



# Estudo, Dimensionamento, Cálculo e Desenho de Projetos de Engenharia no Ramo das Estruturas

RICARDO DANIEL DOS SANTOS CORREIA

Julho de 2013



**ESTUDO, DIMENSIONAMENTO, CÁLCULO E  
DESENHO DE PROJETOS DE ENGENHARIA NO  
RAMO DAS ESTRUTURAS**

**RICARDO DANIEL DOS SANTOS CORREIA**

Aluno nº1060953

Relatório de Estágio

**ENGENHARIA CIVIL**

---

JULHO DE 2013

## AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste projeto contei com a ajuda de algumas pessoas e é importante salientar esse contributo.

Assim, gostaria de agradecer ao Engenheiro José Ferraz por me ter dado a oportunidade de realizar o estágio na sua empresa JFA Engenharia.

Ao Professor Engenheiro José Lello, orientador deste trabalho, pela sua simpatia, disponibilidade, conhecimentos partilhados e pela forma como soube transmitir os seus conhecimentos oportunamente.

Ao Engenheiro Lívio Oliveira, orientador na empresa onde realizei o estágio, por todo o seu apoio, esclarecimentos sobre os projetos, pelos conhecimentos de engenharia partilhados e por todo o seu tempo dispensado.

Aos colegas da empresa, Bruno Rodrigues, Bruno Santos, David Fonte, Armindo Sousa, João Fernandes, Hernâni Araújo, Miguel Cabeleira, Amaro Gomes, Pedro Cerqueira e Luís Pereira por todo o conhecimento partilhado e principalmente por toda a amizade.





## RESUMO

O estágio formal serve de apoio à transição da vida académica para a vida profissional e permite complementar os conhecimentos adquiridos no instituto politécnico e respetiva aplicação prática.

Sistematizando, o objetivo do estágio passa pela assimilação da realidade do exercício da profissão, admitindo a existência de condicionantes que obrigam a um conjunto de ações restritivas e optimizadoras, com a finalidade de atingir um nível de concretização com qualidade, tendo em conta aspetos técnicos, económicos, legais, éticos, ambientais e de segurança, respeitando a sociedade e respetivos valores na qual nos inserimos.

**Palavras-chave:** qualidade, aspetos técnicos, económicos, legais, éticos, ambientais e segurança.



## **ABSTRACT**

The formal stage serves to support the transition from student life to professional life and to complement the knowledge acquired in polytechnic and their practical application.

Systematizing, the objective of the internship goes through the assimilation of the reality of the profession, admitting the existence of conditions which require a set of restrictive actions and optimizers, in order to reach a level of achievement with quality, taking into account technical, economic, legal, ethical, environmental and safety aspects, while respecting the respective values and society in which we operate.

**Keywords:** quality, technical aspects, economic, legal, ethical, environmental and security.



## ÍNDICE GERAL

1.	APRESENTAÇÃO .....	1
1.1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.2.	EMPRESA EM QUE SE INSERE O DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO .....	3
1.3.	PERCURSO E ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA .....	6
1.4.	ORIENTADOR DO ESTÁGIO .....	6
2.	IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS.....	7
2.1.	MESTRADO E CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS.....	7
2.2.	METODOLOGIA DE TRABALHO.....	9
2.3.	PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS.....	11
3.	LISTA DOS TRABALHOS REALIZADOS.....	15
4.	CENTRO ESCOLAR DE SILVALDE, ESPINHO.....	16
4.1.	INTRODUÇÃO .....	16
4.2.	CONCEÇÃO ESTRUTURAL.....	17
4.3.	QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES .....	19
4.3.1.	<i>AÇÕES</i> .....	19
4.3.2.	<i>CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES</i> .....	19
4.3.3.	<i>COMBINAÇÕES DE AÇÕES</i> .....	20
4.3.4.	<i>AÇÕES CONSIDERADAS</i> .....	20
4.3.5.	<i>IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES - MODELAÇÃO</i> .....	22
4.4.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA – CRITÉRIOS.....	27
4.4.1.	<i>Verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de resistência</i> .....	28
4.4.2.	<i>Verificação da segurança em relação aos estados limites de utilização</i> .....	28
4.5.	METODOLOGIA DE ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	28

4.6.	CÁLCULO DAS LAJES .....	29
4.6.1.	<i>Lajes maciças e muros</i> .....	29
4.6.2.	<i>Lajes aligeiradas</i> .....	31
4.7.	VIGAS EM BETÃO ARMADO .....	32
4.8.	CÁLCULO DOS PILARES .....	34
4.9.	FUNDAÇÕES .....	35
4.10.	CÁLCULO DA COBERTURA METÁLICA .....	36
4.10.1.	<i>Vigas principais, cumeeira e madres</i> .....	36
4.11.	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS .....	38
4.12.	DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	39
4.13.	ESTADO ATUAL DA OBRA .....	39
4.14.	VERIFICAÇÃO E CONCLUSÃO DO PROJETO .....	42
5.	IGREJA UNIVERSAL DO REINO DE DEUS, MACULUSSO, LUANDA, ANGOLA .....	43
5.1.	INTRODUÇÃO .....	43
5.2.	CONCEÇÃO ESTRUTURAL .....	44
5.3.	QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES .....	46
5.3.1.	<i>Ações permanentes – G<sub>k</sub></i> .....	46
5.3.2.	<i>Peso próprio</i> .....	46
5.3.3.	<i>Enchimentos e paredes divisórias</i> .....	46
5.3.4.	<i>Ações variáveis</i> .....	47
5.3.5.	<i>Ação do vento - W<sub>k</sub></i> .....	47
5.4.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA – GENERALIDADES .....	48
5.4.1.	<i>Verificação da segurança em relação aos estados limites de utilização</i> .....	48
5.4.2.	<i>Verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de resistência</i> .....	48
5.4.3.	<i>Combinações de ações</i> .....	48
5.5.	METODOLOGIA DE ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA .....	49

5.6.	DIMENSIONAMENTO DE LAJES, VIGAS E PILARES .....	49
5.7.	ANÁLISE DA ESTRUTURA: PILARES, PAREDES E CÁLCULO GLOBAL.....	53
5.8.	FUNDAÇÕES.....	57
5.9.	MATERIAIS.....	57
5.10.	DESTAQUE DO PROJETO.....	57
5.10.1.	<i>Cálculo das Perdas</i> .....	61
5.11.	VERIFICAÇÃO E CONCLUSÃO DO PROJETO .....	65
6.	CASA BELLA VISTA, LOTE 2D, BRASIL.....	67
6.1.	INTRODUÇÃO.....	67
6.2.	MATERIAIS.....	68
6.3.	QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES .....	70
6.3.1.	<i>Ações permanentes</i> .....	70
6.3.2.	<i>Peso próprio</i> .....	70
6.3.3.	<i>Enchimentos e paredes divisórias</i> .....	70
6.4.	AÇÕES VARIÁVEIS .....	71
6.5.	VENTO – WK.....	71
6.6.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE RESISTÊNCIA.....	72
6.7.	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO .....	72
6.8.	DESENHO DAS PLANTAS DE ESTRUTURAS .....	72
6.9.	CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES.....	75
6.10.	CÁLCULO DOS PILARES .....	78
6.11.	CÁLCULO DAS VIGAS.....	80
6.12.	CÁLCULO DAS LAJES .....	82

6.13.	CÁLCULO DA ESCADA.....	84
6.14.	CÁLCULO DOS MUROS DE SUPORTE.....	87
6.15.	DEFORMADA DA ESTRUTURA.....	92
6.16.	DESTAQUE DO PROJETO .....	93
7.	COMPORTAMENTO DE RESERVATÓRIOS À FENDILHAÇÃO .....	96
7.1.	INTRODUÇÃO.....	96
7.2.	MATERIAIS .....	97
7.3.	CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO .....	97
7.4.	AÇÕES ATUANTES NO RESERVATÓRIO ENTERRADO.....	98
7.4.1.	<i>Peso próprio do reservatório</i> .....	98
7.4.2.	<i>Casos de carga</i> .....	98
7.5.	VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO I (UPLIFT).....	100
7.6.	ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE CAPACIDADE DE CARGA DO TERRENO (MÉTODO DE BUSTAMANTE).....	103
7.7.	VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO II (IMPULSO DAS TERRAS).....	105
7.8.	VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO III (PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO).....	107
7.9.	ANÁLISE DOS ESFORÇOS RECORRENDO A UM PROGRAMA DE CÁLCULO ....	108
7.10.	DESENHO E EXECUÇÃO DAS ARMADURAS.....	119
7.11.	CÁLCULO DA FENDILHAÇÃO.....	122
8.	CONCLUSÕES.....	125
9.	BIBLIOGRAFIA.....	127



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - JFAENGENHARIA LOGO.....	3
FIGURA 2 - CYPE.....	12
FIGURA 3 - ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS LOGO .....	12
FIGURA 4 - FAPREL LOGO .....	13
FIGURA 5 - FTOOL LOGO.....	13
FIGURA 6 - HILTI ANCHOR LOGO .....	14
FIGURA 7 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (ROBOT).....	16
FIGURA 8 - CARGAS DOS REVESTIMENTOS (ROBOT).....	22
FIGURA 9 - CARGAS DAS PAREDES DIVISÓRIAS (ROBOT) .....	22
FIGURA 10 - CARGAS DO PESO PRÓPRIO (ROBOT) .....	23
FIGURA 11 - PESO PRÓPRIO DA LAJE ALVEOLAR (ROBOT) .....	23
FIGURA 12 - SOBRECARGA NO CORREDOR DE CIRCULAÇÃO (ROBOT).....	24
FIGURA 13 - SOBRECARGA NAS SALAS DE AULA (ROBOT) .....	24
FIGURA 14 - SOBRECARGA NA COBERTURA (ROBOT) .....	25
FIGURA 15 - AÇÃO DO VENTO NA DIREÇÃO X (ROBOT) .....	25
FIGURA 16 - AÇÃO DO VENTO NA DIREÇÃO Y (ROBOT) .....	26
FIGURA 17 - AÇÃO DO SISMO NA DIREÇÃO X (ROBOT).....	26
FIGURA 18 - AÇÃO DO SISMO NA DIREÇÃO Y (ROBOT).....	27
FIGURA 19 - DEFORMADA DA ESTRUTURA (ROBOT).....	29
FIGURA 20 - DIAGRAMA DOS MOMENTOS (ROBOT).....	30
FIGURA 21 - DEFORMADA DAS VIGAS (ROBOT).....	32
FIGURA 22 - MOMENTOS DAS VIGAS (ROBOT).....	33

FIGURA 23 - ESFORÇOS AXIAIS NOS PILARES (ROBOT).....	34
FIGURA 24 - REAÇÕES NOS APOIOS (ROBOT).....	35
FIGURA 25 - DEFORMADA DA COBERTURA METÁLICA (ROBOT).....	36
FIGURA 26 - MOMENTOS DA COBERTURA METÁLICA (ROBOT).....	37
FIGURA 27 - ESTRUTURA EXTERIOR.....	39
FIGURA 28 - PILARES INTERIORES.....	39
FIGURA 29 - FACHADA EXTERIOR.....	40
FIGURA 30 - ABERTURA PARA CANALIZAÇÃO.....	40
FIGURA 31 - ARMADURAS DA LAJE.....	41
FIGURA 32 - PORMENOR DE AMARRAÇÃO DAS ARMADURAS.....	41
FIGURA 33 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (ROBOT).....	43
FIGURA 34 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO II (ROBOT).....	45
FIGURA 35 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO III – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT).....	50
FIGURA 36 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO IV – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT).....	51
FIGURA 37 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO V – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT).....	51
FIGURA 38 - MOMENTOS FLETORES CONDICIONANTES (ROBOT).....	52
FIGURA 39 - FORÇAS CONDICIONANTES (ROBOT).....	52
FIGURA 40 - CORTE TIPO I DA ESTRUTURA - LONGITUDINAL (AUTOCAD).....	54
FIGURA 41 - CORTE TIPO II DA ESTRUTURA - TRANSVERSAL (AUTOCAD).....	55
FIGURA 42 - ESFORÇOS AXIAIS (ROBOT).....	56
FIGURA 43 - TRAÇADO DO CABO DE PRÉ-ESFORÇO (AUTOCAD).....	58
FIGURA 44 – SECÇÃO DA VIGA (AUTOCAD).....	58
FIGURA 45 - VIGA PRÉ-ESFORÇADA EM PLANTA (AUTOCAD).....	58
FIGURA 46 – LAJES APOIADAS NA VIGA PRÉ-ESFORÇADA (AUTOCAD).....	58

FIGURA 47 - CARGAS ATUANTES (AUTOCAD).....	59
FIGURA 48 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS E MOMENTOS DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES.....	59
FIGURA 49 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS E MOMENTOS DEVIDO À SOBRECARGA .....	60
FIGURA 50 - TRAÇADO DO CABO PRÉ-ESFORÇADO .....	61
FIGURA 51 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS PERDAS POR REENTRADA DAS CUNHAS (AUTOCAD)....	62
FIGURA 52 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS PERDAS DIFERIDAS DA 1ª ITERAÇÃO .....	64
FIGURA 53 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (REVIT) .....	67
FIGURA 54 - EXEMPLO DO QUADRO DE MATERIAIS (AUTOCAD).....	69
FIGURA 55 - CARGAS NOS DIFERENTES PISOS DA ESTRUTURA (CYPE) .....	71
FIGURA 56 - PLANTA ESTRUTURAL DE FUNDAÇÕES (AUTOCAD).....	73
FIGURA 57 - PLANTA ESTRUTURAL DO PISO 0 (AUTOCAD).....	73
FIGURA 58 - PLANTA ESTRUTURAL DO PISO 1 (AUTOCAD).....	74
FIGURA 59 - PLANTA ESTRUTURAL DA COBERTURA (AUTOCAD) .....	74
FIGURA 60 - DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS (CYPE).....	75
FIGURA 61 - ARMADURAS NAS SAPATAS (CYPE) .....	76
FIGURA 62 - DESENHO DO CORTE DA SAPATA EM PLANTA (AUTOCAD).....	76
FIGURA 63- DESENHO DO CORTE DA SAPATA EM ALÇADO (AUTOCAD).....	77
FIGURA 64 - QUADRO SAPATAS (AUTOCAD) .....	77
FIGURA 65 - DIMENSIONAMENTO DOS PILARES (CYPE).....	78
FIGURA 66 - QUADRO DE PILARES (AUTOCAD) .....	79
FIGURA 67 - CALCULO DAS ARMADURAS DAS VIGAS (CYPE).....	80
FIGURA 68 - PORMENOR DAS ARMADURAS NAS VIGAS (CYPE) .....	80
FIGURA 69 - DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS NAS VIGAS (CYPE) .....	81

FIGURA 70 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS DA VIGA (CYPE).....	81
FIGURA 71 - PORMENOR DAS ARMADURAS NA VIGA (AUTOCAD).....	82
FIGURA 72 - DIMENSIONAMENTO DAS LAJES (CYPE).....	83
FIGURA 73 - LAJE PISO 1 (CYPE) .....	83
FIGURA 74 - CARGAS NA ESCADA (FTOOL).....	84
FIGURA 75 - DIAGRAMA DOS MOMENTOS (FTOOL).....	84
FIGURA 76 - FOLHA DE CÁLCULO DE ARMADURAS (EXCEL).....	85
FIGURA 77 - DESENHO DA ARMADURA DA ESCADA (AUTOCAD).....	86
FIGURA 78 - DADOS CONSIDERADOS NOS MUROS.....	87
FIGURA 79 - FOLHA DE CÁLCULO PARA MUROS DE SUPORTE (EXCEL).....	88
FIGURA 80 - RESULTADOS E VERIFICAÇÕES FINAIS (EXCEL).....	88
FIGURA 81 - ALÇADO LATERAL DOS MUROS DE SUPORTE (AUTOCAD) .....	89
FIGURA 82 - CORTE TIPO DO MURO DE SUPORTE Ms3(A) (AUTOCAD) .....	90
FIGURA 83 - CORTE TIPO DO MURO DE SUPORTE Ms1(B) (AUTOCAD) .....	91
FIGURA 84 - VALORES DA DEFORMAÇÃO NA ESTRUTURA (CYPE).....	92
FIGURA 85 - VALORES DA DEFORMAÇÃO NA COBERTURA (CYPE) .....	93
FIGURA 86 - PORMENOR DA LIGAÇÃO MISTA (HILTI PROFIS ANCHOR).....	94
FIGURA 87 - ALÇADO DA LIGAÇÃO PILAR-LAJE (AUTOCAD) .....	94
FIGURA 88 - CORTE ESTRUTURAL (AUTOCAD).....	95
FIGURA 89 – EXEMPLO DO RESERVATÓRIO DE UMA ETAR.....	96
FIGURA 90 – APÓS ESCAVAÇÃO - RESERVATÓRIO APOIADO (AUTOCAD).....	97
FIGURA 91 - EFEITO UPLIFT (AUTOCAD) .....	99
FIGURA 92 – AÇÃO DO SOLO SOBRE AS PAREDES DO RESERVATÓRIO.....	99
FIGURA 93 - AÇÃO DA PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO (AUTOCAD) .....	100

FIGURA 94 - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO (AUTOCAD) .....	101
FIGURA 95 - RESERVATÓRIO (EFEITO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA) (AUTOCAD) .....	101
FIGURA 96 - MICRO-ESTACAS (AUTOCAD).....	102
FIGURA 97 - IMPULSO DAS TERRAS (AUTOCAD) .....	105
FIGURA 98 - PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO .....	107
FIGURA 99 - EIXOS UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO (PAREDES E LAJE DE FUNDO) .....	108
FIGURA 100 - CORTE ESTRUTURAL DO RESERVATÓRIO E RESPETIVAS ARMADURAS (AUTOCAD)....	120
FIGURA 101 - PORMENOR DE AMARRAÇÃO DAS ARMADURAS NOS CANTOS (AUTOCAD).....	121
FIGURA 102 - POSIÇÃO DO EIXO NEUTRO .....	122

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PERDAS POR ATRITO .....	61
TABELA 2 - VERIFICAÇÃO DA FLUTUAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	100
TABELA 3 - QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES DO SOLO SOBRE O RESERVATÓRIO .....	106
TABELA 4 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO AO UPLIFT .....	109
TABELA 5 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO AO UPLIFT .....	110
TABELA 6 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO AO IMPULSO DAS TERRAS.....	111
TABELA 7 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO ÀS TERRAS .....	112
TABELA 8 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO À PRESSÃO HIDROSTÁTICA.....	113
TABELA 9 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO À PRESSÃO HIDROSTÁTICA.....	114
TABELA 10 - ESFORÇO TRANSVERSO NA LAJE DE FUNDO.....	115
TABELA 11 - ESFORÇO TRANSVERSO NAS PAREDES.....	115
TABELA 12 - DEFORMADA NA LAJE DE FUNDO .....	117
TABELA 13 - DEFORMADA NAS PAREDES .....	117
TABELA 14 - COMPRIMENTOS DE AMARRAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	119
TABELA 15 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO .....	122
TABELA 16 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO .....	123
TABELA 17 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO .....	123

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - LAJES ALIGEIRADAS FAPREL.....	31
QUADRO 2 - MATERIAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	38
QUADRO 3 - COMBINAÇÕES DE CARGAS (ROBOT).....	53

## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### *Letras minúsculas latinas*

$c$  - recobrimento das armaduras [m]

$f_{ck}$  - valor característico da tensão de rotura do betão aos 28 dias de idade [MPa]

$f_{cm}$  - tensão média de rotura do betão à compressão aos 28 dias de idade [MPa]

$f_{cd}$  - valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão [MPa]

$f_{ctd}$  - valor de cálculo da tensão de rotura do betão à tração simples [MPa]

$f_{ctm}$  - valor médio da tensão de rotura do betão à tração simples [MPa]

$f_{yd}$  - valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão armado [MPa]

$f_{ct,eff}$  - valor medio da resistência do betão à tração

$k$  - coeficiente de permeabilidade do solo [m/s]

$k_s$  - coeficiente de Winkler [MPa/m]

$k_1$  - coeficiente que tem em conta as propriedades de aderência das armaduras

aderentes

$k_2$  - coeficiente que tem em conta a distribuição das extensões

$l_{bd}$  - comprimento de amarração de cálculo [m]

$l_{b,rqd}$  - comprimento de amarração de referencia [m]

$w_k$  - largura de fendas [m]

$h$  - altura total da secção

$d$  - altura útil do centro de gravidade da camada exterior das armaduras

$s_{r,max}$  - distância máxima entre fendas

### *Letras maiúsculas latinas*

$A$  - área [m<sup>2</sup>]



$A_c$  – área da secção transversal do betão [ $\text{mm}^2$ ]

$A_s$  – área da secção transversal das armaduras de betão armado [ $\text{m}^2$ ]

$A_{c,\text{eff}}$  – área da secção efetiva de betão tracionado que envolve as armaduras para betão armado

A 400 – aço com uma tensão de cedência igual a 400 MPa

A 500 – aço com uma tensão de cedência igual a 500 MPa

C 30/37 – resistência característica do betão aos 28 dias

$E_c$  – módulo de elasticidade do betão [GPa]

$E_s$  – módulo de elasticidade do aço [GPa]

EC – Eurocódigo

$K_0$  – coeficiente de impulso em repouso

$M_{\text{SPT}}$  – número de pancadas

$P_{\text{máx}}$  – valor da força de pré-esforço máxima

$P_0$  – valor da força de pré-esforço máxima deduzida das perdas instantâneas [kN]

$P_{00}$  – valor da força de pré-esforço mínima a tempo infinito [kN]

### *Letras minúsculas gregas*

$\beta$  – coeficiente numérico

$\gamma_w$  – peso volúmico da água [ $\text{kN}/\text{m}^3$ ]

$\epsilon_c$  – extensão no aço

$\epsilon_s$  – extensão no betão

$\epsilon_{cs}$  – extensão total do betão devida à retração

$\epsilon_{cd}$  – extensão de retração por secagem

$\epsilon_{sm}$  – extensão média da armadura para a combinação de ações considerada

$\epsilon_{cm}$  – extensão média no betão entre fendas

$\Delta r$  – encurtamento devido à retração [mm]

$\lambda$  – parâmetro definidor do comportamento da laje de fundo

$\nu$  – coeficiente de Poisson do betão

$\rho$  – massa volúmica do liquido [kg/m<sup>3</sup>]

$\sigma_c$  – tensão no betão [MPa]

$\sigma_s$  – tensão na armadura de tração [MPa]

$\sigma_{p,0}$  – tensão na armadura imediatamente apos a aplicação do pré-esforço [MPa]

$\varnothing$  – diâmetro de um varão de aço [mm]

$\varnothing'_K$  – ângulo de atrito do solo característico [°]

$\varnothing'_D$  – ângulo de atrito de projeto [°]

$\delta'_K$  – ângulo de atrito entre solo e betão [°]

$\gamma$  – peso volúmico do solo [kN/m<sup>3</sup>]

$\gamma'$  – peso volúmico submerso do solo [kN/m<sup>3</sup>]

$\gamma_G$  – coeficiente de segurança parcial relativo às ações permanentes

$\gamma_Q$  – coeficiente de segurança parcial relativo às ações variáveis

$\xi$  – coeficiente da resistência de

# 1. APRESENTAÇÃO

## 1.1. INTRODUÇÃO

Com o presente documento pretende-se expor o trabalho e a aprendizagem decorrentes do Estágio Formal realizado pelo aluno nº 1060953, Ricardo Daniel dos Santos Correia, para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, com especialização no ramo Construções, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O Estágio Formal desenvolveu-se na empresa José Ferraz e Associados, Engenharia e Consultoria, sob a orientação do Engenheiro Lívio Pedro Ferreira Almeida Oliveira, Licenciado em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros. Em todas as fases e processos de trabalho existiu um estreito acompanhamento e apoio pelo Orientador de Estágio.

Este Estágio também foi desenvolvido sob a orientação do Professor Engenheiro José Carlos de Almeida Gouveia Lello que acompanhou e apoiou durante as diversas fases do trabalho.

De um modo geral, pode afirmar-se que o trabalho desenvolvido incorreu, principalmente, nos seguintes aspetos:

- Análise, interpretação e compreensão das peças desenhadas e escritas de um projeto de Arquitetura e enquadramento da melhor solução estrutural, de modo a viabilizar o Projeto de Estabilidade;
- Modelação das soluções estruturais idealizadas, utilizando programas de cálculo, para estudar o comportamento dos edifícios, a curto e a longo prazo;
- Análise, interpretação e compreensão dos resultados obtidos, identificando qual a melhor solução a adotar para cada um dos casos de estudo, quer do ponto de vista estético e estrutural quer do ponto de vista económico;

- Desenvolvimento da solução adotada, calculando expeditamente e verificando os valores apresentados pelos programas de cálculo automático;
- Organização do processo do Projeto de Estruturas, com a redação de uma memória descritiva sobre a solução desenvolvida e pormenorização das secções transversais dos diversos elementos, elaborando plantas estruturais e particularizando detalhes construtivos relevantes;

O Estágio Formal decorreu a tempo inteiro, no gabinete da empresa José Ferraz e Associados, Engenharia e Consultoria, na Rua Oliveira Monteiro, nº340, Porto.

## 1.2. EMPRESA EM QUE SE INSERE O DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO

A Empresa JFAengenharia foi constituída em Junho de 2002, atuando no sector dos projetos de Engenharia, Coordenação de Segurança e Fiscalização/Gestão de Obras, sendo dirigida tecnicamente por José Miguel Real Branco Gomes Ferraz (Engenheiro Civil – U.P.).



FIGURA 1 - JFAENGENHARIA LOGO

### JOSÉ FERRAZ & ASSOCIADOS – SERVIÇOS DE ENGENHARIA E CONSULTORIA

Tal como o seu Curriculum Vitae descreve (anexo VI), embora a sua origem esteja na engenharia de estruturas, a JFAengenharia é hoje uma empresa multidisciplinar com 16 técnicos de diversas áreas da engenharia civil e que tem como principal objetivo, no âmbito duma prestação integrada de serviços aos seus clientes, elaborar projetos de qualidade em prazos ambiciosos e acompanhar e gerir as empreitadas em que se envolve, garantindo as pretensões dos seus clientes. A inovação e a qualidade são também vistas como meios de proporcionar oportunidades de aprendizagem e de realização profissional aos seus colaboradores.

A JFAengenharia orgulha-se assim de ter podido contribuir para o sucesso de diversos empreendimentos de grande exigência e visibilidade pública.

O principal objetivo da JFAengenharia é, desde a sua origem até ao presente, o sucesso global dos projetos em que participa. Direcionando toda a sua intervenção no sentido de produzir projetos integrados e concretizáveis dentro dos parâmetros económicos

e de programa definido pelo cliente, a criatividade e inovação são fatores decisivos na busca permanente de excelência técnica. Sempre que um projeto requer competências de que a JFAengenharia não dispõe internamente, convidam-se para a equipa técnicos que partilhem a mesma forma de abordagem

A JFAengenharia dentro da área de Project Management desenvolve as seguintes atividades:

a) Gestão de Projeto

- Lançamento e Gestão de Concursos;
- Subcontratação de Projetos;
- Acompanhamento de Licenciamento e Relacionamentos com Entidades Públicas/Oficiais;
- Gestão e Coordenação de Construções;
- Supervisão e Coordenação de Projeto;
- Procura e Gestão de Contrato;
- Planeamento e Controlo de Custos;
- Revisão de Projeto;
- Consultoria Técnico-Económica.

b) Fiscalização

- Fiscalização e Coordenação da Obra;
- Controlo de Qualidade;
- Controlo de Custos;
- Controlo de Prazos.

c) Topografia e Geosistemas

- Levantamentos Topográficos;

- Levantamentos Cadastrais;
- Controlo Topográfico;
- Levantamentos Arquitetónicos.

d) Coordenação de Segurança e Saúde

- Plano de Segurança e Saúde;
- Sistema de Segurança em Obra;
- Procedimentos de Segurança;
- Controlo das Condições de Segurança.

e) Gestão da Qualidade na Construção

- Plano Geral de Garantia na Qualidade.

### **1.3. PERCURSO E ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA**

Os Projetos preferidos por esta empresa são os que desafiam competências e experiências anteriores. Toda a sua intervenção é direcionada no sentido de produzir projetos integrados e concretizáveis dentro dos parâmetros económicos e de programa definido pelo cliente, a criatividade e inovação são fatores decisivos na busca permanente de excelência técnica.

### **1.4. ORIENTADOR DO ESTÁGIO**

O Orientador, Engenheiro Lívio Pedro Ferreira Almeida Oliveira é Engenheiro Civil formado no ramo de estruturas pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e membro Sénior da Ordem dos Engenheiros.

Acompanhou e orientou o desenvolvimento do presente estágio, tendo sido a ponte entre o mundo académico, a empresa e o meio laboral.



## 2. IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS

### 2.1. MESTRADO E CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

No período de estágio, os conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado em Engenharia Civil revelam-se primordiais e constituem uma importante base para o trabalho a realizar. De uma forma ou de outra, tudo aquilo que é aprendido é aplicado ainda que, por vezes, o seja de forma implícita.

- Materiais de Construção – Noções e informações sobre o comportamento de diversos materiais usados na construção de edifícios.
- Física das Construções e Tecnologia das Construções – Clarificar sistemas e soluções construtivas que integram a execução de uma obra, como por exemplo, impermeabilização e drenagem de um muro de suporte de terras.
- Gestão de Projeto – Desenvolvimento de regras de medição de materiais e tarefas associadas à construção civil. São conceitos importantes para a orçamentação e estudo económico de determinada solução construtiva.
- Estruturas de Betão – Aprende-se não só o dimensionamento e funcionamento de elementos estruturais mas também a elaboração, interpretação e compreensão de peças desenhadas relativas a elementos de betão armado.
- Mecânicas dos Solos – Abordam-se as características dos diferentes tipos de solos assim como o devido tratamento dos mesmos. São transmitidos conhecimentos acerca dos ensaios a efetuar durante a execução do aterro, padrões na análise de resultados, etc.
- Estruturas Pré-Esforçadas – Estuda-se o comportamento destas estruturas especiais e são transmitidos os principais conceitos para o seu estudo e dimensionamento.

- Fundações e estruturas de suporte – Aborda características do solo e permite perceber de que modo é que as características dos mesmos influenciam o cálculo das fundações de um edifício e a forma como são executadas.
- Estruturas Metálicas e Mistas – Abordam-se as principais temáticas das estruturas metálicas e mistas como as suas características, comportamento e dimensionamento, assim como o seu campo de aplicabilidade.

## 2.2. METODOLOGIA DE TRABALHO

No decorrer do estágio o estagiário esteve inserido na secção de projetos de estruturas e fundações, na qual teve de analisar e dimensionar projetos de estruturas de betão armado, metálicas e mistas e elaborar processos de licenciamento, concurso e execução, de que fazem parte peças escritas e desenhadas. Na elaboração de um projeto de estruturas e fundações é necessário definir um processo sequencial de análise e cálculo que permitam ao estagiário organizar e gerir o projeto fácil e rapidamente de forma a minimizar a duração, dificuldade e conseqüentemente o resultado final será um projeto eficaz em termos técnicos e o mais económico possível. O estagiário com o apoio do orientador (por parte da empresa) definiu assim o processo:

- Estudo e análise crítica do projeto de arquitetura e verificação da exequibilidade do mesmo;
- Definição rigorosa do tipo de materiais a empregar na obra (tipo de aço e de betão) e respetivas características mecânicas;
- Definição do esquema estrutural;
- Quantificação das ações aplicáveis à estrutura;
- Pré-dimensionamento dos elementos estruturais;
- Verificação da segurança em relação ao estado limite último de resistência e em relação aos estados limites de utilização, análise e dimensionamento dos elementos estruturais, utilizando para isso programas de cálculo automático devidamente testados assim como folhas de cálculo elaboradas no gabinete por colegas de trabalho e também pelo estagiário, sempre devidamente testadas.

