).

Tabela 12 – Verificação de incêndio dos pilares do 2º pavimento

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.70	30.0 (min = 19.0)	300.1 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.16 (max = 4,00%)	137.9 (min = 30.0)	Ok
P2	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P3	0.64	30.0 (min = 19.0)	120.8 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	148.1 (min = 30.0)	Ok
P4	0.56	30.0 (min = 19.0)	104.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.75 (max = 4,00%)	156.7 (min = 30.0)	Ok
P5	0.69	30.0 (min = 19.0)	164.3 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.77 (max = 4,00%)	139.2 (min = 30.0)	Ok
P6	0.42	30.0 (min = 19.0)	73.3 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	182.6 (min = 30.0)	Ok
P7	0.33	25.0 (min = 19.0)	5.5 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	162.9 (min = 30.0)	Ok
P8	0.50	18.0 (min = 19.0)	1.4 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	145.1 (min = 30.0)	Ok
P9	0.45	30.0 (min = 19.0)	8.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	176.7 (min = 30.0)	Ok
P10	0.51	30.0 (min = 19.0)	4.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	166.6 (min = 30.0)	Ok
P11	0.44	30.0 (min = 19.0)	1.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	178.0 (min = 30.0)	Ok
P12	0.63	30.0 (min = 19.0)	7.0 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	150.4 (min = 30.0)	Ok
P13	0.69	30.0 (min = 19.0)	193.2 (max = 105.0)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	136.8 (min = 30.0)	Ok
P14	0.53	18.0 (min = 19.0)	1.5 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	140.6 (min = 30.0)	Ok
P15	0.35	25.0 (min = 19.0)	3.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	159.8 (min = 30.0)	Ok
P16	0.72	30.0 (min = 19.0)	312.3 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.36 (max = 4,00%)	135.1 (min = 30.0)	Ok
P17	0.00	0.0 (min = 19.0)	0.0 (max = 37.5)	0.0 (min = 25.0)	0.0 (max = 600.0)	0.00 (max = 4,00%)	0.0 (min = 30.0)	Erro
P18	0.58	30.0 (min = 19.0)	120.5 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	158.9 (min = 30.0)	Ok
P19	0.63	30.0 (min = 19.0)	108.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.75 (max = 4,00%)	146.5 (min = 30.0)	Ok
P20	0.69	30.0 (min = 19.0)	166.6 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.93 (max = 4,00%)	146.0 (min = 30.0)	Ok
P21	0.49	30.0 (min = 19.0)	88.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	170.0 (min = 30.0)	Ok

Fonte: Software AltoQi Eberick V9 (2021).

4.4 ANÁLISE TÉCNICA DA ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

4.4.1 Análise das lajes em situação de incêndio

Conforme apresentado no item das verificações de incêndio, todas as lajes dimensionadas em situação normal pelo ABNT NBR 6118:2014, atenderam o TRRF mínimo de 30 minutos exigido para a edificação, atendendo a verificação pelos métodos da ABNT NBR 15200:2012, estando assim estes elementos em segurança estrutural contra incêndio.

Considerando o item 2.7.2 deste trabalho, o método de verificação utilizado para as lajes é o tabular, o *software* compara as dimensões do elemento com as dimensões limites, sendo que os parâmetros utilizados para a verificação são: o TRRF de 30 minutos, a condição de apoio, o tipo da laje, a espessura e a distância do centro geométrico das armaduras ao fundo da laje. Ou seja, a seção dimensionada é comparada com os valores limites obtidos na tabela da norma.

Para o objeto de estudo, considerando que as lajes possuem vinculação apoiada, os valores mínimos comparados pelo *software* foi para “h” o mínimo de 4,5 cm e para “c1” o mínimo de 10 mm, sendo que como apresentado no Relatório de Verificação de Incêndio (Apêndice A), todas as lajes do projeto atenderam os valores mínimos, atendendo assim o TRRF de 30 minutos.

4.4.2 Análise das vigas em situação de incêndio

Conforme apresentado no item das verificações de incêndio, todas as vigas dimensionadas em situação normal pelo ABNT NBR 6118:2014, atenderam o TRRF mínimo de 30 minutos exigido para a edificação, atendendo a verificação pelos métodos da ABNT NBR 15200:2012, estando assim estes elementos em segurança estrutural contra incêndio.

Considerando o item 2.7.1 deste trabalho, o método de verificação utilizado para as vigas é o tabular, o *software* compara as dimensões do elemento com as dimensões limites, sendo que os parâmetros utilizados para a verificação são: o TRRF de 30 minutos, a condição de apoio, a largura e a distância do centro geométrico das armaduras ao fundo da viga. Ou seja, a seção dimensionada é comparada com os valores limites obtidos na tabela da norma.

Para o objeto de estudo, considerando que as vigas possuem vinculação contínua, os valores mínimos comparados pelo *software* de “bw”, “h”, “Ac” e “c1”, foram atendidos para

todas as vigas do projeto, conforme apresentado no Relatório de Verificação de Incêndio (Apêndice A), atendendo assim o TRRF de 30 minutos.

4.4.3 Análise dos pilares em situação de incêndio

Conforme também apresentado, alguns pilares dimensionados em situação normal pelo ABNT NBR 6118:2014, não atenderam o TRRF mínimo de 30 minutos, não atendendo a verificação pelos métodos da ABNT NBR 15200:2012. Sendo assim, atende a hipótese deste trabalho, a qual seria que algum elemento dimensionado em situação normal não atenderia a verificação de incêndio.

Considerando o item 2.7.3 deste trabalho, o método de verificação utilizado para os pilares é o analítico, o *software* calcula através de uma equação (Equação 1), a qual utiliza os parâmetros: dimensão mínima da seção (b), no comprimento equivalente (L_{ef}), na distância do centro geométrico da armadura à face do pilar (c_1), e na relação entre o valor de cálculo da força axial em situação de incêndio e o valor de cálculo da força normal resistente do elemento, sendo o último parâmetro de maior influência no valor final de tempo de resistência ao fogo.

Além disso, a norma também estabelece limites para outros valores de: a excentricidade (e), comprimento equivalente ($l_{ef,fi}$), menor dimensão (b) e distância do centro geométrico da armadura à face do pilar (c_1).

Para o objeto de estudo, pode-se observar nas Tabelas 10 a 12, que os pilares que apresentaram erro foram os nomeados como P2 e P17, nos pavimentos térreo, 1º pavimento e 2º pavimento. Os dois pilares apresentavam uma seção de 25 cm por 50 cm, e como na verificação todos os valores apresentaram-se zerados, não foi possível avaliar que parâmetro o *software* considerou como não atendido.

Desta forma, avaliando o método analítico, considerando que o valor de maior influência é a relação entre o valor de cálculo da força axial em situação de incêndio e o valor de cálculo da força normal resistente do elemento. Considerando também que, para o atendimento da verificação de incêndio foi necessário fazer o aumento da seção dos pilares, bem como que nos três pavimentos a verificação atendeu com dimensões diferentes.

Logo, avalia-se que o problema na verificação de incêndio nestes pilares ocorreu no cálculo da relação entre a força axial em situação de incêndio e a força normal resistente do elemento.

De acordo com o Suporte do *software* AltoQi Eberick, o item 8.3 da ABNT NBR 15200:2012, define o método analítico para verificação dos pilares em situação de incêndio. Através deste método é obtido o tempo de resistência ao fogo de cada pilar de acordo com suas propriedades, tais como dimensões, cobrimento, revestimento efetivo e armadura calculada. O valor obtido é comparado com o valor de TRRF configurado em Incêndio. Caso o valor de TRF calculado for menor que o TRRF configurado, a verificação do pilar apresenta erro de tempo de resistência ao fogo insuficiente.

As soluções propostas pelo *software* para resolver este problema são: aumentar o revestimento físico dos pilares ou a sua eficiência; diminuir o TRRF dos pilares; aumentar as dimensões do pilar; ou aumentar o cobrimento da armadura.

Desta forma, foi necessário fazer o ajuste destes dois pilares P2 e P17, no pavimento térreo, 1º pavimento e 2º pavimento. Analisando as soluções propostas, o aumento do revestimento físico ou o aumento do cobrimento não resolveram o erro dos pilares, já a diminuição do TRRF não é possível por norma, logo a única solução técnica cabível é o aumento das dimensões do pilar. Nas Tabelas 13 a 15, podem-se observar os pilares em questão após o aumento da seção para o atendimento a segurança estrutural em incêndio.

Tabela 13 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do Térreo

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P2	0.15	58.3 (min = 19.0)	21.9 (max = 75.0)	56.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.40 (max = 4,00%)	212.6 (min = 30.0)	Ok
P17	0.15	58.3 (min = 19.0)	18.2 (max = 75.0)	56.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.40 (max = 4,00%)	212.6 (min = 30.0)	Ok

Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

Tabela 14 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do 1º Pavimento

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P2	0.38	42.0 (min = 19.0)	59.6 (max = 52.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.41 (max = 4,00%)	160.4 (min = 30.0)	Ok
P17	0.38	42.0 (min = 19.0)	63.8 (max = 52.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.45 (max = 4,00%)	160.0 (min = 30.0)	Ok

Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

Tabela 15 – Verificação de incêndio dos pilares corrigidos do 2º Pavimento

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P2	0.56	36.0 (min = 19.0)	123.3 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	167.9 (min = 30.0)	Ok
P17	0.59	36.0 (min = 19.0)	129.5 (max = 45.0)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.65 (max = 4,00%)	168.0 (min = 30.0)	Ok

Fonte: *Software* AltoQi Eberick V9 (2021).

Na Tabela 16, pode-se observar as seções dos pilares dimensionados em situação normal, pela ABNT NBR 6118:2014, e as seções redimensionadas para atendimento da verificação de incêndio. A área da seção na pior situação teve um aumento de mais de 100 %, causando um grande impacto na arquitetura e conseqüentemente um aumento no custo na obra. Considerando que este projeto é de um residencial de pequeno porte, um prédio de maior porte pode haver grandes impactos econômicos, por isso é muito importante fazer esta verificação na fase inicial do projeto

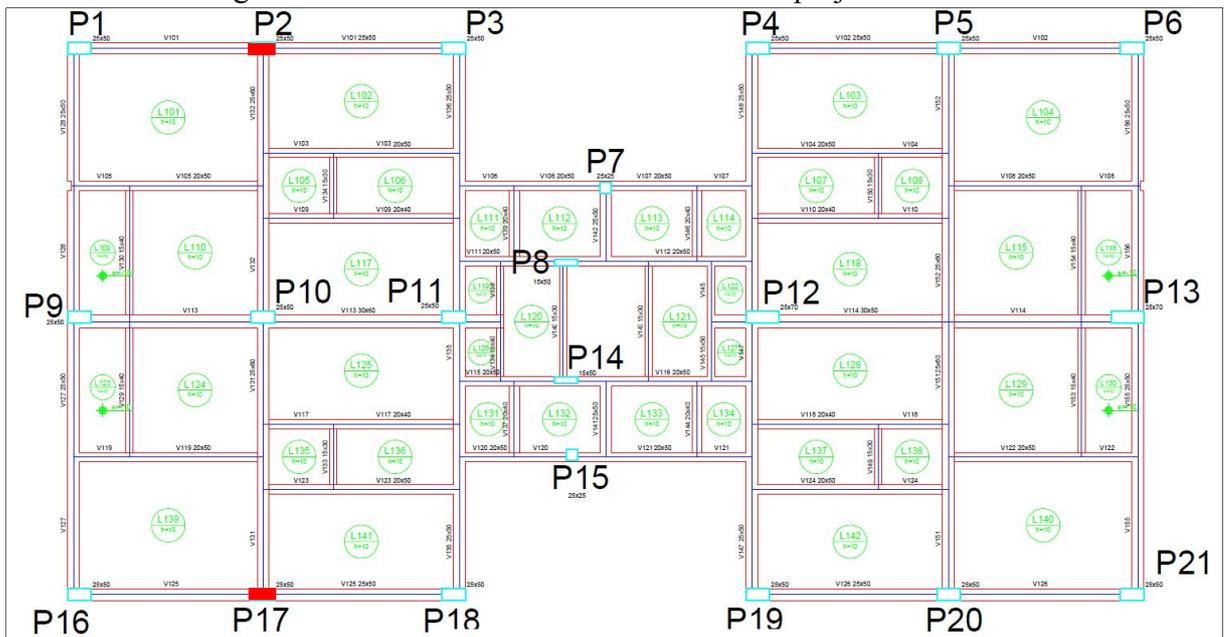
Tabela 16 – Pilares redimensionados

Nome	Pavimento	Seção (cm) Situação normal	Área da Seção (cm ²) Situação normal	Seção (cm) Situação de incêndio	Área da Seção (cm ²) Situação de incêndio	Porcentagem de aumento da seção (%)
P2	Térreo	25 X 50	1250	50 X 70	3500	180
P17	Térreo	25 X 50	1250	50 X 70	3500	180
P2	1º Pavimento	25 X 50	1250	35 X 55	1925	54
P17	1º Pavimento	25 X 50	1250	35 X 60	2100	68
P2	2º Pavimento	25 X 50	1250	30 X 50	1500	20
P17	2º Pavimento	25 X 50	1250	30 X 50	1500	20

Fonte: Autor (2021).

