



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Verificação da Segurança Sísmica de um Edifício Existente em Betão Armado

LIZANDRA SEMEDO NETO
(Licenciada em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização de Estruturas

Orientadores:

Doutora Ana Rita Faria Conceição de Sousa Gião

Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes

Júri:

Presidente: Mestre Cristina Ferreira Xavier Brito Machado

Vogais: Doutora Ana Rita Faria Conceição de Sousa Gião

Doutor Luciano Alberto do Carmo Jacinto

Dezembro de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

Verificação da Segurança Sísmica de um Edifício Existente em Betão Armado

LIZANDRA SEMEDO NETO
(Licenciada em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização de Estruturas

Orientadores:

Doutora Ana Rita Faria Conceição de Sousa Gião

Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes

Júri:

Presidente: Mestre Cristina Ferreira Xavier Brito Machado

Vogais: Doutora Ana Rita Faria Conceição de Sousa Gião

Doutor Luciano Alberto do Carmo Jacinto

Dezembro de 2015

Aos meus queridos avós,

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora pela paciência, empenho, dedicação, esforço, disponibilidade, compreensão, conhecimentos transmitidos e, sobretudo, pelos sábios conselhos e incentivo.

Ao meu co-orientador, também pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade e dedicação, um especial obrigado.

Aos meus avós que sempre acreditaram em mim e me motivaram a chegar a esta fase da minha vida.

Aos meus pais por toda a força, apoio e confiança, pelos conselhos que em muito contribuíram para concretizar este objetivo.

Ao meu irmão que sempre foi um exemplo a seguir e um motivo de grande orgulho.

Ao Martim pelo incentivo, apoio incondicional, amor e carinho.

Um especial obrigado à Rita, ao Daniel e ao Bruno, grupo de trabalho que me acompanhou durante o mestrado. Agradeço ainda à Sofia e à Inês pela amizade, palavras de apoio e companheirismo.

À minha família, que sempre acreditou em mim, pelo amor e carinho.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo verificar a segurança sísmica de um edifício existente em betão armado, analisando se este tem capacidade para suportar as exigências sísmicas a que está sujeito.

Como se sabe, atualmente a regulamentação estrutural encontra-se em fase de transição, pelo que passarão a vigorar os Eurocódigos estruturais. Contudo, existem outros regulamentos com igual aceitação a nível internacional com abordagens sísmicas bastante eficazes, como é o caso do Vision 2000. Sendo uma recomendação de referência científica, define quatro níveis de desempenho em função dos danos causados na estrutura, tornando-se numa análise mais abrangente face ao Eurocódigo 8, pelo que se optou pela sua aplicação no estudo a realizar.

Depois de tomada a decisão da abordagem a seguir, elaborou-se um modelo numérico do edifício que permite simular o seu comportamento dinâmico com base numa análise linear, utilizando o programa de cálculo automático estrutural *SAP2000 – Versão 16*. Posteriormente, procedeu-se à calibração do modelo numérico desenvolvido, utilizando ensaios de vibração ambiental já realizados.

Finda a fase da calibração e com os resultados que advêm da modelação do edifício, verifica-se, numa primeira abordagem, o cumprimento dos limites máximos (em termos de deslocamentos) estabelecidos para os quatro níveis de desempenho preconizados no Vision 2000, apesar de se utilizarem alguns pressupostos presentes no Eurocódigo 8.

PALAVRAS-CHAVE: Vision 2000, Eurocódigo 8, Ação sísmica, Ductilidade, Vulnerabilidade sísmica, Capacidade real, Deslocamentos, Verificação da segurança sísmica

ABSTRACT

The present work aims to check the seismic security of an existing building in reinforced concrete, verifying if this one has capacity to support seismic requirements.

As known, at present the structural regulations are in transition period, because the structural Eurocodes will be in use soon. However, there are other regulations with equal international acceptance with quite effective seismic approaches, such as Vision 2000. Vision 2000 is a scientific reference recommendation that defines four performance levels in function of the structural damage and it becomes a more wide analysis comparatively with the Eurocode 8, so it will be applied in this study.

After the decision of the approach to be used, a numerical model of the building was prepared in order to simulate the dynamic behavior based on a linear analysis, using the structural computer program *SAP2000 - Version 16*. Posteriorly, it was proceeded to the calibration of the numerical model using environmental vibration tests already carried out.

Ended the calibration phase and with the results from the building modeling, in a first approach, the for four performance levels recommended in the Vision 2000 were assessed by the fulfillment of the improved drifts, despite of using some presuppositions present in Eurocode 8.

KEYWORDS: Vision 2000, Eurocode 8, Seismic action, Ductility, Seismic vulnerability, Capacity Design, Drifts, Seismic safety verification

ÍNDICE DE TEXTO

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Estruturação da Dissertação.....	5
2. Comportamento Sísmico de Edifícios em Betão Armado	7
2.1. Considerações Iniciais	7
2.2. Dimensionamento Sísmico	7
2.3. Vulnerabilidade Sísmica	8
2.4. Deficiências Estruturais.....	9
2.4.1. Causas Externas	10
2.4.2. Causas Internas	14
2.4.3. Principais Erros Cometidos na Conceção e na Execução de Estruturas	17
2.5. Avaliação Sísmica.....	18
2.5.1. Informação para Avaliação Estrutural	21
2.5.2. Métodos de Análise	23
2.6. Exigências Comportamentais	25
2.6.1. Estado Limite de Colapso Iminente	25
2.6.2. Estado Limite de Danos Significativos.....	25
2.6.3. Estado Limite de Limitação de Danos.....	26
2.7. Vision 2000	27
2.7.1. Matriz de Desempenho	28
2.7.2. Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica.....	29
3. Descrição do Caso de Estudo	31

3.1. Considerações Iniciais	31
3.2. Caracterização do Edifício	31
3.2.1. Pilares e Vigas.....	32
3.2.2. Lajes e Muros de Contenção	34
3.2.3. Núcleo de Betão.....	35
3.2.4. Fundações	35
3.3. Análise dos Elementos Fornecidos	36
3.3.1. Inconformidades Verificadas.....	38
3.4. Materiais	39
3.5. Ações Gravíticas	39
3.5.1. Ações Permanentes	40
3.5.2. Ações Variáveis	41
3.6. Ação Sísmica	41
3.6.1. Critérios de Regularidade Estrutural e Coeficiente de Comportamento	42
3.6.2. Espectro de Resposta de Cálculo	42
3.6.3. Combinação da Ação Sísmica com Outras Ações.....	47
4. Verificação da Segurança do Edifício em Estudo	49
4.1. Considerações iniciais	49
4.2. Modelação do Edifício.....	50
4.3. Análise Dinâmica	51
4.3.1. Ensaio de Vibração Ambiental.....	52
4.3.2. Calibração do Modelo Numérico	58
4.3.3. Análise Modal.....	68
4.4. Análise dos Deslocamentos Relativos Entre Pisos.....	68
4.5. Verificação da Capacidade Resistente	72

4.5.1. Pilares Sísmicos Primários	72
5. Conclusões	97
5.1. Desenvolvimentos Futuros	99
Referências Bibliográficas	101
Sítios da Internet Consultados	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Gaiola Pombalina – (a) Estrutura; (b) Edifício com estrutura da Gaiola Pombalina (Bento e Lopes, 2005).....	1
Figura 2.1 – Impacto entre edifícios vizinhos (Izmit, 1999) – (a) Pounding; (b) Pormenor dos danos causados [2]	10
Figura 2.2 – Danos em edifícios com diferentes alturas (L’Aquila, 2009) [3].....	11
Figura 2.3 – Colapso de vários edifícios por liquefação – (a) sismo de Niigata, 1964 [4]; (b) sismo de Izmit, 1999 [5]	12
Figura 2.4 – Assentamento do edifício devido ao fenómeno de liquefação [5]	12
Figura 2.5 – Deslizamento de terras no sismo de La Conchita (Califórnia) – (a) Em 1995; (b) Em 2005 [6]	13
Figura 2.6 – Falha do sismo de Izmit, 1999 [5]	13
Figura 2.7 – Separação de uma configuração em planta em L (FEMA 454).....	15
Figura 2.8 – Excentricidade entre o centro de massa e o centro de rigidez [7].....	15
Figura 2.9 – Plastificação dos pilares no piso vazado [7].....	16
Figura 2.10 – Ruína por Soft Story: (a) San Fernando, 1971; (b) San Francisco, 1989 [8]	17
Figura 2.11 – Ausência de armadura de confinamento adequada (Izmit, 1999) [5]	17
Figura 2.12 – Metodologia para Avaliação Sísmica de Edifícios Existentes – Adaptado de (Bento e Lopes, 2008)	20
Figura 2.13 – Matriz de desempenho do Vision 2000.....	29
Figura 2.14 – Esquema de avaliação da vulnerabilidade sísmica segundo o Vision 2000 – Adaptado de (Marques, 2008).....	30
Figura 3.1 – Planta do levantamento arquitetónico dos pisos compreendidos entre o 0 e 6º pisos.....	32
Figura 3.2 – Planta de pilares e respetiva numeração dos pisos compreendidos entre o 0 e 6º pisos.....	33

Figura 3.3 – Disposição das vigas nos pisos compreendidos entre o 1º e 6º pisos	33
Figura 3.4 – Disposição das Vigas na Cobertura	34
Figura 3.5 – Muros de contenção – (a) Sub-cave; (b) Cave.....	35
Figura 3.6 – Geometria do núcleo de betão	35
Figura 3.7 – Inconformidade detetada na cave	38
Figura 3.8 – Espectro genérico da componente horizontal da ação sísmica (Oliveira, 2007)	45
Figura 3.9 – Espectro de cálculo para a ação sísmica do tipo 1	46
Figura 3.10 – Espectro de cálculo para a ação sísmica do tipo 2	46
Figura 4.1 – Ângulos correspondentes à geometria do edifício	50
Figura 4.2 – Edifício em estudo – vista 3D	51
Figura 4.3 – Esquema de localização dos sensores para a realização do ensaio de vibração ambiental	52
Figura 4.4 – Simplificação da geometria do piso instrumentado	53
Figura 4.5 – Localização dos sensores para a realização do ensaio de vibração ambiental: (a) Esquema em planta com as respetivas direções e sentidos adotados; (b) Esquema do posicionamento dos sensores numa perspetiva global	53
Figura 4.6 – Sistema de aquisição de dados K2 da Kinematics.....	54
Figura 4.7 – Acelerómetros: (a) Acelerómetro triaxial (Episensor, Modelo ES-T); (b) Acelerómetro uniaxial (Episensor, Modelo ES-U).....	55
Figura 4.8 – Séries temporais de aceleração medidas com o acelerómetro triaxial: (a) Direção X; (b) Direção Y; (c) Direção Z.....	55
Figura 4.9 – Valores singulares normalizados médios da matriz das densidades espectrais de potência	56
Figura 4.10 – Modos de vibração identificados no ensaio de vibração ambiental.....	57
Figura 4.11 – Desnivelamento dos edifícios adjacentes: (a) Lado esquerdo; (b) Lado direito	

Figura 4.12 – Modos de Vibração do Cenário 1.....	62
Figura 4.13 – Modos de Vibração do Cenário 2.....	64
Figura 4.14 – Comparação modos de vibração – Cenário 1.....	66
Figura 4.15 – Comparação modos de vibração – Cenário 2.....	67
Figura 4.16 – Espectro de cálculo para os períodos de retorno preconizados no Vision 2000.....	70
Figura 4.17 – Relação dos deslocamentos relativos com a aceleração do solo e período de retorno	71
Figura 4.18 – Relação dos deslocamentos relativos com a aceleração do solo e período de retorno – Escala logarítmica	72
Figura 4.19 – Indicação dos pilares exemplo	73
Figura 4.20 – Esforço axial reduzido pilar exemplo P2	76
Figura 4.21 – Esforço axial reduzido pilar exemplo P8	76
Figura 4.22 – Diagrama parábola - retângulo	79
Figura 4.23 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 3.....	90
Figura 4.24 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 4	90

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Síntese dos níveis de conhecimento.....	22
Quadro 2.2 – Níveis de inspeção e ensaios.....	23
Quadro 2.3 – Síntese dos Estados Limite	26
Quadro 2.4 – Intensidade sísmica e probabilidade de excedência (Vision 2000).....	28
Quadro 2.5 – Drifts máximos estabelecidos no Vision 2000.....	30
Quadro 3.1 – Pé direito livre dos pisos do edifício	31
Quadro 3.2 – Área e inércia das lajes	34
Quadro 3.3 – Comparação da existência dos pilares no projeto com o levantamento arquitetônico	37
Quadro 3.4 – Propriedades dos materiais.....	39
Quadro 3.5 – Restante carga permanente nas lajes.....	40
Quadro 3.6 – Valores da sobrecarga	41
Quadro 3.7 – Parâmetros para determinação do espectro de resposta.....	44
Quadro 3.8 – Coeficientes para determinação das combinações de ações	47
Quadro 3.9 – Valor quase-permanente da ação sísmica.....	48
Quadro 4.1 – Resumo dos parâmetros dos modos identificados.....	58
Quadro 4.2 – Comparação das frequências experimentais e do modelo preliminar	59
Quadro 4.3 – Valores das frequências numéricas	60
Quadro 4.4 – Percentagens de erro associadas às frequências dos cenários indicados. 60	
Quadro 4.5 – Aceleração à superfície para os períodos de retorno preconizados no Vision 2000.....	69
Quadro 4.6 – Dimensões e áreas das secções transversais dos pilares exemplo	73
Quadro 4.7 – Esforço axial reduzido dos pilares exemplo	74
Quadro 4.8 – Área de armadura longitudinal dos pilares exemplo	77

Quadro 4.9 – Momentos resistentes nas extremidades do pilar exemplo P2 - em torno do eixo x	79
Quadro 4.10 – Momentos resistentes nas extremidades do pilar exemplo P2 - em torno do eixo y	80
Quadro 4.11 – Armadura transversal nos pilares	82
Quadro 4.12 – Espaçamento máximo entre as armaduras transversais do pilar exemplo P2	83
Quadro 4.13 – Comprimento da zona crítica para o pilar exemplo P2	83
Quadro 4.14 – Espaçamento entre as cintas nas zonas críticas do pilar exemplo P2	84
Quadro 4.15 – Esforço transversal de cálculo do pilar exemplo P2	85
Quadro 4.16 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal ...	87
Quadro 4.17 – Esforço transversal resistente máximo – Pilar exemplo P2	88
Quadro 4.18 – Averiguação da armadura de esforço transversal mínima necessária para que se verificasse o esforço transversal – Pilar exemplo P2.....	91
Quadro 4.19 – Armadura de confinamento.....	92
Quadro 4.20 – Parâmetros para a verificação da armadura de confinamento	93
Quadro 4.21 – Verificação da armadura de confinamento – Pilar exemplo P2.....	94

SIMBOLOGIA

LATINAS MAIÚSCULAS

A_c	Área da secção transversal de betão
A_{Ed}	Valor de cálculo da ação sísmica
A_{s1}	Área de armadura tracionada
A_{s2}	Área de armadura comprimida
$A_{s,máx}$	Área de armadura longitudinal máxima
$A_{s,mín}$	Área de armadura longitudinal mínima
A_{sw}	Área de armadura transversal
$G_{k,j}$	Valor característico da ação permanente
M_1 e M_2	Momento nas extremidades dos pilares
$M_{RC,i}$	Valor de cálculo do momento resistente do pilar na extremidade i no sentido do momento fletor sísmico no sentido considerado da ação sísmica
M_{Rd}	Momento fletor resistente
N_{Ed}	Esforço axial atuante
P_k	Valor característico de uma ação de pré-esforço
PP_{parede}	Peso Próprio da parede
$RCP_{vigas\ bordo}$	Restante Carga Permanente das vigas de bordo
S	Coefficiente do solo
$S_d(T)$	Espectro de cálculo
S_{max}	Coefficiente máximo do solo
T	Período de vibração de um sistema linear com um grau de liberdade
T_1	Período de vibração fundamental do edifício para o movimento lateral na direção considerada
T_B	Limite inferior do período no patamar da aceleração espectral constante
T_C	Limite superior do período no patamar da aceleração espectral constante

T_D	Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante
T_k	Período de vibração do modo k
T_{LR}	Período de retorno de referência
T_L	Período de retorno
V_{Ed}	Esforço transversal de cálculo
V_{Rd}	Esforço transversal resistente
$V_{Rd,máx}$	Esforço transversal resistente máximo

LATINAS MINÚSCULAS

a_g	Valor de cálculo da aceleração à superfície para um terreno do tipo A
a_{gR}	Aceleração à superfície de referência
b	Largura da secção transversal
b_0	Largura do núcleo confinado
b_c	Largura bruta da secção transversal
b_i	Distância entre varões consecutivos abraçados
b_w	Menor largura da secção transversal
d	Altura útil da secção transversal
d_{bL}	Diâmetro de um varão longitudinal
f_{cd}	Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão
f_{yd}	Valor de cálculo da tensão de cedência do aço das armaduras de betão armado
f_{ywd}	Valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras de esforço transversal
h	Altura da secção transversal
h_0	Altura do núcleo confinado
h_c	Maior dimensão da secção transversal do pilar
h_{parede}	Altura da parede
k	Número de modos considerados
l	Altura do piso

l_{cl}	Comprimento livre do pilar
l_{cr}	Comprimento da zona crítica
n	Número total de varões longitudinais abraçados lateralmente por cintas ou ganchos
q	Coeficiente de comportamento
q_0	Valor básico do coeficiente de comportamento
s	Espaçamento entre as cintas
$s_{cl,máx}$	Espaçamento entre os varões da armadura transversal
x	Altura comprimida da secção
z	Braço binário das forças interiores

GREGAS MAIÚSCULAS

$\Sigma\Psi_{2,i}.Q_{k,j}$	Valor quase-permanente da ação variável
$\Psi_{E,i}$	Coeficiente de combinação para uma ação variável i , a utilizar no cálculo dos esforços sísmicos de cálculo
$\Psi_{2,i}$	Coeficiente de combinação para o valor quase-permanente de uma ação variável i

GREGAS MINÚSCULAS

α_{cw}	Coeficiente que tem em conta o estado de tensão no banzo comprimido
α_u/α_1	Coeficiente de sobrerresistência
β	Coeficiente correspondente ao limite inferior do espectro de cálculo horizontal
γ_I	Coeficiente de importância
γ_{Rd}	Coeficiente que tem em conta a sobrerresistência por endurecimento do aço e o confinamento do betão da zona de compressão de secção
$\epsilon_{sy,d}$	Valor de cálculo da extensão de cedência à tração do aço
η	Coeficiente de correlação do amortecimento
Θ	Deslocamento relativo entre pisos
μ_ϕ	Fator de ductilidade em encurvatura

ξ	Coeficiente de amortecimento
ϕ	Fator de redução
ω_{wd}	Taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas

ACRÓNIMOS

CI	Colapso Iminente
ECO	Eurocódigo 0: NP EN 1990:2009
EC1	Eurocódigo 1: EN NP 1991-1-1:2009
EC2-1	Eurocódigo 2: NP EN 1992-1-1:2010
EC8	Eurocódigo 8
EC8-1	Eurocódigo 8 – Parte 1: NP EN 1998-1:2010
EC8-3	Eurocódigo 8 – Parte 3: EN 1998-3:2005
FC	Fator de Confiança
DS	Danos Significativos
LD	Limitação de Danos
NC	Nível de Confiança
PP	Peso Próprio
RCP	Restante Carga Permanente
REBA	Regulamento de Estruturas de Betão Armado
REBAP	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado
RSA	Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes
RSCCS	Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos
RSEP	Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes
SC	Sobrecarga
SEAOC	Structural Engineers Association Of California

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Geograficamente, Portugal situa-se a norte da fronteira entre as placas Euro-Asiática e Africana e a oeste da falha dorsal do oceano Atlântico. Esta localização coloca o país numa zona com a possibilidade de ocorrências sísmicas. Neste contexto, as estruturas construídas em Portugal devem incluir no seu dimensionamento o efeito da ação sísmica, com vista à minimização dos danos que possam ocorrer em caso de atividade sísmica.

Após o terramoto de 1755, a reconstrução da baixa de Lisboa foi realizada com base numa construção anti-sísmica, vulgarmente conhecida por gaiola pombalina (Figura 1.1). Este tipo de construção utilizou uma estrutura de madeira revestida por alvenaria de pedra, acabando por conduzir a estruturas com paredes resistentes, com uma boa capacidade de absorção de deslocamentos e resistentes à flexão, compressão e tração. Deste modo, em caso de nova ocorrência sísmica, os danos estruturais seriam minimizados e existiria uma redução significativa nas perdas humanas.

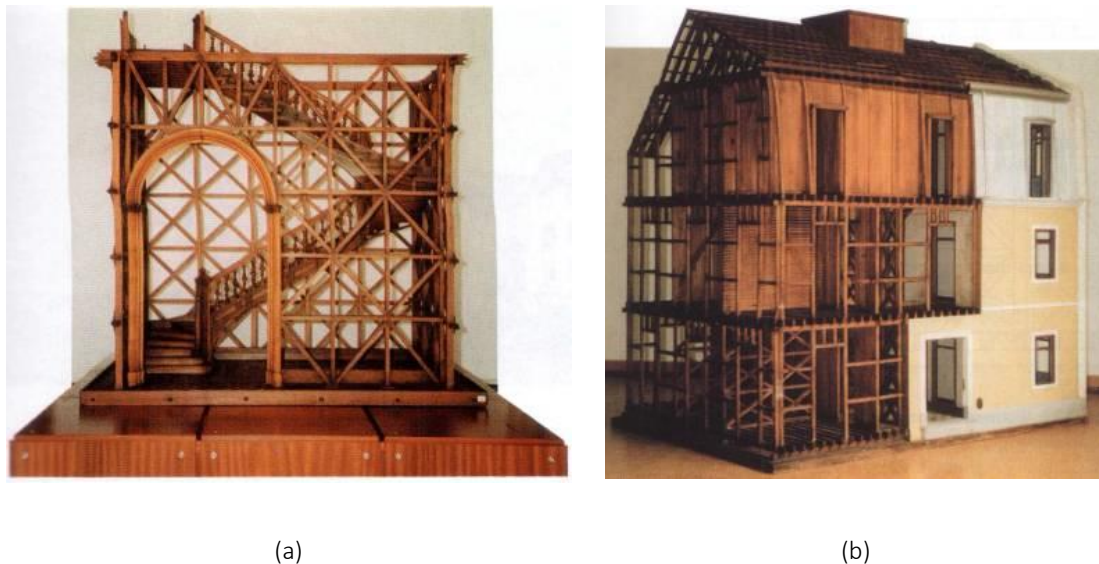


FIGURA 1.1 – Gaiola Pombalina – (a) Estrutura; (b) Edifício com estrutura da Gaiola Pombalina
(Bento e Lopes, 2005)

Contudo, com o passar dos anos as boas práticas de construção caíram em desuso pelo facto de não se verificarem novos abalos sísmicos de elevada intensidade num longo intervalo de tempo, acabando por conduzir ao abandono da técnica da gaiola pombalina

e, conseqüentemente, alterações estruturais nas últimas. As novas técnicas construtivas não foram guiadas por uma regulamentação sísmica (época anterior à publicação dos regulamentos sísmicos), pelo que muitos dos edifícios construídos nessa altura apresentam um nível de segurança bastante duvidoso.

Em 1958 foi publicado o RSCCS, tendo sido a primeira norma portuguesa a referir a ação sísmica. Posteriormente, nos anos 60, entraram em vigor novos regulamentos que também contabilizavam a ação sísmica no dimensionamento de edifícios, nomeadamente o RSEP e o REBA. O RSEP define as solicitações a considerar no dimensionamento das estruturas e, por sua vez, o REBA introduziu a verificação aos Estados Limite (Pipa, 2009).

No entanto, as normas publicadas nos anos 60 não faziam uma abordagem sísmica eficaz, pelo que se tornou crucial fazer uma atualização regulamentar que assegurasse a segurança sísmica das estruturas. Por conseguinte, a implementação do RSA, em 1983, veio atualizar a intensidade da ação sísmica e aumentar o grau de exigência requerido na modelação das estruturas, bem como os efeitos provocados pela referida ação (Appleton, 2008).

As construções em betão armado realizadas antes dos anos 80 apresentam deficiências estruturais que afetam a segurança das mesmas, nomeadamente, baixas taxas de armadura em pilares, deficiente pormenorização tanto da armadura transversal de esforço transversal como da armadura de confinamento, deficiente amarração das armaduras longitudinais, irregularidade na rigidez do betão e, conseqüentemente, baixa resistência do mesmo, entre outras (Appleton e Saraiva, 2006; Costa, Pinto e Varum, 2002).

Neste contexto, é cada vez mais importante dimensionar as estruturas para a ação sísmica, com vista a prevenir e controlar o seu comportamento durante a ocorrência de um sismo de elevada intensidade (Appleton e Saraiva, 2006).

Para evitar o colapso da estrutura durante um abalo sísmico e por questões económicas, assume-se que a estrutura pode apresentar danos, tirando-se o máximo partido da ductilidade das mesmas.

Devido ao risco médio de sismicidade em Portugal, a importância da Engenharia Sísmica tem aumentado e a avaliação sísmica dos edifícios existentes demonstra-se bastante

importante, uma vez que muitas dessas construções foram projetadas sem a contabilização da ação sísmica e/ou por não apresentarem um grau de segurança aceitável para este tipo de ação.

Posteriormente, mais precisamente nos anos 90, com o intuito de uniformizar as técnicas construtivas a nível europeu, surgiu novamente a necessidade de se proceder a uma atualização da regulamentação. Com efeito, foram desenvolvidos os Eurocódigos estruturais, sendo o Eurocódigo 8 a norma que se refere ao dimensionamento sísmico, tendo como principal objetivo garantir a segurança das estruturas, assegurando, assim, a proteção de vidas humanas, a minimização de perdas económicas e a garantia do apoio da proteção civil e do corpo de bombeiros em caso de atividade sísmica.

O Eurocódigo 8, para além de dar resposta às lacunas presentes nos regulamentos anteriores, trata-se de uma norma mais abrangente e exigente e dedica uma das partes que o constituem à avaliação e ao reforço de edifícios existentes – EC8-3 –, para além de apresentar uma nova filosofia de dimensionamento, nomeadamente o dimensionamento através do conceito de *Capacity Design*.

Esta nova abordagem fundamenta-se em forçar um comportamento não linear na estrutura, conseguindo-se explorar ao máximo a ductilidade da mesma. Isto é, consiste em definir elementos com capacidade para resistirem a forças laterais para dissiparem energia por meio de grandes deformações impostas pelos sismos. Este mecanismo de dissipação de energia é conseguido através da formação de rótulas plásticas nas zonas críticas dos referidos elementos, podendo-se evitar roturas frágeis (Paulay e Priestley, 1992).

No entanto, existem outras normas a nível mundial que conferem uma boa resposta às necessidades de conceção sísmica e, conseqüentemente, níveis de segurança elevados, sendo igualmente viáveis e eficazes. O Vision 2000, desenvolvido pelo comité SEAOC, é um bom exemplo do referido anteriormente, uma vez que define quatro níveis de ação sísmica, isto é, níveis de desempenho que correspondem aos danos estruturais do edifício, com base numa abordagem baseada nos deslocamentos relativos entre pisos, estabelecendo limites máximos para os mesmos de forma independente do tipo de sistema estrutural, possibilitando uma análise mais abrangente.

Por outro lado, o EC8-3 trata-se de uma norma bastante rigorosa, complexa e de difícil aplicação devido ao facto de ainda não existir um anexo nacional em Portugal que mencione quais os estados limite a verificar e a intensidade da ação sísmica a considerar, traduzida por períodos de retorno.

Apesar da iminente entrada em vigor dos Eurocódigos em Portugal e tendo em conta os pressupostos acima mencionados, o Vision 2000 é uma recomendação com elevada aceitação científica e, tratando-se de uma recomendação de referência internacional, será a utilizada no presente Trabalho Final de Mestrado (TFM), no entanto serão usados alguns pressupostos do Eurocódigo 8.

1.2. OBJETIVOS

O presente Trabalho Final de Mestrado tem como objetivo proceder à verificação da segurança sísmica de um edifício existente em betão armado, cujas características serão descritas no subcapítulo 3.2.

Com vista à caracterização e avaliação do comportamento da estrutura em betão armado quando solicitada pela ação sísmica, foi necessário conceber um modelo numérico que permitiu a simulação do comportamento dinâmico da estrutura. Para tal recorreu-se ao programa de cálculo automático estrutural *SAP2000 – versão 16*, sendo que esta fase pressupõe o conhecimento de parâmetros e características relativas à estrutura que são de fundamental importância para a referida modelação, nomeadamente: a geometria da estrutura, os materiais utilizados, as dimensões das secções dos elementos estruturais e o tipo de utilização do edifício, essencial para a definição das ações e combinações de ações. Foi realizada uma análise linear, com vista à obtenção dos modos de vibração, frequências próprias e à obtenção da resposta da estrutura para as ações impostas.

Uma vez terminado o modelo numérico, proceder-se-á à calibração do mesmo tendo por base ensaios de vibração ambiental já realizados (pelos engenheiros Paulo Mendes e Ana Rita Gião) e, por fim, com base nos resultados provenientes do modelo foi possível estudar a segurança sísmica do edifício existente em betão armado, verificando se cumpre os requisitos dispostos no Vision 2000.

1.3. ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Com vista a atingir os objetivos mencionados em 1.2, organizou-se o trabalho em 5 capítulos, apresentando-se de seguida um resumo de cada um deles.

Primeiramente, no capítulo 1, enquadra-se o tema do Trabalho Final de Mestrado, explicitando tanto o seu âmbito como o seu objetivo e apresenta-se, ainda, a organização adotada de modo a garantir uma boa compreensão do tema a desenvolver.

Posteriormente, no capítulo 2, sendo o objetivo do trabalho avaliar o desempenho sísmico de um edifício existente em betão armado, procedeu-se à exposição da definição de vulnerabilidade sísmica, bem como dos aspetos condicionantes, como por exemplo as deficiências estruturais que conferem às estruturas maior vulnerabilidade face aos sismos. Faz-se também uma abordagem relativa aos aspetos de maior relevância inerentes à avaliação sísmica, salientam-se as exigências comportamentais a impor às estruturas de acordo com a limitação do estado de danos e as metodologias para dimensionamento sísmico presentes no Eurocódigo 8. Neste capítulo, aborda-se o Vision 2000 e as disposições preconizadas, tendo em conta que será a recomendação utilizada na presente dissertação.

Seguidamente, no capítulo 3, apresenta-se a descrição do caso de estudo do trabalho, referindo não apenas as características do edifício mas também as não conformidades detetadas na apreciação dos elementos fornecidos, os materiais utilizados e as ações a que está sujeito, salientando a ação sísmica.

O capítulo 4 aborda as hipóteses e simplificações adotadas para a modelação da estrutura, bem como a análise dinâmica realizada. Finda a modelação do caso de estudo exposto no capítulo anterior, este capítulo tem como objetivo proceder à análise dos resultados obtidos e à verificação da segurança sísmica do edifício.

Por último, são apresentadas, no Capítulo 5, as conclusões gerais do estudo realizado e apresentam-se alguns possíveis desenvolvimentos futuros.

2. COMPORTAMENTO SÍSMICO DE EDIFÍCIOS EM BETÃO ARMADO

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O comportamento sísmico de um edifício relaciona-se com a vulnerabilidade sísmica do mesmo, que por sua vez depende de aspetos definidos em 2.3 da presente dissertação.

Uma das formas mais eficazes de prevenir danos severos nas estruturas durante e após abalos sísmicos passa por uma boa conceção a nível de projeto.

Atualmente, com base na experiência acumulada no domínio da Engenharia Sísmica, atualizou-se a regulamentação e foram desenvolvidas várias ferramentas que permitem simular e controlar o comportamento dinâmico das estruturas durante uma ocorrência sísmica de elevada intensidade, sendo possível prever a localização e a extensão dos danos.

No que respeita a edifícios existentes, devido à ineficácia da regulamentação face à ação sísmica que vigorava na época da sua construção – anos 80 –, é difícil fazer-se o controlo e redução da vulnerabilidade sísmica, uma vez que a falta de rigor na conceção já se encontra instalada nas estruturas. Por conseguinte, torna-se importante proceder a uma avaliação sísmica com vista a se perceber se esses edifícios têm capacidade resistente durante a ocorrência de sismos.

2.2. DIMENSIONAMENTO SÍSMICO

A regulamentação respeitante ao projeto sismo-resistente de estruturas em betão armado que se encontra atualmente em vigor é composta por duas normas, nomeadamente o RSA e o REBAP. No entanto, na tentativa de harmonizar as técnicas e metodologias construtivas a nível europeu, surgem os Eurocódigos estruturais. É o Eurocódigo 8 que contempla as disposições regulamentares referentes ao projeto sismo-resistente.

Trata-se de um regulamento mais abrangente, exigente e atual, para além de constituir um documento comum a todos os Estados-Membros, sendo complementado por Anexos Nacionais em cada país.

O EC8 baseia-se no conceito de *Capacity Design*. Esta filosofia consiste em tirar o máximo partido da ductilidade e da capacidade de dissipação de energia da estrutura, evitando roturas frágeis e possibilitando prever e controlar o seu comportamento (Appleton e Saraiva, 2006).

Ressalve-se que a capacidade de dissipação de energia deve ser garantida a nível global, os elementos secundários devem deformar-se conjuntamente com os elementos primários sem que deixem de suportar cargas verticais e as zonas críticas devem ter uma capacidade de dissipação de energia elevada (Silva, 2007).

2.3. VULNERABILIDADE SÍSMICA

A vulnerabilidade sísmica de um edifício traduz-se pela probabilidade de sofrer danos aquando de um fenómeno sísmico, sendo afetada pelos fatores que condicionam e reduzem o bom comportamento estrutural, nomeadamente, deficiente conceção na fase de projeto e graves erros executados durante a fase de construção. De seguida são especificados alguns aspetos:

- Tipo de materiais usados;
- Tipo de solo;
- Estado de conservação;
- Número de pisos;
- Regularidade em planta e em altura;
- Distribuição da massa;
- Qualidade da construção;
- Época de construção;
- Tipo de utilização da estrutura;
- Técnicas construtivas pouco adequadas para a zona onde se vai construir;
- Configuração dos elementos estruturais, como sejam as suas dimensões e a forma (Coelho, 2003).

Deste modo, para um bom comportamento sísmico, é fundamental reduzir a vulnerabilidade sísmica.

As construções antigas constituem casos de maior complexidade por terem sido dimensionados com efeitos da ação sísmica bastante ineficazes ou até mesmo sem a sua inclusão. É evidente que nem todos os edifícios construídos antes dos anos 60 apresentam uma vulnerabilidade sísmica elevada, como é o caso da solução original da gaiola pombalina. Consequentemente, a melhor forma de diminuir a vulnerabilidade destas estruturas passa pela avaliação sísmica e posterior reabilitação, reforço ou até mesmo substituição.

Por outro lado, no que concerne a novas construções, a regulamentação que atualmente se encontra em vigor obriga à contabilização da ação sísmica no seu dimensionamento, logo é mais fácil controlar a sua vulnerabilidade sísmica, uma vez que devido à experiência acumulada já foram implementadas melhorias a nível de dimensionamento na fase de projeto, nomeadamente através dos Eurocódigos Estruturais, e devido a um maior rigor na fase de construção.

2.4. DEFICIÊNCIAS ESTRUTURAS

Durante a ocorrência de um abalo sísmico, os seus efeitos verificar-se-ão precisamente nas zonas de maior fragilidade das estruturas e onde se evidenciam as deficiências estruturais.

O processo de dimensionamento é uma das fases mais importantes no que concerne à redução da vulnerabilidade sísmica de edifícios, uma vez que é no dimensionamento que se deve ter em conta a ação sísmica, bem como os efeitos que esta pode causar nas estruturas. Aquando da elaboração do projeto devem ser contabilizadas e estudadas todas as situações que conduzem a danos excessivos nas estruturas e coloquem em risco vidas humanas.

De seguida destacam-se as causas, tanto externas como internas, que influenciam o comportamento sísmico dos edifícios.

2.4.1. CAUSAS EXTERNAS

Relacionam-se com o meio de envolvência do edifício e com as condições da topografia local.

2.4.1.1. EDIFÍCIOS ADJACENTES

Edifícios adjacentes com características dinâmicas diferentes vibram de forma assíncrona podendo colidir entre si. O choque entre edifícios, fenómeno denominado por *Pounding*, deve-se à espessura reduzida da junta adotada, não sendo a junta existente capaz de absorver os movimentos causados, uma vez que as amplitudes geradas são superiores à sua espessura (Bhatt, 2007).

Na Figura 2.1 é possível observar o embate ocorrido entre os edifícios, após o abalo sísmico de Izmit, em 1999 na Turquia. A variação de massa e de altura entre os três edifícios e a provável inexistência ou insuficiente espessura de junta gerou o efeito de *Pounding*, conduzindo à concentração de esforços na zona de descontinuidade tanto no edifício central como no edifício da direita (Bhatt, 2007).



(a)

(b)

FIGURA 2.1 – Impacto entre edifícios vizinhos (Izmit, 1999) – (a) *Pounding*; (b) Pormenor dos danos causados [2]

É evidente que quando ocorre este fenómeno, devido à concentração de esforços na descontinuidade entre edifícios, a estrutura mais flexível nessa zona será a que

apresentará danos mais graves. Ilustra-se na Figura 2.2 os danos provocados no edifício da direita no sismo de L'Aquila em Itália ocorrido em 2009.



FIGURA 2.2 – Danos em edifícios com diferentes alturas (L'Aquila, 2009) [3]

2.4.1.2. TOPOGRAFIA

As fundações têm como função transmitir as solicitações dos edifícios ao solo, pelo que o local e o tipo de solo onde são implantadas representam um parâmetro de fulcral importância no que respeita à estabilidade do edifício (Bhatt, 2007).

Solos de natureza arenosa são suscetíveis da ocorrência do fenómeno de liquefação quando se encontram saturados. A liquefação é caracterizada pelo aumento da pressão da água intersticial do solo arenoso durante uma atividade sísmica, que conduz a um comportamento líquido das partículas do solo, reduzindo consideravelmente a capacidade resistente do mesmo (Bhatt, 2007). Verifica-se na Figura 2.3 que diversos edifícios colapsaram como um todo no sismo de Niigata em 1964, no Japão e no sismo de Izmit, em 1999, na Turquia.



FIGURA 2.3 – Colapso de vários edifícios por liquefação – (a) sismo de Niigata, 1964 [4]; (b) sismo de Izmit, 1999 [5]

Na Figura 2.4 é possível observar o enorme assentamento do edifício, também no sismo de Izmit em 1999.



FIGURA 2.4 – Assentamento do edifício devido ao fenómeno de liquefação [5]

Por outro lado, devem ser evitados terrenos com declives elevados, pois com a atividade sísmica dá-se um desequilíbrio na distribuição das forças na encosta e as forças atuantes superam as forças resistentes do solo, ficando vulneráveis a deslizamentos. Edifícios próximos de vertentes muito inclinadas ficam sujeitas a soterramentos, tal como

aconteceu em La Conchita, em 1995, na Califórnia e posteriormente no mesmo local em 2005 (Figura 2.5) (Bhatt, 2007).



FIGURA 2.5 – Deslizamento de terras no sismo de La Conchita (Califórnia) – (a) Em 1995; (b) Em 2005 [6]

Do mesmo modo, não se deve construir em zonas de falhas ativas, uma vez que as ondas sísmicas se fazem sentir com maior intensidade nas proximidades da falha, provocando fendilhação no solo de fundação, podendo originar desníveis elevados (Figura 2.6).

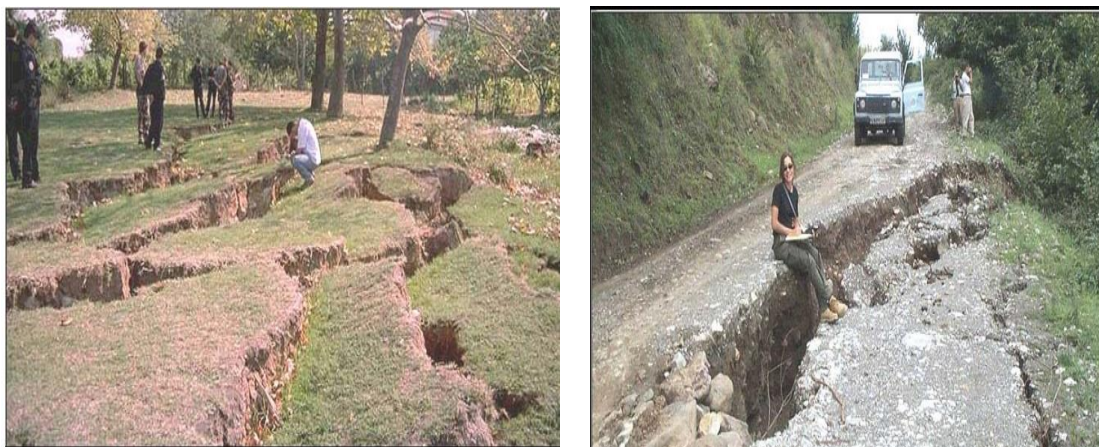


FIGURA 2.6 – Falha do sismo de Izmit, 1999 [5]

2.4.2. CAUSAS INTERNAS

As causas internas que contribuem para um comportamento estrutural menos eficaz e que reduzem a sua capacidade, relacionam-se com a conceção do projeto, pelo que devem ser tomados em consideração aspetos que garantam que a estrutura possua capacidade de dissipação de energia, com vista a evitar roturas frágeis.

2.4.2.1. SISTEMA ESTRUTURAL

As estruturas de betão armado podem apresentar um dos seguintes sistemas estruturais:

- Sistema em pórtico: este tipo de sistema estrutural é constituído por pilares e vigas e trata-se de um sistema com uma boa capacidade resistente ao sismo;
- Sistema de paredes: é constituído por paredes e um núcleo, pelo que a sua resistência é assegurada pelas paredes verticais de betão;
- Sistema misto: tratam-se de estruturas compostas por pórticos aos quais se adicionam paredes e núcleos de betão, nomeadamente para caixas de escadas e de elevadores.

2.4.2.2. LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS

Uma boa ligação entre elementos resistentes de uma estrutura confere uma distribuição de esforços mais uniforme e aumenta a ductilidade da mesma (Bhatt, 2007).

2.4.2.3. UNIFORMIDADE, SIMETRIA E REDUNDÂNCIA

A uniformidade em planta consiste numa distribuição regular dos elementos estruturais. Assim sendo, devem evitar-se plantas com formas em C, H, L, T e U, pelo facto de este tipo de configurações se comportarem como partes independentes rígidas, para além de não conseguirem garantir o efeito de diafragma ao nível dos pisos.

Quando as plantas dos edifícios apresentam as configurações referidas, estas devem ser separadas em formas compactas e convexas, para que assegurem o comportamento de diafragma rígido entre pisos (Bhatt, 2007).

Na Figura 2.7, pode verificar-se a separação de um edifício com planta em L.

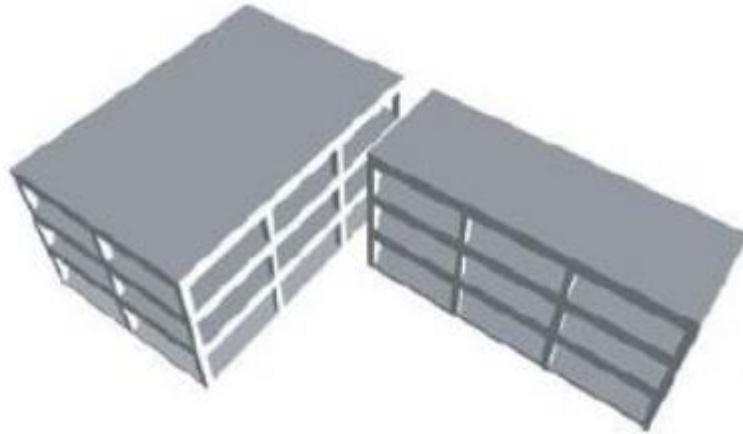


FIGURA 2.7 – Separação de uma configuração em planta em L (FEMA 454)

Por sua vez, estruturas assimétricas conduzem a situações em que se geram excentricidades entre o centro de massa e o centro de rigidez, provocando efeitos de torção no piso. A Figura 2.8 mostra a distância significativa entre o centro de massa e de rigidez, em planta, bem como a ruína causada no edifício devido ao efeito de torção (Bhatt, 2007).

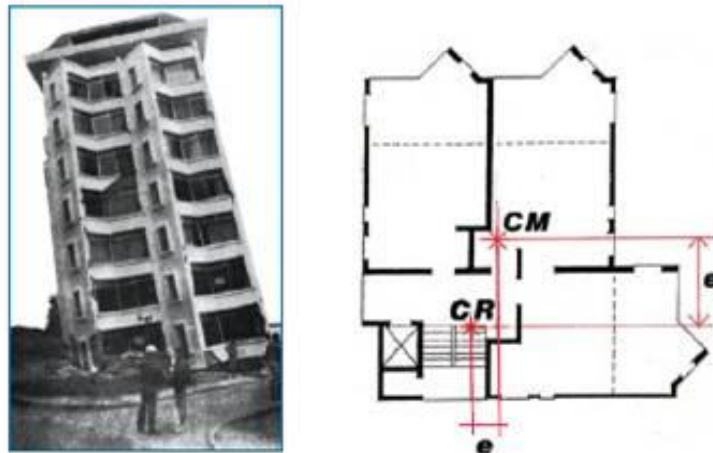


FIGURA 2.8 – Excentricidade entre o centro de massa e o centro de rigidez [7]

Por último, a redundância baseia-se no número de ligações entre os vários elementos da estrutura, por forma a garantir a redistribuição e dissipação de energia. O aumento da redundância proporciona um aumento da capacidade de dissipação de energia da estrutura (Bhatt, 2007).

2.4.2.4. REGULARIDADE EM ALTURA

A regularidade em altura é afetada por variações bruscas quer de massa quer de rigidez, visto que essas variações provocam elevadas concentrações de tensões e consequente aumento das exigências de ductilidade (Silva, 2007).

Uma solução bastante frequente de irregularidade em altura é o vazamento de pisos (normalmente trata-se do piso térreo), em situação de projeto ou em fases posteriores à construção. O piso vazado é menos rígido que os restantes devido a interrupção de elementos resistentes, situação que induz uma elevada concentração dos esforços na transição entre o piso vazado e o piso não vazado, exigindo-se uma grande capacidade de ductilidade e resistência dos pilares que sustentam a massa acima do piso, que acabam por plastificar (ver Figura 2.9) (Bhatt, 2007; Silva, 2007). Este mecanismo é denominado por *Soft Story*.

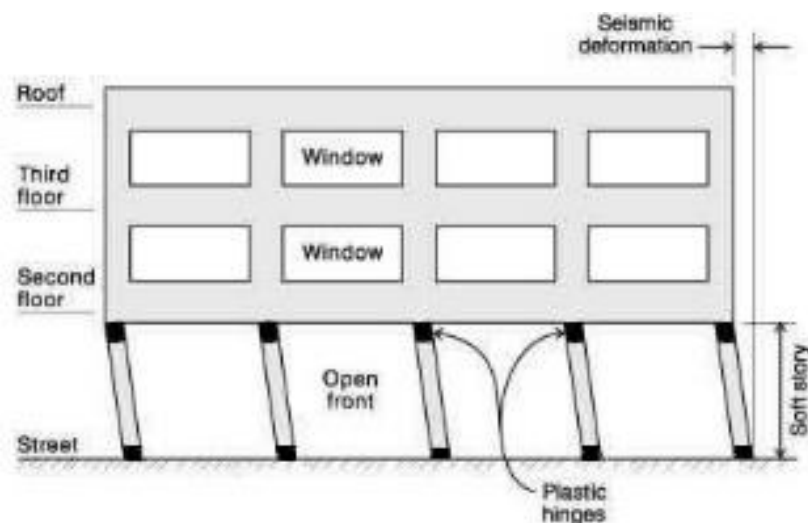


FIGURA 2.9 – Plastificação dos pilares no piso vazado [7]

Na Figura 2.10 é possível verificar os vazamentos existentes no piso térreo, bem como a plastificação dos pilares, após a ocorrência de um sismo.



(a)

(b)

FIGURA 2.10 – Ruína por Soft Story: (a) San Fernando, 1971; (b) San Francisco, 1989 [8]

2.4.2.5. FUNDAÇÕES

A ligação entre as fundações e a superestrutura deve assegurar a transmissão dos esforços por parte do edifício ao solo.

2.4.3. PRINCIPAIS ERROS COMETIDOS NA CONCEÇÃO E NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS

A vulnerabilidade sísmica também é influenciada pela falta de rigor aquando da elaboração do projeto e/ou posteriormente na fase de construção.

De entre uma vasta variedade de erros, destacam-se os seguintes:

- Reduzida armadura de confinamento (Figura 2.11);



FIGURA 2.11 – Ausência de armadura de confinamento adequada (Izmit, 1999) [5]

- Piso vazado: Esta situação pode conduzir a mecanismos de rotura por *Soft Story*, devido à súbita interrupção tanto de massa como de rigidez (normalmente no piso térreo) ou por descontinuidades verificadas ao longo da altura do edifício (Ver Figura 2.10);
- Pilar-fraco Viga-forte: Mecanismo que conduz à formação de rótulas plásticas nos pilares, contrariamente ao preconizado no EC8 que se fundamenta no conceito de *Capacity Design*;
- Deficiente betonagem dos elementos estruturais;
- Falta de linearidade dos eixos dos pilares;
- Comprimentos de amarração reduzidos;
- Fraca qualidade dos materiais utilizados;
- Ligação deficiente entre elementos estruturais e paredes de alvenaria;
- Modificações a nível do projeto no decorrer da obra sem aviso prévio;
- Falta de fiscalizações periódicas.

2.5. AVALIAÇÃO SÍSMICA

Um dos problemas inerentes às construções antigas prende-se ao facto de estas não terem sido dimensionados com base em regulamentos com uma abordagem sísmica eficaz e, ainda, a possível existência de deficiências estruturais ocultas e de danos provocados por sismos anteriores ou ações acidentais dos quais não se tenha conhecimento, contrariamente ao que acontece no caso de estruturas novas, onde é possível ter um conhecimento mais abrangente acerca das mesmas. Neste contexto, subentende-se que os edifícios antigos são os que merecem especial atenção.

Com efeito, a Parte 3 do Eurocódigo 8 contempla um procedimento para a avaliação sísmica que permite identificar as deficiências estruturais e as fragilidades das estruturas, tendo como objetivo verificar se estas resistem à ação sísmica quando solicitadas. Outros dos objetivos são a determinação do nível de segurança da estrutura e o conhecimento das características da estrutura, de modo a que o seu possível reforço seja o mais apropriado possível.

Numa fase inicial, deve-se proceder à recolha de informação sobre o edifício em estudo, complementada com inspeções “in situ” e, eventualmente, campanhas de ensaios experimentais para caracterização mecânica dos materiais, de modo a que se consiga atribuir às estruturas um nível de conhecimento que permite associar-lhes um fator de confiança e escolher o método de análise a aplicar no modelo numérico (Appleton e Saraiva, 2006).

Com base nos resultados obtidos e terminada a análise, verifica-se se existe a necessidade de reforçar o edifício e quais as técnicas mais adequadas a implementar. Na Figura 2.12 ilustra-se de forma esquemática a metodologia para a avaliação sísmica de edifícios existentes.

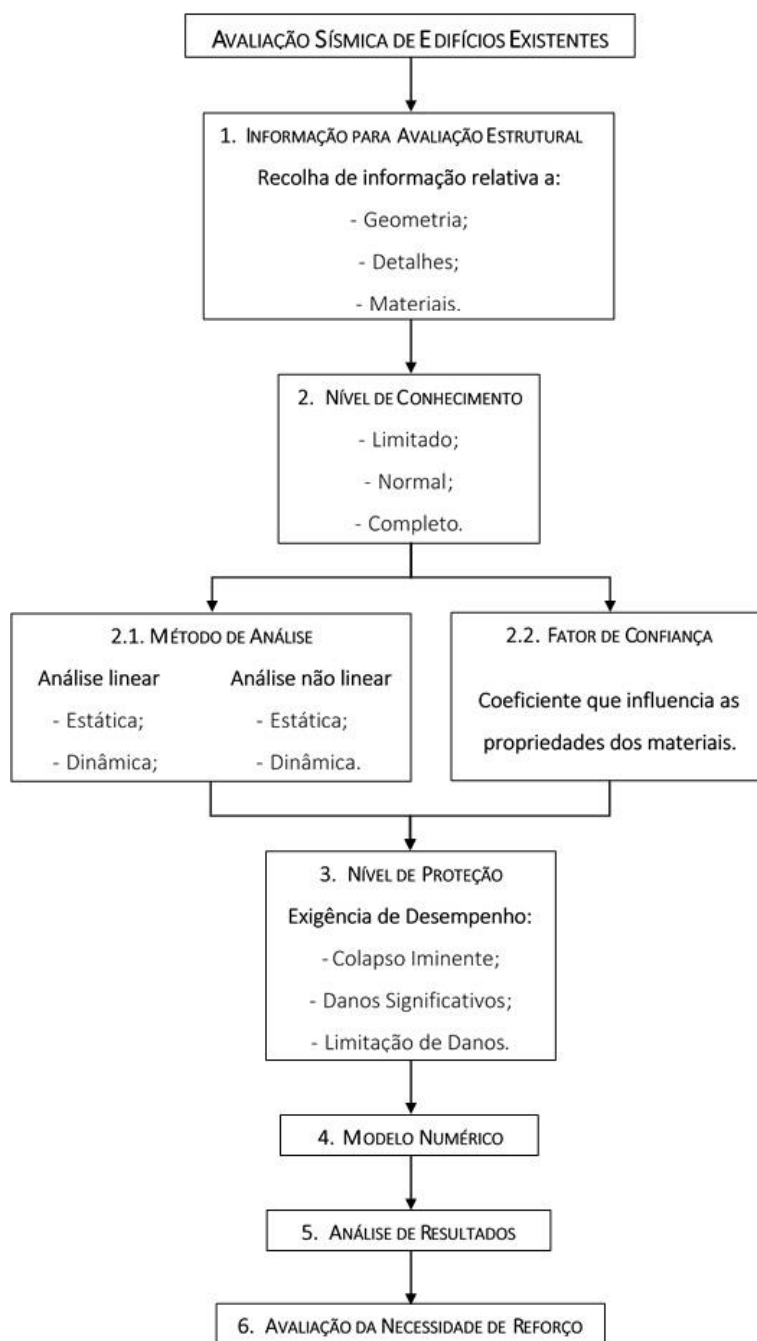


FIGURA 2.12 – Metodologia para Avaliação Sísmica de Edifícios Existentes – Adaptado de (Bento e Lopes, 2008)

Ressalve-se que o processo de avaliação preconizado na Parte 3 do Eurocódigo 8 deve ser feito em conformidade com as disposições presentes na primeira parte do mesmo Eurocódigo, uma vez que este baseia-se nos métodos gerais de análise que constam na Parte 1 do EC8, fazendo as modificações necessárias sempre que assim se justifique.

2.5.1. INFORMAÇÃO PARA AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

A recolha de informação sobre uma estrutura existente permite determinar o nível de conhecimento do edifício e conhecer parâmetros importantes para a modelação numérica da mesma.

A informação deve ser proveniente de documentos aos quais se consiga ter acesso, inspeções e, quando necessário, ensaios in-situ e testes laboratoriais, de modo a se comprovar que a execução da obra foi realizada consoante o descrito no projeto.

Note-se que com vista à minimização de eventuais erros, toda a informação recolhida deve ser cruzada e analisada cuidadosamente.

Por conseguinte, a informação reunida deve relacionar-se com os seguintes aspetos:

- Identificação do sistema estrutural e da sua conformidade com os critérios de regularidade preconizados na Parte 1 do EC8;
- Identificação da solução usada nas fundações do edifício, bem como das propriedades do solo, de acordo com a EN 1998-1:2010;
- Informações relativas às dimensões e propriedades dos elementos estruturais e respetivo estado de conservação;
- Possíveis defeitos a nível dos materiais e pormenorização inapropriada;
- Critério de dimensionamento sísmico adotado e valor do coeficiente de comportamento, se aplicável;
- Tipo de utilização presente e/ou futura e identificação da classe de importância da estrutura, conforme descrito na EN 1998-1:2010;
- Reavaliação das ações a que o edifício está sujeito, tendo em conta a sua utilização;
- Informação sobre o tipo e extensão dos danos estruturais e, ainda, reparações posteriores à construção.

O Anexo A da Parte 3 do EC8 descreve aspetos adicionais referentes a edifícios de betão armado a considerar na recolha da informação estrutural.

O nível de conhecimento está relacionado com três fatores, nomeadamente:

- Geometria – dizem respeito às propriedades geométricas do sistema estrutural, bem como dos elementos não estruturais que influenciem a resposta estrutural;
- Detalhe – relacionam-se com pormenorizações das armaduras e ligações;
- Materiais – referem-se às propriedades mecânicas dos materiais que constituem a estrutura.

O EC8-3 estabelece três níveis de conhecimento de acordo com a quantidade e fiabilidade da informação recolhida acerca da estrutura. Apresenta-se de seguida no Quadro 2.1 uma síntese relativa aos níveis de conhecimento.

QUADRO 2.1 – Síntese dos níveis de conhecimento

NÍVEL DE CONHECIMENTO	GEOMETRIA	DETALHE	MATERIAIS	ANÁLISE	FC
NC 1 (Conhecimento Limitado)	Desenhos originais de projeto com inspeção visual ou levantamentos completos	Dimensionamento conforme a prática relevante e inspeções in-situ limitadas	Valores padrão da época de construção e de ensaios in-situ limitados	Linear (Estática ou Dinâmica)	1,35
NC 2 (Conhecimento Normal)		Desenhos originais incompletos com inspeções in-situ limitadas ou inspeções in-situ extensas	Especificações do projeto original e testes limitados ou testes in-situ extensos	Todas	1,20
NC 3 (Conhecimento Completo)		Desenhos originais com inspeções in-situ limitadas ou a partir abrangentes	Testes originais com ensaios in-situ limitados ou a partir de ensaios in-situ abrangentes	Todas	1,00

A classificação dos níveis de inspeção e ensaios é traduzida pela percentagem de elementos estruturais que foram inspecionados e pelo número de amostras por piso que foram recolhidas para a realização de ensaios.

O Quadro 2.2 expõe os valores recomendados pela Parte 3 do EC8, sendo que os valores a usar em cada país devem estar indicados no respetivo Anexo Nacional.

QUADRO 2.2 – Níveis de inspeção e ensaios

NÍVEL DE CONHECIMENTO	NÍVEL DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	ELEMENTOS VERIFICADOS (INSPEÇÃO)	AMOSTRAS POR PISO (ENSAIOS)
NC 1 (Conhecimento Limitado)	Limitado	20%	1
NC 2 (Conhecimento Normal)	Extenso	50%	2
NC 3 (Conhecimento Completo)	Abrangente	80%	3

2.5.2. MÉTODOS DE ANÁLISE

Os métodos de análise avaliam os efeitos da ação sísmica combinada com ações quer permanentes quer variáveis, podendo recorrer-se a análises lineares ou não lineares. A Parte 1 do Eurocódigo 8 descreve as diferentes análises e evidencia as situações em que podem ser usadas.

2.5.2.1. ANÁLISES LINEARES

O método de **análise por forças laterais** pode ser aplicado em estruturas que cumpram os requisitos de regularidade em altura preconizados na Parte 1 do Eurocódigo 8 e em situações em que a resposta não seja significativamente afetada pelas contribuições dos modos de vibração superiores ao modo fundamental de vibração nas direções principais.

Esta análise fundamenta-se na aplicação de forças horizontais ao nível dos pisos e, portanto, ao longo da altura do edifício, com vista a simular as forças de inércia provocadas pela componente horizontal da ação sísmica (Fardis et al. 2005).

A **análise modal por espectro de resposta** trata-se do tipo de análise mais utilizado, uma vez que pode ser utilizado em qualquer tipo de estrutura, tanto em modelos planos como em modelos espaciais, pressupondo-se um comportamento linear do edifício.

A Parte 1 do Eurocódigo 8 sugere que esta análise seja aplicada a estruturas em que não seja possível aplicar o método das forças laterais.

Esta análise fundamenta-se na combinação dos efeitos da ação sísmica correspondentes a cada modo de vibração. Neste contexto, a Parte 1 do Eurocódigo 8 impõe que se considere a soma das massas modais efetivas dos modos considerados, correspondente a 90% da massa total da estrutura e não devem ser suprimidos modos que apresentem massas modais efetivas iguais ou superiores a 5% da massa total da estrutura.

2.5.2.2. ANÁLISES NÃO LINEARES

As análises não lineares apesar de mais rigorosas são mais complexas, daí não serem as mais utilizadas.

O EC8-1 ressalva que a modelação do edifício deve contabilizar o comportamento pós-elástico dos elementos estruturais.

A **análise estática não linear ou *Pushover*** é usada tanto em edifícios novos, como em edifícios existentes, com vista à avaliação de desempenho da estrutura, com os seguintes objetivos:

- Verificar ou calcular com maior precisão o coeficiente de sobrerresistência α_u/α_1 que influencia o cálculo do coeficiente de comportamento;
- Avaliar os mecanismos plásticos previstos e a distribuição de danos;
- Avaliar o desempenho estrutural de edifícios existentes, para posterior aplicação da EN 1998-3: 2005;
- Como outra opção para o dimensionamento de estruturas face a uma análise linear com recurso ao coeficiente de comportamento. Sendo que nestes casos a Parte 1 do Eurocódigo 8 sugere que a base de cálculo seja o deslocamento-alvo.

A **análise dinâmica não linear** tem por base acelorogramas de sismos dos quais se tem registo. Esta análise é a mais rigorosa, uma vez que simula a ação sísmica como uma ação dinâmica. Porém é uma análise mais complexa do que a análise *Pushover*, daí ser a menos utilizada.

2.6. EXIGÊNCIAS COMPORTAMENTAIS

A exigência comportamental a conferir a uma estrutura relaciona-se com o nível de segurança que será exigido à mesma quando submetida à ação sísmica (Bento e Lopes, 2008).

O comportamento sísmico de uma estrutura pode ser melhorado com a limitação de danos que esta poderá sofrer, sendo que esses limites estão associados a Estados Limite que, por sua vez, têm uma correspondência com as ações sísmicas associadas a um período de retorno, isto é, com uma probabilidade de ocorrência.

De seguida, faz-se uma breve descrição dos Estados Limite que constam na EN 1998-3: 2005 e apresenta-se um resumo dos mesmos no Quadro 2.3.

2.6.1. ESTADO LIMITE DE COLAPSO IMINENTE

A estrutura exhibe danos bastante graves, sobretudo a nível dos elementos estruturais apesar de estes serem capazes de suportar cargas gravíticas, e verifica-se uma elevada diminuição na resistência e rigidez residuais da estrutura, assim como deslocamentos permanentes excessivos.

Grande parte dos elementos não estruturais colapsa e a estrutura não resistirá a outro abalo sísmico, ainda que de intensidade moderada.

O Estado Limite de Colapso Iminente está associado a um período de retorno de 2475, com probabilidade de excedência de 2% em 50 anos.

2.6.2. ESTADO LIMITE DE DANOS SIGNIFICATIVOS

A estrutura apresenta danos consideráveis apesar dos elementos verticais continuarem a ter capacidade resistente face às forças gravíticas e de a estrutura ter alguma resistência e rigidez residuais.

Observam-se danos nos elementos não estruturais e existem deslocamentos permanentes moderados, pelo que a recuperação da estrutura é, muito provavelmente, economicamente inviável. A estrutura tem, no entanto, capacidade para resistir a um sismo de intensidade moderada.

Está associado a este Estado Limite um período de retorno de 475 anos, com probabilidade de excedência de 10% em 50 anos.

2.6.3. ESTADO LIMITE DE LIMITAÇÃO DE DANOS

A estrutura exhibe danos ligeiros, a sua resistência e rigidez não são afetadas e existe a possibilidade de fendilhação nos elementos não estruturais. Não se verificam deslocamentos permanentes e a estrutura não necessita de restauração.

O período de retorno deste Estado Limite é de 225 anos, com probabilidade de excedência de 20% em 50 anos.

QUADRO 2.3 – Síntese dos Estados Limite

ESTADO LIMITE	RESUMO	PERÍODO DE RETORNO
Colapso Iminente	- Estrutura com danos graves próximos do colapso - Deslocamentos permanentes excessivos	2475 anos com probabilidade de excedência de 2% em 50 anos
Danos Significativos	- Estrutura com danos consideráveis - Deslocamentos permanentes moderados	475 anos com probabilidade de excedência de 10% em 50 anos
Limitação de Danos	- Estrutura com danos ligeiros - Não se verificam deslocamentos permanentes	225 anos com probabilidade de excedência de 20% em 50 anos

Cabe às Autoridades Nacionais determinar quais os Estados Limite a verificar, assim como a ação sísmica traduzida por períodos de retorno e, para além do anteriormente referido, é de salientar que o nível de proteção indicado na EN 1998-3: 2005 é apropriado para estruturas novas.

Note-se que em Portugal não existe um anexo nacional referente ao EC8-3, situação que dificulta ainda mais a sua adequada utilização. Outra situação depreende-se com o facto de o período de retorno de referência de dimensionamento para novos edifícios preconizado no EC8-1 (475 anos) corresponder ao estado limite de danos significativos

do EC8-3. Ou seja, o EC8-3 trata-se de uma norma bastante rigorosa, sendo que o estado limite com período de retorno mais baixo corresponde à limitação de danos (225 anos).

2.7. VISION 2000

O caso de estudo do presente TFM será baseado no Vision 2000, pelo que é importante perceber as disposições presentes nesta recomendação.

O Vision 2000 estabelece quatro níveis de desempenho definidos em função dos danos estruturais, danos não estruturais, consequências para as vidas humanas e de acordo com a utilização do edifício. De seguida definem-se os níveis de desempenho:

- Completamente operacional: a estrutura não apresenta danos quer nos elementos estruturais quer nos elementos não estruturais e, como tal, pode continuar a ser utilizado sem qualquer risco associado após o abalo sísmico;
- Operacional: o edifício pode continuar a ser utilizado, apesar dos elementos não estruturais necessitarem de ser reparados. No entanto, a estrutura continua a desempenhar as suas funções. Apresenta danos ligeiros;
- Salvaguarda de vidas: a estrutura apresenta danos moderados mas está garantida a estabilidade estrutural. Contudo, o edifício deve ser evacuado, com vista a proteger as vidas humanas;
- Próximo do colapso: ocorrem danos severos na estrutura e a sua rigidez é comprometida, pelo que os elementos não estruturais podem colapsar;
- Colapso: dá-se o colapso total da estrutura.

Note-se que é referido que apenas existem quatro níveis de desempenho, visto que o nível de desempenho de colapso corresponde ao colapso total da estrutura.

A mesma recomendação também define objetivos de desempenho, que se definem com base na classe de importância do edifício. São eles:

- Objetivo básico: associado a edifícios de utilização comum;
- Objetivo essencial: corresponde a estruturas importantes para a proteção civil, como por exemplo hospitais, corpo de bombeiros e polícia;

- Objetivo crítico de segurança: associado a instalações que em caso de colapso podem colocar em risco vidas humanas, nomeadamente onde existam materiais tóxicos, radioativos ou explosivos. Como exemplo de uma estrutura com objetivo crítico surgem as centrais nucleares.

Por outro lado, o risco sísmico de um determinado local é obtido através da perigosidade sísmica, em função do período de retorno e probabilidade de excedência, que por sua vez correspondem aos níveis de desempenho anteriormente descritos. O Quadro 2.4 mostra os períodos de retorno presentes no Vision 2000.

QUADRO 2.4 – Intensidade sísmica e probabilidade de excedência (Vision 2000)

INTENSIDADE SÍSMICA	VIDA ÚTIL	PERÍODO DE RETORNO	PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA
Frequente	30 anos	43 anos	50%
Ocasional	50 anos	72 anos	50%
Rara	50 anos	475 anos	10%
Muito rara	100 anos	970 anos	10%

2.7.1. MATRIZ DE DESEMPENHO

O Vision 2000 estabelece níveis mínimos de desempenho em função do tipo de utilização do edifício e conseqüente objetivo de desempenho.

A Figura 2.13 representa a matriz de desempenho que, através da reta limite, define o tipo de objetivo a assegurar. As combinações que se encontram acima da reta limite escolhida traduzem níveis inaceitáveis de desempenho para a estrutura, contrariamente ao que acontece com as combinações que se encontram abaixo da reta limite em causa. Essa situação representa as combinações aceitáveis para o edifício.

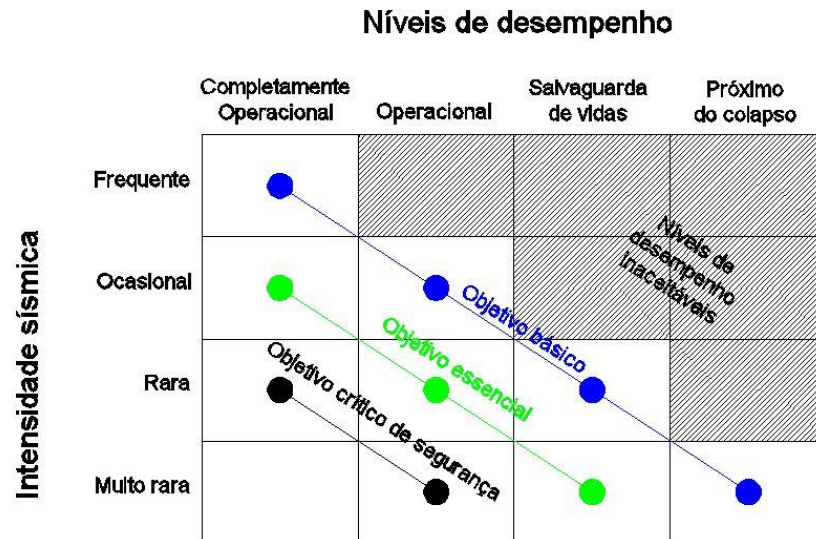


FIGURA 2.13 – Matriz de desempenho do Vision 2000

2.7.2. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA

Como já foi referido, o comportamento dos edifícios depende da vulnerabilidade sísmica que estes apresentam. Assim, é de extrema importância estudar a vulnerabilidade de estruturas para se conseguir perceber se a mesma é segura sísmicamente.

O Vision 2000 faz uma primeira abordagem em termos de deslocamentos relativos entre pisos (*drifts*) que são comparados aos limites estabelecidos pela mesma recomendação, que por sua vez estão associados aos níveis de desempenho preconizados no Vision 2000. Caso a estrutura não apresente *drifts* superiores aos deslocamentos limite (Ver Quadro 2.5), significa que esta cumpre os requisitos em termos de deslocamentos e é necessário fazer uma verificação aos esforços, nomeadamente ao esforço transversal.

Por outro lado, em situações em que a estrutura não cumpra os requisitos em termos de deslocamentos, ter-se-á que intervir na estrutura com técnicas de reforço adequadas. A Figura 2.14 mostra de forma esquemática o procedimento descrito.

No entanto, apesar de se ter optado por este procedimento viável, também existe a possibilidade de se envergar por análises mais complexas, nomeadamente, modelações com base em análises não lineares. Estas análises são mais complexas e, conseqüentemente, mais realistas, pelo que se aproximam mais do comportamento real da estrutura, podendo conduzir à verificação dos requisitos já mencionados.

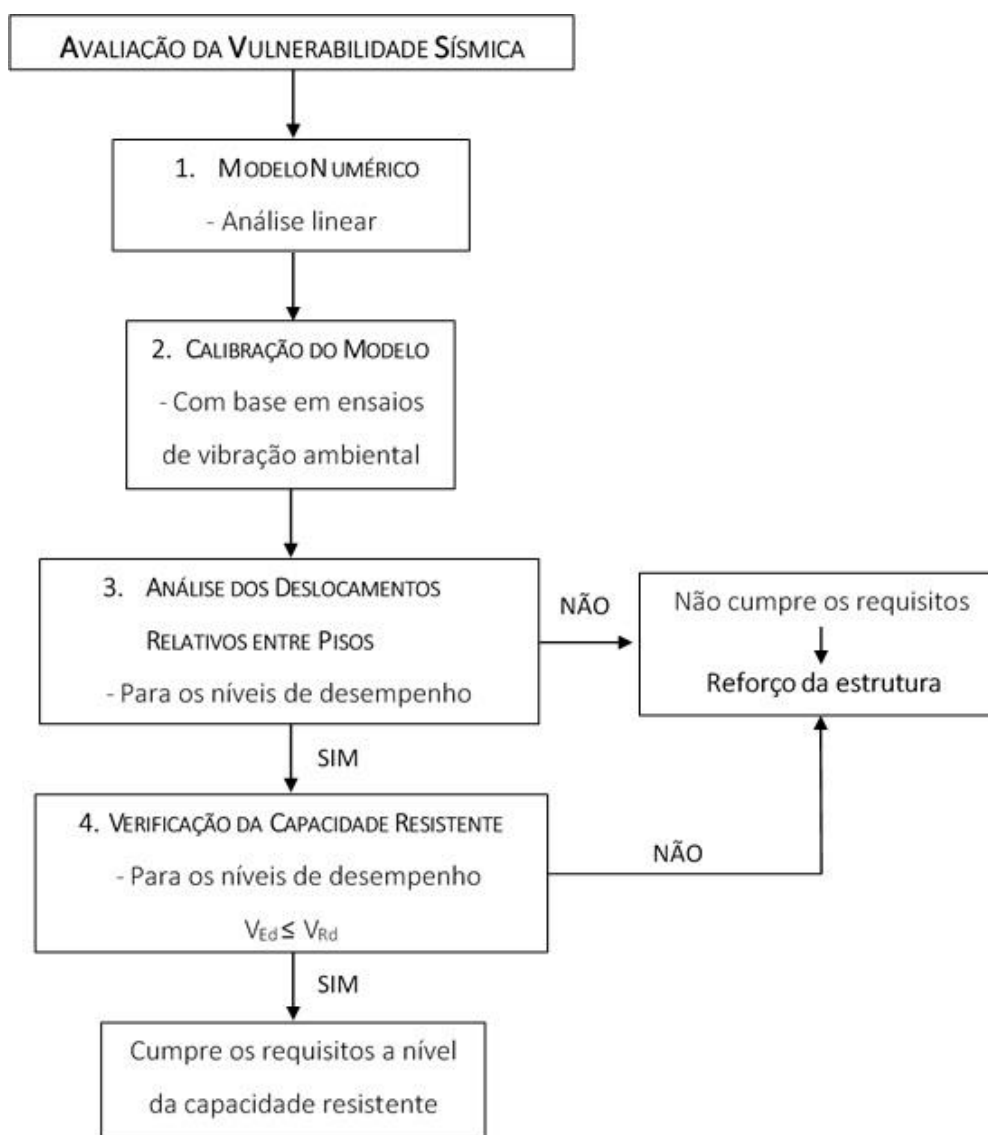


FIGURA 2.14 – Esquema de avaliação da vulnerabilidade sísmica segundo o Vision 2000 – Adaptado de (Marques, 2008)

QUADRO 2.5 – Drifts máximos estabelecidos no Vision 2000

	NÍVEL DE DESEMPENHO				
	COMPLETAMENTE OPERACIONAL	OPERACIONAL	SALVAGUARDA DE VIDAS	PRÓXIMO DO COLAPSO	COLAPSO
Drift Limite	< 0,2%	< 0,5%	< 1,5%	< 2,5%	> 2,5%

3. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo pretende abordar as características do edifício estudado, apresentando os materiais que o constituem e as ações que nele atuam e, ainda, aferir os elementos fornecidos relativos ao edifício.

Por outro lado, optou-se por separar as ações gravíticas da ação sísmica, uma vez que, tratando-se de uma verificação sísmica, a última terá uma enorme influência no que respeita à análise de resultados que se apresenta no Capítulo 4.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo trata-se de um edifício que foi projetado para fins habitacionais, apesar de atualmente ser utilizado como edifício de escritórios. Este é sito em Lisboa, tendo sido dimensionado com base no REBA, regulamentação em vigor na data de construção.

A estrutura tem uma altura total de 27,56m, distribuídos por duas caves e sete pisos, perfazendo um total de 9 andares, conforme indicado no Quadro 3.1.

QUADRO 3.1 – Pé direito livre dos pisos do edifício

PISO	ALTURA (m)
Sub-Cave	2,94
Cave	3,42
0	3,10
1	3,10
2	3,10
3	3,10
4	3,10
5	3,10
6	2,60

Está ilustrada na Figura 3.1 a planta do levantamento arquitetônico dos pisos compreendidos entre o piso 0 e o piso 6.

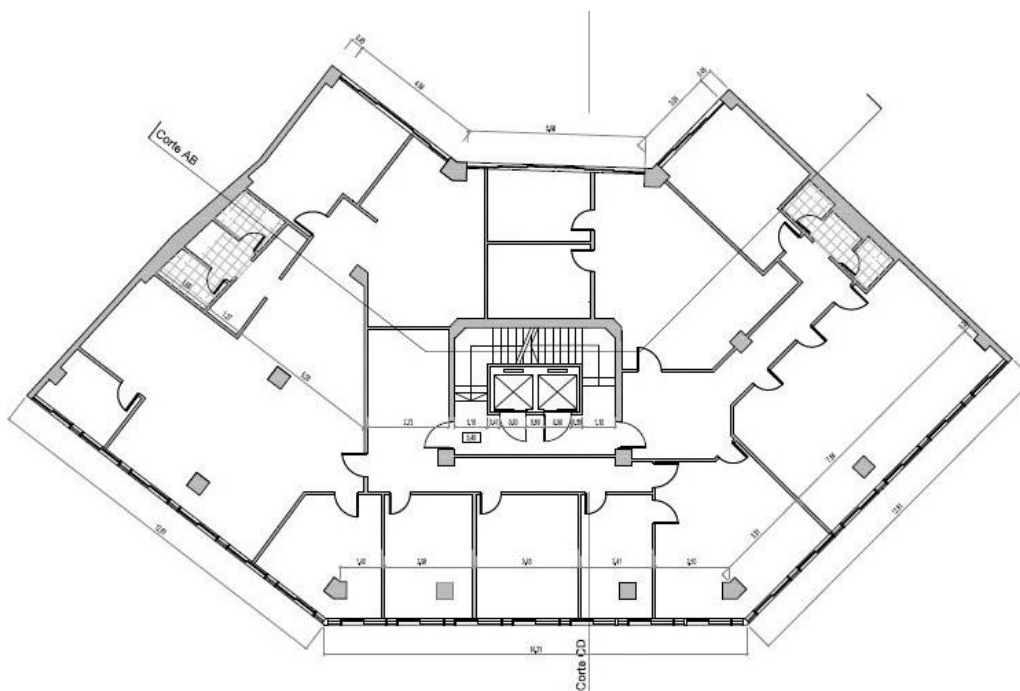


FIGURA 3.1 – Planta do levantamento arquitetônico dos pisos compreendidos entre o 0 e 6º pisos

A Sub-Cave é destinada a estacionamento e todo o seu perímetro é constituído por muros de contenção, sendo que a Cave apenas apresenta muros de contenção nos limites laterais superiores do edifício.

Assim, o edifício tem uma área bruta total de 4 434,47m² e uma área de implantação de 461,67m².

3.2.1. PILARES E VIGAS

3.2.1.1. PILARES

No mapa de pilares figuram 23 tipos de pilares, sendo que a maioria apresenta secção transversal retangular, com exceção dos pilares P3, P6, P18 e P19 que têm uma secção transversal poligonal.

Apesar de constarem 23 tipos de pilares a nível de projeto, existe uma repetição das dimensões dos mesmos, daí haver um pilar tipo. Segundo o disposto no projeto, o pilar

tipo é denominado por P10, tendo como dimensões 0,50m x 0,50m, ao longo de todos os pisos do edifício.

A Figura 3.2 ilustra a planta de pilares e a respetiva numeração referente aos pisos compreendidos entre os pisos 0 e 6º.