Este processo é iterativo dado que após a conclusão do primeiro ciclo de operações e se eventualmente alguns dos elementos não verificarem a condição final das verificações serão ajustadas as secções e poderá ainda ser necessário recorrer à alteração do esquema

estrutural gerando assim outros ciclos de operações até que o resultado final seja uma estrutura exequível, económica, de fácil compreensão e acima de tudo segura. Para além do processo de cálculo é também necessário definir um processo de apresentação do mesmo, ou seja, os desenhos finais têm de representar sem equívocos a estrutura definida pelo técnico responsável. Assim é regra da empresa normalizar todos os elementos desenhados de modo a permitir uma fácil leitura dos mesmos e a minimizar o grau de dificuldade de execução da mesma em obra. É regra da empresa também, identificar e pormenorizar com rigor todo e qualquer elemento que possa ter uma leitura ambígua ou possa suscitar dúvidas. Para isso o estagiário desenvolve as peças desenhadas. Finalmente, e ainda como regra da empresa, o técnico responsável pelo cálculo da estrutura e respetivo desenho é também responsável pela execução do todo o processo quer seja de estudo prévio, tendo para isso que elaborar todas as peças escritas recorrendo ao programa Microsoft Word, que são:

- Capa (folha de rosto);
- Memória descritiva e justificativa;
- Memórias de cálculo;
- Condições técnicas;
- Mapas de quantidades;
- Estimativa orçamental;
- Lista de peças desenhadas.

O eficaz seguimento destes processos dá azo a um projeto que evidencia responsabilidade, profissionalismo e organização, minimizando assim a possibilidade de eventuais erros.

### 2.3. PROGRAMAS DE CÁLCULO UTILIZADOS

Para atingir todos os objetivos do estágio é necessário ter como ferramenta de trabalho programas de cálculo automático e respectivos manuais para consulta sempre que necessário. Assim sendo, e de acordo com o tema do estágio, torna-se necessário desenvolver modelos de cálculo no domínio das estruturas que permitam a correta interpretação do funcionamento estrutural e esforços a que se submeta. Referem-se:

- CYPE

O CYPE efetua o cálculo e dimensionamento de estruturas de betão armado com lajes de vigotas pré-esforçadas, lajes alveoladas, fungiformes aligeiradas e maciças em edifício submetidos a ações verticais e horizontais. As vigas dos pisos podem ser de betão armado ou metálicas, paredes de betão armado, muros de betão armado com ou sem impulsos horizontais e muros de alvenaria. As fundações podem ser calculadas recorrendo ou não a vigas de fundação. O programa permite a obtenção de desenhos com as dimensões das várias peças com as armaduras de lajes, vigas, pilares, paredes e muros, assim como as listagens de dados e resultados do cálculo. A análise das solicitações realiza-se através de um cálculo espacial em 3D, por métodos matriciais de rigidez, considerando todos os elementos que definem a estrutura: pilares, paredes, muros, vigas e lajes. Estabelece-se a compatibilidade de deformações em todos os nós, considerando graus de liberdade, e cria-se a hipótese de indeformabilidade do plano de cada piso, para simular o comportamento rígido da laje, impedindo os deslocamentos horizontais relativos entre os nós dos mesmos (membrana rígida). Por isso, cada piso apenas poderá rodar e deslocar-se no seu conjunto. Os diferentes pisos comportam-se como planos indeformáveis independentes entre si. Para todos os estados de carga realiza-se o cálculo estático (exceto

ações dinâmicas) e supõe-se um comportamento linear dos materiais e, por isso, um cálculo de primeira ordem, com vista à obtenção de deslocamentos e esforços.



FIGURA 2 - CYPE

- ROBOT – STRUCTURAL ANALYSIS 2012 (Autodesk)

Este software permite a análise estrutural e a simulação de desempenho em situações correntes e também a manipulação e a visualização espacial do projeto antes da sua concretização. O ROBOT possui ferramentas próprias para a definição da estrutura o que permite a sua utilização de forma completamente isolada e independente. Além da criação do modelo e cálculo estrutural, permite a confrontação dos resultados e permite também a preparação da documentação da estrutura incluindo o projeto e os resultados. Este software permite modelar diferentes tipos de estrutura.

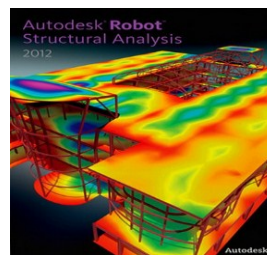


FIGURA 3 - ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS LOGO

A empresa é detentora também de programas comerciais de diversos produtos necessários para a execução dos serviços, não sendo estes programas de cálculo de carácter geral mas sim de carácter parcial, pois só dimensionam determinados elementos estruturais individuais, sendo esses:

- Cálculo de lajes aligeiradas Faprel

Através do software fornecido pela Faprel é possível calcular lajes aligeiradas. O utilizador apenas tem de colocar os dados relativos à laje, como por exemplo o vão e as condições de apoio.



FIGURA 4 - FAPREL LOGO

- FTOOL

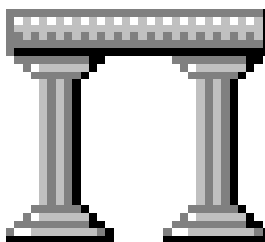


FIGURA 5 - FTOOL LOGO

O software Ftool permite executar cálculos de estruturas planas de forma rápida e bastante intuitiva, para evitar o recurso a programas mais complexos quando é necessário obter esforços e deformadas de estruturas relativamente simples. Este software destaca-se pela sua vertente prática e simplicidade.

- Cálculo de ligações de perfis metálicos HILTI



FIGURA 6 - HILTI ANCHOR LOGO

O programa da Hilti possibilita aos engenheiros civis pormenorizar os seus projetos, pois permite efetuar o dimensionamento de ancoragens em ligações estruturais de perfis metálicos em betão, dimensionar conectores de corte em lajes mistas, permite efetuar de acordo com os regulamentos de projetos de instalações solares.

De notar que sempre que o programa seja referente a um produto comercial é necessário estudar e analisar o respetivo documento de homologação.

Por fim, usando processadores de cálculo como o Microsoft Excel, utilizam-se folhas de cálculo úteis para dimensionamento de elementos através da programação iterativa. Estas folhas podem ser da autoria da empresa ou a título individual do estagiário. Estas folhas são de utilização geral podendo ser utilizadas para particular interesse no projeto em que se insere, como por exemplo, para o cálculo de pilares, de fundações e de muros de suporte.

Todas as peças escritas são elaboradas através do programa Microsoft Word.



### 3. LISTA DOS TRABALHOS REALIZADOS

O seguinte capítulo enumera os projetos em que o estagiário desenvolveu trabalho. Na seguinte lista apresentam-se as atividades desenvolvidas desde a elaboração de projeto de especialidade e/ou preparação de documentação para entrega, visto que nem todas se encontram no presente documento.

- Pavilhão Municipal de Barcelos;
- L'AND Reserve/Herdade do Mercador – Alqueva;
- IURD – Maculusso;
- IURD – S.Martin;
- IURD – Entroncamento;
- Moradia Jorge Simões;
- Moradias Brasil (Light Steel Frame);
- Casa de Campo de Moncorvo;
- Escola de Silvalde – Espinho;
- Moradia Bela Vista (lote 9F e lote 2D);
- Moradia Conde Vizela;
- Cálculo e desenho de Muros de Suporte.

## 4. CENTRO ESCOLAR DE SILVALDE

### ESPINHO

#### 4.1. INTRODUÇÃO

Dos vários projetos que foram realizados durante o período de estágio, este foi um dos que se decidiu apresentar. Trata-se de um projeto que se reveste de detalhes que o tornam mais complexo, em parte por exigências de arquitetura.

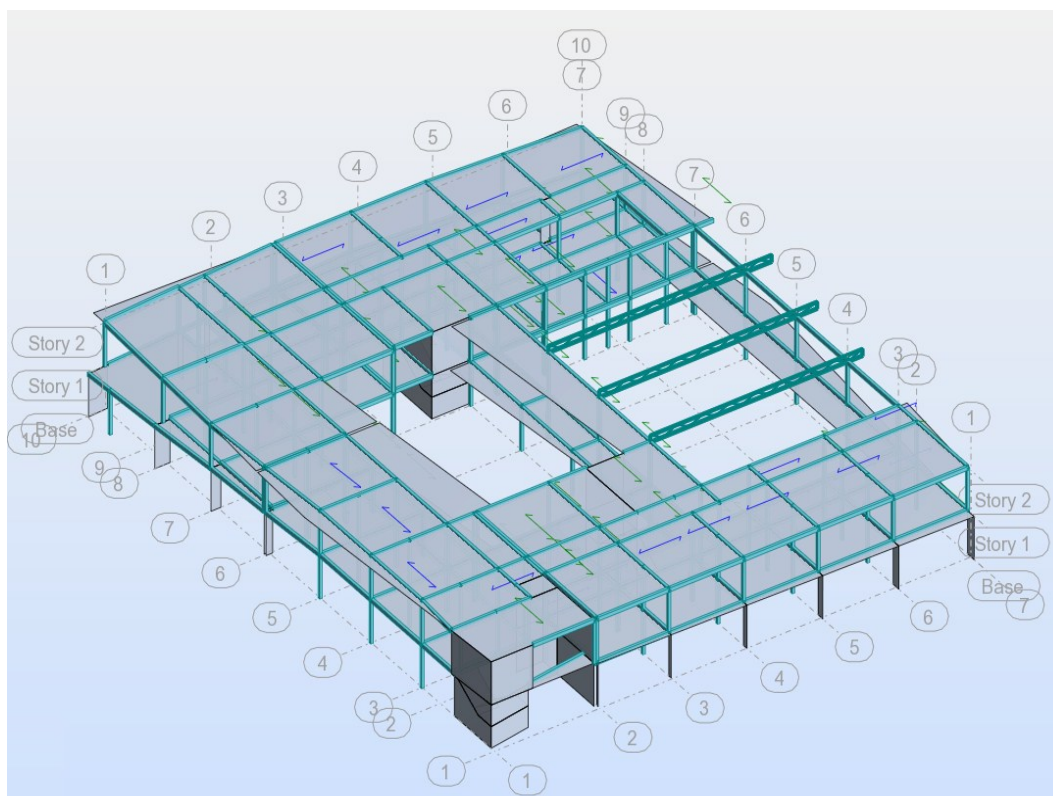


FIGURA 7 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (ROBOT)

O empreendimento é constituído por um só bloco, destinado à atividade escolar do 1.º ciclo e pré-escolar (jardim de infância), inserido num recinto delimitado, com um acesso privativo, dotado de portaria.

O edifício está dividido em dois espaços distintos – o reservado ao ensino do 1.º ciclo e o reservado ao pré-escolar. No todo é constituído por salas de atividade e salas de aulas, ateliers e ginásio, e apresenta ainda espaços destinados a preparação de alimentos

(cozinha) e zonas de refeição (distintas), biblioteca, espaços destinados a pessoal docente (sala do diretor, sala de atendimento individual, sala de professores) e espaços destinados a atendimento geral (receção e secretaria).

A cobertura é acessível, não acessível apenas no pavilhão desportivo.

De início o projeto revelava uma necessidade de um estudo pormenorizado e exaustivo sobre a solução estrutural a adotar, visto que vários requisitos da arquitetura impediam a tradicional e simples solução porticada.

## **4.2. CONCEÇÃO ESTRUTURAL**

A conceção estrutural adotada neste projeto foi efetuada tendo em consideração, por um lado, as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas e cortes gerais de arquitetura, e por outro, os requisitos estruturais que permitem conferir à estrutura um bom desempenho e execução final.

A estrutura é dividida em quatro corpos, que são constituídos por piso térreo, piso um e cobertura. Sobre a laje do piso um encontram-se apoiados indiretamente os pilares que suportam a cobertura.

Como se poderá perceber pela Arquitetura, será necessário efetuar um estudo aprofundado sobre o comportamento de todos os elementos estruturais visto que a sua definição não é imediata. Foi, por isso, necessário recorrer a modelos de cálculo e posterior simulação para aferir as deformadas e esforços a que a estrutura estaria sujeita, colmatando de forma iterativa as dificuldades e erros da solução a adotar. Através do Software de cálculo de elementos finitos “ROBOT – Structural Analysis 2012” foi então simulada a estrutura, definindo-se espessuras de laje, secções de pilares, paredes e vigas, sob a definição de cargas e combinações regulamentares, sempre mantendo o cuidado na compatibilização da estrutura com o projeto de Arquitetura.

As principais verificações de segurança prendiam-se principalmente com a deformação a longo prazo das lajes e a rotura por punçoamento das lajes junto aos pilares. Como será obvio, devido ao vão dessa área, o estagiário teve algumas dificuldades em controlar a deformação. Finalmente e após um processo de aperfeiçoamento estrutural, o problema foi resolvido recorrendo a alguns fatores imprescindíveis, sendo eles:

- Continuidade sempre que possível de elementos verticais (paredes);
- Aumento da espessura da laje do piso um que receberia os pilares da cobertura;
- Aumentar a espessura das paredes, procurando aproveitar ao máximo o espaço disponível de forma a tornar a estrutura mais rígida;
- Aumentar a altura das vigas para diminuir a deformação a longo prazo.

Nesta fase era frequente o contacto com o arquiteto, jogando com os fatores em cima enunciados, não descurando a arquitetura. Desta forma foi possível controlar a deformação, limitando-a, a tempo infinito, ao valor de 1.50cm, preconizado pelo REBAP para impedir que a deformação afete paredes divisórias, caixilharias de janelas ou mesmo as próprias janelas. Assim, após a fase de estudo prévio, decidiu-se que a estrutura seria do tipo maciça, com lajes maciças de 35cm, 30cm, 25cm e 20cm de espessura no piso um e na cobertura, lajes aligeiradas de 35cm de espessura no piso um e na cobertura e laje alveolar de 35cm de espessura no piso um e cobertura. Toda a cobertura era apoiada no aproveitamento da verticalidade das paredes e nos pilares que se iniciavam na fundação.

Todas as dimensões adotadas para os elementos estruturais verticais respeitam na íntegra a arquitetura proposta de modo a diminuir impactes estéticos associados ao conceito do edifício. A estrutura é considerada, na sua mobilidade, por nós fixos, devido à rigidez dos elementos em questão. Em todo o dimensionamento foi tido em consideração o preço da obra, assim economizando a estrutura, recorrendo a todos os aspetos técnicos ao dispor.

## 4.3. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES

### 4.3.1. AÇÕES

Foram considerados três tipos distintos de ações:

- Ações permanentes (G) – Aquelas que assumem valores constantes durante o período de vida da estrutura, tais como o peso próprio da mesma, impulsos de terras ou ações de elementos fixos.
- Ações variáveis (Q) – Aquelas que assumem valores com uma variação significativa relativamente ao seu valor médio durante a vida da estrutura, tais como as sobrecargas, ações do vento, variações de temperatura, ações do sismo.
- Ações acidentais (A) – São ações com muito pouca probabilidade de adquirirem valores significativos durante a vida da estrutura, tais como explosões, choques de veículos.

### 4.3.2. CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES

As ações quantificam-se pelos seus valores característicos, e no caso das ações variáveis, pelos seus valores reduzidos ou representativos, segundo o RSA – Art.º 6º.

Para tal, temos três coeficientes de combinação que permitem considerar três valores reduzidos das ações variáveis:

- $\psi_0$  – Combinações raras, correspondentes a estados limites de muito curta duração.
- $\psi_1$  – Combinações frequentes, correspondentes a estados limites de curta duração.
- $\psi_2$  – Combinações quase permanentes, correspondentes a estados limites de longa duração.

### 4.3.3. COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Foram consideradas as seguintes combinações de ações:

- Estados limites últimos

$$S_d = 1.5 \times G_k + 1.5 \times \sum_i Q_{ki}$$

- Estados limites de utilização – combinação frequente

$$S_d = 1.0 \times G_k + \psi_1 \times \sum_i Q_{ki} \quad \text{com } \psi_1 = 0.6$$

- Ação base do vento

$$S_d = 1.5 \times G_k + 1.5 \times (W_k + 0.7 \times Q_{ki})$$

- Ação sísmica

$$S_d = 1.0 \times G_k + 1.5 \times (S_{kx} + 0.4 \times S_{ky})$$

### 4.3.4. AÇÕES CONSIDERADAS

Em seguida apresentam-se as ações tidas em consideração, segundo as normas regulamentares, que solicitam a presente estrutura.

#### Ações permanentes

##### Peso próprio dos elementos estruturais:

- Revestimento – 0.5 kN/m<sup>2</sup>;
- Divisórias – 1.5 kN/m<sup>2</sup>;
- Peso próprio das lajes aligeiradas – 5 kN/m<sup>2</sup>;
- Peso próprio das lajes alveolares – 5.50 kN/m<sup>2</sup>.

##### Sobrecargas:

- Corredor de circulação – 4 kN/m<sup>2</sup>;
- Salas de aula – 3 kN/m<sup>2</sup>;
- Cobertura – 0.5 kN/m<sup>2</sup>.

**Ação do vento:**

- Direção X – ver figuras seguintes;
- Direção Y – ver figuras seguintes.

**Ação sísmica:**

- Direção X – ver figuras seguintes;
- Direção Y – ver figuras seguintes.

### 4.3.5. IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES - MODELAÇÃO

- Revestimento

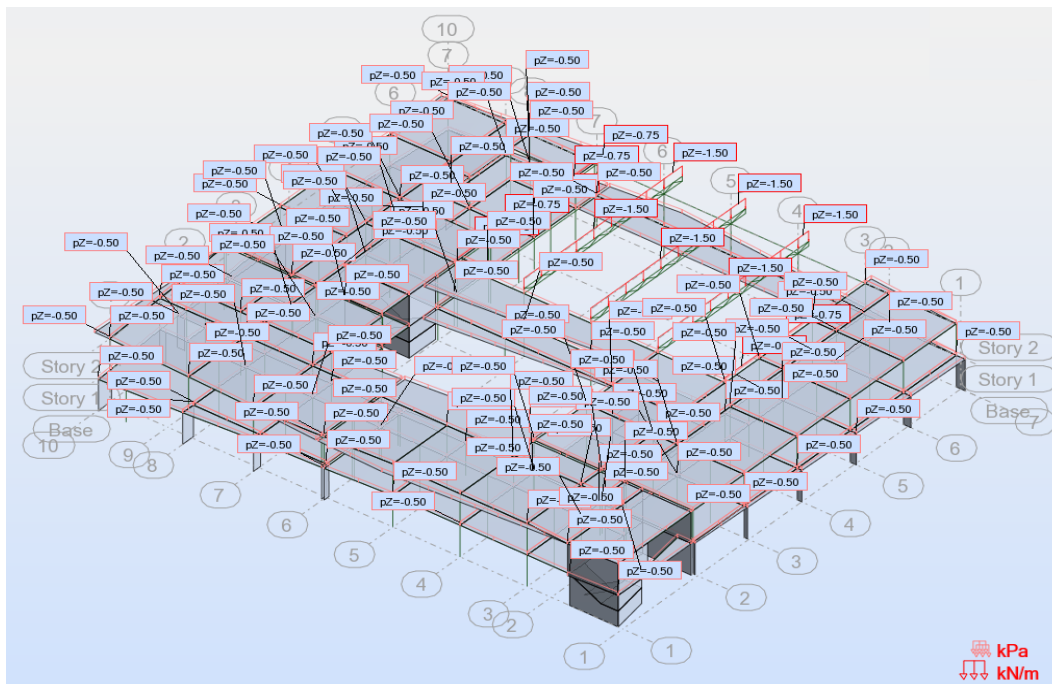


FIGURA 8 - CARGAS DOS REVESTIMENTOS (ROBOT)

- Divisórias

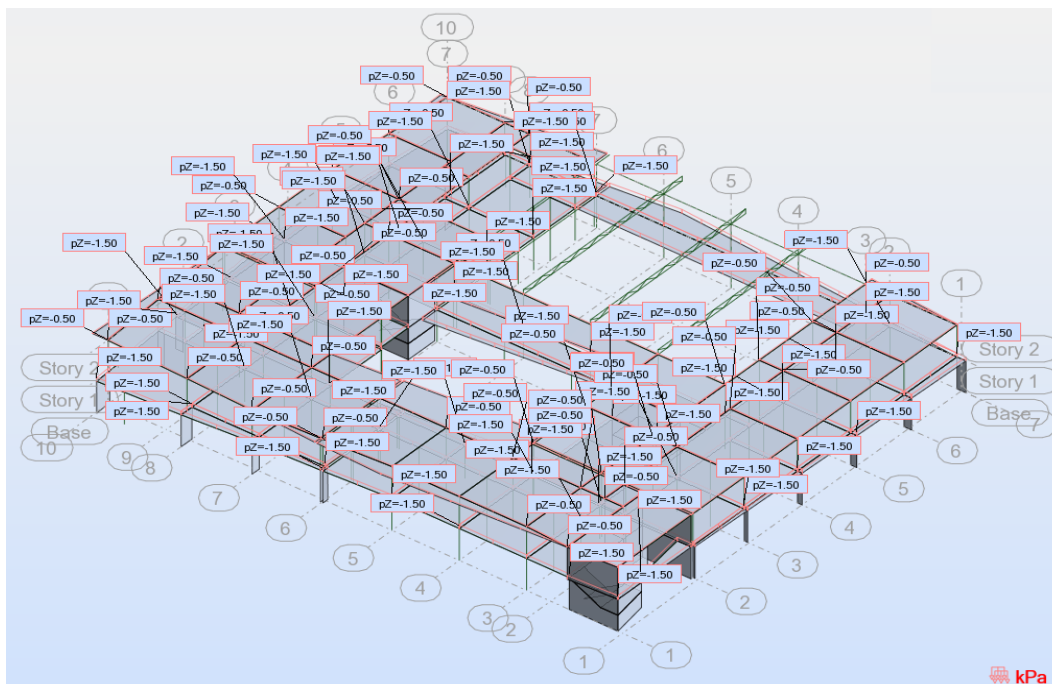


FIGURA 9 - CARGAS DAS PAREDES DIVISÓRIAS (ROBOT)



- Peso próprio da laje aligeirada

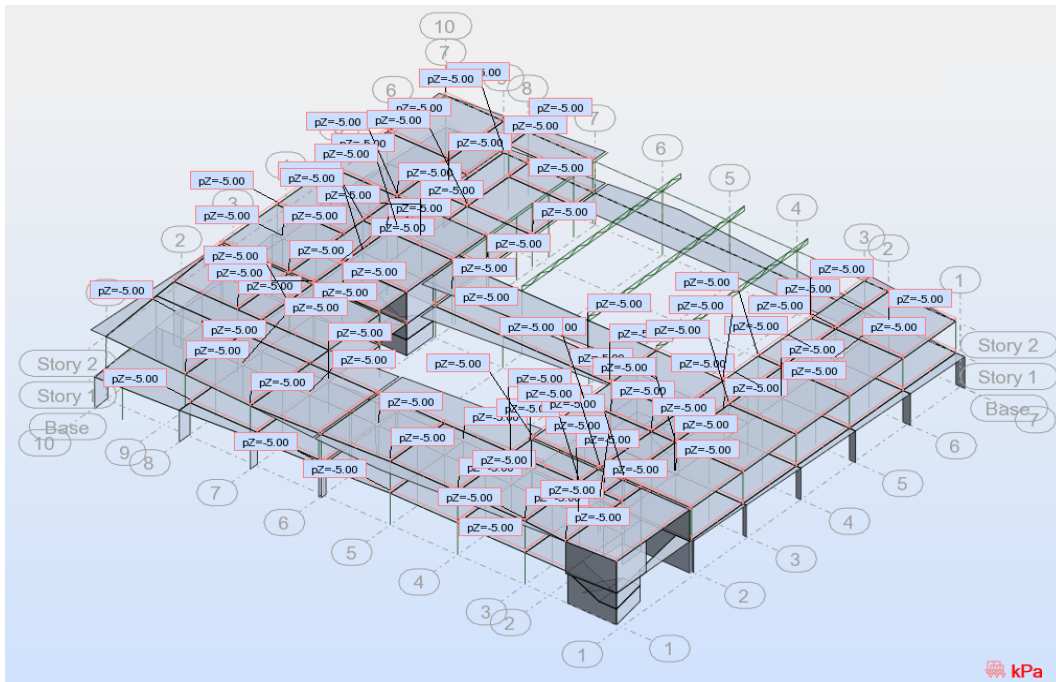


FIGURA 10 - CARGAS DO PESO PRÓPRIO (ROBOT)

- Peso próprio da laje alveolar

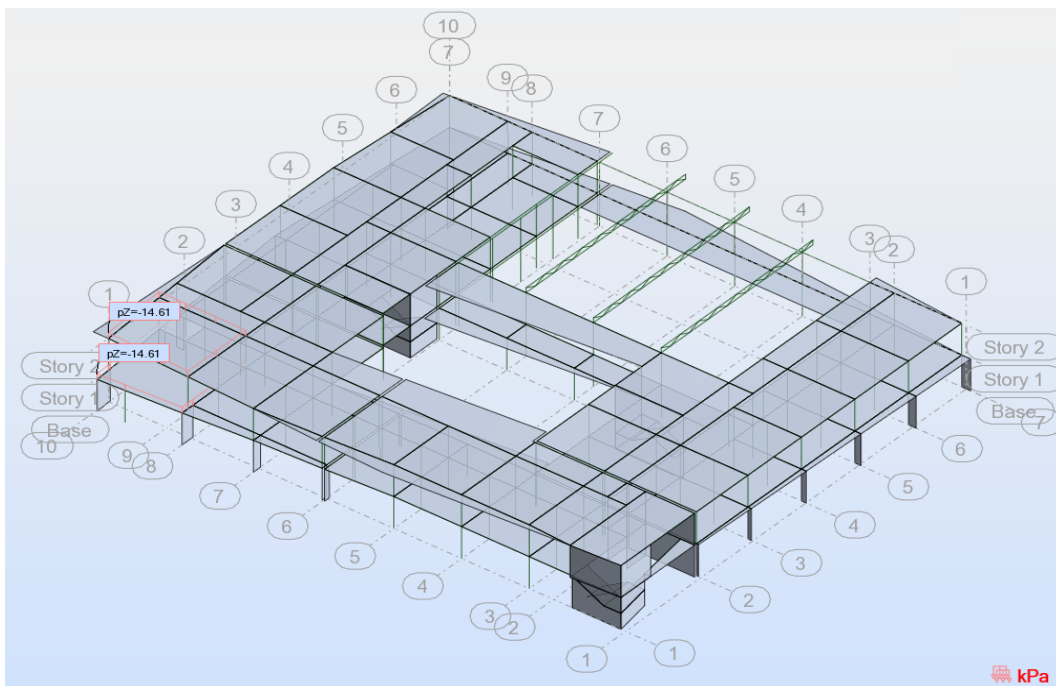


FIGURA 11 - PESO PRÓPRIO DA LAJE ALVEOLAR (ROBOT)

## Cargas da laje alveolar

- Sobrecarga de corredor de circulação

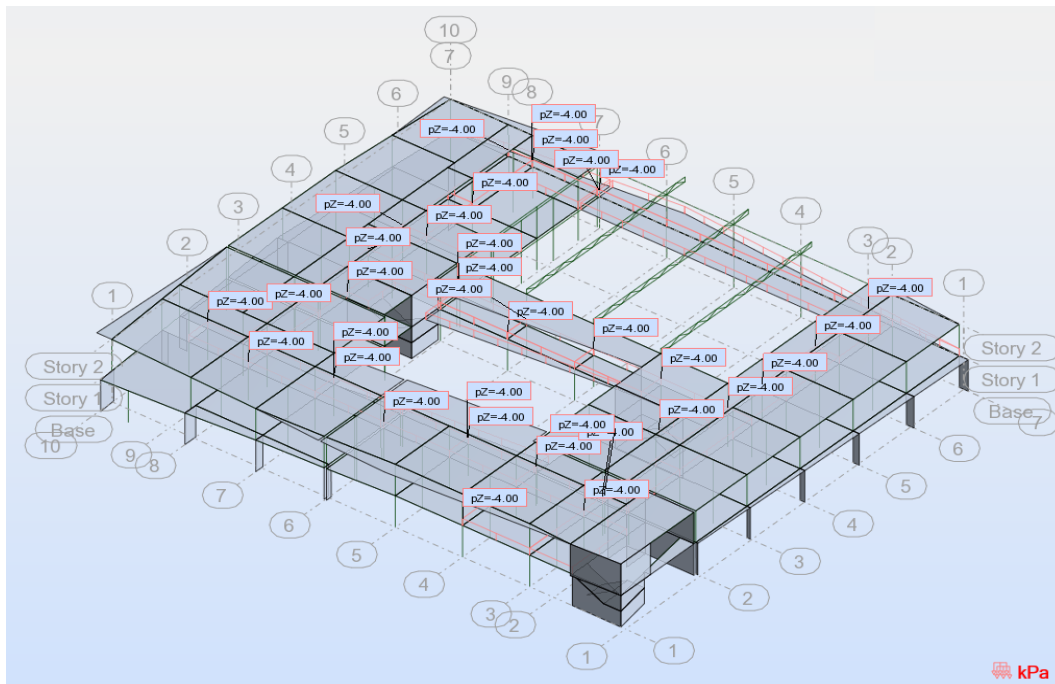


FIGURA 12 - SOBRECARGA NO CORREDOR DE CIRCULAÇÃO (ROBOT)

- Sobrecarga de salas de aula

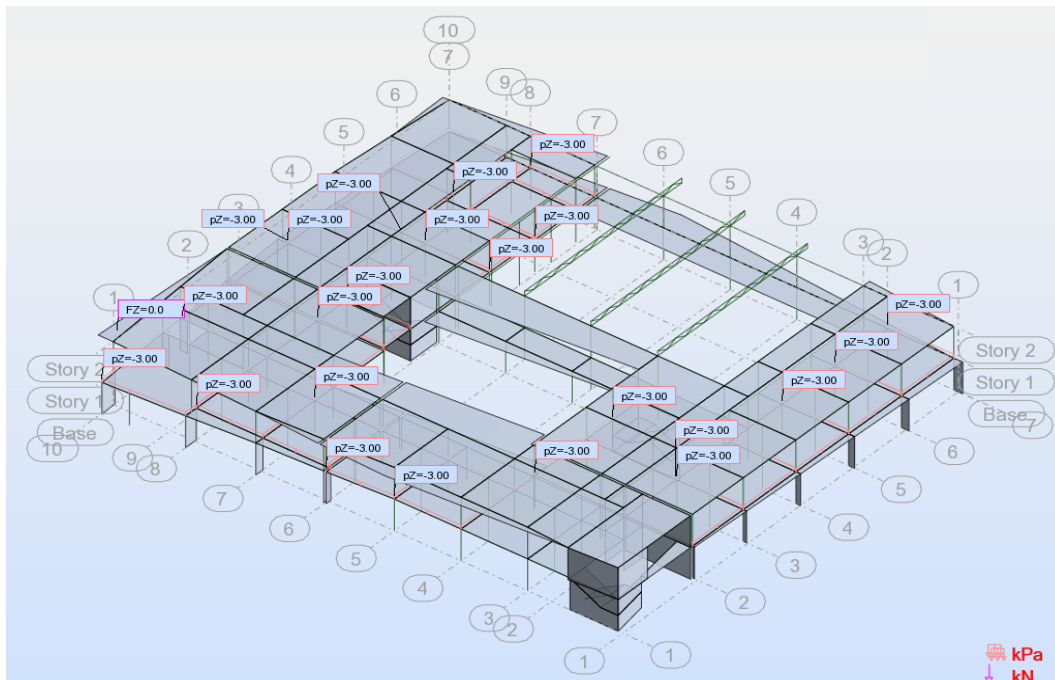


FIGURA 13 - SOBRECARGA NAS SALAS DE AULA (ROBOT)