Nas Figuras 37 a 39, pode-se observar a localização destes pilares em planta-baixa do projeto estrutural destacados em vermelho, no térreo, 1º pavimento e 2º pavimento respectivamente.

Figura 39 – Planta-baixa do 2º Pavimento do projeto estrutural



Fonte: Autor (2021).

Após os ajustes no aumento da seção destes pilares, todos os elementos atenderam a verificação de incêndio e assim a edificação em estudo está atendendo a segurança estrutural em incêndio, pela verificação através do *software* AltoQi Eberick V9 pelos métodos estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012.

O Relatório da Verificação de Incêndio final obtido pelo *software* pode ser observado no Apêndice A e as pranchas de formas redimensionadas dos pavimentos térreo, 1º pavimento e 2º pavimento estão apresentadas no Apêndice C, onde podem ser observadas as seções de todos os elementos dimensionados e verificados em situação de incêndio.

Salientando que, a solução técnica definida foi prevista considerando apenas as soluções propostas pelo *software*, visto que há outras medidas cabíveis que podem ser tomadas para atendimento da resistência ao fogo, como por exemplo o revestimento do elemento estrutural com material resistente ao fogo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar o dimensionamento estrutural em concreto armado de um prédio residencial, avaliando se o dimensionamento pela ABNT NBR 6118:2014, atende a verificação de incêndio pelos métodos estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012 através do *software* AltoQi Eberick V9. Onde, os elementos estruturais de concreto armado do objeto de estudo de acordo com suas características construtivas, deveria atender um TRRF estabelecido por norma de 30 minutos.

Na verificação de incêndio observou-se que a grande parte dos elementos atenderam o TRRF de 30 minutos, porém em alguns pilares não houve atendimento. Considerando que, todas as lajes e todas as vigas obtiveram a resistência mínima suficiente com base no TRRF proposto, apenas alguns pilares apresentaram erro de tempo de resistência ao fogo insuficiente.

Logo, o dimensionamento dos pilares que não atenderam a verificação de incêndio teve que ser redimensionado para o atendimento ao TRRF de 30 minutos. Analisou-se que a única solução técnica para o atendimento neste caso era o aumento da seção dos pilares.

Sendo assim, pôde-se concluir que o dimensionamento estrutural pela ABNT NBR 6118:2014 não garante o atendimento à verificação de incêndio estabelecida pela ABNT NBR 15200:2012, sendo necessário sempre que for exigido a medida de segurança estrutural de incêndio para a edificação, fazer a verificação para atestar o atendimento e se for o caso fazer os ajustes necessários na estrutura para o atendimento.

Salientando que, os métodos de verificação feitos pelo *software*, os quais são adaptações dos métodos tabulares e analíticos estabelecidos pela ABNT NBR 15200:2012, são considerados no estado limite último (ELU) da estrutura, desta forma, algumas plastificações e ruínas locais são aceitáveis. Portanto, em caso de sinistro de incêndio, a estrutura deve passar por vistoria técnica para verificação da sua capacidade estrutural e se necessário fazer a recuperação da mesma, antes da liberação para reutilização.

Como sugestão a trabalhos futuros, propõe-se analisar a verificação de incêndio das estruturas de concreto armado através dos demais métodos alternativos de dimensionamento presentes ABNT NBR 15200:2012, de forma comparativa ao método tabular.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15200**: projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

BARCELLOS, L. **Blog de desenvolvimento colaborativo da AltoQi**. 2013. Disponível em: <<http://blogeberickv8.altoqi.com.br/modulo-incendio>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

BERNARDES, G. F. **Dimensionamento em Situação de Incêndio de Perfis em Aços Estruturais Convencionais e Aços Resistentes ao Fogo**. 2002. Dissertação 317 f. (Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118:2003**. São Carlos, SP: EdUFScar, 2007. 368 p.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Análise do sinistro na boate Kiss, em Santa Maria, RS**. Relatório técnico. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.crea-rs.org.br/site/documentos/documentos10/RELATORIO%20COMISSAO%20ESPECIAL%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS – POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO (CB-PMESP). **Segurança Estrutural nas Edificações – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção**. INSTRUÇÃO TÉCNICA (IT 08/18). São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (CBMRS). **Terminologia aplicada à segurança contra incêndio**. RESOLUÇÃO TÉCNICA (RT 02/14). Porto Alegre: Secretaria da Segurança Pública, 2014.

COSTA, C. N. **Dimensionamento de elementos de concreto armado em situação de incêndio**. 2008. Tese 724 f. (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COSTA, C. N.; SILVA, V. P. **Estruturas de concreto armado em situação de incêndio**. 2002. In: XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, Universidade de Brasília – UnB. Brasília – DF, 2002.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA. **Decreto n.º 51.803, de 10 de setembro de 2014**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.803.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

FERNANDES, G. G. **Jornalismo e tragédia**: uma análise da cobertura da Band News FM sobre o caso da boate Kiss. 2013. Monografia 86 f. (Bacharel em Jornalismo) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação Social, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

G1 RS. **Incêndio em boate provoca pânico e mortes em Santa Maria, no RS**. Jan. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/incendio-em-boate-provoca-panico-e-mortes-em-santa-maria-no-rs.html>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

HELENE, P. **Estruturas de concreto em situação de incêndio**: mecanismos de deterioração, manifestações patológicas em estruturas de concreto e medidas preventivas. In: CURSO DE CAPACITAÇÃO EM INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, 2014, São Paulo.

JORDÃO, F. **Relembre 10 incêndios que marcaram a história do Brasil**. Brasília, Fev. 2019. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/02/08/interna-brasil,736353/relembre-dez-incendios-que-marcaram-a-historia-do-brasil.shtml>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil**: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007.

MORALES, G.; CAMPOS, A.; FAGANELLO, A. M. P. A ação do fogo sobre os componentes do concreto. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 32, n. 1, p. 47-55, Londrina, 2011.

PUGLIESE, R. J. **Tragédia em São Paulo - Edifício Joelma**. São Paulo, Fev. 2012. Disponível em: <<http://vidaexpressovida.blogspot.com/2012/02/tragedia-em-sao-paulo-edificio-joelma.html>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

REINA, A. G. R. **Dimensionamento de elementos de concreto à flexão simples em situação de incêndio**. 2010. 78 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SANTUCCI, J. Vamos discutir o Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI)? **Conselho em revista**, Porto Alegre, v. 109, p. 26-30, Jul/Ago. 2015.

SEITO, A. I.; GILL, A. A.; PANNONI, F. D.; ONO, R.; SILVA, S. B.; CARLO, U. D.; SILVA, V. P. e. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 457 p.

SILVA, V. P. **Estruturas de aço em situação de incêndio**. 1997. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SILVA, V. P. **Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio**: conforme ABNT NBR 15200:2012. São Paulo: Blucher, 2012. 237 p.

VARGAS, M. R.; SILVA, V. P. **Resistência ao fogo das estruturas de aço**. Instituto Brasileiro de Siderurgia - IBS / Centro Brasileiro da Construção em Aço - CBCA, Rio de Janeiro, 2003. 76 p.

APÊNDICE A – RELATÓRIO DA VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO

Verificação de incêndio

Vigas

TRRF = 30 min

Legenda

bw, h, bf, hf - dimensões da viga

Ac - área da seção transversal da alma da viga

c1 - distância do centro das armaduras inferiores à face inferior

c1L - distância do centro das armaduras longitudinais inferiores à lateral

Lajes

TRRF = 30 min

Legenda

h - espessura da laje

c1 - distância do centro das armaduras inferiores à face inferior da capa ou fundo (maciça)

ec - espessura da capa

c1n - distância do centro das armaduras da nervura à face inferior

en - largura da nervura crítica

Pilares

TRRF = 30 min

Legenda

u,fi - relação entre esforço solicitante em situação de incêndio e força normal resistente de cálculo à temperatura ambiente

b' - largura efetiva

e - excentricidade de primeira ordem em situação de incêndio

c1 - distância entre o eixo da armadura longitudinal e a face do concreto exposta ao fogo

Lef,fi - comprimento equivalente em situação de incêndio

As - área de aço

Ac - área de concreto

TRF - tempo de resistência ao fogo

Pavimento Fundação

Vigas

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V1	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V2	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V3	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
	3 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V4	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V5	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V6	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 5.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 5.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V7	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V8	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V9	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V10	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V11	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 5.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V12	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 5.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	4 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1200.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V13	1 - 2	Retangular Contínua	40.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 5.0)	-	-	2400.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 4	Retangular Contínua	40.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 5.0)	-	-	2400.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V14	1 - 1	Retangular Contínua	40.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 5.0)	-	-	2400.0 (min = 0.0)	46.7 (min = 0.0)	Ok
V15	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 4	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V16	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V17	1 - 1	Retangular Contínua	12.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	480.0 (min = 0.0)	50.0 (min = 0.0)	Ok
V18	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V19	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	38.7 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V20	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	38.7 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V21	1 - 2	Retangular Contínua	45.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	2700.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok

Lajes

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L1	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	29.0 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L2	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L3	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L4	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L5	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	29.0 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L6	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	29.0 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L7	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L8	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L9	Maciça Apoiada	12.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Pilares

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.78	42.0 (min = 19.0)	904.6 (max = 52.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	3.29 (max = 4,00%)	112.4 (min = 30.0)	Ok
P2	0.15	58.3 (min = 19.0)	21.9 (max = 75.0)	56.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.40 (max = 4,00%)	212.6 (min = 30.0)	Ok
P3	0.76	48.0 (min = 19.0)	1070.1 (max = 60.0)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.40 (max = 4,00%)	188.1 (min = 30.0)	Ok
P4	0.79	48.0 (min = 19.0)	1052.0 (max = 60.0)	65.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	3.38 (max = 4,00%)	189.4 (min = 30.0)	Ok
P5	0.38	30.0 (min = 19.0)	3.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	198.9 (min = 30.0)	Ok
P6	0.74	54.0 (min = 19.0)	1076.4 (max = 67.5)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.79 (max = 4,00%)	191.7 (min = 30.0)	Ok
P7	0.47	25.0 (min = 19.0)	12.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	148.2 (min = 30.0)	Ok
P8	0.55	18.0 (min = 19.0)	6.0 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.68 (max = 4,00%)	147.4 (min = 30.0)	Ok
P9	0.65	30.0 (min = 19.0)	0.6 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.88 (max = 4,00%)	98.2 (min = 30.0)	Ok
P10	0.69	30.0 (min = 19.0)	1.1 (max = 37.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	106.7 (min = 30.0)	Ok
P11	0.50	30.0 (min = 19.0)	12.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	178.3 (min = 30.0)	Ok
P12	0.64	30.0 (min = 19.0)	4.7 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.54 (max = 4,00%)	157.7 (min = 30.0)	Ok
P13	0.72	30.0 (min = 19.0)	124.8 (max = 105.0)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.26 (max = 4,00%)	144.3 (min = 30.0)	Ok
P14	0.53	18.0 (min = 19.0)	8.6 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.09 (max = 4,00%)	150.0 (min = 30.0)	Ok
P15	0.51	25.0 (min = 19.0)	33.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	166.0 (min = 30.0)	Ok
P16	0.80	42.0	897.3	60.0	503.0	3.29	109.3	Ok