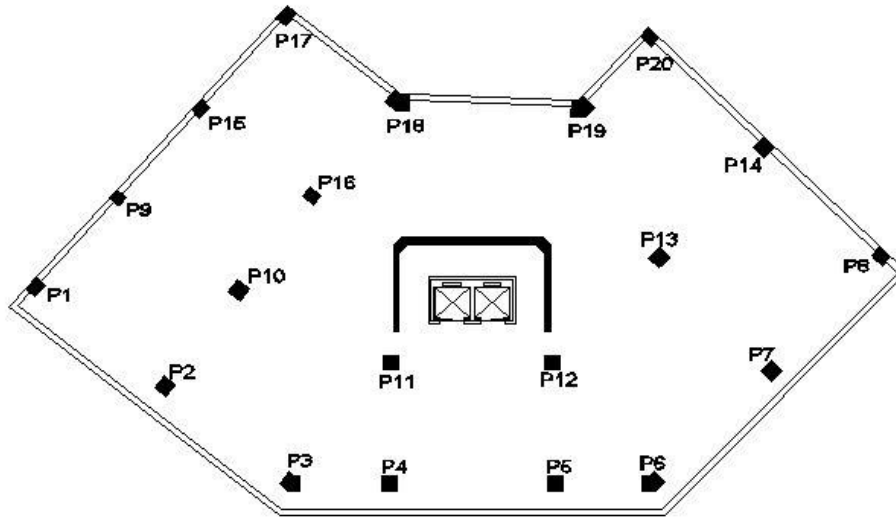


FIGURA 3.2 – Planta de pilares e respetiva numeração dos pisos compreendidos entre o 0 e 6º pisos

3.2.1.2. VIGAS

As vigas apresentam uma grande variedade de dimensões, sendo apresentadas nas figuras abaixo, Figura 3.3 e Figura 3.4, a disposição das vigas nos pisos compreendidos entre os pisos 0 e 6º e na cobertura do edifício, respetivamente.

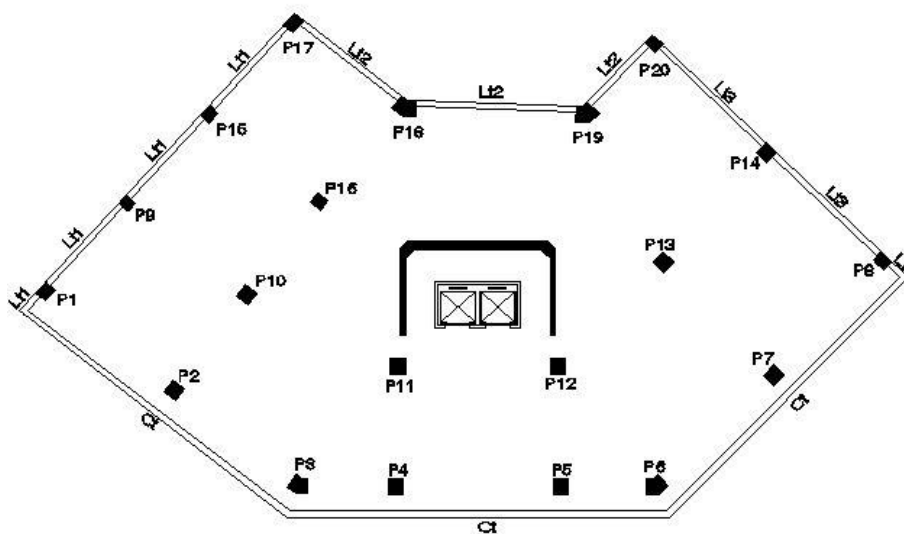


FIGURA 3.3 – Disposição das vigas nos pisos compreendidos entre o 1º e 6º pisos

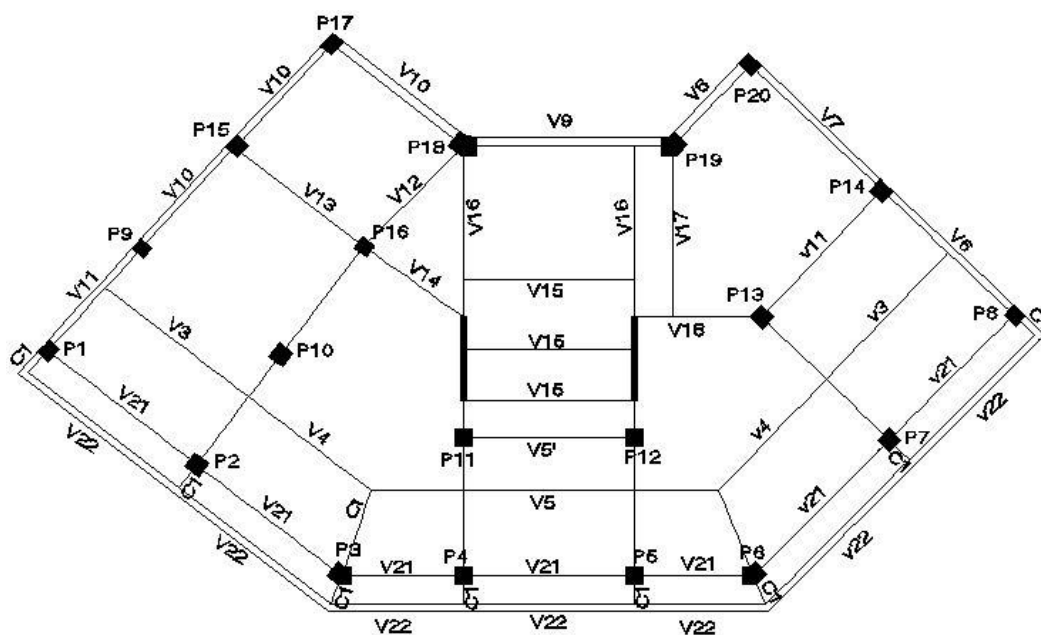


FIGURA 3.4 – Disposição das Vigas na Cobertura

3.2.2. LAJES E MUROS DE CONTENÇÃO

3.2.2.1. LAJES

As lajes do edifício são do tipo fungiforme, excetuando a laje da cobertura que é do tipo vigada. Como era espectável, as lajes fungiformes apresentam zonas maciças nas imediações dos pilares na perspetiva de evitar problemas de punçoamento e apresentam ainda maciçamento nas zonas limítrofes do perímetro do edifício.

No Quadro 3.2, encontram-se indicadas as áreas e as inércias das lajes do edifício, estando subdivididas em três grupos precisamente por estes apresentarem tanto áreas como inércias diferentes.

QUADRO 3.2 – Área e inércia das lajes

PISO	ESPESSURA (m)	ÁREA (m ²)	INÉRCIA (m ⁴)
Cave	0,30	387,90	3211508,51
0 - 6	0,30	451,05	4616194,43
Cobertura	0,14	395,49	1211019,05

3.2.2.2. MUROS DE CONTENÇÃO

Existem muros de contenção no perímetro da sub-cave (Figura 3.5 (a)) e apenas nos limites laterais superiores da cave (Figura 3.5 (b)).

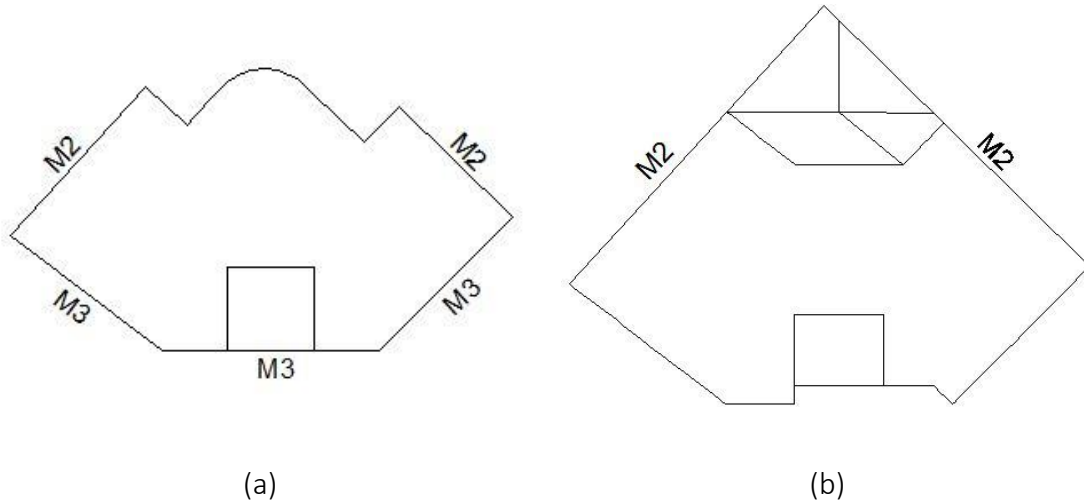


FIGURA 3.5 – Muros de contenção – (a) Sub-cave; (b) Cave

3.2.3. NÚCLEO DE BETÃO

A Figura 3.6 ilustra a geometria do núcleo de betão presente no edifício.

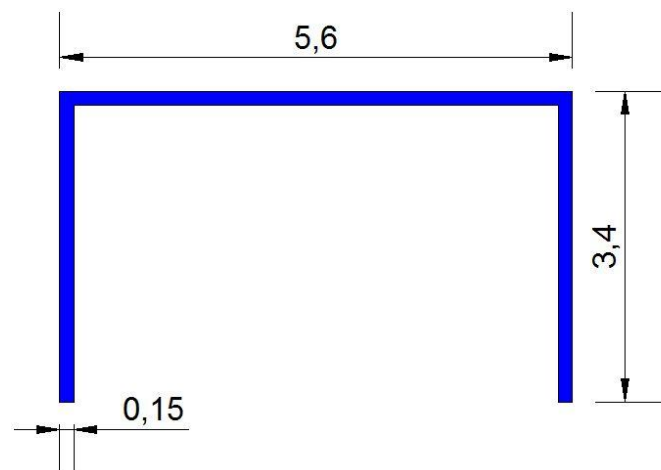


FIGURA 3.6 – Geometria do núcleo de betão

3.2.4. FUNDAÇÕES

As fundações do edifício são compostas por sapatas isoladas.

3.3. ANÁLISE DOS ELEMENTOS FORNECIDOS

O desenvolvimento do modelo numérico (sub-capítulo 4.2) iniciou-se com um estudo rigoroso das informações obtidas sobre o edifício. Foi disponibilizado o projeto de estruturas (com pormenorizações das armaduras dos pilares, vigas e lajes), as plantas dos vários pisos, os alçados do edifício e o levantamento arquitetónico.

A análise dos elementos fornecidos teve por base o projeto de estruturas, pelo que foi feita uma confrontação entre o projeto de estruturas e o levantamento arquitetónico disponível.

No Quadro 3.3 apresentam-se as discrepâncias encontradas na referida comparação, sendo que o símbolo ✓ significa que o pilar confere no levantamento arquitetónico e o símbolo ✕ corresponde à não existência do pilar tanto no projeto como no levantamento arquitetónico.

QUADRO 3.3 – Comparação da existência dos pilares no projeto com o levantamento arquitetônico

Piso	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	
Sub-Cave	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Cave	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	x	✓	-	-
0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-

3.3.1. INCONFORMIDADES VERIFICADAS

3.3.1.1. SUB-CAVE

- Existência do pilar P16 no levantamento arquitetônico quando o mesmo não consta do projeto de estruturas;
- O pilar P23 não está presente no levantamento arquitetônico, apenas é indicado num desenho estrutural;
- O pilar P11 é denominado por P21 de forma errônea, no projeto de estruturas.

3.3.1.2. CAVE

- Existência do pilar P16 no levantamento arquitetônico quando o mesmo não consta do projeto de estruturas e, em contrapartida, o pilar P22 que faz a ligação ao pilar P15 por meio de um pórtico não se encontra no projeto de estruturas;
- O pilar P21 não está indicado no projeto de estruturas, contudo vigora no levantamento arquitetônico.
- Existe um pilar no levantamento arquitetônico nas proximidades do pilar P11 que não faz parte do projeto de estruturas, como se mostra na Figura 3.7.

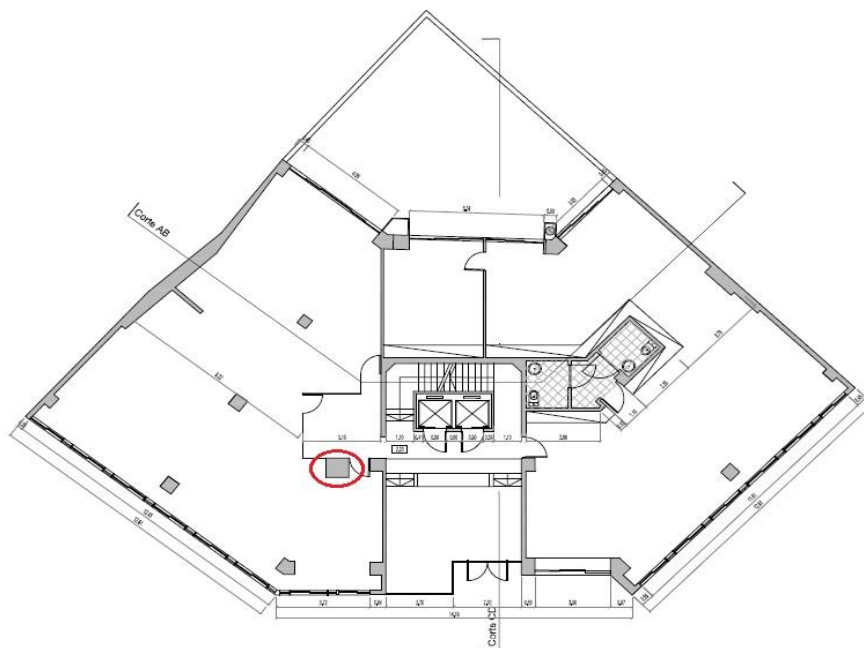


FIGURA 3.7 – Inconformidade detetada na cave

3.3.1.3. PISO 0 E RESTANTES PISOS

- Não foram verificadas incoerências.

3.4. MATERIAIS

No que respeita ao betão utilizado, é referido no projeto de estruturas que na maioria dos elementos se trata sempre do betão B180 com dosagem mínima de 300kgf.cim/m³ de betão e o aço é o A40T do tipo heliaço ou SN T40. Não havendo informação disponível acerca dos materiais usados tanto nas fundações como nos muros de contenção e no núcleo de betão, admitiram-se os mesmos.

Deveriam ter sido realizados ensaios de avaliação das propriedades mecânicas dos materiais constituintes do edifício, com vista a se aferir as mesmas mas, para efeitos do desenvolvimento do trabalho, admitiram-se características equivalentes (Quadro 3.4).

QUADRO 3.4 – Propriedades dos materiais

BETÃO			AÇO	
f _{ck} (MPa)	f _{cd} (MPa)	f _{ctm} (MPa)	f _{yk} (MPa)	f _{yd} (MPa)
16	10,7	1,9	400	348

3.5. AÇÕES GRAVÍTICAS

Inicialmente deve-se determinar a categoria do tempo de vida útil do projeto, com vista à perceção do período de vida útil do mesmo, em conformidade com a utilização do edifício.

De acordo com o Quadro 2.1 do ECO, é possível identificar que o edifício em estudo pertence à categoria 4, apresentando um período útil de projeto de 50 anos. A definição deste intervalo de tempo em anos tem por objetivo garantir que durante esse entremeio as estruturas sejam capazes de suportar as ações a que estão sujeitas aquando da sua construção, bem como da sua utilização.

3.5.1. AÇÕES PERMANENTES

3.5.1.1. PESO PRÓPRIO (PP)

A parcela referente ao peso próprio da estrutura é calculada automaticamente no programa de cálculo automático estrutural *SAP2000*, baseando-se no peso volúmico dos materiais que a constituem, bem como na geometria dos elementos estruturais.

3.5.1.2. RESTANTE CARGA PERMANENTE (RCP)

A restante carga permanente diz respeito aos revestimentos e acabamentos da estrutura e às paredes divisórias de cada piso.

Apresentam-se no Quadro 3.5 os valores utilizados na modelação numérica do edifício.

QUADRO 3.5 – Restante carga permanente nas lajes

PISO	REVESTIMENTOS (kN/m ²)	PAREDES DIVISÓRIAS (kN/m ²)	TOTAL (kN/m ²)
Cave	2,00	1,60	3,60
0 - 6	2,00	1,60	3,60
Cobertura	2,00	-	2,00

Por outro lado, também foi imperativo o cálculo da restante carga permanente nas vigas de bordo. A contribuição das paredes exteriores foi determinada com recurso ao cálculo da carga uniformemente distribuída associada onde, devido à falta de informação disponível relativamente à área de vãos envidraçados presentes nas fachadas, foi considerada uma existência de 30% de aberturas, de acordo com a seguinte expressão presente no artigo 15° do RSA:

$$RCP = PP_{\text{Parede}} \times h_{\text{Parede}} \times 30\% \quad (3.1)$$

Consequentemente, obtém-se um valor igual a 2,00 kN/m² para a restante carga permanente das vigas de bordo.

3.5.2. AÇÕES VARIÁVEIS

3.5.2.1. SOBRECARGA (SC)

Os valores da sobrecarga foram retirados do Anexo NA do EC1, conforme a categoria de cada piso e estão indicados no Quadro 3.6.

QUADRO 3.6 – Valores da sobrecarga

PISO	SC (kN/m ²)
Cave	2
0 - 6	2
Cobertura	2

3.6. AÇÃO SÍSMICA

O Eurocódigo 8 é a norma que define as disposições para o projeto sismo-resistente para estruturas construídas em zonas com risco sísmico.

Tem como objetivos: proteger vidas humanas, limitar os danos nas estruturas e assegurar que os edifícios de socorro se mantenham operacionais em caso de ocorrência sísmica.

O Eurocódigo 8 estabelece dois tipos de ações, sendo elas a ação sísmica do tipo 1 (sismo afastado) e a ação sísmica do tipo 2 (sismo próximo). A ação do tipo 1 é conhecida por ter magnitude e duração elevadas e por ter frequências baixas e médias. Já a ação do tipo 2, caracteriza-se por ter baixas distâncias epicentrais, magnitude média e de pequena duração e, ainda, por ter frequências elevadas.

Neste contexto, para satisfazerem os objetivos definidos, as estruturas devem cumprir dois requisitos evidenciados no EC8-1. Para que os requisitos sejam verificados, é importante que os projetos das estruturas sejam eficazes e fiáveis.

O primeiro requisito, não ocorrência de colapso, relaciona-se com o Estado Limite Último e tem como finalidade a resistência do edifício face à ação sísmica, sem que ocorra

colapso tanto a nível local como global e deve ser garantida a capacidade resistente residual pós sismo.

O objetivo do requisito de limitação de danos é assegurar que o edifício tem capacidade resistente para resistir à ação sísmica sem que se verifiquem danos e limitações no uso da estrutura. Este requisito corresponde ao Estado Limite de Utilização.

3.6.1. CRITÉRIOS DE REGULARIDADE ESTRUTURAL E COEFICIENTE DE COMPORTAMENTO

Os critérios de regularidade estrutural afetam o valor do coeficiente de comportamento a usar.

O EC8-1 não abrange totalmente edifícios de betão com lajes fungiformes, quando utilizados como elementos sísmicos primários. Com efeito, o EC8-1 possibilita considerar que este tipo de lajes apresentam pouca capacidade de dissipação de energia, através da utilização de um coeficiente de comportamento igual a 1,5 (correspondente à classe de ductilidade baixa), sendo este o menor valor possível de se adotar preconizado no EC8-1.

3.6.2. ESPECTRO DE RESPOSTA DE CÁLCULO

O cálculo do espectro de resposta de cálculo pressupõe a determinação prévia de alguns parâmetros.

3.6.2.1. TIPO DE TERRENO

No caso do caso de estudo, sabe-se que o edifício está localizado na zona de Lisboa, tendo-se admitido um terreno do tipo A.

3.6.2.2. ZONAS SÍSMICAS

As zonas sísmicas são determinadas em função da localização do edifício. Através do anexo NA do EC8-1, é possível retirar a aceleração à superfície de referência para a zona de Lisboa, a partir das zonas sísmicas.

3.6.2.3. COEFICIENTE DE IMPORTÂNCIA

A estrutura em estudo trata-se de um edifício corrente, pertencente à classe II.

3.6.2.4. ACELERAÇÃO À SUPERFÍCIE DO TERRENO

Este parâmetro é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$a_g = \gamma_I \times a_{gR} \quad (3.2)$$

sendo,

γ_I – coeficiente de importância;

a_{gR} – aceleração à superfície de referência (m/s^2);

a_g – aceleração à superfície para um terreno do tipo A (m/s^2);

3.6.2.5. COEFICIENTE DO SOLO

Este coeficiente depende do S_{max} , que é retirado do Quadro NA-3.2 do EC8-1, e da aceleração à superfície. Assim, o seu valor é determinado através das seguintes expressões:

para	$a_g \leq 1 \text{ m/s}^2$	$S = S_{max}$
para	$1 \text{ m/s}^2 < a_g < 4 \text{ m/s}^2$	$S = S_{max} - \frac{S_{max} - 1}{3} \times (a_g - 1)$
para	$a_g \geq 4 \text{ m/s}^2$	$S = 1,0$

(3.3)

3.6.2.6. COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DO AMORTECIMENTO

É determinado com base na seguinte expressão:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55 \quad (3.4)$$

O Quadro 3.7 apresenta os parâmetros calculados para a determinação dos espectros de resposta.

QUADRO 3.7 – Parâmetros para determinação do espectro de resposta

	AÇÃO SÍSMICA TIPO 1	AÇÃO SÍSMICA TIPO 2
Tipo de Terreno	A	A
Zona Sísmica	1.3	2.3
a_{gR} (m/s ²)	1,5	1,70
a_g (m/s ²)	1,50	1,70
S_{max}	1,00	1,00
S	1,00	1,00
T_B (s)	0,10	0,10
T_C (s)	0,60	0,25
T_D (s)	2,00	2,00
γ_I	1,00	1,00
q	1,50	1,50
ξ (%)	5,00	5,00
η	1,41	1,41
β	0,20	0,20

A componente horizontal da ação sísmica é definida pelas seguintes expressões:

$$0 \leq T \leq T_B: S_d(T) = a_g \cdot S \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (3.5)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad (3.6)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.7)$$

$$T_D \leq T: S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.8)$$

sendo:

$S_d(T)$ – espectro de cálculo;

T – período de vibração de um sistema linear com um grau de liberdade;

a_g – valor de cálculo da aceleração à superfície para um terreno do tipo A;

T_B – limite inferior do período no patamar da aceleração espectral constante;

T_C – limite superior do período no patamar da aceleração espectral constante;

T_D – valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante;

S – coeficiente do solo;

q – coeficiente de comportamento;

β – coeficiente correspondente ao limite inferior do espectro de cálculo horizontal.

A Figura 3.8 explicita a forma genérica dos espectros de resposta da componente horizontal da ação sísmica, indicando os valores de T_B , T_C e T_D .

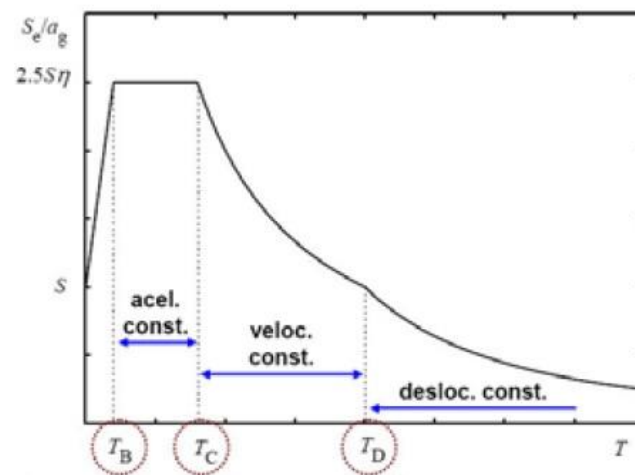


FIGURA 3.8 – Espectro genérico da componente horizontal da ação sísmica (Oliveira, 2007)

As figuras que de seguida se apresentam (Figura 3.9 e Figura 3.10) mostram os espectros de resposta calculados.

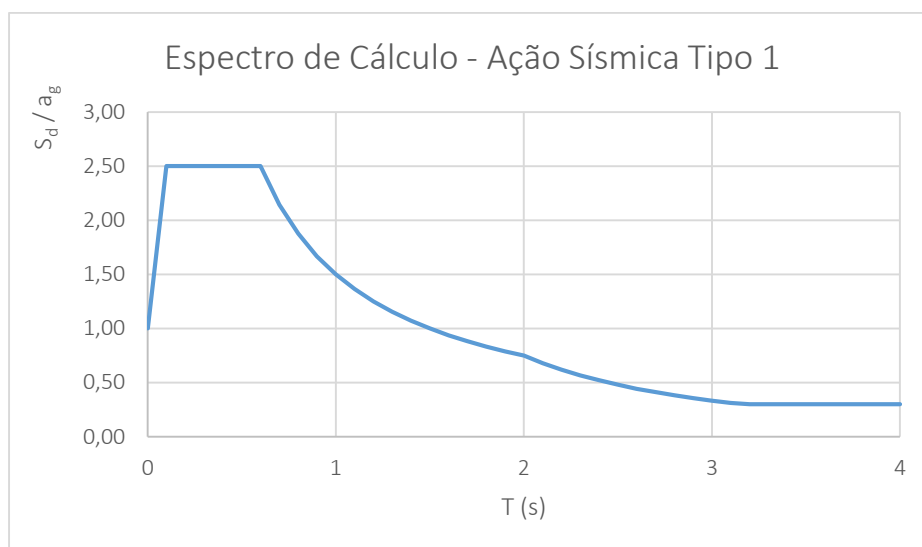


FIGURA 3.9 – Espectro de cálculo para a ação sísmica do tipo 1

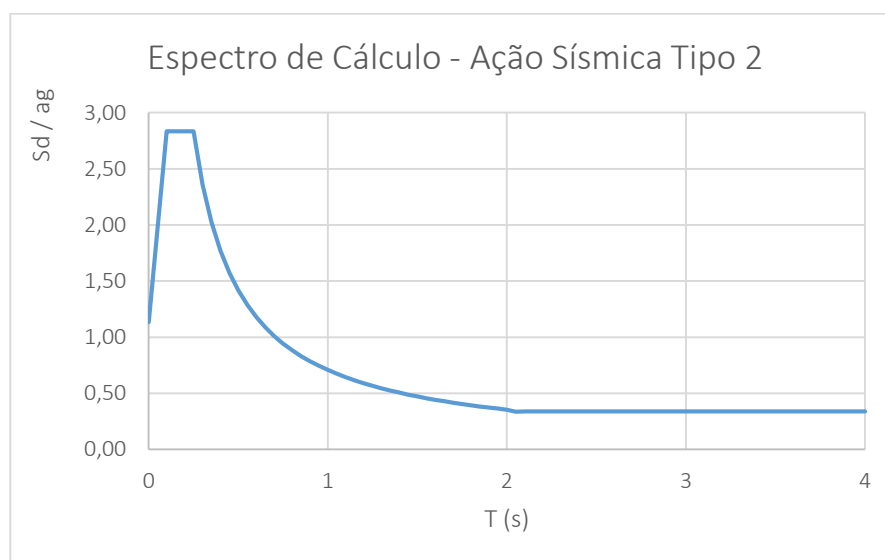


FIGURA 3.10 – Espectro de cálculo para a ação sísmica do tipo 2

Para se saber qual a ação sísmica preponderante, analisaram-se os espectros de cálculo das figuras anteriores, tendo-se percebido que, para as frequências fundamentais da estrutura, a ação sísmica do tipo 2 gera acelerações superiores às acelerações da ação sísmica do tipo 1. Deste modo, conclui-se que a ação sísmica mais condicionante é a ação sísmica do tipo 2.

3.6.3. COMBINAÇÃO DA AÇÃO SÍSMICA COM OUTRAS AÇÕES

A ação sísmica deve ser combinada com outras ações, seguindo a seguinte expressão:

$$\sum G_{k,j} + A_{Ed} + P_k + \sum \Psi_{2,i} \times Q_{k,i} \quad (3.9)$$

onde,

$G_{k,j}$ – valor característico da ação permanente;

A_{Ed} – valor de cálculo da ação sísmica;

P_k – valor característico de uma ação de pré-esforço;

$\sum \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ – valor quase-permanente da ação variável.

Também devem ser contabilizadas as massas associadas às forças gravíticas, de acordo com a seguinte combinação quase permanente.

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{E,i} \times Q_{k,i} \quad (3.10)$$

sendo,

$\Psi_{E,i} = \phi \cdot \Psi_{2,i}$;

ϕ – fator de redução.

O Quadro 3.8 indica os valores recomendados pelo ECO dos coeficientes para determinação das combinações de ações, em função da categoria dos edifícios e das zonas com funções distintas que o compõem.

QUADRO 3.8 – Coeficientes para determinação das combinações de ações

CATEGORIA	PISO	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
A	Cave	0,7	0,5	0,3
A	0 - 6	0,7	0,5	0,3
I	Cobertura	0,7	0,5	0,3

O Quadro 3.9 já apresenta os valores de $\Psi_{E,i}$ obtidos para a contabilização das forças de inércia da ação sísmica.

QUADRO 3.9 – Valor quase-permanente da ação sísmica

CATEGORIA	PISO	ϕ	Ψ_2	$\Psi_{E,i}$
A	Cave	0,80	0,30	0,24
A	0 - 6	0,80	0,30	0,24
I	Cobertura	1,00	0,00	0,00

4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO EDIFÍCIO EM ESTUDO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Concluída a fase de modelação do edifício em estudo, a posterior fase de calibração e com os resultados provenientes do programa estrutural de cálculo automático *SAP2000*, está-se em condições de analisar o objetivo da presente dissertação, ou seja, verificar a segurança sísmica do edifício existente.

De acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2.14, o esquema de análise da segurança do edifício inicia-se com a verificação dos deslocamentos relativos entre pisos (*drifts*) que são comparados a *drifts* máximos estabelecidos no Vision 2000 (Quadro 2.5), sendo possível verificar se cumpre ou não o requisito relativo aos deslocamentos.

Se se der o caso de o edifício não cumprir o requisito dos deslocamentos relativos, é significado de que a estrutura é muito vulnerável e deve-se proceder a uma solução de reforço adequada.

Seguidamente, caso, o edifício cumpra o requisito relativo aos deslocamentos, é necessário analisar a capacidade resistente, de modo a cumprir a seguinte condição:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (4.1)$$

Se depois da análise ao esforço de corte se concluir que a estrutura verifica este requisito, significa que a mesma é segura sísmicamente. Caso ocorra a situação inversa, é imperativo recorrer a uma solução de reforço conveniente para o caso de estudo.

No sub-capítulo 4.4 é apresentado um quadro que refere os cenários considerados neste estudo (Quadro 4.5), sendo que o cenário C_0 equivale à ação sísmica do tipo 2 presente no EC8-1 e os restantes cenários (C_1 a C_4) dizem respeito aos níveis de desempenho do Vision 2000.

De seguida, aplica-se o esquema de verificação da segurança sísmica do edifício.

4.2. MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO

A modelação do edifício em estudo teve por base o levantamento arquitetónico disponível, tendo-se complementado algumas lacunas nele presentes com o projeto de estruturas. Também se recorreu a uma visita exterior ao edifício, com vista a colmatar dúvidas que não eram possíveis de resolver apenas com base nos elementos fornecidos. O modelo numérico foi desenvolvido através do programa de cálculo estrutural automático *SAP2000*.

As vigas e os pilares foram simulados como elementos de barra-Frame.

A modelação das lajes foi realizada com base no método dos elementos finitos, tendo sido utilizados elementos finitos de casca de 3 e 4 nós com 6 graus de liberdade em cada um deles. O *SAP2000* permite ainda simular as lajes fungiformes através da simplificação da secção transversal “T” da laje numa secção retangular com igual comportamento. Com efeito, a espessura de membrana está associada à área da secção transversal equivalente (Esforço Axial) e a altura equivalente correspondente à inércia da secção transversal equivalente (Momento Fletor).

Os muros de contenção, não foram simulados mas admitiu-se que todos os seus nós apresentam os mesmos deslocamentos, isto é, todos os nós pertencentes a cada parede do muro se deformam de forma conjunta ao nível do piso. Os eixos locais dos muros foram rodados de acordo com a geometria de edifício (Figura 4.1) para permitir o bloqueio dos deslocamentos no sentido longitudinal ao muro.

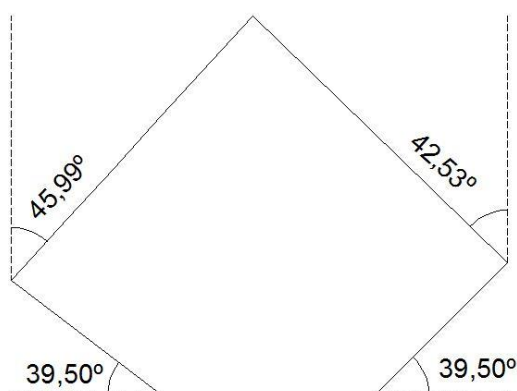


FIGURA 4.1 – Ângulos correspondentes à geometria do edifício

O núcleo de betão, denominado por M1 no projeto de estruturas, foi simulado recorrendo a elementos de barra-Frame. Considerou-se que existem tantas barras quanto o número de paredes que constituem o núcleo, que os pisos são indeformáveis no seu plano e que a ligação do núcleo às lajes (elementos de casca) é feita por meio de barras rígidas, isto é, a ligação é realizada por meio de elementos sem massa, com inércias elevadas, com vista a garantir que os pontos comuns à laje e às paredes do núcleo apresentem indeformabilidade.

Na Figura 4.2 mostra-se uma vista 3D do modelo numérico.

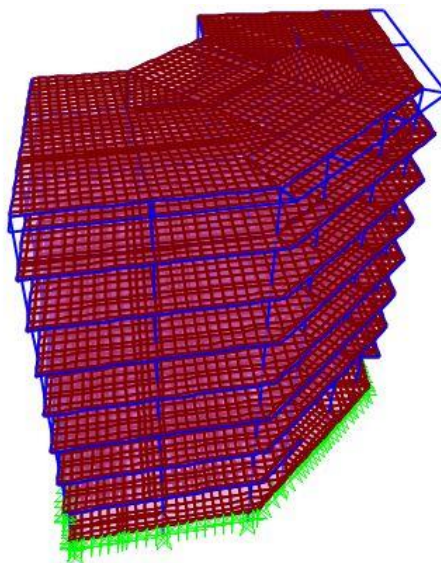


FIGURA 4.2 – Edifício em estudo – vista 3D

4.3. ANÁLISE DINÂMICA

A análise dinâmica foi realizada com base numa análise linear, com vista à obtenção dos modos fundamentais de vibração e respetivas frequências naturais de vibração. Uma vez tendo os valores do ensaio de vibração ambiental e os valores obtidos numericamente, procedeu-se a um ajuste do modelo numérico para que os valores das frequências naturais e as configurações modais se aproximassem o máximo possível dos parâmetros obtidos experimentalmente, em sequência de um trabalho realizado pelos engenheiros Paulo Mendes e Ana Rita Gião, através do qual se obtiveram as características dinâmicas do edifício.

4.3.1. ENSAIO DE VIBRAÇÃO AMBIENTAL

Dada a semelhança entre os pisos compreendidos entre o piso 0 e 6º piso, entendeu-se que bastaria realizar os ensaios de vibração ambiental no 6º piso, dispondo os sensores conforme se indica na Figura 4.3. Através deste ensaio foi possível obter os modos de vibração e as respectivas frequências naturais de vibração, bem como as estimativas dos amortecimentos modais.

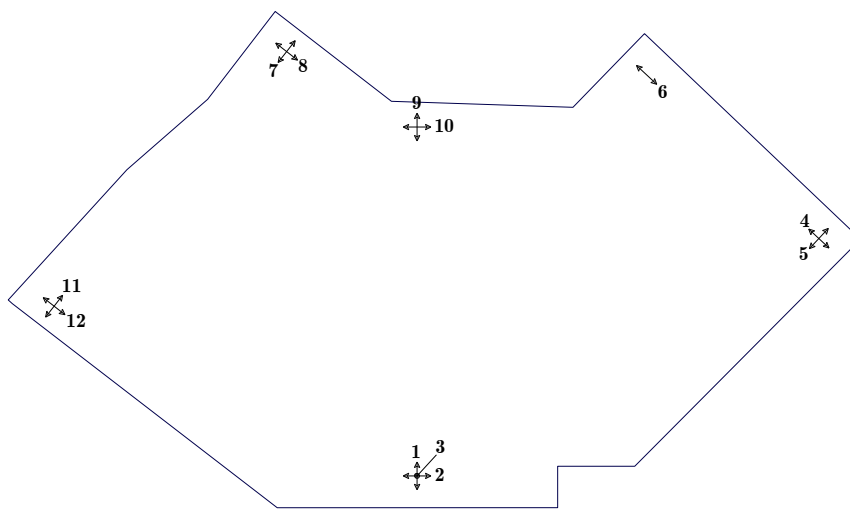


FIGURA 4.3 – Esquema de localização dos sensores para a realização do ensaio de vibração ambiental

Observando a Figura 4.3, verifica-se que a planta do piso instrumentado apresenta um recuo e, com o intuito de facilitar a identificação das configurações modais, procedeu-se a uma simplificação do esquema anteriormente apresentado através da união das posições onde se encontram os sensores, como se mostra na Figura 4.4.

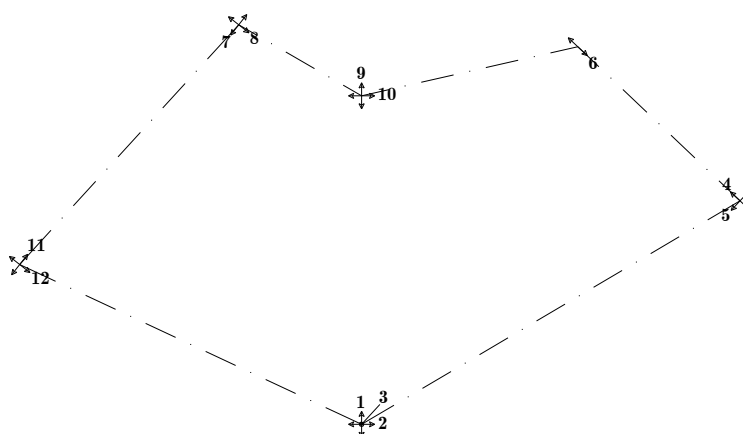


FIGURA 4.4 – Simplificação da geometria do piso instrumentado

A Figura 4.5 ilustra a representação utilizada no processo de identificação modal, mostrando em planta as direções e os sentidos adotados, bem como o posicionamento dos sensores numa vista global em relação aos pisos acima do piso 0. Note-se que o esquema global (Figura 4.5 (b)) será bastante importante no que diz respeito à comparação das configurações modais experimentais com as numéricas, sendo que as configurações modais que se irão representar envolvem a consideração de equações de corpo rígido estabelecidas de forma proporcional em função do que se obtém ao nível do piso instrumentado (SVS, 1999-2000).

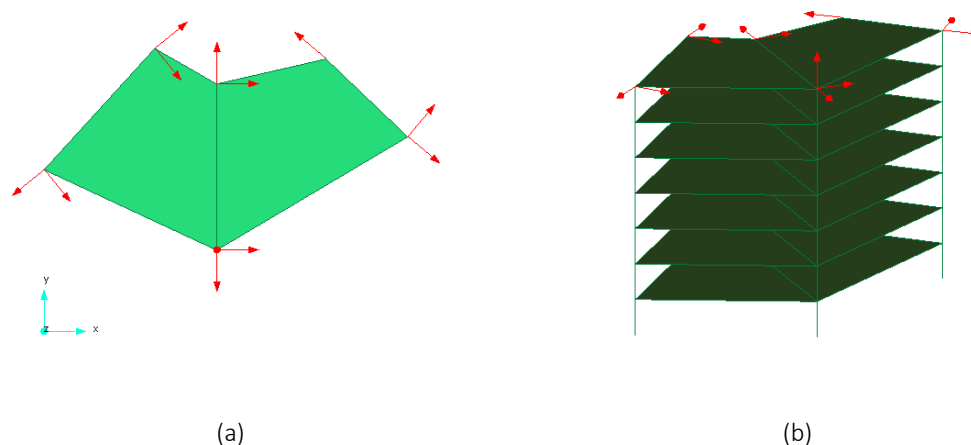


FIGURA 4.5 – Localização dos sensores para a realização do ensaio de vibração ambiental: (a) Esquema em planta com as respetivas direções e sentidos adotados; (b) Esquema do posicionamento dos sensores numa perspetiva global

No ensaio foram adquiridos registos de acelerações com 30 minutos, tendo-se utilizado uma frequência de amostragem de 250 Hz, com recurso ao seguinte equipamento:

- Um sistema de aquisição de dados da Kinematics, “Altus K2” com 12 canais de medida (Figura 4.6);
- 1 sensor de aceleração triaxial do tipo “*force balanced*” (Episensor, Modelo ES-T), com uma sensibilidade de 2,5 Volt/g (Figura 4.7 (a));
- 9 sensores de aceleração uniaxial do tipo “*force balanced*” (Episensor, Modelo ES-U), com uma sensibilidade de 2,5 Volt/g (Figura 4.7 (b));
- Cabo do tipo Belden de 6 pares (P/N 9874) para alimentação dos acelerómetros e transmissão do sinal ao sistema de aquisição;
- 1 computador portátil para a aquisição e armazenamento das medições com base no programa de aquisição “Quick Talk” da Kinematics, específico para o sistema de aquisição de dados utilizado.

O conjunto de sensores, constituído por um acelerómetro triaxial e nove acelerómetros uniaxiais, encontra-se ligado ao sistema de aquisição de dados de dinâmica superior a 114 dB e resolução de 24 bits, que permite obter uma sensibilidade máxima de $\pm 2,5$ V/mg, situando-se o nível de saturação do sistema de aquisição nos ± 10 V.



FIGURA 4.6 – Sistema de aquisição de dados K2 da Kinematics

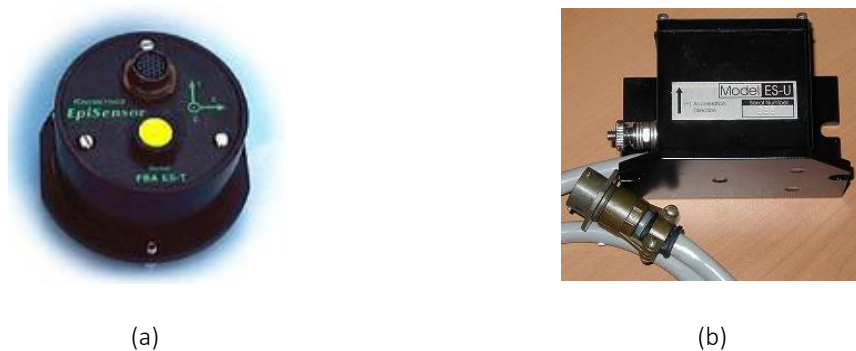


FIGURA 4.7 – Acelerómetros: (a) Acelerómetro triaxial (Episensor, Modelo ES-T); (b) Acelerómetro uniaxial (Episensor, Modelo ES-U)

4.3.1.1. RESULTADOS DA IDENTIFICAÇÃO MODAL

No ensaio de vibração ambiental foram registadas várias séries temporais de aceleração, no entanto, a Figura 4.8 apresenta somente três segmentos das séries temporais de aceleração adquiridas com o acelerómetro triaxial, medidas nas três direções (x, y e z) e nos primeiros 3 minutos da primeira fase de ensaio. Os três segmentos referidos permitem aferir os níveis de vibração ambiental registados durante o ensaio.

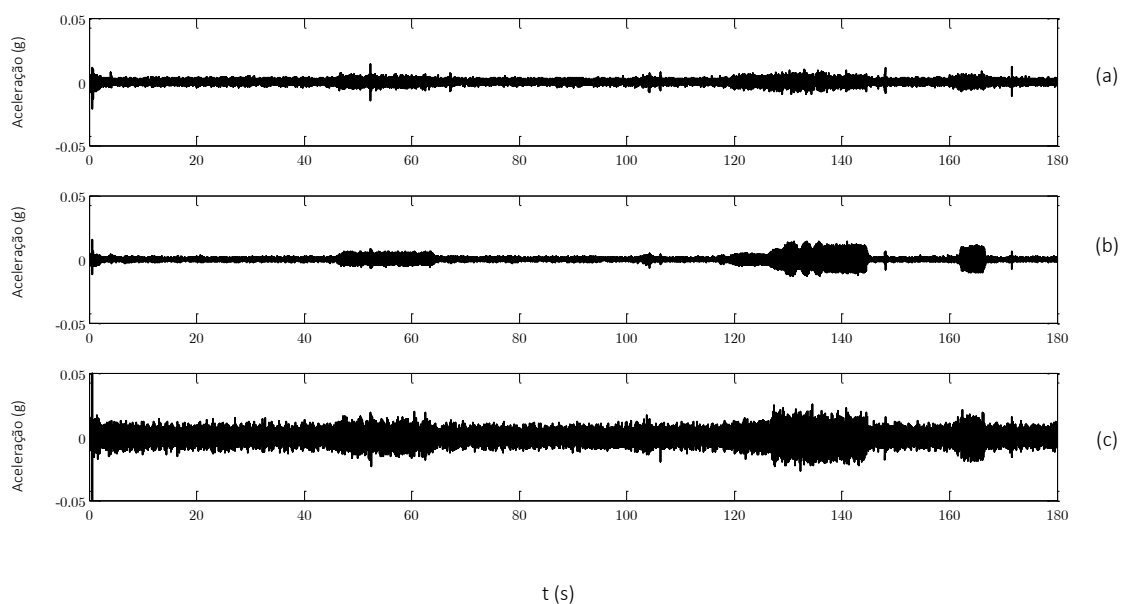


FIGURA 4.8 – Séries temporais de aceleração medidas com o acelerómetro triaxial: (a) Direção X; (b) Direção Y; (c) Direção Z

Analisando a Figura 4.8, verifica-se que as amplitudes das vibrações são da ordem de grandeza dos mg com amplitudes idênticas.

As séries temporais de aceleração foram pré-processadas aplicando-se um filtro passa-alto, com frequência de corte de 0,1 Hz.

Após o referido pré-processamento das séries temporais, aplicou-se o método de identificação modal no domínio da frequência (conhecido na literatura inglesa por FDD – Frequency Domain Decomposition) para identificar as principais frequências naturais de vibração e os respectivos modos de vibração (Bendat e Piersol, 2000; Brincker et. al 2000; Magalhães, 2004; Maia et. al 1997; Mendes e Oliveira, 2008). A Figura 4.9 apresenta os valores singulares normalizados médios da matriz das densidades espectrais de potência, assinalando-se os picos correspondentes às frequências naturais identificadas e indicando-se os valores associados, com interesse para a caracterização do comportamento dinâmico do edifício.

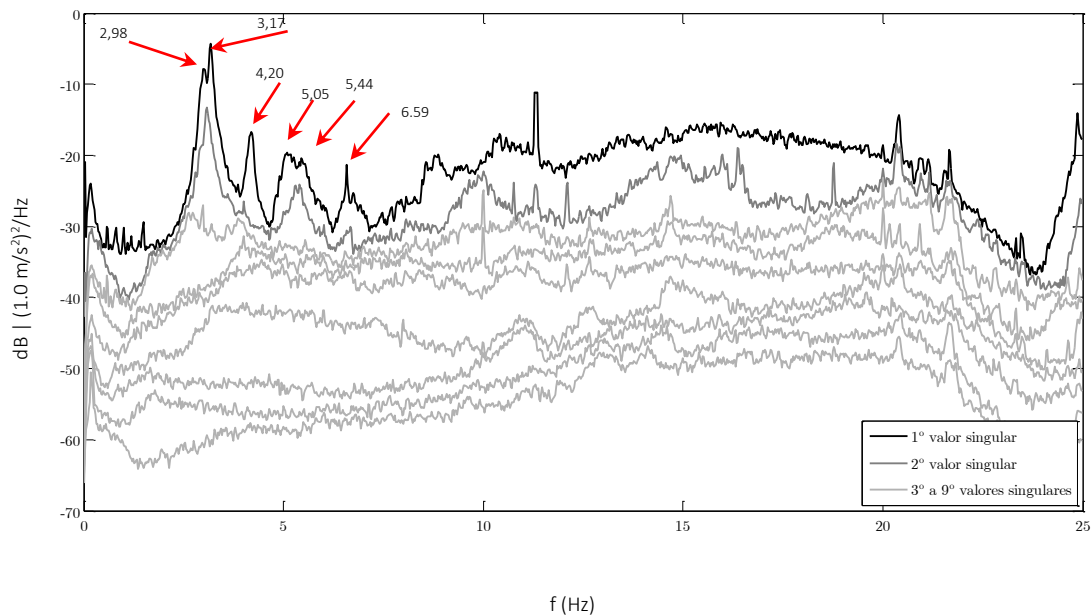


FIGURA 4.9 – Valores singulares normalizados médios da matriz das densidades espectrais de potência

Na Figura 4.10 apresentam-se as configurações dos modos de vibração correspondentes às frequências naturais identificadas na Figura 4.9 e as estimativas obtidas para os coeficientes de amortecimento modais.

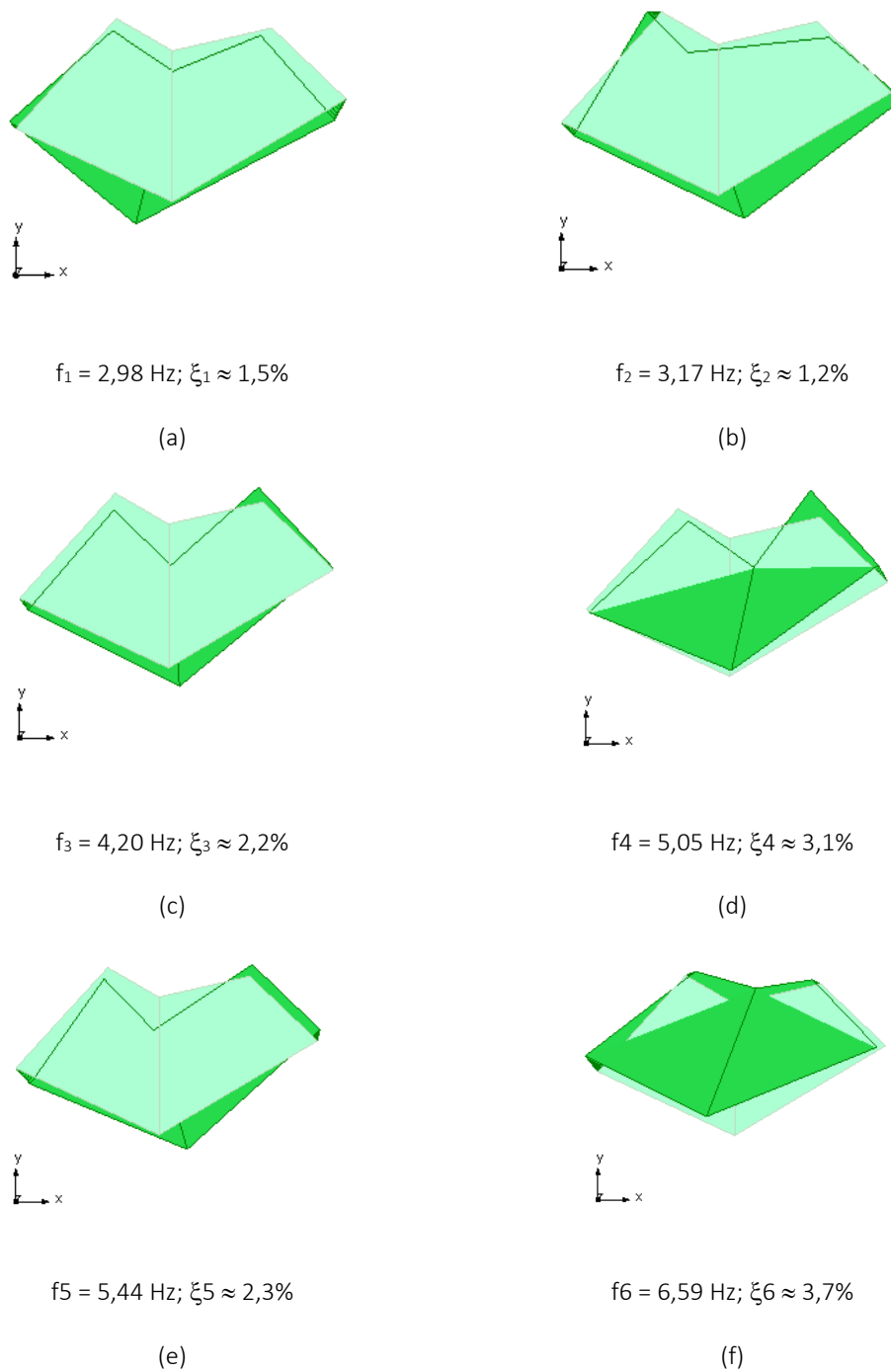


FIGURA 4.10 – Modos de vibração identificados no ensaio de vibração ambiental

Analisando os modos de vibração apresentados na Figura 4.10, verifica-se que o primeiro modo de vibração se trata do primeiro modo de translação segundo as direções X e Y, ao passo que o segundo modo de vibração tem uma configuração modal associada a torção e o terceiro modo de vibração encontra-se associado a uma translação predominante segundo a direção Y.

Os últimos três modos identificados apresentam configurações com contributos de translação nas duas direções, por vezes envolvendo também a componente de torção, indiciando tratarem-se de segundos modos nas direções mencionadas para os três primeiros modos.

Por último, as estimativas obtidas para os coeficientes de amortecimentos modais, variam entre 1,2% e 3,7%, sendo que os valores mais baixos estão correspondem aos três primeiros modos, enquanto os valores mais elevados encontram-se associados aos últimos três modos identificados.

O Quadro 4.1 mostra um resumo dos seis modos de vibração identificados através dos ensaios de vibração ambiental.

QUADRO 4.1 – Resumo dos parâmetros dos modos identificados

MODO	TIPO	FREQUÊNCIA (Hz)	ξ (%)
1	1º Modo Translação segundo x e y	2,98	1,5
2	1º Modo Torção	3,17	1,2
3	1º Modo Translação segundo y	4,2	2,2
4	2º Modo Translação segundo x e y	5,05	3,1
5	2º Modo Torção	5,44	2,3
6	2º Modo Translação segundo y	6,59	3,7

4.3.2. CALIBRAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO

A calibração de modelos numéricos tem como objetivo aproximar os valores numéricos o máximo possível dos valores provenientes dos ensaios de vibração ambiental, uma vez que são os últimos que mais se aproximam dos valores reais das estruturas.

Após análise dos resultados provenientes do modelo numérico, aferiu-se que as frequências obtidas numericamente são bastante inferiores às frequências experimentais (Quadro 4.2), pelo que a melhor solução de calibração passaria pelo aumento das primeiras.

QUADRO 4.2 – Comparação das frequências experimentais e do modelo preliminar

	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (Hz)	f_5 (Hz)	f_6 (Hz)
Valores de referência	2,98	3,17	4,20	5,05	5,44	6,59
Modelo preliminar	1,17	1,35	1,66	3,55	4,99	5,17

Deste modo, depreendeu-se que a presença de edifícios vizinhos teria influência no comportamento dinâmico da estrutura, devendo-se simulá-los por meio da introdução de molas na direção perpendicular às empenas do edifício, rigidificando a estrutura em análise.

Saliente-se que os edifícios contíguos ao edifício em estudo têm alturas diferentes, provocando um desnivelamento em relação ao comprimento livre que é superior no lado esquerdo da estrutura, conforme se mostra na Figura 4.11.



FIGURA 4.11 – Desnivelamento dos edifícios adjacentes: (a) Lado esquerdo; (b) Lado direito

OS VALORES DA RIGIDEZ ATRIBUÍDOS ÀS MOLAS FORAM OBTIDOS POR ITERAÇÃO, TENDO-SE ESTABELECIDO COMO CRITÉRIO DE ESTABELECIDO COMO CRITÉRIO DE PARAGEM UMA PERCENTAGEM DE ERRO IGUAL OU INFERIOR A 5%, ASSOCIADA A CADA ASSOCIADA A CADA FREQUÊNCIA. CONSEGUIU-SE CHEGAR A DOIS CENÁRIOS COM VALORES DE FREQUÊNCIAS ACEITÁVEIS, TENDO-FREQUÊNCIAS ACEITÁVEIS, TENDO-SE ESTUDADO QUAL O QUE MELHOR SE ADAPTA COM AS CONFIGURAÇÕES EXPERIMENTAIS (VER CONFIGURAÇÕES EXPERIMENTAIS (VER QUADRO 4.3 E

Quadro 4.4).

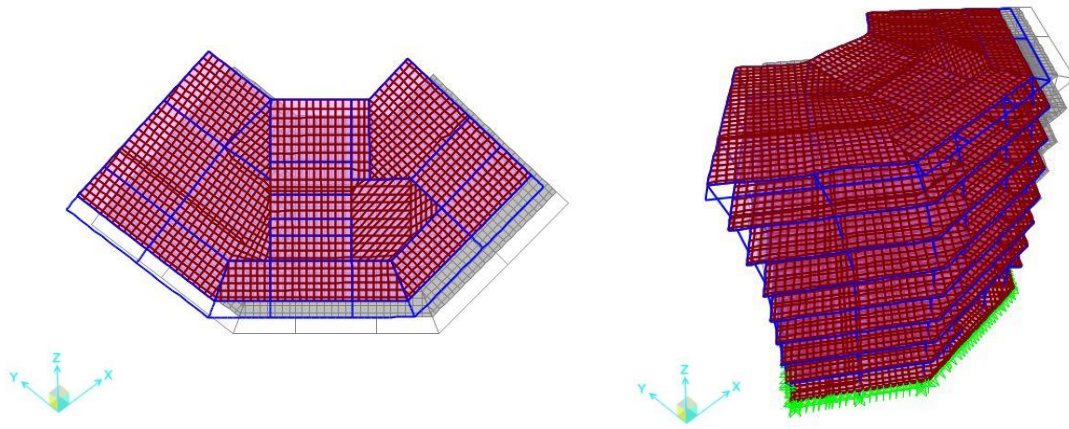
QUADRO 4.3 – Valores das frequências numéricas

CENÁRIO	K_E	K_D	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (Hz)	f_5 (Hz)	f_6 (Hz)
1	2,50E+05	5,00E+04	2,98	3,32	5,18	6,69	7,96	8,14
2	3,00E+05	4,00E+04	3,00	3,22	5,07	6,46	6,65	7,96

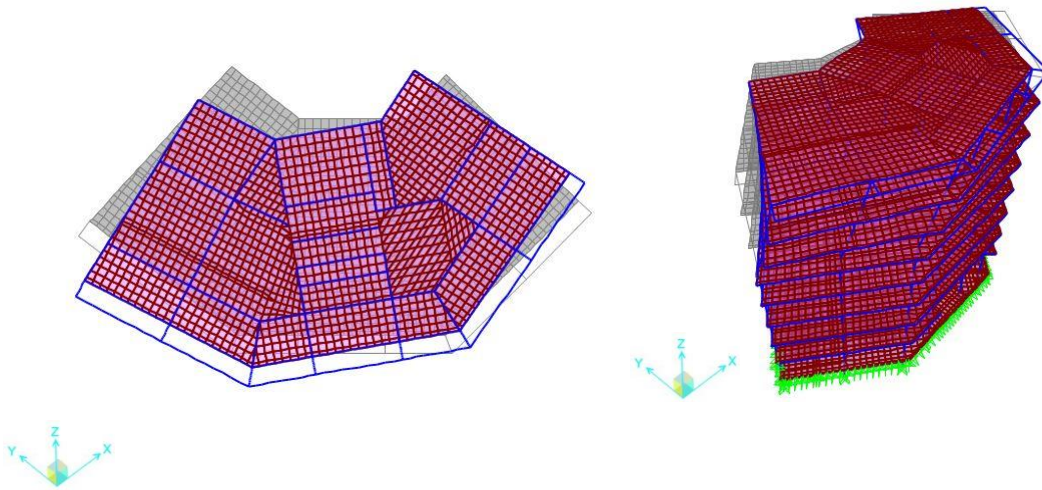
QUADRO 4.4 – Percentagens de erro associadas às frequências dos cenários indicados

	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (Hz)	f_5 (Hz)	f_6 (Hz)
Valores de referência	2,98	3,17	4,20	5,05	5,44	6,59
% Erro Cenário 1	0,00	4,73	23,33	32,48	46,32	49,63
% Erro Cenário 2	0,67	1,58	20,71	27,92	22,24	46,32

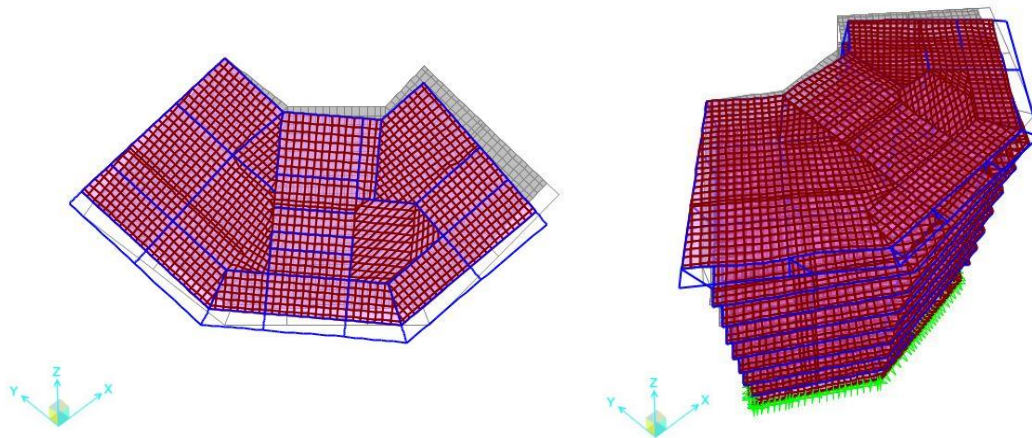
De seguida mostram-se as configurações dos modos de vibração para os dois cenários anteriormente indicados, tanto em planta como numa perspetiva global do edifício (Figura 4.12 e Figura 4.13).



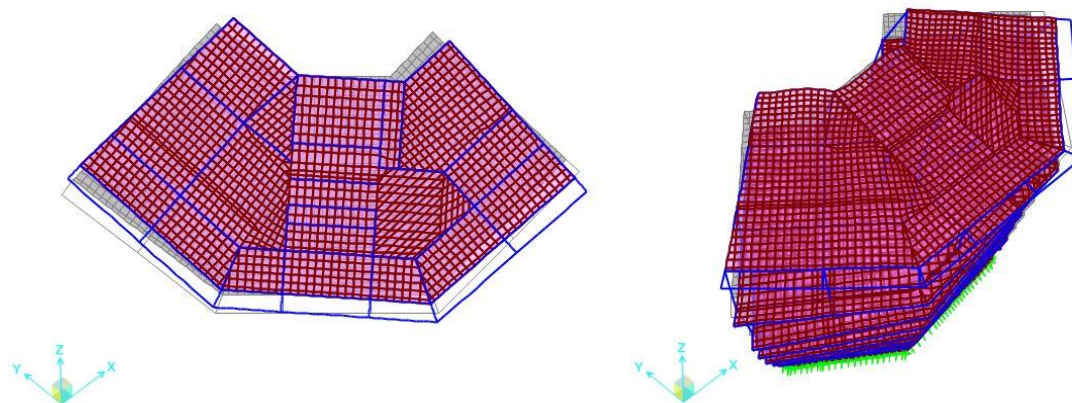
(a) Modo 1: $f_1 = 2,98$ Hz



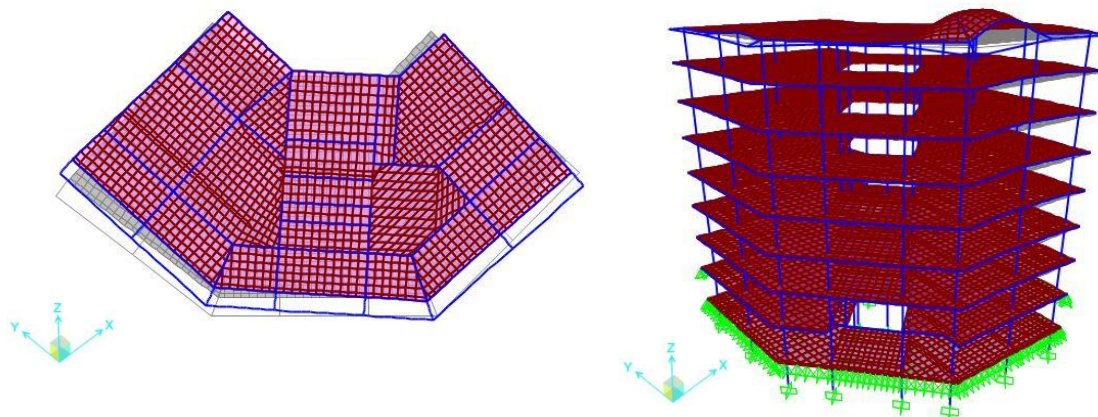
(b) Modo 2: $f_2 = 3,32$ Hz



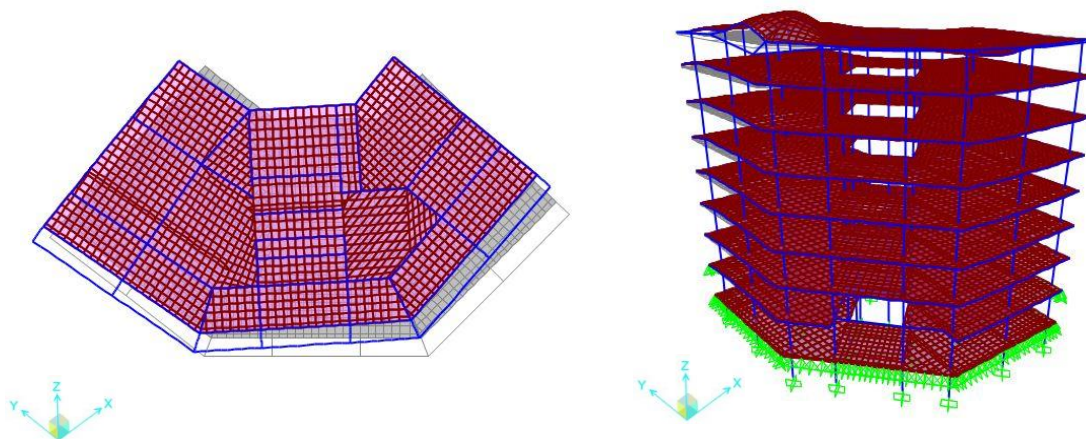
(c) Modo 3: $f_3 = 5,18$ Hz



d) Modo 4: $f_4 = 6,69$ Hz

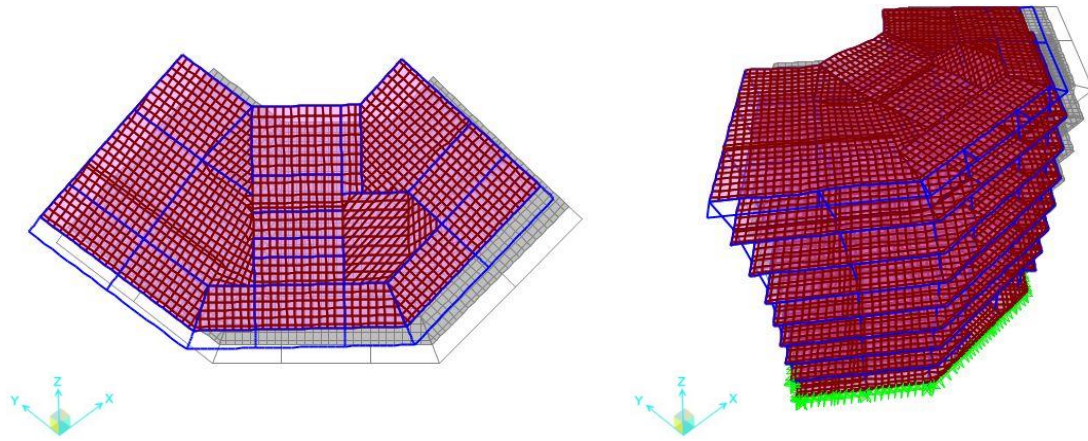


(e) Modo 5: $f_5 = 7,96$ Hz

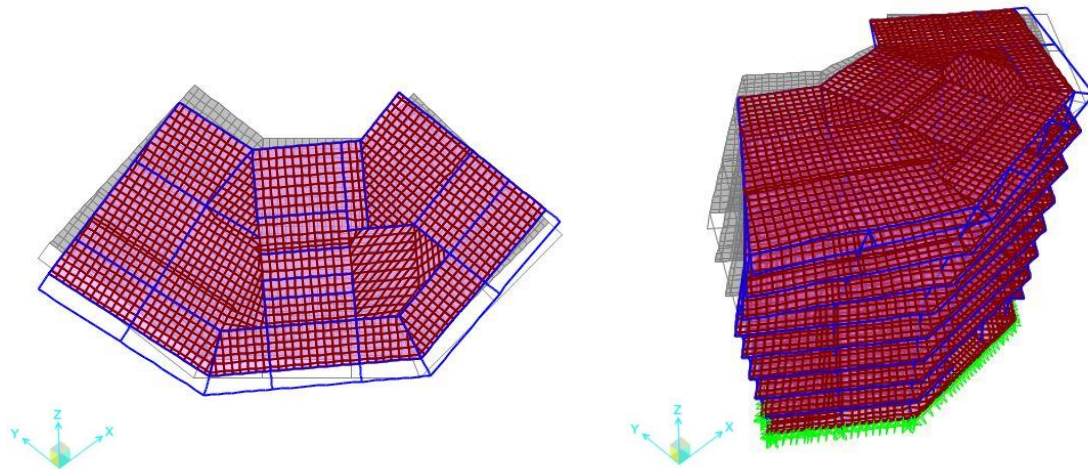


(f) Modo 6: $f_6 = 8,14$ Hz

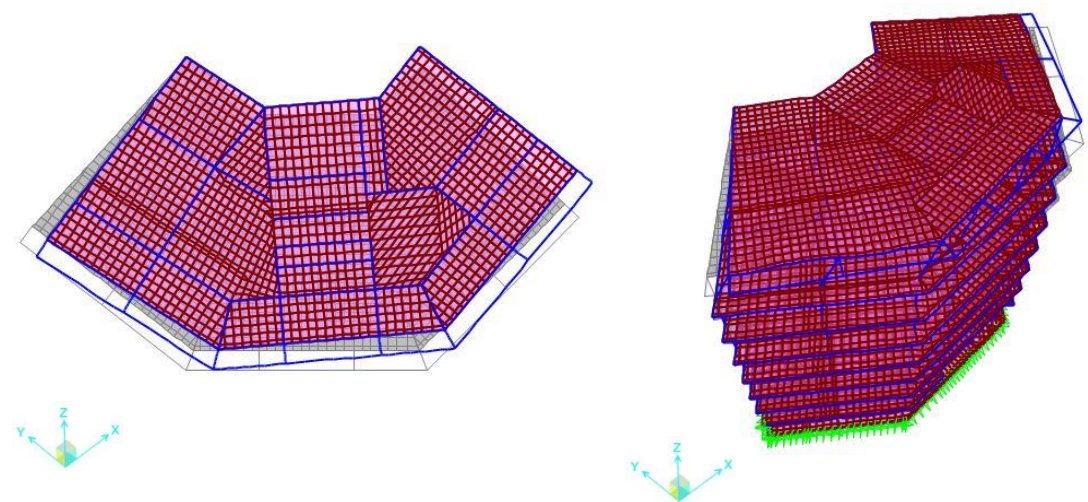
FIGURA 4.12 – Modos de Vibração do Cenário 1



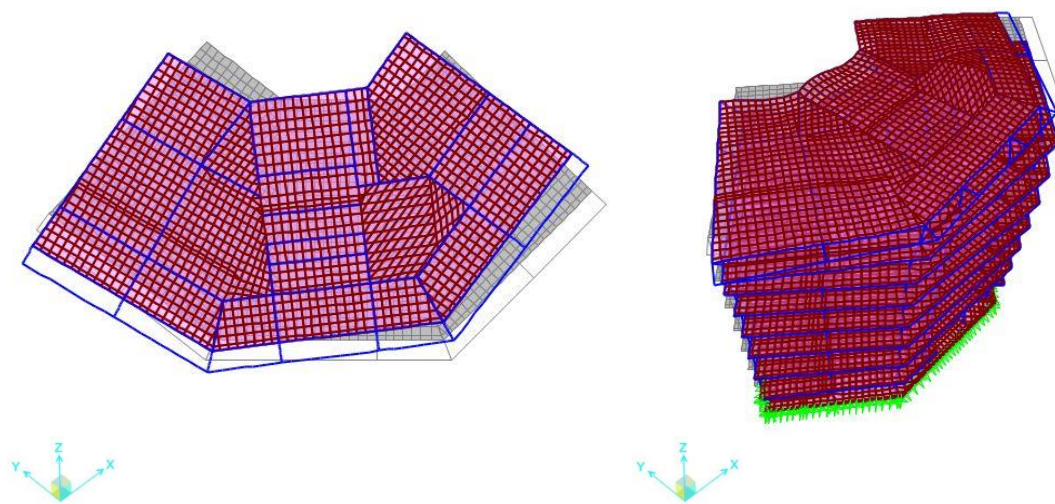
(a) Modo 1: $f_1 = 3,00$ Hz



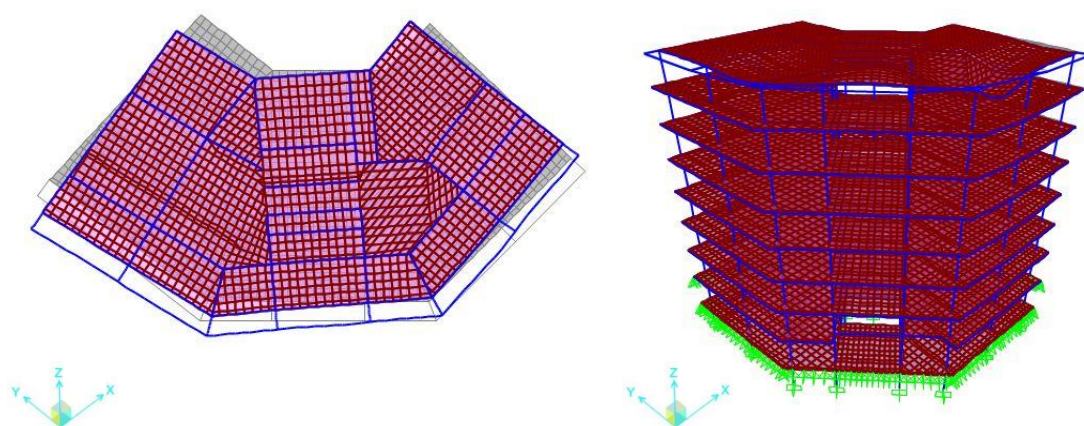
(b) Modo 2: $f_2 = 3,22$ Hz



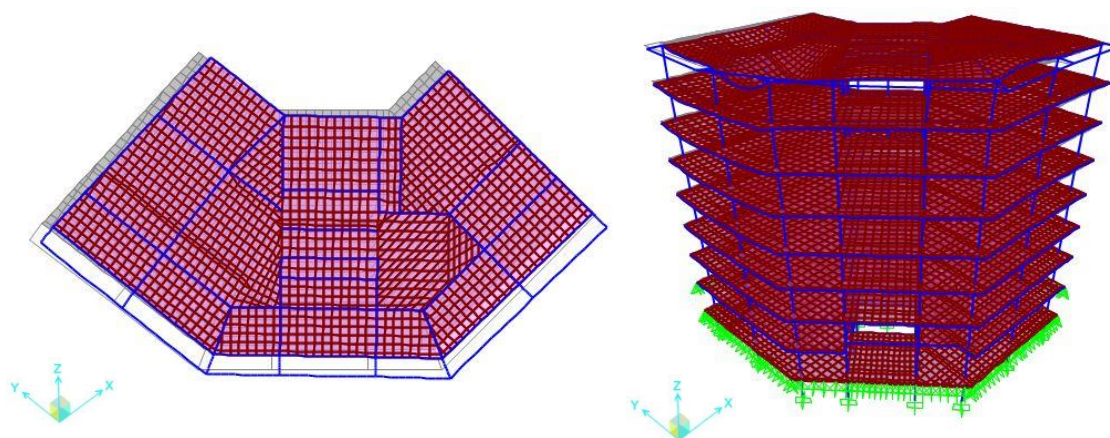
(c) Modo 3: $f_3 = 5,07$ Hz



(d) Modo 4: $f_4 = 6,46$ Hz



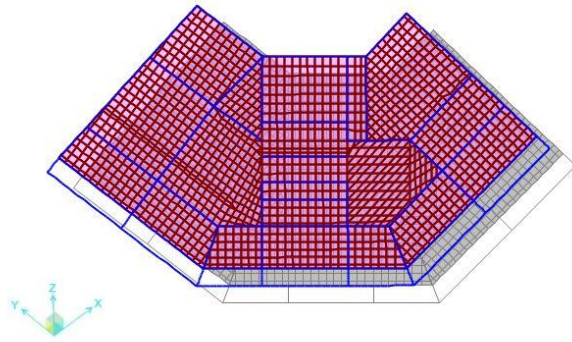
(e) Modo 5: $f_5 = 6,65$ Hz



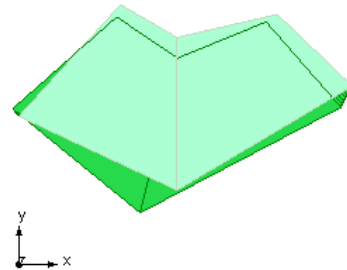
(f) Modo 6: $f_6 = 7,96$ Hz

FIGURA 4.13 – Modos de Vibração do Cenário 2

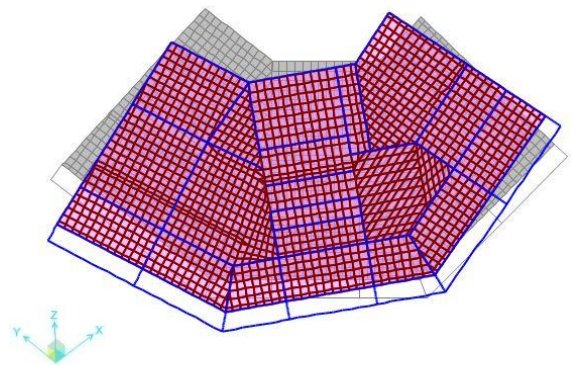
De seguida, apresentam-se os principais modos de vibração analíticos e experimentais, que correspondem aos modos comparáveis entre os resultados obtidos numericamente e identificados experimentalmente (Figura 4.14 e Figura 4.15).