- Sobrecarga de cobertura

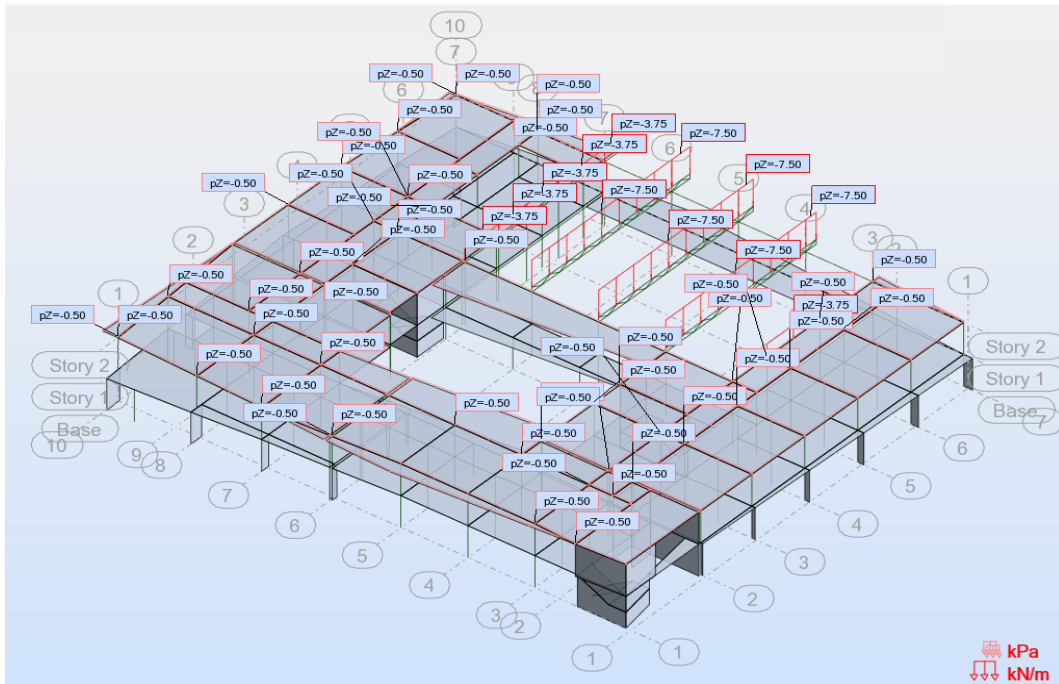


FIGURA 14 - SOBRECARGA NA COBERTURA (ROBOT)

- Ação do vento – Direção X

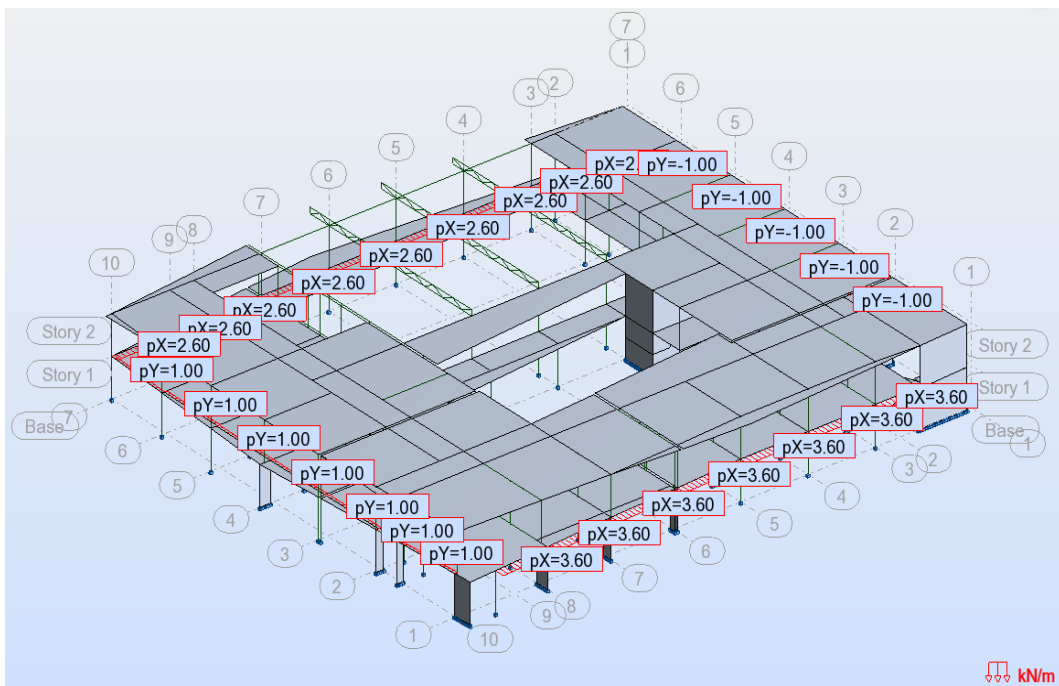


FIGURA 15 - AÇÃO DO VENTO NA DIREÇÃO X (ROBOT)

- Ação do vento – Direção Y

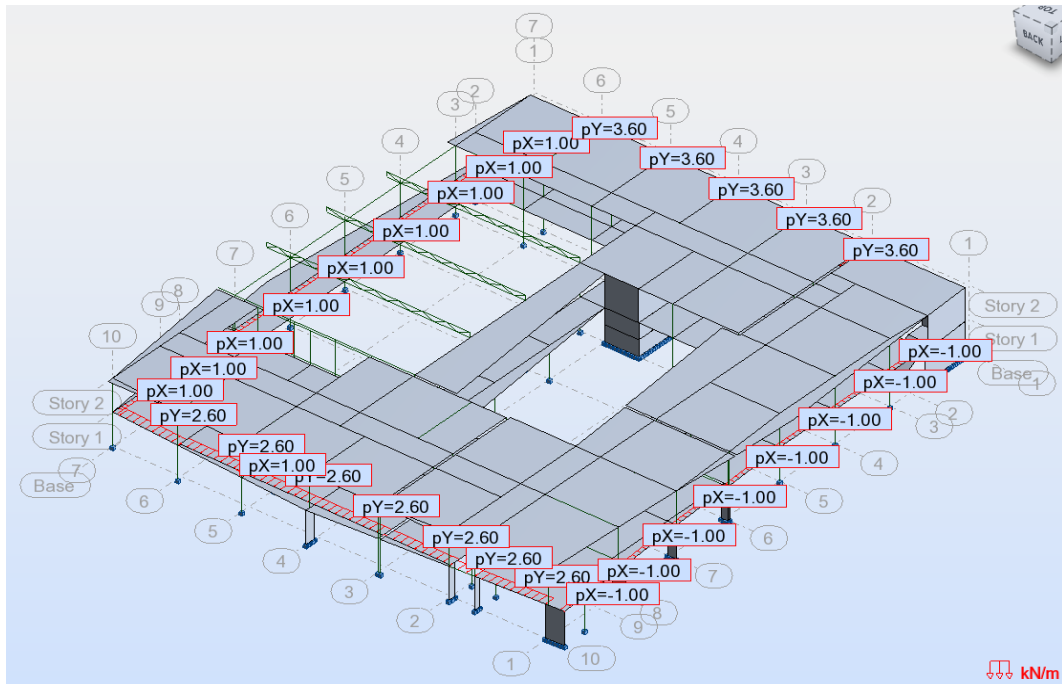


FIGURA 16 - AÇÃO DO VENTO NA DIREÇÃO Y (ROBOT)

- Ação do sismo – Direção X

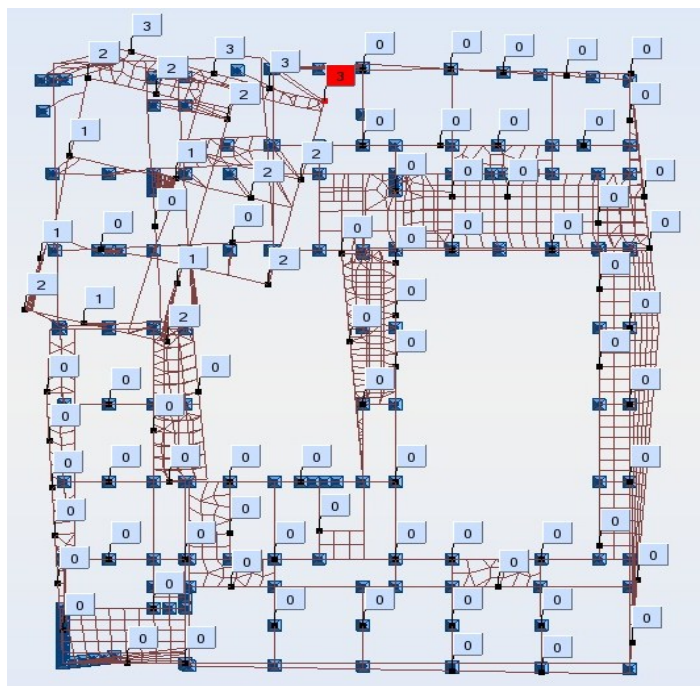


FIGURA 17 - AÇÃO DO SISMO NA DIREÇÃO X (ROBOT)

- Ação do sismo – Direção Y

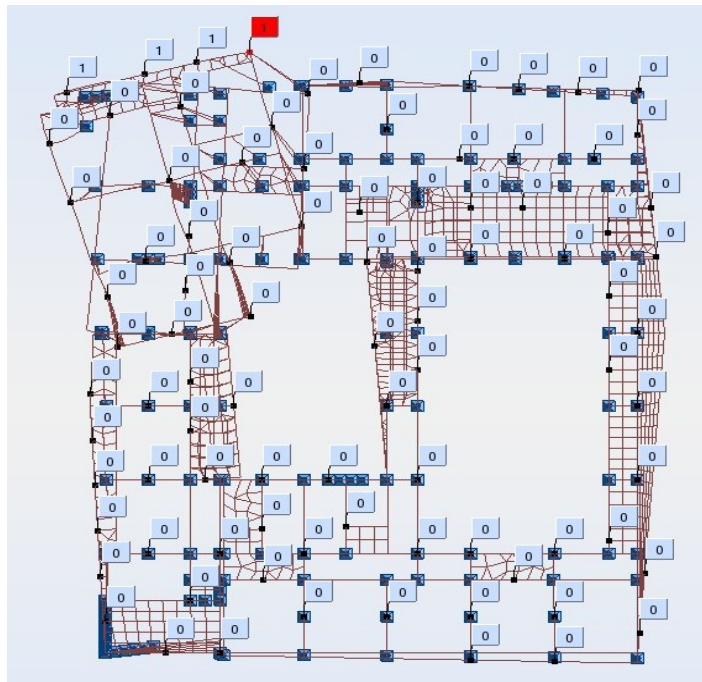


FIGURA 18 - AÇÃO DO SISMO NA DIREÇÃO Y (ROBOT)

#### 4.4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA – CRITÉRIOS

A verificação de segurança, em termos de estados limites, foi efetuada de acordo com os critérios gerais referidos no artigo 3º do RSA:

- Comparando os valores dos parâmetros por meio dos quais são definidos esses estados com os valores que tais parâmetros assumem devido às ações aplicadas (na verificação aos estados limites de deformação e fendilhação);
- Em termos de grandezas relacionáveis com as ações, comparando os valores que tais grandezas assumem quando obtidos a partir das ações com os valores que assumem quando obtidos a partir dos valores dos parâmetros que definem os estados limites; as grandezas escolhidas foram esforços (verificação aos estados limites últimos de resistência).

#### **4.4.1. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE RESISTÊNCIA**

A verificação de segurança relativamente aos estados limites últimos de resistência foi efetuada em termos de esforços respeitando a condição:

$$S_d < R_d$$

Em que:

- $S_d$  – Valor de cálculo (design) do esforço atuante;
- $R_d$  – Valor de cálculo do esforço resistente.

#### **4.4.2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO**

A verificação de segurança relativamente aos estados limites de utilização foi efetuada garantindo que as deformações não excedem os valores limites regulamentares ( $L/400$  com máximo de 1.50cm), necessária cumprir pela existência de vão envidraçados em fachadas, e, cumprindo as disposições construtivas definidas no capítulo IX do REBAP.

### **4.5. METODOLOGIA DE ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA**

Em conformidade com a regulamentação atrás citada, os esforços atuantes nas estruturas foram determinados admitindo comportamento elástico-linear para os materiais, vindo os correspondentes esforços resistentes definidos de acordo com as teorias de comportamento estabelecidas regulamentarmente para os materiais, nomeadamente no REBAP e no EC2 para a estrutura de betão armado. O dimensionamento e verificação da



segurança dos vários elementos estruturais foram elaborados por via de programas de cálculo automático devidamente testados, ROBOT e folhas de cálculo Excel.

## 4.6. CÁLCULO DAS LAJES

### 4.6.1. LAJES MACIÇAS E MUROS

Os critérios considerados no cálculo das armaduras das lajes e muros seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

Através do software de elementos finitos -ROBOT- avaliaram-se os seguintes mapas de deformação [cm] e momentos fletores [kN.m/m], respetivamente, das lajes/muros:

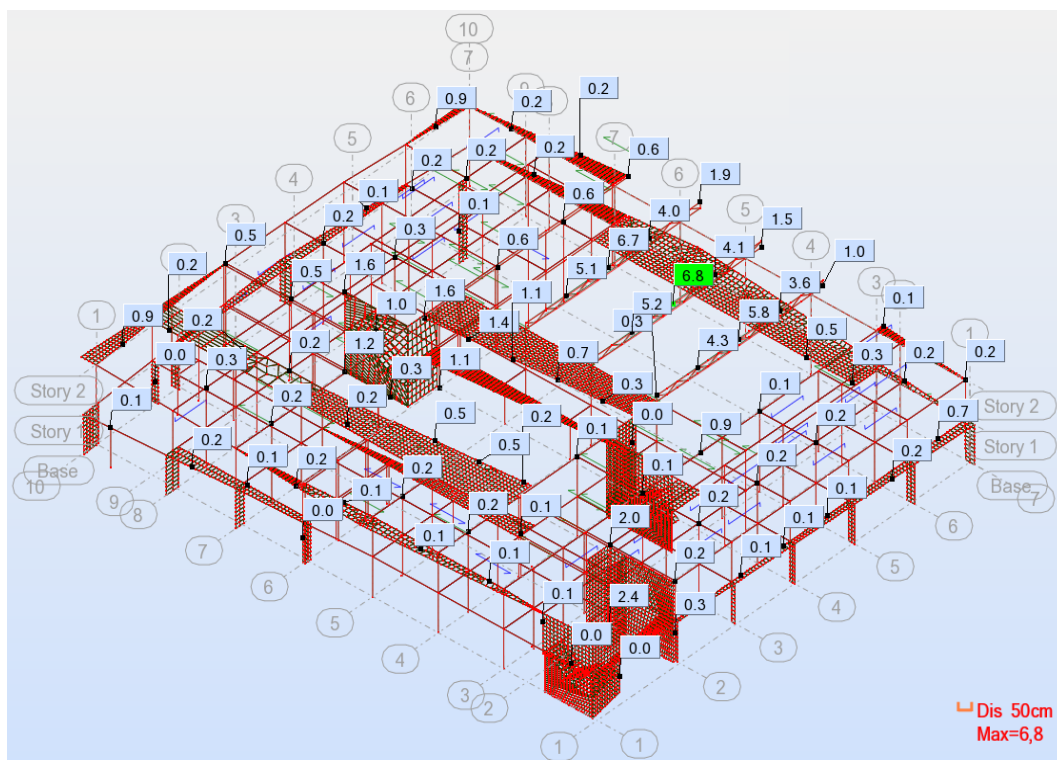


FIGURA 19 - DEFORMADA DA ESTRUTURA (ROBOT)

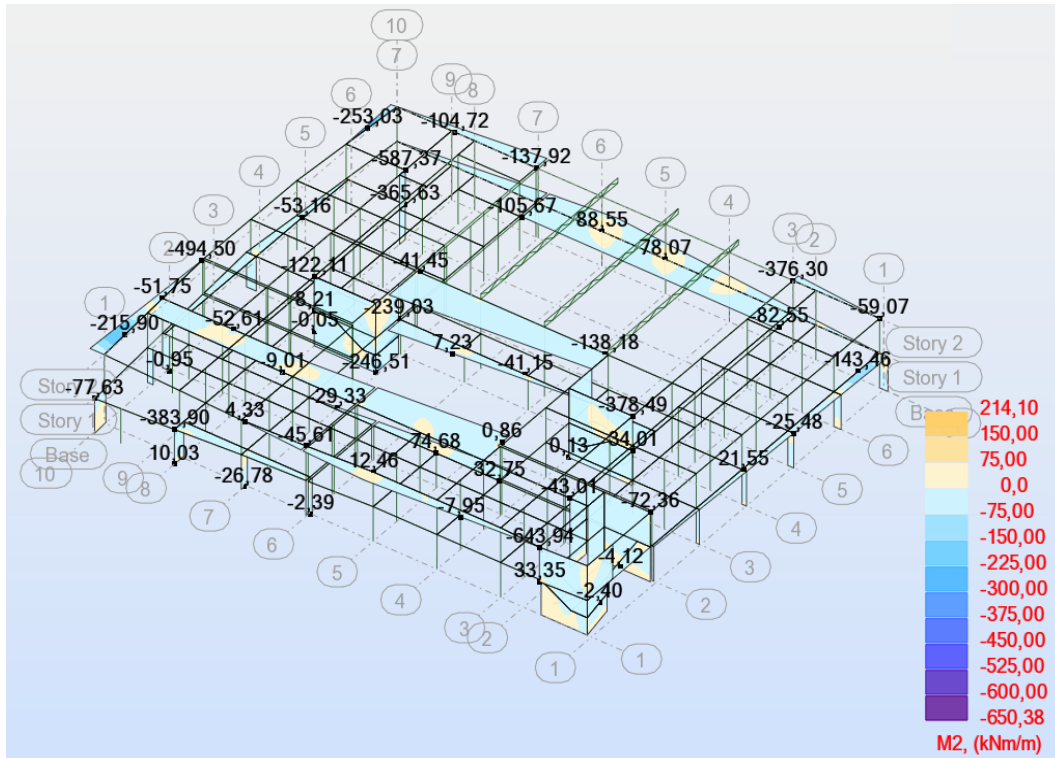


FIGURA 20 - DIAGRAMA DOS MOMENTOS (ROBOT)



#### 4.6.2. LAJES ALIGEIRADAS

Os critérios considerados no cálculo das armaduras das lajes pré-fabricadas seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

Neste dimensionamento foi utilizado o sistema de cálculo de lajes aligeiradas – resultando na definição da espessura e armadura a instalar.

QUADRO 1 - LAJES ALIGEIRADAS FAPREL

Quadro Resumo de lajes aligeiradas FAPREL																							
NOME DA LAJE	Vao L (m)	Altura Ht (m)	Ações Características (KN/m) <sup>2</sup>									E.L.Ultimo		Estado Limite de Utilização				Armaduras					LAJE FAPREL
			Permanentes, Gk				Var Qk	F.Concentradas			Resistência		E.L.Fend. (KN m /ft)	E.L.Deformação (EI)min (KN m /ft)	fadm (m)	Malhasol (A500)	Apoios		Tarugos		Z.Maç (m)		
			PP	REV	DIV	Out.		F1	F2	F3	Msd (KN m/m)	Vsd (KN /m)					L1 (m)	A (cm /m)	Nº	At		d	
LA01	7.00	0.35	4.91	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	80.93	52.03	58.90	52541	0.018	AR42	0.70	1.36	3	2φ10	0.00	V5-BN24X30-35	
LA02	7.20	0.35	4.91	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	85.62	53.51	58.90	52541	0.018	AR42	0.72	1.36	3	2φ10	0.01	V5-BN24X30-35	
LA03	7.30	0.35	4.91	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	88.02	54.26	58.90	52541	0.018	AR42	0.73	1.36	3	2φ10	0.06	V5-BN24X30-35	
LA04	7.40	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	90.54	55.06	70.40	52822	0.019	AR46	0.74	1.61	3	2φ10	0.12	V6-BN24X30-35	
LA05	7.50	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	93.00	55.80	70.40	52822	0.019	AR46	0.75	1.61	3	2φ10	0.17	V6-BN24X30-35	
LA06	7.60	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	3.00	0.0	0.0	0.0	95.50	56.54	70.40	52822	0.019	AR46	0.76	1.61	3	2φ10	0.22	V6-BN24X30-35	
LA07	2.50	0.35	4.90	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	11.35	20.44	42.00	52148	0.006	AR34	0.25	0.90	1	2φ8	0.00	V3-BN24X30-35	
LA08	4.80	0.35	4.90	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	41.86	39.24	42.00	52148	0.012	AR34	0.48	0.90	2	2φ8	0.00	V3-BN24X30-35	
LA09	6.50	0.35	4.91	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	76.82	53.19	58.90	52541	0.016	AR42	0.65	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA10	6.60	0.35	4.91	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	79.21	54.00	58.90	52541	0.017	AR42	0.66	1.36	3	2φ8	0.04	V5-BN24X30-35	
LA11	7.20	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	94.35	58.97	70.40	52822	0.018	AR46	0.72	1.61	3	2φ10	0.35	V6-BN24X30-35	
LA12	7.30	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	96.99	59.79	70.40	52822	0.018	AR46	0.73	1.61	3	2φ10	0.40	V6-BN24X30-35	
LA13	7.40	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	99.66	60.61	70.40	52822	0.019	AR46	0.74	1.61	3	2φ10	0.45	V6-BN24X30-35	
LA14	7.50	0.35	4.92	0.50	1.50	0.00	4.00	0.0	0.0	0.0	102.38	61.43	70.40	52822	0.019	AR46	0.75	1.61	3	2φ10	0.50	V6-BN24X30-35	
LA15	2.50	0.35	4.90	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	7.19	12.94	42.00	52148	0.006	AR34	0.25	0.90	1	2φ8	0.00	V3-BN24X30-35	
LA16	4.80	0.35	4.90	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	26.50	24.84	42.00	52148	0.012	AR34	0.48	0.90	2	2φ8	0.00	V3-BN24X30-35	
LA17	6.50	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	48.66	33.69	58.90	52541	0.016	AR42	0.65	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA18	6.60	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	50.17	34.20	58.90	52541	0.017	AR42	0.66	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA19	7.00	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	56.43	36.28	58.90	52541	0.018	AR42	0.70	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA20	7.20	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	59.70	37.31	58.90	52541	0.018	AR42	0.72	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA21	7.30	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	61.37	37.83	58.90	52541	0.018	AR42	0.73	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA22	7.40	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	63.07	38.35	58.90	52541	0.019	AR42	0.74	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA23	7.50	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	64.78	38.87	58.90	52541	0.019	AR42	0.75	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA24	7.60	0.35	4.91	0.50	0.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	66.52	39.39	58.90	52541	0.019	AR42	0.76	1.36	3	2φ8	0.00	V5-BN24X30-35	
LA25	4.80	0.25	3.20	0.50	0.00	0.00	1.00	0.0	0.0	0.0	18.05	16.92	18.20	15864	0.012	AR30	0.48	0.62	2	2φ8	0.00	V3-BN40X20-25	

#### 4.7. VIGAS EM BETÃO ARMADO

Os critérios considerados no cálculo das armaduras das vigas seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

Apresenta-se no anexo II algumas das vigas que constituem o projeto.

Através do software de elementos finitos -ROBOT- avaliaram-se os seguintes diagramas de deformação [ELS] e momentos fletores [ELU], respetivamente, das vigas em betão:

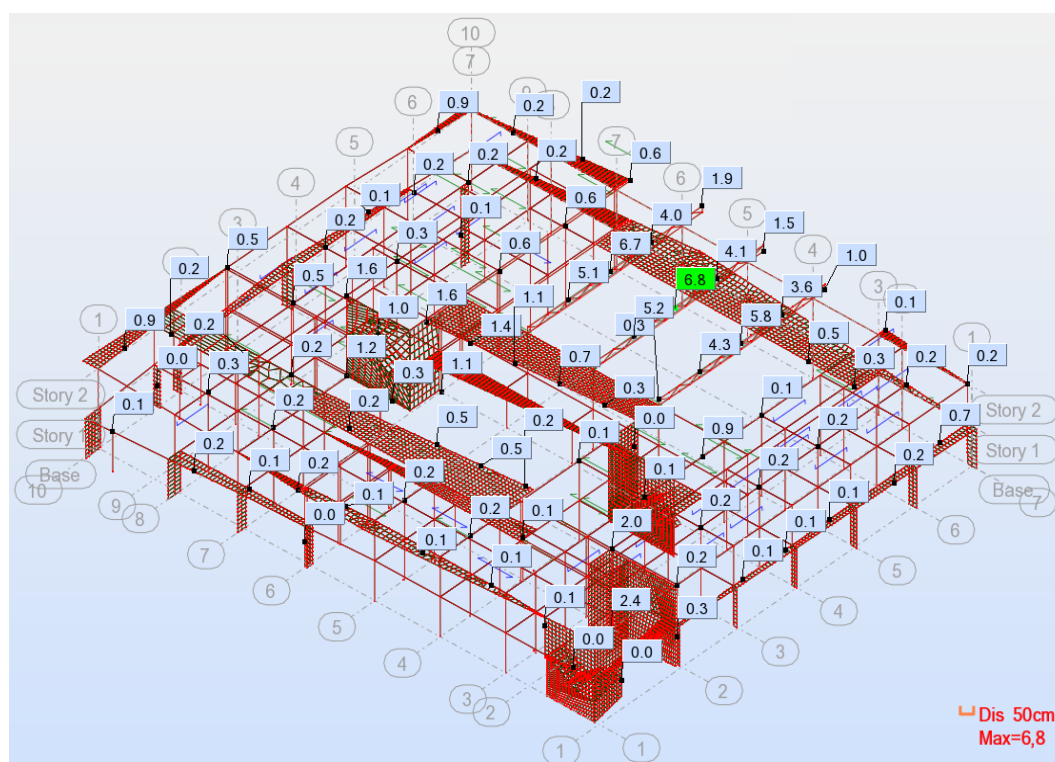


FIGURA 21 - DEFORMADA DAS VIGAS (ROBOT)

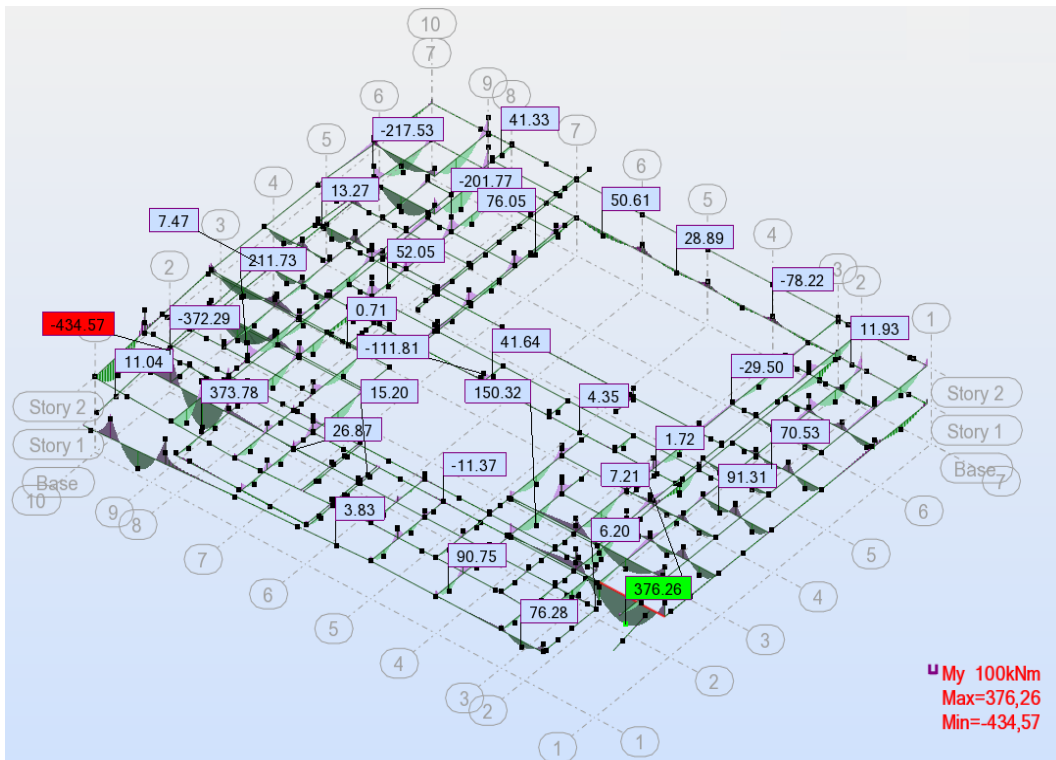


FIGURA 22 - MOMENTOS DAS VIGAS (ROBOT)

## 4.8. CÁLCULO DOS PILARES

O cálculo dos pilares segue as especificações regulamentares.

Através do software de elementos finitos -ROBOT- avaliaram-se os seguintes diagramas de esforços axiais para os estados limites últimos.

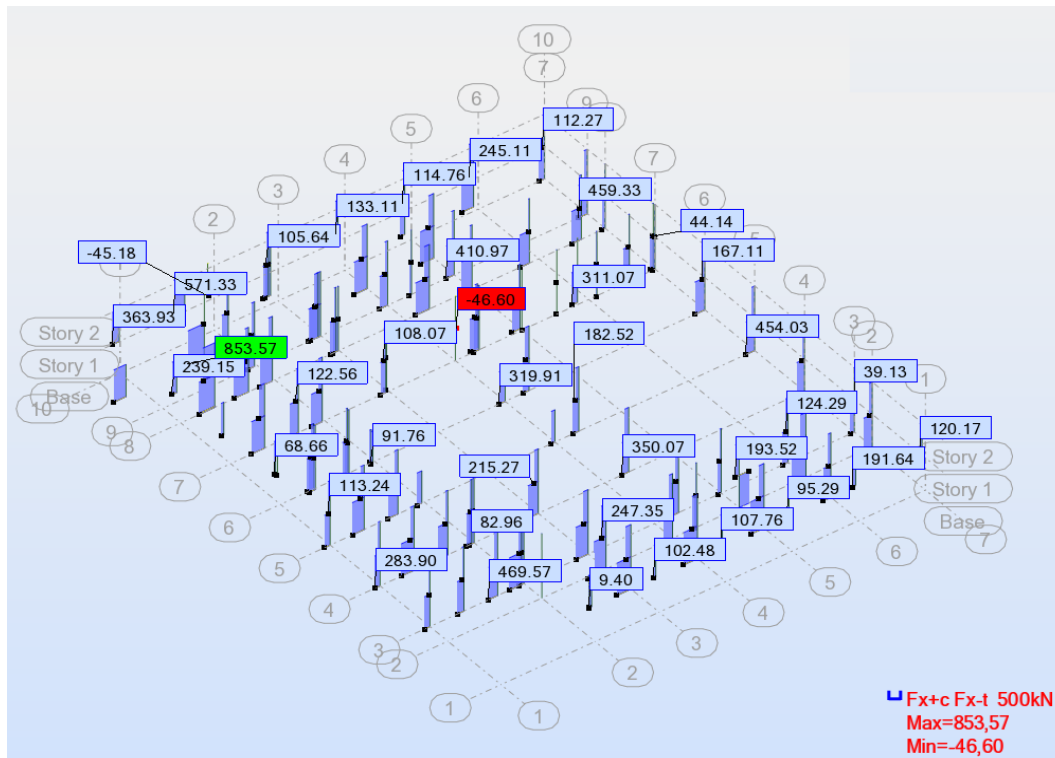


FIGURA 23 - ESFORÇOS AXIAIS NOS PILARES (ROBOT)

Os momentos fletores nos pilares são os mesmos ao longo da maioria dos pilares, tendo sido verificado o máximo de 50kN.m na seção mais desfavorável. Foi tido em conta também a contribuição de momentos fletores devido a imperfeições e momentos de 2ª ordem (dispensável – pilares pouco esbeltos).