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
		(min = 19.0)	(max = 52.5)	(max = 80.0)	(max = 600.0)	(max = 4,00%)	(min = 30.0)	
P17	0.15	58.3 (min = 19.0)	18.2 (max = 75.0)	56.3 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.40 (max = 4,00%)	212.6 (min = 30.0)	Ok
P18	0.80	48.0 (min = 19.0)	963.6 (max = 60.0)	63.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.88 (max = 4,00%)	180.4 (min = 30.0)	Ok
P19	0.76	54.0 (min = 19.0)	1127.0 (max = 67.5)	65.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.98 (max = 4,00%)	195.2 (min = 30.0)	Ok
P20	0.40	30.0 (min = 19.0)	16.8 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.37 (max = 4,00%)	200.3 (min = 30.0)	Ok
P21	0.74	54.0 (min = 19.0)	1112.8 (max = 67.5)	65.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.99 (max = 4,00%)	198.9 (min = 30.0)	Ok
P22	0.18	20.0 (min = 19.0)	16.2 (max = 30.0)	58.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	201.1 (min = 30.0)	Ok
P23	0.25	25.0 (min = 19.0)	103.6 (max = 37.5)	60.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	2.01 (max = 4,00%)	205.2 (min = 30.0)	Ok
P24	0.29	30.0 (min = 19.0)	91.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.37 (max = 4,00%)	221.8 (min = 30.0)	Ok
P25	0.67	20.0 (min = 19.0)	348.9 (max = 30.0)	55.0 (max = 80.0)	200.0 (max = 600.0)	1.57 (max = 4,00%)	131.3 (min = 30.0)	Ok

Pavimento 1º pavimento

Vigas

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm²)	c1 (mm)	Aviso
V101	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V102	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V103	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V104	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V105	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V106	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V107	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V108	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V109	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V110	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V111	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V112	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V113	1 - 2	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	4 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V114	1 - 1	Retangular	30.0	50.0	-	-	1500.0	35.0	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
		Contínua	(min = 5.0)	(min = 0.0)			(min = 0.0)	(min = 0.0)	
	2 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V115	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V116	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V117	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V118	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V119	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V120	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V121	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V122	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V123	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V124	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V125	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V126	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V127	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	43.0 (min = 0.0)	Ok
V128	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	43.0 (min = 0.0)	Ok
V129	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V130	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V131	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V132	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V133	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V134	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V135	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V136	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V137	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V138	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V139	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V140	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V141	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V142	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V143	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V144	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V145	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V146	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V147	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	43.3 (min = 0.0)	Ok
V148	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V149	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V150	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V151	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	39.3 (min = 0.0)	Ok
V152	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V153	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V154	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V155	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V156	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok

Lajes

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L101	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L102	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L103	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L104	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L105	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L106	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L107	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L108	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L109	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L110	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L111	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L112	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L113	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L114	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L115	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L116	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L117	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L118	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L119	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L120	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L121	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L122	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L123	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L124	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L125	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L126	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L127	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L128	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L129	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L130	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L131	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L132	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L133	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L134	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L135	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L136	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L137	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L138	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L139	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L140	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L141	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L142	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Pilares

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.76	36.0 (min = 19.0)	486.7 (max = 45.0)	58.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	2.68 (max = 4,00%)	100.7 (min = 30.0)	Ok
P2	0.38	42.0 (min = 19.0)	59.6 (max = 52.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.41 (max = 4,00%)	160.4 (min = 30.0)	Ok
P3	0.32	36.0 (min = 19.0)	38.6 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	201.2 (min = 30.0)	Ok
P4	0.54	30.0 (min = 19.0)	94.7 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.97 (max = 4,00%)	159.8 (min = 30.0)	Ok
P5	0.63	30.0 (min = 19.0)	75.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	136.6 (min = 30.0)	Ok
P6	0.56	36.0 (min = 19.0)	170.7 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.81 (max = 4,00%)	157.4 (min = 30.0)	Ok
P7	0.46	25.0 (min = 19.0)	0.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	131.6 (min = 30.0)	Ok
P8	0.77	18.0 (min = 19.0)	1.3 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.84 (max = 4,00%)	96.3 (min = 30.0)	Ok
P9	0.73	30.0 (min = 19.0)	0.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	88.1 (min = 30.0)	Ok
P10	0.75	30.0 (min = 19.0)	0.5 (max = 37.5)	60.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	97.8 (min = 30.0)	Ok
P11	0.56	30.0 (min = 19.0)	2.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.88 (max = 4,00%)	146.6 (min = 30.0)	Ok
P12	0.70	30.0 (min = 19.0)	11.1 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.98 (max = 4,00%)	129.0 (min = 30.0)	Ok
P13	0.69	30.0 (min = 19.0)	4.9 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	130.9 (min = 30.0)	Ok
P14	0.73	18.0 (min = 19.0)	1.5 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.26 (max = 4,00%)	101.7 (min = 30.0)	Ok
P15	0.54	25.0 (min = 19.0)	27.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	118.9 (min = 30.0)	Ok
P16	0.80	36.0 (min = 19.0)	486.0 (max = 45.0)	58.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	2.68 (max = 4,00%)	94.9 (min = 30.0)	Ok
P17	0.38	42.0 (min = 19.0)	63.8 (max = 52.5)	55.0 (max = 80.0)	503.0 (max = 600.0)	0.45 (max = 4,00%)	160.0 (min = 30.0)	Ok
P18	0.42	30.0 (min = 19.0)	69.1 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	171.7 (min = 30.0)	Ok
P19	0.49	36.0 (min = 19.0)	110.9 (max = 45.0)	58.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.80 (max = 4,00%)	180.9 (min = 30.0)	Ok
P20	0.65	30.0 (min = 19.0)	78.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	1.37 (max = 4,00%)	137.0 (min = 30.0)	Ok
P21	0.52	36.0 (min = 19.0)	144.1 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	303.0 (max = 600.0)	0.72 (max = 4,00%)	164.4 (min = 30.0)	Ok

Pavimento 2º pavimento**Vigas**

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm²)	c1 (mm)	Aviso
V201	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V202	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V203	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V204	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V205	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V206	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V207	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V208	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V209	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V210	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V211	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V212	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V213	1 - 2	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	4 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V214	1 - 1	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V215	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V216	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V217	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V218	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V219	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V220	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V221	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V222	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V223	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V224	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V225	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V226	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V227	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V228	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V229	1 - 1	Retangular	15.0	40.0	-	-	600.0	34.0	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
		Contínua	(min = 5.0)	(min = 0.0)			(min = 0.0)	(min = 0.0)	
V230	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V231	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V232	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	43.3 (min = 0.0)	Ok
V233	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V234	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V235	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V236	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V237	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V238	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V239	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V240	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V241	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V242	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V243	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V244	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V245	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V246	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V247	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	43.3 (min = 0.0)	Ok
V248	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V249	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V250	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V251	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	39.3 (min = 0.0)	Ok
V252	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	39.3 (min = 0.0)	Ok
V253	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V254	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V255	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V256	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok

Lajes

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L200	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L201	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L202	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L203	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L204	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L205	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L206	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L207	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L208	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L209	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L210	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L211	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L212	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L213	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L214	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L215	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L216	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L217	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L218	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L219	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L220	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L221	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L222	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L223	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L224	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L225	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L226	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L227	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L228	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L229	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L230	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L231	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L232	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L233	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L234	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L235	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L236	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L237	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L238	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L239	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L240	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L241	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Pilares

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.74	30.0 (min = 19.0)	291.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.14 (max = 4,00%)	128.4 (min = 30.0)	Ok
P2	0.56	36.0 (min = 19.0)	123.3 (max = 45.0)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	167.9 (min = 30.0)	Ok
P3	0.59	30.0 (min = 19.0)	113.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	152.9 (min = 30.0)	Ok
P4	0.55	30.0 (min = 19.0)	103.3 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.75 (max = 4,00%)	158.6 (min = 30.0)	Ok
P5	0.70	30.0 (min = 19.0)	163.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.77 (max = 4,00%)	137.9 (min = 30.0)	Ok
P6	0.42	30.0 (min = 19.0)	71.6 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	182.6 (min = 30.0)	Ok
P7	0.33	25.0 (min = 19.0)	5.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	162.9 (min = 30.0)	Ok
P8	0.50	18.0 (min = 19.0)	2.0 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	145.1 (min = 30.0)	Ok
P9	0.44	30.0 (min = 19.0)	7.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	178.6 (min = 30.0)	Ok
P10	0.52	30.0 (min = 19.0)	3.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	165.0 (min = 30.0)	Ok
P11	0.44	30.0 (min = 19.0)	1.1 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	178.0 (min = 30.0)	Ok
P12	0.63	30.0 (min = 19.0)	6.6 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	150.4 (min = 30.0)	Ok
P13	0.67	30.0 (min = 19.0)	199.8 (max = 105.0)	58.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.69 (max = 4,00%)	148.7 (min = 30.0)	Ok
P14	0.53	18.0 (min = 19.0)	0.8 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	140.6 (min = 30.0)	Ok
P15	0.35	25.0 (min = 19.0)	1.7 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	160.1 (min = 30.0)	Ok
P16	0.74	30.0 (min = 19.0)	301.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.16 (max = 4,00%)	132.1 (min = 30.0)	Ok
P17	0.59	36.0 (min = 19.0)	129.5 (max = 45.0)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.65 (max = 4,00%)	168.0 (min = 30.0)	Ok
P18	0.54	30.0 (min = 19.0)	113.8 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	164.5 (min = 30.0)	Ok
P19	0.63	30.0	110.2	55.0	250.0	0.75	146.5	Ok

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
		(min = 19.0)	(max = 37.5)	(max = 80.0)	(max = 600.0)	(max = 4,00%)	(min = 30.0)	
P20	0.69	30.0 (min = 19.0)	167.8 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.93 (max = 4,00%)	146.0 (min = 30.0)	Ok
P21	0.50	30.0 (min = 19.0)	89.5 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	167.0 (min = 30.0)	Ok

Pavimento 3º pavimento

Vigas

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm²)	c1 (mm)	Aviso
V301	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V302	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V303	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V304	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V305	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V306	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V307	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V308	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V309	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V310	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V311	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V312	1 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V313	1 - 2	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	3 - 3	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	4 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V314	1 - 1	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V315	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V316	1 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V317	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V318	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V319	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V320	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V321	1 - 3	Retangular	20.0	50.0	-	-	1000.0	35.0	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
		Contínua	(min = 5.0)	(min = 0.0)			(min = 0.0)	(min = 0.0)	
V322	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V323	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V324	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V325	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V326	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V327	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V328	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V329	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V330	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V331	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V332	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V333	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V334	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V335	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V336	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V337	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V338	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V339	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V340	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V341	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V342	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V343	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V344	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V345	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V346	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V347	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	43.3 (min = 0.0)	Ok
V348	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V349	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V350	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V351	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V352	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V353	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V354	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V355	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V356	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok

Lajes

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L300	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L301	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L302	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L303	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L304	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L305	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L306	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L307	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L308	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L309	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L310	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L311	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L312	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L313	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L314	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L315	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L316	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L317	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L318	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L319	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L320	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L321	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L322	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L323	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L324	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L325	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L326	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L327	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L328	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L329	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L330	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L331	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L332	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L333	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L334	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L335	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L336	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L337	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L338	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L339	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L340	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L341	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Pilares

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.35	30.0 (min = 19.0)	100.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	193.9 (min = 30.0)	Ok
P2	0.54	30.0 (min = 19.0)	114.6 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	164.5 (min = 30.0)	Ok
P3	0.61	30.0 (min = 19.0)	151.8 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	152.7 (min = 30.0)	Ok
P4	0.65	30.0 (min = 19.0)	153.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	141.8 (min = 30.0)	Ok
P5	0.67	30.0 (min = 19.0)	209.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.51 (max = 4,00%)	139.3 (min = 30.0)	Ok
P6	0.59	30.0 (min = 19.0)	138.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	152.9 (min = 30.0)	Ok
P7	0.22	25.0 (min = 19.0)	8.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	181.7 (min = 30.0)	Ok
P8	0.35	18.0 (min = 19.0)	2.6 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	171.2 (min = 30.0)	Ok
P9	0.30	30.0	7.3	55.0	250.0	0.50	203.1	Ok