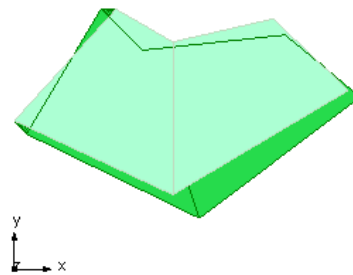
(a) Modo 1: $f_1 = 2,98$ Hz



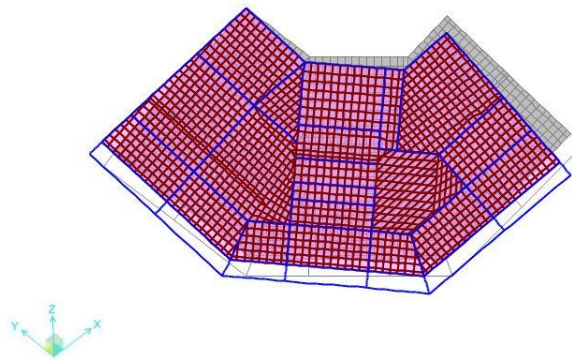
Modo 1: $f_1 = 2,98$ Hz



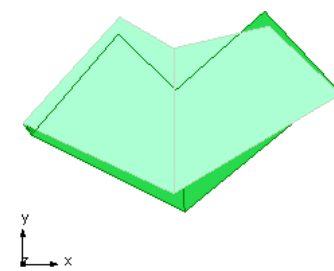
(b) Modo 2: $f_2 = 3,32$ Hz



Modo 2: $f_2 = 3,17$ Hz



(c) Modo 3: $f_3 = 5,18$ Hz



Modo 3: $f_3 = 4,20$ Hz

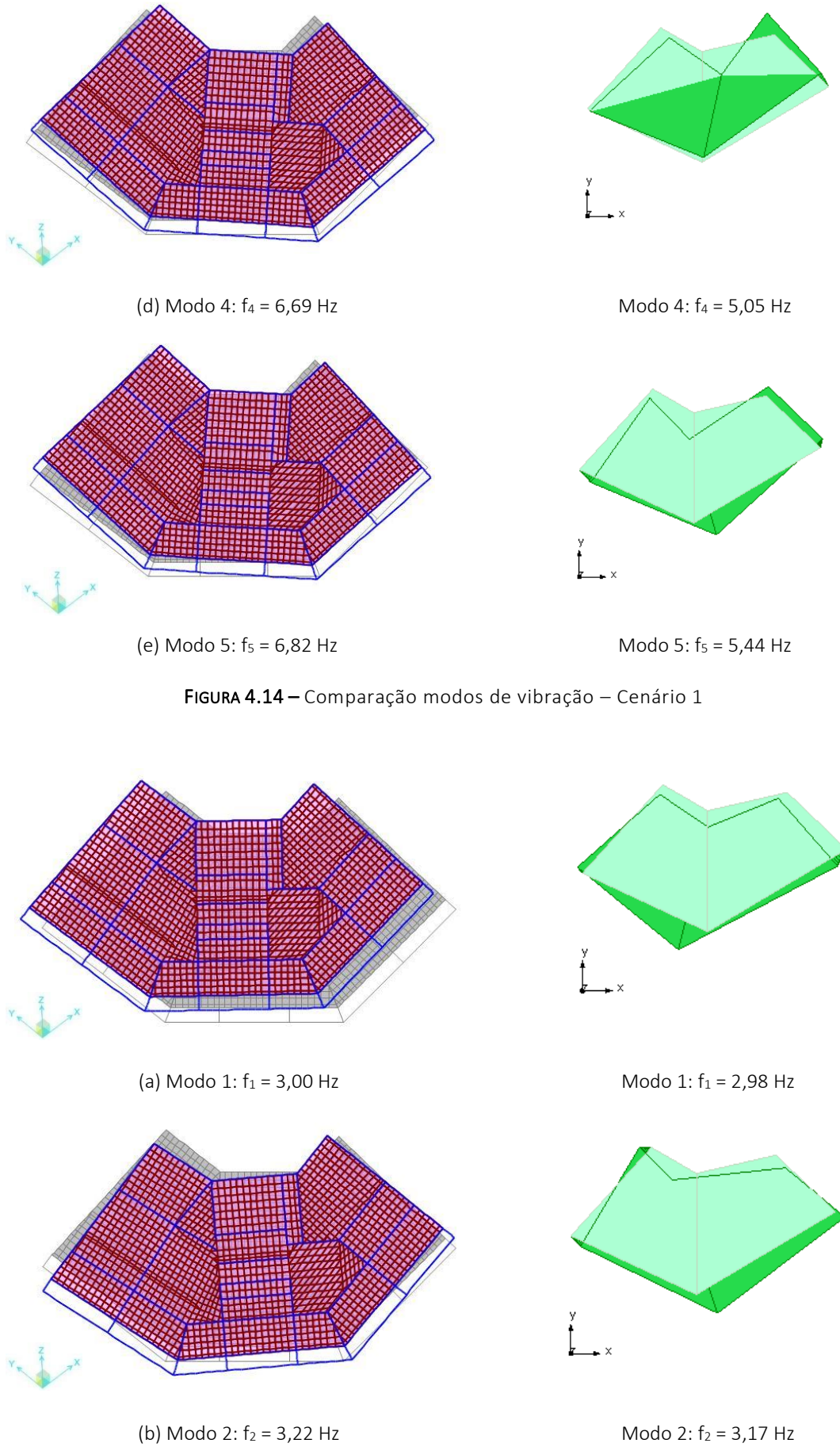


FIGURA 4.14 – Comparação modos de vibração – Cenário 1

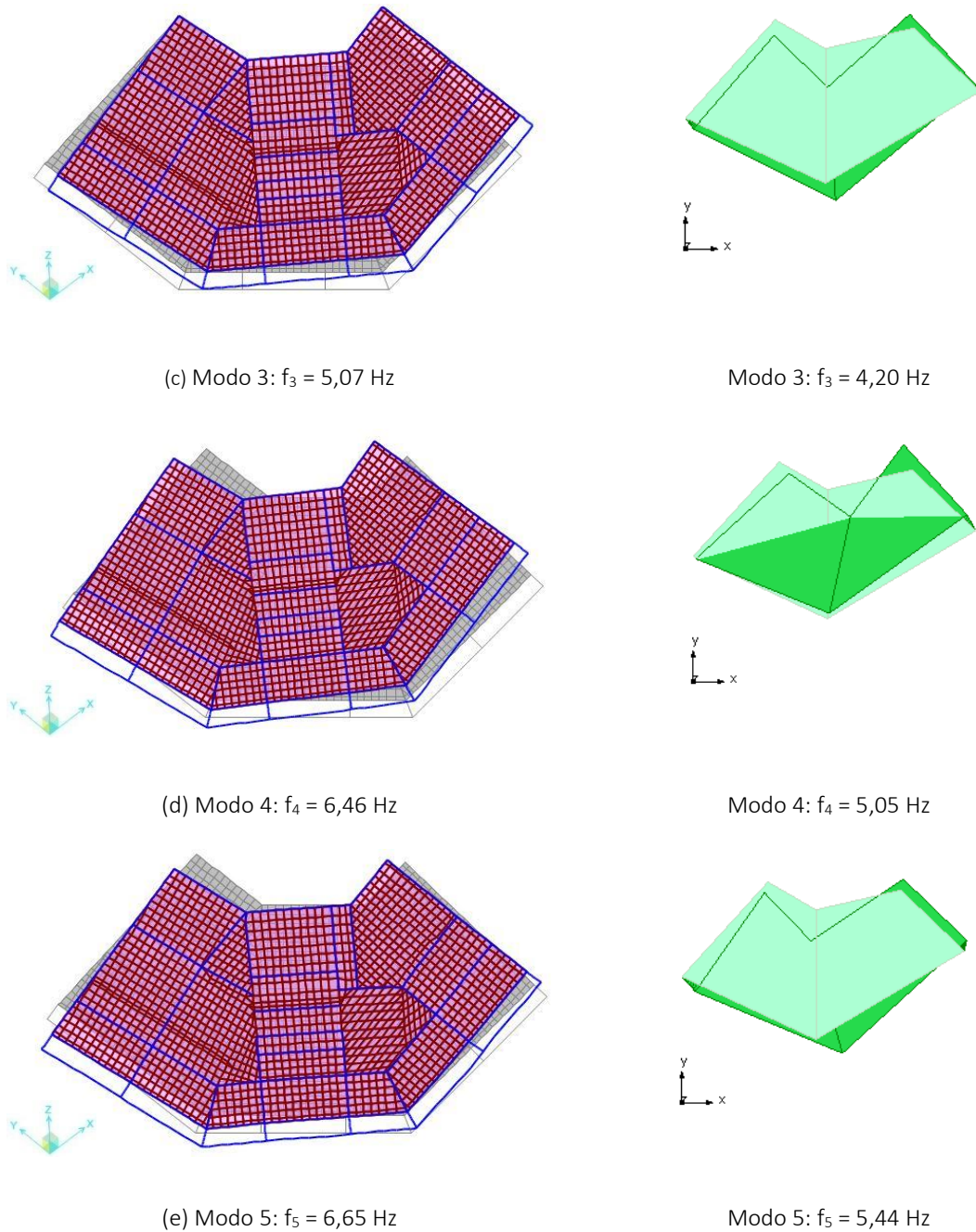


FIGURA 4.15 – Comparação modos de vibração – Cenário 2

DE ACORDO COM O

Quadro 4.4, verifica-se que o cenário 1 apresenta percentagens de erro mais elevadas comparativamente ao cenário 2, com exceção da primeira frequência. Por este motivo, seguir-se-á com a calibração do modelo numérico para o cenário 2.

Findo o processo de calibração, e estando o modelo o mais aproximado possível das condições reais, está-se em condições de se proceder à avaliação da segurança sísmica do edifício em estudo.

Tratando-se de uma verificação da segurança sísmica, optou-se por considerar a situação mais desfavorável para a estrutura em análise, isto é, sem a consideração da presença dos edifícios contíguos.

4.3.3. ANÁLISE MODAL

A determinação do número de modos a considerar para a resposta global do edifício em estudo foi realizada não com base na cláusula 4.3.3.3.1(3) do EC8-1, mas de acordo com 4.3.3.3.1(5), que preconiza:

$$k \geq 3 \cdot \sqrt{n} \quad (4.2)$$

$$T_k \leq 0,20s \quad (4.3)$$

sendo:

k – número de modos considerados;

n – número de pisos acima da fundação ou do nível superior de uma cave rígida;

T_k – período de vibração do modo k.

Deste modo, obtém-se k igual a 8 modos de vibração, sendo que o período de vibração de T_8 corresponde a 0,132s que é inferior aos 0,20s estabelecidos na equação (4.3).

4.4. ANÁLISE DOS DESLOCAMENTOS RELATIVOS ENTRE PISOS

Como já foi mencionado, entende-se por *drift*, o deslocamento relativo entre pisos. Estes *drifts* são comparados aos limites máximos preconizados no Vision 2000, que por sua vez, estão associados a quatro níveis de desempenho (ver Quadro 2.5). A cada nível de desempenho está associada uma ação sísmica com uma determinada probabilidade de ocorrência ou período de retorno, que se relaciona com o período de retorno de referência através da expressão (4.4), refletindo o conceito de coeficiente de importância.

$$\gamma_I \sim \left(\frac{T_{LR}}{T_L} \right)^{-\frac{1}{k}} \quad (4.4)$$

sendo:

γ_I – coeficiente de importância;

T_{LR} – período de retorno de referência;

T_L – período de retorno.

$$a_g = \gamma_I \times a_{gR} \quad (4.5)$$

sendo:

a_g – aceleração à superfície para um terreno do tipo A;

a_{gR} – aceleração à superfície de referência.

Aplicando as duas expressões anteriores e tendo como base os períodos de retorno preconizados no Vision 2000, obtêm-se os seguintes valores de acelerações no Quadro 4.5.

QUADRO 4.5 – Aceleração à superfície para os períodos de retorno preconizados no Vision 2000

NÍVEL DE DESEMPENHO	CENÁRIO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)	γ_I	a_g (m/s ²)
1	C ₀	-	-	-
2	C ₁	43	0,3826	0,6504
3	C ₂	72	0,4702	0,7993
4	C ₃	475	1,0000	1,7000
5	C ₄	970	1,3306	2,2619

Note-se que o valor do parâmetro k é resultante de estudos de perigosidade sísmica. No caso de estudo, a ação sísmica preponderante é a ação sísmica do tipo 2 por conduzir a acelerações superiores face à ação sísmica do tipo 1, logo o parâmetro k toma o valor de 2,5, segundo o Anexo NA do EC8-1.

Uma vez tendo as acelerações à superfície do terreno associados a cada nível de desempenho, obtêm-se os espectros de resposta de cálculo para os níveis adotados, que se apresentam na Figura 4.16.

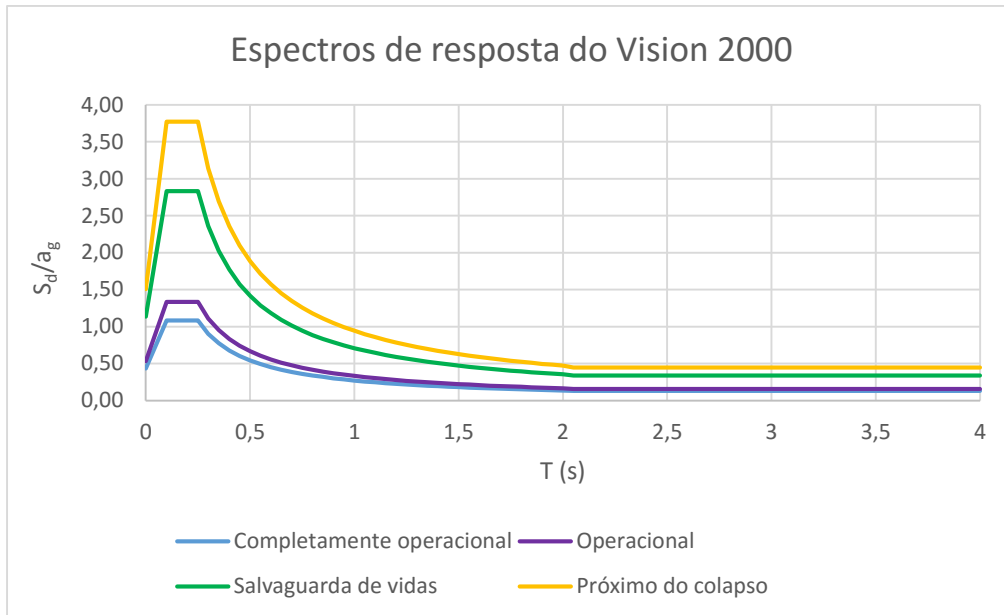


FIGURA 4.16 – Espectro de cálculo para os períodos de retorno preconizados no Vision 2000

É de salientar que a ação sísmica do tipo 2 do EC8-1 tem uma aceleração à superfície igual à aceleração à superfície do nível de desempenho correspondente ao período de retorno de 475 anos (ou Cenário 3) do Vision 2000, conduzindo a deslocamentos e esforços iguais (ver Quadro 4.5).

De seguida, com os deslocamentos obtidos a partir do programa de cálculo estrutural automático *SAP2000*, calcularam-se os deslocamentos relativos entre pisos, segundo a expressão seguinte:

$$\theta = \frac{d}{l} \times q \quad (4.6)$$

sendo:

θ – deslocamento relativo entre pisos;

d – diferença entre os deslocamentos dos pisos superior e inferior;

l – altura do piso;

q – coeficiente de comportamento.

Ressalve-se que o cálculo dos deslocamentos apenas foi feito para os pilares periféricos devido ao efeito de diafragma.

Na Figura 4.17, mostra-se um gráfico que apresenta os deslocamentos relativos e relaciona a aceleração à superfície com os períodos de retorno.

Analisando o gráfico da referida figura, nota-se que a sub-cave tem deslocamentos nulos, dado que se trata de uma cave e os movimentos encontram-se restringidos e os deslocamentos de todos os pisos não ultrapassam os limites máximos estabelecidos pelo Vision 2000, o que quer dizer que a estrutura cumpre o requisito referente às deformações.

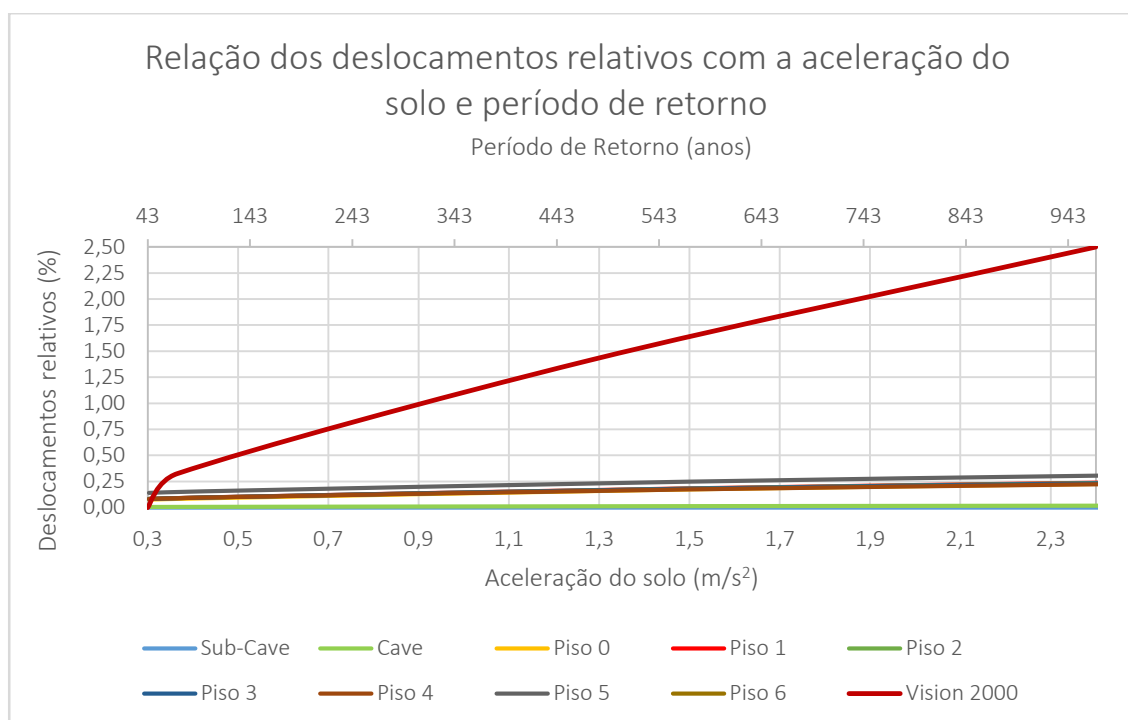


FIGURA 4.17 – Relação dos deslocamentos relativos com a aceleração do solo e período de retorno

Para uma melhor percepção dos deslocamentos, apresenta-se na Figura 4.18 o gráfico anterior mas em escala logarítmica.

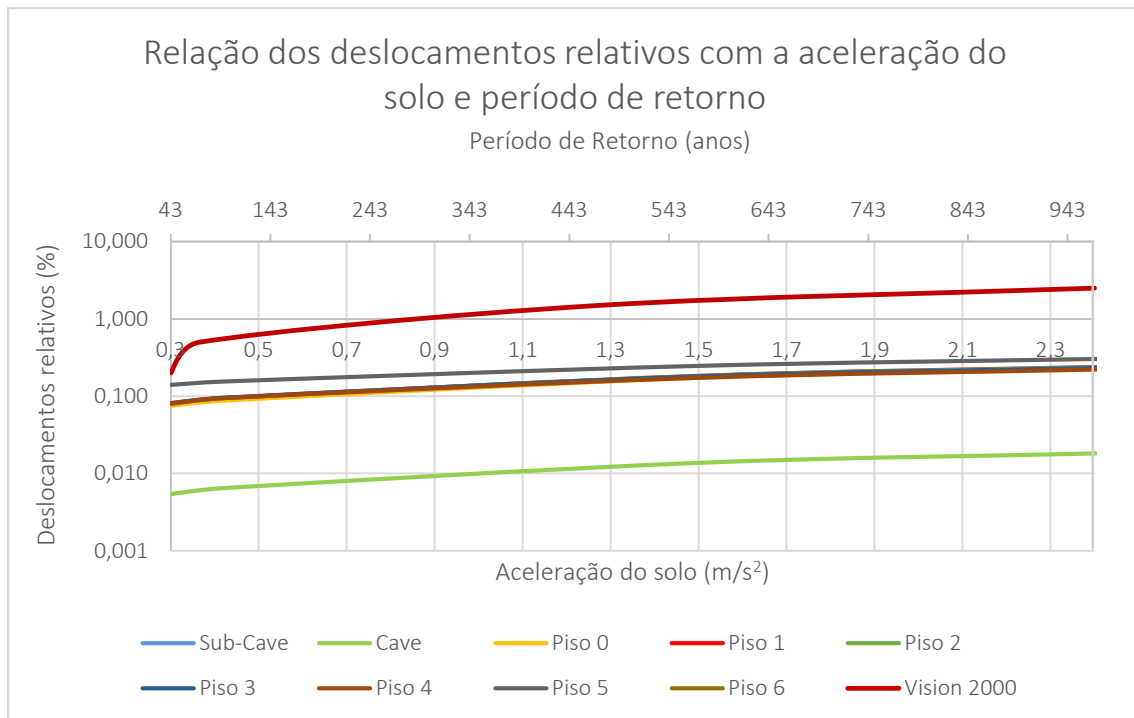


FIGURA 4.18 – Relação dos deslocamentos relativos com a aceleração do solo e período de retorno
– Escala logarítmica

4.5. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE RESISTENTE

Uma vez que a estrutura verifica o requisito de deformação presente no Vision 2000, é necessário averiguar se esta resiste aos esforços provocados pela ação sísmica.

4.5.1. PILARES SÍSMICOS PRIMÁRIOS

Os pilares sísmicos primários têm a função de resistir às forças horizontais.

O esforço normal reduzido nos pilares deve ser igual ou inferior a 0,65 mas superior a 0,1.

No corpo da dissertação apenas se apresentam dois exemplos de pilares sísmicos primários, indicados na Figura 4.19, e os restantes apresentam-se no Anexo 1.

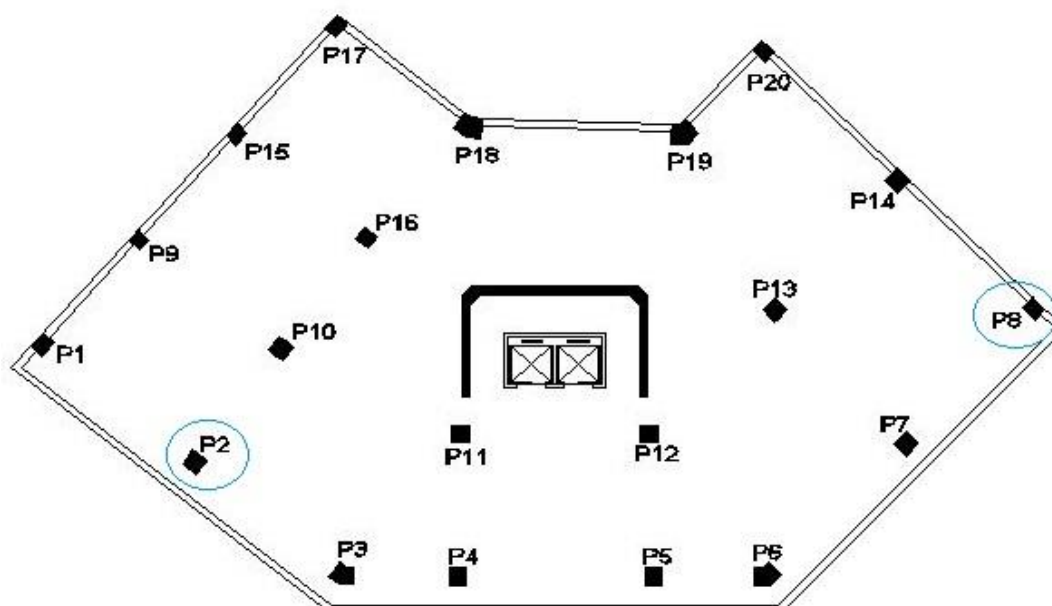


FIGURA 4.19 – Indicação dos pilares exemplo

No Quadro 4.6 mostram-se as dimensões das secções transversais dos pilares exemplo e respectivas áreas de betão.

QUADRO 4.6 – Dimensões e áreas das secções transversais dos pilares exemplo

PILAR	PISO	h (m)	b (m)	A _c (m ²)
P2	Caves	0,5	0,5	0,25
	0 – 5	0,5	0,5	0,25
	6	0,25	0,2	0,05
P8	Caves	0,4	0,4	0,16
	0 – 5	0,4	0,4	0,16
	6	0,4	0,2	0,08

No Anexo 2, seguem as áreas mínimas e máximas de armadura longitudinal que as secções transversais dos pilares devem conter, verificando-se que são cumpridos os limites inferior e superior, tendo em atenção que são determinadas pelas expressões indicadas abaixo.

$$A_{s,\text{mín}} = \frac{0,10 \times N_{\text{Ed}}}{f_{\text{yd}}} \geq 0,002 \times A_c \quad (4.7)$$

$$A_{s,máx} = 0,04 \times A_c \quad (4.8)$$

O EC8-1 acrescenta que a taxa total de armadura longitudinal deve estar compreendida entre 1% e 4%. Os valores da taxa total de armadura são apresentados no Anexo 3 e, analisando os quadros do referido anexo, conclui-se que o pilar exemplo P2 apenas não cumpre os limites estabelecidos pelo EC8-1 no 6º piso e o pilar exemplo P8, não cumpre nos dois últimos pisos.

O esforço axial reduzido é calculado pela seguinte expressão, sendo que este parâmetro não deve exceder 0,65:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}} \quad (4.9)$$

Analisando o Quadro 4.7, é possível ver que os valores assinalados com fundo vermelho são superiores a 0,65 (tanto no pilar P2 como no P8), significando que estes pilares nos cenários indicados no referido quadro não são suficientes para suportar os esforços a que estão sujeitos, pelo que as suas secções deveriam ser aumentadas.

QUADRO 4.7 – Esforço axial reduzido dos pilares exemplo

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P2	Sub-Cave	C0	0,8786	P8	Sub-Cave	C0	0,0034
		C1	0,9102			C1	0,0034
		C2	0,9059			C2	0,0034
		C3	0,8786			C3	0,0034
		C4	0,8615			C4	0,0034
P2	Cave	C0	0,8787	P8	Cave	C0	0,0040
		C1	0,9120			C1	0,0040
		C2	0,9075			C2	0,0040
		C3	0,8787			C3	0,0040
		C4	0,8607			C4	0,0040
P2	0	C0	0,7702	P8	0	C0	0,7351
		C1	0,8024			C1	0,7751
		C2	0,7980			C2	0,7695
		C3	0,7702			C3	0,7351
		C4	0,7528			C4	0,7136
P2	1	C0	0,6455	P8	1	C0	0,6198

		C1	0,6728			C1	0,6531
		C2	0,6693			C2	0,6485
		C3	0,6455			C3	0,6198
		C4	0,6306			C4	0,6019
P2	2	C0	0,5212	P8	2	C0	0,5033
		C1	0,5436			C1	0,5301
		C2	0,5408			C2	0,5265
		C3	0,5212			C3	0,5033
		C4	0,5089			C4	0,4888
P2	3	C0	0,3979	P8	3	C0	0,3867
		C1	0,4151			C1	0,4069
		C2	0,4131			C2	0,4043
		C3	0,3979			C3	0,3867
		C4	0,3884			C4	0,3757
P2	4	C0	0,2749	P8	4	C0	0,2696
		C1	0,2869			C1	0,2834
		C2	0,2856			C2	0,2817
		C3	0,2749			C3	0,2696
		C4	0,2682			C4	0,2621
P2	5	C0	0,1523	P8	5	C0	0,1512
		C1	0,1593			C1	0,1588
		C2	0,1586			C2	0,1580
		C3	0,1523			C3	0,1512
		C4	0,1484			C4	0,1470
P2	6	C0	0,2075	P8	6	C0	0,0883
		C1	0,2232			C1	0,0917
		C2	0,2218			C2	0,0915
		C3	0,2075			C3	0,0883
		C4	0,1985			C4	0,0862

Para facilitar a interpretação dos resultados respeitantes ao esforço axial reduzido, optou-se por elaborar gráficos para todos os cenários de cada pilar, apresentando-se apenas os pilares exemplo, seguindo os restantes no Anexo 4.2.

As figuras Figura 4.20 e Figura 4.21 mostram os valores obtidos de esforço axial reduzido para cada um dos pisos relativos a cada um dos cinco cenários adotados, sendo a reta verde a linha que indica a limitação máxima imposta pelo regulamento para o esforço axial reduzido.

Deste modo, verifica-se que o pilar P2 apenas verifica a partir do 2º piso e nos cenários 0 e 4 do 1º piso. No caso do pilar P8, o piso 0 e o cenário 1 do 1º piso não verificam.

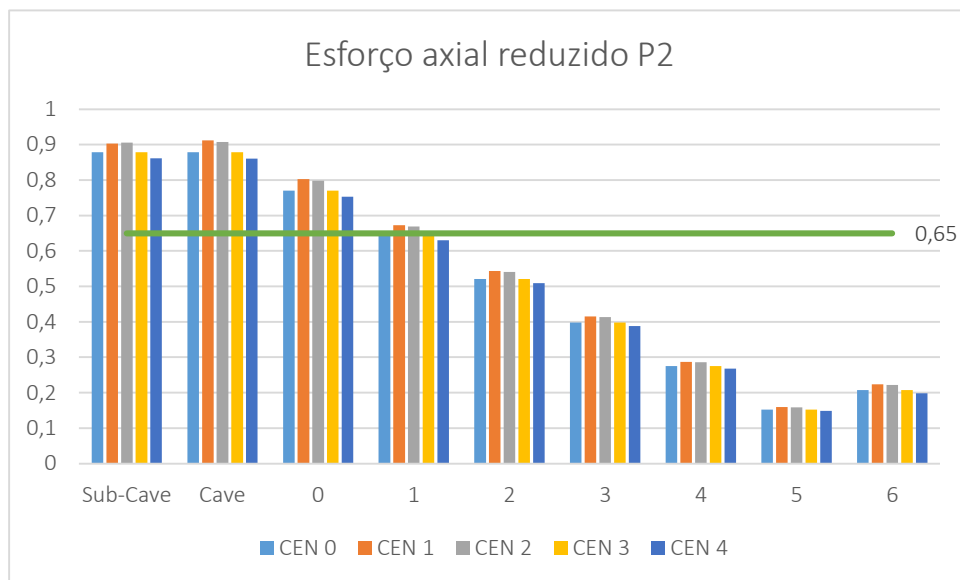


FIGURA 4.20 – Esforço axial reduzido pilar exemplo P2

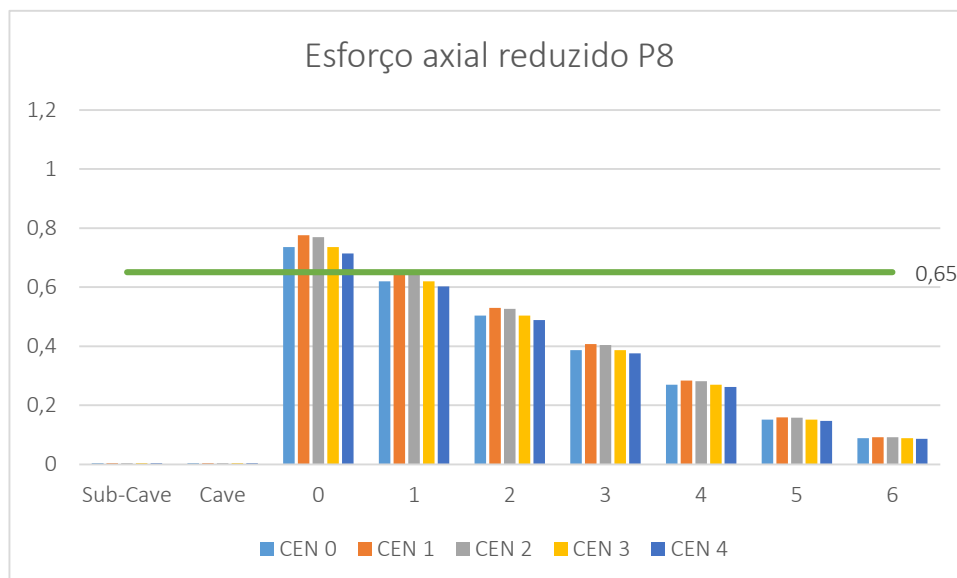


FIGURA 4.21 – Esforço axial reduzido pilar exemplo P8

4.5.1.1. ARMADURA LONGITUDINAL

Tratando-se de um edifício existente, a verificação aos esforços foi realizada com base nas armaduras indicadas no projeto. O Quadro 4.8 mostra as áreas de armadura longitudinal dos pilares exemplo, bem como o número e diâmetro dos varões utilizados. As armaduras dos restantes pilares encontram-se no Anexo 5.

QUADRO 4.8 – Área de armadura longitudinal dos pilares exemplo

PILAR	PISO	A _{s, TOTAL} (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO
P2	SC	78,56	16φ25
	Cave	78,56	16φ25
	0	64,4	8φ25 + 8φ20
	1	50,24	16φ20
	2	50,24	16φ20
	3	41,2	8φ20 + 8φ16
	4	32,16	16φ16
	5	25,12	8φ16 + 8φ12
	6	8,04	4φ16
P8	SC	41,21	8φ20 + 8φ16
	Cave	32,16	16φ16
	0	32,16	16φ16
	1	32,16	16φ16
	2	25,12	8φ16 + 8φ12
	3	25,12	8φ16 + 8φ12
	4	18,08	16φ12
	5	15,33	8φ12 + 8φ10
	6	15,33	6φ12

Os valores de cálculo do esforço transversal devem ser obtidos com base no conceito de *Capacity Design*. Deste modo, considera-se o equilíbrio do pilar, que por sua vez está sujeito à ação dos momentos nas suas extremidades ($M_{i,d}$), que podem ser calculados de acordo com:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{RC,i} \cdot \min \left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{RC}} \right) \quad (4.10)$$

em que:

$i = 1$ ou 2 , designação das secções de extremidade do pilar;

γ_{Rd} – coeficiente que tem em conta a sobrerresistência por endurecimento do aço e o confinamento betão da zona de compressão de secção, considerado igual a 1,1 para classe de ductilidade média;

$M_{RC,i}$ – valor de cálculo do momento resistente do pilar na extremidade i no sentido do momento fletor sísmico no sentido considerado da ação sísmica.

A expressão (4.10) pode ser simplificada de forma conservativa:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \quad (4.11)$$

pelo que os valores de cálculo do esforço transversal são obtidos de acordo com:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \frac{M_1 + M_2}{l_{cl}} \quad (4.12)$$

onde:

V_{Ed} – esforço transversal de cálculo;

M_1 e M_2 – momentos nas extremidades dos pilares;

l_{cl} – comprimento livre do pilar.

Com a pormenorização da armadura longitudinal e com recurso ao mapa de pilares, presente no Anexo 1.1, é possível determinar o momento resistente nas extremidades dos pilares, seguindo as seguintes expressões:

$$x = \frac{N_{Ed} + (A_{s1} - A_{s2}) \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}} \quad (4.13)$$

$$M_{Rd} = \left[A_{s1} \left(d - \frac{h}{2} \right) + A_{s2} \left(\frac{h}{2} - d_1 \right) \right] \cdot f_{yd} + 0,8x \cdot b \cdot f_{yd} \cdot \left(\frac{h}{2} - 0,4x \right) \quad (4.14)$$

sendo:

x – altura comprimida da secção;

N_{Ed} – esforço axial na secção;

A_{s1} – área de armadura tracionada;

A_{s2} – área de armadura comprimida;

b – largura da secção de betão;

d – distância entre o centro de gravidade da armadura de tração e a fibra mais comprimida;

d_1 – distância entre o centro de gravidade da armadura de compressão e a fibra mais comprimida;

h – altura da secção de betão.

A Figura 4.22 mostra de forma esquemática os parâmetros que constam nas equações (4.13) e (4.14).

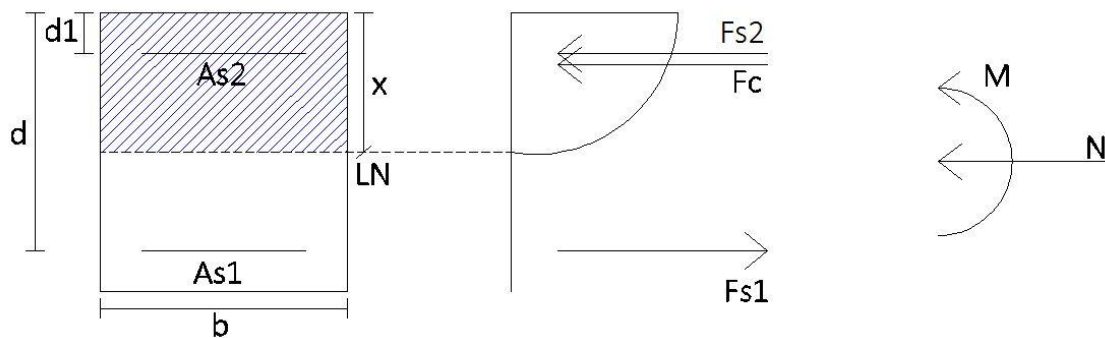


FIGURA 4.22 – Diagrama parábola - retângulo

Aplicando as expressões (4.13) e (4.14), determina-se a posição da linha neutra e calculam-se os momentos resistentes nas extremidades dos pilares, tendo-se obtido os valores indicados nos quadros Quadro 4.9 e Quadro 4.10.

É de salientar que A_{s1} e A_{s2} são iguais devido ao facto de se verificar uma pormenorização simétrica nos pilares.

Daqui em diante apenas se apresentam os resultados referentes ao pilar P2, visto que os quadros são muito extensos, portanto os restantes pilares seguem nos Anexos 6 e 7.

QUADRO 4.9 – Momentos resistentes nas extremidades do pilar exemplo P2 - em torno do eixo x

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54911	412,69
	C1	24,55					0,56887	396,06
	C2	24,55					0,56618	398,40
	C3	24,55					0,54911	412,69
	C4	24,55					0,53846	421,09
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54919	412,62
	C1	24,55					0,57002	395,05
	C2	24,55					0,56719	397,52
	C3	24,55					0,54919	412,62
	C4	24,55					0,53796	421,48
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48134	410,33
	C1	21,01					0,50149	398,02
	C2	21,01					0,49877	399,76

	C3	21,01					0,48134	410,33
	C4	21,01					0,47047	416,39
1	C0	15,7	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40341	371,00
	C1	15,7					0,42052	365,19
	C2	15,7					0,41830	366,00
	C3	15,7					0,40341	371,00
	C4	15,7					0,39412	373,73
2	C0	15,7	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32574	384,80
	C1	15,7					0,33975	383,83
	C2	15,7					0,33802	383,99
	C3	15,7					0,32574	384,80
	C4	15,7					0,31807	385,05
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,24866	346,70
	C1	13,44					0,25944	348,85
	C2	13,44					0,25819	348,62
	C3	13,44					0,24866	346,70
	C4	13,44					0,24272	345,35
4	C0	10,5	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17179	278,96
	C1	10,5					0,17931	282,48
	C2	10,5					0,17849	282,10
	C3	10,5					0,17179	278,96
	C4	10,5					0,16761	276,93
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09520	201,42
	C1	8,29					0,09955	204,61
	C2	8,29					0,09910	204,28
	C3	8,29					0,09520	201,42
	C4	8,29					0,09278	199,61
6	C0	4,02	0,25	0,2	0,2	0,05	0,06483	31,94
	C1	4,02					0,06976	32,53
	C2	4,02					0,06931	32,48
	C3	4,02					0,06483	31,94
	C4	4,02					0,06204	31,58

QUADRO 4.10 – Momentos resistentes nas extremidades do pilar exemplo P2 - em torno do eixo y

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54911	412,69
	C1	24,55					0,56887	396,06
	C2	24,55					0,56618	398,40
	C3	24,55					0,54911	412,69
	C4	24,55					0,53846	421,09
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54919	412,62
	C1	24,55					0,57002	395,05

	C2	24,55					0,56719	397,52
	C3	24,55					0,54919	412,62
	C4	24,55					0,53796	421,48
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48134	410,33
	C1	21,01					0,50149	398,02
	C2	21,01					0,49877	399,76
	C3	21,01					0,48134	410,33
	C4	21,01					0,47047	416,39
1	C0	15,7	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40341	371,00
	C1	15,7					0,42052	365,19
	C2	15,7					0,41830	366,00
	C3	15,7					0,40341	371,00
	C4	15,7					0,39412	373,73
2	C0	15,7	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32574	384,80
	C1	15,7					0,33975	383,83
	C2	15,7					0,33802	383,99
	C3	15,7					0,32574	384,80
	C4	15,7					0,31807	385,05
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,24866	346,70
	C1	13,44					0,25944	348,85
	C2	13,44					0,25819	348,62
	C3	13,44					0,24866	346,70
	C4	13,44					0,24272	345,35
4	C0	10,5	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17179	278,96
	C1	10,5					0,17931	282,48
	C2	10,5					0,17849	282,10
	C3	10,5					0,17179	278,96
	C4	10,5					0,16761	276,93
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09520	201,42
	C1	8,29					0,09955	204,61
	C2	8,29					0,09910	204,28
	C3	8,29					0,09520	201,42
	C4	8,29					0,09278	199,61
6	C0	4,02	0,2	0,25	0,15	0,05	0,05186	22,75
	C1	4,02					0,05581	23,23
	C2	4,02					0,05545	23,19
	C3	4,02					0,05186	22,75
	C4	4,02					0,04963	22,47

4.5.1.2. ARMADURA TRANSVERSAL

De acordo com o EC2-1, a armadura transversal não deve conter varões com diâmetros inferiores a 6mm ou a um quarto do diâmetro máximo dos varões da armadura longitudinal, situação esta que se verifica após análise do Quadro 4.11 que apresenta a armadura transversal existente nos pilares do edifício.

QUADRO 4.11 – Armadura transversal nos pilares

PISO	s (m)	nº RAMOS	ϕ	A_{sw}/s (cm ² /m)
Sub-Cave	0,20	2	8	5,03
Cave	0,20	2	8	5,03
0	0,20	2	8	5,03
1	0,20	2	8	5,03
2	0,15	2	6	3,77
3	0,15	2	6	3,77
4	0,15	2	6	3,77
5	0,15	2	6	3,77
6	0,15	2	6	3,77

Contudo, existem algumas verificações que precisam ser feitas, nomeadamente:

- Espaçamento entre os varões transversais:

$$s_{cl,tmax} = \text{mín}\{20 \times d_{bL}; b; 400\text{mm}\} \quad (4.15)$$

sendo:

$s_{cl,tmax}$ – espaçamento entre as armaduras transversais;

d_{bL} – diâmetro mínimo dos varões longitudinais;

b – menor dimensão do pilar.

No Quadro 4.12, encontram-se indicados os espaçamentos máximos entre as armaduras transversais no caso do pilar exemplo P2.

QUADRO 4.12 – Espaçamento máximo entre as armaduras transversais do pilar exemplo P2

PILAR	PISO	20×d _{bl} (mm)	b (mm)	400 (mm)	S _{cl,tmax} (mm)
P2	Sub-Cave	500	500	400	400
	Cave	500	500	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
	6	320	200	400	200

Conclui-se que o espaçamento entre as armaduras transversais é cumprido para o pilar exemplo P2.

- Comprimento da zona crítica:

$$l_{cr} = \max \left\{ h_c; \frac{l_{cl}}{6}; 0,45m \right\} \quad (4.16)$$

em que:

l_{cr} – comprimento da zona crítica (m);

h_c – maior dimensão da secção transversal do pilar (m);

l_{cl} – comprimento livre do pilar (m).

O Quadro 4.13 apresenta os comprimentos da zona crítica para o pilar exemplo P2 para cada piso do edifício.

QUADRO 4.13 – Comprimento da zona crítica para o pilar exemplo P2

PILAR	PISO	h_c (m)	$l_{cl}/6$ (m)	0,45 (m)	l_{cr} (m)
P2	Sub-Cave	0,50	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,50	0,51	0,45	0,51
	0	0,50	0,46	0,45	0,50
	1	0,50	0,46	0,45	0,50

	2	0,50	0,46	0,45	0,50
	3	0,50	0,46	0,45	0,50
	4	0,50	0,46	0,45	0,50
	5	0,50	0,46	0,45	0,50
	6	0,25	0,39	0,45	0,45

- Espaçamento entre as cintas:

O espaçamento entre cintas nas zonas críticas deve respeitar a seguinte condição:

$$s = \text{mín} \left\{ \frac{b_0}{2}; 175\text{mm}; 8 \times d_{bL} \right\} \quad (4.17)$$

sendo:

s – espaçamento entre as cintas;

b_0 – dimensão mínima do núcleo de betão, relativamente ao eixo das cintas;

d_{bL} – diâmetro mínimo dos varões longitudinais.

O EC8-1 limita em 200mm a distância entre varões longitudinais consecutivos abraçados por cintas ou ganchos.

O espaçamento máximo entre as cintas do pilar P2 está indicado no Quadro 4.14, que varia consoante o piso em questão, pelo facto de o pilar P2 não estar igualmente armado em todos os pisos. No entanto, verifica-se que o espaçamento entre as cintas não é cumprido em nenhum dos pisos em que o pilar P2 está presente, excetuando o piso 2.

QUADRO 4.14 – Espaçamento entre as cintas nas zonas críticas do pilar exemplo P2

PILAR	PISO	$b_0/2$ (mm)	175 (mm)	$8d_{bL}$ (mm)	s (mm)
P2	Sub-Cave	200	175	200	175
	Cave	200	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	50	175	128	50

Apresentam-se no Quadro 4.15 os resultados obtidos para o esforço transversal de cálculo (V_{Ed}), em torno dos eixos x e y, respetivamente, através da aplicação da expressão (4.12). Mais uma vez, os valores relativos aos restantes pilares seguem no Anexo 9 e os resultados referentes aos espaçamentos e comprimento da zona crítica no Anexo 8.

QUADRO 4.15 – Esforço transversal de cálculo do pilar exemplo P2

PISO	CENÁRIO	V_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	327,77	327,77
	C1			314,56	314,56
	C2			316,42	316,42
	C3			327,77	327,77
	C4			334,44	334,44
Cave	C0	1,1	3,08	294,73	294,73
	C1			282,18	282,18
	C2			283,95	283,95
	C3			294,73	294,73
	C4			301,06	301,06
0	C0	1,1	2,76	327,07	327,07
	C1			317,26	317,26
	C2			318,65	318,65
	C3			327,07	327,07
	C4			331,90	331,90
1	C0	1,1	2,76	295,72	295,72
	C1			291,09	291,09
	C2			291,74	291,74
	C3			295,72	295,72
	C4			297,90	297,90
2	C0	1,1	2,76	306,73	306,73
	C1			305,95	305,95
	C2			306,08	306,08
	C3			306,73	306,73
	C4			306,92	306,92
3	C0	1,1	2,76	276,36	276,36
	C1			278,07	278,07
	C2			277,89	277,89
	C3			276,36	276,36
	C4			275,28	275,28
4	C0	1,1	2,76	222,36	222,36
	C1			225,16	225,16
	C2			224,86	224,86

	C3			222,36	222,36
	C4			220,74	220,74
5	C0	1,1	2,76	160,55	160,55
	C1			163,09	163,09
	C2			162,83	162,83
	C3			160,55	160,55
	C4			159,11	159,11
6	C0	1,1	2,36	29,77	21,21
	C1			30,33	21,66
	C2			30,28	21,62
	C3			29,77	21,21
	C4			29,44	20,95

Uma vez determinados os valores de cálculo do esforço transversal quer em torno do eixo x, quer em torno do eixo y, é possível proceder-se à verificação da resistência dos pilares ao esforço transversal.

Neste contexto, é necessário verificar as seguintes condições:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (4.18)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad (4.19)$$

atendendo a que:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} \quad (4.20)$$

A expressão que permite calcular o esforço transversal resistente equilibrado pela armadura de esforço transversal na tensão de cedência, é dada por:

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad (4.21)$$

sendo:

A_{sw} – área da secção transversal das armaduras de esforço transversal;

s – espaçamento entre os estribos;

z – braço binário das forças interiores. Usualmente aproxima-se a: $z=0,9d$.

No Quadro 4.16 indicam-se os valores obtidos para o esforço transversal resistente equilibrado pela armadura de esforço transversal para o pilar exemplo P2. Os restantes pilares encontram-se no anexo 10.1.

QUADRO 4.16 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm ² /m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11

	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,180	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

Por fim, é necessário proceder-se ao cálculo do esforço transversal resistente máximo, com a vista a se poder verificar o esmagamento nas bielas comprimidas, pelo que:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot \frac{f_{cd}}{(\cot \theta + \tan \theta)} \quad (4.22)$$

em que:

α_{cw} – coeficiente que tem em conta o estado de tensão no banzo comprimido. Assume o valor 1 para estruturas não esforçadas;

b_w – menor largura da secção;

v_1 – coeficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal:

$$v = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (4.23)$$

Aplicando a equação (4.22), obteve-se o esforço transversal resistente máximo para o pilar exemplo P2, que é apresentado no Quadro 4.17.

QUADRO 4.17 – Esforço transversal resistente máximo – Pilar exemplo P2

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd,max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

0	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,18	0,180	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

As figuras apresentadas de seguida (Figura 4.23 e Figura 4.24), ajudam a analisar e interpretar os valores obtidos para o esforço transversal, por meio de gráficos comparativos entre o esforço transversal de cálculo, segundo os eixos x e y, e o esforço transversal resistente, para os cenários C3 e C4 (cenários de colapso que colocam em risco vidas humanas).

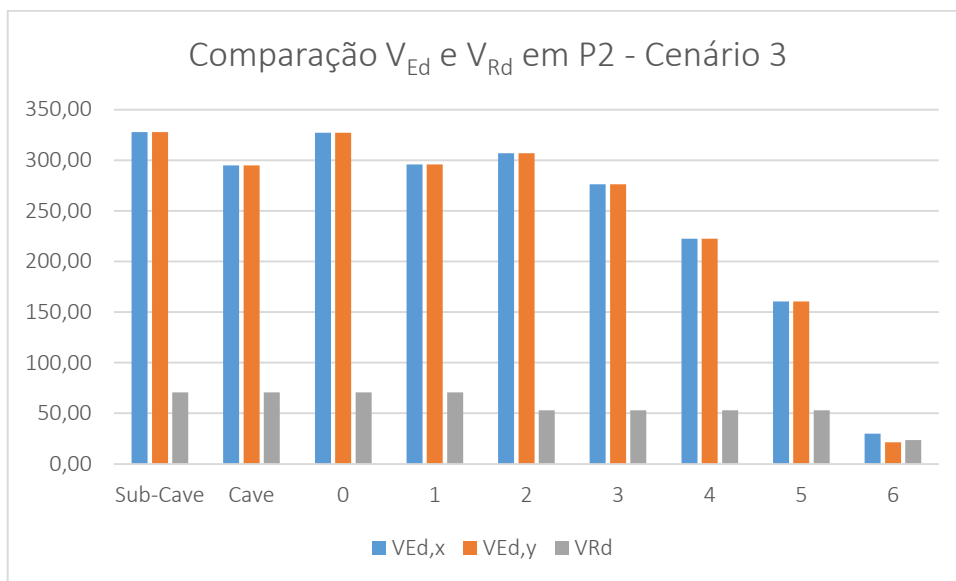


FIGURA 4.23 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 3

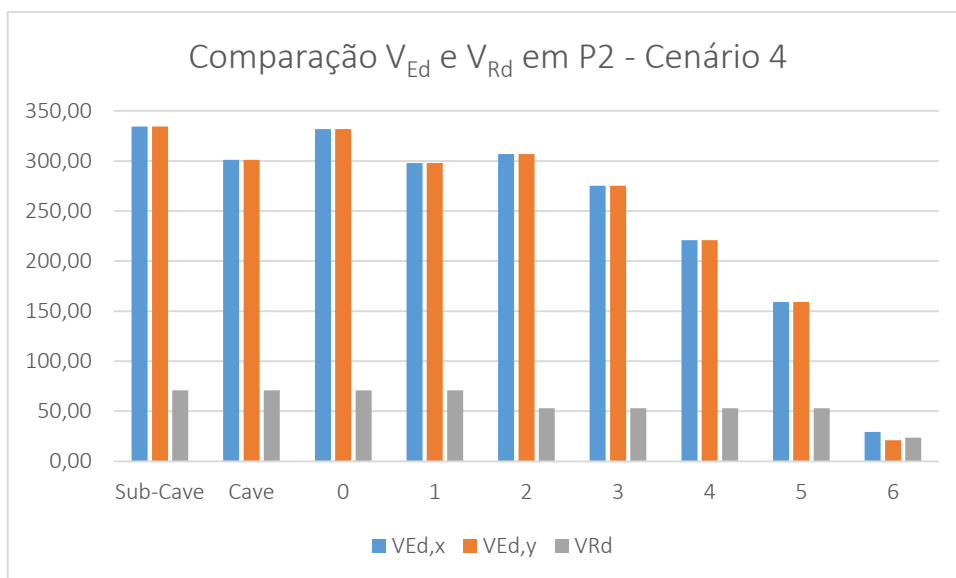


FIGURA 4.24 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 4

Analisando os gráficos, é notório que $V_{Ed} > V_{Rd}$ na maioria dos pisos, excetuando o esforço transversal de cálculo na direção do eixo y no 6º piso, tanto no cenário 3 como no cenário 4. Tal facto demonstra que o elemento não tem capacidade suficiente para resistir aos esforços a que está sujeito, sendo que a rotura por esforço transversal antecede a rotura por flexão.

Por outro lado, optou-se por averiguar a quantidade de armadura transversal necessária para cada piso e cenário do pilar exemplo P2, de modo a que verificasse o esforço transverso.

No Quadro 4.18, é visível que para que se verificasse a expressão (4.18), a armadura transversal teria que ser bastante aumentada para o caso do pilar exemplo P2. Por outro lado, também se conclui que a única situação que verifica a condição (4.18) é o 6º Piso, em torno do eixo y, em todos os cenários.

QUADRO 4.18 – Averiguação da armadura de esforço transverso mínima necessária para que se verificasse o esforço transverso – Pilar exemplo P2

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,s,x}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,s,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	23,27	327,77	327,77	23,27	327,77	327,77
	C1	22,33	314,56	314,56	22,33	314,56	314,56
	C2	22,46	316,42	316,42	22,46	316,42	316,42
	C3	23,27	327,77	327,77	23,27	327,77	327,77
	C4	23,74	334,44	334,44	23,74	334,44	334,44
Cave	C0	20,92	294,73	294,73	20,92	294,73	294,73
	C1	20,03	282,18	282,18	20,03	282,18	282,18
	C2	20,16	283,95	283,95	20,16	283,95	283,95
	C3	20,92	294,73	294,73	20,92	294,73	294,73
	C4	21,37	301,06	301,06	21,37	301,06	301,06
0	C0	23,22	327,07	327,07	23,22	327,07	327,07
	C1	22,52	317,26	317,26	22,52	317,26	317,26
	C2	22,62	318,65	318,65	22,62	318,65	318,65
	C3	23,22	327,07	327,07	23,22	327,07	327,07
	C4	23,56	331,90	331,90	23,56	151,57	331,90
1	C0	20,99	295,72	295,72	20,99	295,72	295,72
	C1	20,66	291,09	291,09	20,66	291,09	291,09
	C2	20,71	291,74	291,74	20,71	291,74	291,74
	C3	20,99	295,72	295,72	20,99	295,72	295,72
	C4	21,15	297,90	297,90	21,15	297,90	297,90
2	C0	21,77	306,73	306,73	21,77	306,73	306,73
	C1	21,72	305,95	305,95	21,72	305,95	305,95
	C2	21,73	306,08	306,08	21,73	306,08	306,08
	C3	21,77	306,73	306,73	21,77	306,73	306,73
	C4	21,79	306,92	306,92	21,79	306,92	306,92
3	C0	19,62	276,36	276,36	19,62	276,36	276,36

	C1	19,74	278,07	278,07	19,74	278,07	278,07
	C2	19,73	277,89	277,89	19,73	277,89	277,89
	C3	19,62	276,36	276,36	19,62	276,36	276,36
	C4	19,54	275,28	275,28	19,54	275,28	275,28
4	C0	15,78	222,36	222,36	15,78	222,36	222,36
	C1	15,98	225,16	225,16	15,98	225,16	225,16
	C2	15,96	224,86	224,86	15,96	224,86	224,86
	C3	15,78	222,36	222,36	15,78	222,36	222,36
	C4	15,67	220,74	220,74	15,67	220,74	220,74
5	C0	11,40	160,55	160,55	11,40	160,55	160,55
	C1	11,58	163,09	163,09	11,58	163,09	163,09
	C2	11,56	162,83	162,83	11,56	162,83	162,83
	C3	11,40	160,55	160,55	11,40	160,55	160,55
	C4	11,29	159,11	159,11	11,29	159,11	159,11
6	C0	4,75	29,77	29,77	3,39	21,21	21,21
	C1	4,84	30,33	30,33	3,46	21,66	21,66
	C2	4,84	30,28	30,28	3,45	21,62	21,62
	C3	4,75	29,77	29,77	3,39	21,21	21,21
	C4	4,70	29,44	29,44	3,35	20,95	20,95

A averiguação da quantidade de armadura transversal para os restantes pilares seguem no Anexo 12.

4.5.1.3. ARMADURA DE CONFINAMENTO

A averiguação da armadura de confinamento tratou-se de uma verificação suplementar.

O Quadro 4.19 indica a pormenorização e as respetivas áreas de armadura de confinamento presentes no projeto do edifício em estudo.

QUADRO 4.19 – Armadura de confinamento

PISO	PILAR	Asw/s	
		PORMENORIZAÇÃO	Área (cm ² /m)
SC - 1º	Todos	φ8//0,20	2,51
2º - 6º	Todos	φ6//0,15	1,88
SC - Cave	P22	φ10//0,10	7,85

O fator de ductilidade em encurvatura (μ_ϕ) na zona crítica na base dos pilares sísmicos primários cumpre os requisitos de ductilidade local desde que assuma valores de acordo com:

$$\mu_\phi = 2 \cdot q_0 - 1, \text{ se } T_1 \geq T_C \quad (4.24)$$

$$\mu_\phi = 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_C}{T_1}, \text{ se } T_1 < T_C \quad (4.25)$$

em que:

q_0 – coeficiente de comportamento;

T_1 – período fundamental do edifício.

Consequentemente, tendo em conta que $T_1 > T_C$, o fator de ductilidade em encurvatura será determinado de acordo com a expressão (4.24).

A perda de resistência ao destacamento do betão deve ser compensada com confinamento, caso se atinja em qualquer ponto da secção transversal uma extensão no betão superior a $\epsilon_{cu2}=0,0035$, para o valor obtido de μ_ϕ .

No Quadro 4.20, indicam-se os parâmetros utilizados para a verificação da armadura de confinamento.

QUADRO 4.20 – Parâmetros para a verificação da armadura de confinamento

f_{cd} (MPa)	f_{yd} (MPa)	$\epsilon_{sy,d}$	μ_ϕ
10,67	347,83	0,00174	2,00

Os requisitos acima mencionados consideram-se cumpridos se:

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot v_d \cdot \epsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,0035 \quad (4.26)$$

sendo:

ω_{wd} – taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas, atendendo a que deve utilizar-se o valor mínimo igual a 0,08 na base dos pilares sísmicos primários:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{volume de cintas}}{\text{volume do núcelo de betão}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (4.27)$$

onde:

$\varepsilon_{sy,d}$ – valor de cálculo da extensão de cedência à tração do aço;

b_c – largura bruta da secção transversal;

b_0 – largura do núcleo confinado;

α – coeficiente de eficácia;

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s \quad (4.28)$$

em que (para secções retangulares):

$$\alpha_n = 1 - \sum_n b_i^2 / (6 \cdot h_0 \cdot h_0) \quad (4.29)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right) \quad (4.30)$$

onde:

b_i – distância entre varões consecutivos abraçados;

h_0 – altura do núcleo confinado;

n – número total de varões longitudinais abraçados lateralmente por cintas ou ganchos.

Assim, aplicando as expressões anteriormente descritas, tem-se para o pilar exemplo P2, os seguintes resultados (Quadro 4.21), tendo-se designado o 2º membro da equação (4.26) por “valor”.

QUADRO 4.21 – Verificação da armadura de confinamento – Pilar exemplo P2

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,87857	0,5	0,0796
	C1	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,91019	0,5	0,0837
	C2	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,90588	0,5	0,0832
	C3	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,87857	0,5	0,0796
	C4	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,86153	0,5	0,0774
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,8787	0,5	0,0796
	C1	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,91204	0,5	0,0840

	C2	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,90751	0,5	0,0834
	C3	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,8787	0,5	0,0796
	C4	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,86073	0,5	0,0773
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,77015	0,5	0,0655
	C1	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,80239	0,5	0,0697
	C2	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,79803	0,5	0,0691
	C3	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,77015	0,5	0,0655
	C4	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,75276	0,5	0,0632
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,64545	0,5	0,0492
	C1	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,67283	0,5	0,0528
	C2	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,66927	0,5	0,0523
	C3	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,64545	0,5	0,0492
	C4	0,4	0,4	0,333	0,5625	0,188	0,081955	0,015366	0,63059	0,5	0,0473
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,52118	0,5	0,0330
	C1	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,5436	0,5	0,0359
	C2	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,54083	0,5	0,0355
	C3	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,52118	0,5	0,0330
	C4	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,50892	0,5	0,0314
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,39786	0,5	0,0169
	C1	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,41511	0,5	0,0191
	C2	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,4131	0,5	0,0189
	C3	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,39786	0,5	0,0169
	C4	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,38836	0,5	0,0157
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,27486	0,5	0,0009
	C1	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,28689	0,5	0,0024
	C2	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,28558	0,5	0,0022
	C3	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,27486	0,5	0,0009
	C4	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,26818	0,5	0,0000
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,15233	0,5	-0,0151
	C1	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,15927	0,5	-0,0142
	C2	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,15856	0,5	-0,0143
	C3	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,15233	0,5	-0,0151
	C4	0,4	0,4	0,333	0,66016	0,220	0,080000	0,017604	0,14844	0,5	-0,0156
6	C0	0,15	0,1	0,2778	0,125	0,035	0,204890	0,007114	0,20746	0,25	0,0011
	C1	0,15	0,1	0,2778	0,125	0,035	0,204890	0,007114	0,22325	0,25	0,0038
	C2	0,15	0,1	0,2778	0,125	0,035	0,204890	0,007114	0,22179	0,25	0,0036
	C3	0,15	0,1	0,2778	0,125	0,035	0,204890	0,007114	0,20746	0,25	0,0011
	C4	0,15	0,1	0,2778	0,125	0,035	0,204890	0,007114	0,19852	0,25	-0,0005

Analisando o quadro anterior, verifica-se que apenas se cumpre o requisito de ductilidade para o caso do pilar exemplo P2 nos cenários 0, 3 e 4 do 3º piso e a partir do piso 4, uma vez que $\alpha \cdot \omega_{wd}$ é inferior ao segundo membro da equação (4.26).

Note-se que nos casos em que o esforço axial reduzido é inferior a 0,2, o segundo membro da equação (4.26) dá negativo. O estudo dos restantes pilares segue no Anexo 13.

5. CONCLUSÕES

As construções de betão armado realizadas antes da entrada em vigor dos regulamentos que contemplam a ação sísmica, não incluem aspetos construtivos de fulcral importância no que diz respeito à referida ação. Os edifícios construídos nessa época apresentam deficiências estruturais que contribuem para o aumento da vulnerabilidade sísmica, sendo, portanto, importante proceder-se a avaliações da vulnerabilidade sísmica nos mesmos, de modo a se conseguir perceber o grau de segurança que possuem.

Atualmente existem várias normas internacionalmente aceites para a verificação da segurança sísmica de estruturas, tendo-se optado, neste trabalho, pela recomendação Vision 2000 pelo facto da sua aplicação ser menos complexa e, ainda, pela razão de não existir um anexo nacional do EC8-3 em Portugal. O que torna a aplicação do EC8-3 complexa e ambígua.

O estudo desenvolvido no âmbito deste trabalho iniciou-se com a modelação numérica do edifício no programa de cálculo estrutural *SAP2000* e posterior calibração do mesmo, com base em resultados de ensaios de vibração ambiental já existentes.

Neste contexto, destaca-se a importância da fundamentação da calibração de modelos numéricos com base em resultados de ensaios de vibração ambiental, tendo em conta que o objetivo é o de aproximar os modelos numéricos do comportamento real do edifício que se pretende estudar.

De seguida, procedeu-se à verificação da segurança sísmica do edifício, utilizando o modelo numérico já calibrado.

A verificação do modelo do edifício em estudo teve como base a recomendação Vision 2000, bem como algumas disposições presentes no EC8-1. Uma grande lacuna verificada no EC8-1 consiste no facto de que estruturas com lajes fungiformes não estão completamente abrangidas pelo referido regulamento. Com efeito, o regulamento prevê duas situações para colmatar a lacuna mencionada, podendo-se optar por uma delas.

No presente estudo, optou-se por considerar um coeficiente de comportamento igual a 1,5, que equivale à classe de ductilidade baixa (sendo o menor valor possível preconizado

pelo EC8-1), considerando-se que a estrutura tem uma baixa capacidade de dissipação de energia, facto que conduz a esforços atuantes mais elevados.

Adotou-se o procedimento de verificação da vulnerabilidade sísmica do edifício existente que consta na Figura 2.14, sendo que a primeira abordagem passa pela análise dos deslocamentos e a segunda pela verificação da capacidade resistente (Marques, 2008).

Assim, foram determinados os deslocamentos relativos entre pisos (*drifts*) para cada nível de desempenho considerado e, posteriormente, comparados com os *drifts* máximos preconizados no Vision 2000. Após esta verificação, concluiu-se que a estrutura cumpre os requisitos em termos de deformações, sendo necessário passar à análise da capacidade resistente, de forma a se garantir a segurança sísmica da estrutura.

No segundo nível de análise foram detetados alguns problemas que contribuem para o aumento da vulnerabilidade sísmica do edifício, tendo-se concluindo que a estrutura não verifica a segurança no que respeita à capacidade resistente.

Deste modo, concluiu-se que em relação às taxas de armadura longitudinal, nenhum pilar cumpre o disposto no EC8-1. É de salientar que esta situação não acontece na altura total dos pilares mas apenas em alguns pisos, sendo que a situação mais frequente é a taxa de armadura longitudinal ser inferior a 1%.

No que concerne ao esforço de corte, constata-se que a maioria dos pilares apresenta um esforço transversal de cálculo superior ao esforço transversal resistente em diversos pisos e em todos os cenários. Os pilares que não verificam a condição (4.18) exibem ruturas por esforço transversal em todos os cenários em vários pisos, significando que a estrutura apresenta problemas de esforço transversal quer para sismos de baixa intensidade ($T=72$ anos), quer para sismos de elevada intensidade ($T=970$ anos), bem como para a ação sísmica preponderante preconizada pelo EC8-1 (ação sísmica tipo 2).

Os aspetos mencionados podem ser consequência de alguns pilares apresentarem uma secção transversal insuficiente para resistir aos esforços a que estão sujeitos.

Não se procedeu à verificação da capacidade resistente nas paredes, pelo facto de a maioria dos pilares não cumprirem os requisitos em termos da capacidade resistente (com exceção do pilar P23). É de salientar que alguns pilares apenas cumprem o requisito

de esforço transverso no 6º Piso. Por esta razão, concluiu-se que a estrutura não é segura em relação à ação sísmica, tendo por base uma análise linear.

Por conseguinte, ter-se-ia que se proceder a nova avaliação estrutural após a escolha da solução de reforço.

Por todos os motivos apresentados, frisa-se a importância da avaliação sísmica de edifícios existentes, principalmente para edifícios construídos antes dos anos 60, apesar de nem todos esses edifícios apresentarem elevada vulnerabilidade sísmica.

5.1. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

De acordo com as conclusões tiradas do estudo realizado, destacam-se como trabalhos futuros:

- Efetuar inspeções ao edifício, de modo a se obter informações mais detalhadas sobre o edifício e de modo a se verificar a sua conformidade com o projeto;
- Fazer um levantamento exaustivo dos edifícios adjacentes à estrutura estudada, com vista a permitir uma melhor simulação da interação por eles provocada, conferindo maior rigor à modelação;
- Incluir os painéis de alvenaria na modelação do edifício;
- Verificação da segurança sísmica do edifício tendo por base uma análise não linear, uma vez que se trata de uma modelação mais rigorosa, conduzindo a resultados mais próximos da realidade;
- Para colmatar as deficiências detetadas na estrutura, sugere-se uma técnica de reforço estrutural por encamisamento, com o intuito de aumentar a resistência dos pilares ao corte, bem como a sua capacidade de deformação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Appleton, J., & Saraiva, J. (2006). Avaliação da capacidade sísmica de edifícios de betão armado de acordo de acordo com o Eurocódigo 8 – Parte 3. 4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas
2. Appleton, J. (2008). Reforço sísmico de estruturas de betão armado. Encontro nacional de betão estrutural
3. Bendat J., Piersol A. (2000). Random Data: Analysis and Measurement Procedures, 3rd Edition. Wiley-Interscience
4. Bento, R.; Lopes, M. (2005). A construção Pombalina. Curso de Verão “História e Ciência da catástrofe”. Instituto de História Contemporânea. Lisboa
5. Bento, R.; Lopes, M. (2008). Modelos estruturais complexos. IST. Lisboa
6. Bhatt, C. (2007). "Análise Sísmica de Edifícios de Betão Armado segundo o Eurocódigo 8 - Análises Lineares e não Lineares", Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST. Lisboa
7. Brincker, R.; Zhang, L.; Andersen, P. (2000). "Output-Only Modal Analysis by Frequency Domain Decomposition", Proceedings of The ISMA25 Noise And Vibration Engineering Volume 11. Leuven, Belgium, pp. 717-723
8. Chopra, A., K. (1995). Dynamics of structures – Theory and applications to earthquake engineering. Prentice Hall
9. Clough, R. W., & Penzien, J. (1993). Dynamics of Structures
10. Coelho, E. (2003). “Reabilitação sísmica de estruturas de edifícios”. Proceedings 3^oENCORE. LNEC
11. Coelho E.; Carvalho E.C.; Silva M.J. (2004) "Reparação e Reforço Sísmico de Estruturas no Eurocódigo 8". 6^o Encontro sobre Sismologia e Engenharia Sísmica (Sísmica2004), Guimarães, Portugal
12. Costa, A. G.; Pinto, A.; Varum, H. (2002). Reforço sísmico do património edificado em betão armado. 2^o Seminário – A intervenção no património. Práticas de conservação e reabilitação

13. CSI, SAP2000 V-15 (2013). Integrate Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California. EUA
14. EN 1998-3 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. CEN. 2005
15. Fardis, M.; Carvalho, E. C.; et. Al (2005). Designer's guide to EN1998-1 and EN 1998-5. Thomas Telford. London
16. Grupo de betão armado e pré-esforçado – Tabelas diversas. Instituto Superior Técnico
17. Laranja, Roberto; Brito, Jorge (Setembro de 2003). Avaliação da Segurança em Estruturas Existentes de Betão Armado – 1ª Parte: Quantificação das Acções; Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas nº52. LNEC
18. Maia, N.M.M.; Silva, J.M.M.; He, J. (1997). "Theoretical and experimental modal analysis". Research Studies Press Ltd.. Somerset, England. 468p
19. Magalhães, F. (2004). "Identificação modal estocástica para validação experimental de modelos numéricos", Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto
20. Marques, A. (2008). "Comportamento dinâmico de edifícios de betão armado sem dimensionamento sismo-resistente", Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa
21. Mendes, Paulo (2012). Ensaios de vibração ambiental. Lisboa
22. Mendes, Paulo; Oliveira, Sérgio (2008). "Análise dinâmica de estruturas - Utilização integrada de modelos de identificação modal e modelos de elementos finitos". 1. ed. Lisboa. LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa. 163p
23. NP EN 1990: Bases para o projecto de estruturas. CEN. 2009
24. NP EN 1991-1-1: Acções em estruturas – Parte 1-1: Acções gerais- Pesos Volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios. CEN. 2009

25. NP EN 1992-1-1: Projecto de estruturas de betão – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios. CEN. 2010
26. NP EN 1998-1: Projecto de Estruturas para resistência aos sismos - Parte 1: Regras Gerais, acção sísmica e regras para Edifícios. CEN. 2010
27. Oliveira, D. V. (2007). Análise sísmica de construções antigas - Curso de reabilitação de construções antigas em alvenaria e madeira. Oz. Lisboa
28. Paulay, T.; Priestley, M. (1992), Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. Wiley Interscience Publication. New York
29. Pipa, Manuel (2009). Evolução da Regulamentação de Estruturas em Portugal. Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas. LNEC. Disponível em: <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE>
30. REBA (1967). Regulamento de Estruturas de Betão Armado. Decreto-Lei n.º 47723
31. REBAP (1983). Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Decreto-Lei nº 349-C/83
32. RSA (1983). Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e de Pontes. Decreto-Lei nº 235/83
33. RSEP (1961). Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes. Decreto nº 44 040
34. SEAOC, “Vision 2000 Report on Performance Based Seismic Engineering of Building, Structural Engineers Association of California”, Volumen I, Sacramento, 1995
35. Silva, P. (2007). “Reforço sísmico de edifícios de betão armado”, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST. Lisboa
36. SVS (1999-2004). ARTeMIS Extractor Pro, Release 3.2. Structural Vibration Solutions. Aalborg. Denmark

SÍTIOS DA INTERNET CONSULTADOS

1. http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/gaiol_const_sism.html
2. <http://www.nexus.globalquakemodel.org/gem-buildingtaxonomy/overview/glossary/pounding-potential--pop>
3. <http://www.eng.ucy.ac.cy/Archimedes/Projects/3DPound/>
4. <http://www.terremarsicane.it/progetto-avezzano-citta-sicura-dimostrazione-geotecnica-e-sismica-presso-il-campanile-della-cattedrale-2/>
5. <http://nisee.berkeley.edu/turkey/report.html>
6. <http://gouviaes.blogspot.pt/2010/09/deslizamentos-uma-catastrofe-natural.html>
7. <http://www.nexus.globalquakemodel.org/gem-building-taxonomy/overview/glossary/torsion-eccentricity--tor>
8. <http://nisee.berkeley.edu/lessons/arnold.html>
9. http://peer.berkeley.edu/course_modules/eqrd/index.htm?c227top.htm&227cont.htm&DesPhil/desphil5.htm

ANEXOS

Anexo 1 – Dimensões das secções transversais dos pilares.....	1
Anexo 1.1 – Dimensões e áreas das secções transversais dos pilares.....	1
Anexo 1.2 – Mapa de Pilares.....	2
Anexo 2 – Áreas máximas e mínimas de armadura longitudinal	3
Anexo 3 – Taxa de armadura longitudinal.....	16
Anexo 4 – Esforço axial reduzido.....	18
Anexo 4.1 – Tabelas com os valores de esforço axial reduzido	18
Anexo 4.2 – Gráficos interpretativos do esforço axial reduzido	31
Anexo 5 – Armadura longitudinal de projeto.....	43
Anexo 6 – Momento Resistente em Torno do Eixo x	46
Anexo 7 – Momento Resistente em Torno do Eixo y	70
Anexo 8 – Espaçamento entre varões e comprimento da zona crítica	94
Anexo 8.1 – Espaçamento entre os varões transversais	94
Anexo 8.2 – Comprimento da zona crítica	99
Anexo 8.3 – Espaçamento entre as cintas nas zonas críticas.....	104
Anexo 9 – Esforço transversal de cálculo.....	109
Anexo 10 – Comparação do esforço transversal resistente com o esforço transversal de cálculo	133
Anexo 10.1 – Esforço transversal resistente equilibrado pela armadura de esforço transversal	133
Anexo 10.2 – Gráficos interpretativos do esforço transversal resistente e do esforço transversal de cálculo.....	158
Anexo 11 – Esforço transversal resistente máximo	181

Anexo 12 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária para que se verificasse o esforço transverso 205

Anexo 13 – Armadura de confinamento 230

ANEXO 1 – DIMENSÕES DAS SECÇÕES TRANSVERSAIS DOS PILARES

ANEXO 1.1 – DIMENSÕES E ÁREAS DAS SECÇÕES TRANSVERSAIS DOS PILARES

PILAR	PISO	h (m)	b (m)	A _c (m ²)	PILAR	PISO	h (m)	b (m)	A _c (m ²)
P1	Caves	0,40	0,40	0,16	P12	Caves	0,60	0,60	0,36
	0 - 5	0,40	0,40	0,16		0 - 5	0,50	0,50	0,25
	6	0,40	0,20	0,08		6	0,50	0,50	0,25
P2	Caves	0,50	0,50	0,25	P13	Caves	0,65	0,65	0,42
	0 - 5	0,50	0,50	0,25		0 - 5	0,50	0,50	0,25
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,50	0,50	0,25
P3	Caves	0,50	0,80	0,40	P14	Caves	0,50	0,50	0,25
	0 - 5	0,50	0,80	0,40		0 - 5	0,50	0,50	0,25
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,50	0,50	0,25
P4	Caves	0,50	0,50	0,25	P15	Caves	1,10	0,80	0,88
	0 - 5	0,50	0,50	0,25		0 - 5	0,40	0,40	0,16
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,40	0,20	0,08
P5	Caves	0,50	0,80	0,40	P16	Caves	-	-	-
	0 - 5	0,50	0,80	0,40		0 - 5	0,40	0,40	0,16
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,40	0,40	0,16
P6	Caves	0,50	0,80	0,40	P17	Caves	0,40	0,35	0,14
	0 - 5	0,50	0,80	0,40		0 - 5	0,40	0,35	0,14
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,40	0,25	0,10
P7	Caves	0,50	0,50	0,25	P18	Caves	0,50	0,80	0,40
	0 - 5	0,50	0,50	0,25		0 - 5	0,50	0,80	0,40
	6	0,25	0,20	0,05		6	0,50	0,80	0,40
P8	Caves	0,40	0,40	0,16	P19	Caves	0,50	0,80	0,40
	0 - 5	0,40	0,40	0,16		0 - 5	0,50	0,80	0,40
	6	0,40	0,20	0,08		6	0,50	0,80	0,40
P9	Caves	0,40	0,40	0,16	P20	Caves	0,40	0,35	0,14
	0 - 5	0,40	0,40	0,16		0 - 5	0,40	0,35	0,14
	6	0,40	0,20	0,08		6	0,40	0,25	0,10
P10	Caves	0,50	0,50	0,25	P21	Caves	0,40	0,40	0,16
	0 - 5	0,50	0,50	0,25		P22	Caves	1,1	0,80
	6	0,50	0,50	0,25	P23		Caves	0,25	0,40
P11	Caves	0,60	0,60	0,36					
	0 - 5	0,50	0,50	0,25					
	6	0,50	0,50	0,25					

ANEXO 1.2 – MAPA DE PILARES

	P1 e P8	P2	P3 e P6	P4 e P5	P7	P9 e P15	P10	P11 e P12	P13	P14	P16	P17 e P20	P18 e P19	P21	P23
6º ANDAR															
5º ANDAR															
4º ANDAR															
3º ANDAR															
2º ANDAR															
1º ANDAR															
0º ANDAR															
CAVE															
SUBCAVE															

ANEXO 2 – ÁREAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DE ARMADURA LONGITUDINAL

ANEXO 2.1 – Áreas máxima e mínima dos pilares P1 e P2

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P1	Sub-Cave	C0	3,20	64	P2	Sub-Cave	C0	6,74	100
		C1	3,20	64			C1	6,98	100
		C2	3,20	64			C2	6,95	100
		C3	3,20	64			C3	6,74	100
		C4	3,20	64			C4	6,61	100
P1	Cave	C0	3,20	64	P2	Cave	C0	6,74	100
		C1	3,20	64			C1	6,99	100
		C2	3,20	64			C2	6,96	100
		C3	3,20	64			C3	6,74	100
		C4	3,20	64			C4	6,60	100
P1	0	C0	3,20	64	P2	0	C0	5,90	100
		C1	3,20	64			C1	6,15	100
		C2	3,20	64			C2	6,12	100
		C3	3,20	64			C3	5,90	100
		C4	3,20	64			C4	5,77	100
P1	1	C0	3,20	64	P2	1	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,16	100
		C2	3,20	64			C2	5,13	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P1	2	C0	3,20	64	P2	2	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P1	3	C0	3,20	64	P2	3	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P1	4	C0	3,20	64	P2	4	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P1	5	C0	3,20	64	P2	5	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100

		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P1	6	C0	1,60	32	P2	6	C0	1,00	20
		C1	1,60	32			C1	1,00	20
		C2	1,60	32			C2	1,00	20
		C3	1,60	32			C3	1,00	20
		C4	1,60	32			C4	1,00	20

ANEXO 2.2 – Áreas máxima e mínima dos pilares P3 e P4

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P3	Sub-Cave	C0	8,00	160	P4	Sub-Cave	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	Cave	C0	8,00	160	P4	Cave	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	0	C0	8,00	160	P4	0	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	1	C0	8,00	160	P4	1	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	2	C0	8,00	160	P4	2	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	3	C0	8,00	160	P4	3	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	4	C0	8,00	160	P4	4	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100