## 4.9. FUNDAÇÕES

O relatório geotécnico e geológico indica 300kPa de tensão admissível a uma profundidade de pelo menos um metro abaixo da cota natural do terreno.

Os critérios considerados no cálculo das sapatas seguem as especificações regulamentares.

Através do software de elementos finitos -ROBOT- avaliaram-se as reações materializadas por apoios encastrados isolados e apoios contínuos.

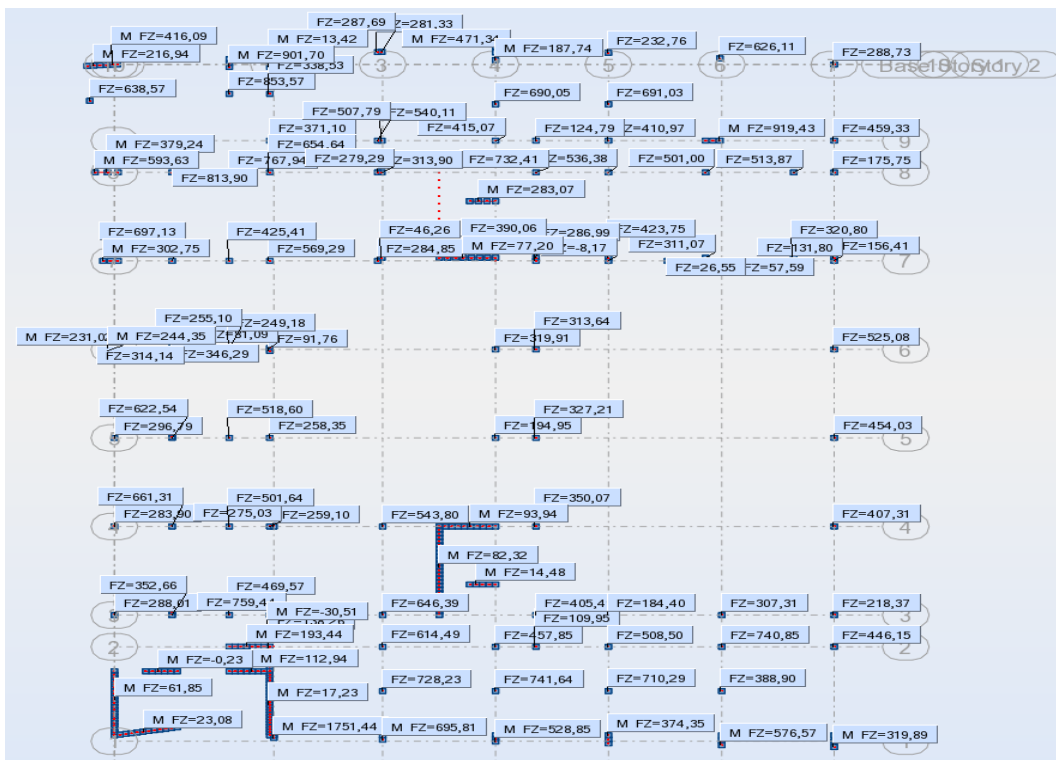


FIGURA 24 - REAÇÕES NOS APOIOS (ROBOT)

## 4.10. CÁLCULO DA COBERTURA METÁLICA

### 4.10.1. VIGAS PRINCIPAIS, CUMEEIRA E MADRES

O cálculo dos perfis metálicos segue as especificações regulamentares. A cobertura é estudada de forma isolada para aferir a deformada e momentos fletores condicionantes.

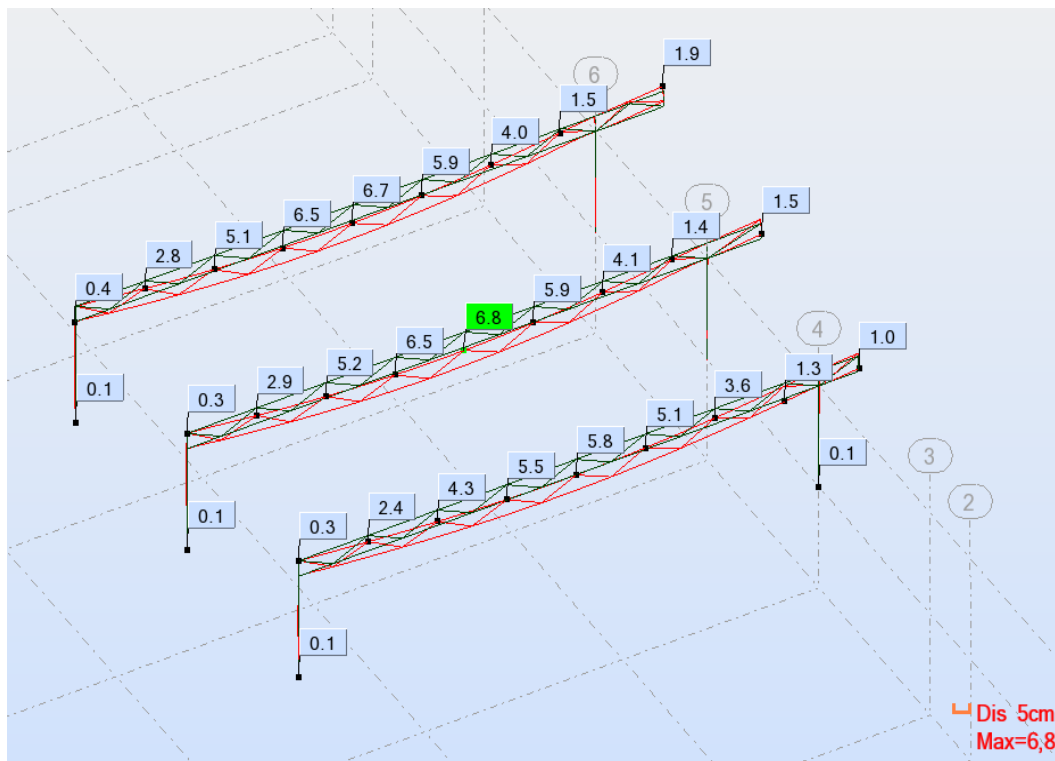


FIGURA 25 - DEFORMADA DA COBERTURA METÁLICA (ROBOT)

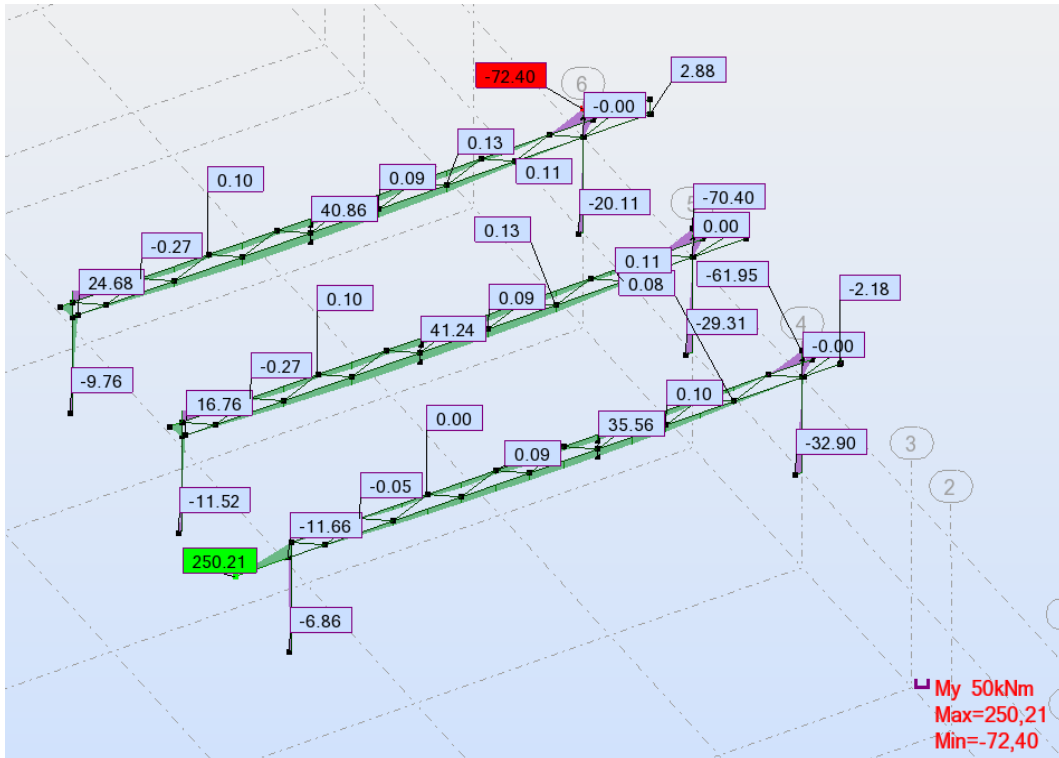


FIGURA 26 - MOMENTOS DA COBERTURA METÁLICA (ROBOT)

Para a verificação de todos os perfis para as diferentes combinações de ações, foi utilizado o sistema automático de verificação do ROBOT. A cobertura metálica é constituída por treliças metálicas compostas por vigas HEB220, HEA100 e HEA120.

No anexo II é apresentada a estrutura metálica bem como os pormenores de ligação.

#### 4.11. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Todos os materiais a utilizar em obra obedecerão às características mínimas da regulamentação portuguesa em vigor, apresentando-se de seguida as suas principais características consideradas no cálculo:

QUADRO 2 - MATERIAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS  
ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

BETÃO				
(NP ENV13670-1:2007)	VIDA ÚTIL: 50 anos / CLASSE DE INSPECÇÃO 2			
(NP ENV206-1:2007)	Classe de Resistência	Classe de Exposição	Classe Teor Cloretos	Recobrimentos
Lajes e Paredes	C30/37	XC2	cl 0.40	3.0 cm
Pilares Interiores e Vigas	C30/37	XC2	cl 0.40	3.0 cm
Pilares Exteriores	C30/37	XC2	cl 0.40	3.0 cm
Fundações	C30/37	XC2	cl 0.40	4.0 cm
Muros de Contenção	C30/37	XC2	cl 0.40	4.0 cm
Enchimentos	Betão Leve ( $\gamma$ máx.= 10 kN/m <sup>3</sup> )			
Betão de Regularização	C12/15			
AÇO				
Armaduras Ordinárias	LNEC E 450-1998 A500NR			
Chapas e Perfis	S275			

Os recobrimentos a dar às armaduras de todos os elementos em contacto com o solo serão adequados ao meio agressivo com o qual estarão permanentemente em contacto, ou seja, pelo menos 4.0cm.

Nos restantes elementos estruturais recomenda-se também um recobrimento mínimo de 3.0cm.



#### 4.12. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

A intervenção neste projeto revelou-se bastante positiva no que diz respeito à utilização de programas de cálculo no dimensionamento de vários elementos estruturais através da consulta da bibliografia da especialidade, dos respetivos manuais e das discussões diárias com colegas, estes detentores de vasto conhecimento na matéria.

#### 4.13. ESTADO ATUAL DA OBRA

A obra ainda se encontra em construção, o que possibilitou após conversa com os colegas da fiscalização obter algumas fotografias do seu estado atual.



FIGURA 27 - ESTRUTURA EXTERIOR



FIGURA 28 - PILARES INTERIORES



FIGURA 29 - FACHADA EXTERIOR



FIGURA 30 - ABERTURA PARA CANALIZAÇÃO



FIGURA 31 - ARMADURAS DA LAJE



FIGURA 32 - PORMENOR DE AMARRAÇÃO DAS ARMADURAS

#### 4.14. VERIFICAÇÃO E CONCLUSÃO DO PROJETO

Após elaboração de todas as peças desenhadas e peças escritas (ver em anexo os layouts do projeto), foram revistos todos os desenhos e memórias descritivas com o orientador de modo a se encontrarem pequenos erros ou omissões que sempre podem acontecer e por vezes apenas encontrados após impressão. Após colmatação de pequenos erros, foi finalizado o projeto e foi preparado todo o processo para licenciamento, incluindo nas peças escritas folhas de rosto, memórias descritivas e justificativas e anexos de cálculo.

De uma forma sucinta, as tarefas realizadas pelo estagiário foram as seguintes:

- Definição e conceção do esquema estrutural;
- Definição dos materiais a usar na estrutura;
- Quantificação e aplicação de ações aos modelos de cálculo;
- Elaboração de combinações de ações de acordo com o RSA;
- Dimensionamento de lajes maciças, lajes aligeiradas de vigotas e lajes alveolares;
- Dimensionamento de vigas tendo em conta fatores decisivos (deformada, momentos reduzido, esforços);
- Dimensionamento de pilares;
- Dimensionamento de núcleos rígidos;
- Cálculo e simulação global do edifício (avaliação a ações dinâmicas, deformadas de pilares, reações, etc.);
- Cálculo das fundações e lintéis de travamento;
- Elaboração, em simultâneo com o cálculo, de peças desenhadas (no anexo II pode-se consultar os cortes para melhor compreensão a nível estrutural do projeto);
- Elaboração de peças escritas;
- Preparar o processo para entrega.



## 5. IGREJA UNIVERSAL DO REINO DE DEUS

MACULUSSO, LUANDA, ANGOLA

### 5.1. INTRODUÇÃO

Este edifício foi selecionado devido à sua dimensão e complexidade ao nível de disposição de elementos verticais. A conceção estrutural foi definida com base nas plantas de arquitetura tendo em conta todos os aspetos técnicos e económicos. O edifício em análise é constituído por 7 pisos, sendo um deles enterrado. É possível afirmar que o edifício se encontra contraventado relativamente às ações horizontais por pilares e paredes, considerando as lajes indeformáveis no seu plano, compatibilizando as deformações horizontais ao nível de cada piso, verificado por análise estrutural simulada em programas de cálculo automático.

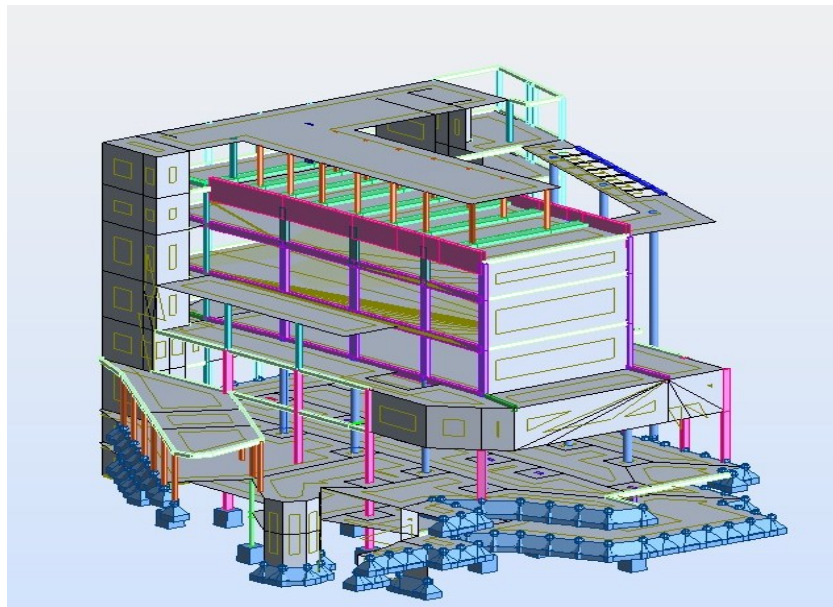


FIGURA 33 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (ROBOT)

## 5.2. CONCEÇÃO ESTRUTURAL

A conceção estrutural adotada neste projeto foi efetuada tendo em consideração, por um lado, as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas e cortes gerais de arquitetura, e por outro, os requisitos estruturais que permitem conferir à estrutura um bom desempenho e execução final.

A maioria das dificuldades prendia-se com a definição da verticalidade dos elementos estruturais e o condicionamento da dimensão da secção das mesmas por restrições de arquitetura. Em primeira instância avaliou-se a localização de possíveis continuidades verticais que nem sempre eram possíveis, daí a utilização de elementos estruturais em paredes divisórias, permitindo assim esconder a estrutura e uniformizar os vãos entre pilares ou paredes, possibilitando assim a obtenção de uma solução mais homogénea e equilibrada.

A conceção estrutural adotada no presente projeto foi efetuada tendo em consideração as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas gerais de arquitetura e os requisitos estruturais que permitem conferir à estrutura um bom desempenho estrutural.

O edifício desenvolve-se em 7 pisos.

As lajes são do tipo maciça e alveolar com diversas espessuras.

- Piso -2: pavimento térreo de 0.15m de espessura;
- Piso -1: lajes maciças de 0.20 e 0.35m de espessura;
- Piso 0: lajes maciças de 0.25 e 0.35m de espessura;
- Piso 1: lajes maciças de 0.22, 0.25, 0.30, 0.40m de espessura;
- Piso 2: lajes maciças de 0.22, 0.25m e laje alveolar de 0.45m de espessura;
- Piso 3: lajes maciças de 0.22m e laje alveolar de 0.40m de espessura;
- Piso 4: lajes maciças de 0.22m e laje alveolar de 0.40m de espessura;

- Piso 5: lajes maciças de 0.15, 0.20 e 0.22m de espessura;
- Cobertura: lajes maciças de 0.22m de espessura.

Para vencer o vão do piso 5, sobre o qual nasce a cobertura, optou-se por uma solução de vigas pré-esforçadas. O tensionamento dos cabos foi considerado como sendo executado após a remoção do escoramento do piso acima.

A disposição em planta e as dimensões adotadas para os elementos estruturais verticais e os muros de suporte respeitam na íntegra a arquitetura proposta, ou seja, a sua inserção no edifício foi efetuada de modo a minimizar o impacto estético associado.

Em termos estruturais, a rigidez dos elementos em questão permitiu considerar a estrutura ao nível da sua mobilidade de nós fixos.

Desta forma foi possível controlar a deformação, limitando-a, a tempo infinito, ao valor de 1.50cm, preconizado pelo REBAP para impedir que a deformação afete paredes divisórias, caixilharias de janelas ou mesmo as próprias janelas.

Torna-se igualmente importante mencionar que, ao longo de todo o processo de dimensionamento, foram tidos em consideração quer aspetos técnicos, quer aspetos económicos.

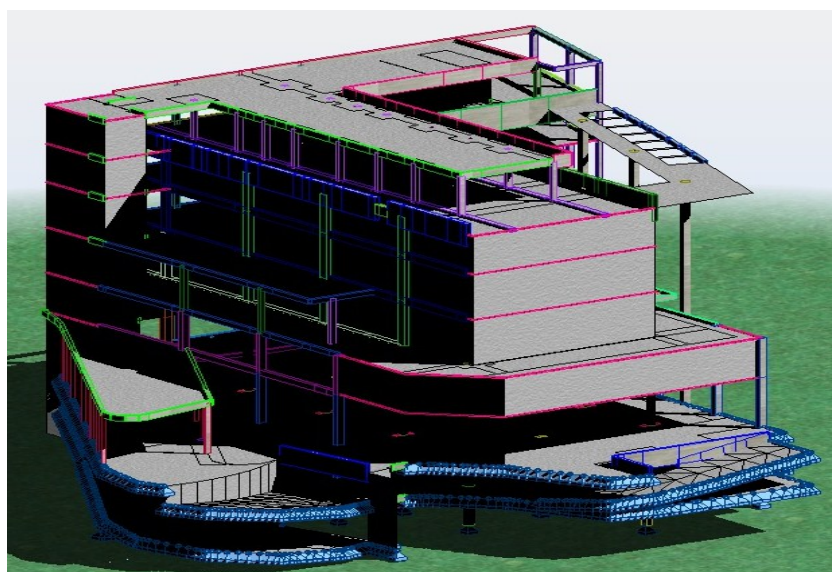


FIGURA 34 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO II (ROBOT)

## 5.3. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES

### 5.3.1. AÇÕES PERMANENTES – GK

São ações que assumem valores constantes, ou com pequena variação em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida útil da estrutura. A sua determinação foi efetuada tendo em conta as características geométricas dos elementos estruturais e os seus pesos volúmicos, os tipos de revestimentos utilizados, a distribuição das paredes divisórias, etc.

### 5.3.2. PESO PRÓPRIO

Todas as cargas permanentes associadas ao peso próprio dos elementos estruturais foram obtidas através dos seus volumes que se encontram representados nas peças desenhadas que constituem o presente projeto de execução. Foi considerado para peso específico do betão armado  $25 \text{ kN/m}^3$  e  $77 \text{ kN/m}^3$  para o aço.

### 5.3.3. ENCHIMENTOS E PAREDES DIVISÓRIAS

A determinação do valor das restantes cargas permanentes foi efetuada com base nos revestimentos e respetivas espessuras previstas para os pavimentos no projeto de arquitetura.

- $\text{RCP}_{\text{Garagem}} = 0.50 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\text{RCP}_{\text{Auditório}} = 1.00 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\text{RCP}_{\text{Escritório}} = 3.00 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\text{RCP}_{\text{Habitação}} = 3.00 \text{ kN/m}^2$ ;
- $\text{RCP}_{\text{Cobertura}} = 2.00 \text{ kN/m}^2$ .



#### 5.3.4. AÇÕES VARIÁVEIS

São ações que assumem valores com variação significativa em torno do seu valor médio, durante toda, ou praticamente toda, a vida útil da estrutura.

- $Q_{\text{kgaragem}} - 3.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0=0.80$ ;  $\psi_1=0.70$ ;  $\psi_2 = 0.60$ );
- $Q_{\text{kauditório}} - 5.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0=0.40$ ;  $\psi_1=0.30$ ;  $\psi_2 = 0.20$ );
- $Q_{\text{kescritório}} - 3.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0=0.40$ ;  $\psi_1=0.30$ ;  $\psi_2 = 0.20$ );
- $Q_{\text{khabitação}} - 2.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0=0.40$ ;  $\psi_1=0.30$ ;  $\psi_2 = 0.20$ );
- $Q_{\text{kobertura não acessível}} - 1.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0=\psi_1=\psi_2 = 0.00$ ).

#### 5.3.5. AÇÃO DO VENTO - $W_k$

A quantificação da ação do vento foi efetuada de acordo com o estipulado no capítulo V e Anexo I do RSA (Regulamento de Segurança e Ações) tendo em conta as características geométricas da estrutura. Assim, considerou-se:

- Estrutura inserida na Zona B;
- Rugosidade do Solo do Tipo II.

Os valores reduzidos a considerar para esta ação são:

- $\psi_0=0.40$ ;
- $\psi_1=0.20$ ;
- $\psi_2= 0.00$ .

## 5.4. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA – GENERALIDADES

### 5.4.1. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

A verificação da segurança relativamente aos estados limites de utilização foi efetuada garantindo que as deformações não excedem os valores limites regulamentares 1/400 (com um máximo 1.5 cm quando afete paredes divisórias), e cumprindo as disposições construtivas definidas no capítulo IX do REBAP, as quais permitem dispensar a verificação relativamente ao estado limite de deformação e 1/250 conforme no EC2. Para a estrutura metálica garantiu-se o limite de 1/200 para as combinações raras de ações.

### 5.4.2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE RESISTÊNCIA

A verificação de segurança relativamente aos estados limites últimos de resistência foi efetuada em termos de esforços respeitando a condição:

$$S_d < R_d$$

Em que:

- $S_d$  – Valor de cálculo (design) do esforço atuante;
- $R_d$  – Valor de cálculo do esforço resistente.

### 5.4.3. COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Para a verificação de segurança em relação aos diversos estados limites, foram consideradas as combinações de ações cuja atuação simultânea é considerada verosímil e que produzem na estrutura os efeitos mais desfavoráveis.

No dimensionamento dos elementos estruturais os valores de cálculo dos esforços atuantes foram obtidos para combinações fundamentais de ações tendo em conta as regras de combinação definidas no Artigo 9.2.a do RSA.

A verificação da segurança da estrutura relativamente ao estado limite de deformação e fendilhação foi feita para as combinações frequentes e quase permanentes de ações, de acordo com os princípios e regras de aplicação definidos nos capítulos 4.4.2 e 4.4.3 do EC2.

Todas as combinações de ações poderão ser consultadas nos anexos de cálculo.

## **5.5. METODOLOGIA DE ANÁLISE E VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA**

Em conformidade com a regulamentação atrás citada, os esforços atuantes nas estruturas foram determinados admitindo comportamento elástico-linear para os materiais, vindo os correspondentes esforços resistentes definidos de acordo com as teorias de comportamento estabelecidas regulamentarmente para os materiais, nomeadamente no REBAP e EC2 para a estrutura de betão armado, e EC3 para estruturas de aço.

O dimensionamento e verificação da segurança dos vários elementos estruturais foi efetuado por via analítica recorrendo a programas de cálculo automático devidamente testados.

## **5.6. DIMENSIONAMENTO DE LAJES, VIGAS E PILARES**

A etapa seguinte no cálculo consistiu no dimensionamento das lajes maciças, das lajes alveolares e das vigas de cada piso usando o software de cálculo automático ROBOT – structural analysis. O pré-dimensionamento dos pisos foi efetuado calculando individual e previamente cada um dos pisos de modo a se poder obter uma maior rapidez no cálculo face às necessidades de se efetuarem alterações nas secções das vigas e espessuras de lajes,

otimizando a geometria do esquema estrutural, permitindo assim que não fosse despendido muito tempo com a simulação do modelo global à partida.

Verificou-se a deformação a longo prazo nas lajes e vigas, sendo o limite o regulamentado pelo REBAP como supracitado equilibrando-se com o controle do momento reduzido situando-se os valores do mesmo entre 0.15 e 0.20. Como já referido, foi necessário o cálculo e a atribuição de armadura de punçoamento nas lajes que receberiam os pilares.

No dimensionamento e verificação da deformação e fendilhação dos elementos estruturais foram também usadas folhas de cálculo Excel devidamente testadas.

Os pilares foram avaliados segundo os esforços instalados condicionantes, após definição de malha de pilares e secções necessárias ao seu desempenho estrutural adequado. No anexo III podem ser analisados com maior pormenor os pilares da estrutura.