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
		(min = 19.0)	(max = 37.5)	(max = 80.0)	(max = 600.0)	(max = 4,00%)	(min = 30.0)	
P10	0.35	30.0 (min = 19.0)	3.3 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	195.1 (min = 30.0)	Ok
P11	0.29	30.0 (min = 19.0)	2.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	205.2 (min = 30.0)	Ok
P12	0.43	30.0 (min = 19.0)	11.3 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	184.7 (min = 30.0)	Ok
P13	0.43	30.0 (min = 19.0)	164.5 (max = 105.0)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	183.5 (min = 30.0)	Ok
P14	0.37	18.0 (min = 19.0)	1.6 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	168.1 (min = 30.0)	Ok
P15	0.23	25.0 (min = 19.0)	6.1 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	179.4 (min = 30.0)	Ok
P16	0.42	30.0 (min = 19.0)	111.6 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	182.6 (min = 30.0)	Ok
P17	0.55	30.0 (min = 19.0)	125.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.75 (max = 4,00%)	158.6 (min = 30.0)	Ok
P18	0.61	30.0 (min = 19.0)	155.9 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	152.7 (min = 30.0)	Ok
P19	0.67	30.0 (min = 19.0)	176.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.88 (max = 4,00%)	139.3 (min = 30.0)	Ok
P20	0.69	30.0 (min = 19.0)	214.6 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.57 (max = 4,00%)	140.6 (min = 30.0)	Ok
P21	0.61	30.0 (min = 19.0)	154.3 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.59 (max = 4,00%)	152.7 (min = 30.0)	Ok

Pavimento Cobertura

Vigas

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
V401	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V402	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V403	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V404	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V405	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V406	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V407	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V408	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V409	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V410	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V411	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V412	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V413	1 - 2	Retangular	30.0	60.0	-	-	1800.0	34.0	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
		Contínua	(min = 5.0)	(min = 0.0)			(min = 0.0)	(min = 0.0)	
	3 - 3	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	4 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V414	1 - 1	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 4	Retangular Contínua	30.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	38.0 (min = 0.0)	Ok
V415	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V416	1 - 4	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
	5 - 5	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V417	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V418	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V419	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V420	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V421	1 - 3	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V422	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V423	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V424	1 - 2	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1000.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V425	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V426	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V427	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	39.0 (min = 0.0)	Ok
V428	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V429	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V430	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V431	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	43.3 (min = 0.0)	Ok
V432	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V433	1 - 1	Retangular Biapoiada	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V434	1 - 1	Retangular Biapoiada	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V435	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V436	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V437	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V438	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok

Viga	Trecho	Seção Vinculação (Incêndio)	bw (cm)	h (cm)	bf (cm)	hf (cm)	Ac (cm ²)	c1 (mm)	Aviso
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V439	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V440	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V441	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V442	1 - 1	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V443	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V444	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V445	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
	2 - 2	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	750.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V446	1 - 1	Retangular Contínua	20.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	800.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V447	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	35.0 (min = 0.0)	Ok
V448	1 - 5	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V449	1 - 1	Retangular Biapoiada	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V450	1 - 1	Retangular Biapoiada	15.0 (min = 5.0)	30.0 (min = 0.0)	-	-	450.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V451	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	36.2 (min = 0.0)	Ok
V452	1 - 4	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	60.0 (min = 0.0)	-	-	1500.0 (min = 0.0)	39.3 (min = 0.0)	Ok
V453	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V454	1 - 1	Retangular Contínua	15.0 (min = 5.0)	40.0 (min = 0.0)	-	-	600.0 (min = 0.0)	34.0 (min = 0.0)	Ok
V455	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok
V456	1 - 2	Retangular Contínua	25.0 (min = 5.0)	50.0 (min = 0.0)	-	-	1250.0 (min = 0.0)	40.0 (min = 0.0)	Ok

Lajes

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L400	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L401	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L402	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L403	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L404	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L405	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L406	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L407	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L408	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

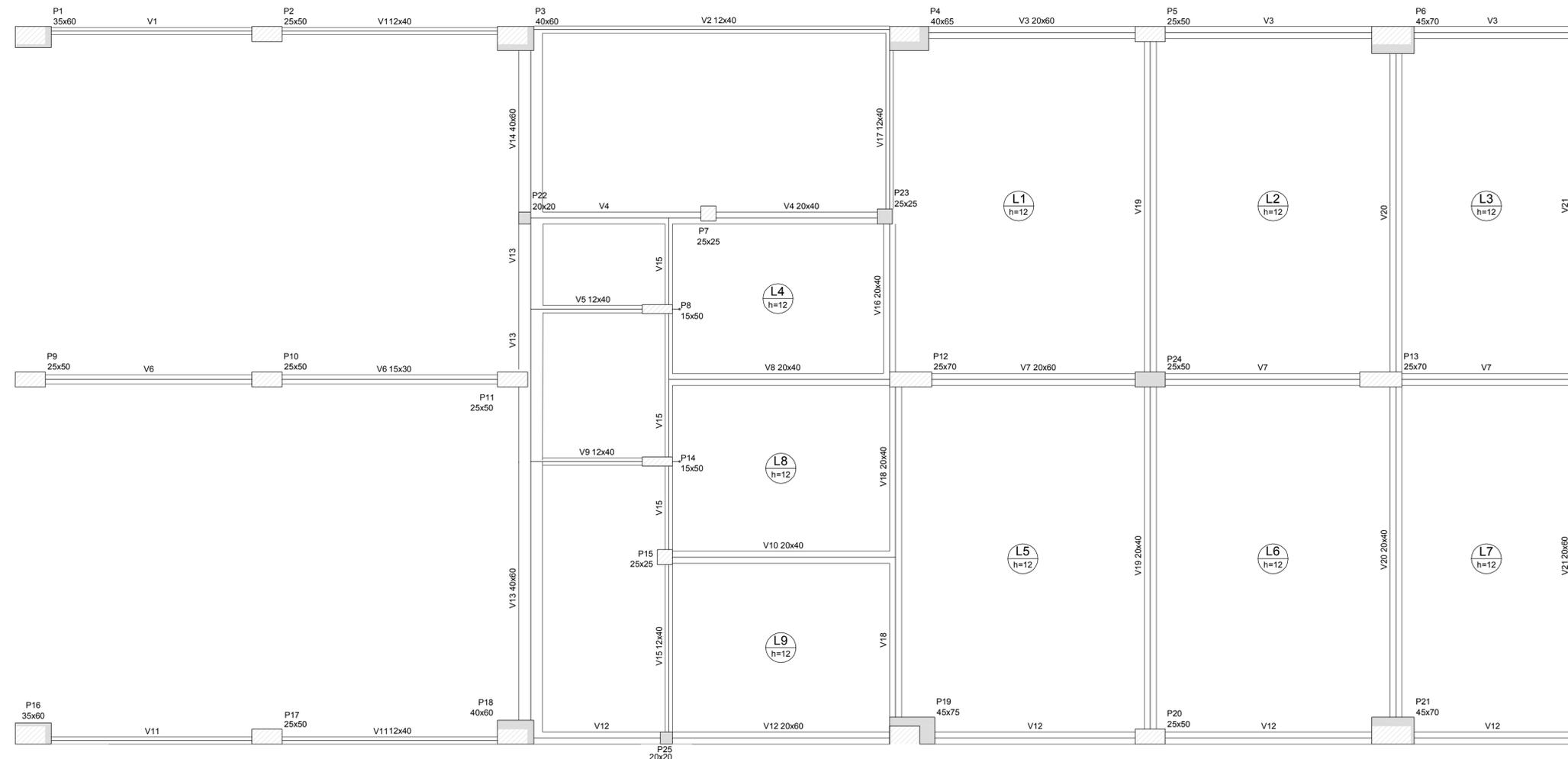
Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L409	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L410	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L411	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L412	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L413	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L414	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L415	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L416	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L417	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L418	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L419	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L420	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L421	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L422	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L423	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L424	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L425	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L426	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L427	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L428	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	28.1 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L429	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L430	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L431	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L432	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L433	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L434	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L435	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L436	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L437	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L438	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L439	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L440	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Laje	Tipo Vinculação (Incêndio)	h (cm)	c1 (mm)	ec (cm)	c1n (mm)	en (cm)	Aviso
L441	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok
L442	Maciça Apoiada	10.0 (min = 4.5)	27.5 (min = 10.0)	-	-	-	Ok

Pilares

Pilar	u,fi	b' (cm)	e (mm)	c1 (mm)	Lef,fi (cm)	As/Ac (%)	TRF (min)	Aviso
P1	0.72	30.0 (min = 19.0)	416.8 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.97 (max = 4,00%)	140.4 (min = 30.0)	Ok
P2	0.76	30.0 (min = 19.0)	373.6 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.26 (max = 4,00%)	125.4 (min = 30.0)	Ok
P3	0.80	30.0 (min = 19.0)	501.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	118.9 (min = 30.0)	Ok
P4	0.78	30.0 (min = 19.0)	496.0 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.37 (max = 4,00%)	125.9 (min = 30.0)	Ok
P5	0.78	30.0 (min = 19.0)	651.2 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.75 (max = 4,00%)	125.9 (min = 30.0)	Ok
P6	0.74	30.0 (min = 19.0)	412.4 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.98 (max = 4,00%)	132.1 (min = 30.0)	Ok
P7	0.13	25.0 (min = 19.0)	22.6 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	198.7 (min = 30.0)	Ok
P8	0.20	18.0 (min = 19.0)	5.0 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	198.8 (min = 30.0)	Ok
P9	0.44	30.0 (min = 19.0)	247.2 (max = 75.0)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	178.0 (min = 30.0)	Ok
P10	0.18	30.0 (min = 19.0)	10.4 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	227.0 (min = 30.0)	Ok
P11	0.15	30.0 (min = 19.0)	7.0 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	232.8 (min = 30.0)	Ok
P12	0.61	30.0 (min = 19.0)	298.2 (max = 105.0)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.42 (max = 4,00%)	152.7 (min = 30.0)	Ok
P13	0.83	30.0 (min = 19.0)	795.7 (max = 105.0)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.98 (max = 4,00%)	119.0 (min = 30.0)	Ok
P14	0.22	18.0 (min = 19.0)	6.6 (max = 22.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.63 (max = 4,00%)	193.6 (min = 30.0)	Ok
P15	0.18	25.0 (min = 19.0)	43.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.50 (max = 4,00%)	189.7 (min = 30.0)	Ok
P16	0.81	30.0 (min = 19.0)	456.6 (max = 37.5)	58.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	0.97 (max = 4,00%)	125.9 (min = 30.0)	Ok
P17	0.79	30.0 (min = 19.0)	407.8 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.38 (max = 4,00%)	120.6 (min = 30.0)	Ok
P18	0.78	30.0 (min = 19.0)	508.2 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	122.2 (min = 30.0)	Ok
P19	0.78	30.0 (min = 19.0)	566.3 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.76 (max = 4,00%)	122.2 (min = 30.0)	Ok
P20	0.80	30.0 (min = 19.0)	667.3 (max = 37.5)	56.2 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	2.75 (max = 4,00%)	122.5 (min = 30.0)	Ok
P21	0.76	30.0 (min = 19.0)	475.9 (max = 37.5)	55.0 (max = 80.0)	250.0 (max = 600.0)	1.13 (max = 4,00%)	125.4 (min = 30.0)	Ok

APÊNDICE B – PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL



Forma do pavimento Fundação
escala 1:100

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	12x40	0	0
V2	12x40	0	0
V3	20x60	0	0
V4	20x40	0	0
V5	12x40	0	0
V6	15x30	0	0
V7	20x60	0	0
V8	20x40	0	0
V9	12x40	0	0
V10	20x40	0	0
V11	12x40	0	0
V12	20x60	0	0
V13	40x60	0	0
V14	40x60	0	0
V15	12x40	0	0
V16	20x40	0	0
V17	12x40	0	0
V18	20x40	0	0
V19	20x40	0	0
V20	20x40	0	0
V21	20x60	0	0