		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	5	C0	8,00	160	P4	5	C0	5,00	100
		C1	8,00	160			C1	5,00	100
		C2	8,00	160			C2	5,00	100
		C3	8,00	160			C3	5,00	100
		C4	8,00	160			C4	5,00	100
P3	6	C0	1,00	20	P4	6	C0	1,00	20
		C1	1,00	20			C1	1,00	20
		C2	1,00	20			C2	1,00	20
		C3	1,00	20			C3	1,00	20
		C4	1,00	20			C4	1,00	20

ANEXO 2.3 – Áreas máxima e mínima dos pilares P5 e P6

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P5	Sub-Cave	C0	5,00	100	P6	Sub-Cave	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	Cave	C0	5,00	100	P6	Cave	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	0	C0	5,00	100	P6	0	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	1	C0	5,00	100	P6	1	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	2	C0	5,00	100	P6	2	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160

P5	3	C0	5,00	100	P6	3	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	4	C0	5,00	100	P6	4	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	5	C0	5,00	100	P6	5	C0	8,00	160
		C1	5,00	100			C1	8,00	160
		C2	5,00	100			C2	8,00	160
		C3	5,00	100			C3	8,00	160
		C4	5,00	100			C4	8,00	160
P5	6	C0	1,00	20	P6	6	C0	1,00	20
		C1	1,00	20			C1	1,00	20
		C2	1,00	20			C2	1,00	20
		C3	1,00	20			C3	1,00	20
		C4	1,00	20			C4	1,00	20

ANEXO 2.4 – Áreas máxima e mínima dos pilares P7 e P8

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P7	Sub-Cave	C0	7,06	100	P8	Sub-Cave	C0	3,20	64
		C1	7,25	100			C1	3,20	64
		C2	7,23	100			C2	3,20	64
		C3	7,06	100			C3	3,20	64
		C4	6,96	100			C4	3,20	64
P7	Cave	C0	6,93	100	P8	Cave	C0	3,20	64
		C1	7,13	100			C1	3,20	64
		C2	7,10	100			C2	3,20	64
		C3	6,93	100			C3	3,20	64
		C4	6,83	100			C4	3,20	64
P7	0	C0	5,89	100	P8	0	C0	3,61	64
		C1	6,08	100			C1	3,80	64
		C2	6,06	100			C2	3,78	64
		C3	5,89	100			C3	3,61	64
		C4	5,79	100			C4	3,50	64
P7	1	C0	5,00	100	P8	1	C0	3,20	64
		C1	5,13	100			C1	3,20	64
		C2	5,11	100			C2	3,20	64

		C3	5,00	100			C3	3,20	64
		C4	5,00	100			C4	3,20	64
P7	2	C0	5,00	100	P8	2	C0	3,20	64
		C1	5,00	100			C1	3,20	64
		C2	5,00	100			C2	3,20	64
		C3	5,00	100			C3	3,20	64
		C4	5,00	100			C4	3,20	64
P7	3	C0	5,00	100	P8	3	C0	3,20	64
		C1	5,00	100			C1	3,20	64
		C2	5,00	100			C2	3,20	64
		C3	5,00	100			C3	3,20	64
		C4	5,00	100			C4	3,20	64
P7	4	C0	5,00	100	P8	4	C0	3,20	64
		C1	5,00	100			C1	3,20	64
		C2	5,00	100			C2	3,20	64
		C3	5,00	100			C3	3,20	64
		C4	5,00	100			C4	3,20	64
P7	5	C0	5,00	100	P8	5	C0	3,20	64
		C1	5,00	100			C1	3,20	64
		C2	5,00	100			C2	3,20	64
		C3	5,00	100			C3	3,20	64
		C4	5,00	100			C4	3,20	64
P7	6	C0	1,00	20	P8	6	C0	1,60	32
		C1	1,00	20			C1	1,60	32
		C2	1,00	20			C2	1,60	32
		C3	1,00	20			C3	1,60	32
		C4	1,00	20			C4	1,60	32

ANEXO 2.5 – Áreas máxima e mínima dos pilares P9 e P10

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P9	Sub-Cave	C0	3,20	64	P10	Sub-Cave	C0	7,81	100
		C1	3,20	64			C1	7,94	100
		C2	3,20	64			C2	7,92	100
		C3	3,20	64			C3	7,81	100
		C4	3,20	64			C4	7,74	100
P9	Cave	C0	3,20	64	P10	Cave	C0	7,01	100
		C1	3,20	64			C1	7,12	100
		C2	3,20	64			C2	7,10	100
		C3	3,20	64			C3	6,99	100
		C4	3,20	64			C4	6,95	100
P9	0	C0	3,61	64	P10	0	C0	5,97	100
		C1	3,80	64			C1	6,06	100

		C2	3,78	64			C2	6,05	100
		C3	3,61	64			C3	5,97	100
		C4	3,50	64			C4	5,93	100
P9	1	C0	3,20	64	P10	1	C0	5,06	100
		C1	3,20	64			C1	5,13	100
		C2	3,20	64			C2	5,12	100
		C3	3,20	64			C3	5,06	100
		C4	3,20	64			C4	5,01	100
P9	2	C0	3,20	64	P10	2	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P9	3	C0	3,20	64	P10	3	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P9	4	C0	3,20	64	P10	4	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P9	5	C0	3,20	64	P10	5	C0	5,00	100
		C1	3,20	64			C1	5,00	100
		C2	3,20	64			C2	5,00	100
		C3	3,20	64			C3	5,00	100
		C4	3,20	64			C4	5,00	100
P9	6	C0	1,60	32	P10	6	C0	5,00	100
		C1	1,60	32			C1	5,00	100
		C2	1,60	32			C2	5,00	100
		C3	1,60	32			C3	5,00	100
		C4	1,60	32			C4	5,00	100

ANEXO 2.6 – Áreas máxima e mínima dos pilares P11 e P12

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P11	Sub-Cave	C0	7,20	160	P12	Sub-Cave	C0	7,20	160
		C1	7,20	160			C1	7,20	160
		C2	7,20	160			C2	7,20	160
		C3	7,20	160			C3	7,20	160
		C4	7,20	160			C4	7,20	160

P11	Cave	C0	7,20	160	P12	Cave	C0	7,20	160
		C1	7,20	160			C1	7,20	160
		C2	7,20	160			C2	7,20	160
		C3	7,20	160			C3	7,20	160
		C4	7,20	160			C4	7,20	160
P11	0	C0	5,00	160	P12	0	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	1	C0	5,00	160	P12	1	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	2	C0	5,00	160	P12	2	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	3	C0	5,00	160	P12	3	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	4	C0	5,00	160	P12	4	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	5	C0	5,00	160	P12	5	C0	5,00	160
		C1	5,00	160			C1	5,00	160
		C2	5,00	160			C2	5,00	160
		C3	5,00	160			C3	5,00	160
		C4	5,00	160			C4	5,00	160
P11	6	C0	5,00	20	P12	6	C0	5,00	20
		C1	5,00	20			C1	5,00	20
		C2	5,00	20			C2	5,00	20
		C3	5,00	20			C3	5,00	20
		C4	5,00	20			C4	5,00	20

ANEXO 2.7 – Áreas máxima e mínima dos pilares P13 e P14

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P13	Sub-Cave	C0	8,45	169	P14	Sub-Cave	C0	5,00	169
		C1	8,45	169			C1	5,00	169
		C2	8,45	169			C2	5,00	169
		C3	8,45	169			C3	5,00	169
		C4	8,45	169			C4	5,00	169
P13	Cave	C0	8,45	169	P14	Cave	C0	5,00	169
		C1	8,45	169			C1	5,00	169
		C2	8,45	169			C2	5,00	169
		C3	8,45	169			C3	5,00	169
		C4	8,45	169			C4	5,00	169
P13	0	C0	5,27	100	P14	0	C0	5,34	100
		C1	5,80	100			C1	5,59	100
		C2	5,73	100			C2	5,55	100
		C3	5,27	100			C3	5,34	100
		C4	5,00	100			C4	5,21	100
P13	1	C0	5,00	100	P14	1	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100
P13	2	C0	5,00	100	P14	2	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100
P13	3	C0	5,00	100	P14	3	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100
P13	4	C0	5,00	100	P14	4	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100
P13	5	C0	5,00	100	P14	5	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100

P13	6	C0	5,00	100	P14	6	C0	5,00	100
		C1	5,00	100			C1	5,00	100
		C2	5,00	100			C2	5,00	100
		C3	5,00	100			C3	5,00	100
		C4	5,00	100			C4	5,00	100

ANEXO 2.8 – Áreas máxima e mínima dos pilares P15 e P16

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P15	Sub-Cave	C0	17,60	352	-	-	-	-	-
		C1	17,60	352	-	-	-	-	-
		C2	17,60	352	-	-	-	-	-
		C3	17,60	352	-	-	-	-	-
		C4	17,60	352	-	-	-	-	-
P15	Cave	C0	17,60	352	-	-	-	-	-
		C1	17,60	352	-	-	-	-	-
		C2	17,60	352	-	-	-	-	-
		C3	17,60	352	-	-	-	-	-
		C4	17,60	352	-	-	-	-	-
P15	0	C0	3,83	64	P16	0	C0	3,20	64
		C1	4,01	64			C1	3,20	64
		C2	3,99	64			C2	3,20	64
		C3	3,83	64			C3	3,20	64
		C4	3,73	64			C4	3,20	64
P15	1	C0	3,20	64	P16	1	C0	3,20	64
		C1	3,36	64			C1	3,20	64
		C2	3,34	64			C2	3,20	64
		C3	3,20	64			C3	3,20	64
		C4	3,20	64			C4	3,20	64
P15	2	C0	3,20	64	P16	2	C0	3,20	64
		C1	3,20	64			C1	3,20	64
		C2	3,20	64			C2	3,20	64
		C3	3,20	64			C3	3,20	64
		C4	3,20	64			C4	3,20	64
P15	3	C0	3,20	64	P16	3	C0	3,20	64
		C1	3,20	64			C1	3,20	64
		C2	3,20	64			C2	3,20	64
		C3	3,20	64			C3	3,20	64
		C4	3,20	64			C4	3,20	64
P15	4	C0	3,20	64	P16	4	C0	3,20	64
		C1	3,20	64			C1	3,20	64
		C2	3,20	64			C2	3,20	64

		C3	3,20	64			C3	3,20	64
		C4	3,20	64			C4	3,20	64
P15	5	C0	3,20	64	P16	5	C0	3,20	64
		C1	3,20	64			C1	3,20	64
		C2	3,20	64			C2	3,20	64
		C3	3,20	64			C3	3,20	64
		C4	3,20	64			C4	3,20	64
P15	6	C0	1,60	32	P16	6	C0	3,20	64
		C1	1,60	32			C1	3,20	64
		C2	1,60	32			C2	3,20	64
		C3	1,60	32			C3	3,20	64
		C4	1,60	32			C4	3,20	64

ANEXO 2.9 – Áreas máxima e mínima dos pilares P17 e P18

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P17	Sub-Cave	C0	2,80	56	P18	Sub-Cave	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	Cave	C0	2,80	56	P18	Cave	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	0	C0	2,80	56	P18	0	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	1	C0	2,80	56	P18	1	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	2	C0	2,80	56	P18	2	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	3	C0	2,80	56	P18	3	C0	8,00	160

		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	4	C0	2,80	56	P18	4	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	5	C0	2,80	56	P18	5	C0	8,00	160
		C1	2,80	56			C1	8,00	160
		C2	2,80	56			C2	8,00	160
		C3	2,80	56			C3	8,00	160
		C4	2,80	56			C4	8,00	160
P17	6	C0	2,00	40	P18	6	C0	8,00	160
		C1	2,00	40			C1	8,00	160
		C2	2,00	40			C2	8,00	160
		C3	2,00	40			C3	8,00	160
		C4	2,00	40			C4	8,00	160

ANEXO 2.10 – Áreas máxima e mínima dos pilares P19 e P20

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P19	Sub-Cave	C0	8,00	160	P20	Sub-Cave	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	Cave	C0	8,00	160	P20	Cave	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	0	C0	8,00	160	P20	0	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	1	C0	8,00	160	P20	1	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56

		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	2	C0	8,00	160	P20	2	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	3	C0	8,00	160	P20	3	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	4	C0	8,00	160	P20	4	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	5	C0	8,00	160	P20	5	C0	2,80	56
		C1	8,00	160			C1	2,80	56
		C2	8,00	160			C2	2,80	56
		C3	8,00	160			C3	2,80	56
		C4	8,00	160			C4	2,80	56
P19	6	C0	8,00	160	P20	6	C0	2,00	40
		C1	8,00	160			C1	2,00	40
		C2	8,00	160			C2	2,00	40
		C3	8,00	160			C3	2,00	40
		C4	8,00	160			C4	2,00	40

ANEXO 2.11 – Áreas máxima e mínima dos pilares P21 e P22

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)	PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P21	Sub-Cave	C0	3,20	64	P22	Sub-Cave	C0	17,60	352
		C1	3,20	64			C1	17,60	352
		C2	3,20	64			C2	17,60	352
		C3	3,20	64			C3	17,60	352
		C4	3,20	64			C4	17,60	352
P21	Cave	C0	3,20	64	P22	Cave	C0	17,60	352
		C1	3,20	64			C1	17,60	352
		C2	3,20	64			C2	17,60	352
		C3	3,20	64			C3	17,60	352
		C4	3,20	64			C4	17,60	352

ANEXO 2.12 – Áreas máxima e mínima dos pilares P23

PILAR	PISO	CENÁRIO	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,max}$ (cm ²)
P23	Sub-Cave	C0	2,00	40
		C1	2,00	40
		C2	2,00	40
		C3	2,00	40
		C4	2,00	40

ANEXO 3 – TAXA DE ARMADURA LONGITUDINAL

PILAR	PISO	ρ (%)	PILAR	PISO	ρ (%)	PILAR	PISO	ρ (%)
P1	SC	2,576	P5	SC	2,011	P9	SC	4,909
	Cave	2,011		Cave	2,011		Cave	4,909
	0	2,011		0	1,649		0	4,418
	1	2,011		1	1,287		1	3,142
	2	1,571		2	1,287		2	3,142
	3	1,571		3	1,005		3	2,576
	4	1,131		4	0,724		4	2,011
	5	0,958		5	0,724		5	1,571
	6	0,424	6	0,322	6	0,754		
P2	SC	3,142	P6	SC	1,257	P10	SC	3,534
	Cave	3,142		Cave	1,257		Cave	3,534
	0	2,576		0	1,030		0	2,827
	1	2,011		1	0,804		1	2,293
	2	2,011		2	0,804		2	2,011
	3	1,649		3	0,628		3	1,649
	4	1,287		4	0,452		4	1,287
	5	1,005		5	0,804		5	1,005
	6	0,322	6	0,201	6	0,724		
P3	SC	1,257	P7	SC	3,534	P11	SC	2,454
	Cave	1,257		Cave	3,534		Cave	2,454
	0	1,030		0	2,827		0	2,827
	1	0,804		1	2,293		1	2,293
	2	0,804		2	2,011		2	2,011
	3	0,628		3	1,649		3	1,649
	4	0,452		4	1,287		4	1,287
	5	0,804		5	1,005		5	1,005
	6	0,201	6	0,322	6	0,724		
P4	SC	2,011	P8	SC	2,576	P12	SC	2,454
	Cave	2,011		Cave	2,011		Cave	2,454
	0	1,649		0	2,011		0	2,827
	1	1,287		1	2,011		1	2,293
	2	1,287		2	1,571		2	2,011
	3	1,005		3	1,571		3	1,649
	4	0,724		4	1,131		4	1,287
	5	0,724		5	0,958		5	1,005
	6	0,322	6	0,424	6	0,724		

Pilar	Piso	ρ	Pilar	Piso	ρ
P13	SC	2,091	P17	SC	3,142
	Cave	2,091		Cave	3,142
	0	2,827		0	2,495
	1	2,293		1	2,011
	2	2,011		2	2,011
	3	1,649		3	1,508
	4	1,287		4	1,131
	5	1,005		5	1,131
	6	0,724		6	0,646
P14	SC	3,142	P18	SC	1,257
	Cave	3,142		Cave	1,257
	0	2,576		0	1,030
	1	2,011		1	0,804
	2	2,011		2	0,804
	3	1,649		3	0,628
	4	1,287		4	0,452
	5	1,005		5	0,452
	6	0,724		6	0,452
P15	SC	6,750	P19	SC	1,257
	Cave	6,750		Cave	1,257
	0	4,418		0	1,030
	1	3,142		1	0,804
	2	3,142		2	0,804
	3	2,576		3	0,628
	4	2,011		4	0,452
	5	1,571		5	0,452
	6	0,754		6	0,452
P16	0	3,142	P20	SC	3,142
	1	2,576		Cave	3,142
	2	2,011		0	2,495
	3	1,571		1	2,011
	4	1,571		2	2,011
	5	0,565		3	1,508
	6	0,565		4	1,131
P21			5	1,131	
			6	0,646	
P22			SC	0,565	
			Cave	0,565	
P23			SC	1,450	
			Cave	1,450	
			P23	SC	0,471

ANEXO 4 – ESFORÇO AXIAL REDUZIDO

ANEXO 4.1 – TABELAS COM OS VALORES DE ESFORÇO AXIAL REDUZIDO

ANEXO 4.1 – Esforço axial reduzido pilares P1 e P2

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P1	Sub-Cave	C0	0,00345	P2	Sub-Cave	C0	0,87857
		C1	0,00345			C1	0,91019
		C2	0,00345			C2	0,90588
		C3	0,00345			C3	0,87857
		C4	0,00345			C4	0,86153
P1	Cave	C0	0,00401	P2	Cave	C0	0,8787
		C1	0,00401			C1	0,91204
		C2	0,00401			C2	0,90751
		C3	0,00401			C3	0,8787
		C4	0,00401			C4	0,86073
P1	0	C0	0,55068	P2	0	C0	0,77015
		C1	0,62198			C1	0,80239
		C2	0,61198			C2	0,79803
		C3	0,55068			C3	0,77015
		C4	0,51243			C4	0,75276
P1	1	C0	0,46902	P2	1	C0	0,64545
		C1	0,52751			C1	0,67283
		C2	0,51949			C2	0,66927
		C3	0,46902			C3	0,64545
		C4	0,43754			C4	0,63059
P1	2	C0	0,38545	P2	2	C0	0,52118
		C1	0,43141			C1	0,5436
		C2	0,42533			C2	0,54083
		C3	0,38545			C3	0,52118
		C4	0,36057			C4	0,50892
P1	3	C0	0,30011	P2	3	C0	0,39786
		C1	0,33394			C1	0,41511
		C2	0,32969			C2	0,41310
		C3	0,30011			C3	0,39786
		C4	0,28165			C4	0,38836
P1	4	C0	0,2131	P2	4	C0	0,27486
		C1	0,23545			C1	0,28689
		C2	0,23284			C2	0,28558
		C3	0,21310			C3	0,27486

		C4	0,20078			C4	0,26818
P1	5	C0	0,12409	P2	5	C0	0,15233
		C1	0,13575			C1	0,15927
		C2	0,13454			C2	0,15856
		C3	0,12409			C3	0,15233
		C4	0,11757			C4	0,14844
P1	6	C0	0,07651	P2	6	C0	0,20746
		C1	0,0832			C1	0,22325
		C2	0,08268			C2	0,22179
		C3	0,07651			C3	0,20746
		C4	0,07265			C4	0,19852

ANEXO 4.2 – Esforço axial reduzido pilares P3 e P4

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P3	Sub-Cave	C0	0,45036	P4	Sub-Cave	C0	0,50572
		C1	0,48281			C1	0,55781
		C2	0,04799			C2	0,55054
		C3	0,45036			C3	0,50347
		C4	0,43293			C4	0,47776
P3	Cave	C0	0,44610	P4	Cave	C0	0,55712
		C1	0,48103			C1	0,61191
		C2	0,47618			C2	0,60435
		C3	0,44610			C3	0,55712
		C4	0,42733			C4	0,52765
P3	0	C0	0,37495	P4	0	C0	0,51145
		C1	0,40718			C1	0,56017
		C2	0,40275			C2	0,55354
		C3	0,37495			C3	0,51145
		C4	0,35760			C4	0,48518
P3	1	C0	0,31462	P4	1	C0	0,42757
		C1	0,34299			C1	0,47083
		C2	0,33916			C2	0,46506
		C3	0,31462			C3	0,42757
		C4	0,29931			C4	0,40419
P3	2	C0	0,25414	P4	2	C0	0,34556
		C1	0,27768			C1	0,38236
		C2	0,27460			C2	0,37755
		C3	0,25414			C3	0,34556
		C4	0,24138			C4	0,32561
P3	3	C0	0,19383	P4	3	C0	0,26549
		C1	0,21208			C1	0,29480

		C2	0,20976			C2	0,29106
		C3	0,19383			C3	0,26549
		C4	0,18389			C4	0,24953
P3	4	C0	0,13347	P4	4	C0	0,18665
		C1	0,14625			C1	0,20788
		C2	0,14467			C2	0,20523
		C3	0,13347			C3	0,18665
		C4	0,12648			C4	0,17505
P3	5	C0	0,07254	P4	5	C0	0,10822
		C1	0,07981			C1	0,12118
		C2	0,07893			C2	0,11959
		C3	0,07254			C3	0,10822
		C4	0,06856			C4	0,10113
P3	6	C0	0,15395	P4	6	C0	0,13327
		C1	0,16108			C1	0,16396
		C2	0,16055			C2	0,16011
		C3	0,15395			C3	0,13327
		C4	0,14984			C4	0,11653

ANEXO 4.3 – Esforço axial reduzido pilares P5 e P6

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P5	Sub-Cave	C0	0,50821	P6	Sub-Cave	C0	0,43087
		C1	0,55196			C1	0,46172
		C2	0,54594			C2	0,45745
		C3	0,50821			C3	0,43087
		C4	0,48468			C4	0,41429
P5	Cave	C0	0,55968	P6	Cave	C0	0,42672
		C1	0,60669			C1	0,46043
		C2	0,60028			C2	0,45576
		C3	0,55968			C3	0,42672
		C4	0,53436			C4	0,40860
P5	0	C0	0,52819	P6	0	C0	0,36483
		C1	0,56980			C1	0,39633
		C2	0,56423			C2	0,39200
		C3	0,52819			C3	0,36483
		C4	0,50570			C4	0,34788
P5	1	C0	0,44115	P6	1	C0	0,30600
		C1	0,47836			C1	0,33385
		C2	0,47348			C2	0,33009
		C3	0,44115			C3	0,30600
		C4	0,42098			C4	0,29097

P5	2	C0	0,35580	P6	2	C0	0,24784
		C1	0,38782			C1	0,27117
		C2	0,38371			C2	0,26809
		C3	0,35580			C3	0,24784
		C4	0,33839			C4	0,23520
P5	3	C0	0,27200	P6	3	C0	0,19005
		C1	0,29792			C1	0,20834
		C2	0,29467			C2	0,20599
		C3	0,27200			C3	0,19005
		C4	0,25786			C4	0,18011
P5	4	C0	0,18952	P6	4	C0	0,13234
		C1	0,20864			C1	0,14535
		C2	0,20628			C2	0,14373
		C3	0,18952			C3	0,13234
		C4	0,17907			C4	0,12523
P5	5	C0	0,10785	P6	5	C0	0,07418
		C1	0,11972			C1	0,08176
		C2	0,11827			C2	0,08085
		C3	0,10785			C3	0,07418
		C4	0,10134			C4	0,07001
P5	6	C0	0,14444	P6	6	C0	0,15727
		C1	0,17101			C1	0,16507
		C2	0,16769			C2	0,16453
		C3	0,14444			C3	0,15727
		C4	0,12994			C4	0,15274

ANEXO 4.4 – Esforço axial reduzido pilares P7 e P8

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P7	Sub-Cave	C0	0,92112	P8	Sub-Cave	C0	0,00345
		C1	0,94577			C1	0,00345
		C2	0,94253			C2	0,00345
		C3	0,92112			C3	0,00345
		C4	0,90777			C4	0,00345
P7	Cave	C0	0,90420	P8	Cave	C0	0,00401
		C1	0,92981			C1	0,00401
		C2	0,92647			C2	0,00401
		C3	0,90420			C3	0,00401
		C4	0,89031			C4	0,00401
P7	0	C0	0,76859	P8	0	C0	0,73510
		C1	0,79328			C1	0,77509
		C2	0,79008			C2	0,76952
		C3	0,76859			C3	0,73510

		C4	0,75518			C4	0,71363
P7	1	C0	0,64745	P8	1	C0	0,61980
		C1	0,66900			C1	0,65309
		C2	0,66631			C2	0,64853
		C3	0,64745			C3	0,61980
		C4	0,63570			C4	0,60187
P7	2	C0	0,52679	P8	2	C0	0,50325
		C1	0,54487			C1	0,53005
		C2	0,54272			C2	0,52649
		C3	0,52679			C3	0,50325
		C4	0,51684			C4	0,48875
P7	3	C0	0,40673	P8	3	C0	0,38669
		C1	0,42104			C1	0,40685
		C2	0,41944			C2	0,40429
		C3	0,40673			C3	0,38669
		C4	0,39881			C4	0,37571
P7	4	C0	0,28712	P8	4	C0	0,26964
		C1	0,29745			C1	0,28335
		C2	0,29637			C2	0,28172
		C3	0,28712			C3	0,26964
		C4	0,28135			C4	0,26210
P7	5	C0	0,16810	P8	5	C0	0,15123
		C1	0,17445			C1	0,15884
		C2	0,17382			C2	0,15804
		C3	0,16810			C3	0,15123
		C4	0,16453			C4	0,14698
P7	6	C0	0,22915	P8	6	C0	0,08825
		C1	0,24578			C1	0,09172
		C2	0,24437			C2	0,09154
		C3	0,22915			C3	0,08825
		C4	0,21966			C4	0,08620

ANEXO 4.5 – Esforço axial reduzido pilares P9 e P10

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P9	Sub-Cave	C0	0,00345	P10	Sub-Cave	C0	1,01864
		C1	0,00345			C1	1,03502
		C2	0,00345			C2	1,03282
		C3	0,00345			C3	1,01864
		C4	0,00345			C4	1,00980
P9	Cave	C0	0,00401	P10	Cave	C0	0,91387
		C1	0,00401			C1	0,92854

		C2	0,00401			C2	0,92659
		C3	0,00401			C3	0,91162
		C4	0,00401			C4	0,90593
P9	0	C0	0,73510	P10	0	C0	0,77931
		C1	0,77509			C1	0,79041
		C2	0,76952			C2	0,78900
		C3	0,73510			C3	0,77931
		C4	0,71363			C4	0,77327
P9	1	C0	0,61980	P10	1	C0	0,65939
		C1	0,65309			C1	0,66970
		C2	0,64853			C2	0,66837
		C3	0,61980			C3	0,65939
		C4	0,60187			C4	0,65379
P9	2	C0	0,50325	P10	2	C0	0,54180
		C1	0,53005			C1	0,55085
		C2	0,52649			C2	0,54968
		C3	0,50325			C3	0,54180
		C4	0,48875			C4	0,53689
P9	3	C0	0,38669	P10	3	C0	0,42591
		C1	0,40685			C1	0,43342
		C2	0,40429			C2	0,43245
		C3	0,38669			C3	0,42591
		C4	0,37571			C4	0,42182
P9	4	C0	0,26964	P10	4	C0	0,31149
		C1	0,28335			C1	0,31720
		C2	0,28172			C2	0,31648
		C3	0,26964			C3	0,31149
		C4	0,26210			C4	0,30838
P9	5	C0	0,15123	P10	5	C0	0,19926
		C1	0,15884			C1	0,20300
		C2	0,15804			C2	0,20255
		C3	0,15123			C3	0,19926
		C4	0,14698			C4	0,19721
P9	6	C0	0,08825	P10	6	C0	0,05913
		C1	0,09172			C1	0,06148
		C2	0,09154			C2	0,06123
		C3	0,08825			C3	0,05913
		C4	0,08620			C4	0,05782

ANEXO 4.6 – Esforço axial reduzido pilares P11 e P12

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P11	Sub-Cave	C0	0,03040	P12	Sub-Cave	C0	0,17139
		C1	0,26560			C1	0,35164
		C2	0,23241			C2	0,32607
		C3	0,03040			C3	0,17139
		C4	0,09563			C4	0,07489
P11	Cave	C0	0,03845	P12	Cave	C0	0,09602
		C1	0,20279			C1	0,27845
		C2	0,16868			C2	0,25258
		C3	0,03845			C3	0,09602
		C4	0,16768			C4	0,00165
P11	0	C0	0,04075	P12	0	C0	0,09731
		C1	0,27263			C1	0,34984
		C2	0,22823			C2	0,31418
		C3	0,04075			C3	0,09731
		C4	0,20857			C4	0,03799
P11	1	C0	0,01328	P12	1	C0	0,07037
		C1	0,23252			C1	0,28459
		C2	0,19904			C2	0,25513
		C3	0,01328			C3	0,07037
		C4	0,14574			C4	0,04490
P11	2	C0	0,01841	P12	2	C0	0,05864
		C1	0,19571			C1	0,22785
		C2	0,17506			C2	0,20616
		C3	0,01841			C3	0,05864
		C4	0,07932			C4	0,03340
P11	3	C0	0,03488	P12	3	C0	0,04646
		C1	0,15509			C1	0,17280
		C2	0,14515			C2	0,15842
		C3	0,03488			C3	0,04646
		C4	0,03392			C4	0,02340
P11	4	C0	0,03813	P12	4	C0	0,02817
		C1	0,11324			C1	0,11744
		C2	0,10960			C2	0,10859
		C3	0,03813			C3	0,02817
		C4	0,00647			C4	0,02200
P11	5	C0	0,02738	P12	5	C0	0,00157
		C1	0,06917			C1	0,05985
		C2	0,06779			C2	0,05425
		C3	0,02738			C3	0,00157
		C4	0,00218			C4	0,03639

P11	6	C0	0,00243	P12	6	C0	0,04914
		C1	0,01697			C1	0,00786
		C2	0,01619			C2	0,01170
		C3	0,00243			C3	0,04914
		C4	0,01406			C4	0,07250

ANEXO 4.7 – Esforço axial reduzido pilares P13 e P14

PILAR	PISO	CENÁRIO	v _d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v _d
P13	Sub-Cave	C0	0,56353	P14	Sub-Cave	C0	0,00345
		C1	0,60810			C1	0,00345
		C2	0,60182			C2	0,00345
		C3	0,56353			C3	0,00345
		C4	0,53964			C4	0,00345
P13	Cave	C0	0,49847	P14	Cave	C0	0,00401
		C1	0,54150			C1	0,00401
		C2	0,53544			C2	0,00401
		C3	0,49847			C3	0,00401
		C4	0,47540			C4	0,00401
P13	0	C0	0,68797	P14	0	C0	0,69689
		C1	0,75648			C1	0,72877
		C2	0,74684			C2	0,72444
		C3	0,68797			C3	0,69689
		C4	0,65124			C4	0,67970
P13	1	C0	0,57022	P14	1	C0	0,58811
		C1	0,63070			C1	0,61570
		C2	0,62223			C2	0,61206
		C3	0,57022			C3	0,58811
		C4	0,53778			C4	0,57327
P13	2	C0	0,45965	P14	2	C0	0,48053
		C1	0,51030			C1	0,50364
		C2	0,50327			C2	0,50069
		C3	0,45965			C3	0,48053
		C4	0,43243			C4	0,46796
P13	3	C0	0,35355	P14	3	C0	0,37382
		C1	0,39334			C1	0,39208
		C2	0,38790			C2	0,38986
		C3	0,35355			C3	0,37382
		C4	0,33212			C4	0,36381
P13	4	C0	0,25020	P14	4	C0	0,26771
		C1	0,28096			C1	0,28103
		C2	0,27520			C2	0,27952
		C3	0,25020			C3	0,26771

		C4	0,23459			C4	0,26033
P13	5	C0	0,14811	P14	5	C0	0,16114
		C1	0,16656			C1	0,17009
		C2	0,16416			C2	0,16921
		C3	0,14811			C3	0,16114
		C4	0,13810			C4	0,15611
P13	6	C0	0,04468	P14	6	C0	0,05208
		C1	0,05243			C1	0,05615
		C2	0,05150			C2	0,05581
		C3	0,04468			C3	0,05208
		C4	0,04043			C4	0,04976

ANEXO 4.8 – Esforço axial reduzido pilares P15 e P16

PILAR	PISO	CENÁRIO	v _d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v _d
P15	Sub-Cave	C0	0,00345	P16	Sub-Cave	C0	-
		C1	0,00345			C1	-
		C2	0,00345			C2	-
		C3	0,00345			C3	-
		C4	0,00345			C4	-
P15	Cave	C0	0,00401	P16	Cave	C0	-
		C1	0,00401			C1	-
		C2	0,00401			C2	-
		C3	0,00401			C3	-
		C4	0,00401			C4	-
P15	0	C0	0,77336	P16	0	C0	0,49938
		C1	0,81089			C1	0,51414
		C2	0,80564			C2	0,51251
		C3	0,77336			C3	0,49938
		C4	0,75323			C4	0,49118
P15	1	C0	0,64529	P16	1	C0	0,40588
		C1	0,67681			C1	0,42135
		C2	0,67245			C2	0,41956
		C3	0,64529			C3	0,40588
		C4	0,62834			C4	0,39734
P15	2	C0	0,52259	P16	2	C0	0,31522
		C1	0,54842			C1	0,32944
		C2	0,54490			C2	0,32783
		C3	0,52259			C3	0,31522
		C4	0,50867			C4	0,30736
P15	3	C0	0,40435	P16	3	C0	0,22552
		C1	0,42410			C1	0,23729

		C2	0,42148			C2	0,23600
		C3	0,40435			C3	0,22552
		C4	0,39366			C4	0,21898
P15	4	C0	0,28958	P16	4	C0	0,13539
		C1	0,30325			C1	0,14409
		C2	0,30153			C2	0,14318
		C3	0,28958			C3	0,13539
		C4	0,28212			C4	0,13053
P15	5	C0	0,17591	P16	5	C0	0,04592
		C1	0,18349			C1	0,05117
		C2	0,18264			C2	0,05065
		C3	0,17591			C3	0,04592
		C4	0,17170			C4	0,04296
P15	6	C0	0,08021	P16	6	C0	0,03870
		C1	0,08442			C1	0,04393
		C2	0,08402			C2	0,04341
		C3	0,08021			C3	0,03870
		C4	0,07783			C4	0,03577

ANEXO 4.92 – Esforço axial reduzido pilares P17 e P18

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P17	Sub-Cave	C0	0,00345	P18	Sub-Cave	C0	0,48951
		C1	0,00345			C1	0,51148
		C2	0,00345			C2	0,50845
		C3	0,00345			C3	0,48951
		C4	0,00345			C4	0,47769
P17	Cave	C0	0,00401	P18	Cave	C0	0,44284
		C1	0,00401			C1	0,46436
		C2	0,00401			C2	0,46142
		C3	0,00401			C3	0,44284
		C4	0,00401			C4	0,43124
P17	0	C0	0,31604	P18	0	C0	0,36629
		C1	0,41512			C1	0,38519
		C2	0,40124			C2	0,38269
		C3	0,31604			C3	0,36629
		C4	0,26289			C4	0,35606
P17	1	C0	0,27084	P18	1	C0	0,30755
		C1	0,35391			C1	0,32526
		C2	0,34254			C2	0,32295
		C3	0,27084			C3	0,30755
		C4	0,22610			C4	0,29794
P17	2	C0	0,22444	P18	2	C0	0,24949

		C1	0,29104			C1	0,26549
		C2	0,28227			C2	0,26344
		C3	0,22444			C3	0,24949
		C4	0,18837			C4	0,24079
P17	3	C0	0,17777	P18	3	C0	0,19218
		C1	0,22745			C1	0,20620
		C2	0,22123			C2	0,20444
		C3	0,17777			C3	0,19218
		C4	0,15065			C4	0,18454
P17	4	C0	0,13001	P18	4	C0	0,13540
		C1	0,16313			C1	0,14726
		C2	0,15920			C2	0,14579
		C3	0,13001			C3	0,13540
		C4	0,11181			C4	0,12892
P17	5	C0	0,07898	P18	5	C0	0,07898
		C1	0,09697			C1	0,08873
		C2	0,09497			C2	0,08754
		C3	0,07898			C3	0,07898
		C4	0,06900			C4	0,07363
P17	6	C0	0,04497	P18	6	C0	0,01490
		C1	0,05269			C1	0,02304
		C2	0,05193			C2	0,02203
		C3	0,04497			C3	0,01490
		C4	0,04063			C4	0,01046

ANEXO 4.0 – Esforço axial reduzido pilares P19 e P20

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P19	Sub-Cave	C0	0,48073	P20	Sub-Cave	C0	0,00345
		C1	0,49150			C1	0,00345
		C2	0,49022			C2	0,00345
		C3	0,48073			C3	0,00345
		C4	0,47481			C4	0,00345
P19	Cave	C0	0,42938	P20	Cave	C0	0,00401
		C1	0,43934			C1	0,00401
		C2	0,43823			C2	0,00401
		C3	0,42938			C3	0,00401
		C4	0,42386			C4	0,00401
P19	0	C0	0,35259	P20	0	C0	0,26522
		C1	0,36332			C1	0,38600
		C2	0,36202			C2	0,36909
		C3	0,35259			C3	0,26522

		C4	0,34671			C4	0,20042
P19	1	C0	0,29504	P20	1	C0	0,22496
		C1	0,30643			C1	0,32521
		C2	0,30496			C2	0,31153
		C3	0,29504			C3	0,22496
		C4	0,28884			C4	0,17096
P19	2	C0	0,23839	P20	2	C0	0,18532
		C1	0,24955			C1	0,26531
		C2	0,24808			C2	0,25485
		C3	0,23839			C3	0,18532
		C4	0,23234			C4	0,14194
P19	3	C0	0,18248	P20	3	C0	0,14737
		C1	0,19288			C1	0,20685
		C2	0,19150			C2	0,19951
		C3	0,18248			C3	0,14737
		C4	0,17686			C4	0,11484
P19	4	C0	0,12706	P20	4	C0	0,10955
		C1	0,13624			C1	0,14928
		C2	0,13502			C2	0,14472
		C3	0,12706			C3	0,10955
		C4	0,12208			C4	0,08760
P19	5	C0	0,07198	P20	5	C0	0,06866
		C1	0,07964			C1	0,09073
		C2	0,07864			C2	0,08851
		C3	0,07198			C3	0,06866
		C4	0,06783			C4	0,05628
P19	6	C0	0,01847	P20	6	C0	0,03743
		C1	0,02364			C1	0,04789
		C2	0,02297			C2	0,04708
		C3	0,01847			C3	0,03743
		C4	0,01566			C4	0,03141

ANEXO 4.11 – Esforço axial reduzido pilares P21 e P22

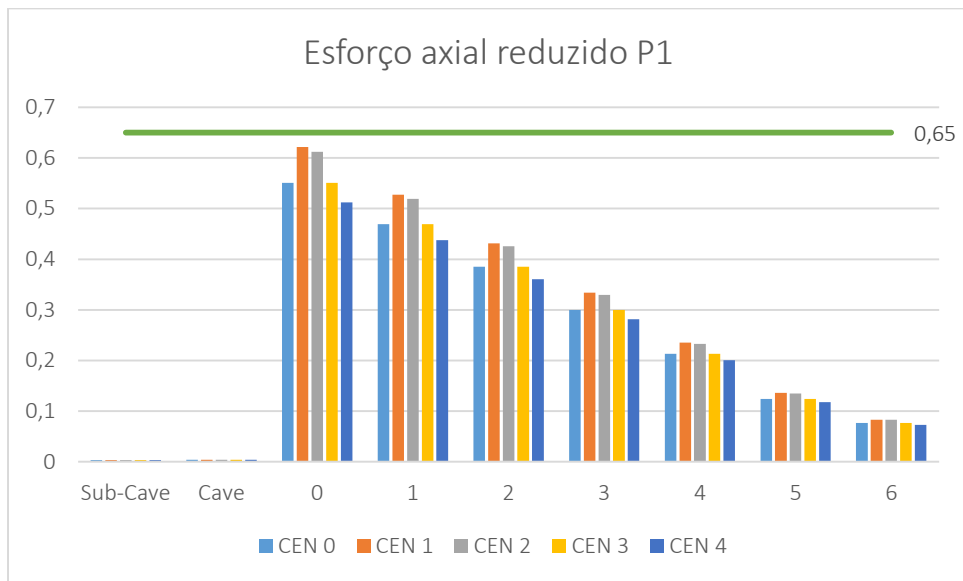
PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d	PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P21	Sub-Cave	C0	0,30163	P22	Sub-Cave	C0	0,04534
		C1	0,30311			C1	0,16932
		C2	0,30292			C2	0,15197
		C3	0,30163			C3	0,04534
		C4	0,30082			C4	0,02118
P21	Cave	C0	0,23343	P22	Cave	C0	0,03717
		C1	0,23480			C1	0,11069
		C2	0,23461			C2	0,09003

		C3	0,23343			C3	0,03717
		C4	0,23269			C4	0,11652

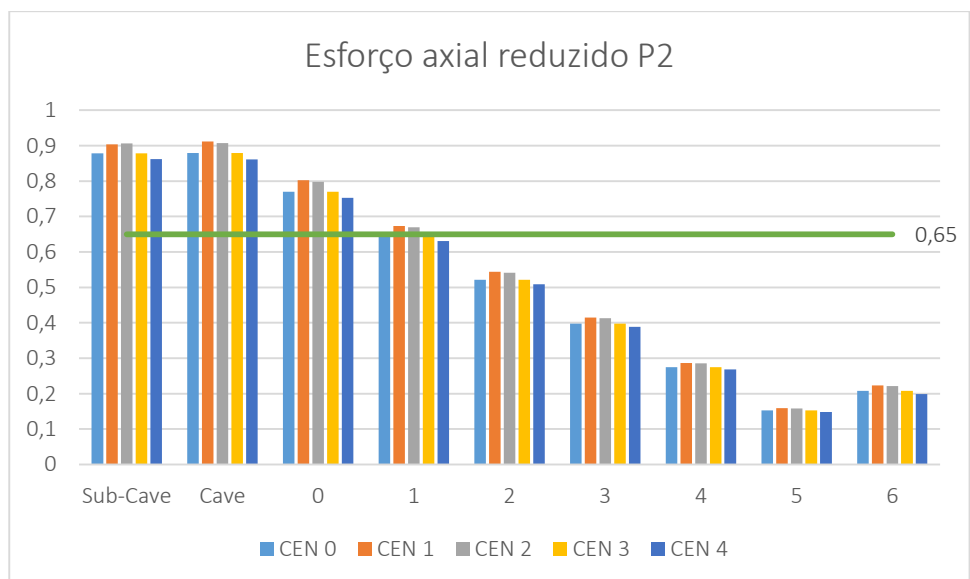
ANEXO 4.12 – Esforço axial reduzido pilar P23

PILAR	PISO	CENÁRIO	v_d
P23	Sub-Cave	C0	0,12080
		C1	0,12889
		C2	0,12776
		C3	0,12080
		C4	0,11647

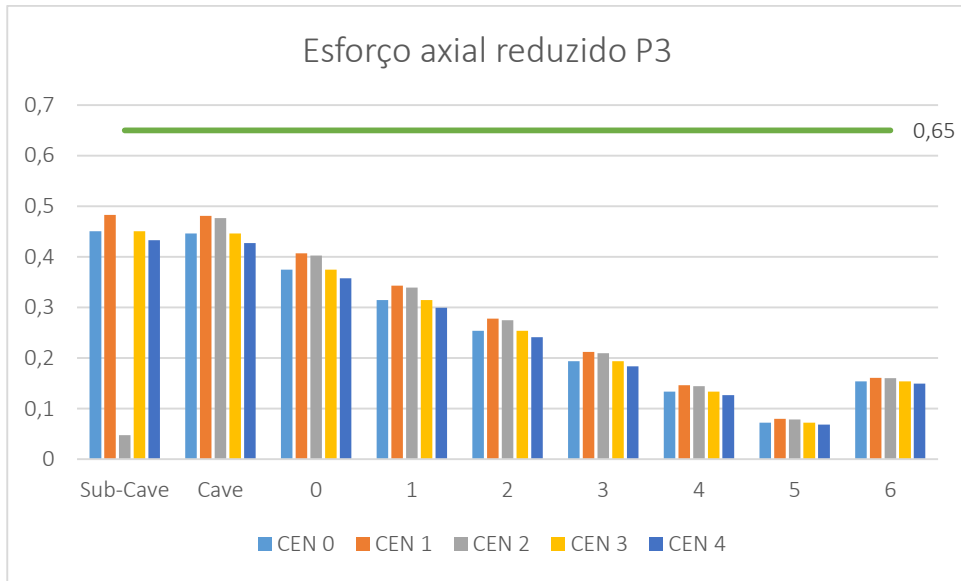
ANEXO 4.2 – GRÁFICOS INTERPRETATIVOS DO ESFORÇO AXIAL REDUZIDO



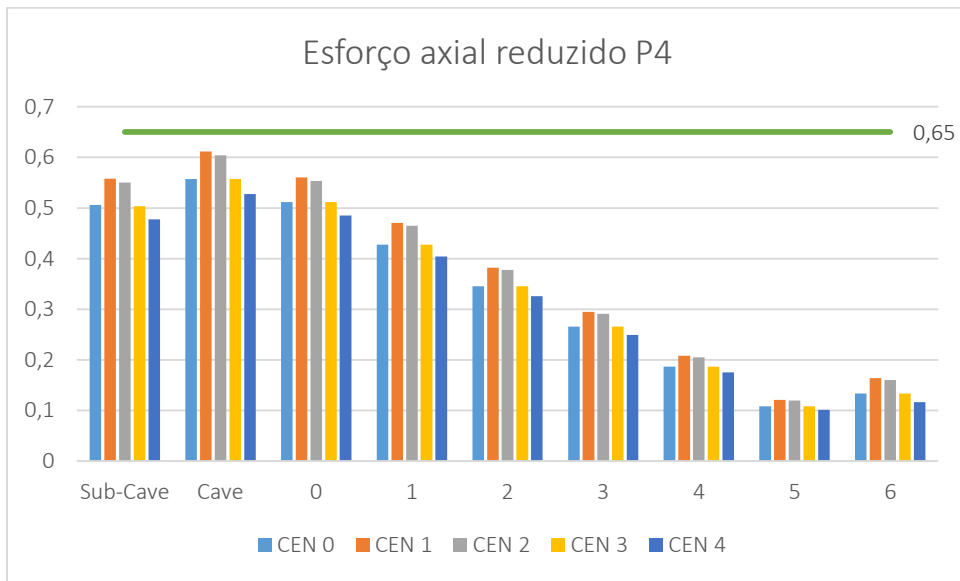
ANEXO 4.33 – Esforço axial reduzido pilar P1



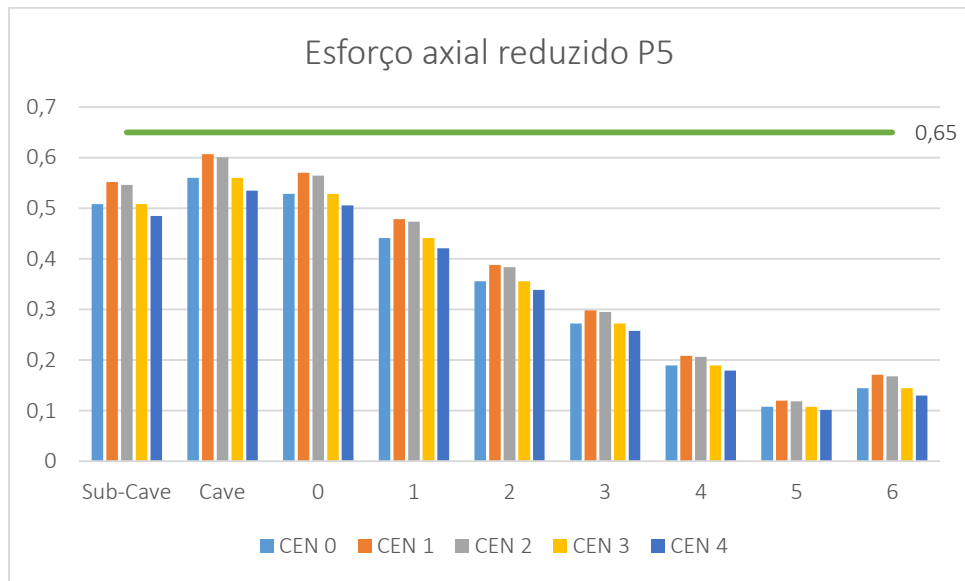
ANEXO 4.44 – Esforço axial reduzido pilar P2



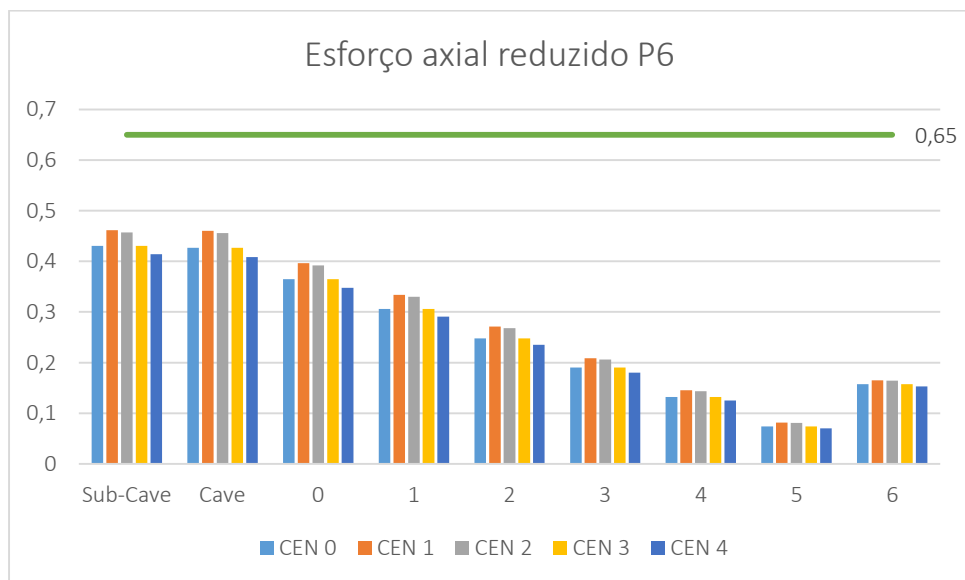
ANEXO 4.55 – Esforço axial reduzido pilar P3



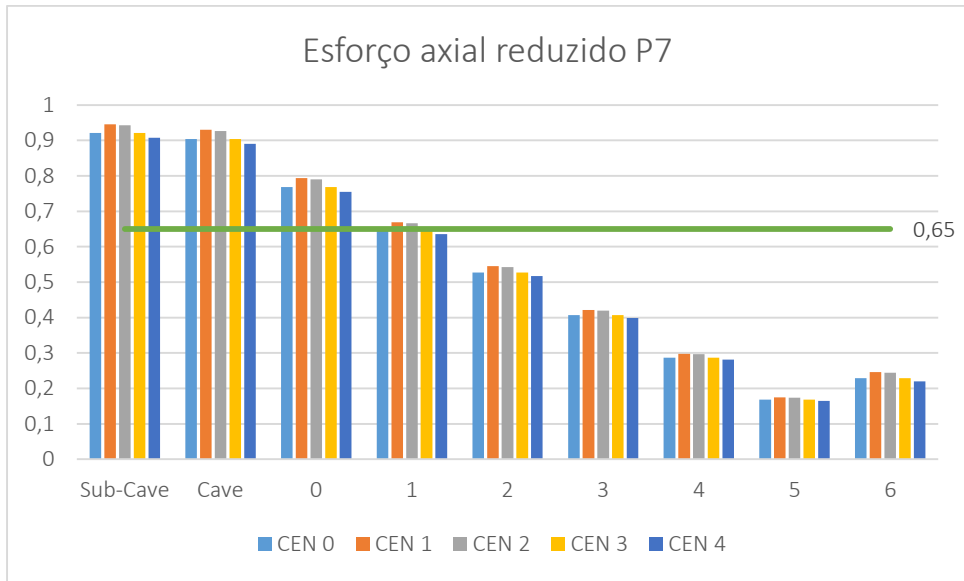
ANEXO 4.66 – Esforço axial reduzido pilar P4



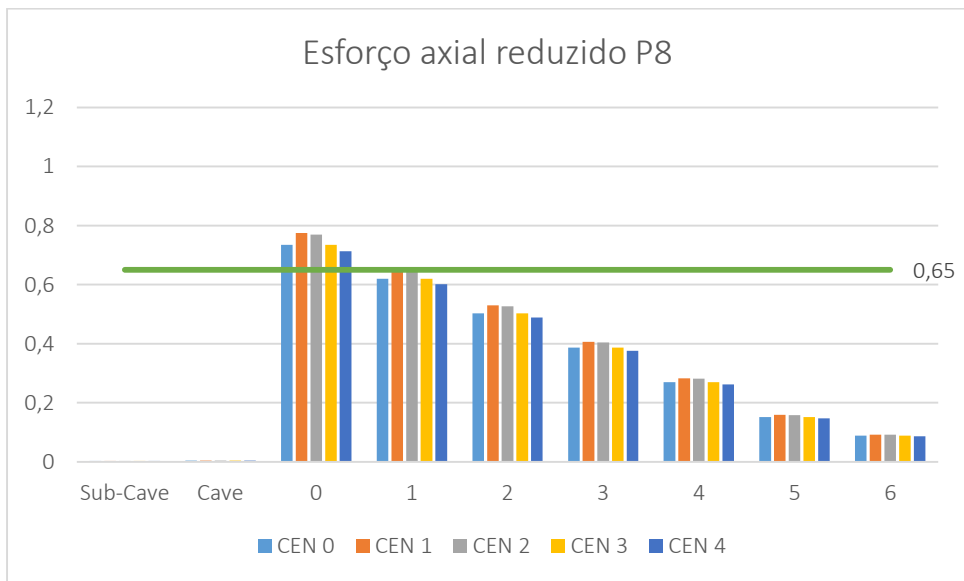
ANEXO 4.77 – Esforço axial reduzido pilar P5



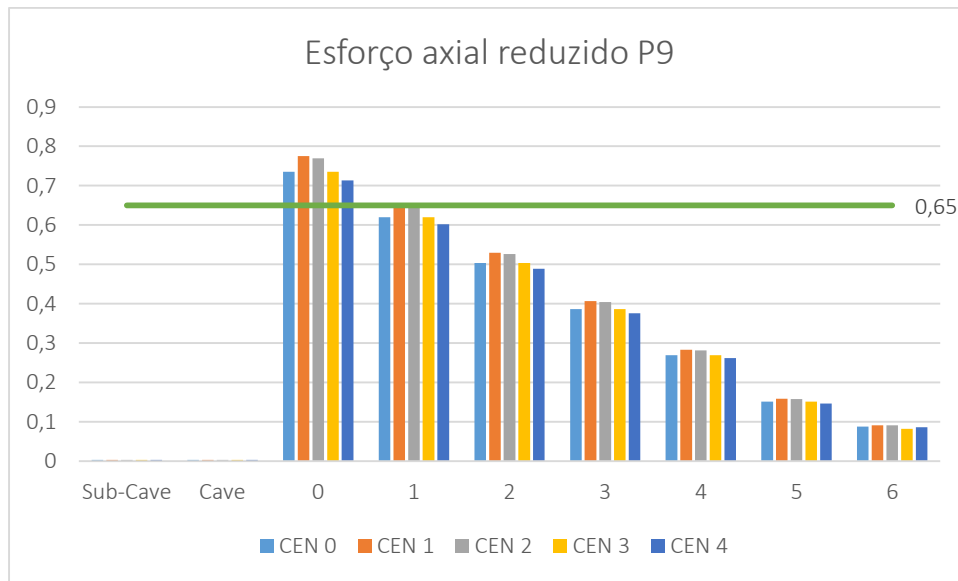
ANEXO 4.88 – Esforço axial reduzido pilar P6



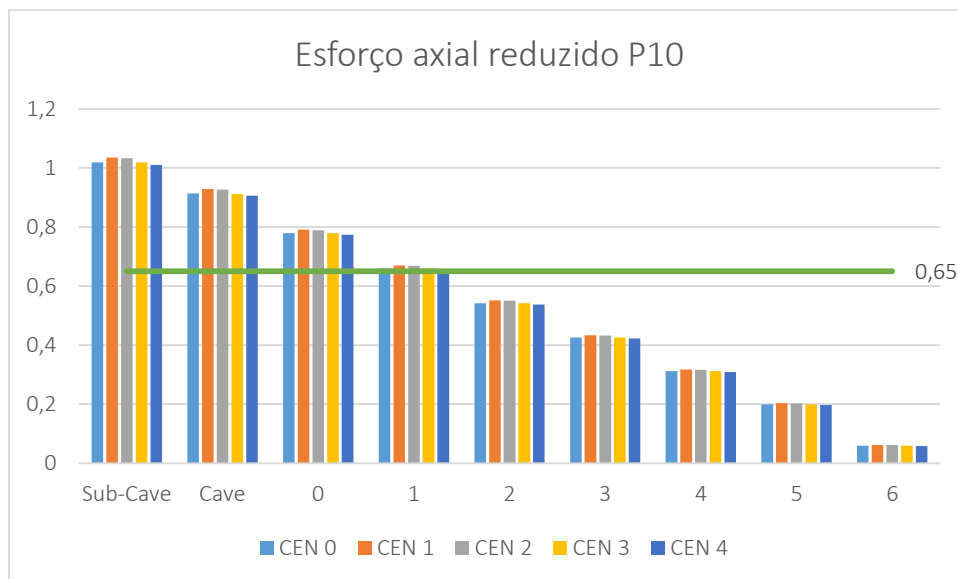
ANEXO 4.19 – Esforço axial reduzido pilar P7



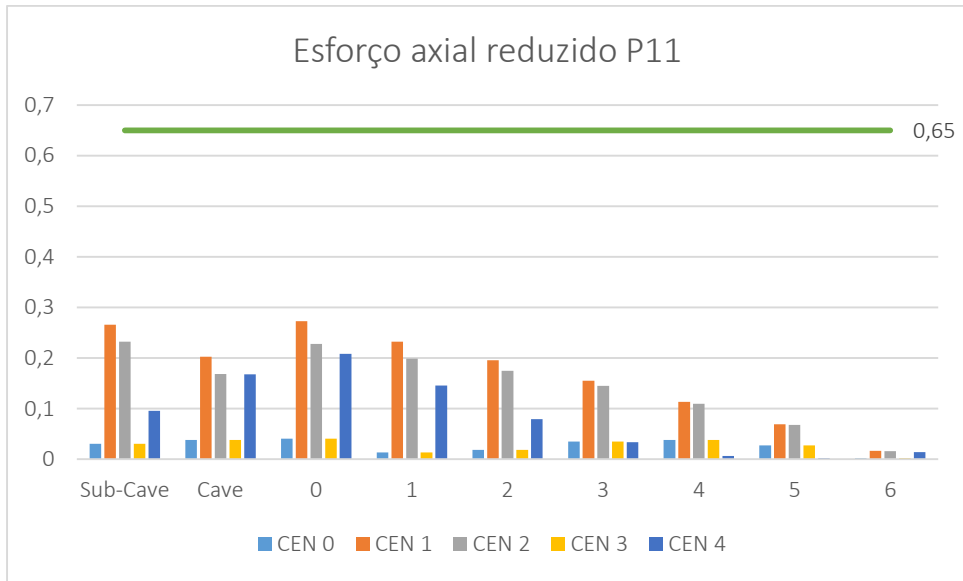
ANEXO 4.90 – Esforço axial reduzido pilar P8



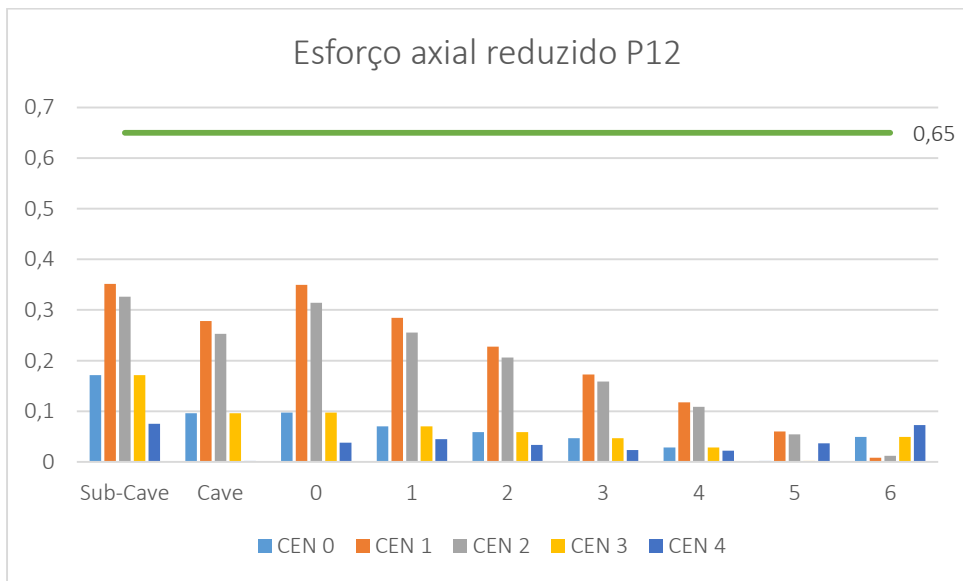
ANEXO 4.101 – Esforço axial reduzido pilar P9



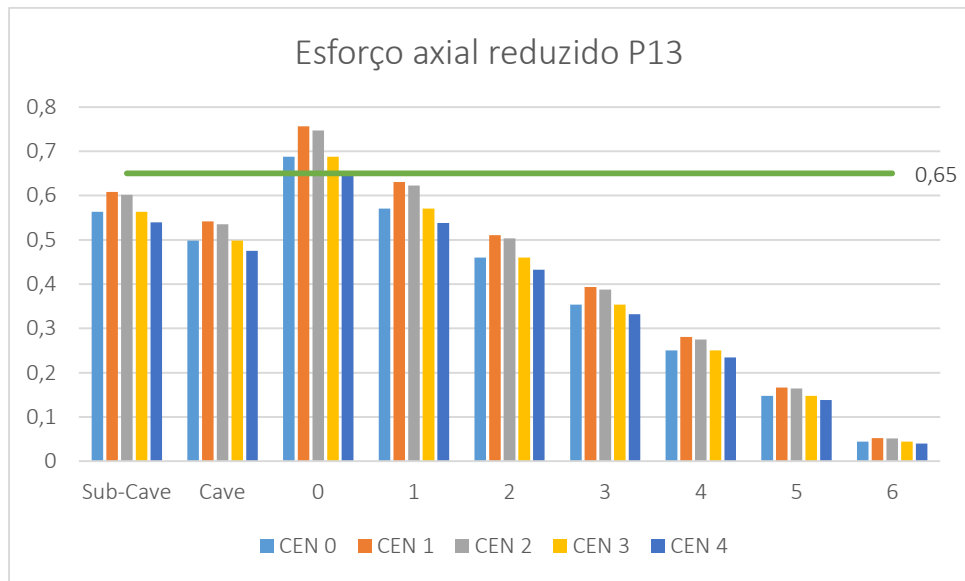
ANEXO 4.112 – Esforço axial reduzido pilar P10



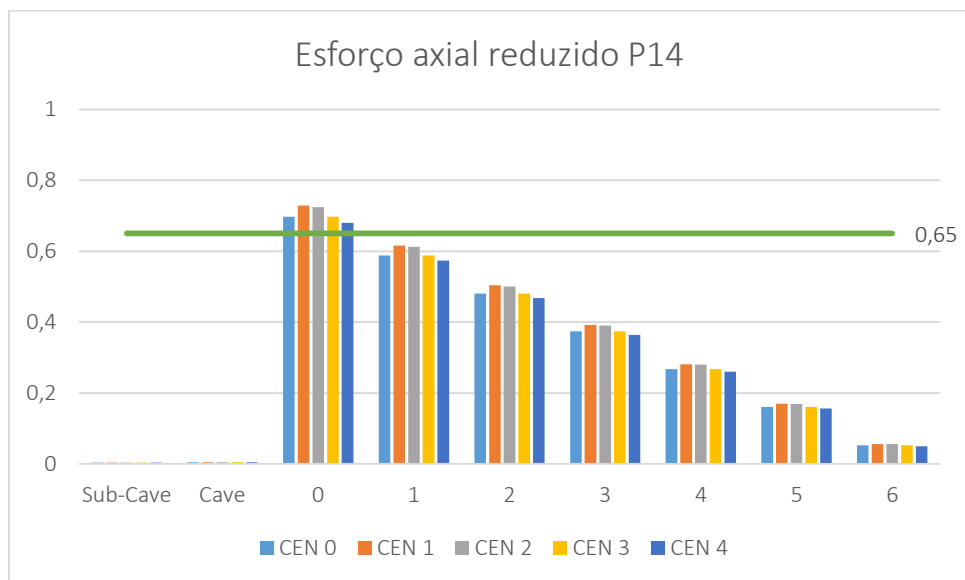
ANEXO 4.23 – Esforço axial reduzido pilar P11



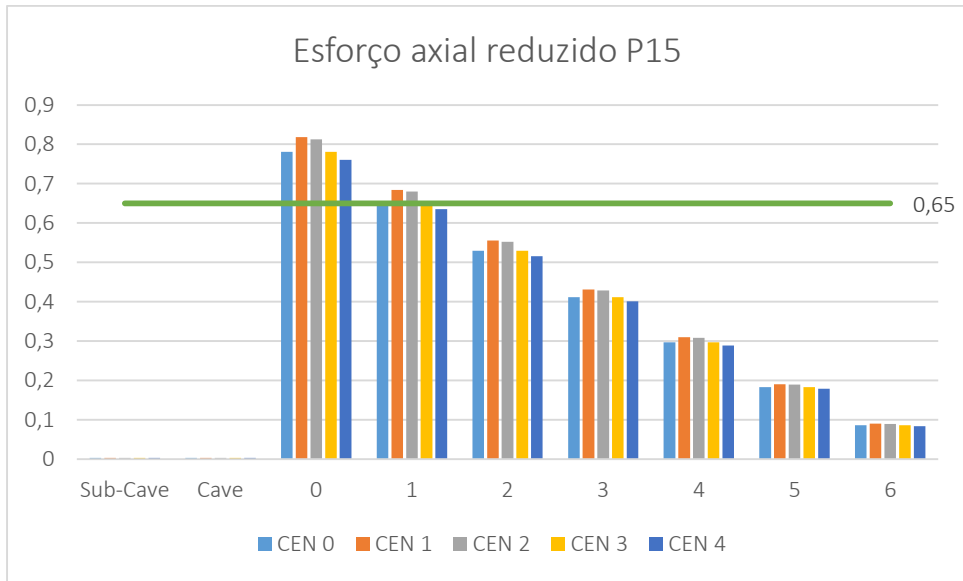
ANEXO 4.124 – Esforço axial reduzido pilar P12



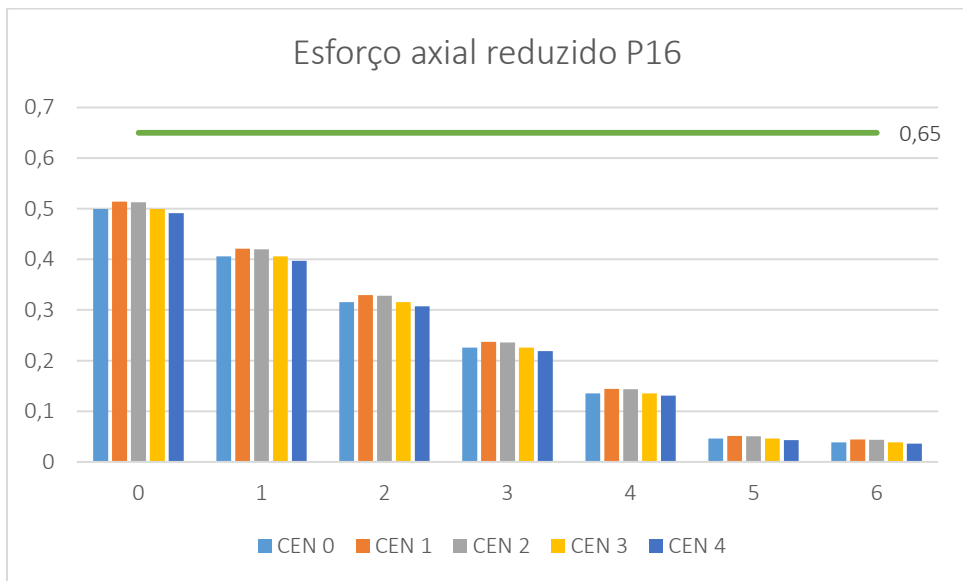
ANEXO 4.135 – Esforço axial reduzido pilar P13



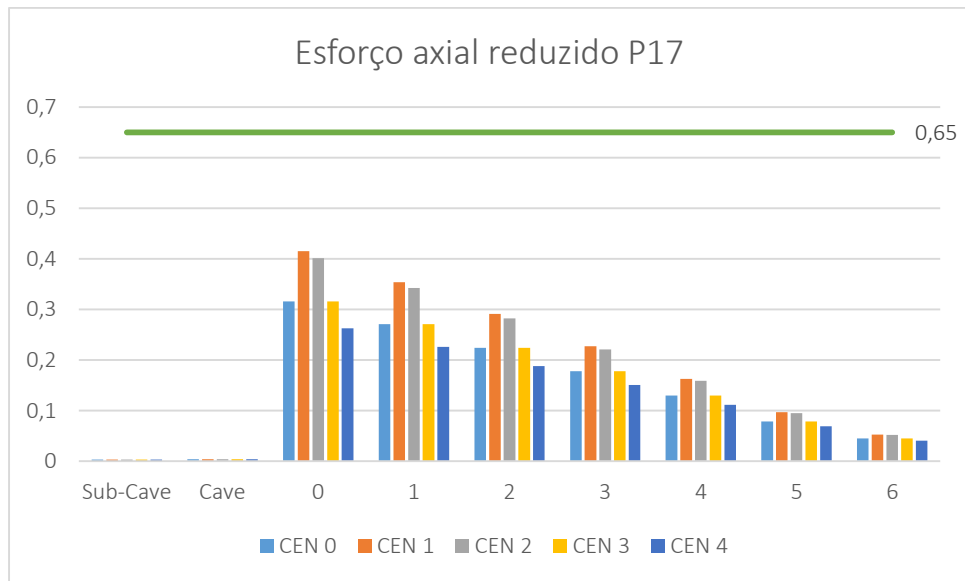
ANEXO 4.146 – Esforço axial reduzido pilar P14



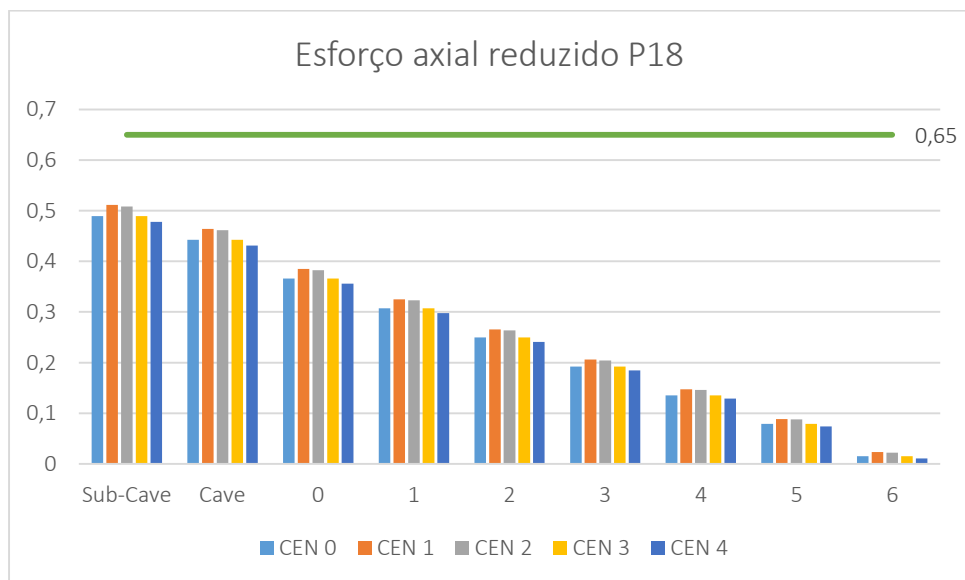
ANEXO 4.157 – Esforço axial reduzido pilar P15



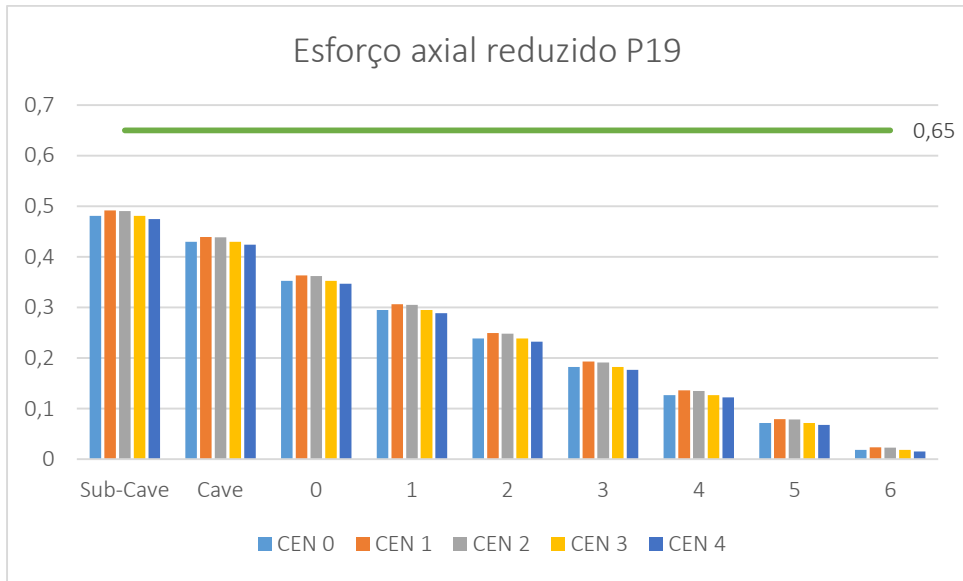
ANEXO 4.168 – Esforço axial reduzido pilar P16



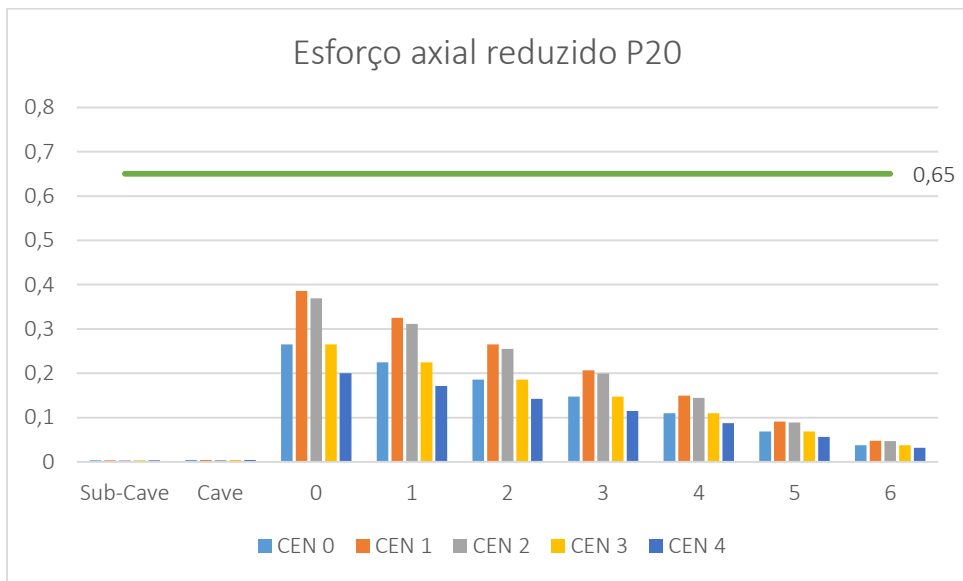
ANEXO 4.2917 – Esforço axial reduzido pilar P17



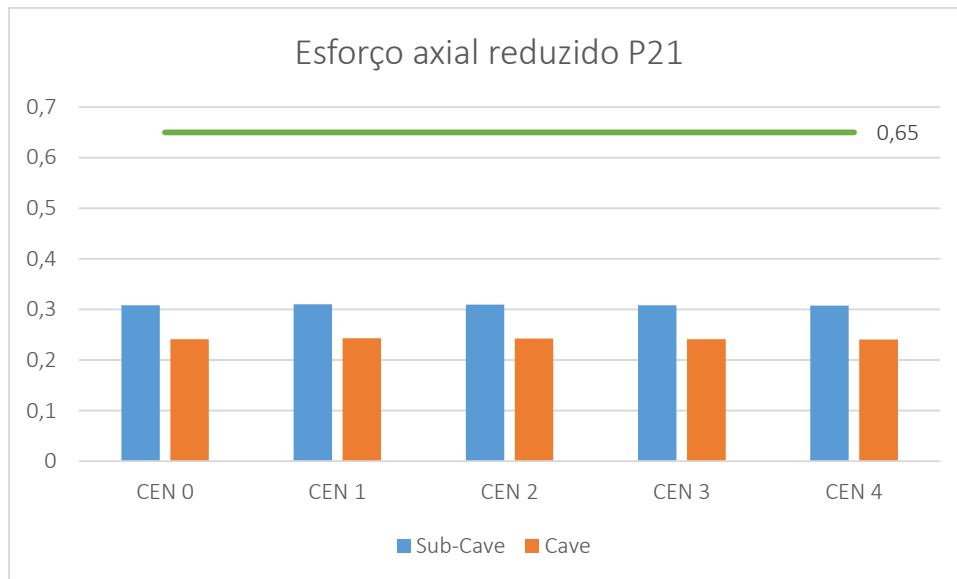
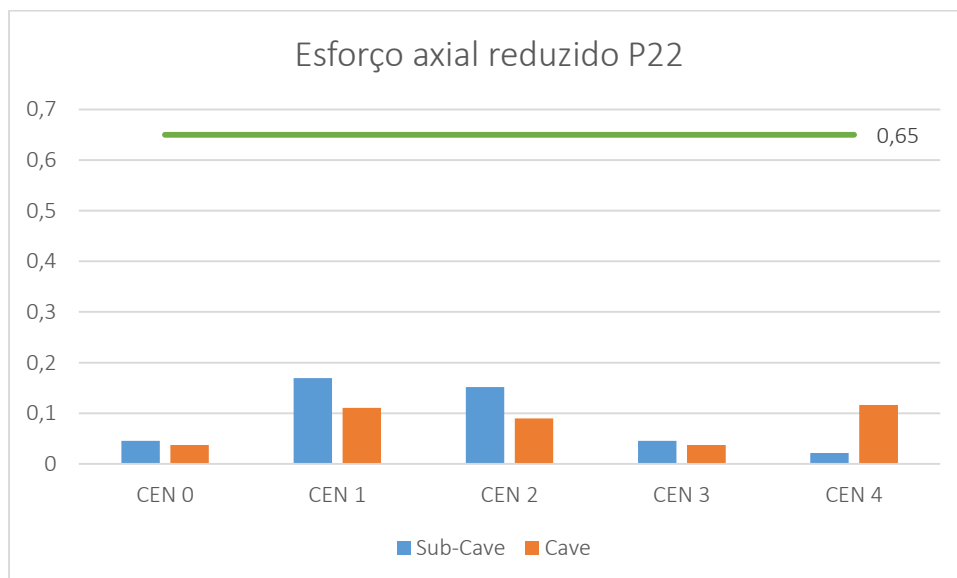
ANEXO 4.180 – Esforço axial reduzido pilar P18