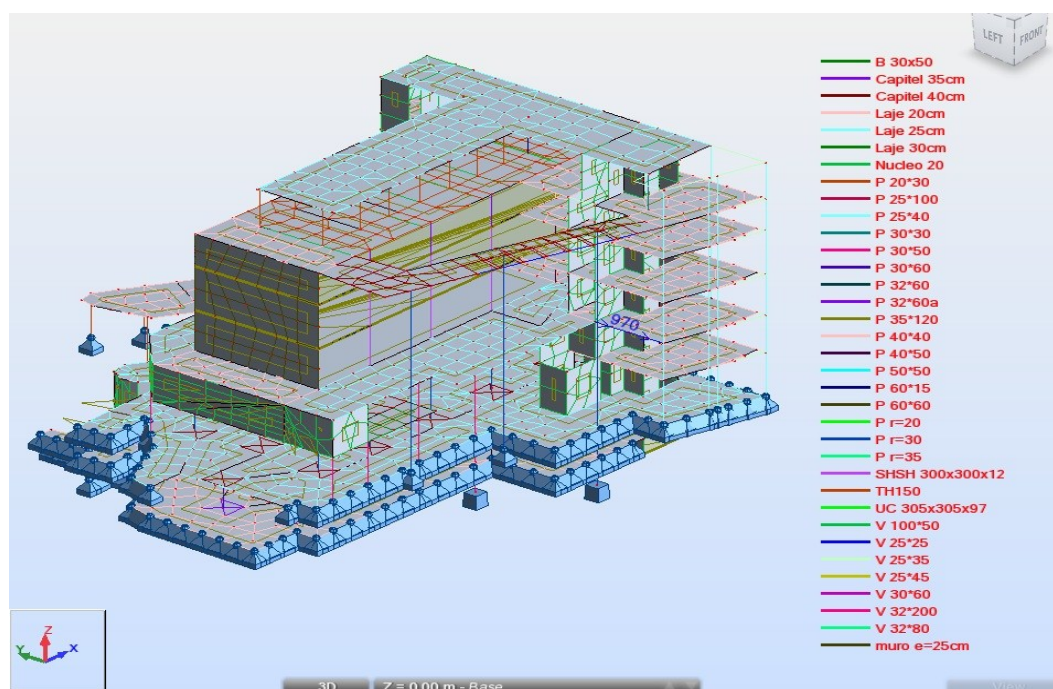


FIGURA 35 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO III – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT)

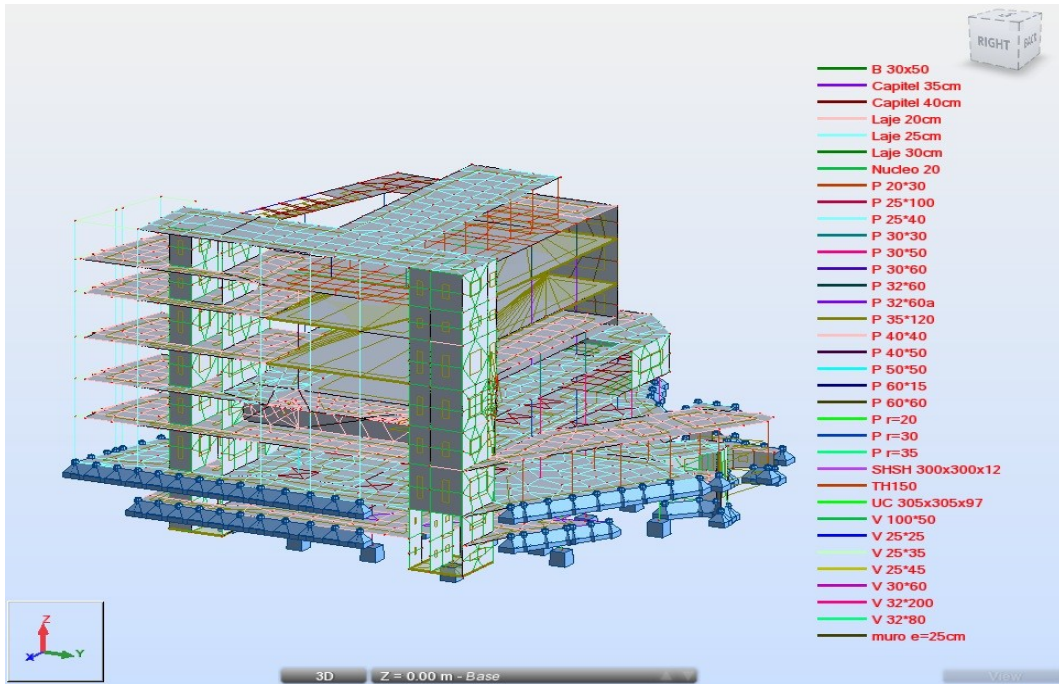


FIGURA 36 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO IV – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT)

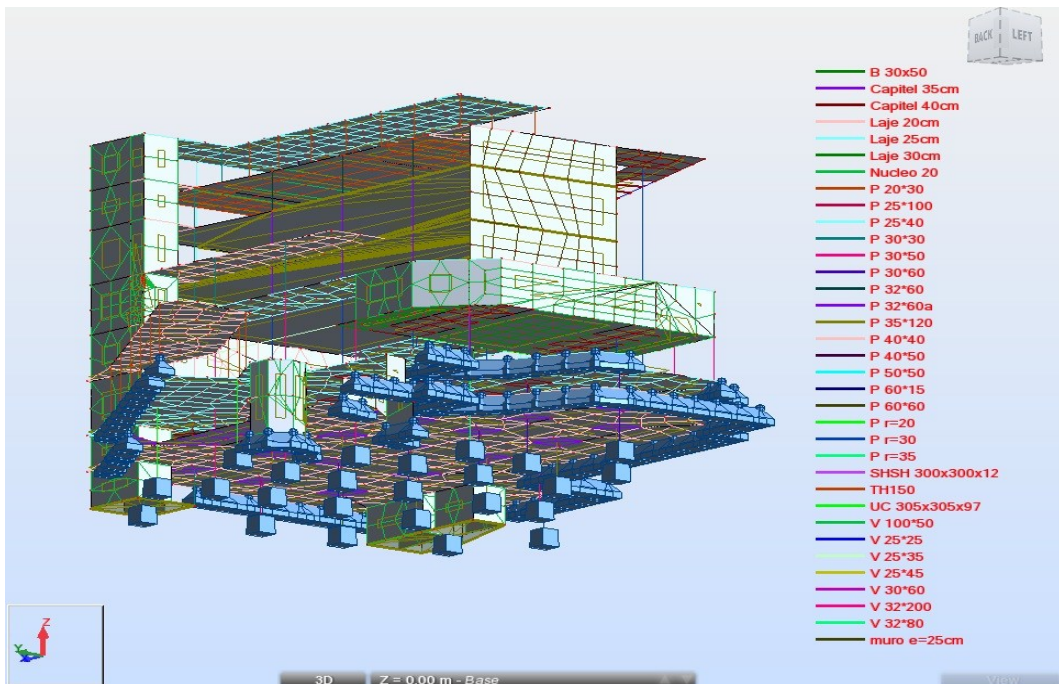


FIGURA 37 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO V – MALHA ELEMENTOS FINITOS (ROBOT)



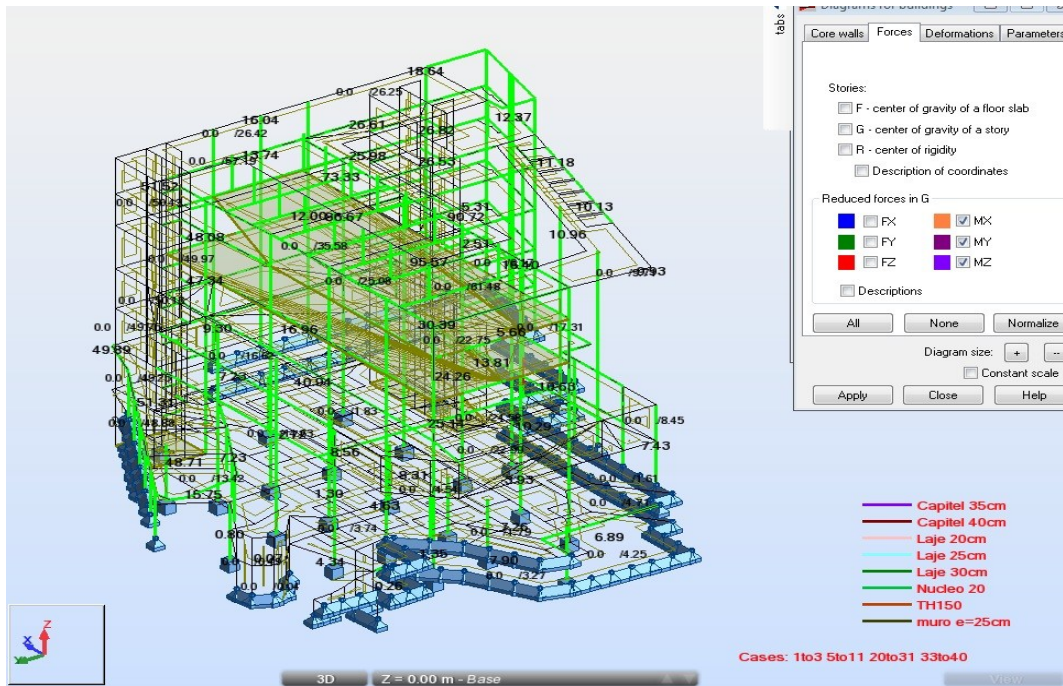


FIGURA 38 - MOMENTOS FLETORES CONDICIONANTES (ROBOT)

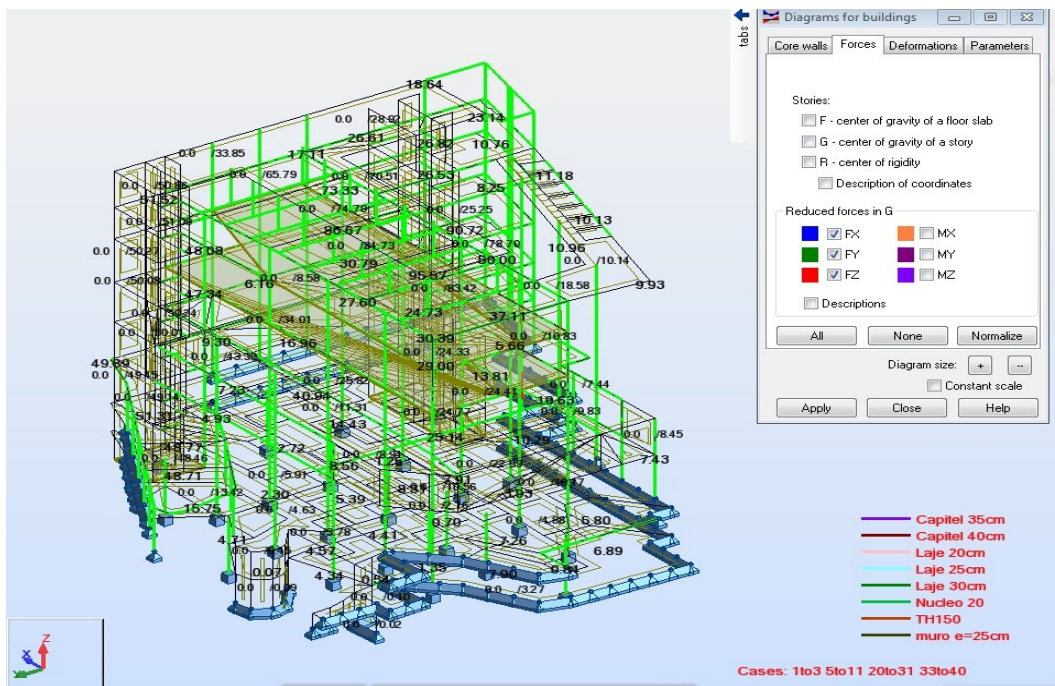


FIGURA 39 - FORÇAS CONDICIONANTES (ROBOT)

## 5.7. ANÁLISE DA ESTRUTURA: PILARES, PAREDES E CÁLCULO GLOBAL

Após afinada a geometria de todos os pisos e verificadas as dimensões, por cálculo manual dos pilares existentes na arquitetura, verificou-se a necessidade de aumentar a secção de alguns.

O cálculo global foi também efetuado através do software ROBOT – structural analysis. Devido às capacidades deste programa, o dimensionamento de estruturas é feito para uma envolvente de esforços obtida pela definição de várias combinações de efeitos de cargas. Este programa permite uma análise tridimensional que assegura a distribuição precisa dos esforços provocados por ações horizontais distribuídas por todos os elementos estruturais.

QUADRO 3 - COMBINAÇÕES DE CARGAS (ROBOT)

Combinações	Nome	Tipo de análise	Comb inatio	Natureza do caso	Definição
100 (C)	SLSRara	ar Combination	ULS		$(1+2+3+4+5+7)*1.00$
101 (C)	SLSFreq	ar Combination	ULS		$(1+2)*1.00+(3+5)*0.60+4*0.30+7*0.70$
102 (C)	SLSQP	ar Combination	ULS		$(1+2)*1.00+(3+5)*0.40+4*0.20+7*0.60$
103 (C)	ELU - qk	ar Combination	ULS		$(1+2)*1.35+(3+4+5+6+7)*1.50$
104 (C)	ELU - qk+Vx+	ar Combination	ULS		$(1+2+20)*1.50+(3+4+5+6+7)*1.05$
105 (C)	ELU - qk+Vx-	ar Combination	ULS		$(1+2+21)*1.50+(3+4+5+6+7)*1.05$
106 (C)	ELU - qk+Vy+	ar Combination	ULS		$(1+2+22)*1.50+(3+4+5+6+7)*1.05$
107 (C)	ELU - qk+Vy-	ar Combination	ULS		$(1+2+23)*1.50+(3+4+5+6+7)*1.05$
108 (C)	Permanentes	ar Combination	ULS		$(1+2)*1.00$
109 (C)	Variáveis	ar Combination	ULS		$(3+4+5+6+7)*1.00$

Durante o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi preparando simultaneamente as plantas estruturais, definindo e pormenorizando toda a estrutura, desenhando cortes estruturais para uma melhor definição de desníveis de lajes e secções dos elementos. As plantas seriam ajustadas de acordo com as alterações resultantes do cálculo global. Todas as armaduras dos elementos estruturais foram desenhadas após dimensionamento e verificação dos mesmos.

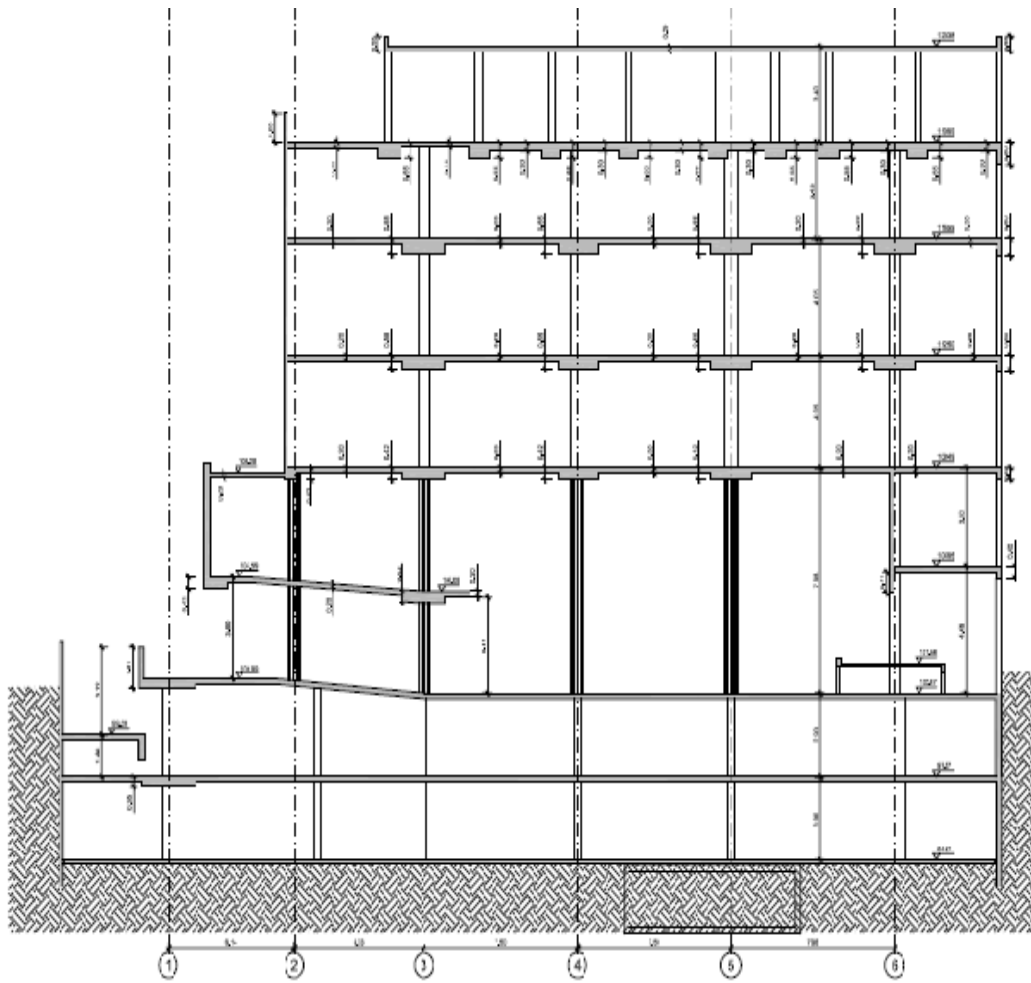


FIGURA 40 - CORTE TIPO I DA ESTRUTURA - LONGITUDINAL (AUTOCAD)



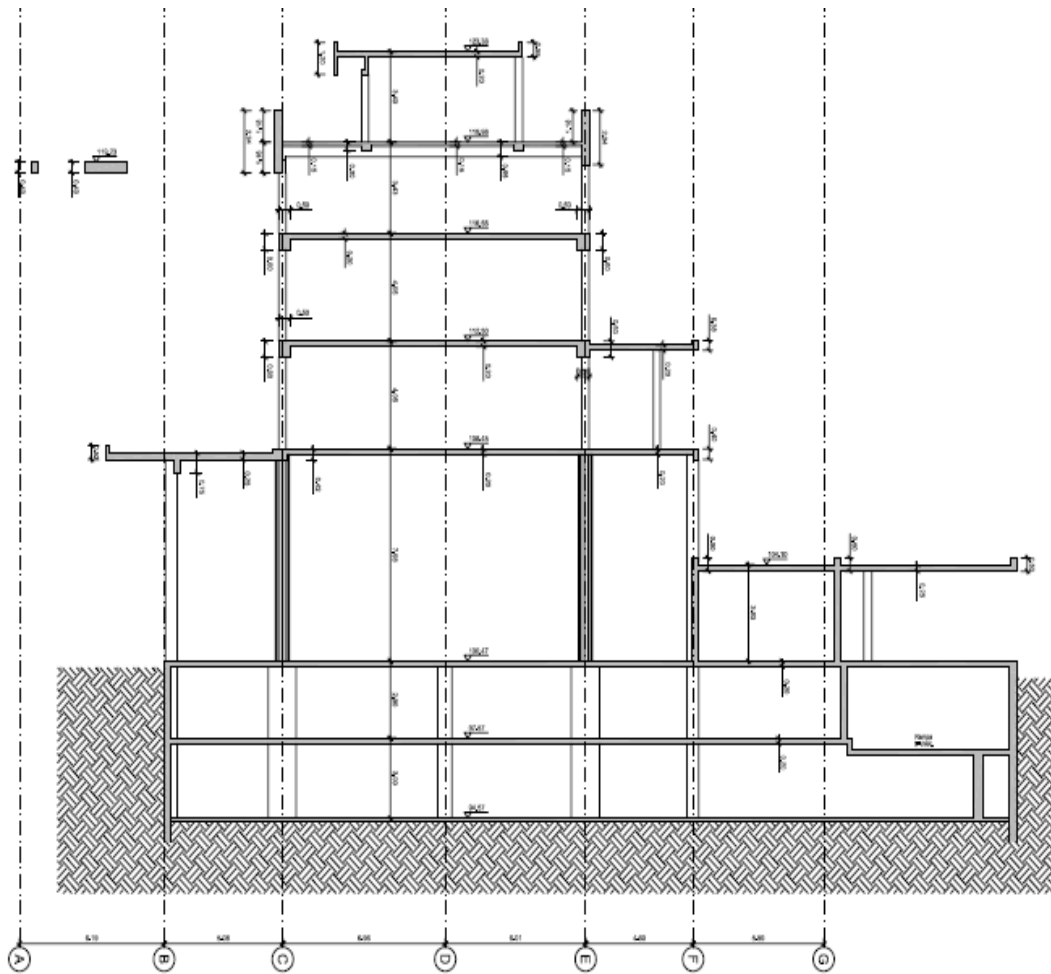


FIGURA 41 - CORTE TIPO II DA ESTRUTURA - TRANSVERSAL (AUTOCAD)

A definição da armadura dos elementos estruturais foi efetuada recorrendo aos resultados do programa de cálculo automático, considerando sempre os efeitos de segunda ordem (encurvadura de pilares) quando não dispensados pela verificação da esbelteza. Em todos os elementos estruturais foram verificados os espaçamentos máximos entre varões de armadura longitudinal, a disposição de cintas e uniformização de armaduras de diferentes pilares, recorrendo ao sobredimensionamento nunca em demasia para otimização económica. Todos os elementos verificavam a segurança em relação ao estado limite último de resistência e estados limites de utilização.

Todas as paredes estruturais foram verificadas segundo os critérios regulamentares, calculando-se a armadura necessária para resistir aos esforços atuantes das combinações condicionantes.

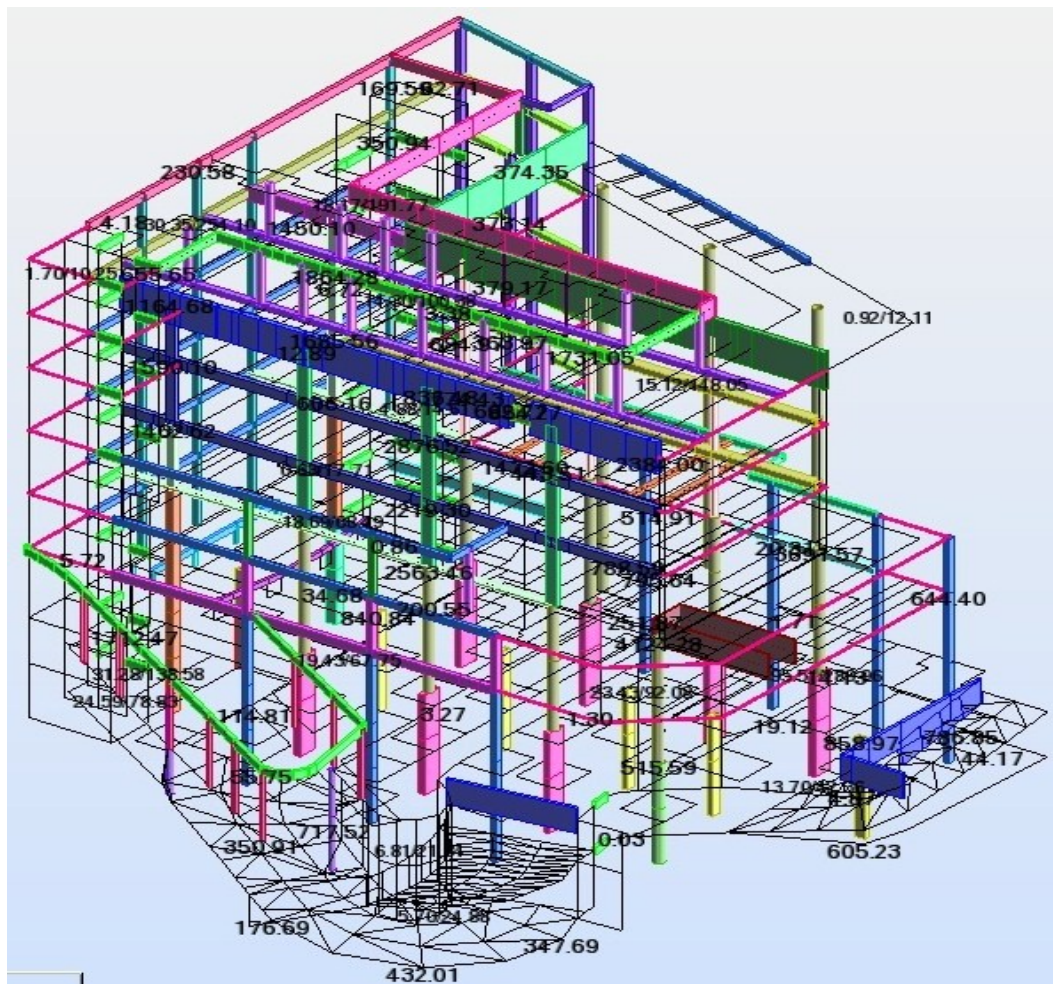


FIGURA 42 - ESFORÇOS AXIAIS (ROBOT)

## 5.8. FUNDAÇÕES

Foram executadas através de estacas e ficaram à responsabilidade de outra empresa.

## 5.9. MATERIAIS

Os materiais adotados foram o betão C30/37 (betão cinzento, pigmentado e branco) em todos os elementos de betão armado e o aço A500NR em armaduras ordinárias. As características adotadas para cada um dos materiais são as especificadas no REBAP (Regulamento de Betão Armado e Pré-Esforçado), no EC2 (Euro código 2: Projeto de Estruturas de Betão) e no EC3 (Euro código 3: Projeto de Estruturas de Aço) e são as que se apresentam de seguida:

Betão C30/37	$f_{cd} = 20.0 \text{ MPa}$
	$\tau_c = 0.85 \text{ MPa}$
	$E_{c,28} = 32.0 \text{ GPa}$
	$\gamma_{\text{betão armado}} = 25 \text{ kN/m}^3$
Aço A500NR	$f_{syd} = 435 \text{ MPa}$
	$E_s = 200 \text{ GPa}$

## 5.10. DESTAQUE DO PROJETO

Neste projeto é de destacar o pré-esforço utilizado nas vigas sobre as quais nasce a cobertura. A planta do piso onde estão as vigas pré-esforçadas vem no anexo III.

Os cabos de pré-esforço foram introduzidos nas vigas com base nas excentricidades do cabo ao centro de gravidade da secção, na zona dos apoios e a meio vão.

## Alçado da viga pré-esforçada

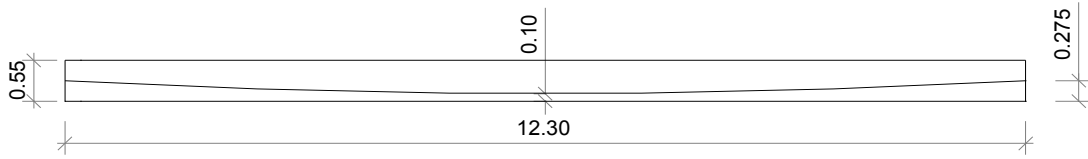


FIGURA 43 - TRAÇADO DO CABO DE PRÉ-ESFORÇO (AUTOCAD)

## Secção da viga

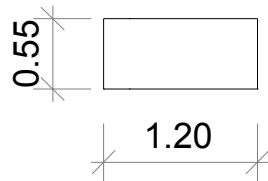


FIGURA 44 - SECÇÃO DA VIGA (AUTOCAD)

## Planta da viga pré-esforçada

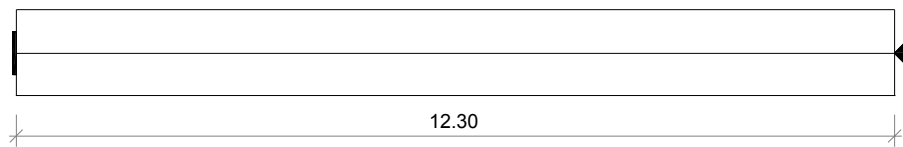


FIGURA 45 - VIGA PRÉ-ESFORÇADA EM PLANTA (AUTOCAD)

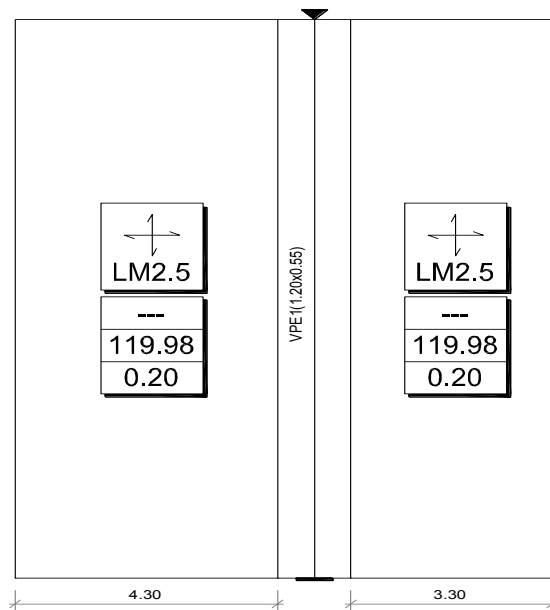


FIGURA 46 - LAJES APOIADAS NA VIGA PRÉ-ESFORÇADA (AUTOCAD)

**Cargas consideradas:**

- $p \cdot p_{laj\acute{e}} = 25 \times 0.20 = 5 \text{ kN/m}$ ;
- $RCP_{laj\acute{e}} = 3 \text{ kN/m}^2$ ;
- $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_1=0.60$ ;  $\psi_2 = 0.40$ ).

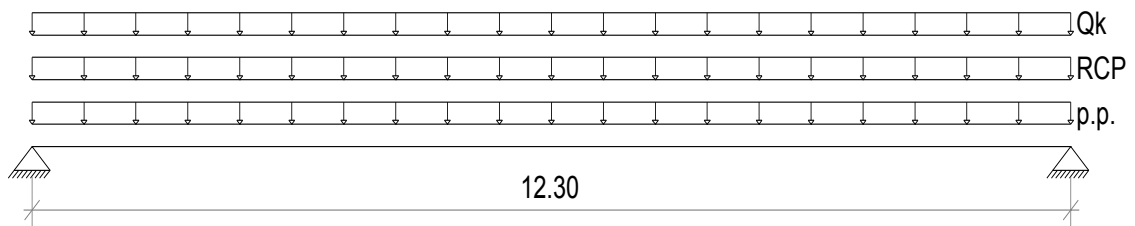


FIGURA 47 - CARGAS ATUANTES (AUTOCAD)

**Cargas Permanentes:**

- $p \cdot p_{laj\acute{e}} + RCP_{laj\acute{e}} = 5 \times 3.8 + 3 \times 3.8 + 25 \times 0.66 = 47.0 \text{ kN.m}$

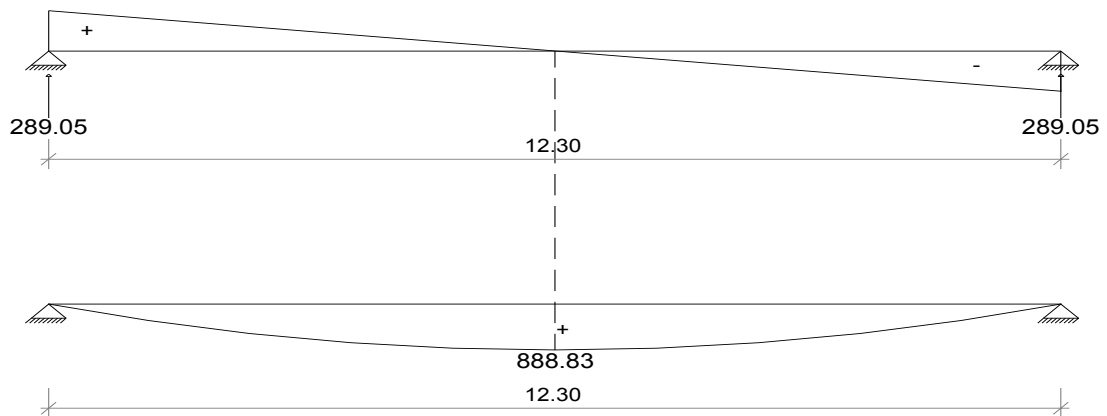


FIGURA 48 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS E MOMENTOS DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES

Sobrecarga:

- $Q_k = 2 \times 3.8 = 7.6 \text{ kN.m}$

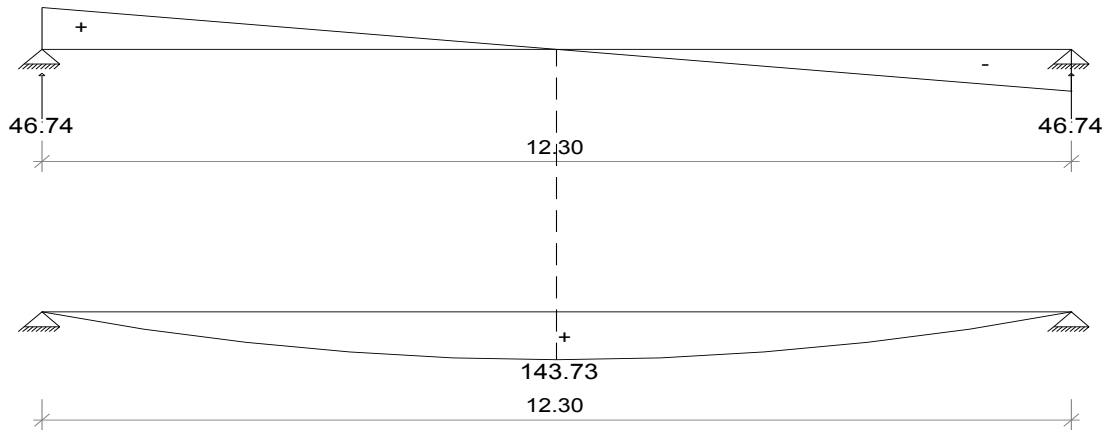


FIGURA 49 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS E MOMENTOS DEVIDO À SOBRECARGA

Estado limite de descompressão:  $\sigma \leq 0$

$$P_{\infty} = \frac{\frac{M_{pp} + M_{rcp} + \gamma_1 \times M_q}{I} \times v_i}{\frac{1}{A} + \frac{e \times v_i}{I}}$$

$$P_{\infty} = \frac{\frac{888.83 + 0.6 \times 143.73}{0.0166} \times 0.275}{\frac{1}{0.66} + \frac{0.175 \times 0.275}{0.0166}} = 3662.86 \text{ kN}$$

$$P_{\infty} = \sigma_{p\infty} \times A_{\text{cordao}} \times n^{\circ} \text{cordoes}$$

$$3662.86 = 1100 \times 10^3 \times 1.5 \times 10^{-4} \times n^{\circ} \text{cordoes}$$

$$n^{\circ} \text{cordoes} = 22.2 = 23 \text{ cordoes}$$

$$P_{\infty} = \sigma_{p\infty} \times A_{\text{cordao}} \times n^{\circ} \text{cordoes}$$

$$P_{\infty} = 1100 \times 10^3 \times 1.5 \times 10^{-4} \times 23 = 3795 \text{ kN}$$

### 5.10.1. CÁLCULO DAS PERDAS

#### Perdas por atrito

- $\mu = 0.20$ ;
- $K = 0.004$ .