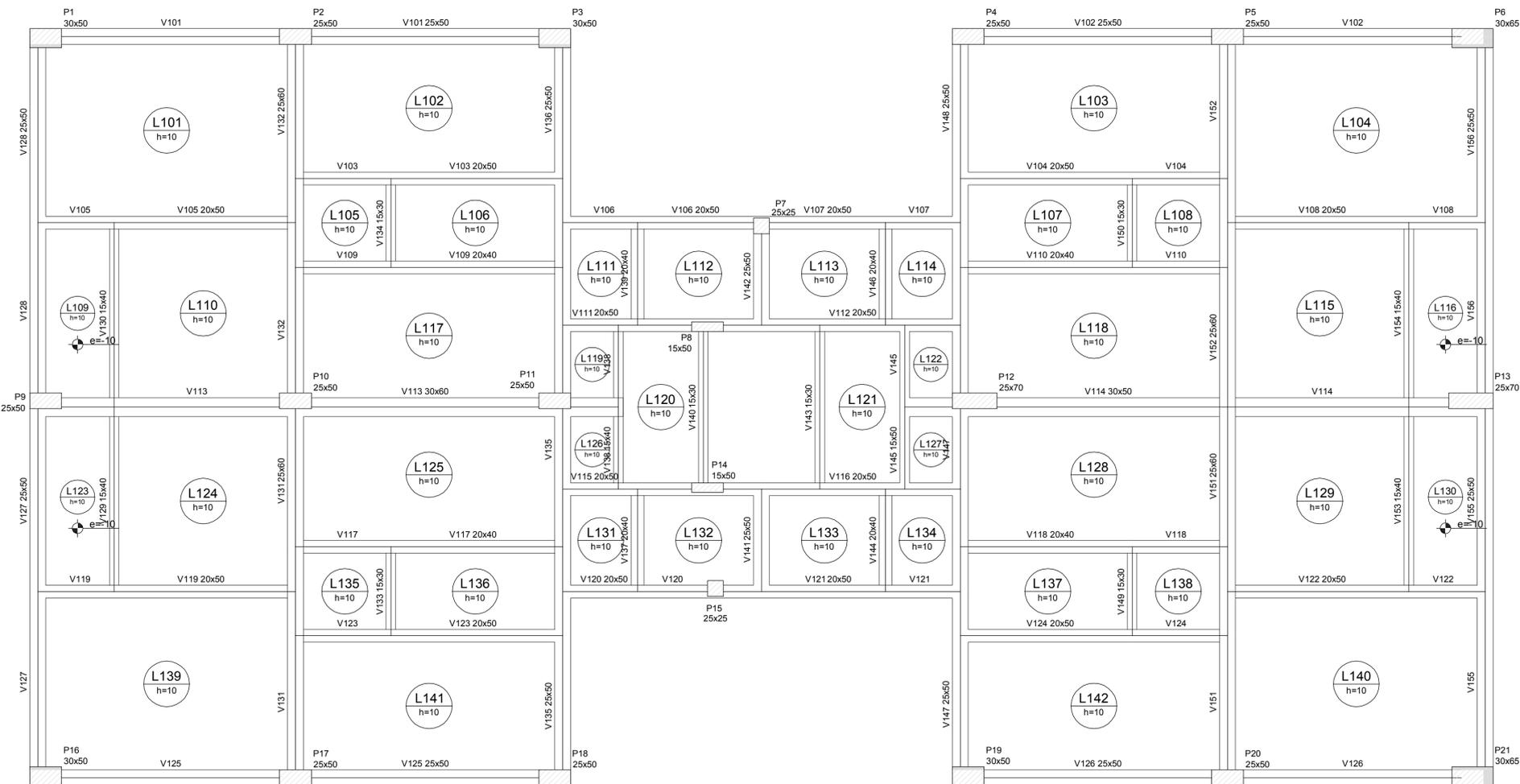
Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)		
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L2	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L3	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L4	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L5	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L6	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L7	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L8	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L9	Maciça	12	0	0	300	0	300	-

Características dos materiais	
f _{ck} (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	35 x 60	0	0
P2	25 x 50	0	0
P3	40 x 60	0	0
P4	40 x 65	0	0
P5	25 x 50	0	0
P6	45 x 70	0	0
P7	25 x 25	0	0
P8	15 x 50	0	0
P9	25 x 50	0	0
P10	25 x 50	0	0
P11	25 x 50	0	0
P12	25 x 70	0	0
P13	25 x 70	0	0
P14	15 x 50	0	0
P15	25 x 25	0	0
P16	35 x 60	0	0
P17	25 x 50	0	0
P18	40 x 60	0	0
P19	45 x 75	0	0
P20	25 x 50	0	0
P21	45 x 70	0	0
P22	20 x 20	0	0
P23	25 x 25	0	0
P24	25 x 50	0	0
P25	20 x 20	0	0

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

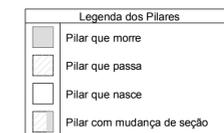
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	
ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 00
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA: 01
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL FORMAS – TÉRREO	
DATA: JUNHO/2021	ESCALA: 1:100



Forma do pavimento 1º pavimento
escala 1:100

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	25x50	0	303
V102	25x50	0	303
V103	20x50	0	303
V104	20x50	0	303
V105	20x50	0	303
V106	20x50	0	303
V107	20x50	0	303
V108	20x50	0	303
V109	20x40	0	303
V110	20x40	0	303
V111	20x50	0	303
V112	20x50	0	303
V113	30x60	0	303
V114	30x50	0	303
V115	20x50	0	303
V116	20x50	0	303
V117	20x40	0	303
V118	20x40	0	303
V119	20x50	0	303
V120	20x50	0	303
V121	20x50	0	303
V122	20x50	0	303
V123	20x50	0	303
V124	20x50	0	303
V125	25x50	0	303
V126	25x50	0	303
V127	25x50	0	303
V128	25x50	0	303
V129	15x40	0	303
V130	15x40	0	303
V131	25x60	0	303
V132	25x60	0	303
V133	15x30	0	303
V134	15x30	0	303
V135	25x50	0	303
V136	25x50	0	303
V137	20x40	0	303
V138	15x40	0	303
V139	20x40	0	303
V140	15x30	0	303
V141	25x50	0	303
V142	25x50	0	303
V143	15x30	0	303
V144	20x40	0	303
V145	15x50	0	303
V146	20x40	0	303
V147	25x50	0	303
V148	15x30	0	303
V149	15x30	0	303
V150	15x30	0	303
V151	25x60	0	303
V152	25x60	0	303
V153	15x40	0	303
V154	15x40	0	303
V155	25x50	0	303
V156	25x50	0	303

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	30 x 50	0	303
P2	25 x 50	0	303
P3	30 x 50	0	303
P4	25 x 50	0	303
P5	25 x 50	0	303
P6	30 x 65	0	303
P7	25 x 25	0	303
P8	15 x 50	0	303
P9	25 x 50	0	303
P10	25 x 50	0	303
P11	25 x 50	0	303
P12	25 x 70	0	303
P13	25 x 70	0	303
P14	15 x 50	0	303
P15	25 x 25	0	303
P16	30 x 50	0	303
P17	25 x 50	0	303
P18	25 x 50	0	303
P19	30 x 50	0	303
P20	25 x 50	0	303
P21	30 x 65	0	303



Lajes									
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)			
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada	
L101	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L102	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L103	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L104	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L105	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L106	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L107	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L108	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L109	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-	-
L110	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L111	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L112	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L113	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L114	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L115	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L116	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-	-
L117	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L118	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L119	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L120	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L121	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L122	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L123	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-	-
L124	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L125	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L126	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L127	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L128	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L129	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L130	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-	-
L131	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L132	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L133	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L134	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L135	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L136	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L137	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L138	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L139	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L140	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L141	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-
L142	Maciça	10	0	303	250	50	200	-	-

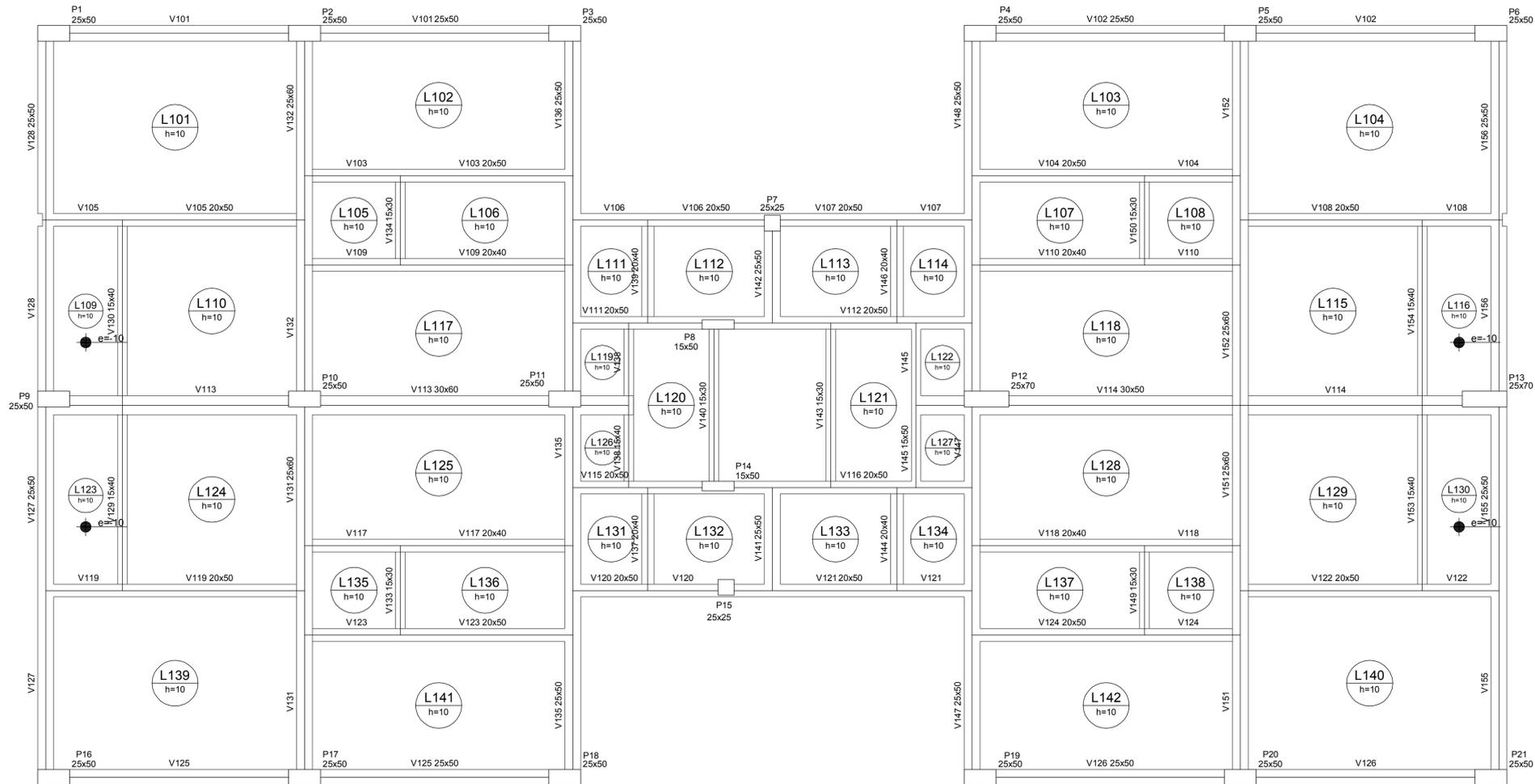
Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

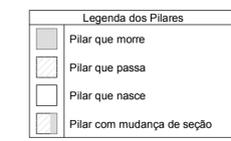
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 00
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA:
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL FORMAS – 1º PAVIMENTO	02
DATA: JUNHO/2021	



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	25x50	0	553
V102	25x50	0	553
V103	20x50	0	553
V104	20x50	0	553
V105	20x50	0	553
V106	20x50	0	553
V107	20x50	0	553
V108	20x50	0	553
V109	20x40	0	553
V110	20x40	0	553
V111	20x50	0	553
V112	20x50	0	553
V113	30x60	0	553
V114	30x50	0	553
V115	20x50	0	553
V116	20x50	0	553
V117	20x40	0	553
V118	20x40	0	553
V119	20x50	0	553
V120	20x50	0	553
V121	20x50	0	553
V122	20x50	0	553
V123	20x50	0	553
V124	20x50	0	553
V125	25x50	0	553
V126	25x50	0	553
V127	25x50	0	553
V128	25x50	0	553
V129	15x40	0	553
V130	15x40	0	553
V131	25x60	0	553
V132	25x60	0	553
V133	15x30	0	553
V134	15x30	0	553
V135	25x50	0	553
V136	25x50	0	553
V137	20x40	0	553
V138	15x40	0	553
V139	20x40	0	553
V140	15x30	0	553
V141	25x50	0	553
V142	25x50	0	553
V143	15x30	0	553
V144	20x40	0	553
V145	15x30	0	553
V146	20x40	0	553
V147	25x50	0	553
V148	25x50	0	553
V149	15x30	0	553
V150	15x30	0	553
V151	25x60	0	553
V152	25x60	0	553
V153	15x40	0	553
V154	15x40	0	553
V155	25x50	0	553
V156	25x50	0	553