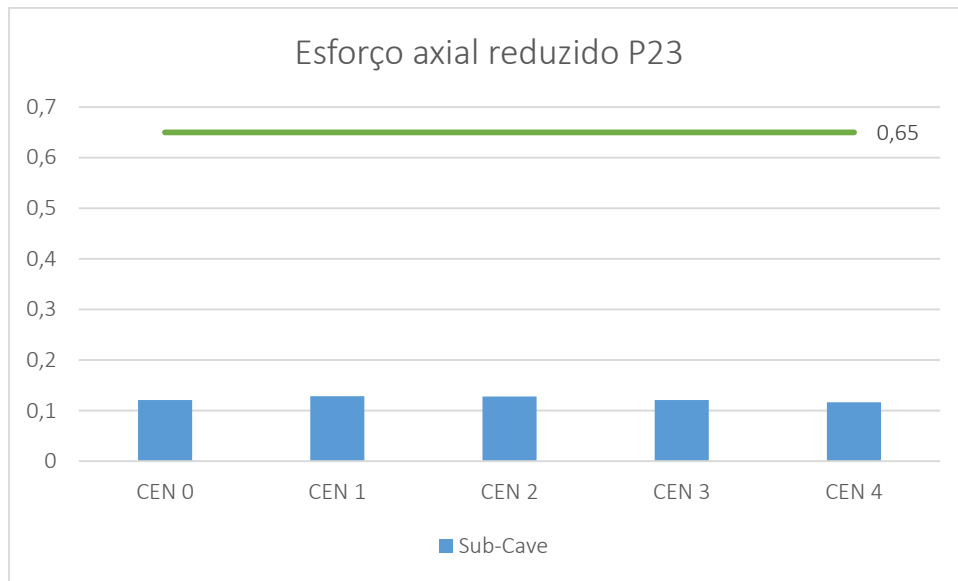


ANEXO 4.191 – Esforço axial reduzido pilar P19



ANEXO 4.202 – Esforço axial reduzido pilar P20

**ANEXO 4.213 – Esforço axial reduzido pilar P21****ANEXO 4.224 – Esforço axial reduzido pilar P22**



ANEXO 4.235 – Esforço axial reduzido pilar P23

ANEXO 5 – ARMADURA LONGITUDINAL DE PROJETO

PILAR	PISO	A _{s, TOTAL} (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO	PILAR	PISO	A _{s, TOTAL} (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO
P1	SC	41,2	8φ20 + 8φ16	P5	SC	50,24	16φ20
	Cave	32,16	16φ16		Cave	50,24	16φ20
	0	32,16	16φ16		0	41,20	8φ20 + 8φ16
	1	32,16	16φ16		1	32,16	16φ16
	2	25,12	8φ16 + 8φ12		2	32,16	16φ16
	3	25,12	8φ16 + 8φ12		3	25,12	8φ16 + 8φ12
	4	18,08	16φ12		4	18,08	16φ12
	5	15,36	8φ12 + 8φ10		5	18,08	16φ12
	6	6,78	6φ12		6	8,04	4φ16
P2	SC	78,56	16φ25	P6	SC	50,24	16φ20
	Cave	78,56	16φ25		Cave	50,24	16φ20
	0	64,40	8φ25 + 8φ20		0	41,20	8φ20 + 8φ16
	1	50,24	16φ20		1	32,16	16φ16
	2	50,24	16φ20		2	32,16	16φ16
	3	41,2	8φ20 + 8φ16		3	25,12	8φ16 + 8φ12
	4	32,16	16φ16		4	18,08	16φ12
	5	25,12	8φ16 + 8φ12		5	18,08	16φ12
	6	8,04	4φ16		6	8,04	4φ16
P3	SC	50,24	16φ20	P7	SC	88,38	18φ25
	Cave	50,24	16φ20		Cave	88,38	18φ25
	0	41,20	8φ20 + 8φ16		0	64,40	8φ25 + 8φ20
	1	32,16	16φ16		1	64,40	8φ25 + 8φ20
	2	41,20	8φ20 + 8φ16		2	50,24	16φ20
	3	25,12	8φ16 + 8φ12		3	41,20	8φ20 + 8φ16
	4	18,08	16φ12		4	41,20	8φ20 + 8φ16
	5	18,08	16φ12		5	25,12	8φ16 + 8φ12
	6	8,04	4φ16		6	8,04	4φ16
P4	SC	50,24	16φ20	P8	SC	41,21	8φ20 + 8φ16
	Cave	50,24	16φ20		Cave	32,16	16φ16
	0	41,20	8φ20 + 8φ16		0	32,16	16φ16
	1	32,16	16φ16		1	32,16	16φ16
	2	32,16	16φ16		2	25,12	8φ16 + 8φ12
	3	25,12	8φ16 + 8φ12		3	25,12	8φ16 + 8φ12
	4	18,08	16φ12		4	18,08	16φ12
	5	18,08	16φ12		5	15,33	8φ12 + 8φ10
	6	8,04	4φ16		6	15,33	6φ12

PILAR	PISO	A _s , TOTAL (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO	PILAR	PISO	A _s , TOTAL (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO
P9	SC	78,56	16φ25	P13	SC	88,38	18φ25
	Cave	78,56	16φ25		Cave	88,38	18φ25
	0	64,40	8φ25 + 8φ20		0	70,68	8φ25 + 10φ20
	1	50,24	16φ20		1	57,32	4φ25 + 12φ20
	2	50,24	16φ20		2	50,24	16φ20
	3	41,20	8φ20 + 8φ16		3	41,20	8φ20 + 8φ16
	4	32,16	16φ16		4	32,16	16φ16
	5	25,12	8φ16 + 8φ12		5	25,12	8φ16 + 8φ12
	6	12,06	6φ16		6	18,08	16φ12
P10	SC	88,38	18φ25	P14	SC	78,56	16φ25
	Cave	88,38	18φ25		Cave	78,56	16φ25
	0	70,68	8φ25 + 10φ20		0	64,40	8φ25 + 8φ20
	1	57,32	4φ25 + 12φ20		1	50,24	16φ20
	2	50,24	16φ20		2	50,24	16φ20
	3	41,20	8φ20 + 8φ16		3	41,20	8φ20 + 8φ16
	4	32,16	16φ16		4	32,16	16φ16
	5	25,12	8φ16 + 8φ12		5	25,12	8φ16 + 8φ12
	6	18,08	16φ12		6	18,08	16φ12
P11	SC	88,38	18φ25	P15	SC	108,02	22φ25
	Cave	88,38	18φ25		Cave	108,02	22φ25
	0	70,68	8φ25 + 10φ20		0	64,40	8φ25 + 8φ20
	1	57,32	4φ25 + 12φ20		1	50,24	16φ20
	2	50,24	16φ20		2	50,24	16φ20
	3	41,20	8φ20 + 8φ16		3	41,20	8φ20 + 8φ16
	4	32,16	16φ16		4	32,16	16φ16
	5	25,12	8φ16 + 8φ12		5	25,12	8φ16 + 8φ12
	6	18,08	16φ12		6	12,06	6φ16
P12	SC	88,38	18φ25	P16	SC	-	-
	Cave	88,38	18φ25		Cave	-	-
	0	70,68	8φ25 + 10φ20		0	50,24	16φ20
	1	57,32	4φ25 + 12φ20		1	34,92	8φ16 + 6φ20
	2	50,24	16φ20		2	32,16	16φ16
	3	41,20	8φ20 + 8φ16		3	25,12	8φ16 + 8φ12
	4	32,16	16φ16		4	25,12	8φ16 + 8φ12
	5	25,12	8φ16 + 8φ12		5	9,04	8φ12
	6	18,08	16φ12		6	9,04	8φ12

PILAR	PISO	A _{S, TOTAL} (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO	PILAR	PISO	A _{S, TOTAL} (cm ²)	PORMENORIZAÇÃO
P17	SC	43,96	14φ20	P21	SC	9,04	8φ12
	Cave	43,96	14φ20		Cave	9,04	8φ12
	0	34,92	8φ16 + 6φ20		0	-	-
	1	28,14	14φ16		1	-	-
	2	28,14	14φ16		2	-	-
	3	21,10	6φ16 + 8φ12		3	-	-
	4	15,82	14φ12		4	-	-
	5	15,82	14φ12		5	-	-
	6	9,04	8φ12		6	-	-
P18	SC	50,24	16φ20	P22	SC	127,66	26φ25
	Cave	50,24	16φ20		Cave	127,66	26φ25
	0	41,20	8φ20 + 8φ16		0	-	-
	1	32,16	16φ16		1	-	-
	2	32,16	16φ16		2	-	-
	3	25,12	8φ16 + 8φ12		3	-	-
	4	18,08	16φ12		4	-	-
	5	18,08	16φ12		5	-	-
	6	18,08	16φ12		6	-	-
P19	SC	50,24	16φ20	P23	SC	4,74	6φ10
	Cave	50,24	16φ20		Cave	-	-
	0	41,20	8φ20 + 8φ16		0	-	-
	1	32,16	16φ16		1	-	-
	2	32,16	16φ16		2	-	-
	3	25,12	8φ16 + 8φ12		3	-	-
	4	18,08	16φ12		4	-	-
	5	18,08	16φ12		5	-	-
	6	18,08	16φ12		6	-	-
P20	SC	43,96	14φ20				
	Cave	43,96	14φ20				
	0	34,92	8φ16 + 6φ20				
	1	28,14	14φ16				
	2	28,14	14φ16				
	3	21,10	6φ16 + 8φ12				
	4	15,82	14φ12				
	5	15,82	14φ12				
	6	9,04	8φ12				

ANEXO 6 – MOMENTO RESISTENTE EM TORNO DO EIXO X

ANEXO 6.1 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P1

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd, x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	141,42
	C1	13,44					0,00172	141,42
	C2	13,44					0,00172	141,42
	C3	13,44					0,00172	141,42
	C4	13,44					0,00172	141,42
Cave	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	106,23
	C1	10,05					0,00200	106,23
	C2	10,05					0,00200	106,23
	C3	10,05					0,00200	106,23
	C4	10,05					0,00200	106,23
0	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,27534	189,33
	C1	10,05					0,31099	185,12
	C2	10,05					0,30599	185,92
	C3	10,05					0,27534	189,33
	C4	10,05					0,25621	190,15
1	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,23451	189,88
	C1	10,05					0,26375	189,94
	C2	10,05					0,25974	190,07
	C3	10,05					0,23451	189,88
	C4	10,05					0,21877	188,87
2	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19272	167,36
	C1	8,29					0,21571	170,23
	C2	8,29					0,21266	169,93
	C3	8,29					0,19272	167,36
	C4	8,29					0,18029	165,20
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15005	158,20
	C1	8,29					0,16697	162,43
	C2	8,29					0,16484	161,94
	C3	8,29					0,15005	158,20
	C4	8,29					0,14083	155,56
4	C0	5,65	0,4	0,4	0,35	0,05	0,10655	116,19
	C1	5,65					0,11772	120,40
	C2	5,65					0,11642	119,93
	C3	5,65					0,10655	116,19
	C4	5,65					0,10039	113,73
5	C0	4,97	0,4	0,4	0,35	0,05	0,06204	88,96
	C1	4,97					0,06787	91,91

	C2	4,97					0,06727	91,61
	C3	4,97					0,06204	88,96
	C4	4,97					0,05878	87,27
6	C0	2,26	0,4	0,2	0,35	0,05	0,03825	35,64
	C1	2,26					0,04160	36,60
	C2	2,26					0,04134	36,53
	C3	2,26					0,03825	35,64
	C4	2,26					0,03633	35,08

ANEXO 6.2 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P2

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54911	412,69
	C1	24,55					0,56887	396,06
	C2	24,55					0,56618	398,40
	C3	24,55					0,54911	412,69
	C4	24,55					0,53846	421,09
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54919	412,62
	C1	24,55					0,57002	395,05
	C2	24,55					0,56719	397,52
	C3	24,55					0,54919	412,62
	C4	24,55					0,53796	421,48
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48134	410,33
	C1	21,01					0,50149	398,02
	C2	21,01					0,49877	399,76
	C3	21,01					0,48134	410,33
	C4	21,01					0,47047	416,39
1	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40341	371,00
	C1	15,70					0,42052	365,19
	C2	15,70					0,41830	366,00
	C3	15,70					0,40341	371,00
	C4	15,70					0,39412	373,73
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32574	384,80
	C1	15,70					0,33975	383,83
	C2	15,70					0,33802	383,99
	C3	15,70					0,32574	384,80
	C4	15,70					0,31807	385,05
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,24866	346,70
	C1	13,44					0,25944	348,85
	C2	13,44					0,25819	348,62
	C3	13,44					0,24866	346,70
	C4	13,44					0,24272	345,35
4	C0	10,50	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17179	278,96

	C1	10,50					0,17931	282,48
	C2	10,50					0,17849	282,10
	C3	10,50					0,17179	278,96
	C4	10,50					0,16761	276,93
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09520	201,42
	C1	8,29					0,09955	204,61
	C2	8,29					0,09910	204,28
	C3	8,29					0,09520	201,42
	C4	8,29					0,09278	199,61
6	C0	4,02	0,25	0,2	0,2	0,05	0,06483	31,94
	C1	4,02					0,06976	32,53
	C2	4,02					0,06931	32,48
	C3	4,02					0,06483	31,94
	C4	4,02					0,06204	31,58

ANEXO 6.3 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P3

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,28148	482,47
	C1	15,70					0,30176	484,79
	C2	15,70					0,02999	267,17
	C3	15,70					0,28148	482,47
	C4	15,70					0,27058	480,30
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,27881	482,00
	C1	15,70					0,30064	484,72
	C2	15,70					0,29761	484,50
	C3	15,70					0,27881	482,00
	C4	15,70					0,26708	479,47
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,23434	436,98
	C1	13,44					0,25449	444,47
	C2	13,44					0,25172	443,57
	C3	13,44					0,23434	436,98
	C4	13,44					0,22350	432,03
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19664	369,84
	C1	10,05					0,21437	380,20
	C2	10,05					0,21198	378,90
	C3	10,05					0,19664	369,84
	C4	10,05					0,18707	363,53
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,15884	342,02
	C1	10,05					0,17355	353,77
	C2	10,05					0,17162	352,30
	C3	10,05					0,15884	342,02

	C4	10,05					0,15086	335,15
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,12114	282,01
	C1	8,29					0,13255	293,58
	C2	8,29					0,13110	292,15
	C3	8,29					0,12114	282,01
	C4	8,29					0,11493	275,42
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,08342	201,97
	C1	5,65					0,09141	211,79
	C2	5,65					0,09042	210,60
	C3	5,65					0,08342	201,97
	C4	5,65					0,07905	196,46
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,04534	150,38
	C1	5,65					0,04988	156,94
	C2	5,65					0,04933	156,16
	C3	5,65					0,04534	150,38
	C4	5,65					0,04285	146,72
6	C0	2,26	0,25	0,2	0,2	0,05	0,04811	20,47
	C1	2,26					0,05034	20,80
	C2	2,26					0,05017	20,78
	C3	2,26					0,04811	20,47
	C4	2,26					0,04682	20,28

ANEXO 6.4 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P4

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd, x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31608	385,08
	C1	15,70					0,34863	382,87
	C2	15,70					0,34409	383,40
	C3	15,70					0,31467	385,09
	C4	15,70					0,29860	384,77
Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,34820	382,93
	C1	15,70					0,38245	376,75
	C2	15,70					0,37772	377,84
	C3	15,70					0,34820	382,93
	C4	15,70					0,32978	384,59
0	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31965	353,57
	C1	13,44					0,35011	351,24
	C2	13,44					0,34596	351,75
	C3	13,44					0,31965	353,57
	C4	13,44					0,30324	353,51
1	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,26723	303,00
	C1	10,05					0,29427	305,93
	C2	10,05					0,29066	305,68

	C3	10,05					0,26723	303,00
	C4	10,05					0,25262	300,37
2	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,21598	290,59
	C1	10,05					0,23897	297,27
	C2	10,05					0,23597	296,50
	C3	10,05					0,21598	290,59
	C4	10,05					0,20350	286,22
3	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,16593	245,34
	C1	8,29					0,18425	253,93
	C2	8,29					0,18192	252,90
	C3	8,29					0,16593	245,34
	C4	8,29					0,15596	240,18
4	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,11665	179,81
	C1	5,65					0,12992	188,39
	C2	5,65					0,12827	187,35
	C3	5,65					0,11665	179,81
	C4	5,65					0,10941	174,88
5	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06764	142,95
	C1	5,65					0,07574	149,61
	C2	5,65					0,07475	148,80
	C3	5,65					0,06764	142,95
	C4	5,65					0,06320	139,21
6	C0	4,02	0,25	0,2	0,2	0,05	0,04165	28,67
	C1	4,02					0,05124	30,11
	C2	4,02					0,05003	29,94
	C3	4,02					0,04165	28,67
	C4	4,02					0,03642	27,84

ANEXO 6.5 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P5

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31763	385,06
	C1	15,70					0,34498	383,30
	C2	15,70					0,34121	383,69
	C3	15,70					0,31763	385,06
	C4	15,70					0,30292	384,94
Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,34980	382,73
	C1	15,70					0,37918	377,51
	C2	15,70					0,37517	378,40
	C3	15,70					0,34980	382,73
	C4	15,70					0,33397	384,31
0	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,33012	353,13

	C1	13,44					0,35613	350,41
	C2	13,44					0,35265	350,91
	C3	13,44					0,33012	353,13
	C4	13,44					0,31606	353,64
1	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,27572	304,18
	C1	10,05					0,29897	306,18
	C2	10,05					0,29593	306,02
	C3	10,05					0,27572	304,18
	C4	10,05					0,26311	302,33
2	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,22238	292,63
	C1	10,05					0,24239	298,10
	C2	10,05					0,23982	297,48
	C3	10,05					0,22238	292,63
	C4	10,05					0,21149	289,08
3	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17000	247,35
	C1	8,29					0,18620	254,78
	C2	8,29					0,18417	253,90
	C3	8,29					0,17000	247,35
	C4	8,29					0,16116	242,92
4	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,11845	181,01
	C1	5,65					0,13040	188,68
	C2	5,65					0,12893	187,76
	C3	5,65					0,11845	181,01
	C4	5,65					0,11192	176,61
5	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06740	142,75
	C1	5,65					0,07483	148,87
	C2	5,65					0,07392	148,13
	C3	5,65					0,06740	142,75
	C4	5,65					0,06334	139,32
6	C0	4,02	0,25	0,2	0,2	0,05	0,04514	29,21
	C1	4,02					0,05344	30,42
	C2	4,02					0,05240	30,28
	C3	4,02					0,04514	29,21
	C4	4,02					0,04061	28,51

ANEXO 6.6 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P6

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm^2)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,26929	480,00
	C1	15,70					0,28858	483,54
	C2	15,70					0,28590	483,17
	C3	15,70					0,26929	480,00
	C4	15,70					0,25893	477,27

Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,26670	479,37
	C1	15,70					0,28777	483,43
	C2	15,70					0,28485	483,01
	C3	15,70					0,26670	479,37
	C4	15,70					0,25538	476,19
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,22802	434,17
	C1	13,44					0,24770	442,19
	C2	13,44					0,24500	441,22
	C3	13,44					0,22802	434,17
	C4	13,44					0,21742	428,97
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19125	366,35
	C1	10,05					0,20866	377,05
	C2	10,05					0,20631	375,70
	C3	10,05					0,19125	366,35
	C4	10,05					0,18186	359,89
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,15490	338,67
	C1	10,05					0,16948	350,64
	C2	10,05					0,16756	349,13
	C3	10,05					0,15490	338,67
	C4	10,05					0,14700	331,70
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,11878	279,53
	C1	8,29					0,13021	291,27
	C2	8,29					0,12875	289,80
	C3	8,29					0,11878	279,53
	C4	8,29					0,11257	272,85
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,08271	201,09
	C1	5,65					0,09084	211,11
	C2	5,65					0,08983	209,89
	C3	5,65					0,08271	201,09
	C4	5,65					0,07827	195,46
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,04636	151,86
	C1	5,65					0,05110	158,69
	C2	5,65					0,05053	157,88
	C3	5,65					0,04636	151,86
	C4	5,65					0,04376	148,06
6	C0	2,26	0,25	0,2	0,2	0,05	0,04915	20,63
	C1	2,26					0,05158	20,98
	C2	2,26					0,05141	20,96
	C3	2,26					0,04915	20,63
	C4	2,26					0,04773	20,42

ANEXO 6.7 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P7

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	29,46	0,5	0,5	0,45	0,05	0,57570	458,32
	C1	29,46					0,59110	444,07
	C2	29,46					0,58908	445,99
	C3	29,46					0,57570	458,32
	C4	29,46					0,56735	465,70
Cave	C0	29,46	0,5	0,5	0,45	0,05	0,56513	467,63
	C1	29,46					0,58113	453,39
	C2	29,46					0,57904	455,29
	C3	29,46					0,56513	467,63
	C4	29,46					0,55644	474,98
0	C0	25,92	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48037	479,20
	C1	25,92					0,49580	469,95
	C2	25,92					0,49380	471,20
	C3	25,92					0,48037	479,20
	C4	25,92					0,47199	483,88
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40466	419,86
	C1	19,24					0,41812	415,31
	C2	19,24					0,41644	415,91
	C3	19,24					0,40466	419,86
	C4	19,24					0,39731	422,08
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32924	384,62
	C1	15,70					0,34054	383,76
	C2	15,70					0,33920	383,88
	C3	15,70					0,32924	384,62
	C4	15,70					0,32303	384,91
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,25421	347,86
	C1	13,44					0,26315	349,50
	C2	13,44					0,26215	349,33
	C3	13,44					0,25421	347,86
	C4	13,44					0,24925	346,83
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17945	276,28
	C1	10,05					0,18591	279,14
	C2	10,05					0,18523	278,85
	C3	10,05					0,17945	276,28
	C4	10,05					0,17584	274,62
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,10506	208,57
	C1	8,29					0,10903	211,35
	C2	8,29					0,10864	211,08
	C3	8,29					0,10506	208,57
	C4	8,29					0,10283	206,98
6	C0	4,02	0,25	0,2	0,2	0,05	0,07161	32,75

	C1	4,02					0,07681	33,33
	C2	4,02					0,07636	33,28
	C3	4,02					0,07161	32,75
	C4	4,02					0,06864	32,40

ANEXO 6.8 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P8

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	141,42
	C1	13,44					0,00172	141,42
	C2	13,44					0,00172	141,42
	C3	13,44					0,00172	141,42
	C4	13,44					0,00172	141,42
Cave	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	106,23
	C1	10,05					0,00200	106,23
	C2	10,05					0,00200	106,23
	C3	10,05					0,00200	106,23
	C4	10,05					0,00200	106,23
0	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,36755	171,34
	C1	10,05					0,38755	164,37
	C2	10,05					0,38476	165,41
	C3	10,05					0,36755	171,34
	C4	10,05					0,35681	174,63
1	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,30990	185,30
	C1	10,05					0,32654	182,20
	C2	10,05					0,32427	182,67
	C3	10,05					0,30990	185,30
	C4	10,05					0,30093	186,66
2	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,25163	171,83
	C1	8,29					0,26503	171,53
	C2	8,29					0,26325	171,60
	C3	8,29					0,25163	171,83
	C4	8,29					0,24438	171,79
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19335	167,46
	C1	8,29					0,20343	168,88
	C2	8,29					0,20214	168,71
	C3	8,29					0,19335	167,46
	C4	8,29					0,18786	166,56
4	C0	5,65	0,4	0,4	0,35	0,05	0,13482	126,18
	C1	5,65					0,14168	128,27
	C2	5,65					0,14086	128,03
	C3	5,65					0,13482	126,18

	C4	5,65					0,13105	124,97
5	C0	4,97	0,4	0,4	0,35	0,05	0,07562	95,67
	C1	4,97					0,07942	97,47
	C2	4,97					0,07902	97,28
	C3	4,97					0,07562	95,67
	C4	4,97					0,07349	94,66
6	C0	2,26	0,4	0,2	0,35	0,05	0,04413	37,32
	C1	2,26					0,04586	37,80
	C2	2,26					0,04577	37,78
	C3	2,26					0,04413	37,32
	C4	2,26					0,04310	37,03

ANEXO 6.9 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P9

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd, x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	257,35
	C1	24,55					0,00172	257,35
	C2	24,55					0,00172	257,35
	C3	24,55					0,00172	257,35
	C4	24,55					0,00172	257,35
Cave	C0	24,55	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	257,54
	C1	24,55					0,00200	257,54
	C2	24,55					0,00200	257,54
	C3	24,55					0,00200	257,54
	C4	24,55					0,00200	257,54
0	C0	21,01	0,4	0,4	0,35	0,05	0,36755	285,70
	C1	21,01					0,38755	278,74
	C2	21,01					0,38476	279,77
	C3	21,01					0,36755	285,70
	C4	21,01					0,35681	288,99
1	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,30990	244,26
	C1	15,70					0,32654	241,16
	C2	15,70					0,32427	241,63
	C3	15,70					0,30990	244,26
	C4	15,70					0,30093	245,62
2	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,25163	249,16
	C1	15,70					0,26503	248,85
	C2	15,70					0,26325	248,92
	C3	15,70					0,25163	249,16
	C4	15,70					0,24438	249,12
3	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19335	221,19
	C1	13,44					0,20343	222,62
	C2	13,44					0,20214	222,45

	C3	13,44					0,19335	221,19
	C4	13,44					0,18786	220,30
4	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,13482	172,09
	C1	10,05					0,14168	174,18
	C2	10,05					0,14086	173,94
	C3	10,05					0,13482	172,09
	C4	10,05					0,13105	170,88
5	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,07562	130,32
	C1	8,29					0,07942	132,11
	C2	8,29					0,07902	131,92
	C3	8,29					0,07562	130,32
	C4	8,29					0,07349	129,30
6	C0	4,02	0,4	0,2	0,35	0,05	0,04413	55,68
	C1	4,02					0,04586	56,17
	C2	4,02					0,04577	56,14
	C3	4,02					0,04413	55,68
	C4	4,02					0,04310	55,39

ANEXO 6.10 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P10

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	29,46	0,5	0,5	0,45	0,05	0,63665	397,22
	C1	29,46					0,64689	385,71
	C2	29,46					0,64551	387,28
	C3	29,46					0,63665	397,22
	C4	29,46					0,63113	403,28
Cave	C0	29,46	0,5	0,5	0,45	0,05	0,57117	462,35
	C1	29,46					0,58034	454,11
	C2	29,46					0,57912	455,23
	C3	29,46					0,56976	463,59
	C4	29,46					0,56621	466,69
0	C0	25,92	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48707	475,28
	C1	25,92					0,49401	471,07
	C2	25,92					0,49312	471,61
	C3	25,92					0,48707	475,28
	C4	25,92					0,48329	477,51
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,41212	417,42
	C1	19,24					0,41856	415,15
	C2	19,24					0,41773	415,46
	C3	19,24					0,41212	417,42
	C4	19,24					0,40862	418,59
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,33863	383,94

	C1	15,70					0,34428	383,38
	C2	15,70					0,34355	383,46
	C3	15,70					0,33863	383,94
	C4	15,70					0,33555	384,19
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,26619	350,00
	C1	13,44					0,27089	350,70
	C2	13,44					0,27028	350,62
	C3	13,44					0,26619	350,00
	C4	13,44					0,26364	349,58
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,19468	282,80
	C1	10,05					0,19825	284,22
	C2	10,05					0,19780	284,04
	C3	10,05					0,19468	282,80
	C4	10,05					0,19274	282,01
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,12454	221,71
	C1	8,29					0,12687	223,20
	C2	8,29					0,12659	223,02
	C3	8,29					0,12454	221,71
	C4	8,29					0,12326	220,89
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03696	115,70
	C1	5,65					0,03843	117,08
	C2	5,65					0,03827	116,93
	C3	5,65					0,03696	115,70
	C4	5,65					0,03614	114,93

ANEXO 6.11 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P11

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	29,46	0,6	0,6	0,55	0,05	0,02280	546,31
	C1	29,46					0,19920	737,05
	C2	29,46					0,17431	717,86
	C3	29,46					0,02280	546,31
	C4	29,46					0,07172	611,98
Cave	C0	29,46	0,6	0,6	0,55	0,05	0,02884	554,94
	C1	29,46					0,15209	698,59
	C2	29,46					0,12651	673,89
	C3	29,46					0,02884	554,94
	C4	29,46					0,12576	673,12
0	C0	25,92	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02547	386,69
	C1	25,92					0,17039	492,83
	C2	25,92					0,14264	478,05
	C3	25,92					0,02547	386,69

	C4	25,92					0,13035	470,67
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00830	276,42
	C1	19,24					0,14533	386,66
	C2	19,24					0,12440	373,97
	C3	19,24					0,00830	276,42
	C4	19,24					0,09109	350,69
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01151	230,48
	C1	15,70					0,12232	323,37
	C2	15,70					0,10941	314,71
	C3	15,70					0,01151	230,48
	C4	15,70					0,04958	267,12
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02180	209,43
	C1	13,44					0,09693	274,35
	C2	13,44					0,09072	269,71
	C3	13,44					0,02180	209,43
	C4	13,44					0,02120	208,84
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02383	164,27
	C1	10,05					0,07078	206,77
	C2	10,05					0,06850	204,89
	C3	10,05					0,02383	164,27
	C4	10,05					0,00404	144,11
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01712	133,10
	C1	8,29					0,04323	158,26
	C2	8,29					0,04237	157,47
	C3	8,29					0,01712	133,10
	C4	8,29					0,00136	116,79
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00152	80,23
	C1	5,65					0,01061	89,73
	C2	5,65					0,01012	89,23
	C3	5,65					0,00152	80,23
	C4	5,65					0,00878	87,85

ANEXO 6.12 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P12

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	29,46	0,6	0,6	0,55	0,05	0,12855	675,95
	C1	29,46					0,26373	774,99
	C2	29,46					0,24455	765,50
	C3	29,46					0,12855	675,95
	C4	29,46					0,05617	592,16
Cave	C0	29,46	0,6	0,6	0,55	0,05	0,07202	612,34
	C1	29,46					0,20884	743,80

	C2	29,46					0,18944	729,83
	C3	29,46					0,07202	612,34
	C4	29,46					0,00124	514,25
0	C0	25,92	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06082	419,19
	C1	25,92					0,21865	512,26
	C2	25,92					0,19636	504,27
	C3	25,92					0,06082	419,19
	C4	25,92					0,02374	384,99
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,04398	311,30
	C1	19,24					0,17787	403,42
	C2	19,24					0,15946	394,38
	C3	19,24					0,04398	311,30
	C4	19,24					0,02806	296,28
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03665	255,23
	C1	15,70					0,14240	335,72
	C2	15,70					0,12885	327,54
	C3	15,70					0,03665	255,23
	C4	15,70					0,02087	239,96
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02904	216,52
	C1	13,44					0,10800	282,28
	C2	13,44					0,09901	275,87
	C3	13,44					0,02904	216,52
	C4	13,44					0,01462	202,22
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01761	158,08
	C1	10,05					0,07340	208,92
	C2	10,05					0,06787	204,36
	C3	10,05					0,01761	158,08
	C4	10,05					0,01375	154,17
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00098	116,38
	C1	8,29					0,03741	152,85
	C2	8,29					0,03391	149,55
	C3	8,29					0,00098	116,38
	C4	8,29					0,02275	138,72
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03071	109,76
	C1	5,65					0,00491	83,80
	C2	5,65					0,00731	86,32
	C3	5,65					0,03071	109,76
	C4	5,65					0,04531	123,44

ANEXO 6.13 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P13

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	29,46	0,65	0,65	0,6	0,05	0,45787	923,84
	C1	29,46					0,49409	912,63
	C2	29,46					0,48898	914,57
	C3	29,46					0,45787	923,84
	C4	29,46					0,43846	927,45
Cave	C0	29,46	0,65	0,65	0,6	0,05	0,40500	929,75
	C1	29,46					0,43997	927,23
	C2	29,46					0,43504	927,91
	C3	29,46					0,40500	929,75
	C4	29,46					0,38626	928,86
0	C0	25,92	0,5	0,5	0,45	0,05	0,42998	503,74
	C1	25,92					0,47280	483,44
	C2	25,92					0,46677	486,67
	C3	25,92					0,42998	503,74
	C4	25,92					0,40702	512,04
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,35639	431,07
	C1	19,24					0,39418	422,97
	C2	19,24					0,38889	424,39
	C3	19,24					0,35639	431,07
	C4	19,24					0,33611	433,40
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,28728	384,02
	C1	15,70					0,31894	385,03
	C2	15,70					0,31454	385,09
	C3	15,70					0,28728	384,02
	C4	15,70					0,27027	382,06
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,22097	339,36
	C1	13,44					0,24584	346,07
	C2	13,44					0,24243	345,28
	C3	13,44					0,22097	339,36
	C4	13,44					0,20757	334,87
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,15637	264,89
	C1	10,05					0,17560	274,51
	C2	10,05					0,17200	272,80
	C3	10,05					0,15637	264,89
	C4	10,05					0,14662	259,53
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09257	199,46
	C1	8,29					0,10410	207,88
	C2	8,29					0,10260	206,81
	C3	8,29					0,09257	199,46
	C4	8,29					0,08631	194,69

6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02793	107,07
	C1	5,65					0,03277	111,73
	C2	5,65					0,03219	111,17
	C3	5,65					0,02793	107,07
	C4	5,65					0,02527	104,47

ANEXO 6.14 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P14

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00215	343,85
	C1	24,55					0,00215	343,85
	C2	24,55					0,00215	343,85
	C3	24,55					0,00215	343,85
	C4	24,55					0,00215	343,85
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00251	344,23
	C1	24,55					0,00251	344,23
	C2	24,55					0,00251	344,23
	C3	24,55					0,00251	344,23
	C4	24,55					0,00251	344,23
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,43556	433,14
	C1	21,01					0,45548	424,09
	C2	21,01					0,45277	425,40
	C3	21,01					0,43556	433,14
	C4	21,01					0,42482	437,45
1	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,36757	379,93
	C1	15,70					0,38482	376,18
	C2	15,70					0,38253	376,73
	C3	15,70					0,36757	379,93
	C4	15,70					0,35829	381,52
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,30033	384,85
	C1	15,70					0,31477	385,09
	C2	15,70					0,31293	385,10
	C3	15,70					0,30033	384,85
	C4	15,70					0,29247	384,42
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,23364	343,04
	C1	13,44					0,24505	345,89
	C2	13,44					0,24366	345,57
	C3	13,44					0,23364	343,04
	C4	13,44					0,22738	341,29
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,16732	270,52
	C1	10,05					0,17564	274,53
	C2	10,05					0,17470	274,08
	C3	10,05					0,16732	270,52

	C4	10,05					0,16271	268,20
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,10071	205,46
	C1	8,29					0,10631	209,45
	C2	8,29					0,10576	209,06
	C3	8,29					0,10071	205,46
	C4	8,29					0,09757	203,17
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03255	111,52
	C1	5,65					0,03510	113,94
	C2	5,65					0,03488	113,74
	C3	5,65					0,03255	111,52
	C4	5,65					0,03110	110,13

ANEXO 6.15 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P15

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd, x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	19,64	1,1	0,8	1,05	0,05	0,00474	700,86
	C1	19,64					0,00474	700,86
	C2	19,64					0,00474	700,86
	C3	19,64					0,00474	700,86
	C4	19,64					0,00474	700,86
Cave	C0	19,64	1,1	0,8	1,05	0,05	0,00551	703,74
	C1	19,64					0,00551	703,74
	C2	19,64					0,00551	703,74
	C3	19,64					0,00551	703,74
	C4	19,64					0,00551	703,74
0	C0	21,01	0,4	0,4	0,35	0,05	0,39032	277,69
	C1	21,01					0,40908	270,02
	C2	21,01					0,40645	271,15
	C3	21,01					0,39032	277,69
	C4	21,01					0,38025	281,41
1	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,32628	241,22
	C1	15,70					0,34204	237,59
	C2	15,70					0,33986	238,13
	C3	15,70					0,32628	241,22
	C4	15,70					0,31780	242,88
2	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,26493	248,86
	C1	15,70					0,27784	248,10
	C2	15,70					0,27608	248,23
	C3	15,70					0,26493	248,86
	C4	15,70					0,25797	249,07
3	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,20581	222,91
	C1	13,44					0,21568	223,97

	C2	13,44					0,21437	223,84
	C3	13,44					0,20581	222,91
	C4	13,44					0,20046	222,23
4	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,14842	176,12
	C1	10,05					0,15526	177,95
	C2	10,05					0,15440	177,72
	C3	10,05					0,14842	176,12
	C4	10,05					0,14469	175,06
5	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,09159	137,58
	C1	8,29					0,09538	139,20
	C2	8,29					0,09496	139,02
	C3	8,29					0,09159	137,58
	C4	8,29					0,08948	136,66
6	C0	4,02	0,4	0,2	0,35	0,05	0,04315	55,41
	C1	4,02					0,04526	56,00
	C2	4,02					0,04506	55,94
	C3	4,02					0,04315	55,41
	C4	4,02					0,04196	55,07

ANEXO 6.16 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P16

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
0	C0	15,7	0,4	0,4	0,35	0,05	0,24969	249,16
	C1	15,7					0,25707	249,09
	C2	15,7					0,25626	249,11
	C3	15,7					0,24969	249,16
	C4	15,7					0,24559	249,13
1	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,20294	222,55
	C1	13,44					0,21067	223,47
	C2	13,44					0,20978	223,37
	C3	13,44					0,20294	222,55
	C4	13,44					0,19867	221,98
2	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15761	178,55
	C1	10,05					0,16472	180,27
	C2	10,05					0,16392	180,09
	C3	10,05					0,15761	178,55
	C4	10,05					0,15368	177,54
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,11276	146,12
	C1	8,29					0,11864	148,28
	C2	8,29					0,11800	148,05
	C3	8,29					0,11276	146,12
	C4	8,29					0,10949	144,88
4	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,06769	126,46

	C1	8,29					0,07205	128,60
	C2	8,29					0,07159	128,38
	C3	8,29					0,06769	126,46
	C4	8,29					0,06526	125,24
5	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,02296	50,33
	C1	3,39					0,02559	51,95
	C2	3,39					0,02532	51,79
	C3	3,39					0,02296	50,33
	C4	3,39					0,02148	49,41
6	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,01935	48,07
	C1	3,39					0,02196	49,71
	C2	3,39					0,02170	49,55
	C3	3,39					0,01935	48,07
	C4	3,39					0,01789	47,15

ANEXO 6.17 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P17

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	12,56	0,4	0,35	0,35	0,05	0,00172	132,09
	C1	12,56					0,00172	132,09
	C2	12,56					0,00172	132,09
	C3	12,56					0,00172	132,09
	C4	12,56					0,00172	132,09
Cave	C0	12,56	0,4	0,35	0,35	0,05	0,00200	132,25
	C1	12,56					0,00200	132,25
	C2	12,56					0,00200	132,25
	C3	12,56					0,00200	132,25
	C4	12,56					0,00200	132,25
0	C0	10,30	0,4	0,35	0,35	0,05	0,15802	172,04
	C1	10,30					0,20756	179,99
	C2	10,30					0,20062	179,23
	C3	10,30					0,15802	172,04
	C4	10,30					0,13145	165,35
1	C0	8,04	0,4	0,35	0,35	0,05	0,13542	142,88
	C1	8,04					0,17695	152,19
	C2	8,04					0,17127	151,16
	C3	8,04					0,13542	142,88
	C4	8,04					0,11305	136,16
2	C0	8,04	0,4	0,35	0,35	0,05	0,11222	135,88
	C1	8,04					0,14552	145,52
	C2	8,04					0,14113	144,40
	C3	8,04					0,11222	135,88

	C4	8,04					0,09418	129,56
3	C0	6,28	0,4	0,35	0,35	0,05	0,08888	109,19
	C1	6,28					0,11373	118,01
	C2	6,28					0,11061	116,99
	C3	6,28					0,08888	109,19
	C4	6,28					0,07533	103,75
4	C0	4,52	0,4	0,35	0,35	0,05	0,06501	80,95
	C1	4,52					0,08156	87,94
	C2	4,52					0,07960	87,14
	C3	4,52					0,06501	80,95
	C4	4,52					0,05590	76,82
5	C0	4,52	0,4	0,35	0,35	0,05	0,03949	68,89
	C1	4,52					0,04849	73,32
	C2	4,52					0,04749	72,84
	C3	4,52					0,03949	68,89
	C4	4,52					0,03450	66,35
6	C0	3,39	0,4	0,25	0,35	0,05	0,02249	44,54
	C1	3,39					0,02634	46,02
	C2	3,39					0,02597	45,88
	C3	3,39					0,02249	44,54
	C4	3,39					0,02031	43,69

ANEXO 6.18 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P18

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,30594	484,98
	C1	15,70					0,31967	484,96
	C2	15,70					0,31778	485,03
	C3	15,70					0,30594	484,98
	C4	15,70					0,29855	484,57
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,27677	481,62
	C1	15,70					0,29022	483,75
	C2	15,70					0,28839	483,51
	C3	15,70					0,27677	481,62
	C4	15,70					0,26953	480,06
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,22893	434,59
	C1	13,44					0,24075	439,60
	C2	13,44					0,23918	438,98
	C3	13,44					0,22893	434,59
	C4	13,44					0,22254	431,56
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19222	366,99
	C1	10,05					0,20329	373,92
	C2	10,05					0,20184	373,06

	C3	10,05					0,19222	366,99
	C4	10,05					0,18621	362,94
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,15593	339,55
	C1	10,05					0,16593	347,83
	C2	10,05					0,16465	346,80
	C3	10,05					0,15593	339,55
	C4	10,05					0,15049	334,82
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,12011	280,94
	C1	8,29					0,12888	289,93
	C2	8,29					0,12777	288,82
	C3	8,29					0,12011	280,94
	C4	8,29					0,11534	275,86
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,08462	203,48
	C1	5,65					0,09204	212,55
	C2	5,65					0,09112	211,45
	C3	5,65					0,08462	203,48
	C4	5,65					0,08057	198,39
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,04936	156,20
	C1	5,65					0,05546	164,86
	C2	5,65					0,05471	163,81
	C3	5,65					0,04936	156,20
	C4	5,65					0,04602	151,37
6	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,00931	94,27
	C1	5,65					0,01440	102,62
	C2	5,65					0,01377	101,59
	C3	5,65					0,00931	94,27
	C4	5,65					0,00654	89,65

ANEXO 6.19 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P19

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,30046	484,71
	C1	15,70					0,30719	485,02
	C2	15,70					0,30639	485,00
	C3	15,70					0,30046	484,71
	C4	15,70					0,29676	484,42
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,26836	479,78
	C1	15,70					0,27459	481,18
	C2	15,70					0,27389	481,03
	C3	15,70					0,26836	479,78
	C4	15,70					0,26491	478,92
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,22037	430,48

	C1	13,44					0,22708	433,73
	C2	13,44					0,22626	433,35
	C3	13,44					0,22037	430,48
	C4	13,44					0,21669	428,59
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,18440	361,68
	C1	10,05					0,19152	366,53
	C2	10,05					0,19060	365,92
	C3	10,05					0,18440	361,68
	C4	10,05					0,18053	358,93
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,14899	333,49
	C1	10,05					0,15597	339,58
	C2	10,05					0,15505	338,80
	C3	10,05					0,14899	333,49
	C4	10,05					0,14521	330,08
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,11405	274,47
	C1	8,29					0,12055	281,39
	C2	8,29					0,11969	280,49
	C3	8,29					0,11405	274,47
	C4	8,29					0,11054	270,62
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,07941	196,92
	C1	5,65					0,08515	204,13
	C2	5,65					0,08439	203,19
	C3	5,65					0,07941	196,92
	C4	5,65					0,07630	192,93
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,04499	149,86
	C1	5,65					0,04978	156,79
	C2	5,65					0,04915	155,89
	C3	5,65					0,04499	149,86
	C4	5,65					0,04239	146,05
6	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,01154	97,94
	C1	5,65					0,01478	103,23
	C2	5,65					0,01436	102,55
	C3	5,65					0,01154	97,94
	C4	5,65					0,00978	95,05

ANEXO 6.20 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P20

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,x} (kN.m)
Sub-Cave	C0	12,56	0,4	0,35	0,35	0,05	0,00172	132,09
	C1	12,56					0,00172	132,09
	C2	12,56					0,00172	132,09
	C3	12,56					0,00172	132,09
	C4	12,56					0,00172	132,09

Cave	C0	12,56	0,4	0,35	0,35	0,05	0,00200	132,25
	C1	12,56					0,00200	132,25
	C2	12,56					0,00200	132,25
	C3	12,56					0,00200	132,25
	C4	12,56					0,00200	132,25
0	C0	10,30	0,4	0,35	0,35	0,05	0,13261	165,68
	C1	10,30					0,19300	178,26
	C2	10,30					0,18454	177,03
	C3	10,30					0,13261	165,68
	C4	10,30					0,10021	155,34
1	C0	8,04	0,4	0,35	0,35	0,05	0,11248	135,97
	C1	8,04					0,16260	149,44
	C2	8,04					0,15577	147,95
	C3	8,04					0,11248	135,97
	C4	8,04					0,08548	126,23
2	C0	8,04	0,4	0,35	0,35	0,05	0,09266	128,99
	C1	8,04					0,13265	142,11
	C2	8,04					0,12742	140,61
	C3	8,04					0,09266	128,99
	C4	8,04					0,07097	120,27
3	C0	6,28	0,4	0,35	0,35	0,05	0,07369	103,06
	C1	6,28					0,10343	114,53
	C2	6,28					0,09976	113,23
	C3	6,28					0,07369	103,06
	C4	6,28					0,05742	95,89
4	C0	4,52	0,4	0,35	0,35	0,05	0,05477	76,30
	C1	4,52					0,07464	85,09
	C2	4,52					0,07236	84,13
	C3	4,52					0,05477	76,30
	C4	4,52					0,04380	71,04
5	C0	4,52	0,4	0,35	0,35	0,05	0,03433	66,26
	C1	4,52					0,04536	71,80
	C2	4,52					0,04426	71,26
	C3	4,52					0,03433	66,26
	C4	4,52					0,02814	63,03
6	C0	3,39	0,4	0,25	0,35	0,05	0,01871	43,06
	C1	3,39					0,02394	45,10
	C2	3,39					0,02354	44,95
	C3	3,39					0,01871	43,06
	C4	3,39					0,01570	41,86

ANEXO 6.21 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P21

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15426	108,19
	C1	3,39					0,15500	108,39
	C2	3,39					0,15490	108,36
	C3	3,39					0,15426	108,19
	C4	3,39					0,15385	108,09
Cave	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,12072	97,89
	C1	3,39					0,12141	98,13
	C2	3,39					0,12131	98,10
	C3	3,39					0,12072	97,89
	C4	3,39					0,12035	97,76

ANEXO 6.22 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P22

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	19,64	1,1	0,8	1,05	0,05	0,06235	906,61
	C1	19,64					0,23281	1409,26
	C2	19,64					0,20896	1348,47
	C3	19,64					0,06235	906,61
	C4	19,64					0,02912	790,15
Cave	C0	19,64	1,1	0,8	1,05	0,05	0,05110	867,87
	C1	19,64					0,15220	1191,34
	C2	19,64					0,12379	1106,08
	C3	19,64					0,05110	867,87
	C4	19,64					0,16022	1214,60

ANEXO 6.23 – Momento resistente em torno do eixo x – pilar P23

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,x}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	1,58	0,4	0,25	0,35	0,05	0,06040	39,15
	C1	1,58					0,06444	40,44
	C2	1,58					0,06388	40,26
	C3	1,58					0,06040	39,15
	C4	1,58					0,05823	38,44

ANEXO 7 – MOMENTO RESISTENTE EM TORNO DO EIXO Y

ANEXO 7.1 – Momento resistente em torno do eixo y - pilar P1

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	141,42
	C1	13,44					0,00172	141,42
	C2	13,44					0,00172	141,42
	C3	13,44					0,00172	141,42
	C4	13,44					0,00172	141,42
Cave	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	106,23
	C1	10,05					0,00200	106,23
	C2	10,05					0,00200	106,23
	C3	10,05					0,00200	106,23
	C4	10,05					0,00200	106,23
0	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,27534	189,33
	C1	10,05					0,31099	185,12
	C2	10,05					0,30599	185,92
	C3	10,05					0,27534	189,33
	C4	10,05					0,25621	190,15
1	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,23451	189,88
	C1	10,05					0,26375	189,94
	C2	10,05					0,25974	190,07
	C3	10,05					0,23451	189,88
	C4	10,05					0,21877	188,87
2	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19272	167,36
	C1	8,29					0,21571	170,23
	C2	8,29					0,21266	169,93
	C3	8,29					0,19272	167,36
	C4	8,29					0,18029	165,20
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15005	158,20
	C1	8,29					0,16697	162,43
	C2	8,29					0,16484	161,94
	C3	8,29					0,15005	158,20
	C4	8,29					0,14083	155,56
4	C0	5,65	0,4	0,4	0,35	0,05	0,10655	116,19
	C1	5,65					0,11772	120,40
	C2	5,65					0,11642	119,93
	C3	5,65					0,10655	116,19
	C4	5,65					0,10039	113,73
5	C0	4,97	0,4	0,4	0,35	0,05	0,06204	88,96
	C1	4,97					0,06787	91,91

	C2	4,97					0,06727	91,61
	C3	4,97					0,06204	88,96
	C4	4,97					0,05878	87,27
6	C0	3,39	0,2	0,4	0,15	0,05	0,01913	17,82
	C1	3,39					0,02080	18,30
	C2	3,39					0,02067	18,26
	C3	3,39					0,01913	17,82
	C4	3,39					0,01816	17,54

ANEXO 7.2 – Momento resistente em torno do eixo y - pilar P2

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54911	412,69
	C1	24,55					0,56887	396,06
	C2	24,55					0,56618	398,40
	C3	24,55					0,54911	412,69
	C4	24,55					0,53846	421,09
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,54919	412,62
	C1	24,55					0,57002	395,05
	C2	24,55					0,56719	397,52
	C3	24,55					0,54919	412,62
	C4	24,55					0,53796	421,48
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48134	410,33
	C1	21,01					0,50149	398,02
	C2	21,01					0,49877	399,76
	C3	21,01					0,48134	410,33
	C4	21,01					0,47047	416,39
1	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40341	371,00
	C1	15,70					0,42052	365,19
	C2	15,70					0,41830	366,00
	C3	15,70					0,40341	371,00
	C4	15,70					0,39412	373,73
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32574	384,80
	C1	15,70					0,33975	383,83
	C2	15,70					0,33802	383,99
	C3	15,70					0,32574	384,80
	C4	15,70					0,31807	385,05
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,24866	346,70
	C1	13,44					0,25944	348,85
	C2	13,44					0,25819	348,62
	C3	13,44					0,24866	346,70
	C4	13,44					0,24272	345,35
4	C0	10,50	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17179	278,96

	C1	10,50					0,17931	282,48
	C2	10,50					0,17849	282,10
	C3	10,50					0,17179	278,96
	C4	10,50					0,16761	276,93
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09520	201,42
	C1	8,29					0,09955	204,61
	C2	8,29					0,09910	204,28
	C3	8,29					0,09520	201,42
	C4	8,29					0,09278	199,61
6	C0	4,02	0,2	0,25	0,15	0,05	0,05186	22,75
	C1	4,02					0,05581	23,23
	C2	4,02					0,05545	23,19
	C3	4,02					0,05186	22,75
	C4	4,02					0,04963	22,47

ANEXO 7.3 – Momento resistente em torno do eixo y - pilar P3

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,45036	804,72
	C1	15,70					0,48281	808,42
	C2	15,70					0,04799	460,23
	C3	15,70					0,45036	804,72
	C4	15,70					0,43293	801,25
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,44610	803,97
	C1	15,70					0,48103	808,31
	C2	15,70					0,47618	807,96
	C3	15,70					0,44610	803,97
	C4	15,70					0,42733	799,91
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,37495	727,21
	C1	13,44					0,40718	739,20
	C2	13,44					0,40275	737,76
	C3	13,44					0,37495	727,21
	C4	13,44					0,35760	719,30
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,31462	612,71
	C1	10,05					0,34299	629,29
	C2	10,05					0,33916	627,21
	C3	10,05					0,31462	612,71
	C4	10,05					0,29931	602,62
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,25414	568,20
	C1	10,05					0,27768	587,01
	C2	10,05					0,27460	584,65
	C3	10,05					0,25414	568,20

	C4	10,05					0,24138	557,21
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19383	468,52
	C1	8,29					0,21208	487,03
	C2	8,29					0,20976	484,74
	C3	8,29					0,19383	468,52
	C4	8,29					0,18389	457,97
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,13347	334,95
	C1	5,65					0,14625	350,66
	C2	5,65					0,14467	348,75
	C3	5,65					0,13347	334,95
	C4	5,65					0,12648	326,13
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,07254	252,39
	C1	5,65					0,07981	262,90
	C2	5,65					0,07893	261,64
	C3	5,65					0,07254	252,39
	C4	5,65					0,06856	246,55
6	C0	2,26	0,2	0,25	0,15	0,05	0,03849	14,81
	C1	2,26					0,04027	15,07
	C2	2,26					0,04014	15,05
	C3	2,26					0,03849	14,81
	C4	2,26					0,03746	14,65

ANEXO 7.4 – Momento resistente em torno do eixo y - pilar P4

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31608	385,08
	C1	15,70					0,34863	382,87
	C2	15,70					0,34409	383,40
	C3	15,70					0,31467	385,09
	C4	15,70					0,29860	384,77
Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,34820	382,93
	C1	15,70					0,38245	376,75
	C2	15,70					0,37772	377,84
	C3	15,70					0,34820	382,93
	C4	15,70					0,32978	384,59
0	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31965	353,57
	C1	13,44					0,35011	351,24
	C2	13,44					0,34596	351,75
	C3	13,44					0,31965	353,57
	C4	13,44					0,30324	353,51
1	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,26723	303,00
	C1	10,05					0,29427	305,93

	C2	10,05					0,29066	305,68
	C3	10,05					0,26723	303,00
	C4	10,05					0,25262	300,37
2	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,21598	290,59
	C1	10,05					0,23897	297,27
	C2	10,05					0,23597	296,50
	C3	10,05					0,21598	290,59
	C4	10,05					0,20350	286,22
3	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,16593	245,34
	C1	8,29					0,18425	253,93
	C2	8,29					0,18192	252,90
	C3	8,29					0,16593	245,34
	C4	8,29					0,15596	240,18
4	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,11665	179,81
	C1	5,65					0,12992	188,39
	C2	5,65					0,12827	187,35
	C3	5,65					0,11665	179,81
	C4	5,65					0,10941	174,88
5	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06764	142,95
	C1	5,65					0,07574	149,61
	C2	5,65					0,07475	148,80
	C3	5,65					0,06764	142,95
	C4	5,65					0,06320	139,21
6	C0	4,02	0,2	0,25	0,15	0,05	0,03332	20,14
	C1	4,02					0,04099	21,29
	C2	4,02					0,04003	21,15
	C3	4,02					0,03332	20,14
	C4	4,02					0,02913	19,47

ANEXO 7.5 – Momento resistente em torno do eixo x - pilar P5

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,31763	385,06
	C1	15,70					0,34498	383,30
	C2	15,70					0,34121	383,69
	C3	15,70					0,31763	385,06
	C4	15,70					0,30292	384,94
Cave	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,34980	382,73
	C1	15,70					0,37918	377,51
	C2	15,70					0,37517	378,40
	C3	15,70					0,34980	382,73
	C4	15,70					0,33397	384,31

0	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,33012	353,13
	C1	13,44					0,35613	350,41
	C2	13,44					0,35265	350,91
	C3	13,44					0,33012	353,13
	C4	13,44					0,31606	353,64
1	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,27572	304,18
	C1	10,05					0,29897	306,18
	C2	10,05					0,29593	306,02
	C3	10,05					0,27572	304,18
	C4	10,05					0,26311	302,33
2	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,22238	292,63
	C1	10,05					0,24239	298,10
	C2	10,05					0,23982	297,48
	C3	10,05					0,22238	292,63
	C4	10,05					0,21149	289,08
3	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17000	247,35
	C1	8,29					0,18620	254,78
	C2	8,29					0,18417	253,90
	C3	8,29					0,17000	247,35
	C4	8,29					0,16116	242,92
4	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,11845	181,01
	C1	5,65					0,13040	188,68
	C2	5,65					0,12893	187,76
	C3	5,65					0,11845	181,01
	C4	5,65					0,11192	176,61
5	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06740	142,75
	C1	5,65					0,07483	148,87
	C2	5,65					0,07392	148,13
	C3	5,65					0,06740	142,75
	C4	5,65					0,06334	139,32
6	C0	4,02	0,2	0,25	0,15	0,05	0,03611	20,57
	C1	4,02					0,04275	21,54
	C2	4,02					0,04192	21,43
	C3	4,02					0,03611	20,57
	C4	4,02					0,03249	20,01

ANEXO 7.6 – Momento resistente em torno do eixo y - pilar P6

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,43087	800,77
	C1	15,70					0,46172	806,43
	C2	15,70					0,45745	805,84
	C3	15,70					0,43087	800,77

	C4	15,70					0,41429	796,39
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,42672	799,76
	C1	15,70					0,46043	806,25
	C2	15,70					0,45576	805,59
	C3	15,70					0,42672	799,76
	C4	15,70					0,40860	794,67
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,36483	722,72
	C1	13,44					0,39633	735,56
	C2	13,44					0,39200	733,99
	C3	13,44					0,36483	722,72
	C4	13,44					0,34788	714,41
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,30600	607,13
	C1	10,05					0,33385	624,25
	C2	10,05					0,33009	622,09
	C3	10,05					0,30600	607,13
	C4	10,05					0,29097	596,79
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,24784	562,84
	C1	10,05					0,27117	582,00
	C2	10,05					0,26809	579,58
	C3	10,05					0,24784	562,84
	C4	10,05					0,23520	551,69
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19005	464,55
	C1	8,29					0,20834	483,33
	C2	8,29					0,20599	480,99
	C3	8,29					0,19005	464,55
	C4	8,29					0,18011	453,86
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,13234	333,53
	C1	5,65					0,14535	349,57
	C2	5,65					0,14373	347,61
	C3	5,65					0,13234	333,53
	C4	5,65					0,12523	324,53
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,07418	254,77
	C1	5,65					0,08176	265,69
	C2	5,65					0,08085	264,39
	C3	5,65					0,07418	254,77
	C4	5,65					0,07001	248,68
6	C0	2,26	0,2	0,25	0,15	0,05	0,03932	14,93
	C1	2,26					0,04127	15,21
	C2	2,26					0,04113	15,19
	C3	2,26					0,03932	14,93
	C4	2,26					0,03819	14,76

ANEXO 7.7 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P7

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,57570	390,00
	C1	24,55					0,59110	375,76
	C2	24,55					0,58908	377,67
	C3	24,55					0,57570	390,00
	C4	24,55					0,56735	397,38
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,56513	399,31
	C1	24,55					0,58113	385,07
	C2	24,55					0,57904	386,98
	C3	24,55					0,56513	399,31
	C4	24,55					0,55644	406,67
0	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48037	386,26
	C1	19,24					0,49580	377,01
	C2	19,24					0,49380	378,26
	C3	19,24					0,48037	386,26
	C4	19,24					0,47199	390,94
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,40466	419,86
	C1	19,24					0,41812	415,31
	C2	19,24					0,41644	415,91
	C3	19,24					0,40466	419,86
	C4	19,24					0,39731	422,08
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,32924	384,62
	C1	15,70					0,34054	383,76
	C2	15,70					0,33920	383,88
	C3	15,70					0,32924	384,62
	C4	15,70					0,32303	384,91
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,25421	347,86
	C1	13,44					0,26315	349,50
	C2	13,44					0,26215	349,33
	C3	13,44					0,25421	347,86
	C4	13,44					0,24925	346,83
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,17945	276,28
	C1	10,05					0,18591	279,14
	C2	10,05					0,18523	278,85
	C3	10,05					0,17945	276,28
	C4	10,05					0,17584	274,62
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,10506	208,57
	C1	8,29					0,10903	211,35
	C2	8,29					0,10864	211,08
	C3	8,29					0,10506	208,57
	C4	8,29					0,10283	206,98
6	C0	4,02	0,2	0,25	0,15	0,05	0,05729	23,40

	C1	4,02					0,06144	23,87
	C2	4,02					0,06109	23,83
	C3	4,02					0,05729	23,40
	C4	4,02					0,05491	23,12

ANEXO 7.8 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P8

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	141,42
	C1	13,44					0,00172	141,42
	C2	13,44					0,00172	141,42
	C3	13,44					0,00172	141,42
	C4	13,44					0,00172	141,42
Cave	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	106,23
	C1	10,05					0,00200	106,23
	C2	10,05					0,00200	106,23
	C3	10,05					0,00200	106,23
	C4	10,05					0,00200	106,23
0	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,36755	171,34
	C1	10,05					0,38755	164,37
	C2	10,05					0,38476	165,41
	C3	10,05					0,36755	171,34
	C4	10,05					0,35681	174,63
1	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,30990	185,30
	C1	10,05					0,32654	182,20
	C2	10,05					0,32427	182,67
	C3	10,05					0,30990	185,30
	C4	10,05					0,30093	186,66
2	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,25163	171,83
	C1	8,29					0,26503	171,53
	C2	8,29					0,26325	171,60
	C3	8,29					0,25163	171,83
	C4	8,29					0,24438	171,79
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19335	167,46
	C1	8,29					0,20343	168,88
	C2	8,29					0,20214	168,71
	C3	8,29					0,19335	167,46
	C4	8,29					0,18786	166,56
4	C0	5,65	0,4	0,4	0,35	0,05	0,13482	126,18
	C1	5,65					0,14168	128,27
	C2	5,65					0,14086	128,03
	C3	5,65					0,13482	126,18

	C4	5,65					0,13105	124,97
5	C0	4,97	0,4	0,4	0,35	0,05	0,07562	95,67
	C1	4,97					0,07942	97,47
	C2	4,97					0,07902	97,28
	C3	4,97					0,07562	95,67
	C4	4,97					0,07349	94,66
6	C0	3,39	0,2	0,4	0,15	0,05	0,02206	18,66
	C1	3,39					0,02293	18,90
	C2	3,39					0,02289	18,89
	C3	3,39					0,02206	18,66
	C4	3,39					0,02155	18,51

ANEXO 7.9 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P9

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00172	257,35
	C1	24,55					0,00172	257,35
	C2	24,55					0,00172	257,35
	C3	24,55					0,00172	257,35
	C4	24,55					0,00172	257,35
Cave	C0	24,55	0,4	0,4	0,35	0,05	0,00200	257,54
	C1	24,55					0,00200	257,54
	C2	24,55					0,00200	257,54
	C3	24,55					0,00200	257,54
	C4	24,55					0,00200	257,54
0	C0	21,01	0,4	0,4	0,35	0,05	0,36755	285,70
	C1	21,01					0,38755	278,74
	C2	21,01					0,38476	279,77
	C3	21,01					0,36755	285,70
	C4	21,01					0,35681	288,99
1	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,30990	244,26
	C1	15,70					0,32654	241,16
	C2	15,70					0,32427	241,63
	C3	15,70					0,30990	244,26
	C4	15,70					0,30093	245,62
2	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,25163	249,16
	C1	15,70					0,26503	248,85
	C2	15,70					0,26325	248,92
	C3	15,70					0,25163	249,16
	C4	15,70					0,24438	249,12
3	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,19335	221,19
	C1	13,44					0,20343	222,62
	C2	13,44					0,20214	222,45

	C3	13,44					0,19335	221,19
	C4	13,44					0,18786	220,30
4	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,13482	172,09
	C1	10,05					0,14168	174,18
	C2	10,05					0,14086	173,94
	C3	10,05					0,13482	172,09
	C4	10,05					0,13105	170,88
5	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,07562	130,32
	C1	8,29					0,07942	132,11
	C2	8,29					0,07902	131,92
	C3	8,29					0,07562	130,32
	C4	8,29					0,07349	129,30
6	C0	6,03	0,2	0,4	0,15	0,05	0,02206	27,84
	C1	6,03					0,02293	28,08
	C2	6,03					0,02289	28,07
	C3	6,03					0,02206	27,84
	C4	6,03					0,02155	27,70

ANEXO 7.10 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P10

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,63665	328,90
	C1	24,55					0,64689	317,40
	C2	24,55					0,64551	318,97
	C3	24,55					0,63665	328,90
	C4	24,55					0,63113	334,97
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,57117	394,04
	C1	24,55					0,58034	385,80
	C2	24,55					0,57912	386,91
	C3	24,55					0,56976	395,28
	C4	24,55					0,56621	398,38
0	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,48707	382,34
	C1	19,24					0,49401	378,13
	C2	19,24					0,49312	378,67
	C3	19,24					0,48707	382,34
	C4	19,24					0,48329	384,57
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,41212	417,42
	C1	19,24					0,41856	415,15
	C2	19,24					0,41773	415,46
	C3	19,24					0,41212	417,42
	C4	19,24					0,40862	418,59
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,33863	383,94

	C1	15,70					0,34428	383,38
	C2	15,70					0,34355	383,46
	C3	15,70					0,33863	383,94
	C4	15,70					0,33555	384,19
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,26619	350,00
	C1	13,44					0,27089	350,70
	C2	13,44					0,27028	350,62
	C3	13,44					0,26619	350,00
	C4	13,44					0,26364	349,58
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,19468	282,80
	C1	10,05					0,19825	284,22
	C2	10,05					0,19780	284,04
	C3	10,05					0,19468	282,80
	C4	10,05					0,19274	282,01
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,12454	221,71
	C1	8,29					0,12687	223,20
	C2	8,29					0,12659	223,02
	C3	8,29					0,12454	221,71
	C4	8,29					0,12326	220,89
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03696	115,70
	C1	5,65					0,03843	117,08
	C2	5,65					0,03827	116,93
	C3	5,65					0,03696	115,70
	C4	5,65					0,03614	114,93

ANEXO 7.11 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P11

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,6	0,6	0,55	0,05	0,02280	460,91
	C1	24,55					0,19920	651,66
	C2	24,55					0,17431	632,47
	C3	24,55					0,02280	460,91
	C4	24,55					0,07172	526,59
Cave	C0	24,55	0,6	0,6	0,55	0,05	0,02884	469,55
	C1	24,55					0,15209	613,20
	C2	24,55					0,12651	588,49
	C3	24,55					0,02884	469,55
	C4	24,55					0,12576	587,73
0	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02547	293,75
	C1	19,24					0,17039	399,89
	C2	19,24					0,14264	385,11
	C3	19,24					0,02547	293,75
	C4	19,24					0,13035	377,73

1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00830	276,42
	C1	19,24					0,14533	386,66
	C2	19,24					0,12440	373,97
	C3	19,24					0,00830	276,42
	C4	19,24					0,09109	350,69
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01151	230,48
	C1	15,70					0,12232	323,37
	C2	15,70					0,10941	314,71
	C3	15,70					0,01151	230,48
	C4	15,70					0,04958	267,12
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02180	209,43
	C1	13,44					0,09693	274,35
	C2	13,44					0,09072	269,71
	C3	13,44					0,02180	209,43
	C4	13,44					0,02120	208,84
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02383	164,27
	C1	10,05					0,07078	206,77
	C2	10,05					0,06850	204,89
	C3	10,05					0,02383	164,27
	C4	10,05					0,00404	144,11
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01712	133,10
	C1	8,29					0,04323	158,26
	C2	8,29					0,04237	157,47
	C3	8,29					0,01712	133,10
	C4	8,29					0,00136	116,79
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00152	80,23
	C1	5,65					0,01061	89,73
	C2	5,65					0,01012	89,23
	C3	5,65					0,00152	80,23
	C4	5,65					0,00878	87,85

ANEXO 7.12 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P12

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,6	0,6	0,55	0,05	0,12855	590,56
	C1	24,55					0,26373	689,60
	C2	24,55					0,24455	680,11
	C3	24,55					0,12855	590,56
	C4	24,55					0,05617	506,77
Cave	C0	24,55	0,6	0,6	0,55	0,05	0,07202	526,95
	C1	24,55					0,20884	658,41
	C2	24,55					0,18944	644,44

	C3	24,55					0,07202	526,95
	C4	24,55					0,00124	428,86
0	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,06082	326,25
	C1	19,24					0,21865	419,32
	C2	19,24					0,19636	411,33
	C3	19,24					0,06082	326,25
	C4	19,24					0,02374	292,05
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,04398	311,30
	C1	19,24					0,17787	403,42
	C2	19,24					0,15946	394,38
	C3	19,24					0,04398	311,30
	C4	19,24					0,02806	296,28
2	C0	15,7	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03665	255,23
	C1	15,7					0,14240	335,72
	C2	15,7					0,12885	327,54
	C3	15,7					0,03665	255,23
	C4	15,7					0,02087	239,96
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02904	216,52
	C1	13,44					0,10800	282,28
	C2	13,44					0,09901	275,87
	C3	13,44					0,02904	216,52
	C4	13,44					0,01462	202,22
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,01761	158,08
	C1	10,05					0,07340	208,92
	C2	10,05					0,06787	204,36
	C3	10,05					0,01761	158,08
	C4	10,05					0,01375	154,17
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00098	116,38
	C1	8,29					0,03741	152,85
	C2	8,29					0,03391	149,55
	C3	8,29					0,00098	116,38
	C4	8,29					0,02275	138,72
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03071	109,76
	C1	5,65					0,00491	83,80
	C2	5,65					0,00731	86,32
	C3	5,65					0,03071	109,76
	C4	5,65					0,04531	123,44

ANEXO 7.13 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P13

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,65	0,65	0,6	0,05	0,45787	829,91
	C1	24,55					0,49409	818,70
	C2	24,55					0,48898	820,64
	C3	24,55					0,45787	829,91
	C4	24,55					0,43846	833,52
Cave	C0	24,55	0,65	0,65	0,6	0,05	0,40500	835,82
	C1	24,55					0,43997	833,30
	C2	24,55					0,43504	833,98
	C3	24,55					0,40500	835,82
	C4	24,55					0,38626	834,93
0	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,42998	410,80
	C1	19,24					0,47280	390,50
	C2	19,24					0,46677	393,73
	C3	19,24					0,42998	410,80
	C4	19,24					0,40702	419,11
1	C0	19,24	0,5	0,5	0,45	0,05	0,35639	431,07
	C1	19,24					0,39418	422,97
	C2	19,24					0,38889	424,39
	C3	19,24					0,35639	431,07
	C4	19,24					0,33611	433,40
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,28728	384,02
	C1	15,70					0,31894	385,03
	C2	15,70					0,31454	385,09
	C3	15,70					0,28728	384,02
	C4	15,70					0,27027	382,06
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,22097	339,36
	C1	13,44					0,24584	346,07
	C2	13,44					0,24243	345,28
	C3	13,44					0,22097	339,36
	C4	13,44					0,20757	334,87
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,15637	264,89
	C1	10,05					0,17560	274,51
	C2	10,05					0,17200	272,80
	C3	10,05					0,15637	264,89
	C4	10,05					0,14662	259,53
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,09257	199,46
	C1	8,29					0,10410	207,88
	C2	8,29					0,10260	206,81
	C3	8,29					0,09257	199,46
	C4	8,29					0,08631	194,69

6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,02793	107,07
	C1	5,65					0,03277	111,73
	C2	5,65					0,03219	111,17
	C3	5,65					0,02793	107,07
	C4	5,65					0,02527	104,47

ANEXO 7.14 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P14

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00215	343,85
	C1	24,55					0,00215	343,85
	C2	24,55					0,00215	343,85
	C3	24,55					0,00215	343,85
	C4	24,55					0,00215	343,85
Cave	C0	24,55	0,5	0,5	0,45	0,05	0,00251	344,23
	C1	24,55					0,00251	344,23
	C2	24,55					0,00251	344,23
	C3	24,55					0,00251	344,23
	C4	24,55					0,00251	344,23
0	C0	21,01	0,5	0,5	0,45	0,05	0,43556	433,14
	C1	21,01					0,45548	424,09
	C2	21,01					0,45277	425,40
	C3	21,01					0,43556	433,14
	C4	21,01					0,42482	437,45
1	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,36757	379,93
	C1	15,70					0,38482	376,18
	C2	15,70					0,38253	376,73
	C3	15,70					0,36757	379,93
	C4	15,70					0,35829	381,52
2	C0	15,70	0,5	0,5	0,45	0,05	0,30033	384,85
	C1	15,70					0,31477	385,09
	C2	15,70					0,31293	385,10
	C3	15,70					0,30033	384,85
	C4	15,70					0,29247	384,42
3	C0	13,44	0,5	0,5	0,45	0,05	0,23364	343,04
	C1	13,44					0,24505	345,89
	C2	13,44					0,24366	345,57
	C3	13,44					0,23364	343,04
	C4	13,44					0,22738	341,29
4	C0	10,05	0,5	0,5	0,45	0,05	0,16732	270,52
	C1	10,05					0,17564	274,53
	C2	10,05					0,17470	274,08
	C3	10,05					0,16732	270,52

	C4	10,05					0,16271	268,20
5	C0	8,29	0,5	0,5	0,45	0,05	0,10071	205,46
	C1	8,29					0,10631	209,45
	C2	8,29					0,10576	209,06
	C3	8,29					0,10071	205,46
	C4	8,29					0,09757	203,17
6	C0	5,65	0,5	0,5	0,45	0,05	0,03255	111,52
	C1	5,65					0,03510	113,94
	C2	5,65					0,03488	113,74
	C3	5,65					0,03255	111,52
	C4	5,65					0,03110	110,13

ANEXO 7.15 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P15

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	44,19	0,8	1,1	0,75	0,05	0,00345	1088,82
	C1	44,19					0,00345	1088,82
	C2	44,19					0,00345	1088,82
	C3	44,19					0,00345	1088,82
	C4	44,19					0,00345	1088,82
Cave	C0	44,19	0,8	1,1	0,75	0,05	0,00401	1090,92
	C1	44,19					0,00401	1090,92
	C2	44,19					0,00401	1090,92
	C3	44,19					0,00401	1090,92
	C4	44,19					0,00401	1090,92
0	C0	21,01	0,4	0,4	0,35	0,05	0,39032	277,69
	C1	21,01					0,40908	270,02
	C2	21,01					0,40645	271,15
	C3	21,01					0,39032	277,69
	C4	21,01					0,38025	281,41
1	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,32628	241,22
	C1	15,70					0,34204	237,59
	C2	15,70					0,33986	238,13
	C3	15,70					0,32628	241,22
	C4	15,70					0,31780	242,88
2	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,26493	248,86
	C1	15,70					0,27784	248,10
	C2	15,70					0,27608	248,23
	C3	15,70					0,26493	248,86
	C4	15,70					0,25797	249,07
3	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,20581	222,91
	C1	13,44					0,21568	223,97

	C2	13,44					0,21437	223,84
	C3	13,44					0,20581	222,91
	C4	13,44					0,20046	222,23
4	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,14842	176,12
	C1	10,05					0,15526	177,95
	C2	10,05					0,15440	177,72
	C3	10,05					0,14842	176,12
	C4	10,05					0,14469	175,06
5	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,09159	137,58
	C1	8,29					0,09538	139,20
	C2	8,29					0,09496	139,02
	C3	8,29					0,09159	137,58
	C4	8,29					0,08948	136,66
6	C0	6,03	0,2	0,4	0,15	0,05	0,02157	27,70
	C1	6,03					0,02263	28,00
	C2	6,03					0,02253	27,97
	C3	6,03					0,02157	27,70
	C4	6,03					0,02098	27,53

ANEXO 7.16 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P16

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
0	C0	15,70	0,4	0,4	0,35	0,05	0,24969	249,16
	C1	15,70					0,25707	249,09
	C2	15,70					0,25626	249,11
	C3	15,70					0,24969	249,16
	C4	15,70					0,24559	249,13
1	C0	13,44	0,4	0,4	0,35	0,05	0,20294	222,55
	C1	13,44					0,21067	223,47
	C2	13,44					0,20978	223,37
	C3	13,44					0,20294	222,55
	C4	13,44					0,19867	221,98
2	C0	10,05	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15761	178,55
	C1	10,05					0,16472	180,27
	C2	10,05					0,16392	180,09
	C3	10,05					0,15761	178,55
	C4	10,05					0,15368	177,54
3	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,11276	146,12
	C1	8,29					0,11864	148,28
	C2	8,29					0,11800	148,05
	C3	8,29					0,11276	146,12
	C4	8,29					0,10949	144,88
4	C0	8,29	0,4	0,4	0,35	0,05	0,06769	126,46

	C1	8,29					0,07205	128,60
	C2	8,29					0,07159	128,38
	C3	8,29					0,06769	126,46
	C4	8,29					0,06526	125,24
5	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,02296	50,33
	C1	3,39					0,02559	51,95
	C2	3,39					0,02532	51,79
	C3	3,39					0,02296	50,33
	C4	3,39					0,02148	49,41
6	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,01935	48,07
	C1	3,39					0,02196	49,71
	C2	3,39					0,02170	49,55
	C3	3,39					0,01935	48,07
	C4	3,39					0,01789	47,15

ANEXO 7.17 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P17

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,35	0,4	0,3	0,05	0,00151	137,42
	C1	15,70					0,00151	137,42
	C2	15,70					0,00151	137,42
	C3	15,70					0,00151	137,42
	C4	15,70					0,00151	137,42
Cave	C0	15,70	0,35	0,4	0,3	0,05	0,00175	137,56
	C1	15,70					0,00175	137,56
	C2	15,70					0,00175	137,56
	C3	15,70					0,00175	137,56
	C4	15,70					0,00175	137,56
0	C0	13,44	0,35	0,4	0,3	0,05	0,13827	173,36
	C1	13,44					0,18161	180,32
	C2	13,44					0,17554	179,65
	C3	13,44					0,13827	173,36
	C4	13,44					0,11502	167,51
1	C0	10,05	0,35	0,4	0,3	0,05	0,11849	139,00
	C1	10,05					0,15484	147,15
	C2	10,05					0,14986	146,25
	C3	10,05					0,11849	139,00
	C4	10,05					0,09892	133,12
2	C0	10,05	0,35	0,4	0,3	0,05	0,09819	132,88
	C1	10,05					0,12733	141,31
	C2	10,05					0,12349	140,34
	C3	10,05					0,09819	132,88

	C4	10,05					0,08241	127,35
3	C0	8,29	0,35	0,4	0,3	0,05	0,07777	110,29
	C1	8,29					0,09951	118,01
	C2	8,29					0,09679	117,11
	C3	8,29					0,07777	110,29
	C4	8,29					0,06591	105,53
4	C0	5,65	0,35	0,4	0,3	0,05	0,05688	78,69
	C1	5,65					0,07137	84,81
	C2	5,65					0,06965	84,11
	C3	5,65					0,05688	78,69
	C4	5,65					0,04891	75,08
5	C0	5,65	0,35	0,4	0,3	0,05	0,03455	68,14
	C1	5,65					0,04243	72,02
	C2	5,65					0,04155	71,59
	C3	5,65					0,03455	68,14
	C4	5,65					0,03019	65,92
6	C0	3,39	0,35	0,4	0,3	0,05	0,01405	37,60
	C1	3,39					0,01646	38,94
	C2	3,39					0,01623	38,81
	C3	3,39					0,01405	37,60
	C4	3,39					0,01270	36,84

ANEXO 7.18 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P18

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,48951	808,74
	C1	15,70					0,51148	808,70
	C2	15,70					0,50845	808,81
	C3	15,70					0,48951	808,74
	C4	15,70					0,47769	808,08
Cave	C0	15,70	0,5	0,8	0,45	0,05	0,44284	803,35
	C1	15,70					0,46436	806,76
	C2	15,70					0,46142	806,39
	C3	15,70					0,44284	803,35
	C4	15,70					0,43124	800,86
0	C0	13,44	0,5	0,8	0,45	0,05	0,36629	723,39
	C1	13,44					0,38519	731,41
	C2	13,44					0,38269	730,42
	C3	13,44					0,36629	723,39
	C4	13,44					0,35606	718,54
1	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,30755	608,15
	C1	10,05					0,32526	619,25
	C2	10,05					0,32295	617,86