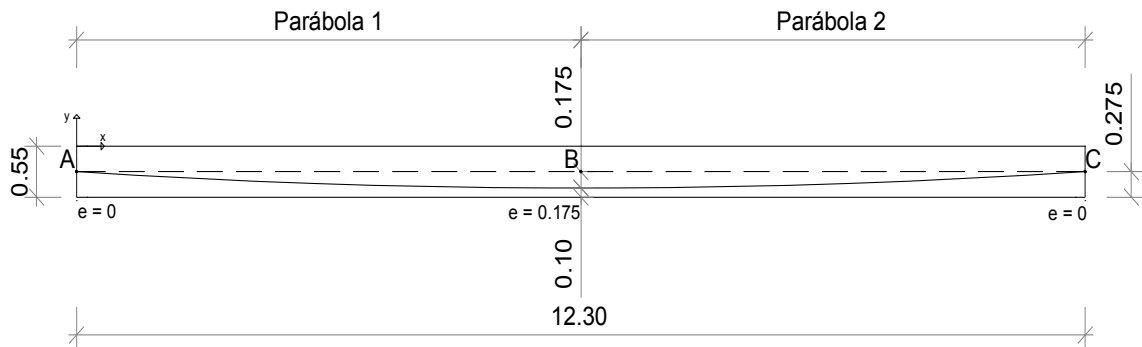


FIGURA 50 - TRAÇADO DO CABO PRÉ-ESFORÇADO

Parábola 1:

$$y = ax^2 \Leftrightarrow y(6.15) = 0.175 \Leftrightarrow a \times 6.15^2 = 0.175 \Leftrightarrow a = 0.0046$$

$$y' = 2ax \Leftrightarrow y'(6.15) = 2 \times 0.0046 \times 6.15 = 0.0566$$

Parábola 2:

$$y' = 2ax \Leftrightarrow y'(12.30) = 2 \times 0.0046 \times 12.30 = 0.1132$$

TABELA 1 - PERDAS POR ATRITO

Secção	X (m)	B (rad)	$1 - e^{-\mu(\beta+Kx)}$	$\Delta\sigma_{pt,s+c+r}(x)$	Papós atrito (kN)	% Perdas
A	0	0	0	0	3795	0
B	6.15	0.0566	0.0161	22.46	3733.9	1.6
C	12.30	0.1132	0.03196	44.58	3673.71	3.1

## Perdas por reentrada das cunhas

1ª Iteração

•  $x = 6.15 \text{ m}$

$$P = \frac{3795 - 3733.9}{6.30} = 9.70 \text{ kN/m}$$

$$W = \sqrt{\frac{\Delta L \times Ep \times Ap}{P}} = \sqrt{\frac{0.006 \times 190 \times 10^6 \times 23 \times 1.5 \times 10^{-4}}{9.70}} = 20.14 \text{ m}$$

2ª Iteração

•  $x = 12.30 \text{ m}$

$$P = \frac{3795 - 3673.71}{12.30} = 9.86 \text{ kN/m}$$

$$W = \sqrt{\frac{\Delta L \times Ep \times Ap}{P}} = \sqrt{\frac{0.006 \times 190 \times 10^6 \times 23 \times 1.5 \times 10^{-4}}{9.86}} = 19.97 \text{ m}$$

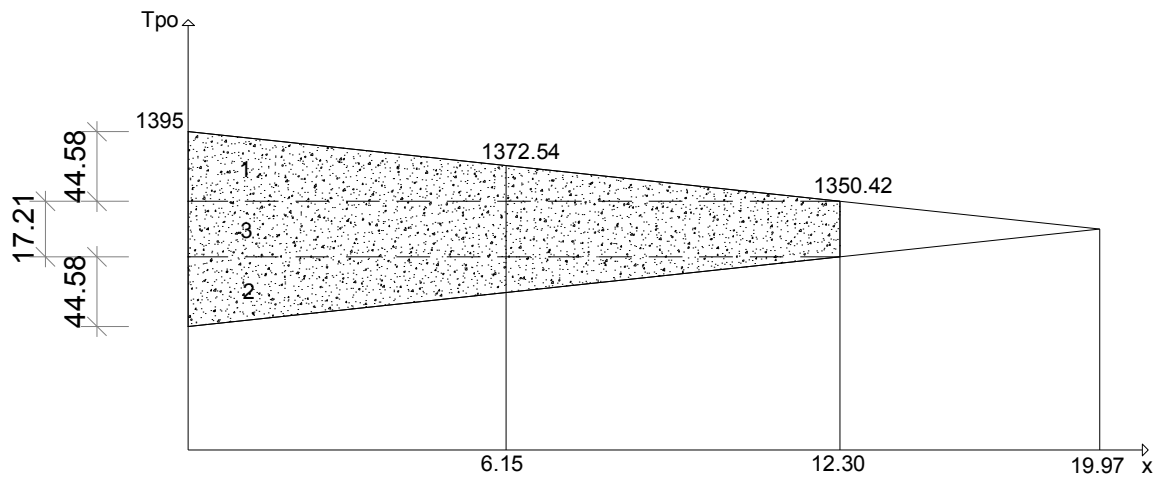


FIGURA 51 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS PERDAS POR REENTRADA DAS CUNHAS (AUTOCAD)



$$A_{\text{Triângulo}} = 12.30 \times 44.58 / 2 = 274.18 \times 2 = 548.36 \text{ m.MPa}$$

$$A_s \times E_p = 4 \times 10^{-4} \times 190 \times 106 = 760 \text{ m.MPa}$$

$$12.30 \times 1 + 548.36 = 760 \Leftrightarrow l = 17.21 \text{ MPa}$$

$$\text{Perdas} = 1395 - (1395 - 44.58 \times 2 - 17.21) = 106.36 \text{ MPa}$$

### Perdas diferidas (REBAP)

- Pré-esforço a 7 dias;
- Aço de muito baixa relaxação 4%;
- Humidade relativa 75%;
- $E_p = 190 \text{ GPa}$ ;
- $\sigma_{po} = 1250 \text{ MPa}$ ;
- $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$ ;
- Perdas de 10%.

$$\Delta_{\sigma_{pt,s+c+r}(x)} = - \frac{\epsilon_{cs(t,to)} E_p + \alpha \varphi c(t,to) [\sigma_{c,g}(x) + \sigma_{c,po}(x)] - \Delta_{\sigma_{p,t-to,r}(x)}}{1 - \alpha \frac{\sigma_{c,po}(x)}{\sigma_{po}(x)} \left[ 1 + \frac{\varphi c(t,to)}{2} \right]}$$

$$\epsilon_{cs(t,to)} E_p = -220 \times 10^{-6} \times 190 \times 10^3 = -41.8 \text{ MPa}$$

$$\alpha \varphi c(t,to) = 5.43 \times 2.9 = 15.75$$

$$\alpha = \frac{E_p}{E_{c,28}} = \frac{190}{35} = 5.43$$

$$\varphi c = 2.9$$

$$\sigma_{c,g}(x) = \frac{M_{pp} + M_{RCP}}{I} \times e_x = \frac{888.83}{0.0166} \times 0.175 = 9.37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,po}(x) = - \frac{P_0(x)}{A} - \frac{P_0(x) \times e_x}{I} \times e_x = - \frac{4.3}{0.66} - \frac{4.3 \times 0.175}{0.0166} \times 0.175 = -14.45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{po}(x) = \frac{P_0}{A} \Leftrightarrow P_0 = 1250 \times 10^3 \times 23 \times 1.5 \times 10^{-4} = 4.3 \text{ MPa}$$

1ª Iteração

$$\sigma_p(x) = 1250 - 0.3 \times 0.1 \times 1250 = 1212.5 \text{ MPa}$$

$$x\% = \frac{4}{(1302 - 930)} \times (1212.5 - 930) = 3.04\%$$

$$\Delta_{\sigma p, t-to, r}(x) = \frac{3.04}{100} \times 1212.5 = 36.86 \text{ MPa}$$

$$\Delta_{\sigma p, s+c+r}(x) = -\frac{-41.8 - 80.01 - 36.86}{1.12} = 141.67 \text{ MPa}$$

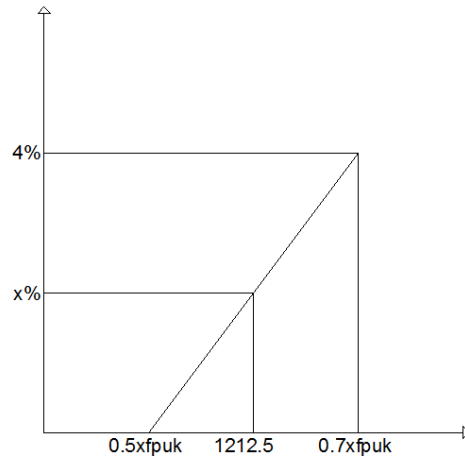


FIGURA 52 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS PERDAS DIFERIDAS DA 1ª ITERAÇÃO

Pelo mesmo processo resolve-se a 2ª e a 3ª iteração. Na 2ª iteração chegou-se ao valor final de  $\Delta_{\sigma p, s+c+r}(x) = 140.9 \text{ MPa}$  e na 3ª iteração o valor final de  $\Delta_{\sigma p, s+c+r}(x) = 140.9 \text{ MPa}$ .

### Perdas por deformação instantânea do betão

- $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
- $E_p = 190 \text{ GPa}$

Não existem perdas por deformação instantânea do betão porque só vai existir um cabo, assim  $\Delta P_{el} = 0$ .

### Cálculo do alongamento teórico dos cabos

$$\Delta L = \frac{1}{A_p \cdot E_p} \int_0^L P \, d_x \equiv \frac{1}{23 \times 1.5 \times 10^{-4} \times 190 \times 10^6} \times \frac{3795 + 3673.71}{2} \times 12.30 = 0.070 \, m$$

### 5.11. VERIFICAÇÃO E CONCLUSÃO DO PROJETO

Após elaboração de todas as peças desenhadas e peças escritas (ver em anexo os layouts de parte do projeto), foram revistos todos os desenhos e memórias descritivas com o orientador de modo a se encontrarem pequenos erros ou omissões que sempre podem acontecer e por vezes apenas encontrados após impressão. Após colmatação de pequenos erros, foi finalizado o projeto e foi preparado todo o processo para Licenciamento, incluindo nas peças escritas folhas de rosto, memórias descritivas e justificativas e anexos de cálculo.

De uma forma sucinta, as tarefas realizadas pelo estagiário foram as seguintes:

- Definição e conceção do esquema estrutural;
- Definição dos materiais a usar na estrutura;
- Quantificação e aplicação de ações aos modelos de cálculo;
- Elaboração de combinações de ações de acordo com o RSA;
- Dimensionamento de lajes maciças e lajes alveolares;
- Dimensionamento de vigas tendo em conta fatores decisivos (deformada, momentos reduzido, esforços);
- Dimensionamento de pilares;
- Cálculo e simulação global do edifício (avaliação a ações dinâmicas, deformadas de pilares, reações, etc.);
- Elaboração, em simultâneo com o cálculo, de peças desenhadas (no anexo III podem ser analisadas à escala as escadas que fazem parte deste projeto);

- Elaboração de Peças Escritas;
- Preparar o processo para entrega.

## 6. CASA BELLA VISTA, LOTE 2D

BRASIL

### 6.1. INTRODUÇÃO

A conceção estrutural adotada no presente projeto foi efetuada tendo em consideração as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas gerais de arquitetura, e os requisitos estruturais que permitem conferir à estrutura um bom desempenho estrutural.

O edifício desenvolve-se em 2 pisos.

As lajes são do tipo maciça com 0.35m e 0.25m de espessura no piso um e com 0.20m de espessura no piso de cobertura.

A disposição em planta e as dimensões adotadas para os elementos estruturais verticais respeitam na íntegra a arquitetura proposta, ou seja, a sua inserção no edifício foi efetuada de modo a minimizar o impacto estético associado.

Em termos estruturais, a rigidez dos elementos em questão permitiu considerar a estrutura ao nível da sua mobilidade de nós fixos.

Torna-se igualmente importante mencionar que, ao longo de todo o processo de dimensionamento foram tidos em consideração quer aspetos técnicos, quer aspetos económicos.

Em anexo podem ser vistos alguns dos desenhos e pormenores deste projeto.



FIGURA 53 - IMAGEM TRIDIMENSIONAL DO EDIFÍCIO (REVIT)

## 6.2. MATERIAIS

Os materiais adotados foram o betão C25 em todos os elementos de betão armado e o aço A400 em armaduras passivas.

$$\text{Betão C25} \quad f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{Betão armado}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Aço A400} \quad F_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

## ESPECIFICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### CONCRETO

$f_{ck} \geq 25$  MPa [NBR 6118:2003]

### MÓDULO DE ELASTICIDADE ESTÁTICO

O MÓDULO DE ELASTICIDADE DEVE SER OBTIDO SEGUNDO ENSAIO DESCRITO NA NBR 8522.

---

### CURA DO CONCRETO

VER ITEM 10 DA NBR-14931/2003

---

### CURA DO CONCRETO

A CURA DO CONCRETO DEVE SER ÚMIDA COM REGA FREQUENTE MANTENDO A SUPERFÍCIE MOLHADA POR 3 DIAS E COMPLEMENTADA COM REGA DIÁRIA POR MAIS 4 DIAS. PARA INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES VER ITEM 10 DA NBR-14931

---

### AÇO

CA-50-A,  $F_{yk} = 500$  MPa

---

### COBRIMENTO

SAPATAS/LAJE DE FUNDO = 5,0 cm  
PILARES = 3,0 cm  
VIGAS = 3,0 cm  
LAJES = 2,5 cm

---

### SOLO

TENSÃO ADMISSÍVEL NO SOLO = 1,0 KG/CM<sup>2</sup>

Notas:

Este desenho só é válido quando visto em conjunto com o Projeto de Arquitetura e todos os Projetos das Especialidades. Todas as cotas devem ser confirmadas pelo Projeto de Arquitetura e em Obra, e são da responsabilidade do Empreiteiro. A localização e dimensão de todas as Couretes e Furações de Lajes, Vigas e Paredes, devem ser confirmadas pelo Projeto de Arquitetura, pelos Projetos das Especialidades e pelos Empreiteiros das Especialidades. Qualquer furação a realizar em elementos estruturais, de concreto armado ou, quando não assinalada nas plantas estruturais, só poderá ser realizada com conhecimento e aprovação do projetista.

Todos os elementos estruturais enterrados deverão ser impermeabilizados com duas demãos cruzadas de "Flintcoat".

---

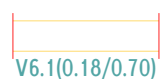
Legenda:



**P3** - Pilar que atravessa o piso representado com secção de 0.40x0.18m<sup>2</sup>



- Pilar que nasce acima do piso representado



- Viga "aparente" numero 6 do piso 1 com as dimensões 0.18x0.70m<sup>2</sup>, vista de baixo para cima

FIGURA 54 - EXEMPLO DO QUADRO DE MATERIAIS (AUTOCAD)

## **6.3. QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES**

### **6.3.1. AÇÕES PERMANENTES**

São ações que assumem valores constantes, ou com pequena variação em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida útil da estrutura. A sua determinação foi efetuada tendo em conta, as características geométricas dos elementos estruturais e os seus pesos volúmicos, os tipos de revestimentos utilizados, a distribuição das paredes divisórias, etc.

### **6.3.2. PESO PRÓPRIO**

Todas as cargas permanentes associadas ao peso próprio dos elementos estruturais foram obtidas através dos seus volumes. Foi considerado para peso específico do betão armado  $25 \text{ kN/m}^3$  e  $77 \text{ kN/m}^3$  para o aço.

### **6.3.3. ENCHIMENTOS E PAREDES DIVISÓRIAS**

A determinação do valor das restantes cargas permanentes foi efetuada com base nos revestimentos e respetivas espessuras previstas para os pavimentos no projeto de arquitetura.

- Laje de fundo: RCP –  $3.25 \text{ kN/m}^2$ ;
- Piso 1: RCP –  $3.25 \text{ kN/m}^2$ ;
- Cobertura: RCP –  $2.50 \text{ kN/m}^2$ .



## 6.4. AÇÕES VARIÁVEIS

São ações que assumem valores com variação significativa em torno do seu valor médio, durante toda, ou praticamente toda, a vida útil da estrutura.

- Laje de fundo:  $Q_k - 2.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0 = 0.50$ ;  $\psi_1 = 0.40$ ;  $\psi_2 = 0.30$ );
- Piso 1:  $Q_k - 2.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0 = 0.50$ ;  $\psi_1 = 0.40$ ;  $\psi_2 = 0.30$ );
- Cobertura:  $Q_k - 2.0 \text{ kN/m}^2$  ( $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0.00$ ).

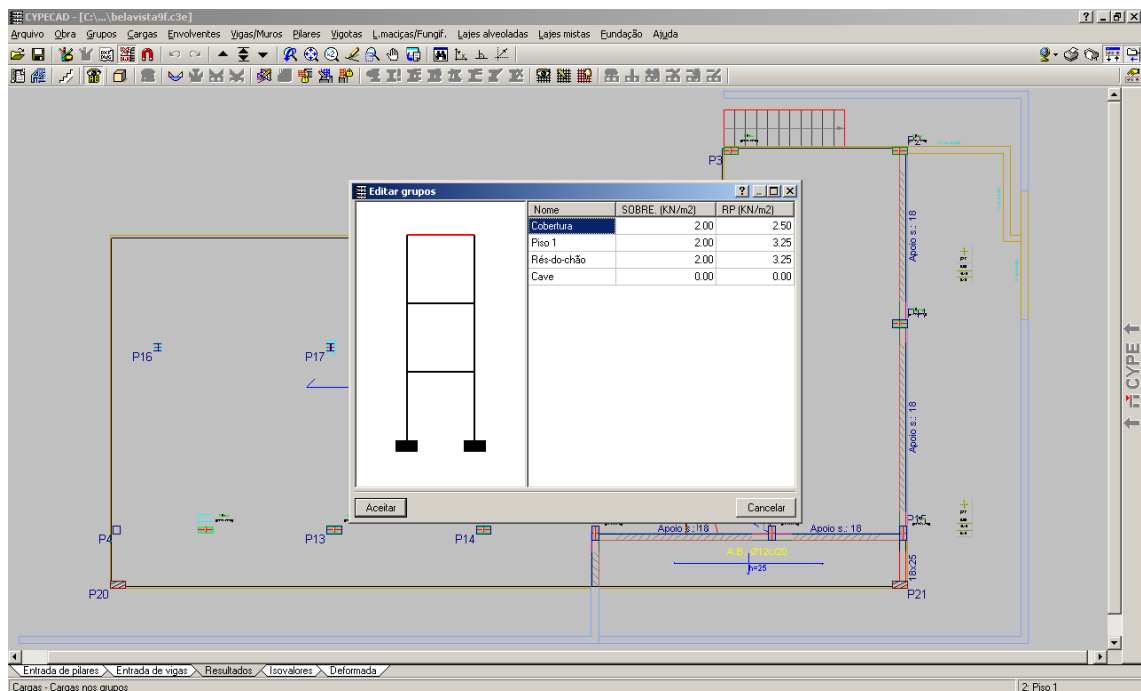


FIGURA 55 - CARGAS NOS DIFERENTES PISOS DA ESTRUTURA (CYPE)

## 6.5. VENTO – WK

A quantificação da ação do vento foi efetuada de acordo com o estipulado na norma NBR 6123 e NBR 6118:2003 tendo em conta as características geométricas da estrutura. Assim, considerou-se:

- Categoria II;
- Classe A;
- Grupo 2;
- Velocidade 45m/s;

- Estrutura inserida na Zona B;
- Rugosidade do solo do Tipo II.

Os valores reduzidos a considerar para esta ação são:

- $\psi_0=0.60$ ;
- $\psi_1=0.30$ ;
- $\psi_2= 0.00$ .

## 6.6. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE RESISTÊNCIA

A verificação de segurança relativamente aos estados limites últimos de resistência foi efetuada em termos de esforços respeitando a condição:

$$S_d \leq R_d$$

em que:

- $S_d$  – valor de cálculo do esforço atuante;
- $R_d$  – valor de cálculo do esforço resistente.

## 6.7. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA EM RELAÇÃO AOS ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

A verificação da segurança relativamente aos estados limites de utilização foi efetuada garantindo que as deformações não excedem os valores limites regulamentares.

## 6.8. DESENHO DAS PLANTAS DE ESTRUTURAS

A conceção estrutural adotada foi efetuada tendo em consideração as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas gerais de arquitetura, e os requisitos estruturais que permitem conferir à estrutura um bom desempenho estrutural. Assim, em primeiro lugar, foram elaboradas as plantas de estruturas para obter uma ideia mais

precisa das dimensões de todos os elementos presentes no projeto antes de proceder ao cálculo do seu dimensionamento.

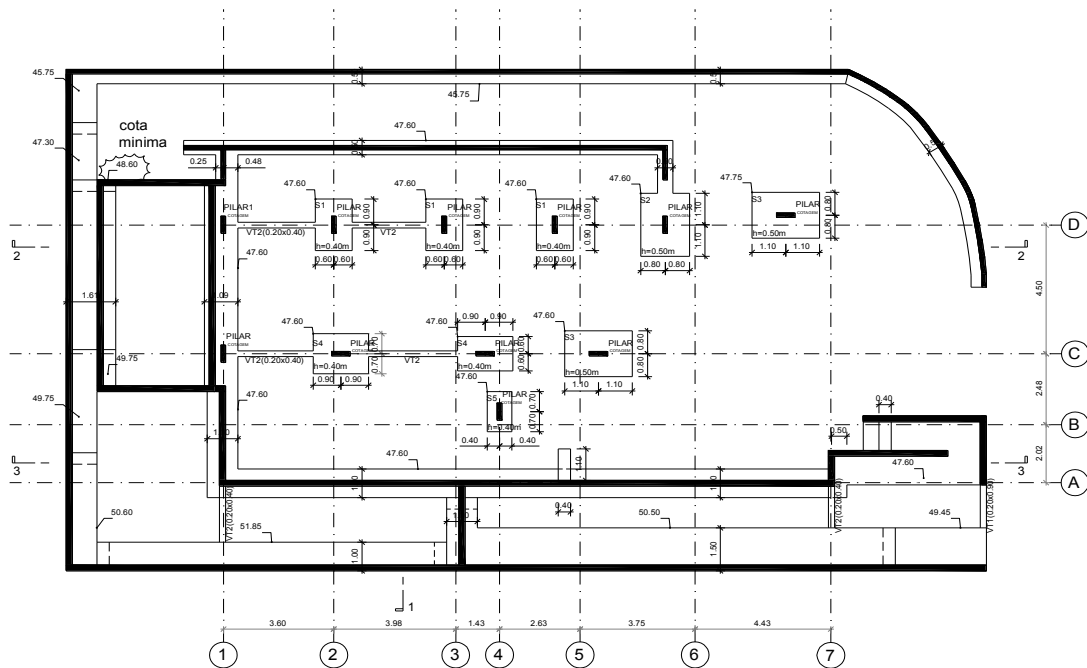
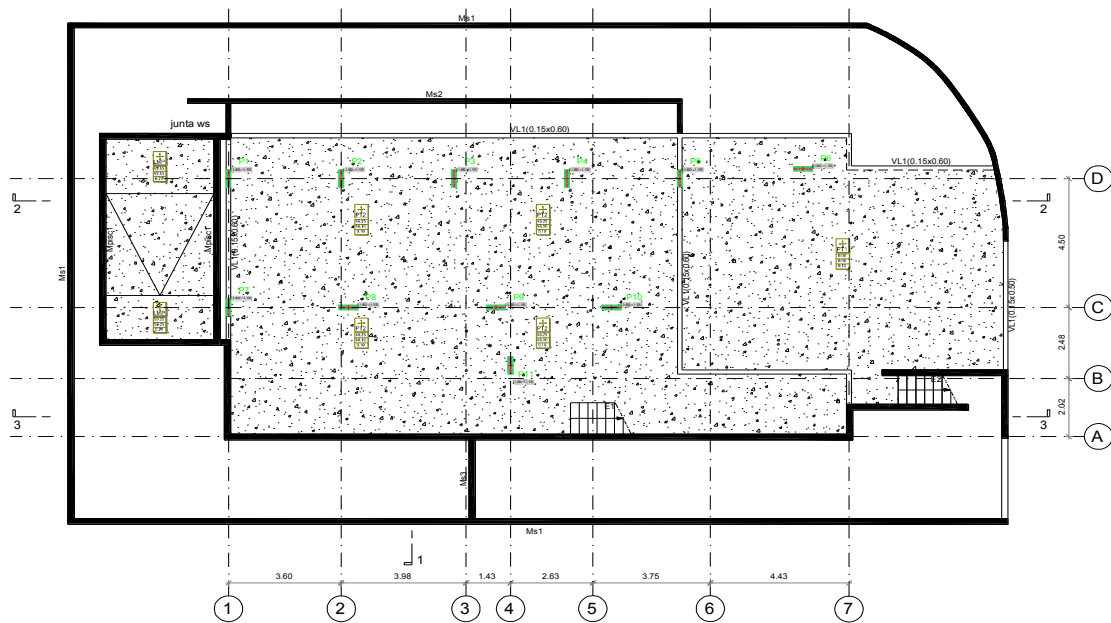


FIGURA 56 - PLANTA ESTRUTURAL DE FUNDAÇÕES (AUTOCAD)



Planta Estrutural do Piso 0  
Escala 1:100

FIGURA 57 - PLANTA ESTRUTURAL DO PISO 0 (AUTOCAD)

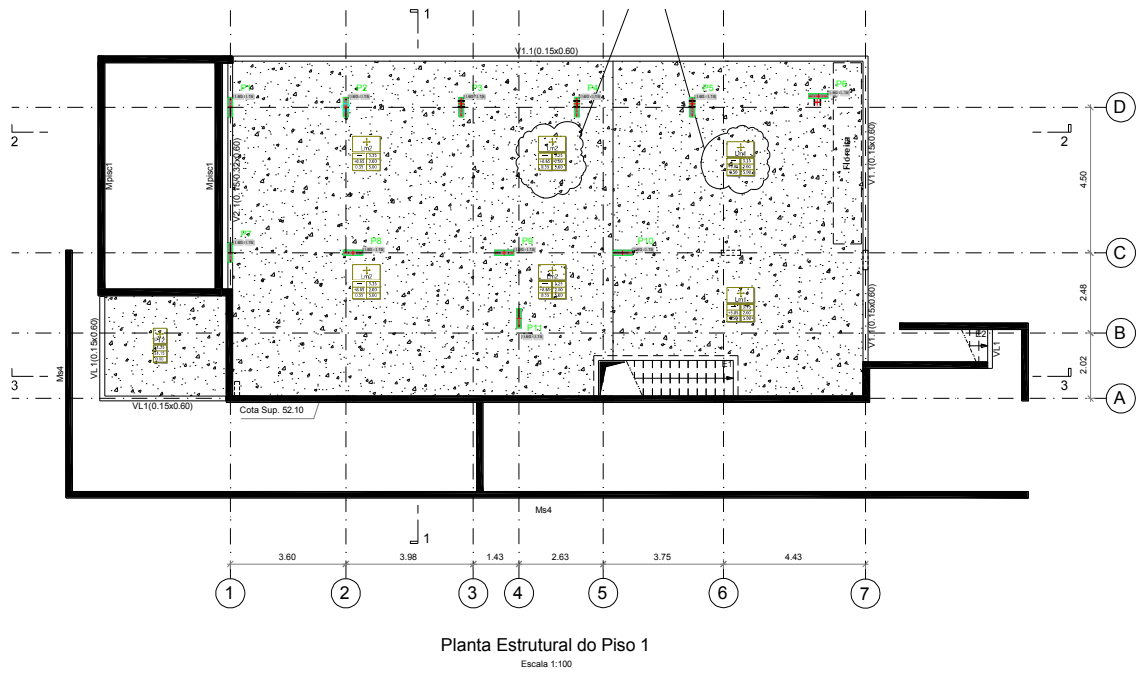


FIGURA 58 - PLANTA ESTRUTURAL DO PISO 1 (AUTOCAD)

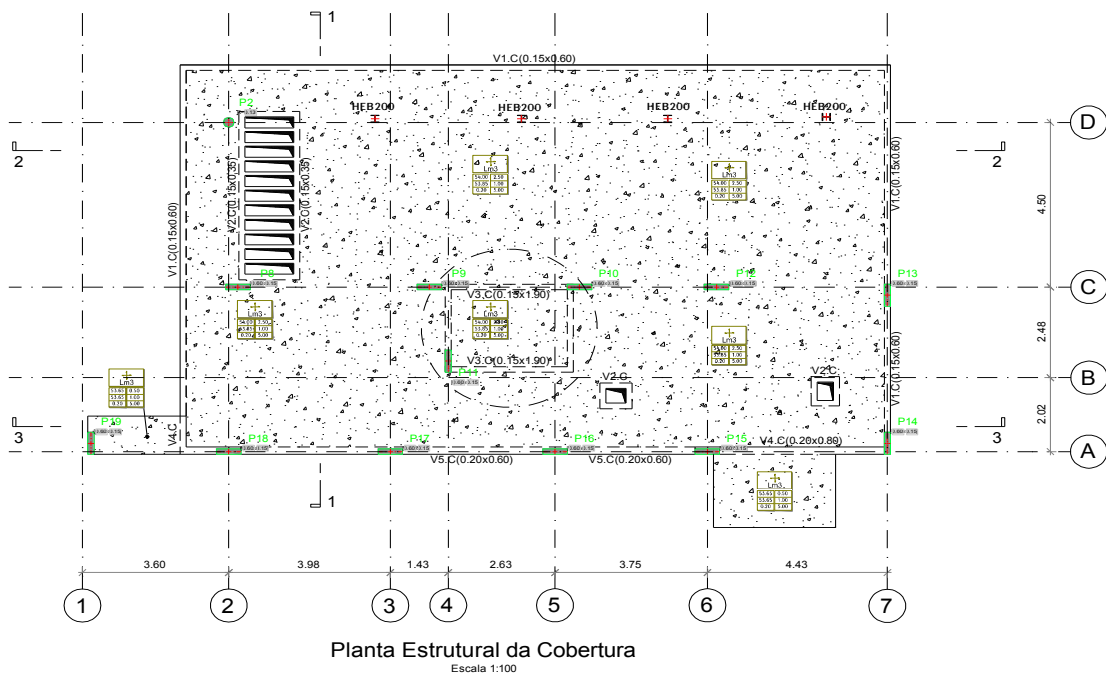


FIGURA 59 - PLANTA ESTRUTURAL DA COBERTURA (AUTOCAD)

## 6.9. CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES

Na inexistência de relatório geotécnico foi estimado uma resistência do solo admissível de 100kPa. Estes valores serão confirmados através da realização de ensaios “in situ”.

Os critérios considerados no cálculo das sapatas seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

Através do software CYPE avaliaram-se as reações materializadas por apoios encastrados isolados e apoios contínuos.