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	25 x 50	0	553
P2	25 x 50	0	553
P3	25 x 50	0	553
P4	25 x 50	0	553
P5	25 x 50	0	553
P6	25 x 50	0	553
P7	25 x 25	0	553
P8	15 x 50	0	553
P9	25 x 50	0	553
P10	25 x 50	0	553
P11	25 x 50	0	553
P12	25 x 70	0	553
P13	25 x 70	0	553
P14	15 x 50	0	553
P15	25 x 25	0	553
P16	25 x 50	0	553
P17	25 x 50	0	553
P18	25 x 50	0	553
P19	25 x 50	0	553
P20	25 x 50	0	553
P21	25 x 50	0	553



Lajes								
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)			
		Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L101	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L102	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L103	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L104	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L105	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L106	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L107	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L108	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L109	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L110	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L111	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L112	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L113	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L114	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L115	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L116	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L117	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L118	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L119	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L120	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L121	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L122	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L123	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L124	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L125	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L126	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L127	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L128	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L129	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L130	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L131	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L132	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L133	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L134	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L135	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L136	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L137	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L138	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L139	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L140	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L141	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L142	Maciça	10	0	553	250	50	200	-

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

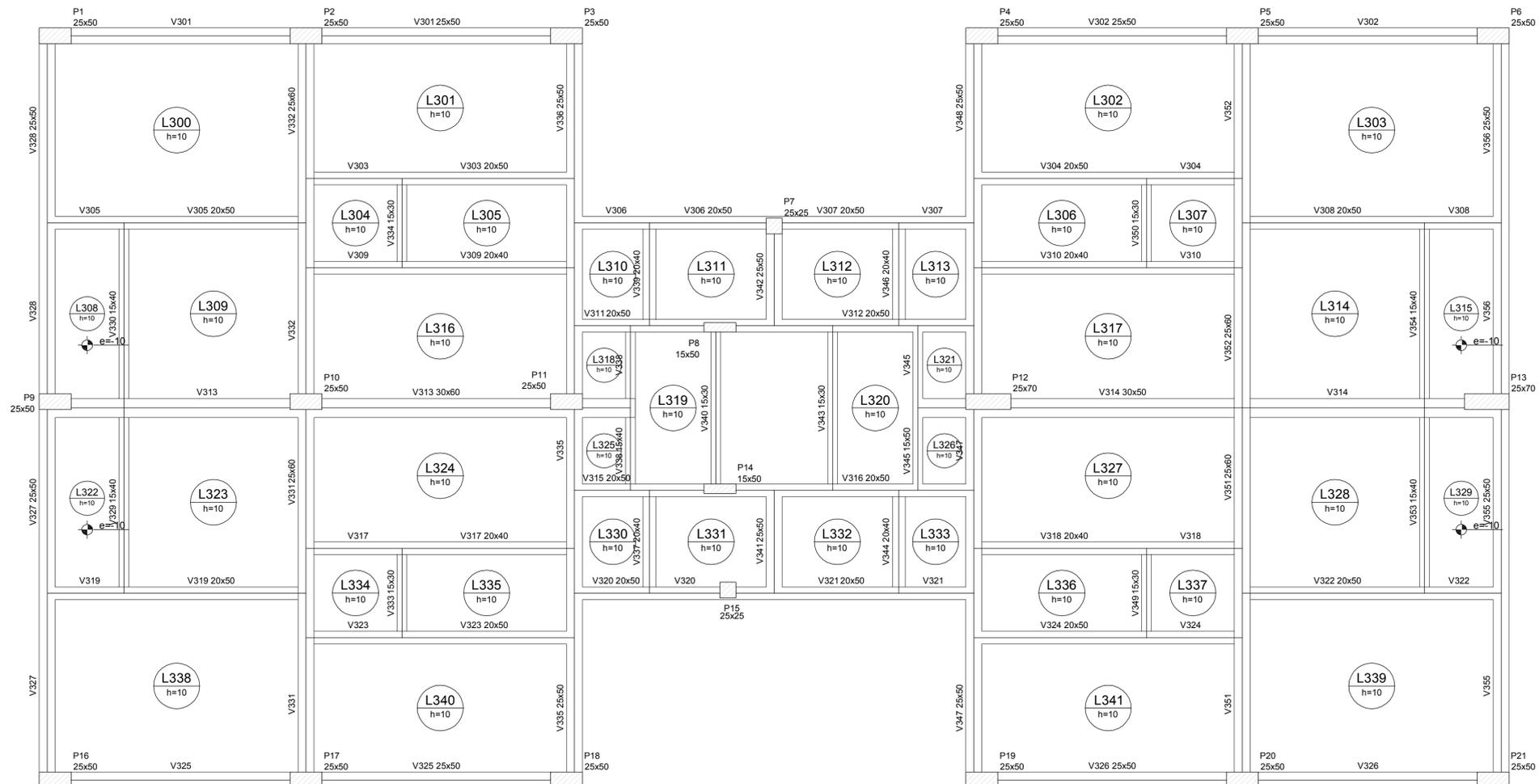
Forma do pavimento 2º pavimento
escala 1:100

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

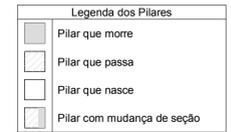
ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 00
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAISO GARDEN	PRANCHA:
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL FORMAS – 2º PAVIMENTO	03
DATA: JUNHO/2021	



Forma do pavimento 3º pavimento
escala 1:100

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V301	25x50	0	803
V302	25x50	0	803
V303	20x50	0	803
V304	20x50	0	803
V305	20x50	0	803
V306	20x50	0	803
V307	20x50	0	803
V308	20x50	0	803
V309	20x40	0	803
V310	20x40	0	803
V311	20x50	0	803
V312	20x50	0	803
V313	30x60	0	803
V314	30x50	0	803
V315	20x50	0	803
V316	20x50	0	803
V317	20x40	0	803
V318	20x40	0	803
V319	20x50	0	803
V320	20x50	0	803
V321	20x50	0	803
V322	20x50	0	803
V323	20x50	0	803
V324	20x50	0	803
V325	25x50	0	803
V326	25x50	0	803
V327	25x50	0	803
V328	25x50	0	803
V329	15x40	0	803
V330	15x40	0	803
V331	25x60	0	803
V332	25x60	0	803
V333	15x30	0	803
V334	15x30	0	803
V335	25x50	0	803
V336	25x50	0	803
V337	20x40	0	803
V338	15x40	0	803
V339	20x40	0	803
V340	15x30	0	803
V341	25x50	0	803
V342	25x50	0	803
V343	15x30	0	803
V344	20x40	0	803
V345	15x50	0	803
V346	20x40	0	803
V347	25x50	0	803
V348	25x50	0	803
V349	15x30	0	803
V350	15x30	0	803
V351	25x60	0	803
V352	25x60	0	803
V353	15x40	0	803
V354	15x40	0	803
V355	25x50	0	803
V356	25x50	0	803

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	25 x 50	0	803
P2	25 x 50	0	803
P3	25 x 50	0	803
P4	25 x 50	0	803
P5	25 x 50	0	803
P6	25 x 50	0	803
P7	25 x 25	0	803
P8	15 x 50	0	803
P9	25 x 50	0	803
P10	25 x 50	0	803
P11	25 x 50	0	803
P12	25 x 70	0	803
P13	25 x 70	0	803
P14	15 x 50	0	803
P15	25 x 25	0	803
P16	25 x 50	0	803
P17	25 x 50	0	803
P18	25 x 50	0	803
P19	25 x 50	0	803
P20	25 x 50	0	803
P21	25 x 50	0	803



Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados		Sobrecarga (kgf/m²)			
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L300	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L301	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L302	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L303	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L304	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L305	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L306	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L307	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L308	Maçica	10	-10	793	250	50	200	-
L309	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L310	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L311	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L312	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L313	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L314	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L315	Maçica	10	-10	793	250	50	200	-
L316	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L317	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L318	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L319	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L320	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L321	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L322	Maçica	10	-10	793	250	50	200	-
L323	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L324	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L325	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L326	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L327	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L328	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L329	Maçica	10	-10	793	250	50	200	-
L330	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L331	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L332	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L333	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L334	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L335	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L336	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L337	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L338	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L339	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L340	Maçica	10	0	803	250	50	200	-
L341	Maçica	10	0	803	250	50	200	-

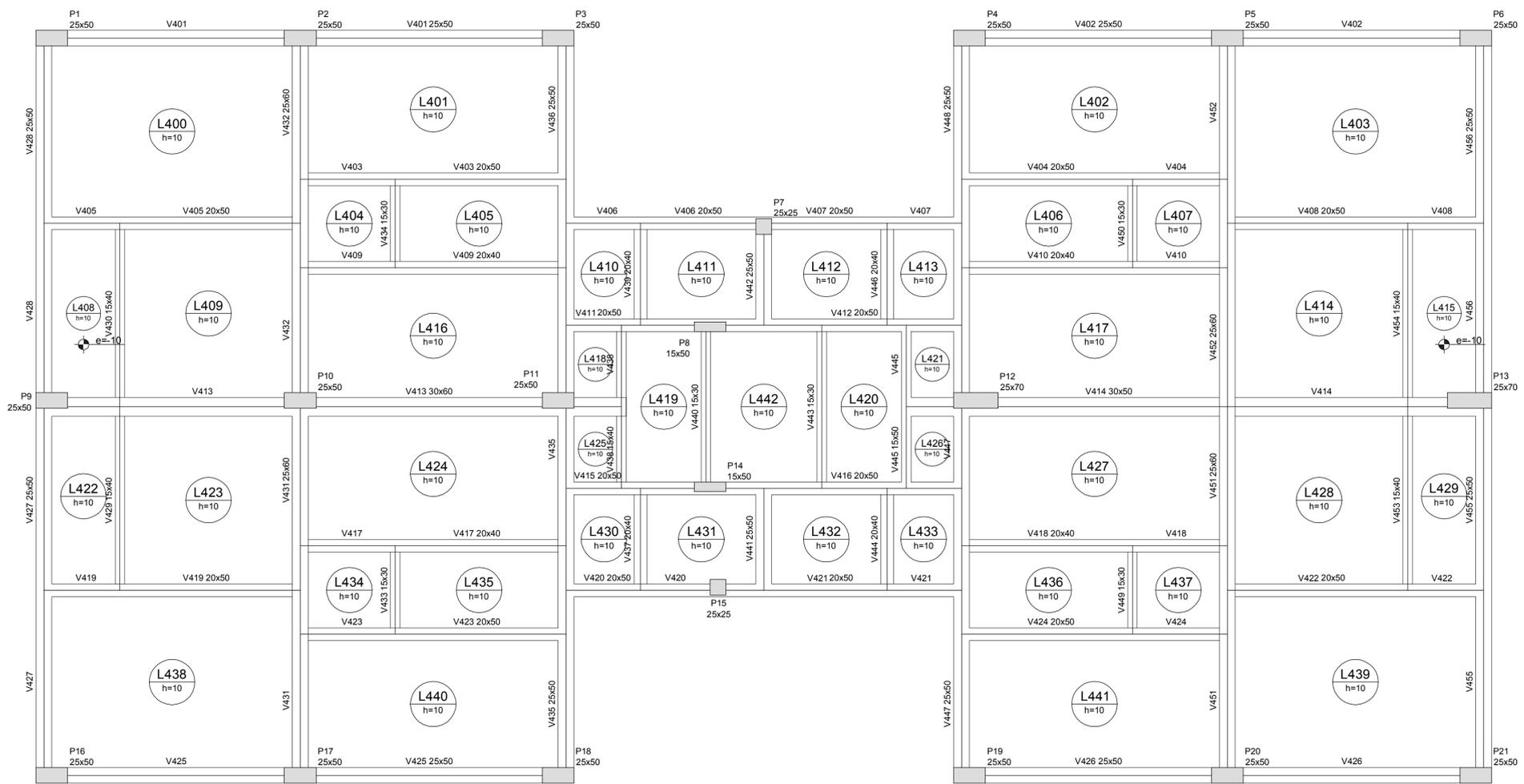
Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	fcd (kgf/cm²)
250	238000