	C3	10,05					0,30755	608,15
	C4	10,05					0,29794	601,68
2	C0	10,05	0,5	0,8	0,45	0,05	0,24949	564,26
	C1	10,05					0,26549	577,51
	C2	10,05					0,26344	575,85
	C3	10,05					0,24949	564,26
	C4	10,05					0,24079	556,69
3	C0	8,29	0,5	0,8	0,45	0,05	0,19218	466,80
	C1	8,29					0,20620	481,20
	C2	8,29					0,20444	479,42
	C3	8,29					0,19218	466,80
	C4	8,29					0,18454	458,67
4	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,13540	337,36
	C1	5,65					0,14726	351,88
	C2	5,65					0,14579	350,10
	C3	5,65					0,13540	337,36
	C4	5,65					0,12892	329,22
5	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,07898	261,71
	C1	5,65					0,08873	275,57
	C2	5,65					0,08754	273,89
	C3	5,65					0,07898	261,71
	C4	5,65					0,07363	253,98
6	C0	5,65	0,5	0,8	0,45	0,05	0,01490	162,62
	C1	5,65					0,02304	175,98
	C2	5,65					0,02203	174,33
	C3	5,65					0,01490	162,62
	C4	5,65					0,01046	155,23

ANEXO 7.19 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P19

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,8	0,5	0,75	0,05	0,48073	808,29
	C1	15,70					0,49150	808,80
	C2	15,70					0,49022	808,76
	C3	15,70					0,48073	808,29
	C4	15,70					0,47481	807,84
Cave	C0	15,70	0,8	0,5	0,75	0,05	0,42938	800,42
	C1	15,70					0,43934	802,65
	C2	15,70					0,43823	802,42
	C3	15,70					0,42938	800,42
	C4	15,70					0,42386	799,03
0	C0	13,44	0,8	0,5	0,75	0,05	0,35259	716,82

	C1	13,44					0,36332	722,02
	C2	13,44					0,36202	721,41
	C3	13,44					0,35259	716,82
	C4	13,44					0,34671	713,80
1	C0	10,05	0,8	0,5	0,75	0,05	0,29504	599,67
	C1	10,05					0,30643	607,42
	C2	10,05					0,30496	606,44
	C3	10,05					0,29504	599,67
	C4	10,05					0,28884	595,27
2	C0	10,05	0,8	0,5	0,75	0,05	0,23839	554,56
	C1	10,05					0,24955	564,31
	C2	10,05					0,24808	563,05
	C3	10,05					0,23839	554,56
	C4	10,05					0,23234	549,09
3	C0	8,29	0,8	0,5	0,75	0,05	0,18248	456,45
	C1	8,29					0,19288	467,53
	C2	8,29					0,19150	466,08
	C3	8,29					0,18248	456,45
	C4	8,29					0,17686	450,30
4	C0	5,65	0,8	0,5	0,75	0,05	0,12706	326,86
	C1	5,65					0,13624	338,41
	C2	5,65					0,13502	336,89
	C3	5,65					0,12706	326,86
	C4	5,65					0,12208	320,48
5	C0	5,65	0,8	0,5	0,75	0,05	0,07198	251,57
	C1	5,65					0,07964	262,66
	C2	5,65					0,07864	261,22
	C3	5,65					0,07198	251,57
	C4	5,65					0,06783	245,47
6	C0	5,65	0,8	0,5	0,75	0,05	0,01847	168,50
	C1	5,65					0,02364	176,96
	C2	5,65					0,02297	175,87
	C3	5,65					0,01847	168,50
	C4	5,65					0,01566	163,87

ANEXO 7.20 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar P20

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d_1 (m)	x_1 (m)	$M_{Rd,y}$ (kN.m)
Sub-Cave	C0	15,70	0,35	0,4	0,3	0,05	0,00151	137,42
	C1	15,70					0,00151	137,42
	C2	15,70					0,00151	137,42
	C3	15,70					0,00151	137,42
	C4	15,70					0,00151	137,42

Cave	C0	15,70	0,35	0,4	0,3	0,05	0,00175	137,56
	C1	15,70					0,00175	137,56
	C2	15,70					0,00175	137,56
	C3	15,70					0,00175	137,56
	C4	15,70					0,00175	137,56
0	C0	13,44	0,35	0,4	0,3	0,05	0,11603	167,80
	C1	13,44					0,16887	178,81
	C2	13,44					0,16147	177,72
	C3	13,44					0,11603	167,80
	C4	13,44					0,08768	158,75
1	C0	10,05	0,35	0,4	0,3	0,05	0,09842	132,96
	C1	10,05					0,14228	144,74
	C2	10,05					0,13630	143,44
	C3	10,05					0,09842	132,96
	C4	10,05					0,07479	124,43
2	C0	10,05	0,35	0,4	0,3	0,05	0,08108	126,85
	C1	10,05					0,11607	138,33
	C2	10,05					0,11150	137,02
	C3	10,05					0,08108	126,85
	C4	10,05					0,06210	119,22
3	C0	8,29	0,35	0,4	0,3	0,05	0,06447	104,92
	C1	8,29					0,09050	114,96
	C2	8,29					0,08729	113,82
	C3	8,29					0,06447	104,92
	C4	8,29					0,05024	98,65
4	C0	5,65	0,35	0,4	0,3	0,05	0,04793	74,62
	C1	5,65					0,06531	82,32
	C2	5,65					0,06332	81,48
	C3	5,65					0,04793	74,62
	C4	5,65					0,03833	70,02
5	C0	5,65	0,35	0,4	0,3	0,05	0,03004	65,84
	C1	5,65					0,03969	70,69
	C2	5,65					0,03872	70,21
	C3	5,65					0,03004	65,84
	C4	5,65					0,02462	63,01
6	C0	3,39	0,25	0,4	0,2	0,05	0,01170	22,49
	C1	3,39					0,01497	23,77
	C2	3,39					0,01471	23,67
	C3	3,39					0,01170	22,49
	C4	3,39					0,00981	21,74

ANEXO 7.21 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar 21

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,15426	108,19
	C1	3,39					0,15500	108,39
	C2	3,39					0,15490	108,36
	C3	3,39					0,15426	108,19
	C4	3,39					0,15385	108,09
Cave	C0	3,39	0,4	0,4	0,35	0,05	0,12072	97,89
	C1	3,39					0,12141	98,13
	C2	3,39					0,12131	98,10
	C3	3,39					0,12072	97,89
	C4	3,39					0,12035	97,76

ANEXO 7.22 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar 22

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	54,01	0,8	1,1	0,75	0,05	0,04534	1477,56
	C1	54,01					0,16932	1843,12
	C2	54,01					0,15197	1798,91
	C3	54,01					0,04534	1477,56
	C4	54,01					0,02118	1392,86
Cave	C0	54,01	0,8	1,1	0,75	0,05	0,03717	1449,38
	C1	54,01					0,11069	1684,63
	C2	54,01					0,09003	1622,63
	C3	54,01					0,03717	1449,38
	C4	54,01					0,11652	1701,55

ANEXO 7.23 – Momento resistente em torno do eixo y – pilar 23

PISO	CENÁRIO	$A_{s1}=A_{s2}$ (cm ²)	h (m)	b (m)	d (m)	d ₁ (m)	x ₁ (m)	M _{Rd,y} (kN.m)
Sub-Cave	C0	2,37	0,25	0,4	0,2	0,05	0,03775	26,53
	C1	2,37					0,04028	27,34
	C2	2,37					0,03992	27,22
	C3	2,37					0,03775	26,53
	C4	2,37					0,03640	26,09

ANEXO 8 – ESPAÇAMENTO ENTRE VARÕES E COMPRIMENTO DA ZONA CRÍTICA

ANEXO 8.1 – ESPAÇAMENTO ENTRE OS VARÕES TRANSVERSAIS

PILAR	PISO	$20 \times d_{bL}$ (mm)	b (mm)	400 (mm)	$S_{cl,tmax}$ (mm)
P1	Sub-Cave	320	400	400	320
	Cave	320	400	400	320
	0	320	400	400	320
	1	320	400	400	320
	2	240	400	400	240
	3	240	400	400	240
	4	240	400	400	240
	5	200	200	400	200
P2	Sub-Cave	500	500	400	400
	Cave	500	500	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P3	Sub-Cave	400	500	400	400
	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	240	500	400	240
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P4	Sub-Cave	400	500	400	400
	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	240	500	400	240
	3	240	500	400	240
	4	240	500	400	240
	5	240	500	400	240

	6	320	200	400	200
P5	Sub-Cave	400	500	400	400
	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	240	500	400	240
	3	240	500	400	240
	4	240	500	400	240
	5	240	500	400	240
	6	320	200	400	200
P6	Sub-Cave	400	500	400	400
	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	240	500	400	240
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
	6	320	200	400	200
P7	Sub-Cave	500	500	400	400
	Cave	500	500	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
	6	320	200	400	200
P8	Sub-Cave	320	400	400	320
	Cave	320	400	400	320
	0	320	400	400	320
	1	320	400	400	320
	2	240	400	400	240
	3	240	400	400	240
	4	240	400	400	240
	5	200	400	400	200
	6	240	200	400	200
P9	Sub-Cave	500	400	400	400
	Cave	500	400	400	400
	0	400	400	400	400
	1	400	400	400	400
	2	400	400	400	400

	3	320	400	400	320
	4	320	400	400	320
	5	240	400	400	240
	6	320	200	400	200
P10	Sub-Cave	500	500	400	400
	Cave	500	500	400	400
	R/Chão	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P11	Sub-Cave	500	600	400	400
	Cave	500	600	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P12	Sub-Cave	500	600	400	400
	Cave	500	600	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P13	Sub-Cave	500	650	400	400
	Cave	500	650	400	400
	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
P14	Sub-Cave	500	500	400	400
	Cave	500	500	400	400

	0	400	500	400	400
	1	400	500	400	400
	2	400	500	400	400
	3	320	500	400	320
	4	320	500	400	320
	5	240	500	400	240
	6	240	500	400	240
P15	Sub-Cave	500	800	400	400
	Cave	500	800	400	400
	0	400	400	400	400
	1	400	400	400	400
	2	400	400	400	400
	3	320	400	400	320
	4	320	400	400	320
	5	240	400	400	240
6	320	200	400	200	
P16	0	400	400	400	400
	1	400	400	400	400
	2	320	400	400	320
	3	240	400	400	240
	4	240	400	400	240
	5	240	400	400	240
	6	240	400	400	240
P17	Sub-Cave	400	350	400	350
	Cave	400	350	400	350
	0	320	350	400	320
	1	320	350	400	320
	2	320	350	400	320
	3	240	350	400	240
	4	240	350	400	240
	5	240	350	400	240
	6	240	250	400	240
P18	Sub-Cave	400	500	400	400
	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	320	500	400	320
	3	240	500	400	240
	4	240	500	400	240
	5	240	500	400	240
	6	240	500	400	240
P19	Sub-Cave	400	500	400	400

	Cave	400	500	400	400
	0	320	500	400	320
	1	320	500	400	320
	2	320	500	400	320
	3	240	500	400	240
	4	240	500	400	240
	5	240	500	400	240
	6	240	500	400	240
P20	Sub-Cave	400	350	400	350
	Cave	400	350	400	350
	0	320	350	400	320
	1	320	350	400	320
	2	320	350	400	320
	3	240	350	400	240
	4	240	350	400	240
	5	240	350	400	240
	6	240	250	400	240
P21	Sub-Cave	240	400	400	240
	Cave	240	400	400	240
P22	Sub-Cave	500	800	400	400
	Cave	500	800	400	400
P23	Sub-Cave	200	250	400	200

ANEXO 8.2 – COMPRIMENTO DA ZONA CRÍTICA

PILAR	PISO	h_c (m)	$l_d/6$ (m)	0,45 (m)	l_{cr} (m)
P1	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P2	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P3	Sub-Cave	0,8	0,46	0,45	0,80
	Cave	0,8	0,51	0,45	0,80
	0	0,8	0,46	0,45	0,80
	1	0,8	0,46	0,45	0,80
	2	0,8	0,46	0,45	0,80
	3	0,8	0,46	0,45	0,80
	4	0,8	0,46	0,45	0,80
	5	0,8	0,46	0,45	0,80
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P4	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P5	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51

	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P6	Sub-Cave	0,8	0,46	0,45	0,80
	Cave	0,8	0,51	0,45	0,80
	0	0,8	0,46	0,45	0,80
	1	0,8	0,46	0,45	0,80
	2	0,8	0,46	0,45	0,80
	3	0,8	0,46	0,45	0,80
	4	0,8	0,46	0,45	0,80
	5	0,8	0,46	0,45	0,80
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P7	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,25	0,39	0,45	0,45
P8	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P9	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46

	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P10	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,5	0,39	0,45	0,50
P11	Sub-Cave	0,6	0,46	0,45	0,60
	Cave	0,6	0,51	0,45	0,60
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,5	0,39	0,45	0,50
P12	Sub-Cave	0,6	0,46	0,45	0,60
	Cave	0,6	0,51	0,45	0,60
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,5	0,39	0,45	0,50
P13	Sub-Cave	0,65	0,46	0,45	0,65
	Cave	0,65	0,51	0,45	0,65
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50
	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,5	0,39	0,45	0,50
P14	Sub-Cave	0,5	0,46	0,45	0,50
	Cave	0,5	0,51	0,45	0,51
	0	0,5	0,46	0,45	0,50
	1	0,5	0,46	0,45	0,50
	2	0,5	0,46	0,45	0,50
	3	0,5	0,46	0,45	0,50

	4	0,5	0,46	0,45	0,50
	5	0,5	0,46	0,45	0,50
	6	0,5	0,39	0,45	0,50
P15	Sub-Cave	1,1	0,46	0,45	1,10
	Cave	1,1	0,51	0,45	1,10
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P16	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P17	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P18	Sub-Cave	0,8	0,46	0,45	0,80
	Cave	0,8	0,51	0,45	0,80
	0	0,8	0,46	0,45	0,80
	1	0,8	0,46	0,45	0,80
	2	0,8	0,46	0,45	0,80
	3	0,8	0,46	0,45	0,80
	4	0,8	0,46	0,45	0,80
	5	0,8	0,46	0,45	0,80
	6	0,8	0,39	0,45	0,80
P19	Sub-Cave	0,8	0,46	0,45	0,80
	Cave	0,8	0,51	0,45	0,80
	0	0,8	0,46	0,45	0,80
	1	0,8	0,46	0,45	0,80
	2	0,8	0,46	0,45	0,80

	3	0,8	0,46	0,45	0,80
	4	0,8	0,46	0,45	0,80
	5	0,8	0,46	0,45	0,80
	6	0,8	0,39	0,45	0,80
P20	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
	0	0,4	0,46	0,45	0,46
	1	0,4	0,46	0,45	0,46
	2	0,4	0,46	0,45	0,46
	3	0,4	0,46	0,45	0,46
	4	0,4	0,46	0,45	0,46
	5	0,4	0,46	0,45	0,46
	6	0,4	0,39	0,45	0,45
P21	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46
	Cave	0,4	0,51	0,45	0,51
P22	Sub-Cave	1,1	0,46	0,45	1,10
	Cave	1,1	0,51	0,45	1,10
P23	Sub-Cave	0,4	0,46	0,45	0,46

ANEXO 8.3 – ESPAÇAMENTO ENTRE AS CINTAS NAS ZONAS CRÍTICAS

PILAR	PISO	$b_0/2$ (mm)	175 (mm)	$8 \times d_{bl}$ (mm)	s (mm)
P1	Sub-Cave	150	175	128	128
	Cave	150	175	128	128
	0	150	175	128	128
	1	150	175	128	128
	2	150	175	96	96
	3	150	175	96	96
	4	150	175	96	96
	5	150	175	80	80
	6	50	175	96	50
P2	Sub-Cave	200	175	200	175
	Cave	200	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	50	175	128	50
P3	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160
	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128
	2	200	175	96	96
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	50	175	128	50
P4	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160
	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128
	2	200	175	96	96
	3	200	175	96	96
	4	200	175	96	96
	5	200	175	96	96
	6	50	175	128	50
P5	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160

	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128
	2	200	175	96	96
	3	200	175	96	96
	4	200	175	96	96
	5	200	175	96	96
	6	50	175	128	50
P6	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160
	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128
	2	200	175	96	96
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
P7	Sub-Cave	200	175	200	175
	Cave	200	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
P8	Sub-Cave	150	175	128	128
	Cave	150	175	128	128
	0	150	175	128	128
	1	150	175	128	128
	2	150	175	96	96
	3	150	175	96	96
	4	150	175	96	96
	5	150	175	80	80
P9	Sub-Cave	150	175	200	150
	Cave	150	175	200	150
	0	150	175	160	150
	1	150	175	160	150
	2	150	175	160	150
	3	150	175	128	128
	4	150	175	128	128
	5	150	175	96	96

	6	50	175	128	50
P10	Sub-Cave	200	175	200	175
	Cave	200	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	200	175	96	96
P11	Sub-Cave	250	175	200	175
	Cave	250	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	200	175	96	96
P12	Sub-Cave	250	175	200	175
	Cave	250	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160
	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	200	175	96	96
P13	Sub-Cave	275	175	200	175
	Cave	275	175	200	175
	0	250	175	160	160
	1	250	175	160	160
	2	250	175	160	160
	3	250	175	128	128
	4	250	175	128	128
	5	250	175	96	96
	6	250	175	96	96
P14	Sub-Cave	200	175	200	175
	Cave	200	175	200	175
	0	200	175	160	160
	1	200	175	160	160
	2	200	175	160	160

	3	200	175	128	128
	4	200	175	128	128
	5	200	175	96	96
	6	200	175	96	96
P15	Sub-Cave	350	175	200	175
	Cave	350	175	200	175
	0	150	175	160	150
	1	150	175	160	150
	2	150	175	160	150
	3	150	175	128	128
	4	150	175	128	128
	5	150	175	96	96
P16	6	50	175	128	50
	0	150	175	160	150
	1	150	175	160	150
	2	150	175	128	128
	3	150	175	96	96
	4	150	175	96	96
	5	150	175	96	96
P17	6	150	175	96	96
	Sub-Cave	125	175	160	125
	Cave	125	175	160	125
	0	125	175	128	125
	1	125	175	128	125
	2	125	175	128	125
	3	125	175	96	96
	4	125	175	96	96
	5	125	175	96	96
P18	6	75	175	96	75
	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160
	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128
	2	200	175	128	128
	3	200	175	96	96
	4	200	175	96	96
	5	200	175	96	96
P19	6	200	175	96	96
	Sub-Cave	200	175	160	160
	Cave	200	175	160	160
	0	200	175	128	128
	1	200	175	128	128

	2	200	175	128	128
	3	200	175	96	96
	4	200	175	96	96
	5	200	175	96	96
	6	200	175	96	96
P20	Sub-Cave	125	175	160	125
	Cave	125	175	160	125
	0	125	175	128	125
	1	125	175	128	125
	2	125	175	128	125
	3	125	175	96	96
	4	125	175	96	96
	5	125	175	96	96
	6	75	175	96	75
P21	Sub-Cave	150	175	96	96
	Cave	150	175	96	96
P22	Sub-Cave	350	175	200	175
	Cave	350	175	200	175
P23	Sub-Cave	75	175	80	75

ANEXO 9 – ESFORÇO TRANSVERSO DE CÁLCULO

ANEXO 9.1 – Esforço transverso de cálculo do pilar P1

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	112,32	112,32
	C1			112,32	112,32
	C2			112,32	112,32
	C3			112,32	112,32
	C4			112,32	112,32
Cave	C0	1,1	3,08	75,88	75,88
	C1			75,88	75,88
	C2			75,88	75,88
	C3			75,88	75,88
	C4			75,88	75,88
0	C0	1,1	2,76	150,91	150,91
	C1			147,56	147,56
	C2			148,20	148,20
	C3			150,91	150,91
	C4			151,57	151,57
1	C0	1,1	2,76	151,35	151,35
	C1			151,41	151,41
	C2			151,51	151,51
	C3			151,35	151,35
	C4			150,55	150,55
2	C0	1,1	2,76	133,40	133,40
	C1			135,69	135,69
	C2			135,45	135,45
	C3			133,40	133,40
	C4			131,68	131,68
3	C0	1,1	2,76	126,10	126,10
	C1			129,47	129,47
	C2			129,08	129,08
	C3			126,10	126,10
	C4			124,00	124,00
4	C0	1,1	2,76	92,62	92,62
	C1			95,97	95,97
	C2			95,59	95,59
	C3			92,62	92,62
	C4			90,65	90,65
5	C0	1,1	2,76	70,91	70,91
	C1			73,26	73,26
	C2			73,02	73,02

	C3			70,91	70,91
	C4			69,57	69,57
6	C0	1,1	2,36	33,22	16,61
	C1			34,12	17,06
	C2			34,05	17,03
	C3			33,22	16,61
	C4			32,70	16,35

ANEXO 9.2 – Esforço transversal de cálculo do pilar P2

PISO	CENÁRIO	V_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	327,77	327,77
	C1			314,56	314,56
	C2			316,42	316,42
	C3			327,77	327,77
	C4			334,44	334,44
Cave	C0	1,1	3,08	294,73	294,73
	C1			282,18	282,18
	C2			283,95	283,95
	C3			294,73	294,73
	C4			301,06	301,06
0	C0	1,1	2,76	327,07	327,07
	C1			317,26	317,26
	C2			318,65	318,65
	C3			327,07	327,07
	C4			331,90	331,90
1	C0	1,1	2,76	295,72	295,72
	C1			291,09	291,09
	C2			291,74	291,74
	C3			295,72	295,72
	C4			297,90	297,90
2	C0	1,1	2,76	306,73	306,73
	C1			305,95	305,95
	C2			306,08	306,08
	C3			306,73	306,73
	C4			306,92	306,92
3	C0	1,1	2,76	276,36	276,36
	C1			278,07	278,07
	C2			277,89	277,89
	C3			276,36	276,36
	C4			275,28	275,28
4	C0	1,1	2,76	222,36	222,36
	C1			225,16	225,16

	C2			224,86	224,86
	C3			222,36	222,36
	C4			220,74	220,74
5	C0	1,1	2,76	160,55	160,55
	C1			163,09	163,09
	C2			162,83	162,83
	C3			160,55	160,55
	C4			159,11	159,11
6	C0	1,1	2,36	29,77	21,21
	C1			30,33	21,66
	C2			30,28	21,62
	C3			29,77	21,21
	C4			29,44	20,95

ANEXO 9.3 – Esforço transversal de cálculo do pilar P3

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	383,19	639,13
	C1			385,03	642,07
	C2			212,19	365,53
	C3			383,19	639,13
	C4			381,47	636,37
Cave	C0	1,1	3,08	344,29	574,26
	C1			346,23	577,37
	C2			346,07	577,11
	C3			344,29	574,26
	C4			342,48	571,37
0	C0	1,1	2,76	348,32	579,66
	C1			354,29	589,22
	C2			353,57	588,07
	C3			348,32	579,66
	C4			344,37	573,35
1	C0	1,1	2,76	294,80	488,39
	C1			303,05	501,61
	C2			302,02	499,95
	C3			294,80	488,39
	C4			289,77	480,35
2	C0	1,1	2,76	272,62	452,91
	C1			281,99	467,91
	C2			280,82	466,03
	C3			272,62	452,91
	C4			267,15	444,15
3	C0	1,1	2,76	224,79	373,46

	C1			234,01	388,21
	C2			232,87	386,39
	C3			224,79	373,46
	C4			219,53	365,05
4	C0	1,1	2,76	160,99	266,99
	C1			168,82	279,51
	C2			167,87	277,99
	C3			160,99	266,99
	C4			156,60	259,96
5	C0	1,1	2,76	119,86	201,18
	C1			125,10	209,56
	C2			124,47	208,55
	C3			119,86	201,18
	C4			116,95	196,53
6	C0	1,1	2,36	19,09	13,80
	C1			19,39	14,05
	C2			19,37	14,03
	C3			19,09	13,80
	C4			18,91	13,66

ANEXO 9.4 – Esforço transversal de cálculo do pilar P4

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	305,84	305,84
	C1			304,09	304,09
	C2			304,50	304,50
	C3			305,85	305,85
	C4			305,59	305,59
Cave	C0	1,1	3,08	273,52	273,52
	C1			269,11	269,11
	C2			269,89	269,89
	C3			273,52	273,52
	C4			274,71	274,71
0	C0	1,1	2,76	281,83	281,83
	C1			279,98	279,98
	C2			280,38	280,38
	C3			281,83	281,83
	C4			281,78	281,78
1	C0	1,1	2,76	241,52	241,52
	C1			243,85	243,85
	C2			243,66	243,66
	C3			241,52	241,52
	C4			239,43	239,43

2	C0	1,1	2,76	231,63	231,63
	C1			236,95	236,95
	C2			236,34	236,34
	C3			231,63	231,63
	C4			228,14	228,14
3	C0	1,1	2,76	195,56	195,56
	C1			202,41	202,41
	C2			201,59	201,59
	C3			195,56	195,56
	C4			191,45	191,45
4	C0	1,1	2,76	143,33	143,33
	C1			150,16	150,16
	C2			149,34	149,34
	C3			143,33	143,33
	C4			139,40	139,40
5	C0	1,1	2,76	113,94	113,94
	C1			119,25	119,25
	C2			118,61	118,61
	C3			113,94	113,94
	C4			110,96	110,96
6	C0	1,1	2,36	26,73	18,78
	C1			28,07	19,85
	C2			27,91	19,72
	C3			26,73	18,78
	C4			25,95	18,15

ANEXO 9.5 – Esforço transversal de cálculo do pilar P5

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	305,82	305,82
	C1			304,43	304,43
	C2			304,74	304,74
	C3			305,82	305,82
	C4			305,73	305,73
Cave	C0	1,1	3,08	273,38	273,38
	C1			269,65	269,65
	C2			270,28	270,28
	C3			273,38	273,38
	C4			274,51	274,51
0	C0	1,1	2,76	281,48	281,48
	C1			279,31	279,31
	C2			279,71	279,71
	C3			281,48	281,48

	C4			281,88	281,88
1	C0	1,1	2,76	242,47	242,47
	C1			244,06	244,06
	C2			243,93	243,93
	C3			242,47	242,47
	C4			240,99	240,99
2	C0	1,1	2,76	233,26	233,26
	C1			237,62	237,62
	C2			237,12	237,12
	C3			233,26	233,26
	C4			230,43	230,43
3	C0	1,1	2,76	197,16	197,16
	C1			203,09	203,09
	C2			202,38	202,38
	C3			197,16	197,16
	C4			193,63	193,63
4	C0	1,1	2,76	144,28	144,28
	C1			150,40	150,40
	C2			149,66	149,66
	C3			144,28	144,28
	C4			140,78	140,78
5	C0	1,1	2,76	113,79	113,79
	C1			118,66	118,66
	C2			118,07	118,07
	C3			113,79	113,79
	C4			111,06	111,06
6	C0	1,1	2,36	27,23	19,18
	C1			28,36	20,08
	C2			28,23	19,97
	C3			27,23	19,18
	C4			26,58	18,66

ANEXO 9.6 – Esforço transversal de cálculo do pilar P6

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	381,23	635,99
	C1			384,04	640,48
	C2			383,74	640,01
	C3			381,23	635,99
	C4			379,06	632,51
Cave	C0	1,1	3,08	342,41	571,26
	C1			345,31	575,90

	C2			345,01	575,42
	C3			342,41	571,26
	C4			340,14	567,62
0	C0	1,1	2,76	346,08	576,08
	C1			352,47	586,31
	C2			351,69	585,07
	C3			346,08	576,08
	C4			341,94	569,45
1	C0	1,1	2,76	292,02	483,94
	C1			300,54	497,59
	C2			299,47	495,87
	C3			292,02	483,94
	C4			286,87	475,70
2	C0	1,1	2,76	269,95	448,64
	C1			279,49	463,91
	C2			278,29	461,98
	C3			269,95	448,64
	C4			264,40	439,75
3	C0	1,1	2,76	222,82	370,30
	C1			232,17	385,26
	C2			231,00	383,40
	C3			222,82	370,30
	C4			217,49	361,77
4	C0	1,1	2,76	160,29	265,86
	C1			168,28	278,65
	C2			167,30	277,08
	C3			160,29	265,86
	C4			155,80	258,68
5	C0	1,1	2,76	121,05	203,08
	C1			126,49	211,78
	C2			125,84	210,75
	C3			121,05	203,08
	C4			118,02	198,23
6	C0	1,1	2,36	19,23	13,92
	C1			19,56	14,18
	C2			19,53	14,16
	C3			19,23	13,92
	C4			19,03	13,76

ANEXO 9.7 – Esforço transversal de cálculo do pilar P7

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	364,00	309,75
	C1			352,69	298,44
	C2			354,21	299,96
	C3			364,00	309,75
	C4			369,87	315,61
Cave	C0	1,1	3,08	334,02	285,22
	C1			323,85	275,05
	C2			325,21	276,41
	C3			334,02	285,22
	C4			339,27	290,48
0	C0	1,1	2,76	381,97	307,89
	C1			374,60	300,52
	C2			375,59	301,51
	C3			381,97	307,89
	C4			385,70	311,62
1	C0	1,1	2,76	334,67	334,67
	C1			331,05	331,05
	C2			331,53	331,53
	C3			334,67	334,67
	C4			336,44	336,44
2	C0	1,1	2,76	306,58	306,58
	C1			305,89	305,89
	C2			305,99	305,99
	C3			306,58	306,58
	C4			306,81	306,81
3	C0	1,1	2,76	277,28	277,28
	C1			278,59	278,59
	C2			278,45	278,45
	C3			277,28	277,28
	C4			276,46	276,46
4	C0	1,1	2,76	220,22	220,22
	C1			222,50	222,50
	C2			222,27	222,27
	C3			220,22	220,22
	C4			218,90	218,90
5	C0	1,1	2,76	166,25	166,25
	C1			168,47	168,47
	C2			168,25	168,25
	C3			166,25	166,25
	C4			164,98	164,98
6	C0	1,1	2,36	30,53	21,82

	C1			31,07	22,25
	C2			31,03	22,22
	C3			30,53	21,82
	C4			30,20	21,56

ANEXO 9.8 – Esforço transversal de cálculo do pilar P8

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	112,32	112,32
	C1			112,32	112,32
	C2			112,32	112,32
	C3			112,32	112,32
	C4			112,32	112,32
Cave	C0	1,1	3,08	75,88	75,88
	C1			75,88	75,88
	C2			75,88	75,88
	C3			75,88	75,88
	C4			75,88	75,88
0	C0	1,1	2,76	136,57	136,57
	C1			131,02	131,02
	C2			131,85	131,85
	C3			136,57	136,57
	C4			139,19	139,19
1	C0	1,1	2,76	147,71	147,71
	C1			145,23	145,23
	C2			145,61	145,61
	C3			147,71	147,71
	C4			148,79	148,79
2	C0	1,1	2,76	136,97	136,97
	C1			136,73	136,73
	C2			136,78	136,78
	C3			136,97	136,97
	C4			136,94	136,94
3	C0	1,1	2,76	133,48	133,48
	C1			134,61	134,61
	C2			134,48	134,48
	C3			133,48	133,48
	C4			132,77	132,77
4	C0	1,1	2,76	100,58	100,58
	C1			102,24	102,24
	C2			102,05	102,05
	C3			100,58	100,58
	C4			99,61	99,61

5	C0	1,1	2,76	76,26	76,26
	C1			77,69	77,69
	C2			77,54	77,54
	C3			76,26	76,26
	C4			75,45	75,45
6	C0	1,1	2,36	34,79	17,39
	C1			35,24	17,62
	C2			35,21	17,61
	C3			34,79	17,39
	C4			34,52	17,26

ANEXO 9.9 – Esforço transversal de cálculo do pilar P9

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	204,39	204,39
	C1			204,39	204,39
	C2			204,39	204,39
	C3			204,39	204,39
	C4			204,39	204,39
Cave	C0	1,1	3,08	183,95	183,95
	C1			183,95	183,95
	C2			183,95	183,95
	C3			183,95	183,95
	C4			183,95	183,95
0	C0	1,1	2,76	227,73	227,73
	C1			222,18	222,18
	C2			223,01	223,01
	C3			227,73	227,73
	C4			230,35	230,35
1	C0	1,1	2,76	194,70	194,70
	C1			192,23	192,23
	C2			192,60	192,60
	C3			194,70	194,70
	C4			195,78	195,78
2	C0	1,1	2,76	198,60	198,60
	C1			198,36	198,36
	C2			198,41	198,41
	C3			198,60	198,60
	C4			198,57	198,57
3	C0	1,1	2,76	176,31	176,31
	C1			177,45	177,45
	C2			177,32	177,32
	C3			176,31	176,31

	C4			175,60	175,60
4	C0	1,1	2,76	137,17	137,17
	C1			138,84	138,84
	C2			138,65	138,65
	C3			137,17	137,17
	C4			136,21	136,21
5	C0	1,1	2,76	103,88	103,88
	C1			105,30	105,30
	C2			105,16	105,16
	C3			103,88	103,88
	C4			103,07	103,07
6	C0	1,1	2,36	51,91	25,95
	C1			52,36	26,18
	C2			52,33	26,17
	C3			51,91	25,95
	C4			51,64	25,82

ANEXO 9.10 – Esforço transversal de cálculo do pilar P10

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	315,48	261,22
	C1			306,34	252,09
	C2			307,59	253,33
	C3			315,48	261,22
	C4			320,29	266,04
Cave	C0	1,1	3,08	330,25	281,46
	C1			324,37	275,57
	C2			325,16	276,37
	C3			331,14	282,34
	C4			333,35	284,56
0	C0	1,1	2,76	378,85	304,77
	C1			375,49	301,41
	C2			375,92	301,84
	C3			378,85	304,77
	C4			380,62	306,54
1	C0	1,1	2,76	332,72	332,72
	C1			330,92	330,92
	C2			331,16	331,16
	C3			332,72	332,72
	C4			333,66	333,66
2	C0	1,1	2,76	306,04	306,04
	C1			305,59	305,59
	C2			305,65	305,65

	C3			306,04	306,04
	C4			306,24	306,24
3	C0	1,1	2,76	278,98	278,98
	C1			279,55	279,55
	C2			279,48	279,48
	C3			278,98	278,98
	C4			278,65	278,65
4	C0	1,1	2,76	225,42	225,42
	C1			226,55	226,55
	C2			226,41	226,41
	C3			225,42	225,42
	C4			224,79	224,79
5	C0	1,1	2,76	176,73	176,73
	C1			177,91	177,91
	C2			177,77	177,77
	C3			176,73	176,73
	C4			176,07	176,07
6	C0	1,1	2,36	107,86	107,86
	C1			109,14	109,14
	C2			109,00	109,00
	C3			107,86	107,86
	C4			107,14	107,14

ANEXO 9.11 – Esforço transversal de cálculo do pilar P11

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	433,89	366,07
	C1			585,38	517,56
	C2			570,14	502,32
	C3			433,89	366,07
	C4			486,05	418,23
Cave	C0	1,1	3,08	396,39	335,39
	C1			498,99	438,00
	C2			481,35	420,35
	C3			396,39	335,39
	C4			480,80	419,81
0	C0	1,1	2,76	308,23	234,15
	C1			392,83	318,75
	C2			381,06	306,98
	C3			308,23	234,15
	C4			375,17	301,09
1	C0	1,1	2,76	220,33	220,33
	C1			308,20	308,20

	C2			298,09	298,09
	C3			220,33	220,33
	C4			279,53	279,53
2	C0	1,1	2,76	183,72	183,72
	C1			257,76	257,76
	C2			250,86	250,86
	C3			183,72	183,72
	C4			212,92	212,92
3	C0	1,1	2,76	166,94	166,94
	C1			218,68	218,68
	C2			214,99	214,99
	C3			166,94	166,94
	C4			166,46	166,46
4	C0	1,1	2,76	130,94	130,94
	C1			164,82	164,82
	C2			163,31	163,31
	C3			130,94	130,94
	C4			114,87	114,87
5	C0	1,1	2,76	106,09	106,09
	C1			126,15	126,15
	C2			125,52	125,52
	C3			106,09	106,09
	C4			93,09	93,09
6	C0	1,1	2,36	74,79	74,79
	C1			83,65	83,65
	C2			83,18	83,18
	C3			74,79	74,79
	C4			81,89	81,89

ANEXO 9.12 – Esforço transversal de cálculo do pilar P12

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,27	655,11	572,35
	C1			751,09	668,34
	C2			741,89	659,14
	C3			655,11	572,35
	C4			573,90	491,15
Cave	C0	1,1	3,08	437,39	376,39
	C1			531,29	470,30
	C2			521,30	460,31
	C3			437,39	376,39
	C4			367,32	306,33
0	C0	1,1	2,76	334,13	260,05

	C1			408,32	334,24
	C2			401,96	327,87
	C3			334,13	260,05
	C4			306,88	232,79
1	C0	1,1	2,76	248,14	248,14
	C1			321,57	321,57
	C2			314,36	314,36
	C3			248,14	248,14
	C4			236,16	236,16
2	C0	1,1	2,76	203,45	203,45
	C1			267,61	267,61
	C2			261,08	261,08
	C3			203,45	203,45
	C4			191,27	191,27
3	C0	1,1	2,76	172,59	172,59
	C1			225,01	225,01
	C2			219,90	219,90
	C3			172,59	172,59
	C4			161,19	161,19
4	C0	1,1	2,76	126,00	126,00
	C1			166,53	166,53
	C2			162,89	162,89
	C3			126,00	126,00
	C4			122,89	122,89
5	C0	1,1	2,76	92,77	92,77
	C1			121,84	121,84
	C2			119,20	119,20
	C3			92,77	92,77
	C4			110,57	110,57
6	C0	1,1	2,36	102,32	102,32
	C1			78,12	78,12
	C2			80,47	80,47
	C3			102,32	102,32
	C4			115,07	115,07

ANEXO 9.13 – Esforço transversal de cálculo do pilar P13

PISO	CENÁRIO	V_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	734,21	659,61
	C1			725,67	651,07
	C2			727,16	652,56
	C3			734,22	659,61
	C4			736,89	662,29

Cave	C0	1,1	3,08	664,06	596,96
	C1			662,62	595,53
	C2			663,06	595,96
	C3			664,06	596,96
	C4			663,23	596,14
0	C0	1,1	2,76	402,24	328,16
	C1			386,33	312,24
	C2			388,87	314,78
	C3			402,24	328,16
	C4			408,72	334,64
1	C0	1,1	2,76	343,86	343,86
	C1			337,64	337,64
	C2			338,74	338,74
	C3			343,86	343,86
	C4			345,60	345,60
2	C0	1,1	2,76	305,93	305,93
	C1			306,93	306,93
	C2			306,96	306,96
	C3			305,93	305,93
	C4			304,26	304,26
3	C0	1,1	2,76	269,92	269,92
	C1			275,43	275,43
	C2			274,78	274,78
	C3			269,92	269,92
	C4			266,26	266,26
4	C0	1,1	2,76	210,17	210,17
	C1			217,72	217,72
	C2			216,57	216,57
	C3			210,17	210,17
	C4			205,84	205,84
5	C0	1,1	2,76	157,61	157,61
	C1			164,40	164,40
	C2			163,54	163,54
	C3			157,61	157,61
	C4			153,78	153,78
6	C0	1,1	2,36	98,07	98,07
	C1			102,45	102,45
	C2			101,92	101,92
	C3			98,07	98,07
	C4			95,64	95,64

ANEXO 9.14 – Esforço transversal de cálculo do pilar P14

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	273,10	273,10
	C1			273,10	273,10
	C2			273,10	273,10
	C3			273,10	273,10
	C4			273,10	273,10
Cave	C0	1,1	3,08	245,88	245,88
	C1			245,88	245,88
	C2			245,88	245,88
	C3			245,88	245,88
	C4			245,88	245,88
0	C0	1,1	2,76	345,25	345,25
	C1			338,04	338,04
	C2			339,09	339,09
	C3			345,25	345,25
	C4			348,69	348,69
1	C0	1,1	2,76	302,84	302,84
	C1			299,85	299,85
	C2			300,29	300,29
	C3			302,84	302,84
	C4			304,11	304,11
2	C0	1,1	2,76	306,76	306,76
	C1			306,96	306,96
	C2			306,96	306,96
	C3			306,76	306,76
	C4			306,42	306,42
3	C0	1,1	2,76	273,44	273,44
	C1			275,71	275,71
	C2			275,46	275,46
	C3			273,44	273,44
	C4			272,04	272,04
4	C0	1,1	2,76	215,63	215,63
	C1			218,83	218,83
	C2			218,47	218,47
	C3			215,63	215,63
	C4			213,78	213,78
5	C0	1,1	2,76	163,77	163,77
	C1			166,95	166,95
	C2			166,64	166,64
	C3			163,77	163,77
	C4			161,94	161,94
6	C0	1,1	2,36	103,96	103,96

	C1			106,22	106,22
	C2			106,03	106,03
	C3			103,96	103,96
	C4			102,66	102,66

ANEXO 9.15 – Esforço transversal de cálculo do pilar P15

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	556,64	864,77
	C1			556,64	864,77
	C2			556,64	864,77
	C3			556,64	864,77
	C4			556,64	864,77
Cave	C0	1,1	3,08	502,67	779,23
	C1			502,67	779,23
	C2			502,67	779,23
	C3			502,67	779,23
	C4			502,67	779,23
0	C0	1,1	2,76	221,34	221,34
	C1			215,23	215,23
	C2			216,13	216,13
	C3			221,34	221,34
	C4			224,31	224,31
1	C0	1,1	2,76	192,27	192,27
	C1			189,39	189,39
	C2			189,82	189,82
	C3			192,27	192,27
	C4			193,60	193,60
2	C0	1,1	2,76	198,36	198,36
	C1			197,76	197,76
	C2			197,86	197,86
	C3			198,36	198,36
	C4			198,54	198,54
3	C0	1,1	2,76	177,68	177,68
	C1			178,53	178,53
	C2			178,43	178,43
	C3			177,68	177,68
	C4			177,14	177,14
4	C0	1,1	2,76	140,38	140,38
	C1			141,84	141,84
	C2			141,66	141,66
	C3			140,38	140,38
	C4			139,54	139,54

5	C0	1,1	2,76	109,66	109,66
	C1			110,95	110,95
	C2			110,81	110,81
	C3			109,66	109,66
	C4			108,93	108,93
6	C0	1,1	2,36	51,65	25,82
	C1			52,20	26,10
	C2			52,15	26,07
	C3			51,65	25,82
	C4			51,33	25,67

ANEXO 9.16 – Esforço transversal de cálculo do pilar P16

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
0	C0	1,1	2,76	198,61	198,61
	C1			198,55	198,55
	C2			198,56	198,56
	C3			198,61	198,61
	C4			198,58	198,58
1	C0	1,1	2,76	177,40	177,40
	C1			178,12	178,12
	C2			178,05	178,05
	C3			177,40	177,40
	C4			176,94	176,94
2	C0	1,1	2,76	142,32	142,32
	C1			143,70	143,70
	C2			143,55	143,55
	C3			142,32	142,32
	C4			141,51	141,51
3	C0	1,1	2,76	116,47	116,47
	C1			118,19	118,19
	C2			118,01	118,01
	C3			116,47	116,47
	C4			115,48	115,48
4	C0	1,1	2,76	100,80	100,80
	C1			102,51	102,51
	C2			102,33	102,33
	C3			100,80	100,80
	C4			99,83	99,83
5	C0	1,1	2,76	40,12	40,12
	C1			41,41	41,41
	C2			41,28	41,28
	C3			40,12	40,12

	C4			39,38	39,38
6	C0	1,1	2,36	44,81	44,81
	C1			46,34	46,34
	C2			46,19	46,19
	C3			44,81	44,81
	C4			43,95	43,95

ANEXO 9.17 – Esforço transverso de cálculo do pilar P17

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	104,91	109,14
	C1			104,91	109,14
	C2			104,91	109,14
	C3			104,91	109,14
	C4			104,91	109,14
Cave	C0	1,1	3,08	94,47	98,26
	C1			94,47	98,26
	C2			94,47	98,26
	C3			94,47	98,26
	C4			94,47	98,26
0	C0	1,1	2,76	137,13	138,19
	C1			143,47	143,73
	C2			142,87	143,20
	C3			137,13	138,19
	C4			131,80	133,52
1	C0	1,1	2,76	113,89	110,80
	C1			121,31	117,29
	C2			120,49	116,57
	C3			113,89	110,80
	C4			108,53	106,11
2	C0	1,1	2,76	108,31	105,92
	C1			116,00	112,64
	C2			115,10	111,86
	C3			108,31	105,92
	C4			103,27	101,51
3	C0	1,1	2,76	87,03	87,91
	C1			94,07	94,06
	C2			93,25	93,35
	C3			87,03	87,91
	C4			82,70	84,12
4	C0	1,1	2,76	64,52	62,72
	C1			70,10	67,60
	C2			69,46	67,05

	C3			64,52	62,72
	C4			61,24	59,85
5	C0	1,1	2,76	54,91	54,31
	C1			58,44	57,40
	C2			58,06	57,07
	C3			54,91	54,31
	C4			52,89	52,54
6	C0	1,1	2,36	41,52	35,05
	C1			42,90	36,30
	C2			42,77	36,18
	C3			41,52	35,05
	C4			40,73	34,34

ANEXO 9.18 – Esforço transversal de cálculo do pilar P18

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	385,19	642,32
	C1			385,17	642,29
	C2			385,22	642,37
	C3			385,19	642,32
	C4			384,86	641,79
Cave	C0	1,1	3,08	344,01	573,82
	C1			345,53	576,26
	C2			345,37	575,99
	C3			344,01	573,82
	C4			342,90	572,04
0	C0	1,1	2,76	346,41	576,61
	C1			350,40	583,01
	C2			349,91	582,22
	C3			346,41	576,61
	C4			343,99	572,75
1	C0	1,1	2,76	292,53	484,76
	C1			298,06	493,61
	C2			297,36	492,50
	C3			292,53	484,76
	C4			289,30	479,60
2	C0	1,1	2,76	270,66	449,77
	C1			277,26	460,33
	C2			276,43	459,01
	C3			270,66	449,77
	C4			266,89	443,74
3	C0	1,1	2,76	223,94	372,09
	C1			231,11	383,56

	C2			230,22	382,15
	C3			223,94	372,09
	C4			219,88	365,61
4	C0	1,1	2,76	162,19	268,91
	C1			169,43	280,48
	C2			168,54	279,07
	C3			162,19	268,91
	C4			158,14	262,42
5	C0	1,1	2,76	124,50	208,61
	C1			131,41	219,66
	C2			130,58	218,32
	C3			124,50	208,61
	C4			120,65	202,44
6	C0	1,1	2,36	87,88	151,59
	C1			95,66	164,05
	C2			94,70	162,51
	C3			87,88	151,59
	C4			83,57	144,70

ANEXO 9.19 – Esforço transversal de cálculo do pilar P19

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	384,96	641,97
	C1			385,22	642,37
	C2			385,20	642,34
	C3			384,96	641,97
	C4			384,74	641,61
Cave	C0	1,1	3,08	342,70	571,73
	C1			343,70	573,32
	C2			343,59	573,15
	C3			342,70	571,73
	C4			342,08	570,74
0	C0	1,1	2,76	343,14	571,38
	C1			345,73	575,52
	C2			345,42	575,04
	C3			343,14	571,38
	C4			341,63	568,97
1	C0	1,1	2,76	288,30	477,99
	C1			292,16	484,17
	C2			291,67	483,40
	C3			288,30	477,99
	C4			286,11	474,49
2	C0	1,1	2,76	265,82	442,04

	C1			270,68	449,81
	C2			270,06	448,81
	C3			265,82	442,04
	C4			263,10	437,68
3	C0	1,1	2,76	218,78	363,84
	C1			224,30	372,67
	C2			223,58	371,52
	C3			218,78	363,84
	C4			215,71	358,93
4	C0	1,1	2,76	156,96	260,54
	C1			162,72	269,74
	C2			161,96	268,53
	C3			156,96	260,54
	C4			153,79	255,46
5	C0	1,1	2,76	119,45	200,53
	C1			124,98	209,37
	C2			124,26	208,22
	C3			119,45	200,53
	C4			116,42	195,66
6	C0	1,1	2,36	91,30	157,07
	C1			96,23	164,96
	C2			95,59	163,94
	C3			91,30	157,07
	C4			88,60	152,76

ANEXO 9.20 – Esforço transversal de cálculo do pilar P20

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	104,91	109,14
	C1			104,91	109,14
	C2			104,91	109,14
	C3			104,91	109,14
	C4			104,91	109,14
Cave	C0	1,1	3,08	94,47	98,26
	C1			94,47	98,26
	C2			94,47	98,26
	C3			94,47	98,26
	C4			94,47	98,26
0	C0	1,1	2,76	132,07	133,75
	C1			142,09	142,53
	C2			141,11	141,66
	C3			132,07	133,75
	C4			123,82	126,54

1	C0	1,1	2,76	108,38	105,98
	C1			119,12	115,37
	C2			117,93	114,34
	C3			108,38	105,98
	C4			100,61	99,18
2	C0	1,1	2,76	102,82	101,11
	C1			113,28	110,26
	C2			112,08	109,22
	C3			102,82	101,11
	C4			95,87	95,03
3	C0	1,1	2,76	82,15	83,64
	C1			91,29	91,64
	C2			90,26	90,73
	C3			82,15	83,64
	C4			76,43	78,64
4	C0	1,1	2,76	60,82	59,48
	C1			67,83	65,62
	C2			67,06	64,95
	C3			60,82	59,48
	C4			56,62	55,81
5	C0	1,1	2,76	52,82	52,48
	C1			57,24	56,35
	C2			56,80	55,97
	C3			52,82	52,48
	C4			50,24	50,23
6	C0	1,1	2,36	40,14	20,97
	C1			42,04	22,16
	C2			41,90	22,06
	C3			40,14	20,97
	C4			39,03	20,27

ANEXO 9.21 – Esforço transverso de cálculo do pilar P21

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	85,93	85,93
	C1			86,08	86,08
	C2			86,06	86,06
	C3			85,93	85,93
	C4			85,84	85,84
Cave	C0	1,1	3,08	69,92	69,92
	C1			70,09	70,09
	C2			70,07	70,07
	C3			69,92	69,92

	C4			69,83	69,83
--	----	--	--	-------	-------

ANEXO 9.22 – Esforço transversal de cálculo do pilar P22

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	720,05	1173,51
	C1			1119,27	1463,85
	C2			1070,98	1428,74
	C3			720,05	1173,51
	C4			627,55	1106,24
Cave	C0	1,1	3,08	619,91	1035,27
	C1			850,96	1203,31
	C2			790,06	1159,02
	C3			619,91	1035,27
	C4			867,57	1215,39

ANEXO 9.23 – Esforço transversal de cálculo do pilar P23

PISO	CENÁRIO	γ_{Rd}	l_{cl} (m)	$V_{ed,x}$ (kN)	$V_{ed,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	1,1	2,77	31,09	21,07
	C1			32,12	21,71
	C2			31,98	21,62
	C3			31,09	21,07
	C4			30,53	20,72

ANEXO 10 – COMPARAÇÃO DO ESFORÇO TRANSVERSO RESISTENTE COM O ESFORÇO TRANSVERSO DE CÁLCULO

ANEXO 10.1 – ESFORÇO TRANSVERSO RESISTENTE EQUILIBRADO PELA ARMADURA DE ESFORÇO TRANSVERSO

ANEXO 10.1 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso do pilar P1

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
0	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

4	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.2 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P2

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm ² /m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11

	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,180	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.3 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P3

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81

1	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,180	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.4 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P4

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81

	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,180	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.5 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso do pilar P5

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11

	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,200	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.6 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P6

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11

	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,180	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.7 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P7

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11

	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,200	45	23,60
	C1	3,77			23,60
	C2	3,77			23,60
	C3	3,77			23,60
	C4	3,77			23,60

ANEXO 10.8 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P8

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
0	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07

1	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.9 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P9

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07

	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
0	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,315	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.10 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso do pilar P10

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,450	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11

	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,450	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.11 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P11

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,495	45	86,54
	C1	5,03			86,54
	C2	5,03			86,54
	C3	5,03			86,54
	C4	5,03			86,54
Cave	C0	5,03	0,495	45	86,54
	C1	5,03			86,54
	C2	5,03			86,54
	C3	5,03			86,54
	C4	5,03			86,54
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11

	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.12 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P12

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,55	45	86,54
	C1	5,03			86,54
	C2	5,03			86,54
	C3	5,03			86,54
	C4	5,03			86,54
Cave	C0	5,03	0,55	45	86,54
	C1	5,03			86,54
	C2	5,03			86,54
	C3	5,03			86,54
	C4	5,03			86,54
0	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11

	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.13 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P13

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,54	45	94,41
	C1	5,03			94,41
	C2	5,03			94,41
	C3	5,03			94,41
	C4	5,03			94,41
Cave	C0	5,03	0,54	45	94,41
	C1	5,03			94,41
	C2	5,03			94,41
	C3	5,03			94,41
	C4	5,03			94,41
0	C0	5,03	0,41	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,41	45	70,81

	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,41	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,41	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,41	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,41	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,41	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.14 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P14

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81

	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,45	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,45	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.15 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P15

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	15,71	0,95	45	516,31
	C1	15,71			516,31
	C2	15,71			516,31
	C3	15,71			516,31
	C4	15,71			516,31
Cave	C0	15,71	0,95	45	516,31
	C1	15,71			516,31
	C2	15,71			516,31
	C3	15,71			516,31
	C4	15,71			516,31
0	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31

	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.16 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P16

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
0	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,32	45	41,31

	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.17 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P17

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm ² /m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
0	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,32	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31

	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,32	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.18 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P18

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11

	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.19 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P19

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
Cave	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
0	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81
	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
1	C0	5,03	0,405	45	70,81
	C1	5,03			70,81
	C2	5,03			70,81

	C3	5,03			70,81
	C4	5,03			70,81
2	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
3	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
4	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
5	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11
6	C0	3,77	0,405	45	53,11
	C1	3,77			53,11
	C2	3,77			53,11
	C3	3,77			53,11
	C4	3,77			53,11

ANEXO 10.20 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P20

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,35	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,35	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
0	C0	5,03	0,35	45	55,07

	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
1	C0	5,03	0,35	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
2	C0	3,77	0,35	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
3	C0	3,77	0,35	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
4	C0	3,77	0,35	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
5	C0	3,77	0,35	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31
6	C0	3,77	0,35	45	41,31
	C1	3,77			41,31
	C2	3,77			41,31
	C3	3,77			41,31
	C4	3,77			41,31

ANEXO 10.21 – Esforço transversal equilibrado pela armadura de esforço transversal do pilar P21

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ ($^\circ$)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07

	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07
Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07

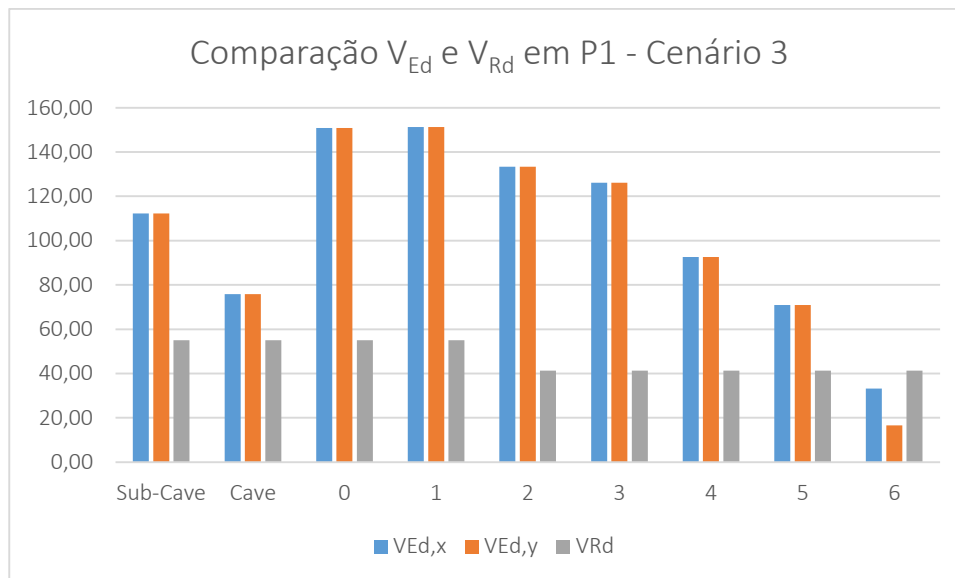
ANEXO 10.22 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso do pilar P22

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	15,71	0,945	45	516,31
	C1	15,71			516,31
	C2	15,71			516,31
	C3	15,71			516,31
	C4	15,71			516,31
Cave	C0	15,71	0,945	45	516,31
	C1	15,71			516,31
	C2	15,71			516,31
	C3	15,71			516,31
	C4	15,71			516,31

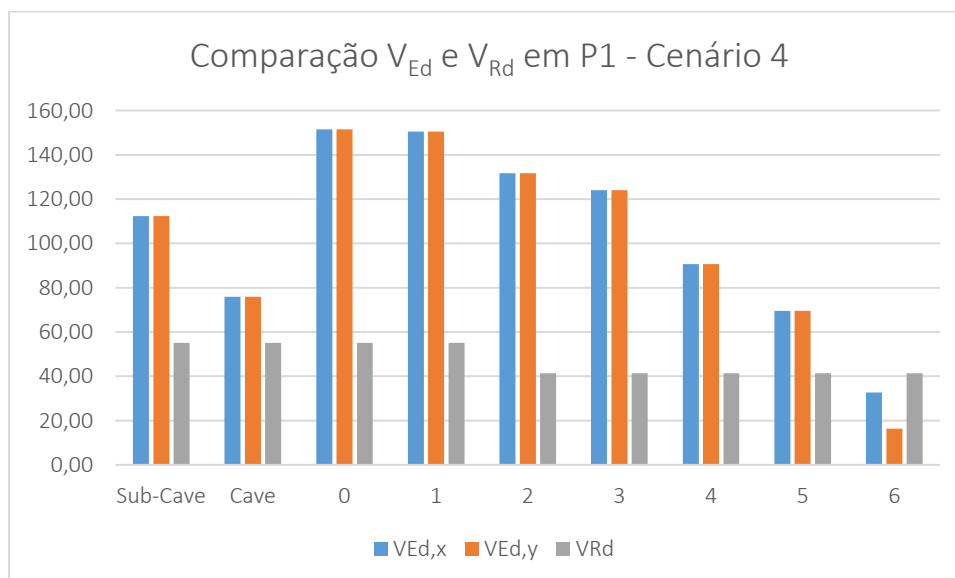
ANEXO 10.23 – Esforço transverso equilibrado pela armadura de esforço transverso do pilar P23

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s (cm^2/m)	z (m)	θ (°)	$V_{Rd,s}$ (kN)
Sub-Cave	C0	5,03	0,315	45	55,07
	C1	5,03			55,07
	C2	5,03			55,07
	C3	5,03			55,07
	C4	5,03			55,07

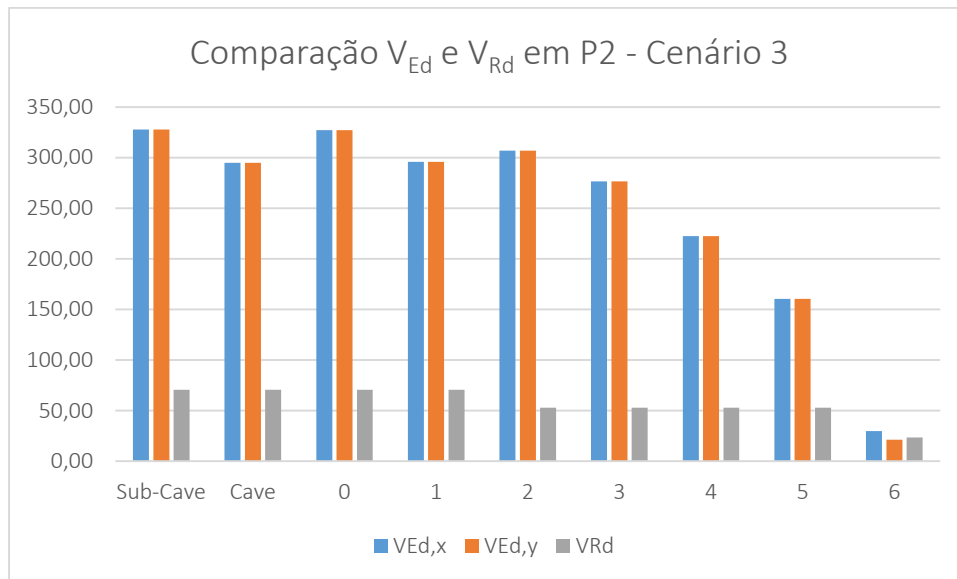
ANEXO 10.2 – GRÁFICOS INTERPRETATIVOS DO ESFORÇO TRANSVERSO RESISTENTE E DO ESFORÇO TRANSVERSO DE CÁLCULO



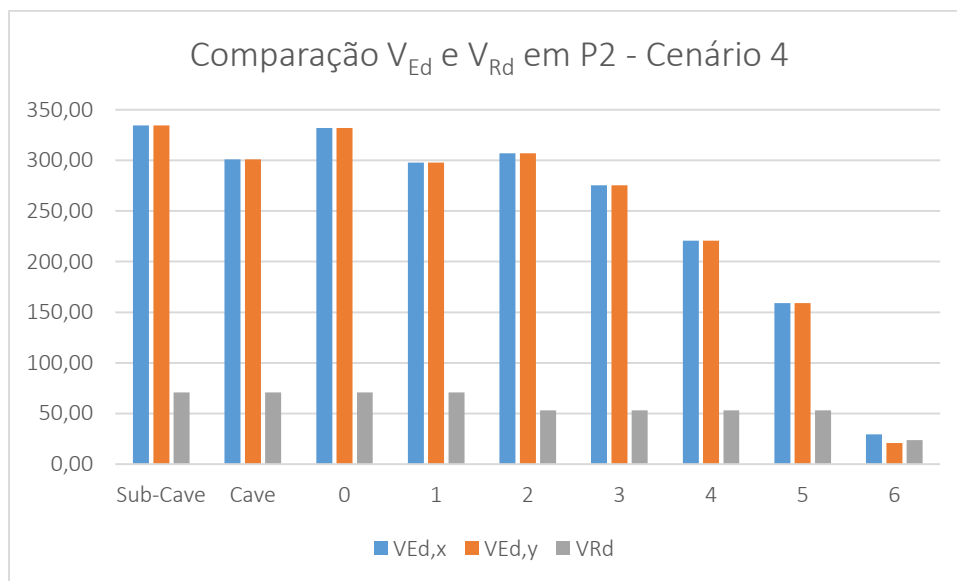
ANEXO 10.24 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P1 – Cenário 3



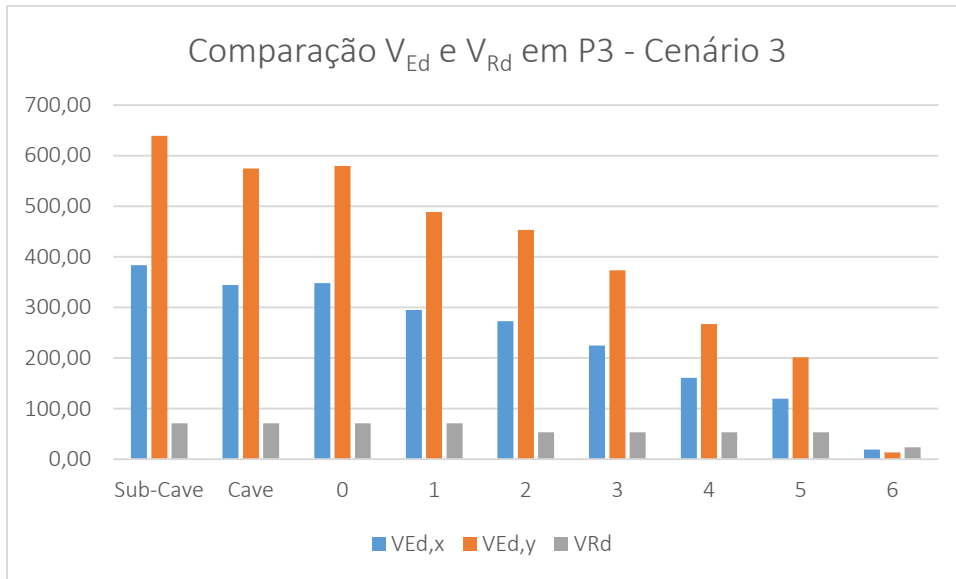
ANEXO 10.25 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P1 – Cenário 4



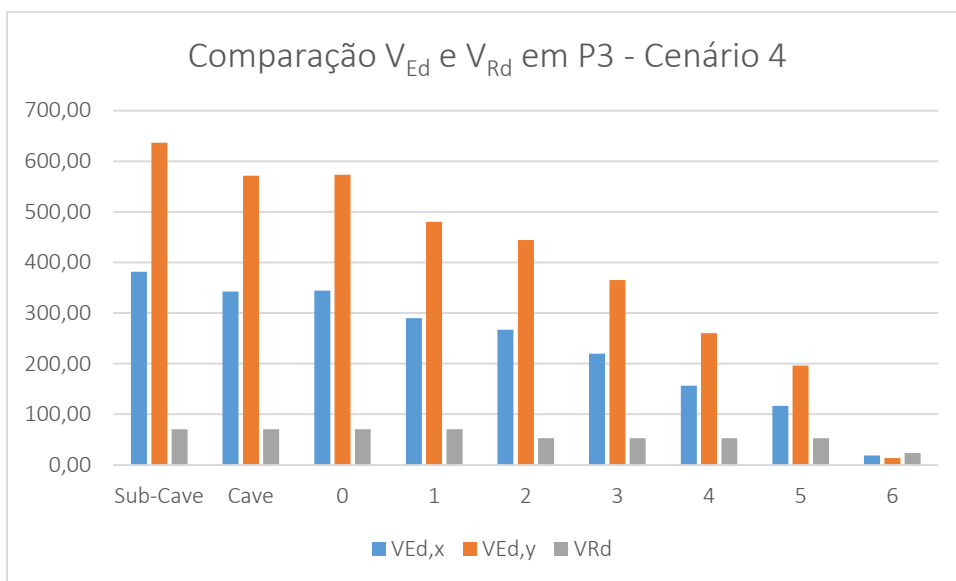
ANEXO 10.26 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 3



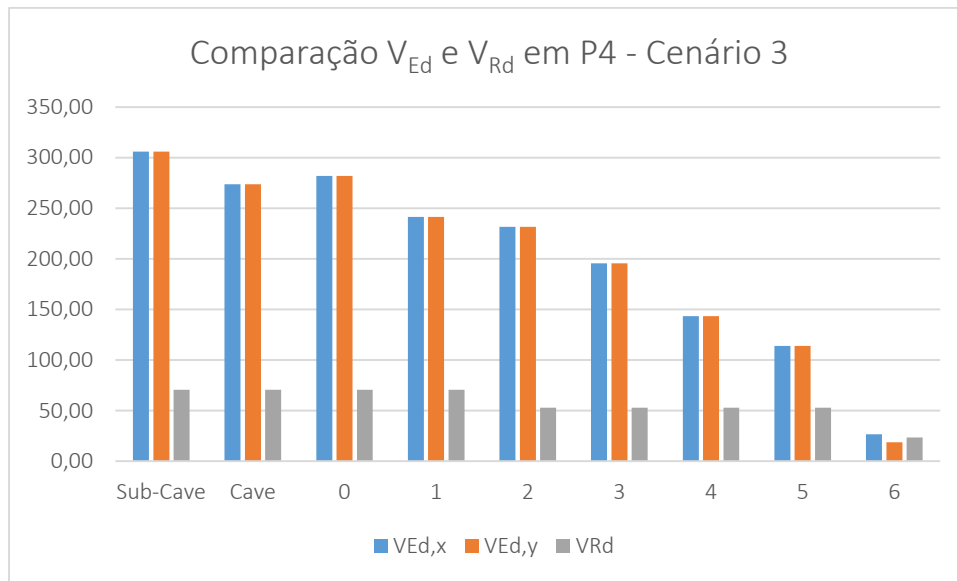
ANEXO 10.27 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P2 – Cenário 4



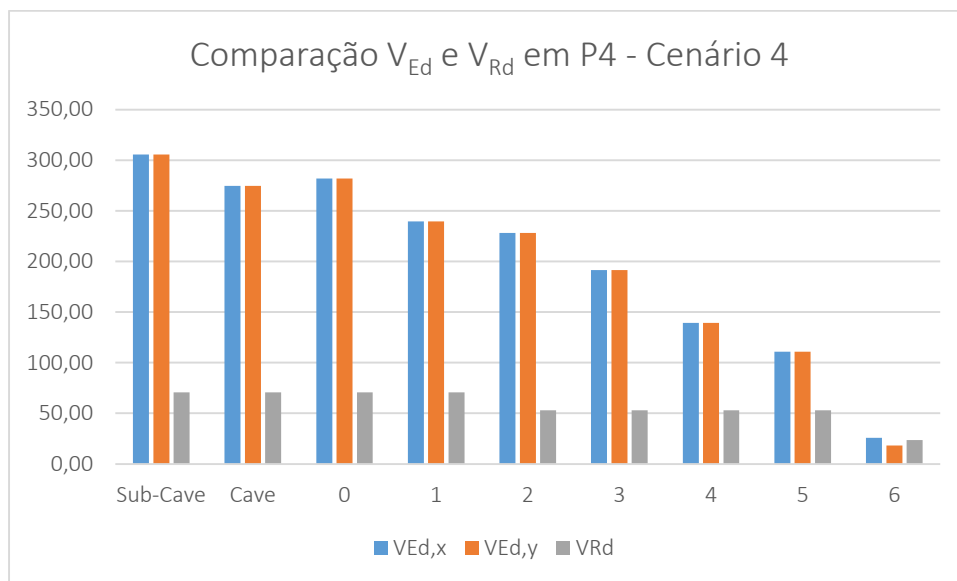
ANEXO 10.28 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P3 – Cenário 3



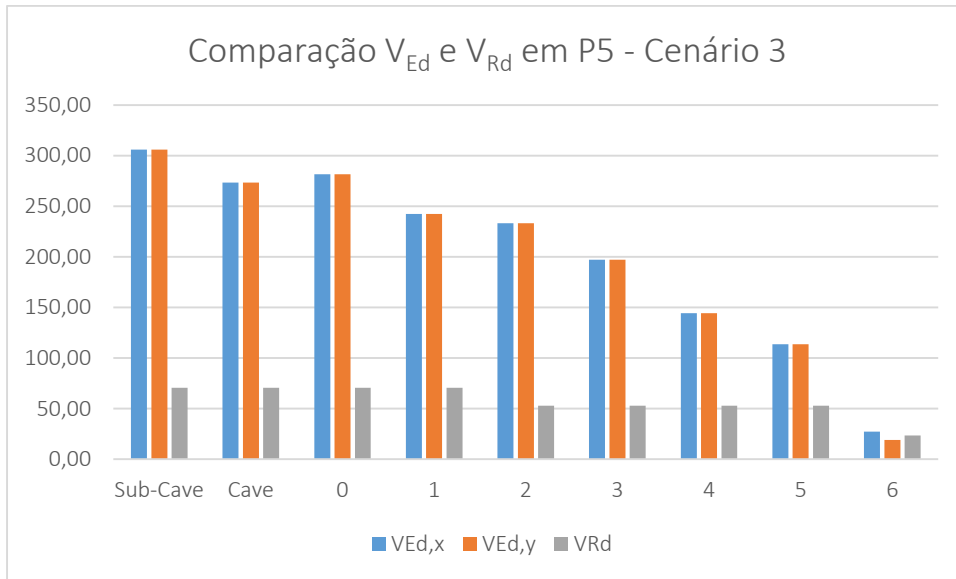
ANEXO 10.29 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P3 – Cenário 4



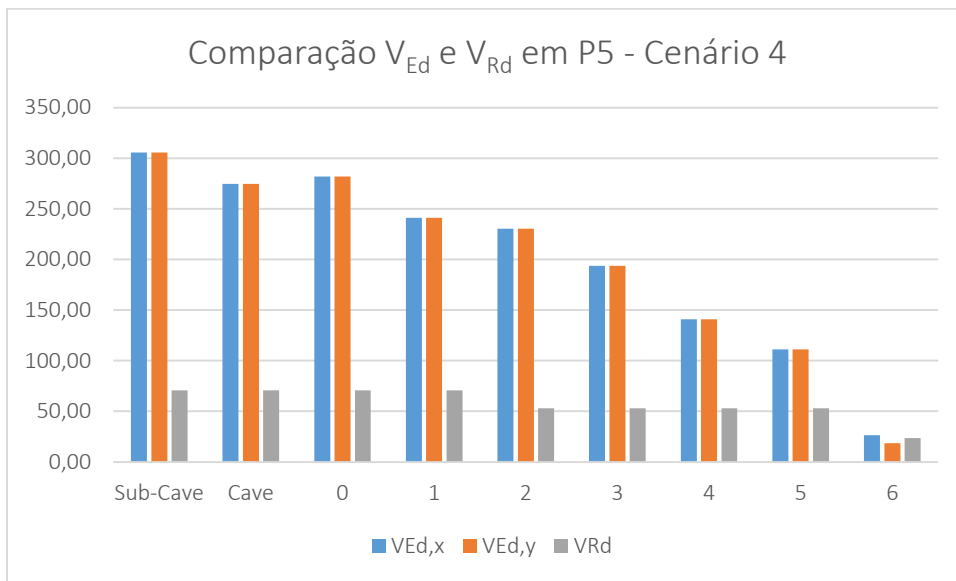
ANEXO 10.30 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P4 – Cenário 3



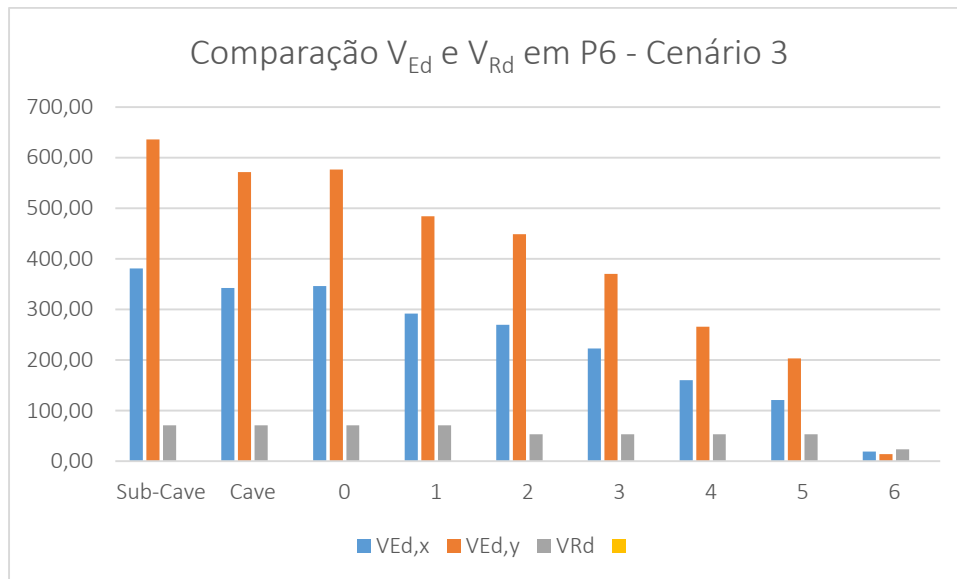
ANEXO 10.31 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P4 – Cenário 4



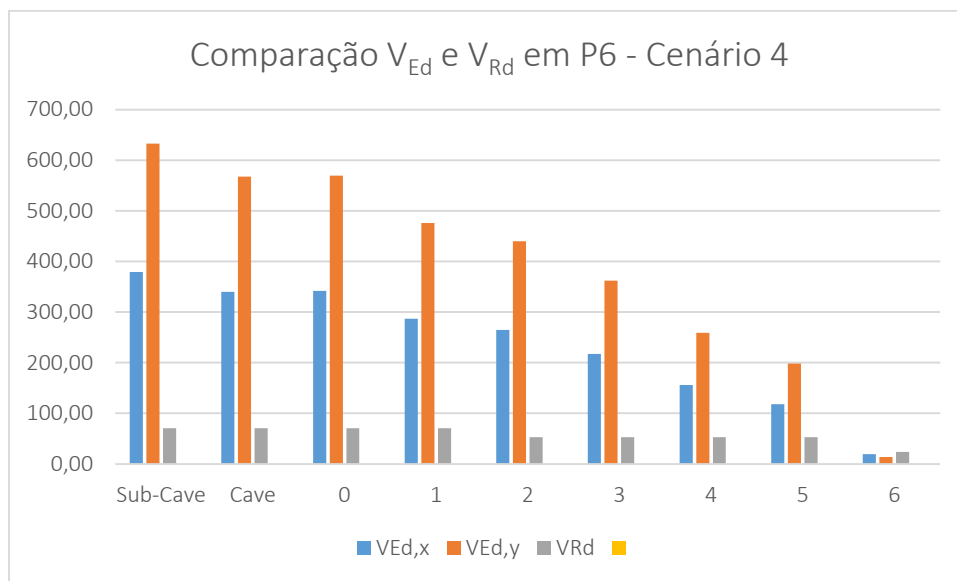
ANEXO 10.32 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P5 – Cenário 3



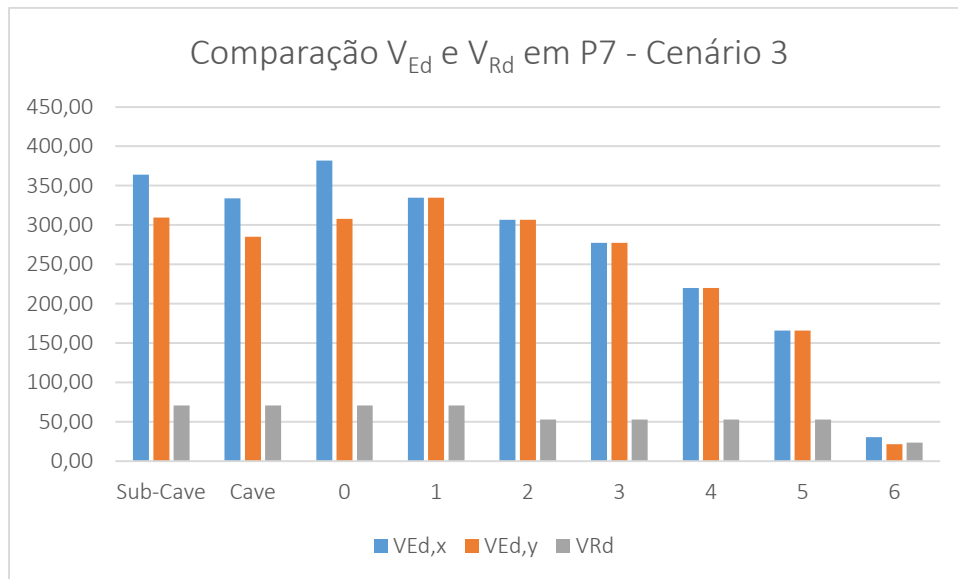
ANEXO 10.33 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P5 – Cenário 4



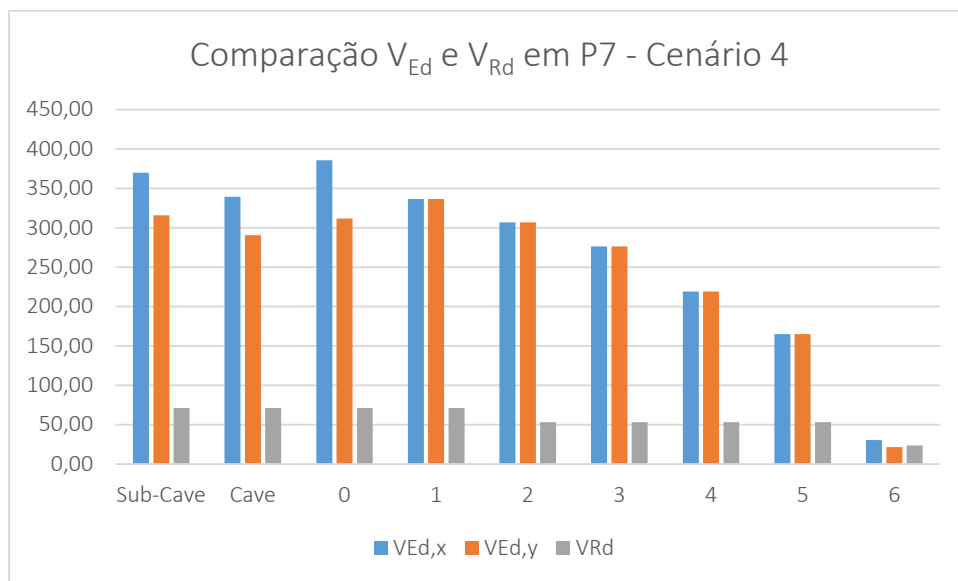
ANEXO 10.34 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P6 – Cenário 3