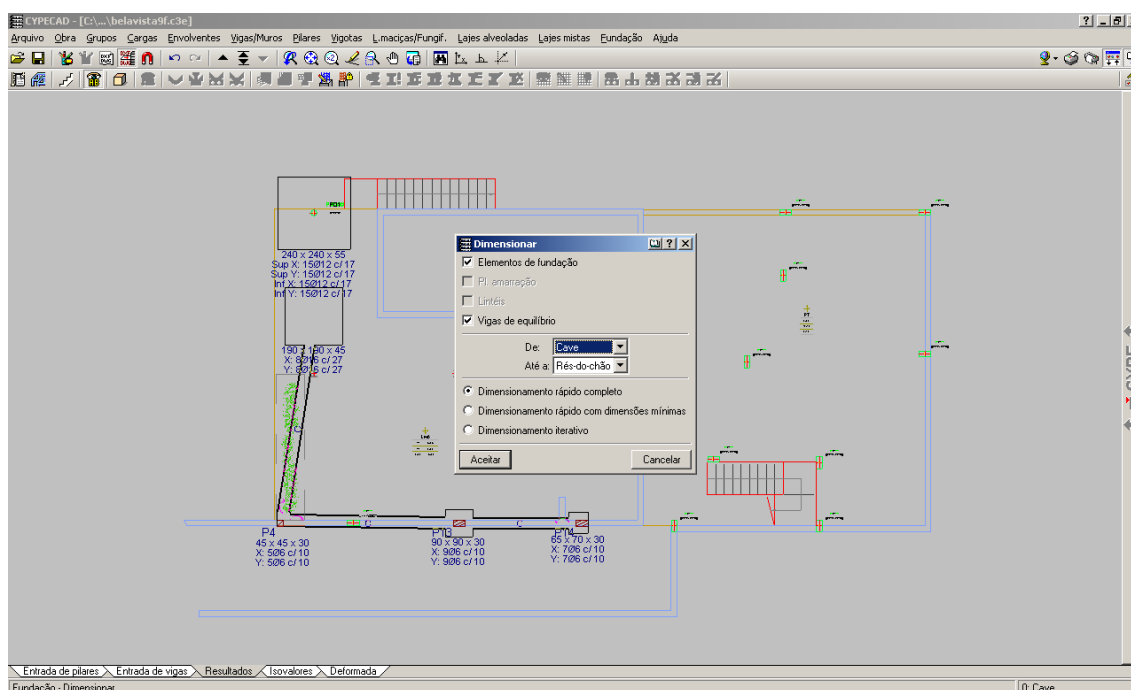


FIGURA 60 - DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS (CYPE)

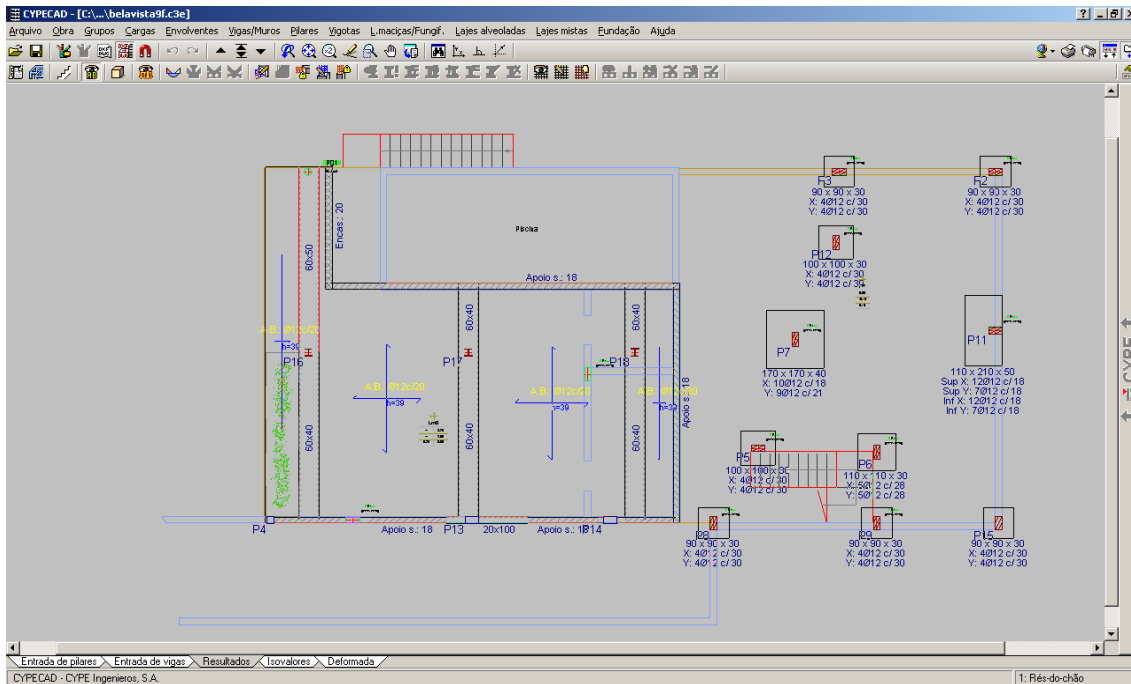


FIGURA 61 - ARMADURAS NAS SAPATAS (CYPE)

Durante o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi preparando simultaneamente as plantas estruturais, definindo e pormenorizando toda a estrutura, desenhando cortes estruturais para uma melhor definição das secções dos elementos.

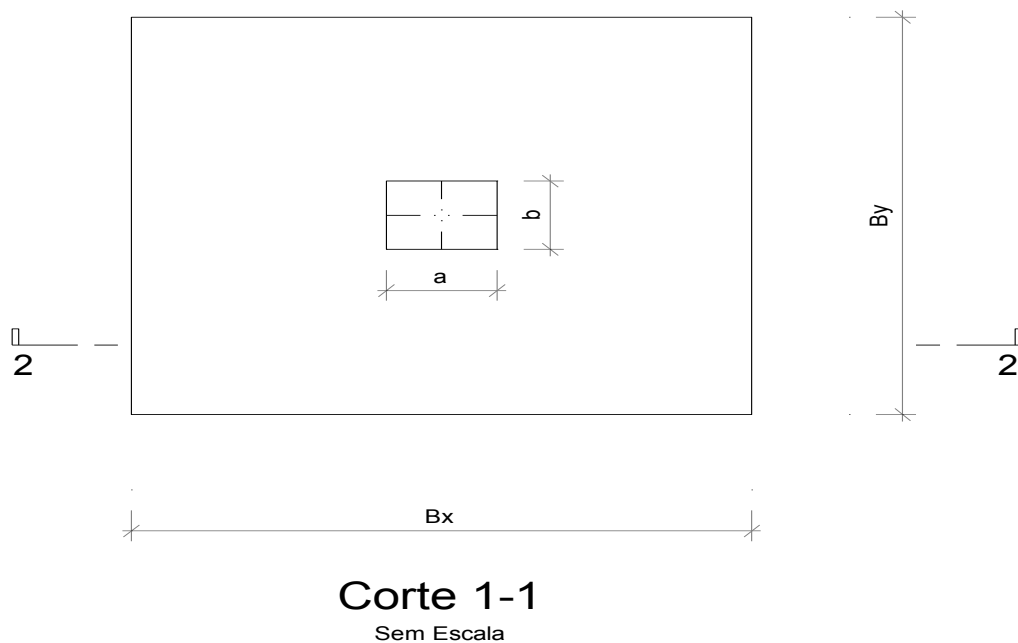
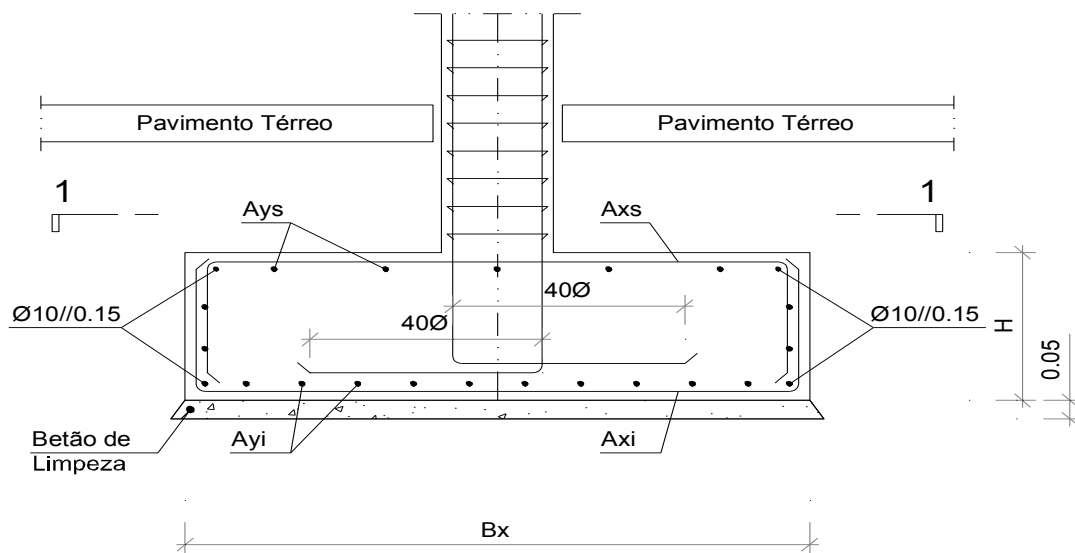


FIGURA 62 - DESENHO DO CORTE DA SAPATA EM PLANTA (AUTOCAD)



**Corte 2-2**  
Sem Escala

FIGURA 63- DESENHO DO CORTE DA SAPATA EM ALÇADO (AUTOCAD)

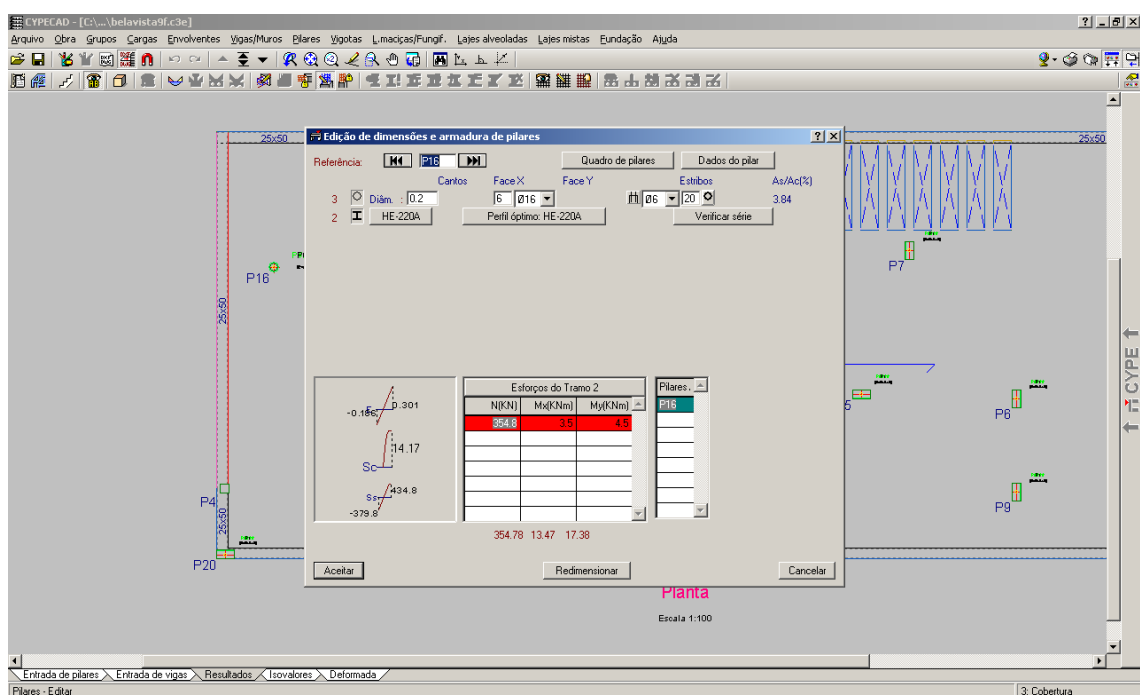
QUADRO DE SAPATAS DE FUNDAÇÃO							
Nº	GEOMÉTRIA DA SAPATA			ARMADURAS			
	$B_x$ (m)	$B_y$ (m)	H (m)	$A_{xi}$	$A_{yi}$	$A_{xs}$	$A_{ys}$
S1	1.20	1.80	0.40	Ø12//0.15	Ø12//0.15	Ø8//0.30	Ø8//0.30
S2	1.60	2.20	0.50	Ø20//0.20	Ø20//0.20	Ø8//0.20	Ø8//0.20
S3	2.20	1.60	0.50	Ø20//0.20	Ø20//0.20	Ø8//0.20	Ø8//0.20
S4	1.80	1.40	0.40	Ø12//0.10	Ø12//0.10	Ø8//0.20	Ø8//0.20
S5	0.80	1.40	0.40	Ø12//0.15	Ø12//0.15	Ø8//0.30	Ø8//0.30

FIGURA 64 - QUADRO SAPATAS (AUTOCAD)

## 6.10. CÁLCULO DOS PILARES

Os critérios considerados no cálculo dos pilares seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

Através do software CYPE chegaram-se aos seguintes esforços:



Durante o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi desenhando, definindo e pormenorizando todos os pilares da estrutura.



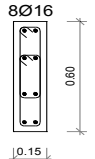
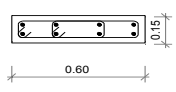
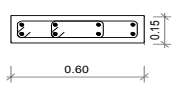
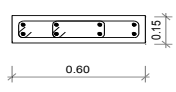
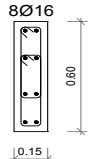
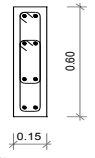
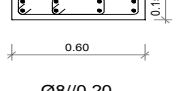
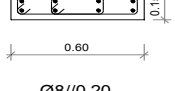
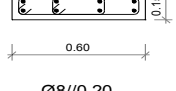
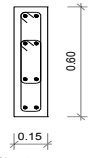
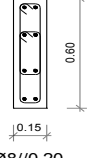
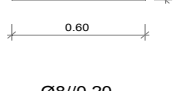

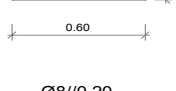
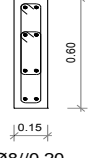
P7	P8	P9	P10	P11
 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>
 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>
 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.15 0.60 Ø8//0.20</p>	 <p>8Ø16 0.60 0.15 Ø8//0.20</p>

FIGURA 66 - QUADRO DE PILARES (AUTOCAD)

## 6.11. CÁLCULO DAS VIGAS

Através do software CYPE calcularam-se as armaduras das vigas de betão armado, pela seguinte forma apresentada nas imagens:

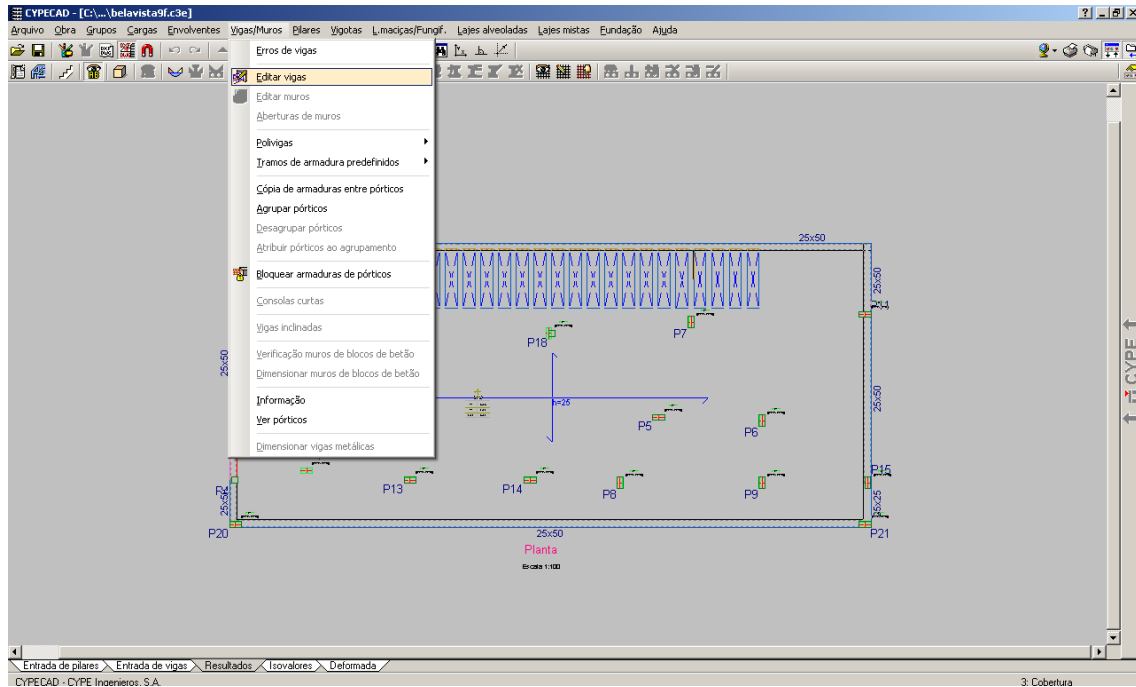


FIGURA 67 - CALCULO DAS ARMADURAS DAS VIGAS (CYPE)

Selecionando a viga que pretendemos obtém-se a respetiva armadura:

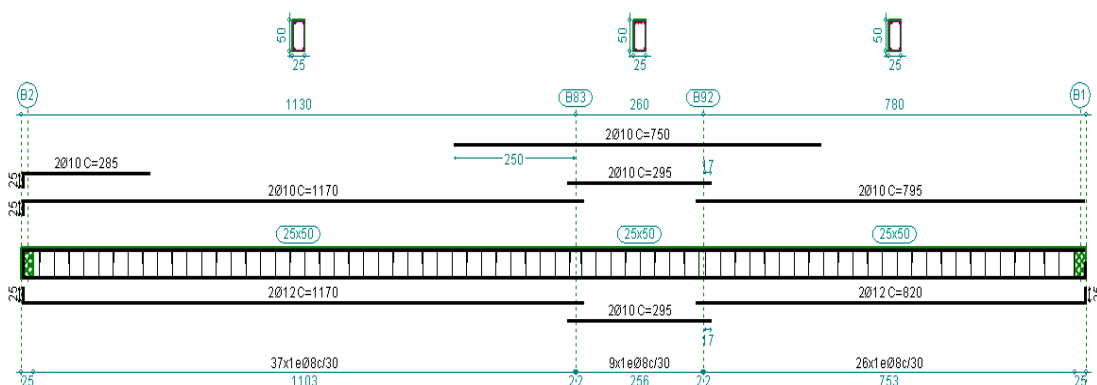


FIGURA 68 - PORMENOR DAS ARMADURAS NAS VIGAS (CYPE)

No dimensionamento e verificação das armaduras dos elementos estruturais foram também usadas folhas de cálculo Excel devidamente testadas.

Através do software CYPE calcularam-se os estribos das vigas de betão armado, tirando os esforços transversos como exemplificado nas figuras seguintes:

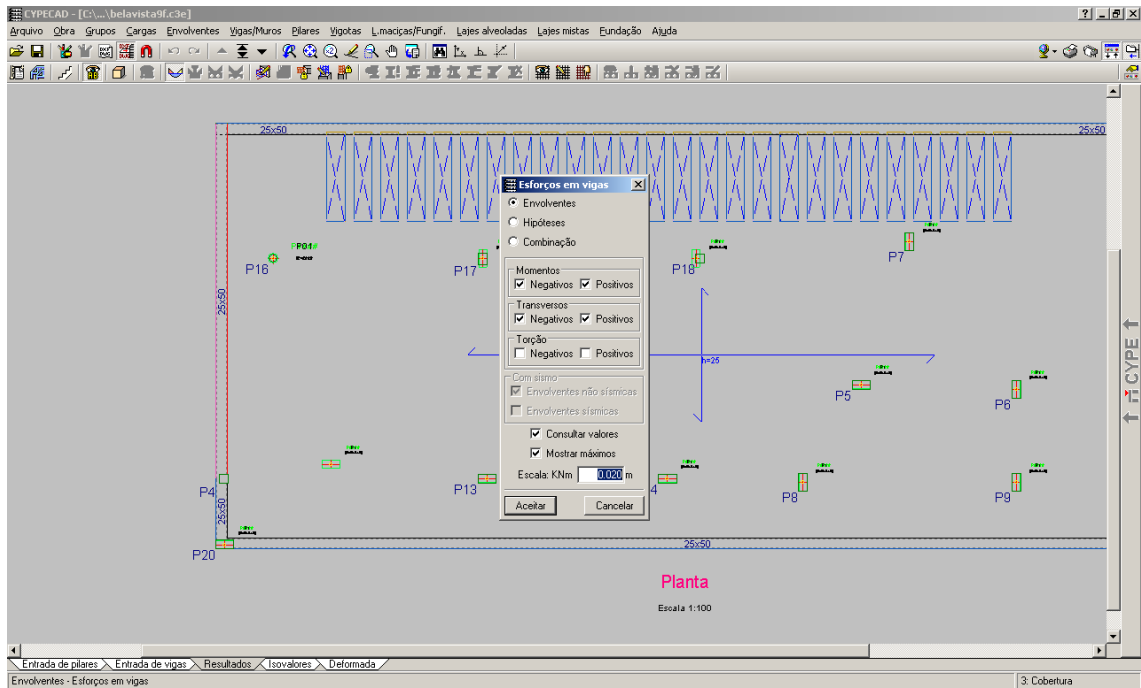


FIGURA 69 - DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS NAS VIGAS (CYPE)

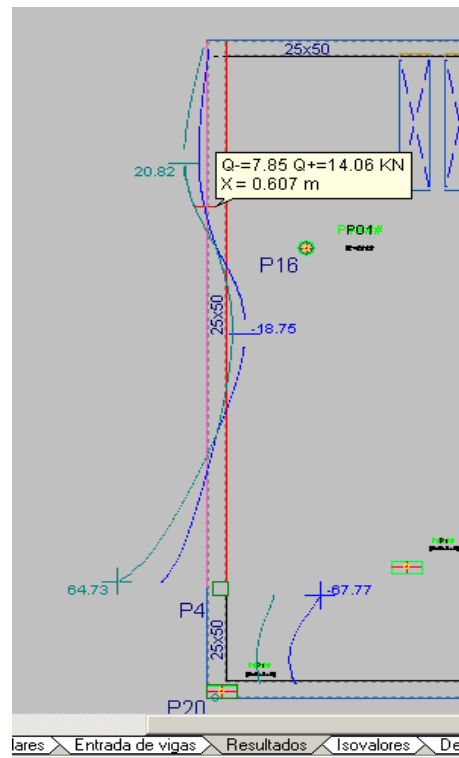


FIGURA 70 - DIAGRAMA DOS ESFORÇOS TRANSVERSOS DA VIGA (CYPE)

No dimensionamento e verificação dos estribos nos elementos estruturais foram também usadas folhas de cálculo Excel devidamente testadas, onde através dos esforços máximos nas vigas se calcula a respetiva armadura.

Após concluído o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi desenhando, definindo e pormenorizando todos as vigas da estrutura.

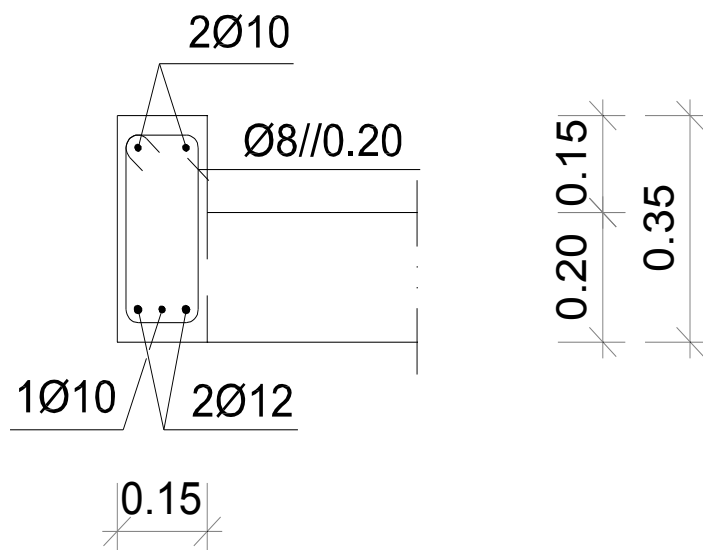


FIGURA 71 - PORMENOR DAS ARMADURAS NA VIGA (AUTOCAD)

## 6.12. CÁLCULO DAS LAJES

A próxima etapa consistiu no dimensionamento das lajes maciças de cada piso usando o software de cálculo automático CYPE. O pré-dimensionamento das lajes dos diferentes pisos foi efetuado separadamente devido às necessidades de posteriormente se efetuarem alterações nas secções das vigas e espessuras das lajes.

No dimensionamento e verificação da deformação e fendilhação dos elementos estruturais foram também usadas folhas de cálculo Excel devidamente testadas.

Através do programa de cálculo automático CYPE, as lajes foram calculadas da seguinte maneira evidenciada nas figuras:

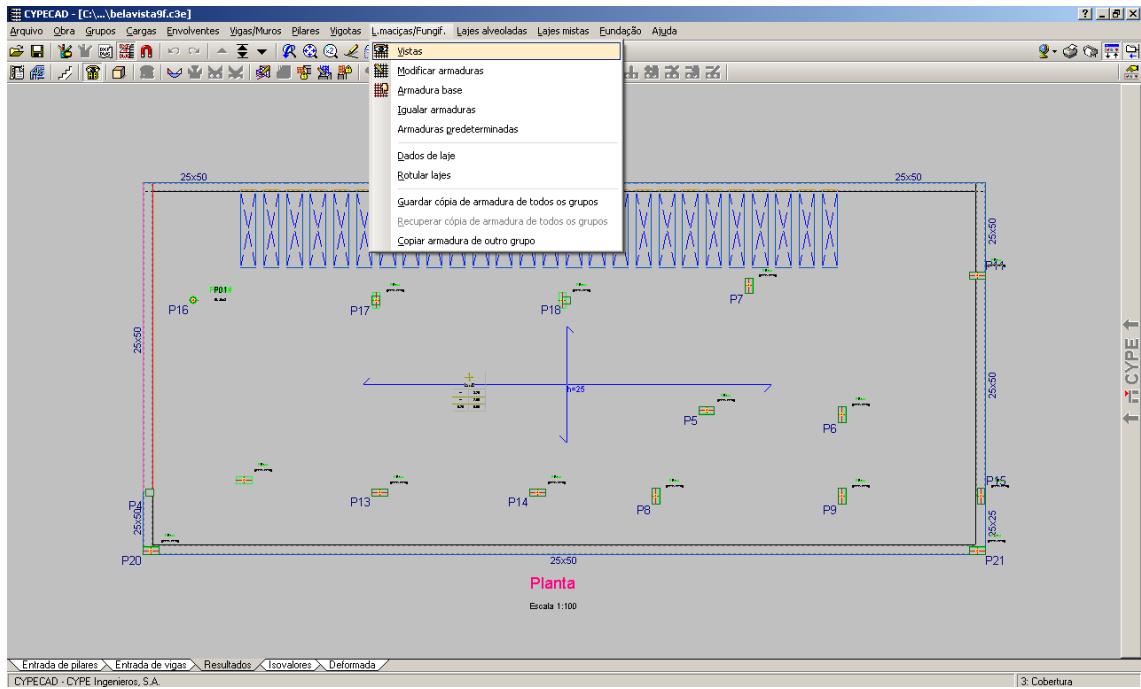


FIGURA 72 - DIMENSIONAMIENTO DAS LAJES (CYPE)

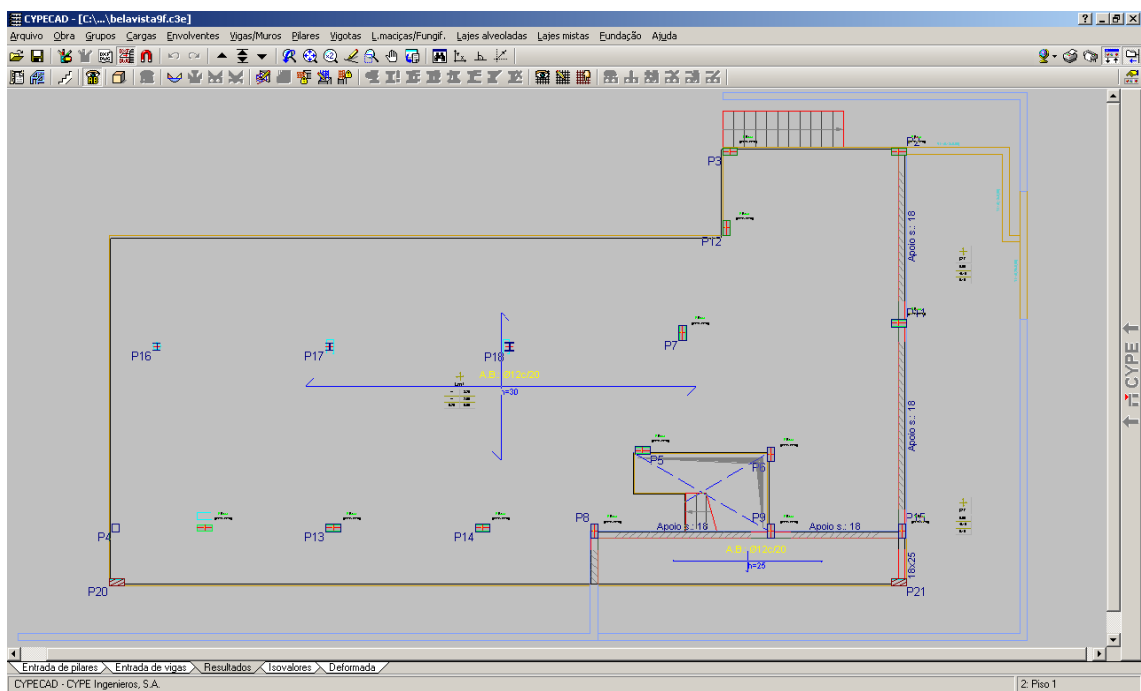


FIGURA 73 - LAJE PISO 1 (CYPE)

### 6.13. CÁLCULO DA ESCADA

A escada dimensionada para a habitação é composta por um vão e para o seu dimensionamento foi utilizado o programa Ftool. Os degraus, a confirmar posteriormente com a arquitetura, têm uma altura de 0.18m e uma largura de 0.28m e foi considerado um betão C25 e um aço A400.

Cargas consideradas:

- $P = 0.20 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 5.0 \text{ kN/m}^2$ ;
- Revestimento =  $1.5 \text{ kN/m}^2$ ;
- $Q = 3.0 \text{ kN/m}^2$ ;
- $p.p = 5 + 1.5 + 0.7 \times 2.1 = 8.6 \text{ kN/m}^2$ .