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

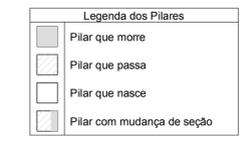
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: Nº 00
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA:
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL FORMAS – 3º PAVIMENTO	04
DATA: JUNHO/2021	



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V401	25x50	0	1053
V402	25x50	0	1053
V403	20x50	0	1053
V404	20x50	0	1053
V405	20x50	0	1053
V406	20x50	0	1053
V407	20x50	0	1053
V408	20x50	0	1053
V409	20x40	0	1053
V410	20x40	0	1053
V411	20x50	0	1053
V412	20x50	0	1053
V413	30x60	0	1053
V414	30x50	0	1053
V415	20x50	0	1053
V416	20x50	0	1053
V417	20x40	0	1053
V418	20x40	0	1053
V419	20x50	0	1053
V420	20x50	0	1053
V421	20x50	0	1053
V422	20x50	0	1053
V423	20x50	0	1053
V424	20x50	0	1053
V425	25x50	0	1053
V426	25x50	0	1053
V427	25x50	0	1053
V428	25x50	0	1053
V429	15x40	0	1053
V430	15x40	0	1053
V431	25x60	0	1053
V432	25x60	0	1053
V433	15x30	0	1053
V434	15x30	0	1053
V435	25x50	0	1053
V436	25x50	0	1053
V437	20x40	0	1053
V438	15x40	0	1053
V439	20x40	0	1053
V440	15x30	0	1053
V441	25x50	0	1053
V442	25x50	0	1053
V443	15x30	0	1053
V444	20x40	0	1053
V445	15x50	0	1053
V446	20x40	0	1053
V447	25x50	0	1053
V448	25x50	0	1053
V449	15x30	0	1053
V450	15x30	0	1053
V451	25x60	0	1053
V452	25x60	0	1053
V453	15x40	0	1053
V454	15x40	0	1053
V455	25x50	0	1053
V456	25x50	0	1053

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	25 x 50	0	1053
P2	25 x 50	0	1053
P3	25 x 50	0	1053
P4	25 x 50	0	1053
P5	25 x 50	0	1053
P6	25 x 50	0	1053
P7	25 x 25	0	1053
P8	15 x 50	0	1053
P9	25 x 50	0	1053
P10	25 x 50	0	1053
P11	25 x 50	0	1053
P12	25 x 70	0	1053
P13	25 x 70	0	1053
P14	15 x 50	0	1053
P15	25 x 25	0	1053
P16	25 x 50	0	1053
P17	25 x 50	0	1053
P18	25 x 50	0	1053
P19	25 x 50	0	1053
P20	25 x 50	0	1053
P21	25 x 50	0	1053



		Lajes				Sobrecarga (kgf/m²)			
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada	Água
L400	Maciça	10	0	1053	250	50	200	-	0
L401	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L402	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L403	Maciça	10	0	1053	250	50	200	-	0
L404	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L405	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L406	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L407	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L408	Maciça	10	-10	1043	250	50	200	-	0
L409	Maciça	10	0	1053	250	50	200	-	0
L410	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L411	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L412	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L413	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L414	Maciça	10	0	1053	250	50	200	-	0
L415	Maciça	10	-10	1043	250	50	200	-	0
L416	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L417	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L418	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L419	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L420	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L421	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L422	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L423	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L424	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L425	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L426	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L427	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L428	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L429	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L430	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L431	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L432	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L433	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300
L434	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L435	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L436	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L437	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L438	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L439	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L440	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L441	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	0
L442	Maciça	10	0	1053	250	50	50	-	300

Características dos materiais		
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)	
250	238000	

Forma do pavimento Cobertura
escala 1:100

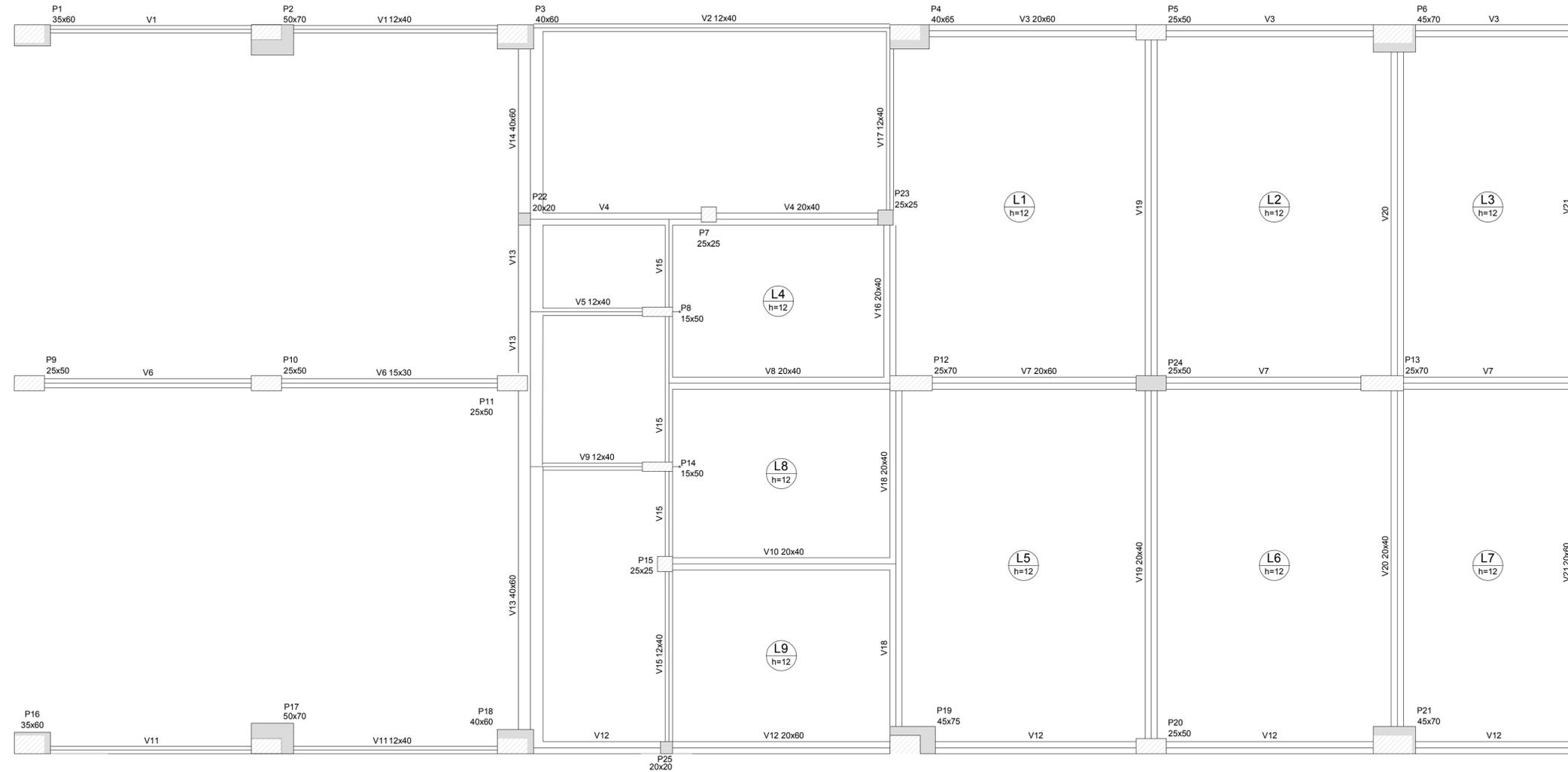
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 00
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA: 05
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL FORMAS – COBERTURA	
DATA: JUNHO/2021	ESCALA: 1:100

**APÊNDICE C – PLANTAS DE FORMA DO PROJETO ESTRUTURAL
REDIMENSIONADAS APÓS A VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO**



Forma do pavimento Fundação
escala 1:100

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V1	12x40	0	0
V2	12x40	0	0
V3	20x60	0	0
V4	20x40	0	0
V5	12x40	0	0
V6	15x30	0	0
V7	20x60	0	0
V8	20x40	0	0
V9	12x40	0	0
V10	20x40	0	0
V11	12x40	0	0
V12	20x60	0	0
V13	40x60	0	0
V14	40x60	0	0
V15	12x40	0	0
V16	20x40	0	0
V17	12x40	0	0
V18	20x40	0	0
V19	20x40	0	0
V20	20x40	0	0
V21	20x60	0	0

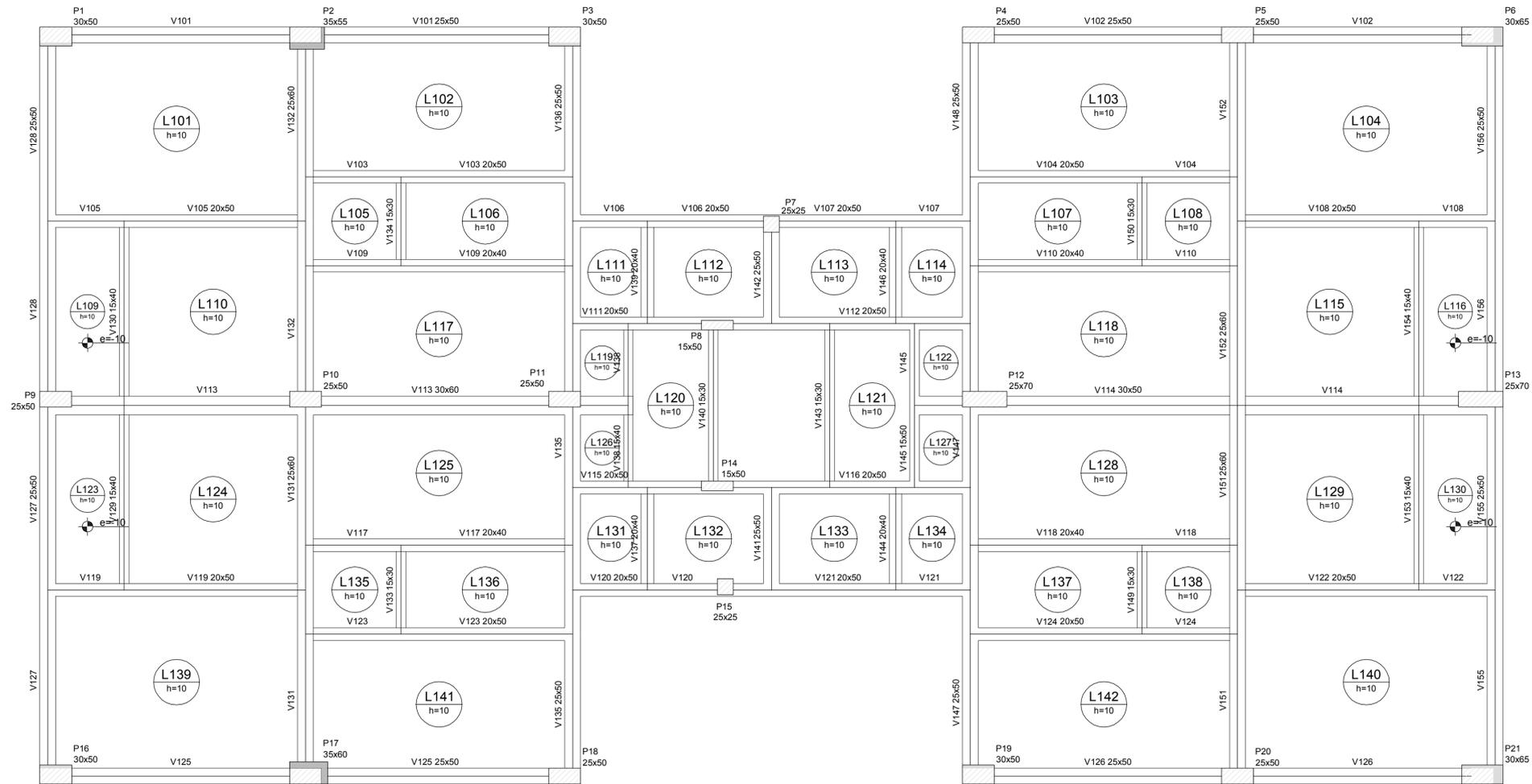
Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados			Sobrecarga (kgf/m²)		
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L2	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L3	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L4	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L5	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L6	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L7	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L8	Maciça	12	0	0	300	0	300	-
L9	Maciça	12	0	0	300	0	300	-