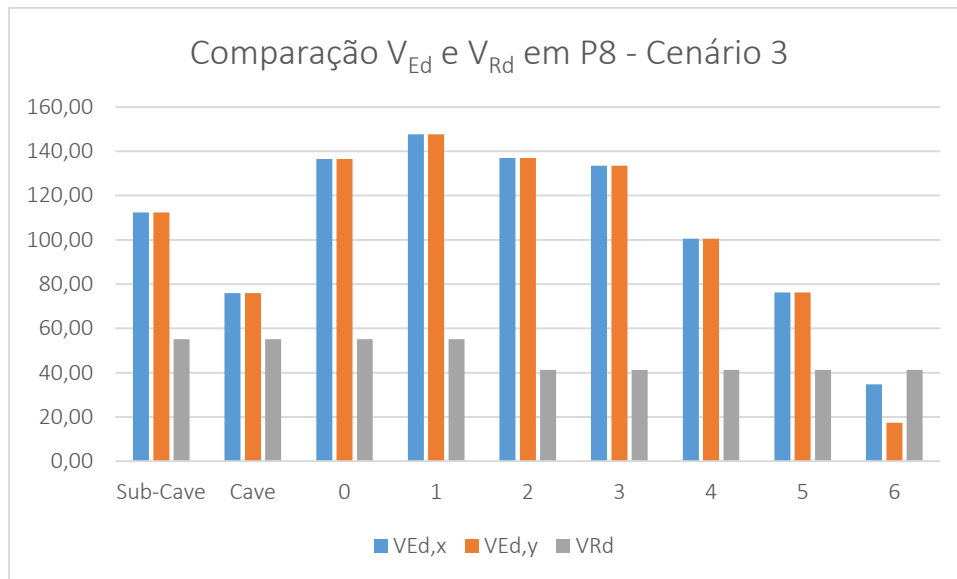
ANEXO 10.35 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P6 – Cenário 4



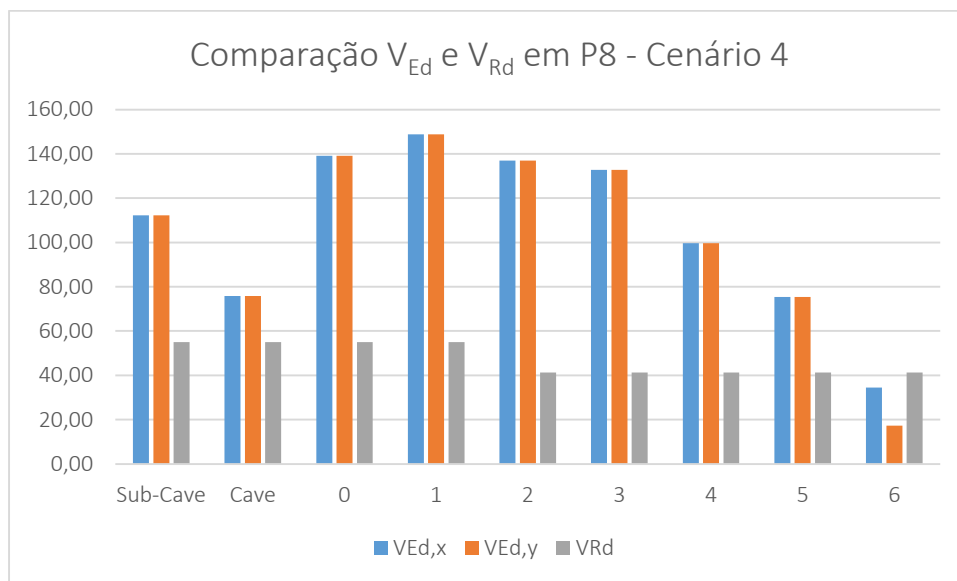
ANEXO 10.36 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P7 – Cenário 3



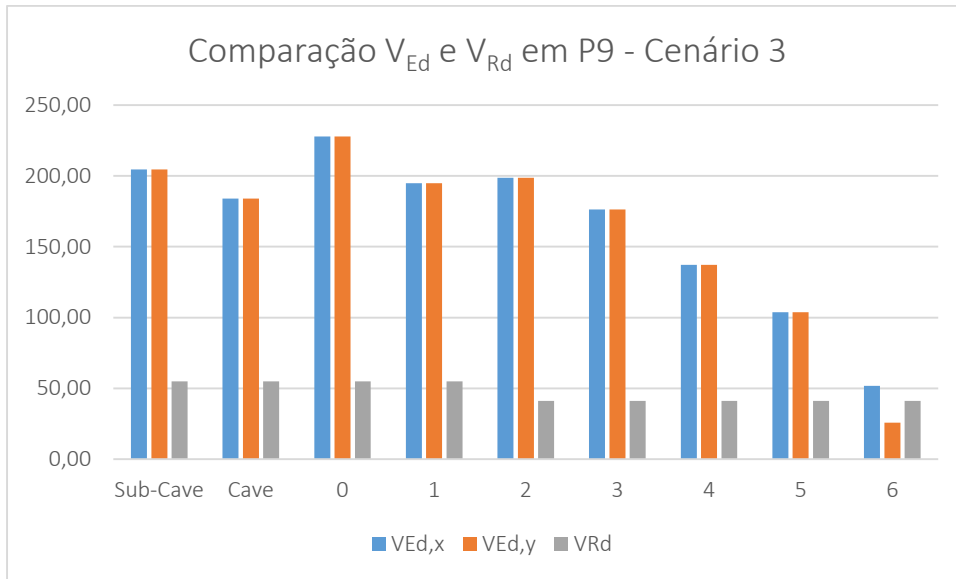
ANEXO 10.37 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P7 – Cenário 4



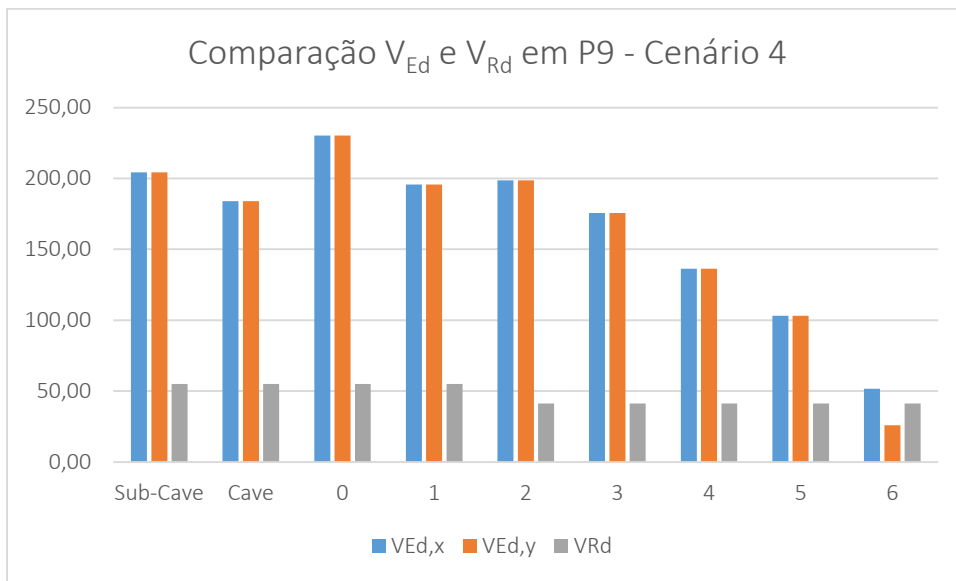
ANEXO 10.38 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P8 – Cenário 3



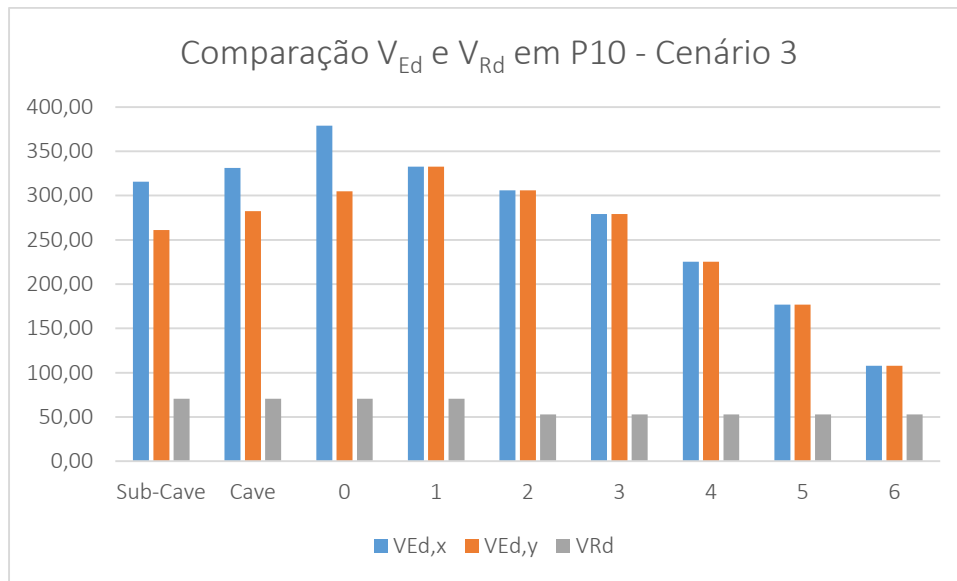
ANEXO 10.39 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P8 – Cenário 4



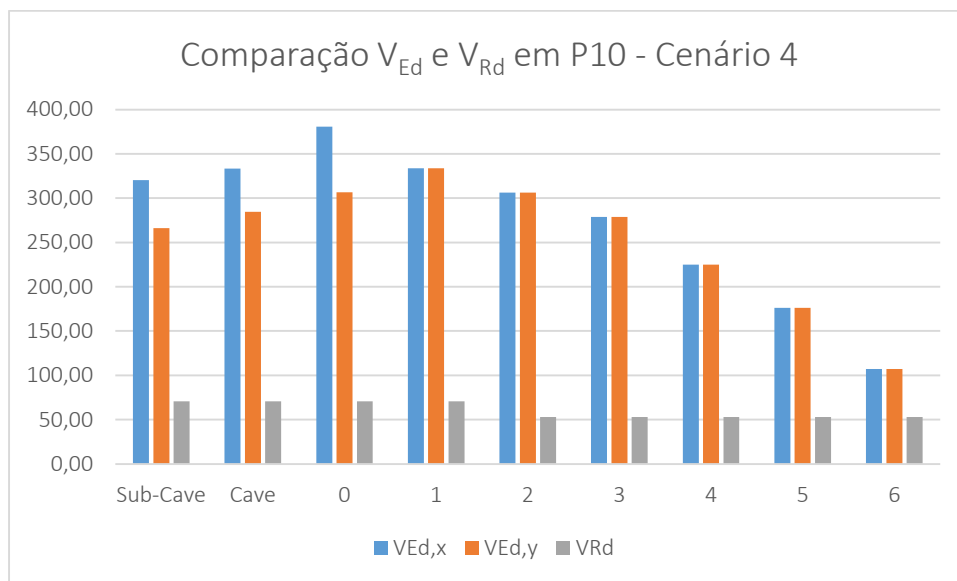
ANEXO 10.40 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P9 – Cenário 3



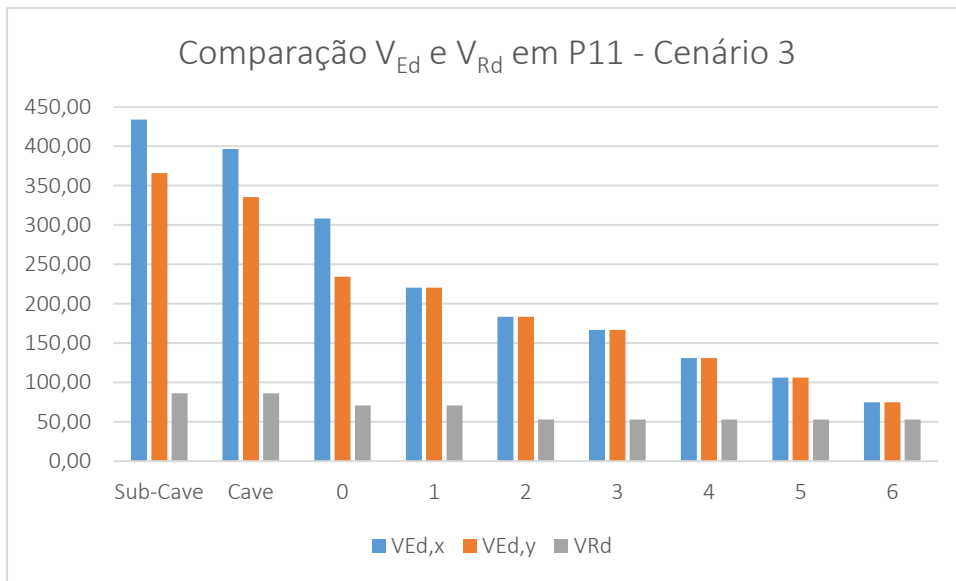
ANEXO 10.41 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P9 – Cenário 4



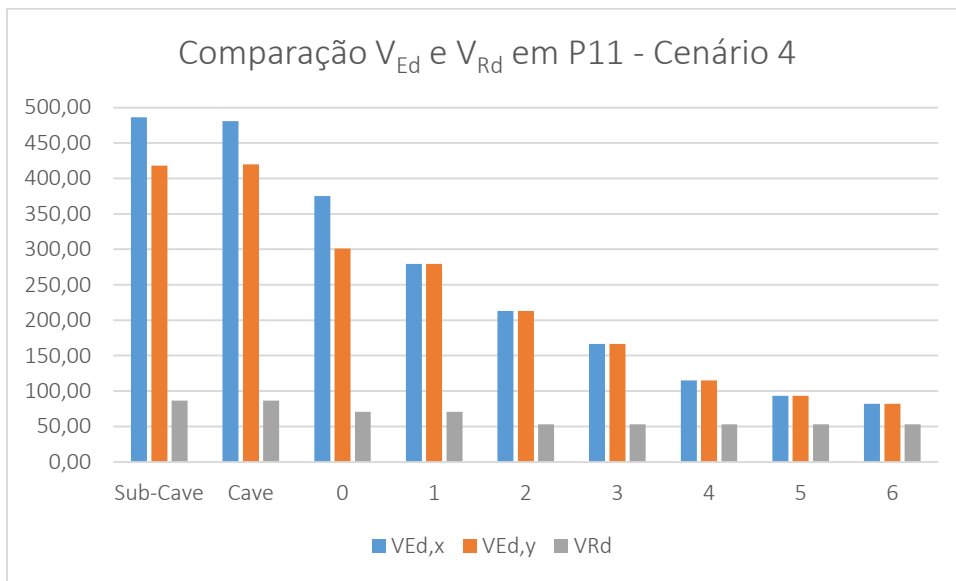
ANEXO 10.42 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P10 – Cenário 3



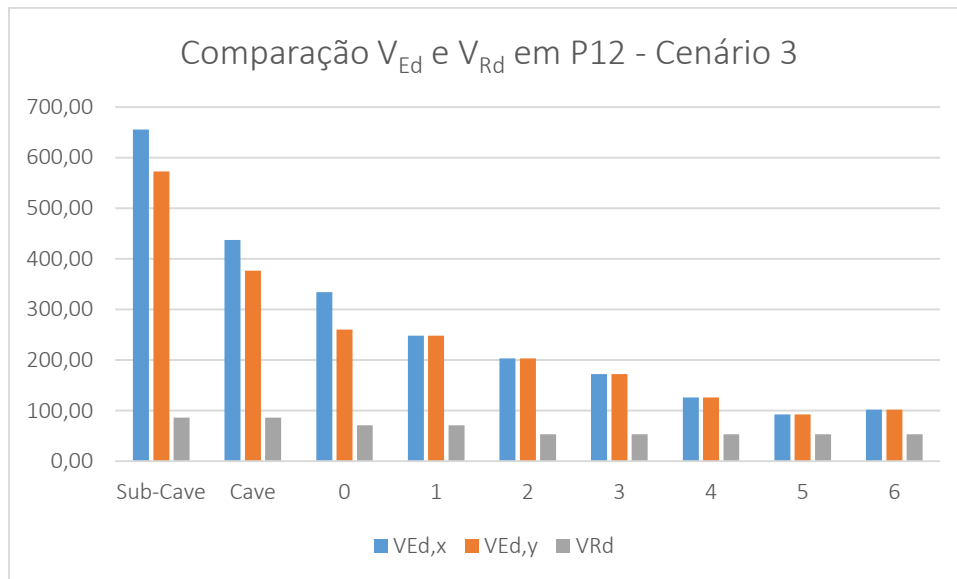
ANEXO 10.43 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P10 – Cenário 4



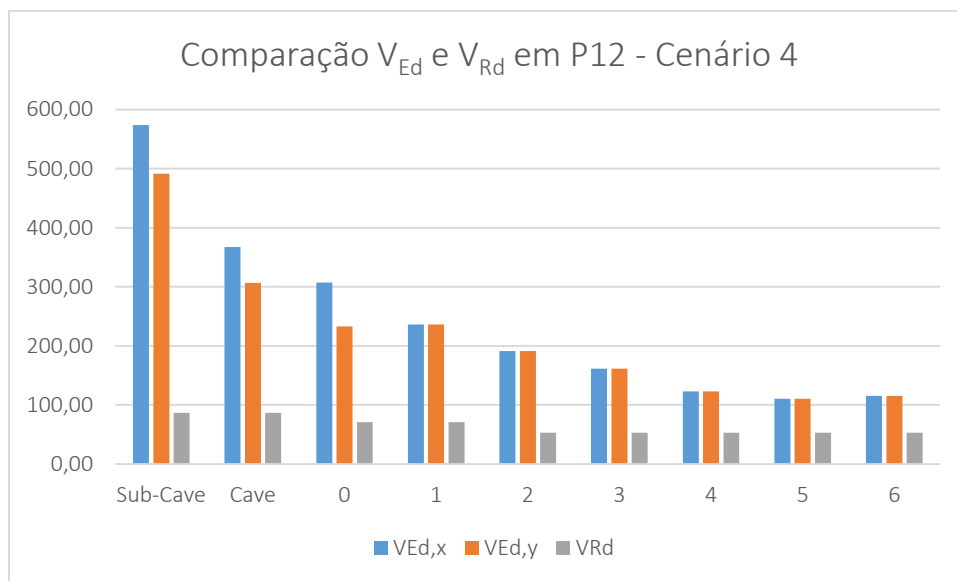
ANEXO 10.44 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P11 – Cenário 3



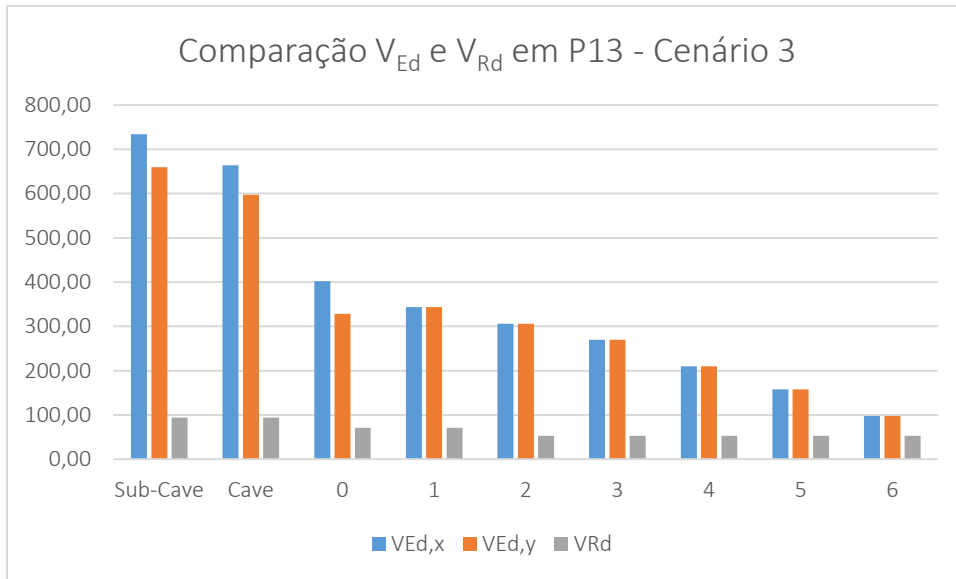
ANEXO 10.45 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P11 – Cenário 4



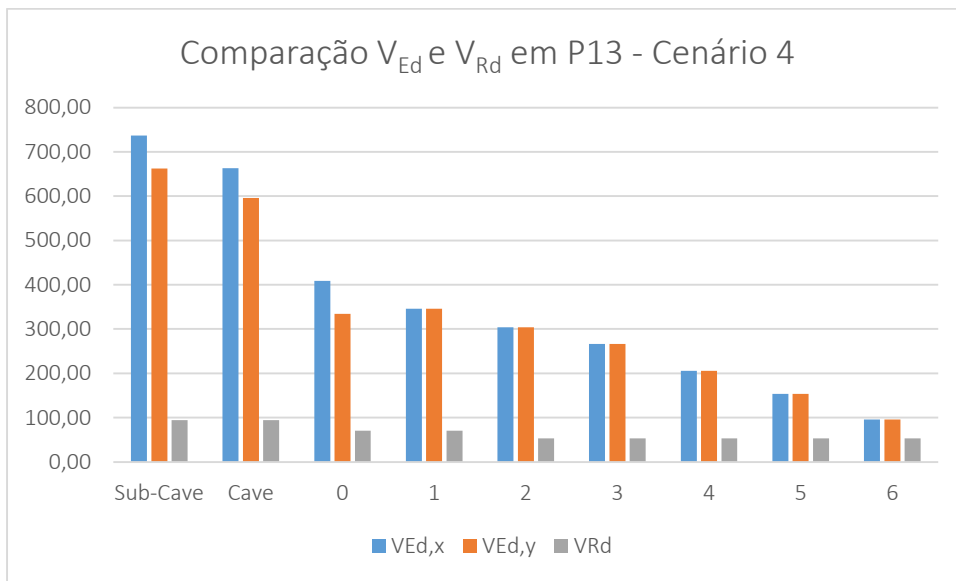
ANEXO 10.46 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P12 – Cenário 3



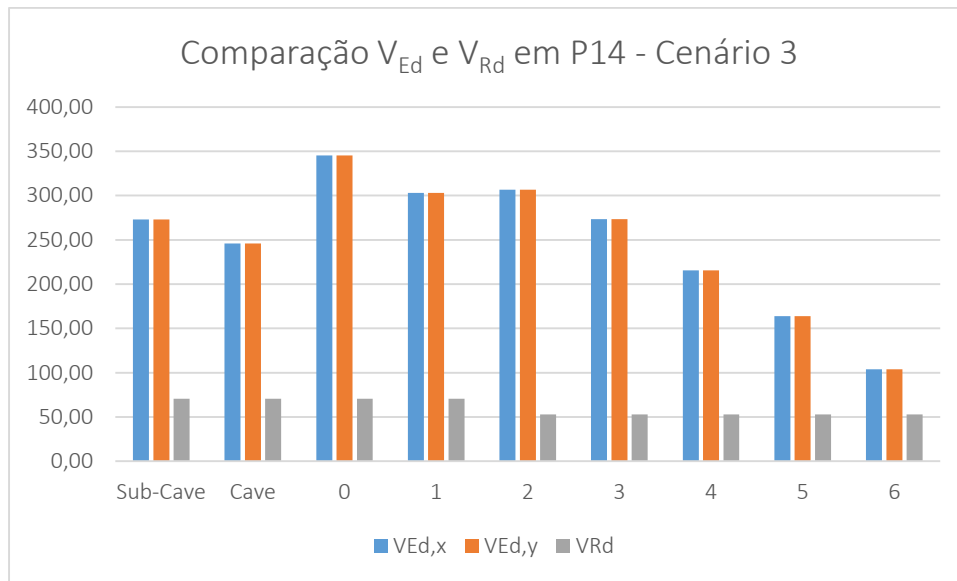
ANEXO 10.47 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P12 – Cenário 4



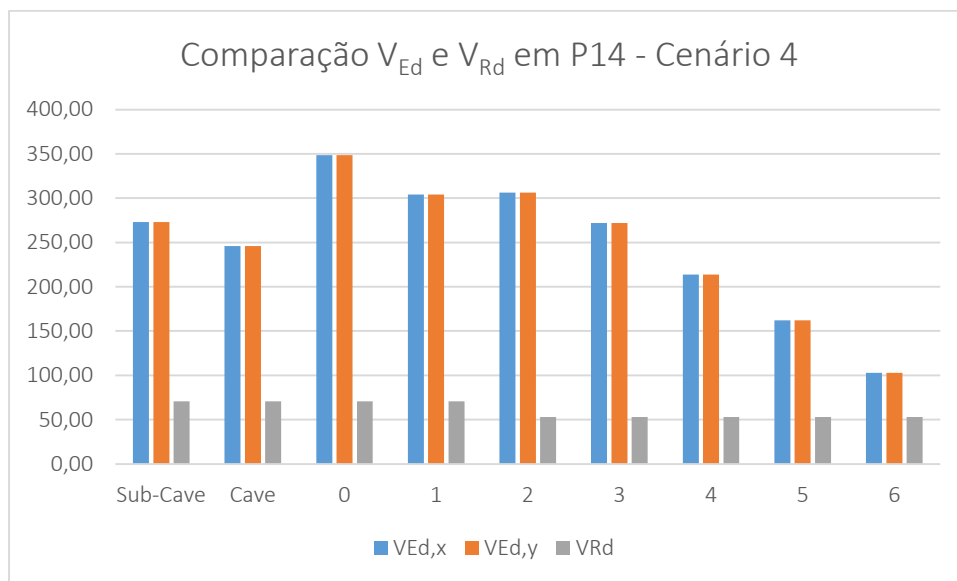
ANEXO 10.48 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P13 – Cenário 3



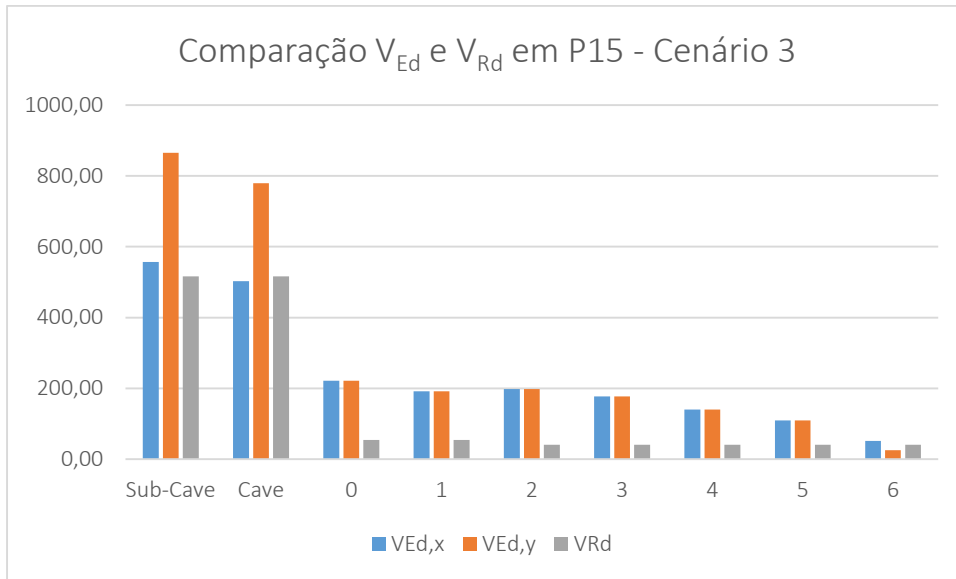
ANEXO 10.49 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P13 – Cenário 4



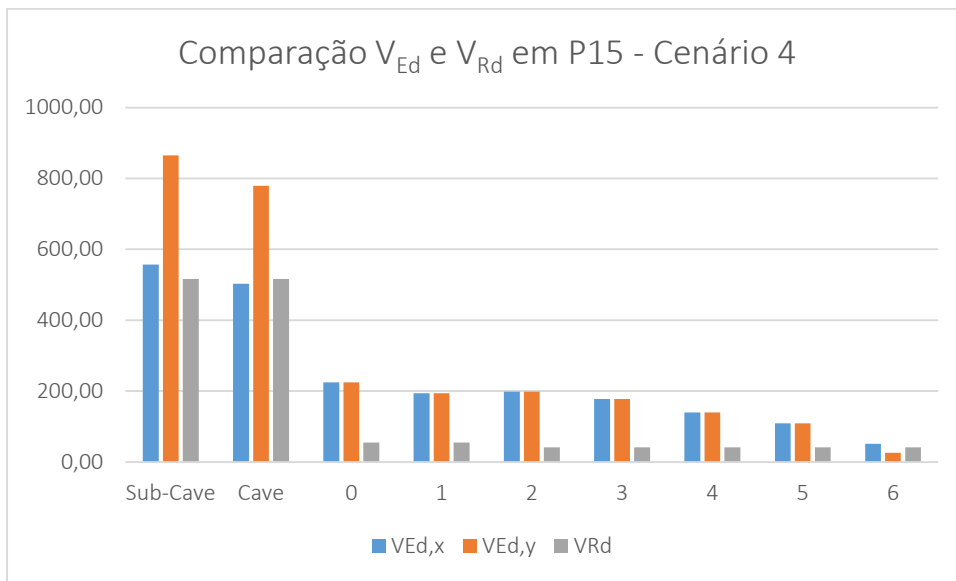
ANEXO 10.50 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P14 – Cenário 3



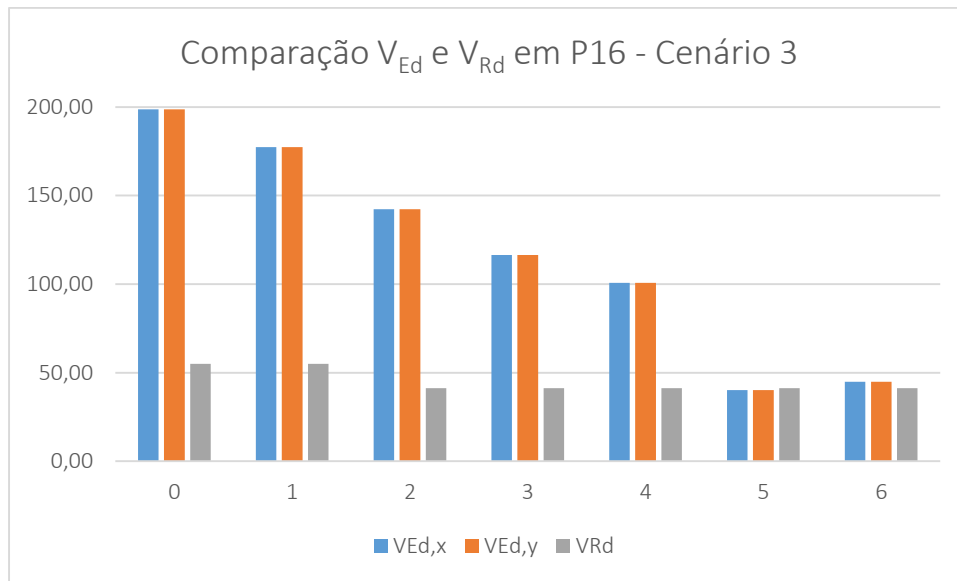
ANEXO 10.51 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P14 – Cenário 4



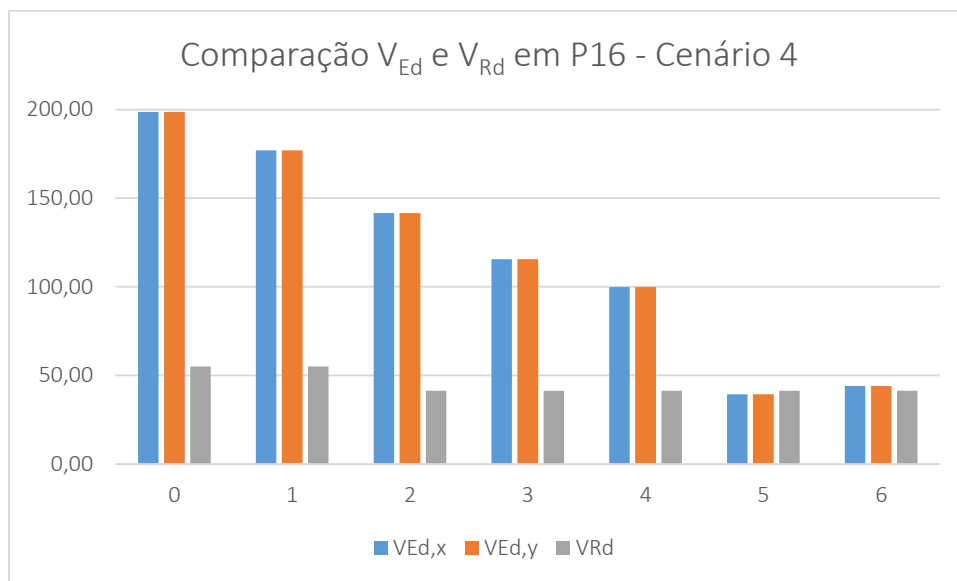
ANEXO 10.52 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P15 – Cenário 3



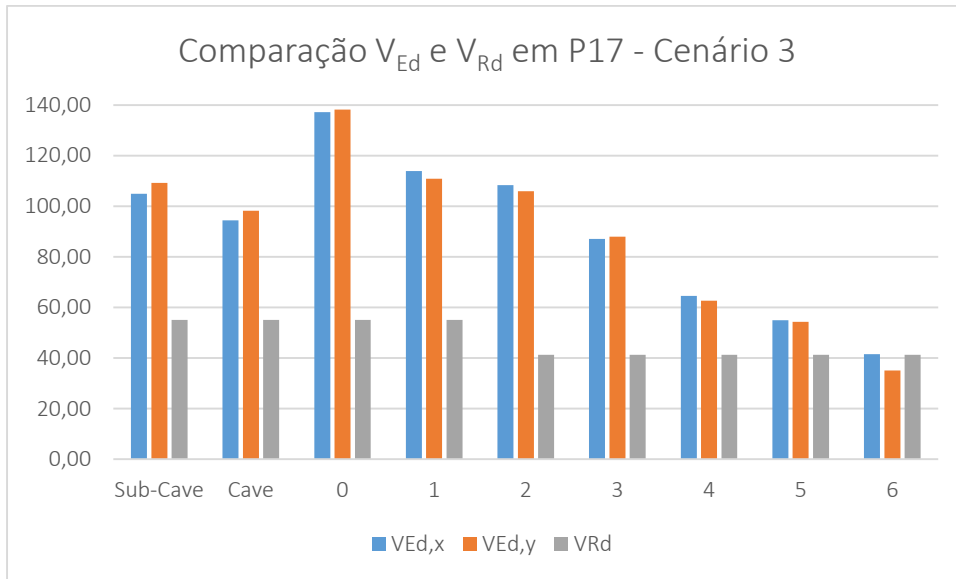
ANEXO 10.53 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P15 – Cenário 4



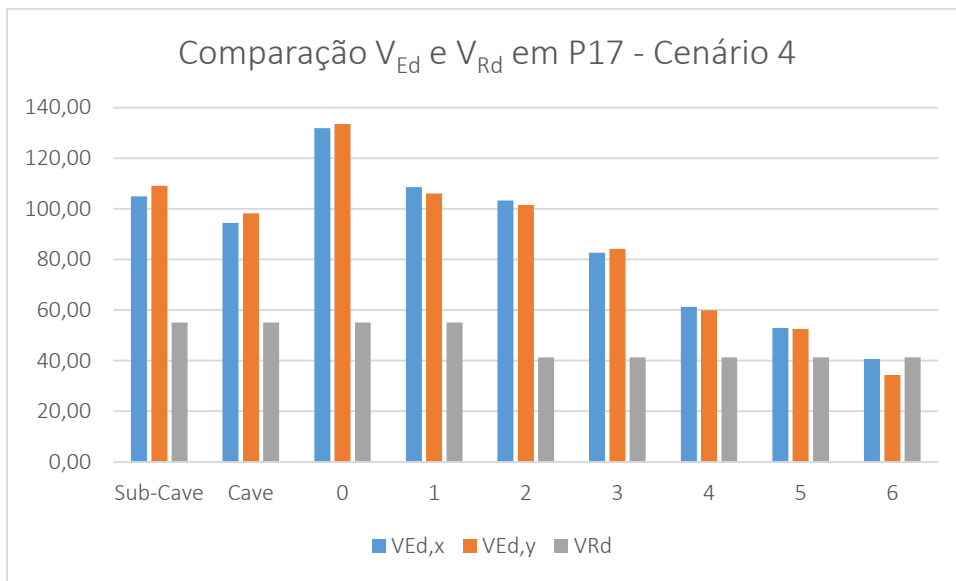
ANEXO 10.54 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P16 – Cenário 3



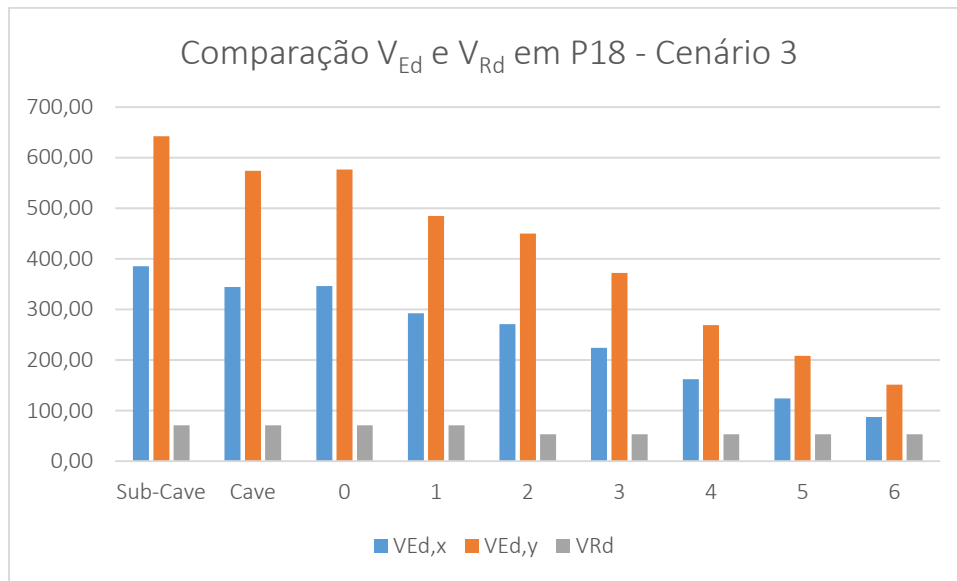
ANEXO 10.55 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P16 – Cenário 4



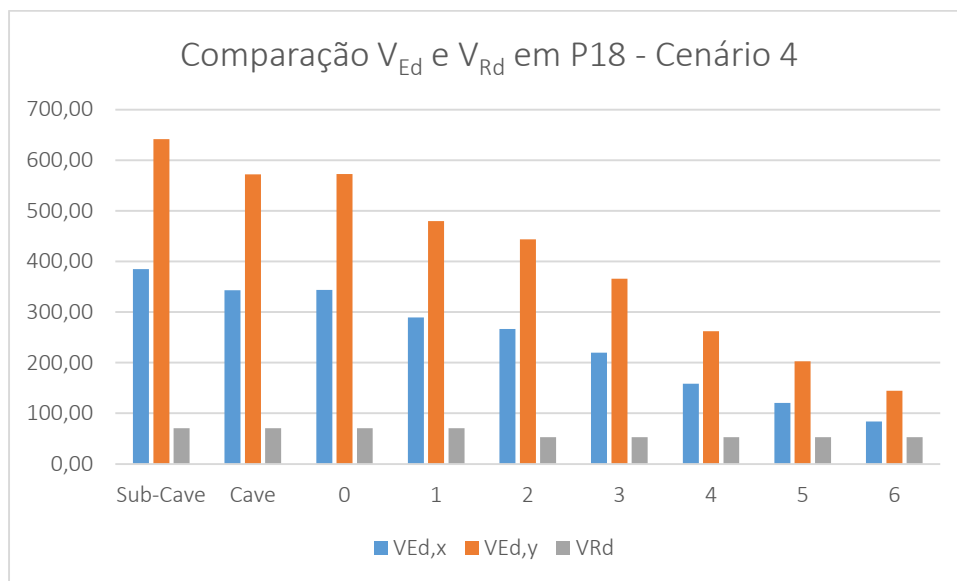
ANEXO 10.56 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P17 – Cenário 3



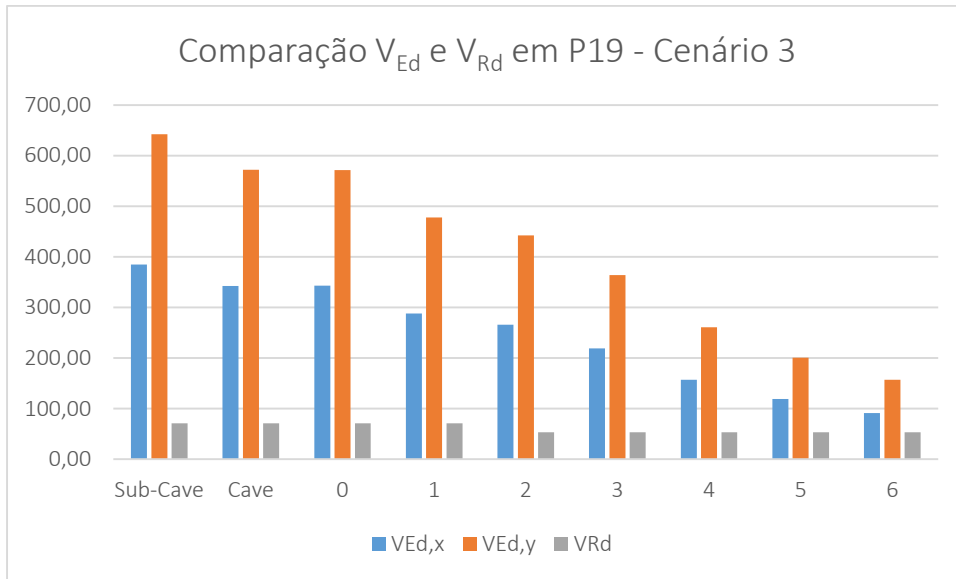
ANEXO 10.57 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P17 – Cenário 4



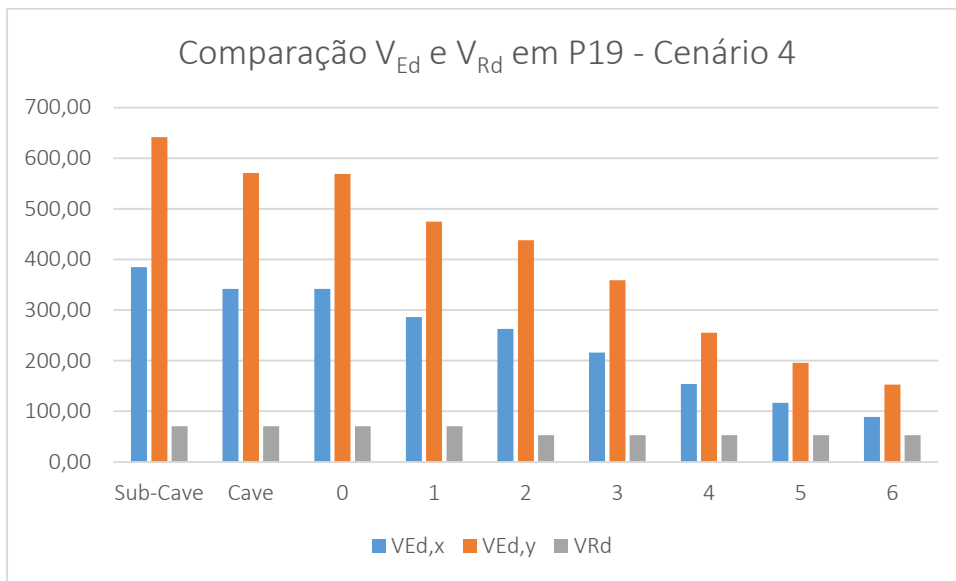
ANEXO 10.58 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P18 – Cenário 3



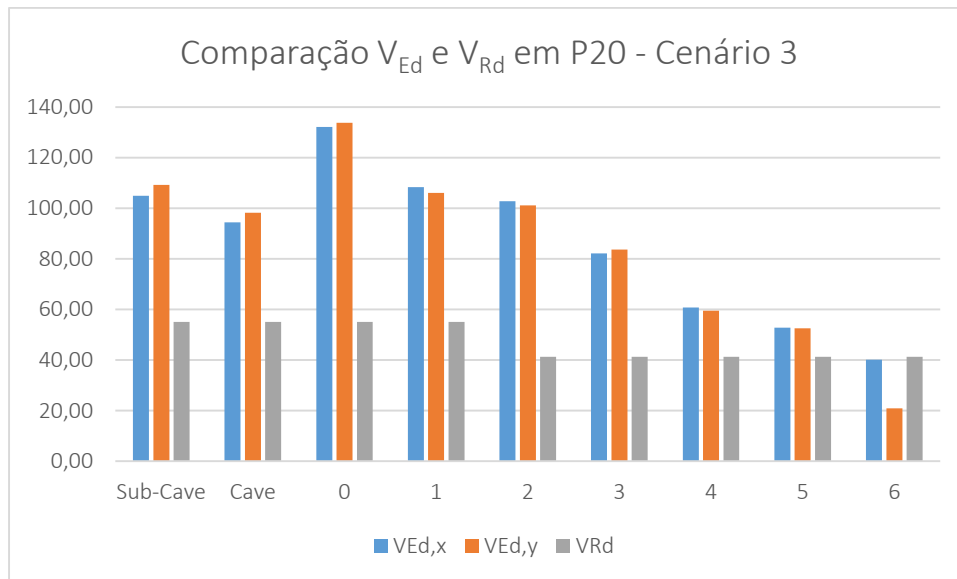
ANEXO 10.59 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P18 – Cenário 4



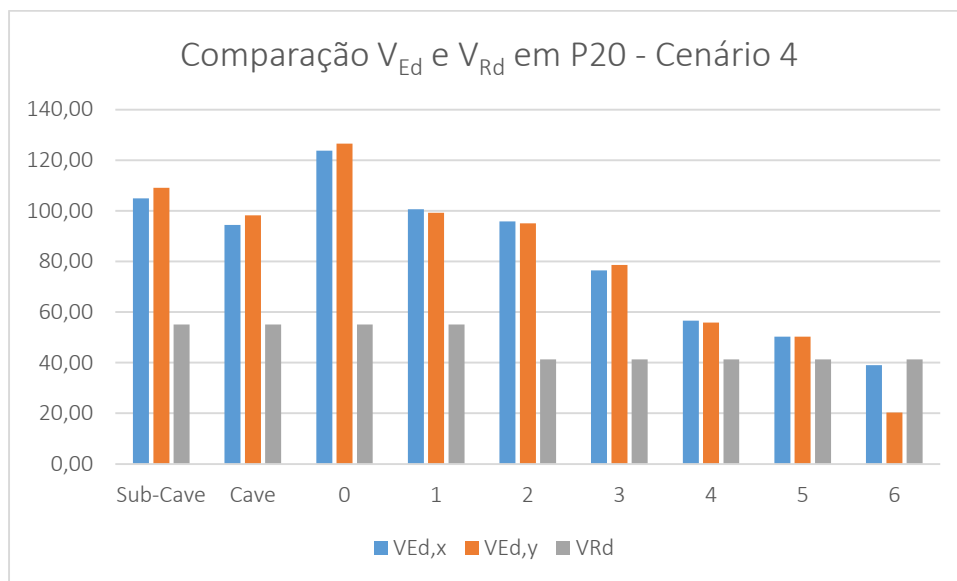
ANEXO 10.60 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P19 – Cenário 3



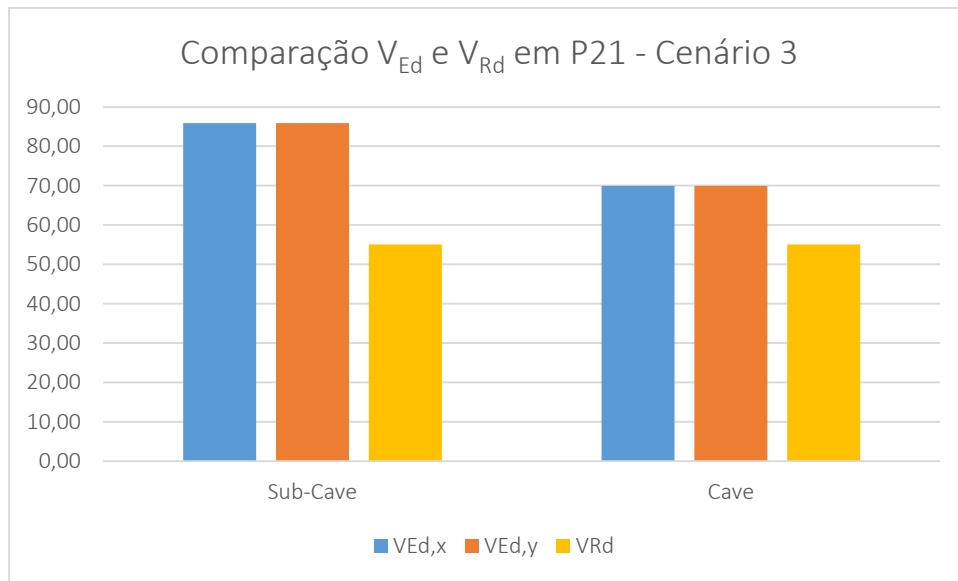
ANEXO 10.61 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P19 – Cenário 4



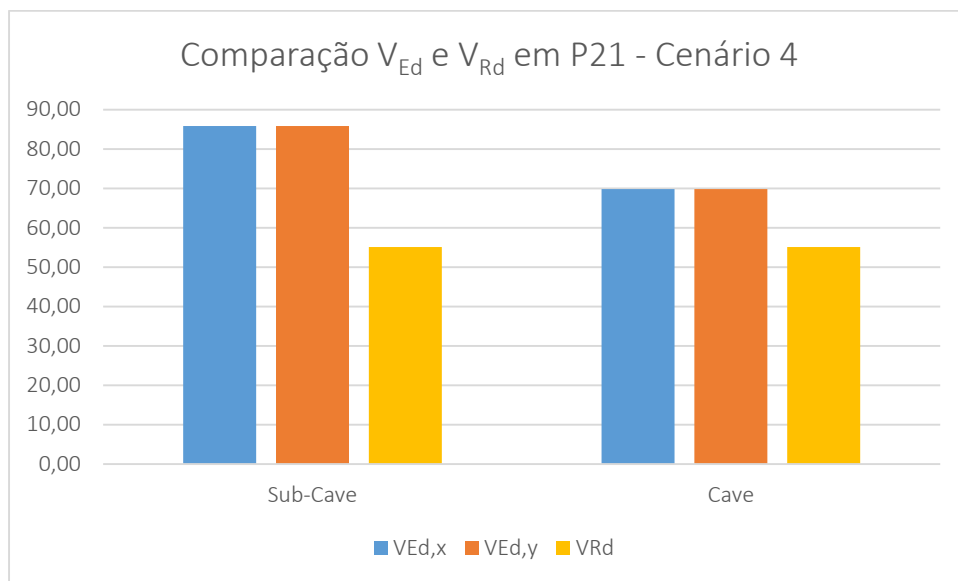
ANEXO 10.62 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P20 – Cenário 3



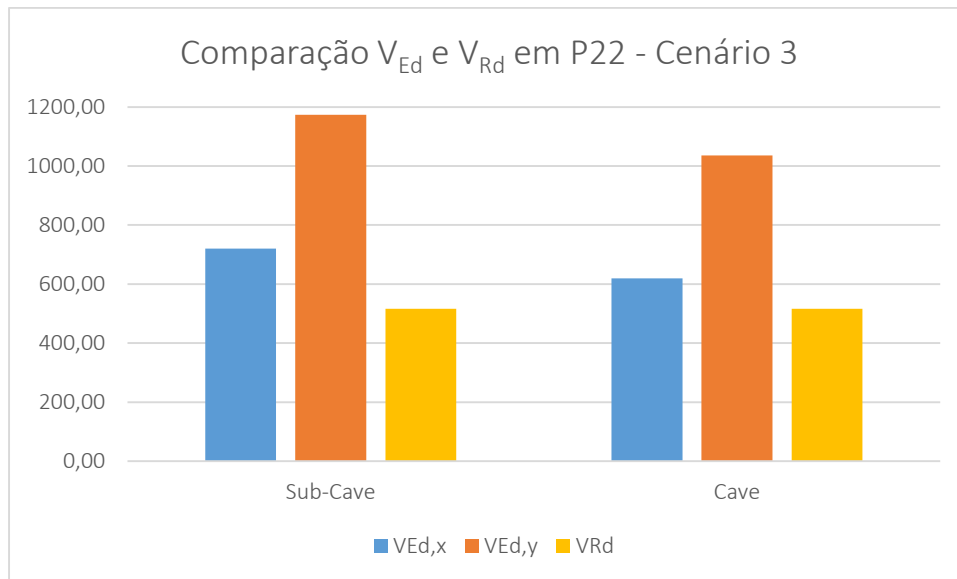
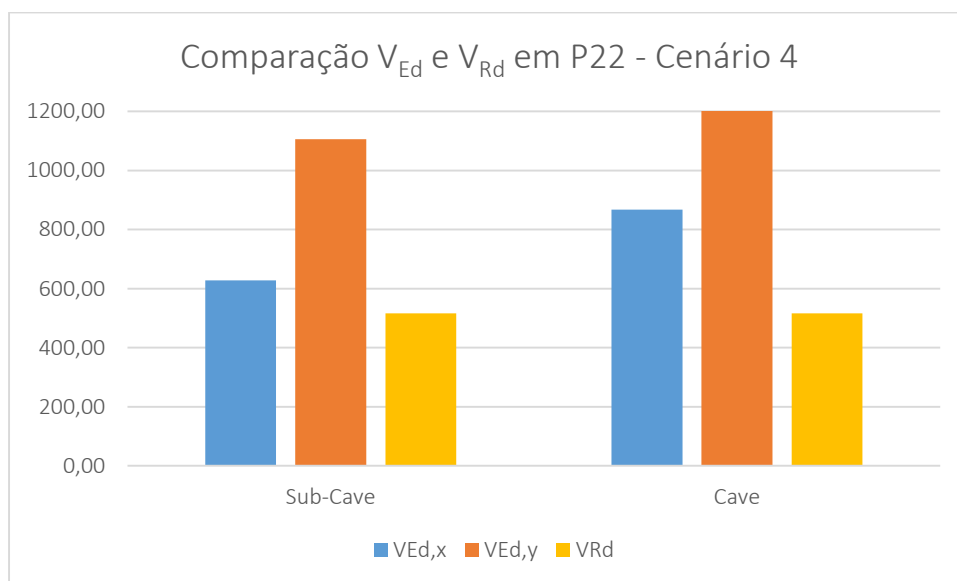
ANEXO 10.63 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P20 – Cenário 4

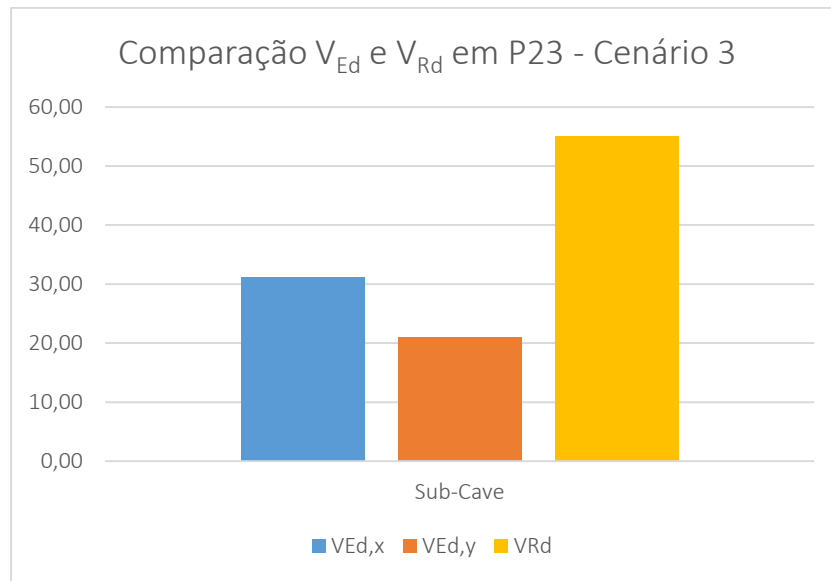


ANEXO 10.64 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P21 – Cenário 3

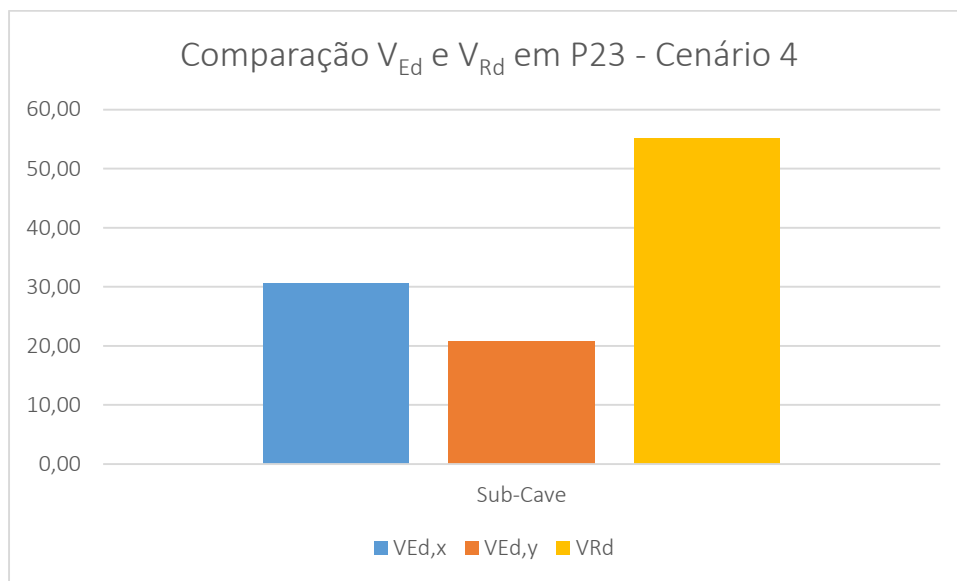


ANEXO 10.65 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P21 – Cenário 4

**ANEXO 10.66** – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P22 – Cenário 3**ANEXO 10.67** – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P22 – Cenário 4



ANEXO 10.68 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P23 – Cenário 3



ANEXO 10.69 – Comparação entre V_{Ed} e V_{Rd} no pilar P23 – Cenário 4

ANEXO 11 – ESFORÇO TRANSVERSO RESISTENTE MÁXIMO

ANEXO 11.1 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P1

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					

	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,315	0,5616	45	188,70
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.2 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P2

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53

	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,405	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,18	0,180	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.3 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P3

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

3	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,180	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.4 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P4

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					

	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,180	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.5 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P5

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	305,8384	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	273,5887	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	281,5738	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					

	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	242,2243	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	232,6853	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	196,2694	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	143,0721	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	112,2601	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	27,09627	0,200	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.6 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P6

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,180	0,5616	45	107,83
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.7 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P7

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,450	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,200	0,5616	45	242,61

	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.8 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P8

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

5	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,315	0,5616	45	188,70
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.9 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P9

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					

	C3					
	C4					
4	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,315	0,5616	45	188,70
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.10 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P10

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	317,3593	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	331,8178	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	379,913	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	333,3247	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	306,1838	0,450	0,405	45	606,53
	C1					

	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	278,6838	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	224,681	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	175,5513	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	106,174	0,450	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.11 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P11

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,6	0,495	0,5616	45	889,57
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,6	0,495	0,5616	45	889,57
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

1	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.12 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P12

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,6	0,55	0,5616	45	889,57
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,6	0,55	0,5616	45	889,57
	C1					
	C2					
	C3					

	C4					
0	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,5	0,45	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.13 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P13

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,65	0,54	0,5616	45	1051,32
	C1					

	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,65	0,54	0,5616	45	1051,32
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,5	0,41	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.14 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P14

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	273,0973	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	245,8761	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	345,9995	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	303,1653	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	306,6743	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	272,9391	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	214,72	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	162,4473	0,45	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	102,2538	0,45	0,405	45	606,53

	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.15 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P15

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,8	0,95	0,5616	45	2264,37
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,8	0,95	0,5616	45	2264,37
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

5	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,2	0,32	0,5616	45	188,70
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.16 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P16

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
0	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					

	C3					
	C4					
6	C0	0,4	0,32	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.17 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P17

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					

	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,35	0,32	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
6	C4	0,25	0,32	0,5616	45	235,87
	C0					
	C1					
	C2					

ANEXO 11.18 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P18

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

3	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,5	0,405	0,5616	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.19 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P19

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					

	C4					
2	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,5	0,405	0,405	45	606,53
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.20 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P20

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
0	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					

	C2					
	C3					
	C4					
1	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
2	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
3	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
4	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
5	C0	0,35	0,35	0,5616	45	330,22
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
6	C0	0,25	0,35	0,5616	45	235,87
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.21 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P21

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,4	0,315	0,5616	45	377,40

	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.22 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P22

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,8	0,945	0,5616	45	2264,37
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
Cave	C0	0,8	0,945	0,5616	45	2264,37
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 11.23 – Esforço resistente e esforço resistente máximo do pilar P23

PISO	CENÁRIO	b_w (m)	z (m)	v_1	θ (°)	$V_{Rd\ max}$ (kN)
Sub-Cave	C0	0,25	0,315	0,5616	45	235,87
	C1					
	C2					
	C3					
	C4					

ANEXO 12 – AVERIGUAÇÃO DA ARMADURA DE ESFORÇO TRANSVERSO NECESSÁRIA PARA QUE SE VERIFICASSE O ESFORÇO TRANSVERSO

ANEXO 12.1 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P1

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C1	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C2	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C3	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C4	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
Cave	C0	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C1	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C2	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C3	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C4	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
0	C0	13,77	150,91	150,91	13,77	150,91	150,91
	C1	13,47	147,56	147,56	13,47	147,56	147,56
	C2	13,53	148,20	148,20	13,53	148,20	148,20
	C3	13,77	150,91	150,91	13,77	150,91	150,91
	C4	13,83	151,57	151,57	13,83	151,57	151,57
1	C0	13,81	151,35	151,35	13,81	151,35	151,35
	C1	13,82	151,41	151,41	13,82	151,41	151,41
	C2	13,83	151,51	151,51	13,83	151,51	151,51
	C3	13,81	151,35	151,35	13,81	151,35	151,35
	C4	13,74	150,55	150,55	13,74	150,55	150,55
2	C0	12,18	133,40	133,40	12,18	133,40	133,40
	C1	12,38	135,69	135,69	12,38	135,69	135,69
	C2	12,36	135,45	135,45	12,36	135,45	135,45
	C3	12,18	133,40	133,40	12,18	133,40	133,40
	C4	12,02	131,68	131,68	12,02	131,68	131,68
3	C0	11,51	126,10	126,10	11,51	126,10	126,10
	C1	11,82	129,47	129,47	11,82	129,47	129,47
	C2	11,78	129,08	129,08	11,78	129,08	129,08
	C3	11,51	126,10	126,10	11,51	126,10	126,10
	C4	11,32	124,00	124,00	11,32	124,00	124,00
4	C0	8,45	92,62	92,62	8,45	92,62	92,62
	C1	8,76	95,97	95,97	8,76	95,97	95,97
	C2	8,72	95,59	95,59	8,72	95,59	95,59
	C3	8,45	92,62	92,62	8,45	92,62	92,62
	C4	8,27	90,65	90,65	8,27	90,65	90,65

5	C0	6,47	70,91	70,91	6,47	70,91	70,91
	C1	6,69	73,26	73,26	6,69	73,26	73,26
	C2	6,66	73,02	73,02	6,66	73,02	73,02
	C3	6,47	70,91	70,91	6,47	70,91	70,91
	C4	6,35	69,57	69,57	6,35	69,57	69,57
6	C0	3,03	33,22	33,22	1,52	16,61	16,61
	C1	3,11	34,12	34,12	1,56	17,06	17,06
	C2	3,11	34,05	34,05	1,55	17,03	17,03
	C3	3,03	33,22	33,22	1,52	16,61	16,61
	C4	2,98	32,70	32,70	1,49	16,35	16,35

ANEXO 12.2 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P2

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	23,27	327,77	327,77	23,27	327,77	327,77
	C1	22,33	314,56	314,56	22,33	314,56	314,56
	C2	22,46	316,42	316,42	22,46	316,42	316,42
	C3	23,27	327,77	327,77	23,27	327,77	327,77
	C4	23,74	334,44	334,44	23,74	334,44	334,44
Cave	C0	20,92	294,73	294,73	20,92	294,73	294,73
	C1	20,03	282,18	282,18	20,03	282,18	282,18
	C2	20,16	283,95	283,95	20,16	283,95	283,95
	C3	20,92	294,73	294,73	20,92	294,73	294,73
	C4	21,37	301,06	301,06	21,37	301,06	301,06
0	C0	23,22	327,07	327,07	23,22	327,07	327,07
	C1	22,52	317,26	317,26	22,52	317,26	317,26
	C2	22,62	318,65	318,65	22,62	318,65	318,65
	C3	23,22	327,07	327,07	23,22	327,07	327,07
	C4	23,56	331,90	331,90	23,56	151,57	331,90
1	C0	20,99	295,72	295,72	20,99	295,72	295,72
	C1	20,66	291,09	291,09	20,66	291,09	291,09
	C2	20,71	291,74	291,74	20,71	291,74	291,74
	C3	20,99	295,72	295,72	20,99	295,72	295,72
	C4	21,15	297,90	297,90	21,15	297,90	297,90
2	C0	21,77	306,73	306,73	21,77	306,73	306,73
	C1	21,72	305,95	305,95	21,72	305,95	305,95
	C2	21,73	306,08	306,08	21,73	306,08	306,08
	C3	21,77	306,73	306,73	21,77	306,73	306,73
	C4	21,79	306,92	306,92	21,79	306,92	306,92
3	C0	19,62	276,36	276,36	19,62	276,36	276,36
	C1	19,74	278,07	278,07	19,74	278,07	278,07
	C2	19,73	277,89	277,89	19,73	277,89	277,89

	C3	19,62	276,36	276,36	19,62	276,36	276,36
	C4	19,54	275,28	275,28	19,54	275,28	275,28
4	C0	15,78	222,36	222,36	15,78	222,36	222,36
	C1	15,98	225,16	225,16	15,98	225,16	225,16
	C2	15,96	224,86	224,86	15,96	224,86	224,86
	C3	15,78	222,36	222,36	15,78	222,36	222,36
	C4	15,67	220,74	220,74	15,67	220,74	220,74
5	C0	11,40	160,55	160,55	11,40	160,55	160,55
	C1	11,58	163,09	163,09	11,58	163,09	163,09
	C2	11,56	162,83	162,83	11,56	162,83	162,83
	C3	11,40	160,55	160,55	11,40	160,55	160,55
	C4	11,29	159,11	159,11	11,29	159,11	159,11
6	C0	4,75	29,77	29,77	3,39	21,21	21,21
	C1	4,84	30,33	30,33	3,46	21,66	21,66
	C2	4,84	30,28	30,28	3,45	21,62	21,62
	C3	4,75	29,77	29,77	3,39	21,21	21,21
	C4	4,70	29,44	29,44	3,35	20,95	20,95

ANEXO 12.3 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P3

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	24,48	383,19	383,19	40,83	639,13	639,13
	C1	24,60	385,03	385,03	41,02	642,07	642,07
	C2	13,56	212,19	212,19	23,35	365,53	365,53
	C3	24,48	383,19	383,19	40,83	639,13	639,13
	C4	24,37	381,47	381,47	40,66	636,37	636,37
Cave	C0	22,00	344,29	344,29	36,69	574,26	574,26
	C1	22,12	346,23	346,23	36,89	577,37	577,37
	C2	22,11	346,07	346,07	36,87	577,11	577,11
	C3	22,00	344,29	344,29	36,69	574,26	574,26
	C4	21,88	342,48	342,48	36,50	571,37	571,37
0	C0	22,25	348,32	348,32	37,03	579,66	579,66
	C1	22,63	354,29	354,29	37,64	589,22	589,22
	C2	22,59	353,57	353,57	37,57	588,07	588,07
	C3	22,25	348,32	348,32	37,03	579,66	579,66
	C4	22,00	344,37	344,37	36,63	573,35	573,35
1	C0	18,83	294,80	294,80	31,20	488,39	488,39
	C1	19,36	303,05	303,05	32,05	501,61	501,61
	C2	19,30	302,02	302,02	31,94	499,95	499,95
	C3	18,83	294,80	294,80	31,20	488,39	488,39
	C4	18,51	289,77	289,77	30,69	480,35	480,35
2	C0	17,42	272,62	272,62	28,94	452,91	452,91

	C1	18,02	281,99	281,99	29,89	467,91	467,91
	C2	17,94	280,82	280,82	29,77	466,03	466,03
	C3	17,42	272,62	272,62	28,94	452,91	452,91
	C4	17,07	267,15	267,15	28,38	444,15	444,15
3	C0	14,36	224,79	224,79	23,86	373,46	373,46
	C1	14,95	234,01	234,01	24,80	388,21	388,21
	C2	14,88	232,87	232,87	24,69	386,39	386,39
	C3	14,36	224,79	224,79	23,86	373,46	373,46
	C4	14,03	219,53	219,53	23,32	365,05	365,05
4	C0	10,29	160,99	160,99	17,06	266,99	266,99
	C1	10,79	168,82	168,82	17,86	279,51	279,51
	C2	10,72	167,87	167,87	17,76	277,99	277,99
	C3	10,29	160,99	160,99	17,06	266,99	266,99
	C4	10,00	156,60	156,60	16,61	259,96	259,96
5	C0	7,66	119,86	119,86	12,85	201,18	201,18
	C1	7,99	125,10	125,10	13,39	209,56	209,56
	C2	7,95	124,47	124,47	13,32	208,55	208,55
	C3	7,66	119,86	119,86	12,85	201,18	201,18
	C4	7,47	116,95	116,95	12,56	196,53	196,53
6	C0	3,05	19,09	19,09	2,20	13,80	13,80
	C1	3,10	19,39	19,39	2,24	14,05	14,05
	C2	3,09	19,37	19,37	2,24	14,03	14,03
	C3	3,05	19,09	19,09	2,20	13,80	13,80
	C4	3,02	18,91	18,91	2,18	13,66	13,66

ANEXO 12.4 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P4

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	21,71	305,84	305,84	21,71	305,84	305,84
	C1	21,59	304,09	304,09	21,59	304,09	304,09
	C2	21,62	304,50	304,50	21,62	304,50	304,50
	C3	21,71	305,85	305,85	21,71	305,85	305,85
	C4	21,69	305,59	305,59	21,69	305,59	305,59
Cave	C0	19,42	273,52	273,52	19,42	273,52	273,52
	C1	19,10	269,11	269,11	19,10	269,11	269,11
	C2	19,16	269,89	269,89	19,16	269,89	269,89
	C3	19,42	273,52	273,52	19,42	273,52	273,52
	C4	19,50	274,71	274,71	19,50	274,71	274,71
0	C0	20,01	281,83	281,83	20,01	281,83	281,83
	C1	19,87	279,98	279,98	19,87	279,98	279,98
	C2	19,90	280,38	280,38	19,90	280,38	280,38
	C3	20,01	281,83	281,83	20,01	281,83	281,83

	C4	20,00	281,78	281,78	20,00	281,78	281,78
1	C0	17,14	241,52	241,52	17,14	241,52	241,52
	C1	17,31	243,85	243,85	17,31	243,85	243,85
	C2	17,30	243,66	243,66	17,30	243,66	243,66
	C3	17,14	241,52	241,52	17,14	241,52	241,52
	C4	17,00	239,43	239,43	17,00	239,43	239,43
2	C0	16,44	231,63	231,63	16,44	231,63	231,63
	C1	16,82	236,95	236,95	16,82	236,95	236,95
	C2	16,78	236,34	236,34	16,78	236,34	236,34
	C3	16,44	231,63	231,63	16,44	231,63	231,63
	C4	16,20	228,14	228,14	16,20	228,14	228,14
3	C0	13,88	195,56	195,56	13,88	195,56	195,56
	C1	14,37	202,41	202,41	14,37	202,41	202,41
	C2	14,31	201,59	201,59	14,31	201,59	201,59
	C3	13,88	195,56	195,56	13,88	195,56	195,56
	C4	13,59	191,45	191,45	13,59	191,45	191,45
4	C0	10,17	143,33	143,33	10,17	143,33	143,33
	C1	10,66	150,16	150,16	10,66	150,16	150,16
	C2	10,60	149,34	149,34	10,60	149,34	149,34
	C3	10,17	143,33	143,33	10,17	143,33	143,33
	C4	9,90	139,40	139,40	9,90	139,40	139,40
5	C0	8,09	113,94	113,94	8,09	113,94	113,94
	C1	8,47	119,25	119,25	8,47	119,25	119,25
	C2	8,42	118,61	118,61	8,42	118,61	118,61
	C3	8,09	113,94	113,94	8,09	113,94	113,94
	C4	7,88	110,96	110,96	7,88	110,96	110,96
6	C0	4,27	26,73	26,73	3,00	18,78	18,78
	C1	4,48	28,07	28,07	3,17	19,85	19,85
	C2	4,46	27,91	27,91	3,15	19,72	19,72
	C3	4,27	26,73	26,73	3,00	18,78	18,78
	C4	4,14	25,95	25,95	2,90	18,15	18,15

ANEXO 12.5 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P5

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	19,54	305,82	305,82	19,54	305,82	305,82
	C1	19,45	304,43	304,43	19,45	304,43	304,43
	C2	19,47	304,74	304,74	19,47	304,74	304,74
	C3	19,54	305,82	305,82	19,54	305,82	305,82
	C4	19,53	305,73	305,73	19,53	305,73	305,73
Cave	C0	17,47	273,38	273,38	17,47	273,38	273,38
	C1	17,23	269,65	269,65	17,23	269,65	269,65

	C2	17,27	270,28	270,28	17,27	270,28	270,28
	C3	17,47	273,38	273,38	17,47	273,38	273,38
	C4	17,54	274,51	274,51	17,54	274,51	274,51
0	C0	17,98	281,48	281,48	17,98	281,48	281,48
	C1	17,84	279,31	279,31	17,84	279,31	279,31
	C2	17,87	279,71	279,71	17,87	279,71	279,71
	C3	17,98	281,48	281,48	17,98	281,48	281,48
	C4	18,01	281,88	281,88	18,01	281,88	281,88
1	C0	15,49	242,47	242,47	15,49	242,47	242,47
	C1	15,59	244,06	244,06	15,59	244,06	244,06
	C2	15,58	243,93	243,93	15,58	243,93	243,93
	C3	15,49	242,47	242,47	15,49	242,47	242,47
	C4	15,40	240,99	240,99	15,40	240,99	240,99
2	C0	14,90	233,26	233,26	14,90	233,26	233,26
	C1	15,18	237,62	237,62	15,18	237,62	237,62
	C2	15,15	237,12	237,12	15,15	237,12	237,12
	C3	14,90	233,26	233,26	14,90	233,26	233,26
	C4	14,72	230,43	230,43	14,72	230,43	230,43
3	C0	12,60	197,16	197,16	12,60	197,16	197,16
	C1	12,98	203,09	203,09	12,98	203,09	203,09
	C2	12,93	202,38	202,38	12,93	202,38	202,38
	C3	12,60	197,16	197,16	12,60	197,16	197,16
	C4	12,37	193,63	193,63	12,37	193,63	193,63
4	C0	9,22	144,28	144,28	9,22	144,28	144,28
	C1	9,61	150,40	150,40	9,61	150,40	150,40
	C2	9,56	149,66	149,66	9,56	149,66	149,66
	C3	9,22	144,28	144,28	9,22	144,28	144,28
	C4	8,99	140,78	140,78	8,99	140,78	140,78
5	C0	7,27	113,79	113,79	7,27	113,79	113,79
	C1	7,58	118,66	118,66	7,58	118,66	118,66
	C2	7,54	118,07	118,07	7,54	118,07	118,07
	C3	7,27	113,79	113,79	7,27	113,79	113,79
	C4	7,10	111,06	111,06	7,10	111,06	111,06
6	C0	3,91	27,23	27,23	2,76	19,18	19,18
	C1	4,08	28,36	28,36	2,89	20,08	20,08
	C2	4,06	28,23	28,23	2,87	19,97	19,97
	C3	3,91	27,23	27,23	2,76	19,18	19,18
	C4	3,82	26,58	26,58	2,68	18,66	18,66

ANEXO 12.6 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P6

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	27,06	381,23	381,23	45,15	635,99	635,99
	C1	27,26	384,04	384,04	45,47	640,48	640,48
	C2	27,24	383,74	383,74	45,43	640,01	640,01
	C3	27,06	381,23	381,23	45,15	635,99	635,99
	C4	26,91	379,06	379,06	44,90	632,51	632,51
Cave	C0	24,31	342,41	342,41	40,55	571,26	571,26
	C1	24,51	345,31	345,31	40,88	575,90	575,90
	C2	24,49	345,01	345,01	40,85	575,42	575,42
	C3	24,31	342,41	342,41	40,55	571,26	571,26
	C4	24,15	340,14	340,14	40,29	567,62	567,62
0	C0	24,57	346,08	346,08	40,89	576,08	576,08
	C1	25,02	352,47	352,47	41,62	586,31	586,31
	C2	24,97	351,69	351,69	41,53	585,07	585,07
	C3	24,57	346,08	346,08	40,89	576,08	576,08
	C4	24,27	341,94	341,94	40,42	569,45	569,45
1	C0	20,73	292,02	292,02	34,35	483,94	483,94
	C1	21,33	300,54	300,54	35,32	497,59	497,59
	C2	21,26	299,47	299,47	35,20	495,87	495,87
	C3	20,73	292,02	292,02	34,35	483,94	483,94
	C4	20,36	286,87	286,87	33,77	475,70	475,70
2	C0	19,16	269,95	269,95	31,85	448,64	448,64
	C1	19,84	279,49	279,49	32,93	463,91	463,91
	C2	19,76	278,29	278,29	32,80	461,98	461,98
	C3	19,16	269,95	269,95	31,85	448,64	448,64
	C4	18,77	264,40	264,40	31,22	439,75	439,75
3	C0	15,82	222,82	222,82	26,29	370,30	370,30
	C1	16,48	232,17	232,17	27,35	385,26	385,26
	C2	16,40	231,00	231,00	27,22	383,40	383,40
	C3	15,82	222,82	222,82	26,29	370,30	370,30
	C4	15,44	217,49	217,49	25,68	361,77	361,77
4	C0	11,38	160,29	160,29	18,87	265,86	265,86
	C1	11,95	168,28	168,28	19,78	278,65	278,65
	C2	11,88	167,30	167,30	19,67	277,08	277,08
	C3	11,38	160,29	160,29	18,87	265,86	265,86
	C4	11,06	155,80	155,80	18,36	258,68	258,68
5	C0	8,59	121,05	121,05	14,42	203,08	203,08
	C1	8,98	126,49	126,49	15,03	211,78	211,78
	C2	8,93	125,84	125,84	14,96	210,75	210,75
	C3	8,59	121,05	121,05	14,42	203,08	203,08
	C4	8,38	118,02	118,02	14,07	198,23	198,23

6	C0	3,07	19,23	19,23	2,22	13,92	13,92
	C1	3,12	19,56	19,56	2,26	14,18	14,18
	C2	3,12	19,53	19,53	2,26	14,16	14,16
	C3	3,07	19,23	19,23	2,22	13,92	13,92
	C4	3,04	19,03	19,03	2,20	13,76	13,76