Características dos materiais		
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)	
250	238000	

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	35 x 60	0	0
P2	50 x 70	0	0
P3	40 x 60	0	0
P4	40 x 65	0	0
P5	25 x 50	0	0
P6	45 x 70	0	0
P7	25 x 25	0	0
P8	15 x 50	0	0
P9	25 x 50	0	0
P10	25 x 50	0	0
P11	25 x 50	0	0
P12	25 x 70	0	0
P13	25 x 70	0	0
P14	15 x 50	0	0
P15	25 x 25	0	0
P16	35 x 60	0	0
P17	50 x 70	0	0
P18	40 x 60	0	0
P19	45 x 75	0	0
P20	25 x 50	0	0
P21	45 x 70	0	0
P22	20 x 20	0	0
P23	25 x 25	0	0
P24	25 x 50	0	0
P25	20 x 20	0	0

Legenda dos Pilares	
	Pilar que morre
	Pilar que passa
	Pilar que nasce
	Pilar com mudança de seção

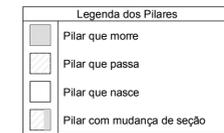
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	
ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 01
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA: 01
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL – VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO FORMAS – TÉRREO	
DATA: JUNHO/2021	ESCALA: 1:100



Forma do pavimento 1º pavimento
escala 1:100

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	25x50	0	303
V102	25x50	0	303
V103	20x50	0	303
V104	20x50	0	303
V105	20x50	0	303
V106	20x50	0	303
V107	20x50	0	303
V108	20x50	0	303
V109	20x40	0	303
V110	20x40	0	303
V111	20x50	0	303
V112	20x50	0	303
V113	30x60	0	303
V114	30x50	0	303
V115	20x50	0	303
V116	20x50	0	303
V117	20x40	0	303
V118	20x40	0	303
V119	20x50	0	303
V120	20x50	0	303
V121	20x50	0	303
V122	20x50	0	303
V123	20x50	0	303
V124	20x50	0	303
V125	25x50	0	303
V126	25x50	0	303
V127	25x50	0	303
V128	25x50	0	303
V129	15x40	0	303
V130	15x40	0	303
V131	25x60	0	303
V132	25x60	0	303
V133	15x30	0	303
V134	15x30	0	303
V135	25x50	0	303
V136	25x50	0	303
V137	20x40	0	303
V138	15x40	0	303
V139	20x40	0	303
V140	15x30	0	303
V141	25x50	0	303
V142	25x50	0	303
V143	15x30	0	303
V144	20x40	0	303
V145	15x50	0	303
V146	20x40	0	303
V147	25x50	0	303
V148	15x30	0	303
V149	15x30	0	303
V150	15x30	0	303
V151	25x60	0	303
V152	25x60	0	303
V153	15x40	0	303
V154	15x40	0	303
V155	25x50	0	303
V156	25x50	0	303

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	30 x 50	0	303
P2	35 x 55	0	303
P3	30 x 50	0	303
P4	25 x 50	0	303
P5	25 x 50	0	303
P6	30 x 65	0	303
P7	25 x 25	0	303
P8	15 x 50	0	303
P9	25 x 50	0	303
P10	25 x 50	0	303
P11	25 x 50	0	303
P12	25 x 70	0	303
P13	25 x 70	0	303
P14	15 x 50	0	303
P15	25 x 25	0	303
P16	30 x 50	0	303
P17	35 x 60	0	303
P18	25 x 50	0	303
P19	30 x 50	0	303
P20	25 x 50	0	303
P21	30 x 65	0	303



Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados		Sobrecarga (kgf/m²)			
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L101	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L102	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L103	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L104	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L105	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L106	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L107	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L108	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L109	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-
L110	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L111	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L112	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L113	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L114	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L115	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L116	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-
L117	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L118	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L119	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L120	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L121	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L122	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L123	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-
L124	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L125	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L126	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L127	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L128	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L129	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L130	Maciça	10	-10	293	250	50	200	-
L131	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L132	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L133	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L134	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L135	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L136	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L137	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L138	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L139	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L140	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L141	Maciça	10	0	303	250	50	200	-
L142	Maciça	10	0	303	250	50	200	-

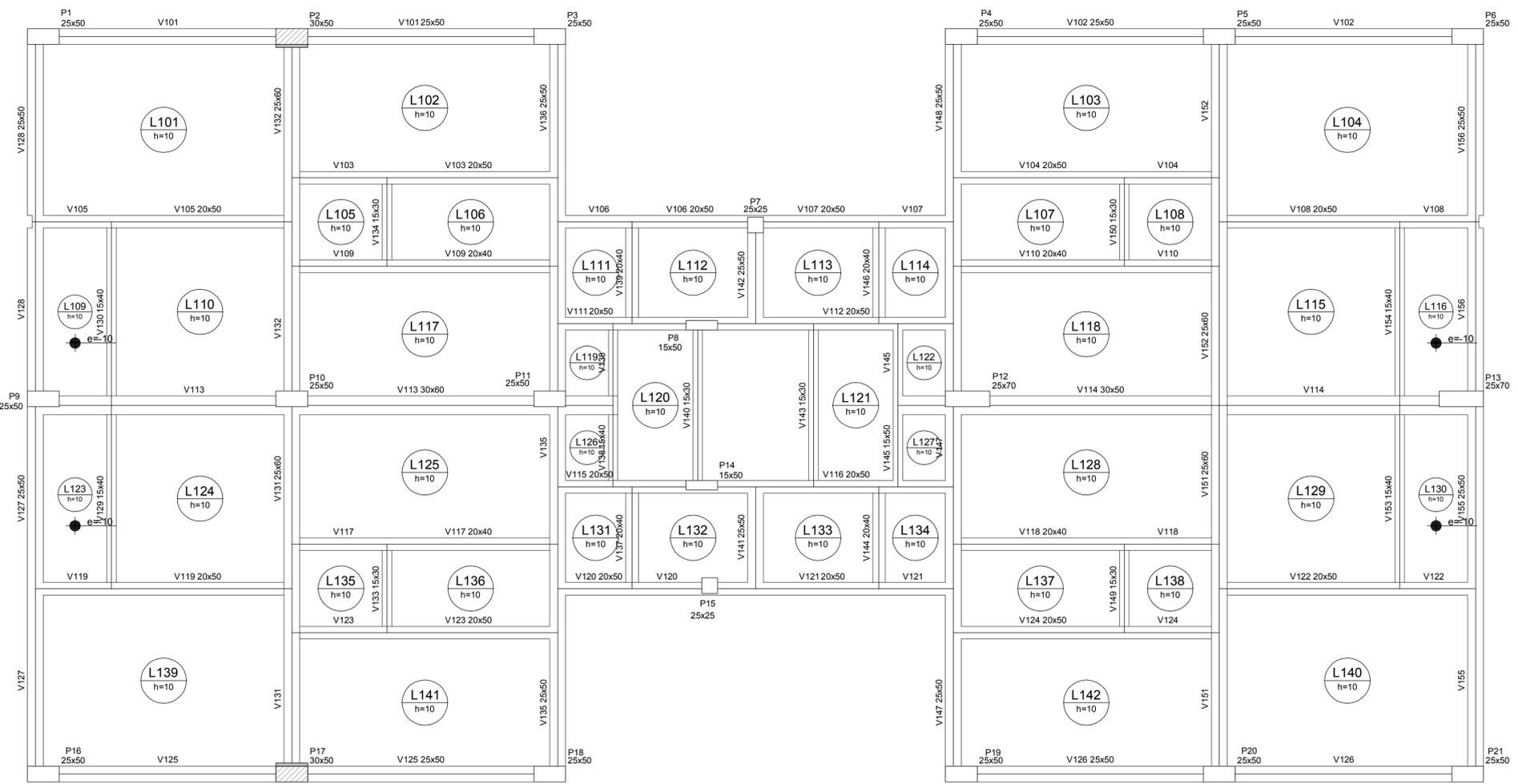
Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)
250	238000

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

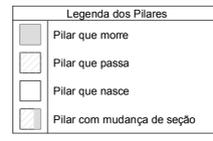
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: Nº 01
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA:
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL – VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO FORMAS – 1º PAVIMENTO	02
DATA: JUNHO/2021	ESCALA: 1:100



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
V101	25x50	0	553
V102	25x50	0	553
V103	20x50	0	553
V104	20x50	0	553
V105	20x50	0	553
V106	20x50	0	553
V107	20x50	0	553
V108	20x50	0	553
V109	20x40	0	553
V110	20x40	0	553
V111	20x50	0	553
V112	20x50	0	553
V113	30x60	0	553
V114	30x50	0	553
V115	20x50	0	553
V116	20x50	0	553
V117	20x40	0	553
V118	20x40	0	553
V119	20x50	0	553
V120	20x50	0	553
V121	20x50	0	553
V122	20x50	0	553
V123	20x50	0	553
V124	20x50	0	553
V125	25x50	0	553
V126	25x50	0	553
V127	25x50	0	553
V128	25x50	0	553
V129	15x40	0	553
V130	15x40	0	553
V131	25x60	0	553
V132	25x60	0	553
V133	15x30	0	553
V134	15x30	0	553
V135	25x50	0	553
V136	25x50	0	553
V137	20x40	0	553
V138	15x40	0	553
V139	20x40	0	553
V140	15x30	0	553
V141	25x50	0	553
V142	25x50	0	553
V143	15x30	0	553
V144	20x40	0	553
V145	15x50	0	553
V146	20x40	0	553
V147	25x50	0	553
V148	15x30	0	553
V149	15x30	0	553
V150	15x30	0	553
V151	25x60	0	553
V152	25x60	0	553
V153	15x40	0	553
V154	15x40	0	553
V155	25x50	0	553
V156	25x50	0	553

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	25 x 50	0	553
P2	30 x 50	0	553
P3	25 x 50	0	553
P4	25 x 50	0	553
P5	25 x 50	0	553
P6	25 x 50	0	553
P7	25 x 25	0	553
P8	15 x 50	0	553
P9	25 x 50	0	553
P10	25 x 50	0	553
P11	25 x 50	0	553
P12	25 x 70	0	553
P13	25 x 70	0	553
P14	15 x 50	0	553
P15	25 x 25	0	553
P16	25 x 50	0	553
P17	30 x 50	0	553
P18	25 x 50	0	553
P19	25 x 50	0	553
P20	25 x 50	0	553
P21	25 x 50	0	553



Lajes								
Nome	Tipo	Altura (cm)	Dados		Sobrecarga (kgf/m²)			
			Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kgf/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L101	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L102	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L103	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L104	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L105	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L106	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L107	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L108	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L109	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L110	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L111	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L112	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L113	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L114	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L115	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L116	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L117	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L118	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L119	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L120	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L121	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L122	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L123	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L124	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L125	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L126	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L127	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L128	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L129	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L130	Maciça	10	-10	543	250	50	200	-
L131	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L132	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L133	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L134	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L135	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L136	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L137	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L138	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L139	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L140	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L141	Maciça	10	0	553	250	50	200	-
L142	Maciça	10	0	553	250	50	200	-

Características dos materiais		
f _{ck} (kgf/cm²)	Ecs (kgf/cm²)	
250	238000	

Forma do pavimento 2º pavimento
escala 1:100

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	
ALUNO (A): STÉPHANI DE SOUZA LIMA	REVISÃO: N° 01
OBRA: PRÉDIO RESIDENCIAL – ED. RES. PARAÍSO GARDEN	PRANCHA:
CONTEÚDO: PROJETO ESTRUTURAL – VERIFICAÇÃO DE INCÊNDIO FORMAS – 2º PAVIMENTO	03
DATA: JUNHO/2021	