ANEXO 12.7 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P7

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	23,26	364,00	364,00	19,79	309,75	309,75
	C1	22,53	352,69	352,69	19,07	298,44	298,44
	C2	22,63	354,21	354,21	19,16	299,96	299,96
	C3	23,26	364,00	364,00	19,79	309,75	309,75
	C4	23,63	369,87	369,87	20,16	315,61	315,61
Cave	C0	21,34	334,02	334,02	18,22	285,22	285,22
	C1	20,69	323,85	323,85	17,57	275,05	275,05
	C2	20,78	325,21	325,21	17,66	276,41	276,41
	C3	21,34	334,02	334,02	18,22	285,22	285,22
	C4	21,68	339,27	339,27	18,56	290,48	290,48
0	C0	24,40	381,97	381,97	19,67	307,89	307,89
	C1	23,93	374,60	374,60	19,20	300,52	300,52
	C2	24,00	375,59	375,59	19,26	301,51	301,51
	C3	24,40	381,97	381,97	19,67	307,89	307,89
	C4	24,64	385,70	385,70	19,91	311,62	311,62
1	C0	21,38	334,67	334,67	21,38	334,67	334,67
	C1	21,15	331,05	331,05	21,15	331,05	331,05
	C2	21,18	331,53	331,53	21,18	331,53	331,53
	C3	21,38	334,67	334,67	21,38	334,67	334,67
	C4	21,49	336,44	336,44	21,49	336,44	336,44
2	C0	19,59	306,58	306,58	19,59	306,58	306,58
	C1	19,54	305,89	305,89	19,54	305,89	305,89
	C2	19,55	305,99	305,99	19,55	305,99	305,99
	C3	19,59	306,58	306,58	19,59	306,58	306,58
	C4	19,60	306,81	306,81	19,60	306,81	306,81
3	C0	17,72	277,28	277,28	17,72	277,28	277,28
	C1	17,80	278,59	278,59	17,80	278,59	278,59
	C2	17,79	278,45	278,45	17,79	278,45	278,45
	C3	17,72	277,28	277,28	17,72	277,28	277,28
	C4	17,66	276,46	276,46	17,66	276,46	276,46
4	C0	14,07	220,22	220,22	14,07	220,22	220,22
	C1	14,22	222,50	222,50	14,22	222,50	222,50
	C2	14,20	222,27	222,27	14,20	222,27	222,27

	C3	14,07	220,22	220,22	14,07	220,22	220,22
	C4	13,99	218,90	218,90	13,99	218,90	218,90
5	C0	10,62	166,25	166,25	10,62	166,25	166,25
	C1	10,76	168,47	168,47	10,76	168,47	168,47
	C2	10,75	168,25	168,25	10,75	168,25	168,25
	C3	10,62	166,25	166,25	10,62	166,25	166,25
	C4	10,54	164,98	164,98	10,54	164,98	164,98
6	C0	4,39	30,53	30,53	3,14	21,82	21,82
	C1	4,47	31,07	31,07	3,20	22,25	22,25
	C2	4,46	31,03	31,03	3,19	22,22	22,22
	C3	4,39	30,53	30,53	3,14	21,82	21,82
	C4	4,34	30,20	30,20	3,10	21,56	21,56

ANEXO 12.8 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P8

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C1	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C2	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C3	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
	C4	10,25	112,32	112,32	10,25	112,32	112,32
Cave	C0	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C1	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C2	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C3	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
	C4	6,93	75,88	75,88	6,93	75,88	75,88
0	C0	12,46	136,57	136,57	12,46	136,57	136,57
	C1	11,96	131,02	131,02	11,96	131,02	131,02
	C2	12,03	131,85	131,85	12,03	131,85	131,85
	C3	12,46	136,57	136,57	12,46	136,57	136,57
	C4	12,70	139,19	139,19	12,70	139,19	139,19
1	C0	13,48	147,71	147,71	13,48	147,71	147,71
	C1	13,26	145,23	145,23	13,26	145,23	145,23
	C2	13,29	145,61	145,61	13,29	145,61	145,61
	C3	13,48	147,71	147,71	13,48	147,71	147,71
	C4	13,58	148,79	148,79	13,58	148,79	148,79
2	C0	12,50	136,97	136,97	12,50	136,97	136,97
	C1	12,48	136,73	136,73	12,48	136,73	136,73
	C2	12,48	136,78	136,78	12,48	136,78	136,78
	C3	12,50	136,97	136,97	12,50	136,97	136,97
	C4	12,50	136,94	136,94	12,50	136,94	136,94
3	C0	12,18	133,48	133,48	12,18	133,48	133,48

	C1	12,29	134,61	134,61	12,29	134,61	134,61
	C2	12,27	134,48	134,48	12,27	134,48	134,48
	C3	12,18	133,48	133,48	12,18	133,48	133,48
	C4	12,12	132,77	132,77	12,12	132,77	132,77
4	C0	9,18	100,58	100,58	9,18	100,58	100,58
	C1	9,33	102,24	102,24	9,33	102,24	102,24
	C2	9,31	102,05	102,05	9,31	102,05	102,05
	C3	9,18	100,58	100,58	9,18	100,58	100,58
	C4	9,09	99,61	99,61	9,09	99,61	99,61
5	C0	6,96	76,26	76,26	6,96	76,26	76,26
	C1	7,09	77,69	77,69	7,09	77,69	77,69
	C2	7,08	77,54	77,54	7,08	77,54	77,54
	C3	6,96	76,26	76,26	6,96	76,26	76,26
	C4	6,89	75,45	75,45	6,89	75,45	75,45
6	C0	3,17	34,79	34,79	1,59	17,39	17,39
	C1	3,22	35,24	35,24	1,61	17,62	17,62
	C2	3,21	35,21	35,21	1,61	17,61	17,61
	C3	3,17	34,79	34,79	1,59	17,39	17,39
	C4	3,15	34,52	34,52	1,58	17,26	17,26

ANEXO 12.9 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P9

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	18,65	204,39	204,39	18,65	204,39	204,39
	C1	18,65	204,39	204,39	18,65	204,39	204,39
	C2	18,65	204,39	204,39	18,65	204,39	204,39
	C3	18,65	204,39	204,39	18,65	204,39	204,39
	C4	18,65	204,39	204,39	18,65	204,39	204,39
Cave	C0	16,79	183,95	183,95	16,79	183,95	183,95
	C1	16,79	183,95	183,95	16,79	183,95	183,95
	C2	16,79	183,95	183,95	16,79	183,95	183,95
	C3	16,79	183,95	183,95	16,79	183,95	183,95
	C4	16,79	183,95	183,95	16,79	183,95	183,95
0	C0	20,79	227,73	227,73	20,79	227,73	227,73
	C1	20,28	222,18	222,18	20,28	222,18	222,18
	C2	20,35	223,01	223,01	20,35	223,01	223,01
	C3	20,79	227,73	227,73	20,79	227,73	227,73
	C4	21,02	230,35	230,35	21,02	230,35	230,35
1	C0	17,77	194,70	194,70	17,77	194,70	194,70
	C1	17,54	192,23	192,23	17,54	192,23	192,23
	C2	17,58	192,60	192,60	17,58	192,60	192,60
	C3	17,77	194,70	194,70	17,77	194,70	194,70

	C4	17,87	195,78	195,78	17,87	195,78	195,78
2	C0	18,13	198,60	198,60	18,13	198,60	198,60
	C1	18,10	198,36	198,36	18,10	198,36	198,36
	C2	18,11	198,41	198,41	18,11	198,41	198,41
	C3	18,13	198,60	198,60	18,13	198,60	198,60
	C4	18,12	198,57	198,57	18,12	198,57	198,57
3	C0	16,09	176,31	176,31	16,09	176,31	176,31
	C1	16,20	177,45	177,45	16,20	177,45	177,45
	C2	16,18	177,32	177,32	16,18	177,32	177,32
	C3	16,09	176,31	176,31	16,09	176,31	176,31
	C4	16,03	175,60	175,60	16,03	175,60	175,60
4	C0	12,52	137,17	137,17	12,52	137,17	137,17
	C1	12,67	138,84	138,84	12,67	138,84	138,84
	C2	12,65	138,65	138,65	12,65	138,65	138,65
	C3	12,52	137,17	137,17	12,52	137,17	137,17
	C4	12,43	136,21	136,21	12,43	136,21	136,21
5	C0	9,48	103,88	103,88	9,48	103,88	103,88
	C1	9,61	105,30	105,30	9,61	105,30	105,30
	C2	9,60	105,16	105,16	9,60	105,16	105,16
	C3	9,48	103,88	103,88	9,48	103,88	103,88
	C4	9,41	103,07	103,07	9,41	103,07	103,07
6	C0	4,74	51,91	51,91	2,37	25,95	25,95
	C1	4,78	52,36	52,36	2,39	26,18	26,18
	C2	4,78	52,33	52,33	2,39	26,17	26,17
	C3	4,74	51,91	51,91	2,37	25,95	25,95
	C4	4,71	51,64	51,64	2,36	25,82	25,82

ANEXO 12.10 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P10

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	20,16	315,48	315,48	16,69	261,22	261,22
	C1	19,57	306,34	306,34	16,11	252,09	252,09
	C2	19,65	307,59	307,59	16,19	253,33	253,33
	C3	20,16	315,48	315,48	16,69	261,22	261,22
	C4	20,46	320,29	320,29	17,00	266,04	266,04
Cave	C0	21,10	330,25	330,25	17,98	281,46	281,46
	C1	20,72	324,37	324,37	17,61	275,57	275,57
	C2	20,77	325,16	325,16	17,66	276,37	276,37
	C3	21,16	331,14	331,14	18,04	282,34	282,34
	C4	21,30	333,35	333,35	18,18	284,56	284,56
0	C0	24,20	378,85	378,85	19,47	304,77	304,77
	C1	23,99	375,49	375,49	19,26	301,41	301,41

	C2	24,02	375,92	375,92	19,28	301,84	301,84
	C3	24,20	378,85	378,85	19,47	304,77	304,77
	C4	24,32	380,62	380,62	19,58	306,54	306,54
1	C0	21,26	332,72	332,72	21,26	332,72	332,72
	C1	21,14	330,92	330,92	21,14	330,92	330,92
	C2	21,16	331,16	331,16	21,16	331,16	331,16
	C3	21,26	332,72	332,72	21,26	332,72	332,72
	C4	21,32	333,66	333,66	21,32	333,66	333,66
2	C0	19,55	306,04	306,04	19,55	306,04	306,04
	C1	19,52	305,59	305,59	19,52	305,59	305,59
	C2	19,53	305,65	305,65	19,53	305,65	305,65
	C3	19,55	306,04	306,04	19,55	306,04	306,04
	C4	19,57	306,24	306,24	19,57	306,24	306,24
3	C0	17,82	278,98	278,98	17,82	278,98	278,98
	C1	17,86	279,55	279,55	17,86	279,55	279,55
	C2	17,86	279,48	279,48	17,86	279,48	279,48
	C3	17,82	278,98	278,98	17,82	278,98	278,98
	C4	17,80	278,65	278,65	17,80	278,65	278,65
4	C0	14,40	225,42	225,42	14,40	225,42	225,42
	C1	14,47	226,55	226,55	14,47	226,55	226,55
	C2	14,47	226,41	226,41	14,47	226,41	226,41
	C3	14,40	225,42	225,42	14,40	225,42	225,42
	C4	14,36	224,79	224,79	14,36	224,79	224,79
5	C0	11,29	176,73	176,73	11,29	176,73	176,73
	C1	11,37	177,91	177,91	11,37	177,91	177,91
	C2	11,36	177,77	177,77	11,36	177,77	177,77
	C3	11,29	176,73	176,73	11,29	176,73	176,73
	C4	11,25	176,07	176,07	11,25	176,07	176,07
6	C0	6,89	107,86	107,86	6,89	107,86	107,86
	C1	6,97	109,14	109,14	6,97	109,14	109,14
	C2	6,96	109,00	109,00	6,96	109,00	109,00
	C3	6,89	107,86	107,86	6,89	107,86	107,86
	C4	6,84	107,14	107,14	6,84	107,14	107,14

ANEXO 12.11 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P11

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	25,20	433,89	433,89	21,26	366,07	366,07
	C1	34,00	585,38	585,38	30,06	517,56	517,56
	C2	33,11	570,14	570,14	29,18	502,32	502,32
	C3	25,20	433,89	433,89	21,26	366,07	366,07
	C4	28,23	486,05	486,05	24,29	418,23	418,23

Cave	C0	23,02	396,39	396,39	19,48	335,39	335,39
	C1	28,98	498,99	498,99	25,44	438,00	438,00
	C2	27,96	481,35	481,35	24,41	420,35	420,35
	C3	23,02	396,39	396,39	19,48	335,39	335,39
	C4	27,93	480,80	480,80	24,38	419,81	419,81
0	C0	17,90	308,23	308,23	13,60	234,15	234,15
	C1	22,82	392,83	392,83	18,51	318,75	318,75
	C2	22,13	381,06	381,06	17,83	306,98	306,98
	C3	17,90	308,23	308,23	13,60	234,15	234,15
	C4	21,79	375,17	375,17	17,49	301,09	301,09
1	C0	12,80	220,33	220,33	12,80	220,33	220,33
	C1	17,90	308,20	308,20	17,90	308,20	308,20
	C2	17,31	298,09	298,09	17,31	298,09	298,09
	C3	12,80	220,33	220,33	12,80	220,33	220,33
	C4	16,24	279,53	279,53	16,24	279,53	279,53
2	C0	10,67	183,72	183,72	10,67	183,72	183,72
	C1	14,97	257,76	257,76	14,97	257,76	257,76
	C2	14,57	250,86	250,86	14,57	250,86	250,86
	C3	10,67	183,72	183,72	10,67	183,72	183,72
	C4	12,37	212,92	212,92	12,37	212,92	212,92
3	C0	9,70	166,94	166,94	9,70	166,94	166,94
	C1	12,70	218,68	218,68	12,70	218,68	218,68
	C2	12,49	214,99	214,99	12,49	214,99	214,99
	C3	9,70	166,94	166,94	9,70	166,94	166,94
	C4	9,67	166,46	166,46	9,67	166,46	166,46
4	C0	7,61	130,94	130,94	7,61	130,94	130,94
	C1	9,57	164,82	164,82	9,57	164,82	164,82
	C2	9,49	163,31	163,31	9,49	163,31	163,31
	C3	7,61	130,94	130,94	7,61	130,94	130,94
	C4	6,67	114,87	114,87	6,67	114,87	114,87
5	C0	6,16	106,09	106,09	6,16	106,09	106,09
	C1	7,33	126,15	126,15	7,33	126,15	126,15
	C2	7,29	125,52	125,52	7,29	125,52	125,52
	C3	6,16	106,09	106,09	6,16	106,09	106,09
	C4	5,41	93,09	93,09	5,41	93,09	93,09
6	C0	5,31	74,79	74,79	5,31	74,79	74,79
	C1	5,94	83,65	83,65	5,94	83,65	83,65
	C2	5,90	83,18	83,18	5,90	83,18	83,18
	C3	5,31	74,79	74,79	5,31	74,79	74,79
	C4	5,81	81,89	81,89	5,81	81,89	81,89

ANEXO 12.12 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P12

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,s,x}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,s,y}$ (kN)
Sub-Cave	C0	34,24	655,11	655,11	29,92	572,35	572,35
	C1	39,26	751,09	751,09	34,94	668,34	668,34
	C2	38,78	741,89	741,89	34,45	659,14	659,14
	C3	34,24	655,11	655,11	29,92	572,35	572,35
	C4	30,00	573,90	573,90	25,67	491,15	491,15
Cave	C0	22,86	437,39	437,39	19,68	376,39	376,39
	C1	27,77	531,29	531,29	24,58	470,30	470,30
	C2	27,25	521,30	521,30	24,06	460,31	460,31
	C3	22,86	437,39	437,39	19,68	376,39	376,39
	C4	19,20	367,32	367,32	16,01	306,33	306,33
0	C0	17,47	334,13	334,13	13,59	260,05	260,05
	C1	21,34	408,32	408,32	17,47	334,24	334,24
	C2	21,01	401,96	401,96	17,14	327,87	327,87
	C3	17,47	334,13	334,13	13,59	260,05	260,05
	C4	16,04	306,88	306,88	12,17	232,79	232,79
1	C0	12,97	248,14	248,14	12,97	248,14	248,14
	C1	16,81	321,57	321,57	16,81	321,57	321,57
	C2	16,43	314,36	314,36	16,43	314,36	314,36
	C3	12,97	248,14	248,14	12,97	248,14	248,14
	C4	12,34	236,16	236,16	12,34	236,16	236,16
2	C0	10,63	203,45	203,45	10,63	203,45	203,45
	C1	13,99	267,61	267,61	13,99	267,61	267,61
	C2	13,65	261,08	261,08	13,65	261,08	261,08
	C3	10,63	203,45	203,45	10,63	203,45	203,45
	C4	10,00	191,27	191,27	10,00	191,27	191,27
3	C0	9,02	172,59	172,59	9,02	172,59	172,59
	C1	11,76	225,01	225,01	11,76	225,01	225,01
	C2	11,49	219,90	219,90	11,49	219,90	219,90
	C3	9,02	172,59	172,59	9,02	172,59	172,59
	C4	8,43	161,19	161,19	8,43	161,19	161,19
4	C0	6,59	126,00	126,00	6,59	126,00	126,00
	C1	8,71	166,53	166,53	8,71	166,53	166,53
	C2	8,51	162,89	162,89	8,51	162,89	162,89
	C3	6,59	126,00	126,00	6,59	126,00	126,00
	C4	6,42	122,89	122,89	6,42	122,89	122,89
5	C0	4,85	92,77	92,77	4,85	92,77	92,77
	C1	6,37	121,84	121,84	6,37	121,84	121,84
	C2	6,23	119,20	119,20	6,23	119,20	119,20
	C3	4,85	92,77	92,77	4,85	92,77	92,77
	C4	5,78	110,57	110,57	5,78	110,57	110,57

6	C0	6,54	102,32	102,32	6,54	102,32	102,32
	C1	4,99	78,12	78,12	4,99	78,12	78,12
	C2	5,14	80,47	80,47	5,14	80,47	80,47
	C3	6,54	102,32	102,32	6,54	102,32	102,32
	C4	7,35	115,07	115,07	7,35	115,07	115,07

ANEXO 12.13 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P13

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	39,09	734,21	734,21	35,12	659,61	659,61
	C1	38,64	725,67	725,67	34,66	651,07	651,07
	C2	38,71	727,16	727,16	34,74	652,56	652,56
	C3	39,09	734,22	734,22	35,12	659,61	659,61
	C4	39,23	736,89	736,89	35,26	662,29	662,29
Cave	C0	35,35	664,06	664,06	31,78	596,96	596,96
	C1	35,28	662,62	662,62	31,71	595,53	595,53
	C2	35,30	663,06	663,06	31,73	595,96	595,96
	C3	35,35	664,06	664,06	31,78	596,96	596,96
	C4	35,31	663,23	663,23	31,74	596,14	596,14
0	C0	21,42	402,24	402,24	17,47	328,16	328,16
	C1	20,57	386,33	386,33	16,62	312,24	312,24
	C2	20,70	388,87	388,87	16,76	314,78	314,78
	C3	21,42	402,24	402,24	17,47	328,16	328,16
	C4	21,76	408,72	408,72	17,82	334,64	334,64
1	C0	18,31	343,86	343,86	18,31	343,86	343,86
	C1	17,98	337,64	337,64	17,98	337,64	337,64
	C2	18,03	338,74	338,74	18,03	338,74	338,74
	C3	18,31	343,86	343,86	18,31	343,86	343,86
	C4	18,40	345,60	345,60	18,40	345,60	345,60
2	C0	16,29	305,93	305,93	16,29	305,93	305,93
	C1	16,34	306,93	306,93	16,34	306,93	306,93
	C2	16,34	306,96	306,96	16,34	306,96	306,96
	C3	16,29	305,93	305,93	16,29	305,93	305,93
	C4	16,20	304,26	304,26	16,20	304,26	304,26
3	C0	14,37	269,92	269,92	14,37	269,92	269,92
	C1	14,66	275,43	275,43	14,66	275,43	275,43
	C2	14,63	274,78	274,78	14,63	274,78	274,78
	C3	14,37	269,92	269,92	14,37	269,92	269,92
	C4	14,18	266,26	266,26	14,18	266,26	266,26
4	C0	11,19	210,17	210,17	11,19	210,17	210,17
	C1	11,59	217,72	217,72	11,59	217,72	217,72

	C2	11,53	216,57	216,57	11,53	216,57	216,57
	C3	11,19	210,17	210,17	11,19	210,17	210,17
	C4	10,96	205,84	205,84	10,96	205,84	205,84
5	C0	8,39	157,61	157,61	8,39	157,61	157,61
	C1	8,75	164,40	164,40	8,75	164,40	164,40
	C2	8,71	163,54	163,54	8,71	163,54	163,54
	C3	8,39	157,61	157,61	8,39	157,61	157,61
	C4	8,19	153,78	153,78	8,19	153,78	153,78
6	C0	6,96	98,07	98,07	6,96	98,07	98,07
	C1	7,27	102,45	102,45	7,27	102,45	102,45
	C2	7,24	101,92	101,92	7,24	101,92	101,92
	C3	6,96	98,07	98,07	6,96	98,07	98,07
	C4	6,79	95,64	95,64	6,79	95,64	95,64

ANEXO 12.14 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P14

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	17,45	273,10	273,10	17,45	273,10	273,10
	C1	17,45	273,10	273,10	17,45	273,10	273,10
	C2	17,45	273,10	273,10	17,45	273,10	273,10
	C3	17,45	273,10	273,10	17,45	273,10	273,10
	C4	17,45	273,10	273,10	17,45	273,10	273,10
Cave	C0	15,71	245,88	245,88	15,71	245,88	245,88
	C1	15,71	245,88	245,88	15,71	245,88	245,88
	C2	15,71	245,88	245,88	15,71	245,88	245,88
	C3	15,71	245,88	245,88	15,71	245,88	245,88
	C4	15,71	245,88	245,88	15,71	245,88	245,88
0	C0	22,06	345,25	345,25	22,06	345,25	345,25
	C1	21,60	338,04	338,04	21,60	338,04	338,04
	C2	21,66	339,09	339,09	21,66	339,09	339,09
	C3	22,06	345,25	345,25	22,06	345,25	345,25
	C4	22,28	348,69	348,69	22,28	348,69	348,69
1	C0	19,35	302,84	302,84	19,35	302,84	302,84
	C1	19,16	299,85	299,85	19,16	299,85	299,85
	C2	19,19	300,29	300,29	19,19	300,29	300,29
	C3	19,35	302,84	302,84	19,35	302,84	302,84
	C4	19,43	304,11	304,11	19,43	304,11	304,11
2	C0	19,60	306,76	306,76	19,60	306,76	306,76
	C1	19,61	306,96	306,96	19,61	306,96	306,96
	C2	19,61	306,96	306,96	19,61	306,96	306,96
	C3	19,60	306,76	306,76	19,60	306,76	306,76
	C4	19,58	306,42	306,42	19,58	306,42	306,42

3	C0	17,47	273,44	273,44	17,47	273,44	273,44
	C1	17,61	275,71	275,71	17,61	275,71	275,71
	C2	17,60	275,46	275,46	17,60	275,46	275,46
	C3	17,47	273,44	273,44	17,47	273,44	273,44
	C4	17,38	272,04	272,04	17,38	272,04	272,04
4	C0	13,78	215,63	215,63	13,78	215,63	215,63
	C1	13,98	218,83	218,83	13,98	218,83	218,83
	C2	13,96	218,47	218,47	13,96	218,47	218,47
	C3	13,78	215,63	215,63	13,78	215,63	215,63
	C4	13,66	213,78	213,78	13,66	213,78	213,78
5	C0	10,46	163,77	163,77	10,46	163,77	163,77
	C1	10,67	166,95	166,95	10,67	166,95	166,95
	C2	10,65	166,64	166,64	10,65	166,64	166,64
	C3	10,46	163,77	163,77	10,46	163,77	163,77
	C4	10,35	161,94	161,94	10,35	161,94	161,94
6	C0	6,64	103,96	103,96	6,64	103,96	103,96
	C1	6,79	106,22	106,22	6,79	106,22	106,22
	C2	6,77	106,03	106,03	6,77	106,03	106,03
	C3	6,64	103,96	103,96	6,64	103,96	103,96
	C4	6,56	102,66	102,66	6,56	102,66	102,66

ANEXO 12.15 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P15

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	16,93	556,64	556,64	26,31	864,77	864,77
	C1	16,93	556,64	556,64	26,31	864,77	864,77
	C2	16,93	556,64	556,64	26,31	864,77	864,77
	C3	16,93	556,64	556,64	26,31	864,77	864,77
	C4	16,93	556,64	556,64	26,31	864,77	864,77
Cave	C0	15,29	502,67	502,67	23,71	779,23	779,23
	C1	15,29	502,67	502,67	23,71	779,23	779,23
	C2	15,29	502,67	502,67	23,71	779,23	779,23
	C3	15,29	502,67	502,67	23,71	779,23	779,23
	C4	15,29	502,67	502,67	23,71	779,23	779,23
0	C0	20,20	221,34	221,34	20,20	221,34	221,34
	C1	19,64	215,23	215,23	19,64	215,23	215,23
	C2	19,73	216,13	216,13	19,73	216,13	216,13
	C3	20,20	221,34	221,34	20,20	221,34	221,34
	C4	20,47	224,31	224,31	20,47	224,31	224,31
1	C0	17,55	192,27	192,27	17,55	192,27	192,27
	C1	17,29	189,39	189,39	17,29	189,39	189,39
	C2	17,32	189,82	189,82	17,32	189,82	189,82
	C3	17,55	192,27	192,27	17,55	192,27	192,27

	C4	17,67	193,60	193,60	17,67	193,60	193,60
2	C0	18,10	198,36	198,36	18,10	198,36	198,36
	C1	18,05	197,76	197,76	18,05	197,76	197,76
	C2	18,06	197,86	197,86	18,06	197,86	197,86
	C3	18,10	198,36	198,36	18,10	198,36	198,36
	C4	18,12	198,54	198,54	18,12	198,54	198,54
3	C0	16,22	177,68	177,68	16,22	177,68	177,68
	C1	16,29	178,53	178,53	16,29	178,53	178,53
	C2	16,28	178,43	178,43	16,28	178,43	178,43
	C3	16,22	177,68	177,68	16,22	177,68	177,68
	C4	16,17	177,14	177,14	16,17	177,14	177,14
4	C0	12,81	140,38	140,38	12,81	140,38	140,38
	C1	12,95	141,84	141,84	12,95	141,84	141,84
	C2	12,93	141,66	141,66	12,93	141,66	141,66
	C3	12,81	140,38	140,38	12,81	140,38	140,38
	C4	12,74	139,54	139,54	12,74	139,54	139,54
5	C0	10,01	109,66	109,66	10,01	109,66	109,66
	C1	10,13	110,95	110,95	10,13	110,95	110,95
	C2	10,11	110,81	110,81	10,11	110,81	110,81
	C3	10,01	109,66	109,66	10,01	109,66	109,66
	C4	9,94	108,93	108,93	9,94	108,93	108,93
6	C0	4,71	51,65	51,65	2,36	25,82	25,82
	C1	4,76	52,20	52,20	2,38	26,10	26,10
	C2	4,76	52,15	52,15	2,38	26,07	26,07
	C3	4,71	51,65	51,65	2,36	25,82	25,82
	C4	4,69	51,33	51,33	2,34	25,67	25,67

ANEXO 12.16 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P16

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
0	C0	18,13	198,61	198,61	18,13	198,61	198,61
	C1	18,12	198,55	198,55	18,12	198,55	198,55
	C2	18,12	198,56	198,56	18,12	198,56	198,56
	C3	18,13	198,61	198,61	18,13	198,61	198,61
	C4	18,12	198,58	198,58	18,12	198,58	198,58
1	C0	16,19	177,40	177,40	16,19	177,40	177,40
	C1	16,26	178,12	178,12	16,26	178,12	178,12
	C2	16,25	178,05	178,05	16,25	178,05	178,05
	C3	16,19	177,40	177,40	16,19	177,40	177,40
	C4	16,15	176,94	176,94	16,15	176,94	176,94
2	C0	12,99	142,32	142,32	12,99	142,32	142,32
	C1	13,12	143,70	143,70	13,12	143,70	143,70

	C2	13,10	143,55	143,55	13,10	143,55	143,55
	C3	12,99	142,32	142,32	12,99	142,32	142,32
	C4	12,92	141,51	141,51	12,92	141,51	141,51
3	C0	10,63	116,47	116,47	10,63	116,47	116,47
	C1	10,79	118,19	118,19	10,79	118,19	118,19
	C2	10,77	118,01	118,01	10,77	118,01	118,01
	C3	10,63	116,47	116,47	10,63	116,47	116,47
	C4	10,54	115,48	115,48	10,54	115,48	115,48
4	C0	9,20	100,80	100,80	9,20	100,80	100,80
	C1	9,36	102,51	102,51	9,36	102,51	102,51
	C2	9,34	102,33	102,33	9,34	102,33	102,33
	C3	9,20	100,80	100,80	9,20	100,80	100,80
	C4	9,11	99,83	99,83	9,11	99,83	99,83
5	C0	3,66	40,12	40,12	3,66	40,12	40,12
	C1	3,78	41,41	41,41	3,78	41,41	41,41
	C2	3,77	41,28	41,28	3,77	41,28	41,28
	C3	3,66	40,12	40,12	3,66	40,12	40,12
	C4	3,59	39,38	39,38	3,59	39,38	39,38
6	C0	4,09	44,81	44,81	4,09	44,81	44,81
	C1	4,23	46,34	46,34	4,23	46,34	46,34
	C2	4,22	46,19	46,19	4,22	46,19	46,19
	C3	4,09	44,81	44,81	4,09	44,81	44,81
	C4	4,01	43,95	43,95	4,01	43,95	43,95

ANEXO 12.17 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P17

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	9,57	104,91	104,91	9,96	109,14	109,14
	C1	9,57	104,91	104,91	9,96	109,14	109,14
	C2	9,57	104,91	104,91	9,96	109,14	109,14
	C3	9,57	104,91	104,91	9,96	109,14	109,14
	C4	9,57	104,91	104,91	9,96	109,14	109,14
Cave	C0	8,62	94,47	94,47	8,97	98,26	98,26
	C1	8,62	94,47	94,47	8,97	98,26	98,26
	C2	8,62	94,47	94,47	8,97	98,26	98,26
	C3	8,62	94,47	94,47	8,97	98,26	98,26
	C4	8,62	94,47	94,47	8,97	98,26	98,26
0	C0	12,52	137,13	137,13	12,61	138,19	138,19
	C1	13,09	143,47	143,47	13,12	143,73	143,73
	C2	13,04	142,87	142,87	13,07	143,20	143,20
	C3	12,52	137,13	137,13	12,61	138,19	138,19
	C4	12,03	131,80	131,80	12,19	133,52	133,52
1	C0	10,39	113,89	113,89	10,11	110,80	110,80

	C1	11,07	121,31	121,31	10,71	117,29	117,29
	C2	11,00	120,49	120,49	10,64	116,57	116,57
	C3	10,39	113,89	113,89	10,11	110,80	110,80
	C4	9,91	108,53	108,53	9,68	106,11	106,11
2	C0	9,89	108,31	108,31	9,67	105,92	105,92
	C1	10,59	116,00	116,00	10,28	112,64	112,64
	C2	10,51	115,10	115,10	10,21	111,86	111,86
	C3	9,89	108,31	108,31	9,67	105,92	105,92
	C4	9,43	103,27	103,27	9,26	101,51	101,51
3	C0	7,94	87,03	87,03	8,02	87,91	87,91
	C1	8,59	94,07	94,07	8,59	94,06	94,06
	C2	8,51	93,25	93,25	8,52	93,35	93,35
	C3	7,94	87,03	87,03	8,02	87,91	87,91
	C4	7,55	82,70	82,70	7,68	84,12	84,12
4	C0	5,89	64,52	64,52	5,72	62,72	62,72
	C1	6,40	70,10	70,10	6,17	67,60	67,60
	C2	6,34	69,46	69,46	6,12	67,05	67,05
	C3	5,89	64,52	64,52	5,72	62,72	62,72
	C4	5,59	61,24	61,24	5,46	59,85	59,85
5	C0	5,01	54,91	54,91	4,96	54,31	54,31
	C1	5,33	58,44	58,44	5,24	57,40	57,40
	C2	5,30	58,06	58,06	5,21	57,07	57,07
	C3	5,01	54,91	54,91	4,96	54,31	54,31
	C4	4,83	52,89	52,89	4,80	52,54	52,54
6	C0	3,79	41,52	41,52	3,20	35,05	35,05
	C1	3,92	42,90	42,90	3,31	36,30	36,30
	C2	3,90	42,77	42,77	3,30	36,18	36,18
	C3	3,79	41,52	41,52	3,20	35,05	35,05
	C4	3,72	40,73	40,73	3,13	34,34	34,34

ANEXO 12.18 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P18

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	27,34	385,19	385,19	45,60	642,32	642,32
	C1	27,34	385,17	385,17	45,59	642,29	642,29
	C2	27,35	385,22	385,22	45,60	642,37	642,37
	C3	27,34	385,19	385,19	45,60	642,32	642,32
	C4	27,32	384,86	384,86	45,56	641,79	641,79
Cave	C0	24,42	344,01	344,01	40,73	573,82	573,82
	C1	24,53	345,53	345,53	40,91	576,26	576,26
	C2	24,52	345,37	345,37	40,89	575,99	575,99
	C3	24,42	344,01	344,01	40,73	573,82	573,82

	C4	24,34	342,90	342,90	40,61	572,04	572,04
0	C0	24,59	346,41	346,41	40,93	576,61	576,61
	C1	24,87	350,40	350,40	41,39	583,01	583,01
	C2	24,84	349,91	349,91	41,33	582,22	582,22
	C3	24,59	346,41	346,41	40,93	576,61	576,61
	C4	24,42	343,99	343,99	40,66	572,75	572,75
1	C0	20,77	292,53	292,53	34,41	484,76	484,76
	C1	21,16	298,06	298,06	35,04	493,61	493,61
	C2	21,11	297,36	297,36	34,96	492,50	492,50
	C3	20,77	292,53	292,53	34,41	484,76	484,76
	C4	20,54	289,30	289,30	34,05	479,60	479,60
2	C0	19,21	270,66	270,66	31,93	449,77	449,77
	C1	19,68	277,26	277,26	32,68	460,33	460,33
	C2	19,62	276,43	276,43	32,58	459,01	459,01
	C3	19,21	270,66	270,66	31,93	449,77	449,77
	C4	18,95	266,89	266,89	31,50	443,74	443,74
3	C0	15,90	223,94	223,94	26,41	372,09	372,09
	C1	16,41	231,11	231,11	27,23	383,56	383,56
	C2	16,34	230,22	230,22	27,13	382,15	382,15
	C3	15,90	223,94	223,94	26,41	372,09	372,09
	C4	15,61	219,88	219,88	25,95	365,61	365,61
4	C0	11,51	162,19	162,19	19,09	268,91	268,91
	C1	12,03	169,43	169,43	19,91	280,48	280,48
	C2	11,96	168,54	168,54	19,81	279,07	279,07
	C3	11,51	162,19	162,19	19,09	268,91	268,91
	C4	11,23	158,14	158,14	18,63	262,42	262,42
5	C0	8,84	124,50	124,50	14,81	208,61	208,61
	C1	9,33	131,41	131,41	15,59	219,66	219,66
	C2	9,27	130,58	130,58	15,50	218,32	218,32
	C3	8,84	124,50	124,50	14,81	208,61	208,61
	C4	8,56	120,65	120,65	14,37	202,44	202,44
6	C0	6,24	87,88	87,88	10,76	151,59	151,59
	C1	6,79	95,66	95,66	11,65	164,05	164,05
	C2	6,72	94,70	94,70	11,54	162,51	162,51
	C3	6,24	87,88	87,88	10,76	151,59	151,59
	C4	5,93	83,57	83,57	10,27	144,70	144,70

ANEXO 12.19 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P19

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	27,33	384,96	384,96	45,57	641,97	641,97
	C1	27,35	385,22	385,22	45,60	642,37	642,37
	C2	27,34	385,20	385,20	45,60	642,34	642,34
	C3	27,33	384,96	384,96	45,57	641,97	641,97
	C4	27,31	384,74	384,74	45,55	641,61	641,61
Cave	C0	24,33	342,70	342,70	40,59	571,73	571,73
	C1	24,40	343,70	343,70	40,70	573,32	573,32
	C2	24,39	343,59	343,59	40,69	573,15	573,15
	C3	24,33	342,70	342,70	40,59	571,73	571,73
	C4	24,28	342,08	342,08	40,52	570,74	570,74
0	C0	24,36	343,14	343,14	40,56	571,38	571,38
	C1	24,54	345,73	345,73	40,86	575,52	575,52
	C2	24,52	345,42	345,42	40,82	575,04	575,04
	C3	24,36	343,14	343,14	40,56	571,38	571,38
	C4	24,25	341,63	341,63	40,39	568,97	568,97
1	C0	20,47	288,30	288,30	33,93	477,99	477,99
	C1	20,74	292,16	292,16	34,37	484,17	484,17
	C2	20,71	291,67	291,67	34,32	483,40	483,40
	C3	20,47	288,30	288,30	33,93	477,99	477,99
	C4	20,31	286,11	286,11	33,68	474,49	474,49
2	C0	18,87	265,82	265,82	31,38	442,04	442,04
	C1	19,22	270,68	270,68	31,93	449,81	449,81
	C2	19,17	270,06	270,06	31,86	448,81	448,81
	C3	18,87	265,82	265,82	31,38	442,04	442,04
	C4	18,68	263,10	263,10	31,07	437,68	437,68
3	C0	15,53	218,78	218,78	25,83	363,84	363,84
	C1	15,92	224,30	224,30	26,45	372,67	372,67
	C2	15,87	223,58	223,58	26,37	371,52	371,52
	C3	15,53	218,78	218,78	25,83	363,84	363,84
	C4	15,31	215,71	215,71	25,48	358,93	358,93
4	C0	11,14	156,96	156,96	18,50	260,54	260,54
	C1	11,55	162,72	162,72	19,15	269,74	269,74
	C2	11,50	161,96	161,96	19,06	268,53	268,53
	C3	11,14	156,96	156,96	18,50	260,54	260,54
	C4	10,92	153,79	153,79	18,13	255,46	255,46
5	C0	8,48	119,45	119,45	14,23	200,53	200,53
	C1	8,87	124,98	124,98	14,86	209,37	209,37
	C2	8,82	124,26	124,26	14,78	208,22	208,22
	C3	8,48	119,45	119,45	14,23	200,53	200,53
	C4	8,26	116,42	116,42	13,89	195,66	195,66

6	C0	6,48	91,30	91,30	11,15	157,07	157,07
	C1	6,83	96,23	96,23	11,71	164,96	164,96
	C2	6,79	95,59	95,59	11,64	163,94	163,94
	C3	6,48	91,30	91,30	11,15	157,07	157,07
	C4	6,29	88,60	88,60	10,84	152,76	152,76

ANEXO 12.20 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P20

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	8,62	104,91	104,91	8,97	109,14	109,14
	C1	8,62	104,91	104,91	8,97	109,14	109,14
	C2	8,62	104,91	104,91	8,97	109,14	109,14
	C3	8,62	104,91	104,91	8,97	109,14	109,14
	C4	8,62	104,91	104,91	8,97	109,14	109,14
Cave	C0	7,76	94,47	94,47	8,07	98,26	98,26
	C1	7,76	94,47	94,47	8,07	98,26	98,26
	C2	7,76	94,47	94,47	8,07	98,26	98,26
	C3	7,76	94,47	94,47	8,07	98,26	98,26
	C4	7,76	94,47	94,47	8,07	98,26	98,26
0	C0	10,85	132,07	132,07	10,99	133,75	133,75
	C1	11,67	142,09	142,09	11,71	142,53	142,53
	C2	11,59	141,11	141,11	11,64	141,66	141,66
	C3	10,85	132,07	132,07	10,99	133,75	133,75
	C4	10,17	123,82	123,82	10,39	126,54	126,54
1	C0	8,90	108,38	108,38	8,71	105,98	105,98
	C1	9,78	119,12	119,12	9,48	115,37	115,37
	C2	9,69	117,93	117,93	9,39	114,34	114,34
	C3	8,90	108,38	108,38	8,71	105,98	105,98
	C4	8,26	100,61	100,61	8,15	99,18	99,18
2	C0	8,45	102,82	102,82	8,31	101,11	101,11
	C1	9,30	113,28	113,28	9,06	110,26	110,26
	C2	9,21	112,08	112,08	8,97	109,22	109,22
	C3	8,45	102,82	102,82	8,31	101,11	101,11
	C4	7,87	95,87	95,87	7,81	95,03	95,03
3	C0	6,75	82,15	82,15	6,87	83,64	83,64
	C1	7,50	91,29	91,29	7,53	91,64	91,64
	C2	7,41	90,26	90,26	7,45	90,73	90,73
	C3	6,75	82,15	82,15	6,87	83,64	83,64
	C4	6,28	76,43	76,43	6,46	78,64	78,64
4	C0	5,00	60,82	60,82	4,89	59,48	59,48
	C1	5,57	67,83	67,83	5,39	65,62	65,62
	C2	5,51	67,06	67,06	5,33	64,95	64,95

	C3	5,00	60,82	60,82	4,89	59,48	59,48
	C4	4,65	56,62	56,62	4,58	55,81	55,81
5	C0	4,34	52,82	52,82	4,31	52,48	52,48
	C1	4,70	57,24	57,24	4,63	56,35	56,35
	C2	4,67	56,80	56,80	4,60	55,97	55,97
	C3	4,34	52,82	52,82	4,31	52,48	52,48
	C4	4,13	50,24	50,24	4,13	50,23	50,23
6	C0	3,30	40,14	40,14	1,72	20,97	20,97
	C1	3,45	42,04	42,04	1,82	22,16	22,16
	C2	3,44	41,90	41,90	1,81	22,06	22,06
	C3	3,30	40,14	40,14	1,72	20,97	20,97
	C4	3,21	39,03	39,03	1,66	20,27	20,27

ANEXO 12.21 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P21

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	7,84	85,93	85,93	7,84	85,93	85,93
	C1	7,86	86,08	86,08	7,86	86,08	86,08
	C2	7,85	86,06	86,06	7,85	86,06	86,06
	C3	7,84	85,93	85,93	7,84	85,93	85,93
	C4	7,84	85,84	85,84	7,84	85,84	85,84
Cave	C0	6,38	69,92	69,92	6,38	69,92	69,92
	C1	6,40	70,09	70,09	6,40	70,09	70,09
	C2	6,40	70,07	70,07	6,40	70,07	70,07
	C3	6,38	69,92	69,92	6,38	69,92	69,92
	C4	6,37	69,83	69,83	6,37	69,83	69,83

ANEXO 12.22 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P22

PISO	CENÁRIO	$A_{sw/s}$ necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	$A_{sw/s}$ necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	21,91	720,05	720,05	35,70	1173,51	1173,51
	C1	34,05	1119,27	1119,27	44,54	1463,85	1463,85
	C2	32,58	1070,98	1070,98	43,47	1428,74	1428,74
	C3	21,91	720,05	720,05	35,70	1173,51	1173,51
	C4	19,09	627,55	627,55	33,66	1106,24	1106,24
Cave	C0	18,86	619,91	619,91	31,50	1035,27	1035,27
	C1	25,89	850,96	850,96	36,61	1203,31	1203,31
	C2	24,04	790,06	790,06	35,26	1159,02	1159,02
	C3	18,86	619,91	619,91	31,50	1035,27	1035,27

	C4	26,39	867,57	867,57	36,98	1215,39	1215,39
--	----	-------	--------	--------	-------	---------	---------

ANEXO 12.23 – Averiguação da armadura de esforço transverso necessária no pilar P23

PISO	CENÁRIO	A_{sw}/s necessária, x (cm ²)	$V_{Ed,x}$ (kN)	$V_{Rd,sx}$ (kN)	A_{sw}/s necessária, y (cm ²)	$V_{Ed,y}$ (kN)	$V_{Rd,sy}$ (kN)
Sub-Cave	C0	2,84	31,09	31,09	1,92	21,07	21,07
	C1	2,93	32,12	32,12	1,98	21,71	21,71
	C2	2,92	31,98	31,98	1,97	21,62	21,62
	C3	2,84	31,09	31,09	1,92	21,07	21,07
	C4	2,79	30,53	30,53	1,89	20,72	20,72

ANEXO 13 – ARMADURA DE CONFINAMENTO

ANEXO 13.1 – Armadura de confinamento no pilar P1

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,55068	0,4	0,0416
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,62198	0,4	0,0515
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,61198	0,4	0,0501
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,55068	0,4	0,0416
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,51243	0,4	0,0363
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,46902	0,4	0,0303
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,52751	0,4	0,0384
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,51949	0,4	0,0373
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,46902	0,4	0,0303
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,10927	0,016189	0,43754	0,4	0,0259
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,38545	0,4	0,0186
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,43141	0,4	0,0250
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,42533	0,4	0,0242
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,38545	0,4	0,0186
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,36057	0,4	0,0152
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,30011	0,4	0,0068
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,33394	0,4	0,0115
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,32969	0,4	0,0109
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,30011	0,4	0,0068
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,28165	0,4	0,0042
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,21310	0,4	-0,0054
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,23545	0,4	-0,0022
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,23284	0,4	-0,0026
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,21310	0,4	-0,0054
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,20078	0,4	-0,0071
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,12409	0,4	-0,0177
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,13575	0,4	-0,0161

	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,13454	0,4	-0,0163
	C3	0,3	0,3	0,333	0,5625	0,188	0,08195	0,015366	0,12409	0,4	-0,0177
	C4	0,3	0,3	0,333	0,5625	0,188	0,08195	0,015366	0,11757	0,4	-0,0186
6	C0	0,3	0,1	-0,111	0,1875	-	0,16391	-0,003415	0,07651	0,4	-0,0244
	C1	0,3	0,1	-0,111	0,1875	-	0,16391	-0,003415	0,0832	0,4	-0,0234
	C2	0,3	0,1	-0,111	0,1875	-	0,16391	-0,003415	0,08268	0,4	-0,0235
	C3	0,3	0,1	-0,111	0,1875	-	0,16391	-0,003415	0,07651	0,4	-0,0244
	C4	0,3	0,1	-0,111	0,1875	-	0,16391	-0,003415	0,07265	0,4	-0,0249

ANEXO 13.2 – Armadura de confinamento no pilar P2

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,87857	0,5	0,0796
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,91019	0,5	0,0837
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,90588	0,5	0,0832
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,87857	0,5	0,0796
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,86153	0,5	0,0774
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,8787	0,5	0,0796
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,91204	0,5	0,0840
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,90751	0,5	0,0834
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,8787	0,5	0,0796
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,86073	0,5	0,0773
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,77015	0,5	0,0655
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,80239	0,5	0,0697
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,79803	0,5	0,0691
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,77015	0,5	0,0655
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,75276	0,5	0,0632
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,64545	0,5	0,0492
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,67283	0,5	0,0528
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,66927	0,5	0,0523
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,64545	0,5	0,0492
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,63059	0,5	0,0473
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,52118	0,5	0,0330
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,5436	0,5	0,0359
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,54083	0,5	0,0355
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,52118	0,5	0,0330
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,50892	0,5	0,0314
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,39786	0,5	0,0169

	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,41511	0,5	0,0191
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,4131	0,5	0,0189
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,39786	0,5	0,0169
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,38836	0,5	0,0157
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,27486	0,5	0,0009
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28689	0,5	0,0024
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28558	0,5	0,0022
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,27486	0,5	0,0009
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26818	0,5	0,0000
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15233	0,5	-0,0151
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15927	0,5	-0,0142
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15856	0,5	-0,0143
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15233	0,5	-0,0151
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,14844	0,5	-0,0156
6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,20746	0,25	0,0011
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,22325	0,25	0,0038
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,22179	0,25	0,0036
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,20746	0,25	0,0011
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,19852	0,25	-0,0005

ANEXO 13.3 – Armadura de confinamento no pilar P3

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,45036	0,5	0,0237
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48281	0,5	0,0280
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,04799	0,5	-0,0287
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,45036	0,5	0,0237
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43293	0,5	0,0215
Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,44610	0,5	0,0232
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48103	0,5	0,0277
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,47618	0,5	0,0271
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,44610	0,5	0,0232
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42733	0,5	0,0207
0	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,37495	0,5	0,0139
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,40718	0,5	0,0181
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,40275	0,5	0,0175
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,37495	0,5	0,0139
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,35760	0,5	0,0116
1	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,31462	0,5	0,0060
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,34299	0,5	0,0097
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,33916	0,5	0,0092
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,31462	0,5	0,0060

	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,29931	0,5	0,0040
2	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,25414	0,5	-0,0019
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,27768	0,5	0,0012
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,2746	0,5	0,0008
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,25414	0,5	-0,0019
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24138	0,5	-0,0035
3	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19383	0,5	-0,0097
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,21208	0,5	-0,0073
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,20976	0,5	-0,0076
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19383	0,5	-0,0097
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,18389	0,5	-0,0110
4	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13347	0,5	-0,0176
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14625	0,5	-0,0159
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14467	0,5	-0,0161
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13347	0,5	-0,0176
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12648	0,5	-0,0185
5	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07254	0,5	-0,0255
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07981	0,5	-0,0246
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07893	0,5	-0,0247
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07254	0,5	-0,0255
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,06856	0,5	-0,0261
6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,15395	0,25	-0,0082
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16108	0,25	-0,0070
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16055	0,25	-0,0071
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,15395	0,25	-0,0082
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,14984	0,25	-0,0089

ANEXO 13.4 – Armadura de confinamento no pilar P4

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,50572	0,5	0,0310
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55781	0,5	0,0378
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55054	0,5	0,0368
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,50347	0,5	0,0307
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,47776	0,5	0,0273
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55712	0,5	0,0377
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,61191	0,5	0,0448
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,60435	0,5	0,0438
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55712	0,5	0,0377
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,52765	0,5	0,0338
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,51145	0,5	0,0317
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,56017	0,5	0,0381

	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55354	0,5	0,0372
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,51145	0,5	0,0317
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,48518	0,5	0,0283
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,42757	0,5	0,0208
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,47083	0,5	0,0264
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,46506	0,5	0,0257
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,42757	0,5	0,0208
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,40419	0,5	0,0177
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,34556	0,5	0,0101
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,38236	0,5	0,0149
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,37755	0,5	0,0142
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,34556	0,5	0,0101
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,32561	0,5	0,0075
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26549	0,5	-0,0004
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,2948	0,5	0,0035
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,29106	0,5	0,0030
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26549	0,5	-0,0004
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,24953	0,5	-0,0025
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,18665	0,5	-0,0107
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20788	0,5	-0,0079
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20523	0,5	-0,0082
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,18665	0,5	-0,0107
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17505	0,5	-0,0122
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10822	0,5	-0,0209
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,12118	0,5	-0,0192
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,11959	0,5	-0,0194
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10822	0,5	-0,0209
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10113	0,5	-0,0218
6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,13327	0,25	-0,0118
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16396	0,25	-0,0065
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16011	0,25	-0,0072
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,13327	0,25	-0,0118
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,11653	0,25	-0,0147

ANEXO 13.5 – Armadura de confinamento no pilar P5

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,50821	0,5	0,0313
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55196	0,5	0,0370
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,54594	0,5	0,0362
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,50821	0,5	0,0313
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,48468	0,5	0,0282

Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55968	0,5	0,0380
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,60669	0,5	0,0441
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,60028	0,5	0,0433
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,55968	0,5	0,0380
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,53436	0,5	0,0347
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,52819	0,5	0,0339
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,5698	0,5	0,0393
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,56423	0,5	0,0386
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,52819	0,5	0,0339
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,5057	0,5	0,0310
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,44115	0,5	0,0225
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,47836	0,5	0,0274
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,47348	0,5	0,0268
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,44115	0,5	0,0225
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,42098	0,5	0,0199
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,3558	0,5	0,0114
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,38782	0,5	0,0156
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,38371	0,5	0,0150
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,3558	0,5	0,0114
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,33839	0,5	0,0091
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,272	0,5	0,0005
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,29792	0,5	0,0039
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,29467	0,5	0,0034
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,272	0,5	0,0005
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,25786	0,5	-0,0014
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,18952	0,5	-0,0103
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20864	0,5	-0,0078
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20628	0,5	-0,0081
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,18952	0,5	-0,0103
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17907	0,5	-0,0116
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10785	0,5	-0,0209
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,11972	0,5	-0,0194
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,11827	0,5	-0,0196
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10785	0,5	-0,0209
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10134	0,5	-0,0218
6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,14444	0,25	-0,0099
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,17101	0,25	-0,0053
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16769	0,25	-0,0058
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,14444	0,25	-0,0099
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,12994	0,25	-0,0124

ANEXO 13.6 – Armadura de confinamento no pilar P6

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43087	0,5	0,0212
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,46172	0,5	0,0252
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,45745	0,5	0,0247
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43087	0,5	0,0212
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,41429	0,5	0,0190
Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42672	0,5	0,0207
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,46043	0,5	0,0251
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,45576	0,5	0,0244
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42672	0,5	0,0207
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,4086	0,5	0,0183
0	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,36483	0,5	0,0126
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,39633	0,5	0,0167
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,392	0,5	0,0161
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,36483	0,5	0,0126
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,34788	0,5	0,0104
1	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,306	0,5	0,0049
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,33385	0,5	0,0085
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,33009	0,5	0,0081
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,306	0,5	0,0049
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,29097	0,5	0,0030
2	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24784	0,5	-0,0027
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,27117	0,5	0,0004
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,26809	0,5	0,0000
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24784	0,5	-0,0027
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,2352	0,5	-0,0043
3	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19005	0,5	-0,0102
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,20834	0,5	-0,0078
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,20599	0,5	-0,0081
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19005	0,5	-0,0102
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,18011	0,5	-0,0115
4	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13234	0,5	-0,0177
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14535	0,5	-0,0160
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14373	0,5	-0,0163
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13234	0,5	-0,0177
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12523	0,5	-0,0187
5	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07418	0,5	-0,0253
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,08176	0,5	-0,0243
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,08085	0,5	-0,0245
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07418	0,5	-0,0253
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07001	0,5	-0,0259

6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,15727	0,25	-0,0076
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16507	0,25	-0,0063
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,16453	0,25	-0,0064
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,15727	0,25	-0,0076
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,15274	0,25	-0,0084

ANEXO 13.7 – Armadura de confinamento no pilar P7

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92112	0,5	0,0851
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,94577	0,5	0,0884
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,94253	0,5	0,0879
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92112	0,5	0,0851
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,90777	0,5	0,0834
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,9042	0,5	0,0829
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92981	0,5	0,0863
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92647	0,5	0,0858
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,9042	0,5	0,0829
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,89031	0,5	0,0811
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,76859	0,5	0,0653
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,79328	0,5	0,0685
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,79008	0,5	0,0681
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,76859	0,5	0,0653
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,75518	0,5	0,0635
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,64745	0,5	0,0495
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,669	0,5	0,0523
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,66631	0,5	0,0519
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,64745	0,5	0,0495
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,6357	0,5	0,0479
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,52679	0,5	0,0337
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,54487	0,5	0,0361
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,54272	0,5	0,0358
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,52679	0,5	0,0337
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,51684	0,5	0,0324
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,40673	0,5	0,0181
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,42104	0,5	0,0199
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,41944	0,5	0,0197
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,40673	0,5	0,0181
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,39881	0,5	0,0170
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28712	0,5	0,0025
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,29745	0,5	0,0038
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,29637	0,5	0,0037
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28712	0,5	0,0025

	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28135	0,5	0,0017
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,1681	0,5	-0,0131
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17445	0,5	-0,0122
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17382	0,5	-0,0123
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,1681	0,5	-0,0131
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16453	0,5	-0,0135
6	C0	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,22915	0,25	0,0049
	C1	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,24578	0,25	0,0077
	C2	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,24437	0,25	0,0075
	C3	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,22915	0,25	0,0049
	C4	0,15	0,1	0,278	0,125	0,035	0,20489	0,007114	0,21966	0,25	0,0032

ANEXO 13.8 – Armadura de confinamento no pilar P8

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00345	0,4	-0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00345	0,4	-0,0345
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00345	0,4	-0,0345
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00345	0,4	-0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00345	0,4	-0,0345
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00401	0,4	-0,0344
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00401	0,4	-0,0344
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00401	0,4	-0,0344
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00401	0,4	-0,0344
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,00401	0,4	-0,0344
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,73510	0,4	0,0673
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,77509	0,4	0,0728
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,76952	0,4	0,0721
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,73510	0,4	0,0673
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,71363	0,4	0,0643
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,61980	0,4	0,0512
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,65309	0,4	0,0559
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,64853	0,4	0,0552
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,61980	0,4	0,0512
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,145697	0,021585	0,60187	0,4	0,0487
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,50325	0,4	0,0350
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,53005	0,4	0,0387
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,52649	0,4	0,0383
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,50325	0,4	0,0350
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,48875	0,4	0,0330
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,38669	0,4	0,0188
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,40685	0,4	0,0216

	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,40429	0,4	0,0212
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,38669	0,4	0,0188
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,37571	0,4	0,0173
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,26964	0,4	0,0025
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,28335	0,4	0,0044
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,28172	0,4	0,0042
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,26964	0,4	0,0025
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,26210	0,4	0,0015
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,15123	0,4	-0,0140
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,15884	0,4	-0,0129
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,15804	0,4	-0,0130
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,15123	0,4	-0,0140
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,32782	0,061466	0,14698	0,4	-0,0146
6	C0	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,32782	-0,006830	0,08825	0,4	-0,0227
	C1	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,32782	-0,006830	0,09172	0,4	-0,0222
	C2	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,32782	-0,006830	0,09154	0,4	-0,0223
	C3	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,32782	-0,006830	0,08825	0,4	-0,0227
	C4	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,32782	-0,006830	0,08620	0,4	-0,0230

ANEXO 13.9 – Armadura de confinamento no pilar P9

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00345	0,4	-0,0345
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,00401	0,4	-0,0344
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,7351	0,4	0,0673
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,77509	0,4	0,0728
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,76952	0,4	0,0721
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,7351	0,4	0,0673
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,71363	0,4	0,0643
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,6198	0,4	0,0512
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,65309	0,4	0,0559
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,64853	0,4	0,0552
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,6198	0,4	0,0512
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,60187	0,4	0,0487

2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,50325	0,4	0,0350
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,53005	0,4	0,0387
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,52649	0,4	0,0383
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,50325	0,4	0,0350
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,48875	0,4	0,0330
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,38669	0,4	0,0188
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,40685	0,4	0,0216
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,40429	0,4	0,0212
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,38669	0,4	0,0188
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,37571	0,4	0,0173
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,26964	0,4	0,0025
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,28335	0,4	0,0044
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,28172	0,4	0,0042
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,26964	0,4	0,0025
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,2621	0,4	0,0015
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,15123	0,4	-0,0140
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,15884	0,4	-0,0129
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,15804	0,4	-0,0130
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,15123	0,4	-0,0140
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,14698	0,4	-0,0146
6	C0	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,08825	0,4	-0,0227
	C1	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,09172	0,4	-0,0222
	C2	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,09154	0,4	-0,0223
	C3	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,08825	0,4	-0,0227
	C4	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,0862	0,4	-0,0230

ANEXO 13.10 – Armadura de confinamento no pilar P10

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	v _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	1,01864	0,5	0,10
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	1,03502	0,5	0,10
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	1,03282	0,5	0,10
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	1,01864	0,5	0,10
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	1,0098	0,5	0,10
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,91387	0,5	0,08
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92854	0,5	0,09
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,92659	0,5	0,09
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,91162	0,5	0,08
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,90593	0,5	0,08
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,77931	0,5	0,07
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,79041	0,5	0,07
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,789	0,5	0,07

	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,77931	0,5	0,07
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,77327	0,5	0,07
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,65939	0,5	0,05
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,6697	0,5	0,05
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,66837	0,5	0,05
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,65939	0,5	0,05
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,65379	0,5	0,05
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,5418	0,5	0,04
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,55085	0,5	0,04
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,54968	0,5	0,04
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,5418	0,5	0,04
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,53689	0,5	0,04
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,42591	0,5	0,02
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,43342	0,5	0,02
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,43245	0,5	0,02
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,42591	0,5	0,02
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,42182	0,5	0,02
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,31149	0,5	0,01
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,3172	0,5	0,01
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,31648	0,5	0,01
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,31149	0,5	0,01
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,30838	0,5	0,01
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,19926	0,5	-0,01
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,203	0,5	-0,01
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20255	0,5	-0,01
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,19926	0,5	-0,01
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,19721	0,5	-0,01
6	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05913	0,5	-0,03
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,06148	0,5	-0,03
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,06123	0,5	-0,03
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05913	0,5	-0,03
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05782	0,5	-0,03

ANEXO 13.11 – Armadura de confinamento no pilar P11

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,0304	0,6	-0,0312
	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,2656	0,6	-0,0017
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,23241	0,6	-0,0059
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,0304	0,6	-0,0312
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,09563	0,6	-0,0230
Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,03845	0,6	-0,0302

	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,20279	0,6	-0,0096
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,16868	0,6	-0,0139
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,03845	0,6	-0,0302
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,16768	0,6	-0,0140
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,04075	0,5	-0,0297
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,27263	0,5	0,0006
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,22823	0,5	-0,0052
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,04075	0,5	-0,0297
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,20857	0,5	-0,0078
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,01328	0,5	-0,0333
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,23252	0,5	-0,0047
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,19904	0,5	-0,0090
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,01328	0,5	-0,0333
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,14574	0,5	-0,0160
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,01841	0,5	-0,0326
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,19571	0,5	-0,0095
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17506	0,5	-0,0122
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,01841	0,5	-0,0326
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,07932	0,5	-0,0247
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03488	0,5	-0,0305
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15509	0,5	-0,0148
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,14515	0,5	-0,0161
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03488	0,5	-0,0305
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03392	0,5	-0,0306
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03813	0,5	-0,0300
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,11324	0,5	-0,0202
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,1096	0,5	-0,0207
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03813	0,5	-0,0300
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00647	0,5	-0,0342
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,02738	0,5	-0,0314
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,06917	0,5	-0,0260
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,06779	0,5	-0,0262
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,02738	0,5	-0,0314
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00218	0,5	-0,0347
6	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00243	0,5	-0,0347
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,01697	0,5	-0,0328
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,01619	0,5	-0,0329
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00243	0,5	-0,0347
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,01406	0,5	-0,0332

ANEXO 13.12 – Armadura de confinamento no pilar P12

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,17139	0,6	-0,0135
	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,35164	0,6	0,0090
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,32607	0,6	0,0058
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,17139	0,6	-0,0135
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,07489	0,6	-0,0256
Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,09602	0,6	-0,0230
	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,27845	0,6	-0,0001
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,25258	0,6	-0,0034
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,09602	0,6	-0,0230
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,065564	0,013987	0,00165	0,6	-0,0348
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,09731	0,5	-0,0223
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,34984	0,5	0,0106
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,31418	0,5	0,0060
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,09731	0,5	-0,0223
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,136591	0,025611	0,03799	0,5	-0,0300
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,07037	0,5	-0,0258
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,28459	0,5	0,0021
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,25513	0,5	-0,0017
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,07037	0,5	-0,0258
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,0449	0,5	-0,0291
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,05864	0,5	-0,0274
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,22785	0,5	-0,0053
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,20616	0,5	-0,0081
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,05864	0,5	-0,0274
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,0334	0,5	-0,0306
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04646	0,5	-0,0289
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,1728	0,5	-0,0125
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15842	0,5	-0,0143
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04646	0,5	-0,0289
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,0234	0,5	-0,0319
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,02817	0,5	-0,0313
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,11744	0,5	-0,0197
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,10859	0,5	-0,0208
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,02817	0,5	-0,0313
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,022	0,5	-0,0321
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00157	0,5	-0,0348
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,05985	0,5	-0,0272
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,05425	0,5	-0,0279
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00157	0,5	-0,0348
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,03639	0,5	-0,0303

6	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04914	0,5	-0,0286
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,00786	0,5	-0,0340
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,0117	0,5	-0,0335
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04914	0,5	-0,0286
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,0725	0,5	-0,0255

ANEXO 13.13 – Armadura de confinamento no pilar P13

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,56353	0,65	0,0414
	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,6081	0,65	0,0475
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,60182	0,65	0,0466
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,56353	0,65	0,0414
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,53964	0,65	0,0382
Cave	C0	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,49847	0,65	0,0326
	C1	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,5415	0,65	0,0385
	C2	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,53544	0,65	0,0376
	C3	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,49847	0,65	0,0326
	C4	0,5	0,5	0,333	0,640	0,213	0,059603	0,012715	0,4754	0,65	0,0295
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,150250	0,028172	0,68797	0,5	0,0547
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,150250	0,028172	0,75648	0,5	0,0637
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,150250	0,028172	0,74684	0,5	0,0624
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,150250	0,028172	0,68797	0,5	0,0547
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,150250	0,028172	0,65124	0,5	0,0499
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,57022	0,5	0,0394
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,6307	0,5	0,0473
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,62223	0,5	0,0462
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,57022	0,5	0,0394
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,109273	0,020489	0,53778	0,5	0,0351
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,45965	0,5	0,0250
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,5103	0,5	0,0316
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,50327	0,5	0,0306
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,45965	0,5	0,0250
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,43243	0,5	0,0214
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,35355	0,5	0,0111
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,39334	0,5	0,0163
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,3879	0,5	0,0156
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,35355	0,5	0,0111
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,33212	0,5	0,0083
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,2502	0,5	-0,0024
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28096	0,5	0,0016
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,2752	0,5	0,0009

	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,2502	0,5	-0,0024
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,23459	0,5	-0,0044
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,14811	0,5	-0,0157
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16656	0,5	-0,0133
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16416	0,5	-0,0136
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,14811	0,5	-0,0157
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,1381	0,5	-0,0170
6	C0	0,4	0,4	0,3333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04468	0,5	-0,0292
	C1	0,4	0,4	0,3333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,05243	0,5	-0,0282
	C2	0,4	0,4	0,3333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,0515	0,5	-0,0283
	C3	0,4	0,4	0,3333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04468	0,5	-0,0292
	C4	0,4	0,4	0,3333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,04043	0,5	-0,0297

ANEXO 13.14 – Armadura de confinamento no pilar P14

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00345	0,5	-0,0346
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00345	0,5	-0,0346
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00345	0,5	-0,0346
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00345	0,5	-0,0346
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00345	0,5	-0,0346
Cave	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00401	0,5	-0,0345
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00401	0,5	-0,0345
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00401	0,5	-0,0345
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00401	0,5	-0,0345
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,00401	0,5	-0,0345
0	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,69689	0,5	0,0559
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,72877	0,5	0,0601
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,72444	0,5	0,0595
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,69689	0,5	0,0559
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,6797	0,5	0,0537
1	C0	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,58811	0,5	0,0417
	C1	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,6157	0,5	0,0453
	C2	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,61206	0,5	0,0448
	C3	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,58811	0,5	0,0417
	C4	0,4	0,4	0,333	0,563	0,188	0,081955	0,015366	0,57327	0,5	0,0398
2	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,48053	0,5	0,0277
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,50364	0,5	0,0307
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,50069	0,5	0,0303
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,48053	0,5	0,0277
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,46796	0,5	0,0260
3	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,37382	0,5	0,0138

	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,39208	0,5	0,0161
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,38986	0,5	0,0159
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,37382	0,5	0,0138
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,36381	0,5	0,0125
4	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26771	0,5	-0,0001
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,28103	0,5	0,0017
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,27952	0,5	0,0015
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26771	0,5	-0,0001
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,26033	0,5	-0,0010
5	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16114	0,5	-0,0140
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,17009	0,5	-0,0128
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16921	0,5	-0,0129
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,16114	0,5	-0,0140
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,06147	0,013526	0,15611	0,5	-0,0146
6	C0	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05208	0,5	-0,0282
	C1	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05615	0,5	-0,0277
	C2	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05581	0,5	-0,0277
	C3	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,05208	0,5	-0,0282
	C4	0,4	0,4	0,333	0,660	0,220	0,03073	0,006763	0,04976	0,5	-0,0285

ANEXO 13.15 – Armadura de confinamento no pilar P15

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00345	1,1	-0,0346
	C1	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00345	1,1	-0,0346
	C2	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00345	1,1	-0,0346
	C3	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00345	1,1	-0,0346
	C4	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00345	1,1	-0,0346
Cave	C0	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00401	1,1	-0,0345
	C1	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00401	1,1	-0,0345
	C2	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00401	1,1	-0,0345
	C3	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00401	1,1	-0,0345
	C4	1	0,7	0,290	0,771	0,224	0,124395	0,027875	0,00401	1,1	-0,0345
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,78063	0,4	0,0736
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,81816	0,4	0,0788
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,81291	0,4	0,0781
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,78063	0,4	0,0736
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,76049	0,4	0,0708
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,65255	0,4	0,0558
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,68408	0,4	0,0602
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,67972	0,4	0,0596
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,65255	0,4	0,0558

	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,63561	0,4	0,0534
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,52985	0,4	0,0387
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,55568	0,4	0,0423
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,55217	0,4	0,0418
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,52985	0,4	0,0387
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,51593	0,4	0,0368
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,41161	0,4	0,0223
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,43136	0,4	0,0250
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,42875	0,4	0,0247
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,41161	0,4	0,0223
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,40092	0,4	0,0208
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,29684	0,4	0,0063
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,31052	0,4	0,0082
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,30879	0,4	0,0080
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,29684	0,4	0,0063
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,28939	0,4	0,0053
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,18318	0,4	-0,0095
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,19076	0,4	-0,0085
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,18992	0,4	-0,0086
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,18318	0,4	-0,0095
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,17897	0,4	-0,0101
6	C0	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,0863	0,4	-0,0230
	C1	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,09051	0,4	-0,0224
	C2	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,0901	0,4	-0,0225
	C3	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,0863	0,4	-0,0230
	C4	0,3	0,1	-0,111	0,188	-0,021	0,16391	-0,003415	0,0839	0,4	-0,0233

ANEXO 13.16 – Armadura de confinamento no pilar P16

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,49938	0,4	0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,51414	0,4	0,0365
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,51251	0,4	0,0363
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,49938	0,4	0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,49118	0,4	0,0333
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,40588	0,4	0,0215
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,42135	0,4	0,0236
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,41956	0,4	0,0234
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,40588	0,4	0,0215
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,39734	0,4	0,0203
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,31522	0,4	0,0089
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,32944	0,4	0,0108

	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,32783	0,4	0,0106
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,31522	0,4	0,0089
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,30736	0,4	0,0078
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,22552	0,4	-0,0036
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,23729	0,4	-0,0020
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,23600	0,4	-0,0022
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,22552	0,4	-0,0036
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,21898	0,4	-0,0045
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,13539	0,4	-0,0162
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,14409	0,4	-0,0150
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,14318	0,4	-0,0151
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,13539	0,4	-0,0162
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,13053	0,4	-0,0168
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,04592	0,4	-0,0286
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,05117	0,4	-0,0279
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,05065	0,4	-0,0280
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,04592	0,4	-0,0286
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,04296	0,4	-0,0290
6	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,03870	0,4	-0,0296
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,04393	0,4	-0,0289
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,04341	0,4	-0,0290
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,03870	0,4	-0,0296
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,08195	0,015366	0,03577	0,4	-0,0300

ANEXO 13.17 – Armadura de confinamento no pilar P17

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,31604	0,4	0,0090
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,41512	0,4	0,0228
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,40124	0,4	0,0208
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,31604	0,4	0,0090
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,26289	0,4	0,0016

1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,27084	0,4	0,0027
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,35391	0,4	0,0142
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,34254	0,4	0,0127
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,27084	0,4	0,0027
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,22610	0,4	-0,0035
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,22444	0,4	-0,0038
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,29104	0,4	0,0055
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,28227	0,4	0,0043
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,22444	0,4	-0,0038
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,18837	0,4	-0,0088
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,17777	0,4	-0,0103
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,22745	0,4	-0,0034
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,22123	0,4	-0,0042
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,17777	0,4	-0,0103
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,15065	0,4	-0,0140
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,13001	0,4	-0,0169
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,16313	0,4	-0,0123
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,15920	0,4	-0,0129
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,13001	0,4	-0,0169
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,11181	0,4	-0,0194
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,07898	0,4	-0,0240
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,09697	0,4	-0,0215
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,09497	0,4	-0,0218
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,07898	0,4	-0,0240
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,06900	0,4	-0,0254
6	C0	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,04497	0,4	-0,0287
	C1	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,05269	0,4	-0,0277
	C2	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,05193	0,4	-0,0278
	C3	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,04497	0,4	-0,0287
	C4	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,04063	0,4	-0,0293

ANEXO 13.18 – Armadura de confinamento no pilar P18

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	v_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48951	0,5	0,0288
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,51148	0,5	0,0317
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,50845	0,5	0,0313
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48951	0,5	0,0288
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,47769	0,5	0,0273
Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,44284	0,5	0,0228
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,46436	0,5	0,0256
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,46142	0,5	0,0252

	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,44284	0,5	0,0228
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43124	0,5	0,0212
0	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,36629	0,5	0,0128
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,38519	0,5	0,0152
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,38269	0,5	0,0149
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,36629	0,5	0,0128
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,35606	0,5	0,0114
1	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,30755	0,5	0,0051
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,32526	0,5	0,0074
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,32295	0,5	0,0071
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,30755	0,5	0,0051
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,29794	0,5	0,0039
2	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24949	0,5	-0,0025
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,26549	0,5	-0,0004
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,26344	0,5	-0,0006
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24949	0,5	-0,0025
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24079	0,5	-0,0036
3	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19218	0,5	-0,0099
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,20620	0,5	-0,0081
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,20444	0,5	-0,0083
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19218	0,5	-0,0099
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,18454	0,5	-0,0109
4	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13540	0,5	-0,0173
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14726	0,5	-0,0158
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,14579	0,5	-0,0160
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13540	0,5	-0,0173
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12892	0,5	-0,0182
5	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07898	0,5	-0,0247
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,08873	0,5	-0,0234
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,08754	0,5	-0,0236
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07898	0,5	-0,0247
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07363	0,5	-0,0254
6	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01490	0,5	-0,0331
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,02304	0,5	-0,0320
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,02203	0,5	-0,0321
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01490	0,5	-0,0331
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01046	0,5	-0,0336

ANEXO 13.19 – Armadura de confinamento no pilar P19

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48073	0,5	0,0277
	C1	0,4	0,7	0,226	0,642	0,145	0,064393	0,009363	0,4915	0,5	0,0291
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,49022	0,5	0,0289
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,48073	0,5	0,0277
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,47481	0,5	0,0269
Cave	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42938	0,5	0,0210
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43934	0,5	0,0223
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,43823	0,5	0,0222
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42938	0,5	0,0210
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,42386	0,5	0,0203
0	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,35259	0,5	0,0110
	C1	0,4	0,7	0,226	0,64	0,145	0,064393	0,009363	0,36332	0,5	0,0124
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,36202	0,5	0,0122
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,35259	0,5	0,0110
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,34671	0,5	0,0102
1	C0	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,29504	0,5	0,0035
	C1	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,30643	0,5	0,0050
	C2	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,30496	0,5	0,0048
	C3	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,29504	0,5	0,0035
	C4	0,4	0,7	0,226	0,643	0,145	0,064393	0,009363	0,28884	0,5	0,0027
2	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,23839	0,5	-0,0039
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24955	0,5	-0,0025
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,24808	0,5	-0,0026
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,23839	0,5	-0,0039
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,23234	0,5	-0,0047
3	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,18248	0,5	-0,0112
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,19288	0,5	-0,0098
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,1915	0,5	-0,0100
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,18248	0,5	-0,0112
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,17686	0,5	-0,0119
4	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12706	0,5	-0,0184
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13624	0,5	-0,0172
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,13502	0,5	-0,0174
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12706	0,5	-0,0184
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,12208	0,5	-0,0191
5	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07198	0,5	-0,0256
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07964	0,5	-0,0246
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07864	0,5	-0,0247
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,07198	0,5	-0,0256
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,06783	0,5	-0,0262

6	C0	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01847	0,5	-0,0326
	C1	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,02364	0,5	-0,0319
	C2	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,02297	0,5	-0,0320
	C3	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01847	0,5	-0,0326
	C4	0,4	0,7	0,226	0,725	0,164	0,04829	0,007925	0,01566	0,5	-0,0330

ANEXO 13.20 – Armadura de confinamento no pilar P20

PISO	CEN	b ₀ (m)	h ₀ (m)	α _n	α _s	α	ω _{wd}	α · ω _{wd}	V _d	b _c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00345	0,4	-0,0345
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,00401	0,4	-0,0344
0	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,26522	0,4	0,0019
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,38600	0,4	0,0187
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,36909	0,4	0,0164
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,26522	0,4	0,0019
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,20042	0,4	-0,0071
1	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,22496	0,4	-0,0037
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,32521	0,4	0,0102
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,31153	0,4	0,0083
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,22496	0,4	-0,0037
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,120200	0,017807	0,17096	0,4	-0,0112
2	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,18532	0,4	-0,0092
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,26531	0,4	0,0019
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,25485	0,4	0,0005
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,18532	0,4	-0,0092
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,14194	0,4	-0,0153
3	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,14737	0,4	-0,0145
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,20685	0,4	-0,0062
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,19951	0,4	-0,0072
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,14737	0,4	-0,0145
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,11484	0,4	-0,0190
4	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,10955	0,4	-0,0198
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,14928	0,4	-0,0142
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,14472	0,4	-0,0149

	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,10955	0,4	-0,0198
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,0876	0,4	-0,0228
5	C0	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,06866	0,4	-0,0254
	C1	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,09073	0,4	-0,0224
	C2	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,08851	0,4	-0,0227
	C3	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,06866	0,4	-0,0254
	C4	0,3	0,3	0,333	0,563	0,188	0,09015	0,016903	0,05628	0,4	-0,0272
6	C0	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,03743	0,4	-0,0298
	C1	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,04789	0,4	-0,0283
	C2	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,04708	0,4	-0,0284
	C3	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,03743	0,4	-0,0298
	C4	0,3	0,15	0,167	0,375	0,062	0,12293	0,007683	0,03141	0,4	-0,0306

ANEXO 13.21 – Armadura de confinamento no pilar P21

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,30852	0,4	0,0079
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,31000	0,4	0,0081
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,30981	0,4	0,0081
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,30852	0,4	0,0079
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,30771	0,4	0,0078
Cave	C0	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,24144	0,4	-0,0014
	C1	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,24281	0,4	-0,0012
	C2	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,24263	0,4	-0,0012
	C3	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,24144	0,4	-0,0014
	C4	0,3	0,3	0,333	0,444	0,148	0,109273	0,016189	0,24071	0,4	-0,0015

ANEXO 13.22 – Armadura de confinamento no pilar P22

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,04534	1,1	-0,0298
	C1	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,16932	1,1	-0,0156
	C2	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,15197	1,1	-0,0176
	C3	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,04534	1,1	-0,0298
	C4	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,02118	1,1	-0,0326
Cave	C0	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,03717	1,1	-0,0307
	C1	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,11069	1,1	-0,0223
	C2	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,09003	1,1	-0,0247
	C3	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,03717	1,1	-0,0307
	C4	1	0,7	0,190	0,771	0,147	0,124395	0,018279	0,11652	1,1	-0,0216

ANEXO 13.23 – Armadura de confinamento no pilar P23

PISO	CEN	b_0 (m)	h_0 (m)	α_n	α_s	α	ω_{wd}	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	V_d	b_c (m)	valor
Sub-Cave	C0	0,3	0,15	-0,778	0,222	-0,173	0,163909	-0,028330	0,1208	0,4	-0,0182
	C1	0,3	0,15	-0,778	0,222	-0,173	0,163909	-0,028330	0,12889	0,4	-0,0171
	C2	0,3	0,15	-0,778	0,222	-0,173	0,163909	-0,028330	0,12776	0,4	-0,0172
	C3	0,3	0,15	-0,778	0,222	-0,173	0,163909	-0,028330	0,12080	0,4	-0,0182
	C4	0,3	0,15	-0,778	0,222	-0,173	0,163909	-0,028330	0,11647	0,4	-0,0188