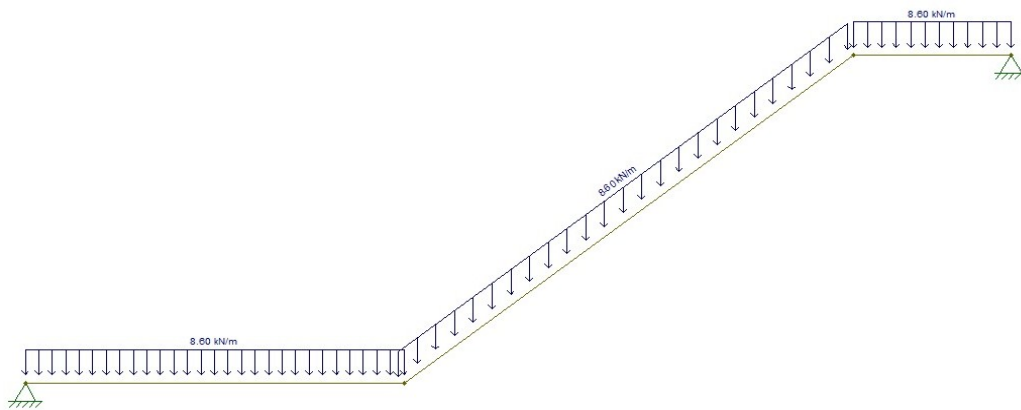


FIGURA 74 - CARGAS NA ESCADA (FTOOL)

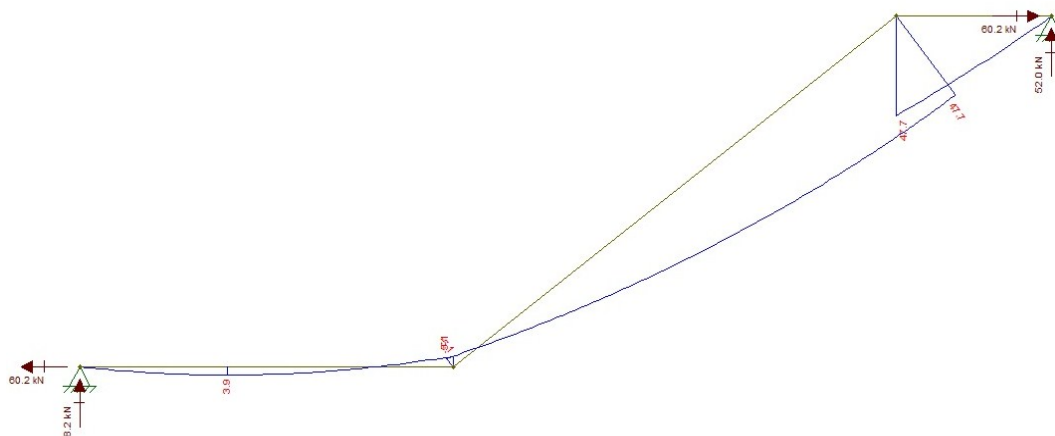


FIGURA 75 - DIAGRAMA DOS MOMENTOS (FTOOL)

Com o suporte do programa de cálculo automático Ftool obteve-se um momento máximo de 47.70 kN.m.

$$M_{\text{máx}} = 47.70 \cdot 1.5 = 71.55 \text{ kN.m}$$

No dimensionamento e verificação das armaduras nos elementos estruturais foram também usadas folhas de cálculo Excel devidamente testadas, onde através dos esforços máximos na escada se calcula a respetiva armadura.

**Escolha dos materiais**

**Betão** B25

caraterísticas  
 betão B25  
 fcd = 13.33 MPa  
 E = 29.00 GPa  
 fbd = 2.40 MPa

**Aço** A400

caraterísticas  
 Aço A400  
 fsyd = 347.83 MPa  
 ρ = 0.15

**Dados Geométricos da peça**

b = 1 m  
 h = 0.2 m  
 d = 0.15 m  
 a' = 0.05 m  
 a = 0.05 m

As<sub>min</sub> = 2.25 cm<sup>2</sup>  
 As<sub>max</sub> = 60 cm<sup>2</sup>

LNEC		EQ. EQUILIBRIO	
flexão simples	flexão composta com A'=A	As dando As'	Mrd
Msd = 72 kN Nsd = [ ] kN	A'/A = 1 Msd = 210 kN Nsd = 100 kN	As' = 0 Msd = 110 kN Nsd = 4 kN e = 27.5 ? μ = 0.3667 a = 3626.7 b = -1360 c = 110.2	As = 8.00 cm <sup>2</sup> As' = 8.00 cm <sup>2</sup> Fcd = 278.26 kN x = 0.0307 m Mrd = 38.323 kN.m
μ = 0.24 w' = 0 w = 0.2976 As' = 0 cm <sup>2</sup> As = 17.112 cm <sup>2</sup> As <sub>min</sub> = 2.25 cm <sup>2</sup>	ν = 0.0375 μ = 0.3938 νc = -0.813 λ = 0.25 β = 1 w = 1.508 As' = 57.805 cm <sup>2</sup> As = 57.805 cm <sup>2</sup>	x = 0.1184 m x = 0.2566 m x = 0.1184 m As = 30.757 cm <sup>2</sup>	Φ Φ

Ascomp

**Pre-dimensionamento**  
 d = 0.18  
 μ = 0.17

**Amarrações;**  
 Φ = 16 mm

	0		B25		B30		B35	
	M+	M-	M+	M-	M+	M-	M+	M-
A235	0.56	0.8	0.48	0.72	0.48	0.72	0.4	0.64
A400	0.64	0.96	0.56	0.8	0.48	0.72	0.48	0.64
A500	0.8	1.2	0.72	1.04	0.64	0.96	0.56	0.8

al = 0.15                      1.324    1.174

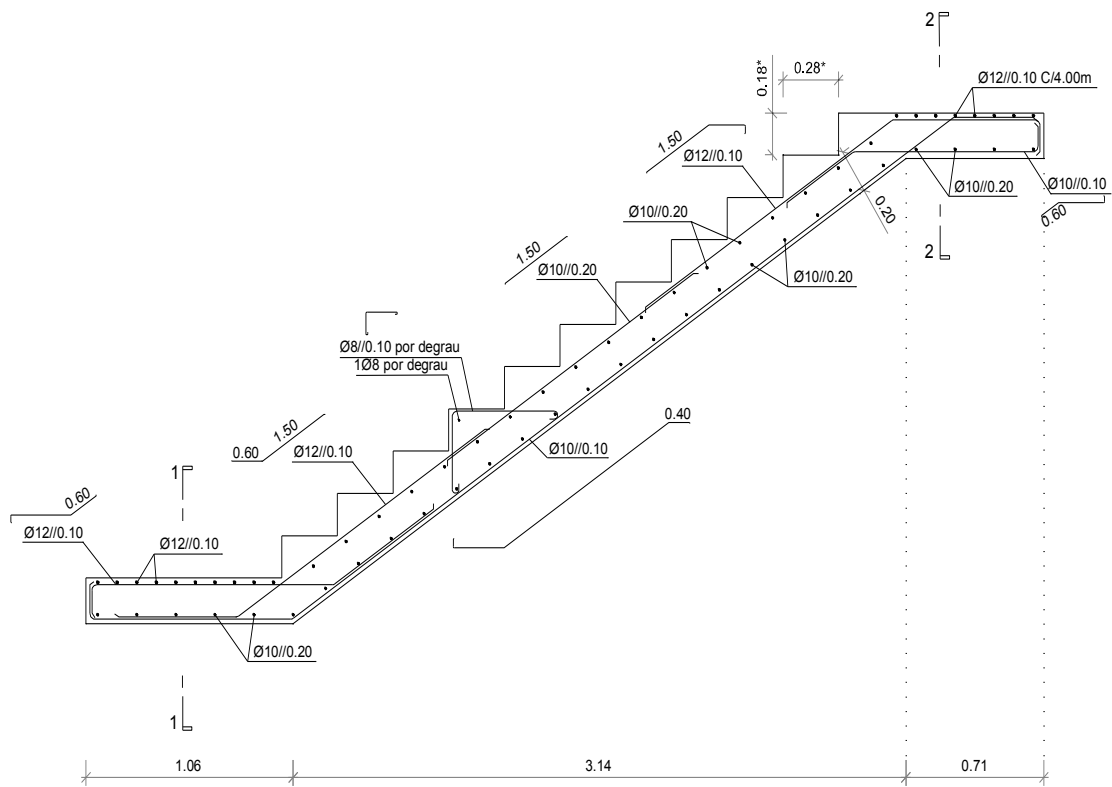
para calcular a ext flexão simples: calcular o x no "A dando posteriorme x

FIGURA 76 - FOLHA DE CÁLCULO DE ARMADURAS (EXCEL)

Calculada a armadura (As=17.11 cm<sup>2</sup>) define-se a distribuição dos ferros:

$$\emptyset 10 // 0.20 (7.854 \text{ cm}^2) + \emptyset 12 // 0.10 (11.310 \text{ cm}^2)$$

Após concluído o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi desenhando, definindo e pormenorizando a escada da estrutura.



NOTA: \* confirmar com arquitetura

Corte Longitudinal  
Lanço Tipo  
Escala 1:25

FIGURA 77 - DESENHO DA ARMADURA DA ESCADA (AUTOCAD)



## 6.14. CÁLCULO DOS MUROS DE SUPORTE

Os critérios considerados no cálculo das armaduras dos muros maciços seguem as especificações regulamentares, ajustando-se os valores de cálculo dos materiais, os coeficientes de majoração das ações, as disposições de armaduras e as quantidades geométricas, mecânicas, mínimas e máximas a tais especificações.

O cálculo das armaduras dos muros foi efetuado em folhas de Excel devidamente testadas, em que se considera a estabilidade externa (derrube por rotação em torno do pé do muro, escorregamento pela base, rotura da capacidade de carga do solo de fundação e o escorregamento do talude); estabilidade interna (resistência à flexão e resistência ao corte); ações externas ao muro (impulsos devidos ao solo suportado e às sobrecargas no terrapleno e ação sísmica sobre o muro e sobre o solo suportado, caracterizado pelos coeficientes sísmicos).

Para melhor compreensão, pode-se consultar no anexo IV os desenhos técnicos dos muros de suporte.

A folha de cálculo é apresentada nas figuras seguintes:

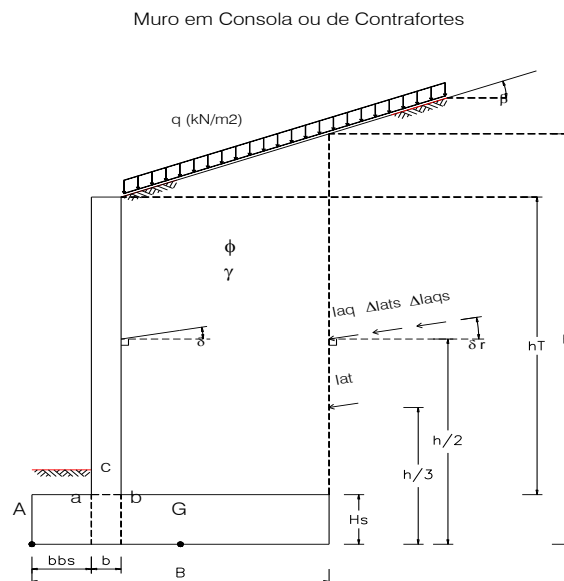


FIGURA 78 - DADOS CONSIDERADOS NOS MUROS

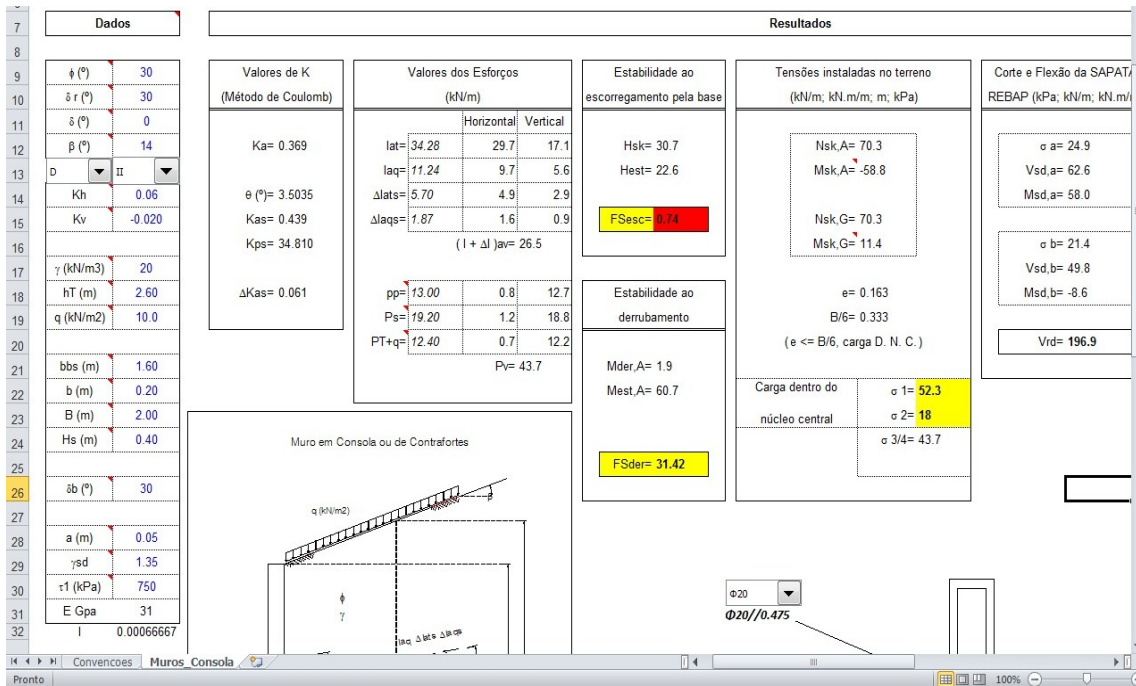


FIGURA 79 - FOLHA DE CÁLCULO PARA MUROS DE SUPORTE (EXCEL)

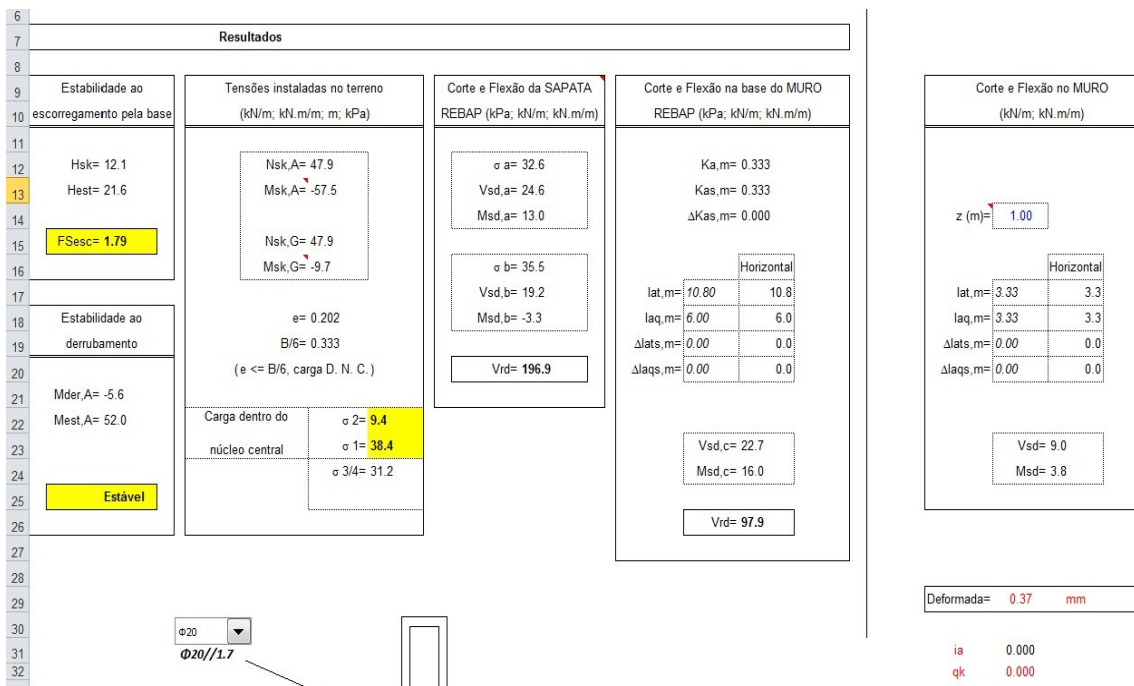


FIGURA 80 - RESULTADOS E VERIFICAÇÕES FINAIS (EXCEL)

Durante o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi desenhando, definindo e pormenorizando todos os pilares da estrutura no software AutoCAD. Para uma melhor compreensão em obra, o estagiário desenvolveu os alçados dos muros de suporte.

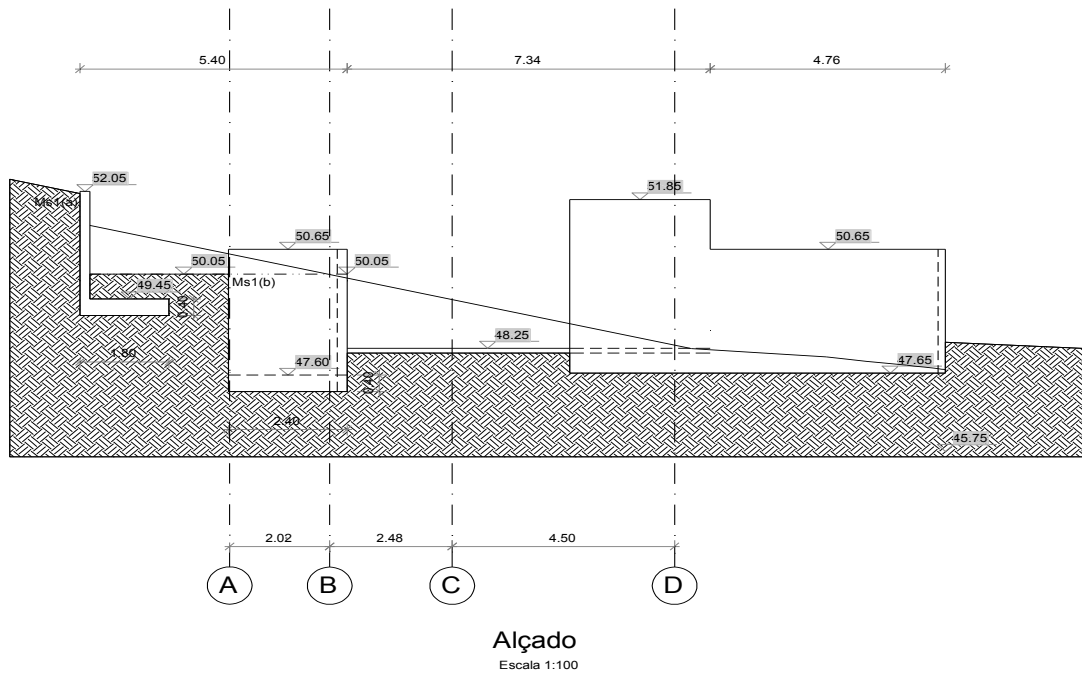


FIGURA 81 - ALÇADO LATERAL DOS MUROS DE SUPORTE (AUTOCAD)

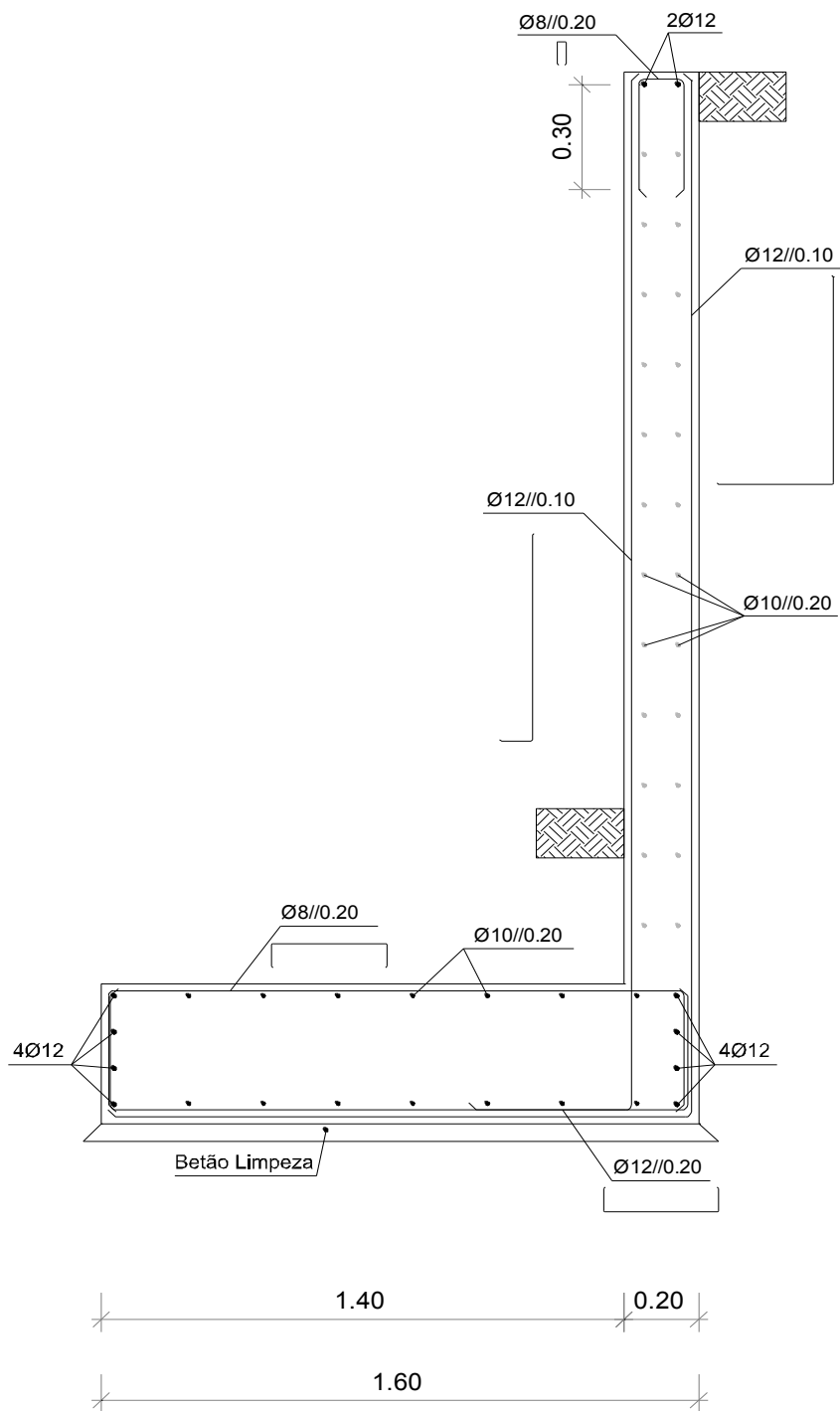


FIGURA 82 - CORTE TIPO DO MURO DE SUPORTE MS3(A) (AUTOCAD)

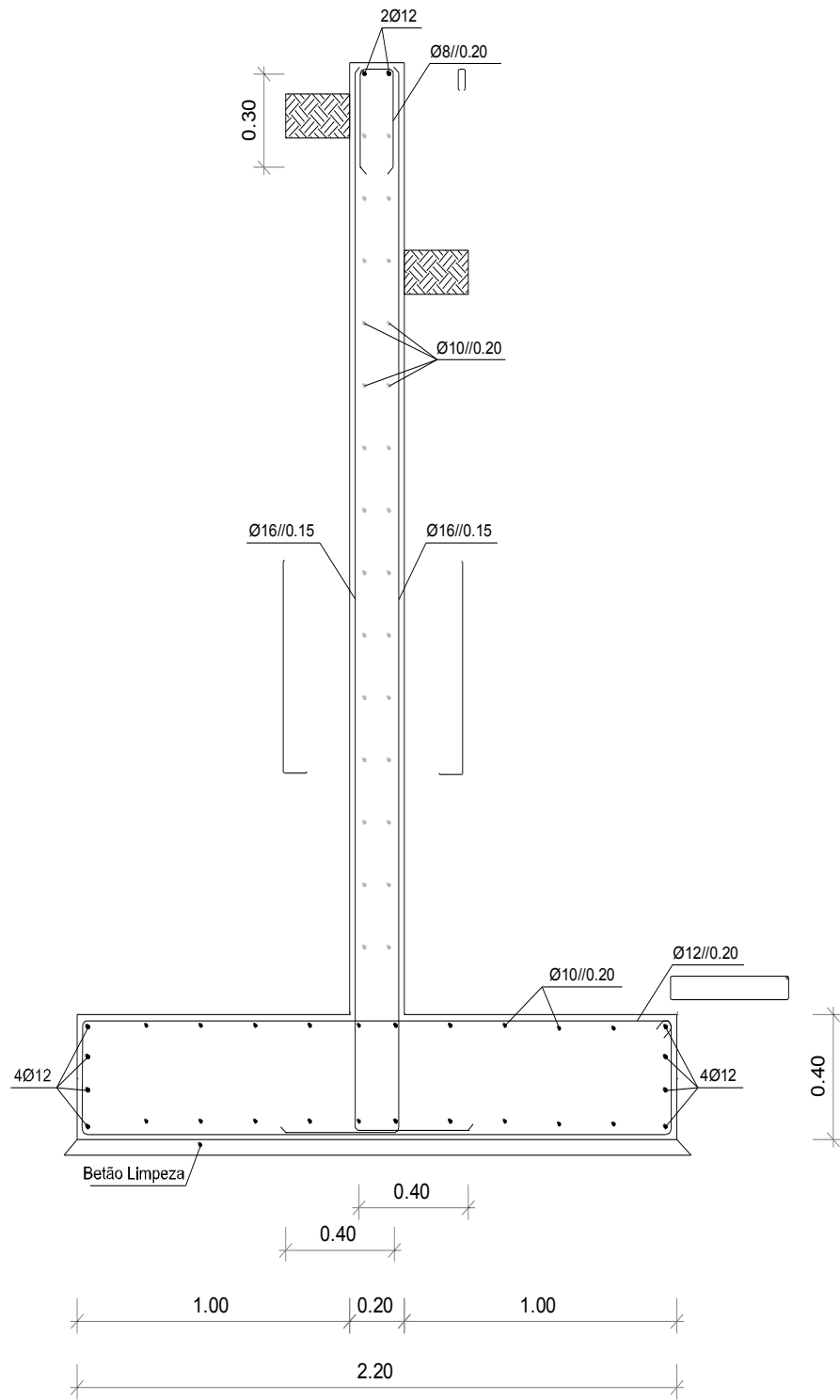


FIGURA 83 - CORTE TIPO DO MURO DE SUPORTE MS1(B) (AUTOCAD)

## 6.15. DEFORMADA DA ESTRUTURA

A verificação da segurança relativamente aos estados limites de utilização foi efetuada garantindo que as deformações não excedem os valores limites regulamentares  $1/400$  e cumprindo as disposições construtivas definidas no capítulo IX do REBAP.

Desta forma foi possível controlar a deformação, limitando-a, a tempo infinito, ao valor de 1.50cm, preconizado pelo REBAP para impedir que a deformação afete paredes divisórias, caixilharias de janelas ou mesmo as próprias janelas.

É possível observar os valores da deformada nas figuras seguintes:

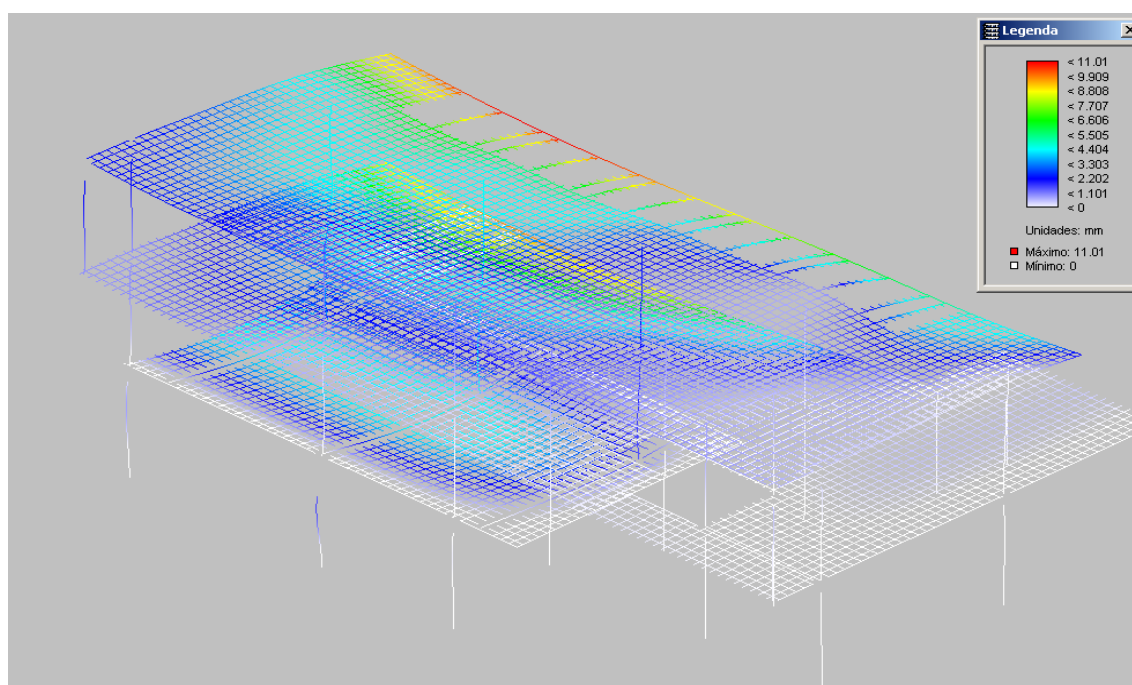


FIGURA 84 - VALORES DA DEFORMAÇÃO NA ESTRUTURA (CYPE)

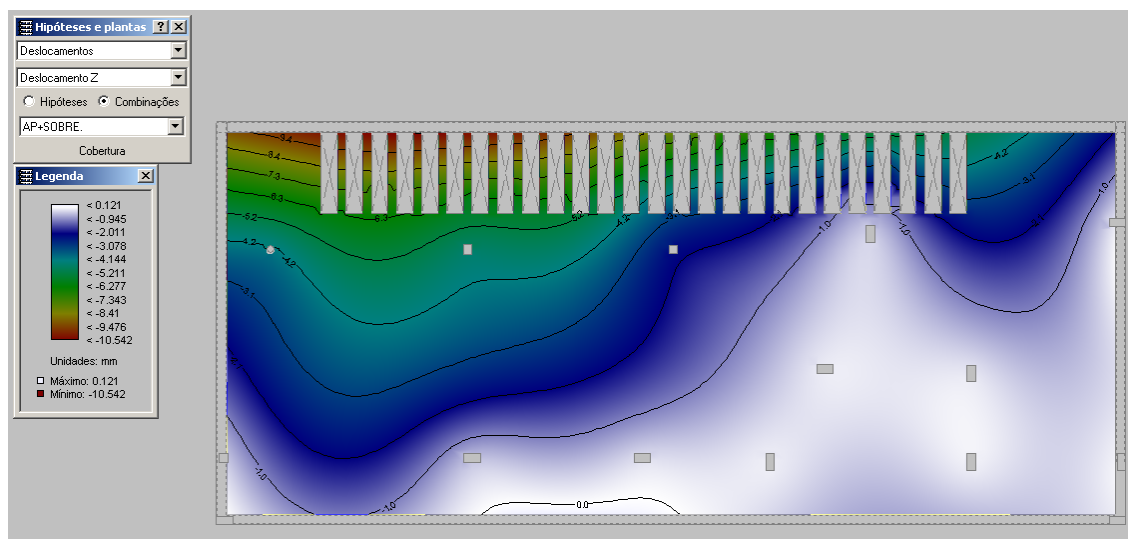


FIGURA 85 - VALORES DA DEFORMAÇÃO NA COBERTURA (CYPE)

## 6.16. DESTAQUE DO PROJETO

Neste projeto é de destacar os pilares metálicos e as suas ligações com a laje de betão. Para o dimensionamento do perfil, da chapa e das buchas foi utilizado o programa da Hilti.

O perfil utilizado no pilar é o HEB200 e a ligação é composta por uma chapa com 15mm de espessura e com 4 buchas (4M20).

Características das buchas: Hilti HIT-Z anchor with HIT-HY 200 injection mortar with 100 mm embedment, M20, Stainless steel, Hammer drilled installation per ETA 12/0006.

O grout utilizado na ligação é uma argamassa de retração compensada, autonivelante, capaz de aderir fortemente ao betão e ao aço e com elevadas resistências mecânicas iniciais e finais.

No anexo I segue a verificação dos cálculos da ligação.

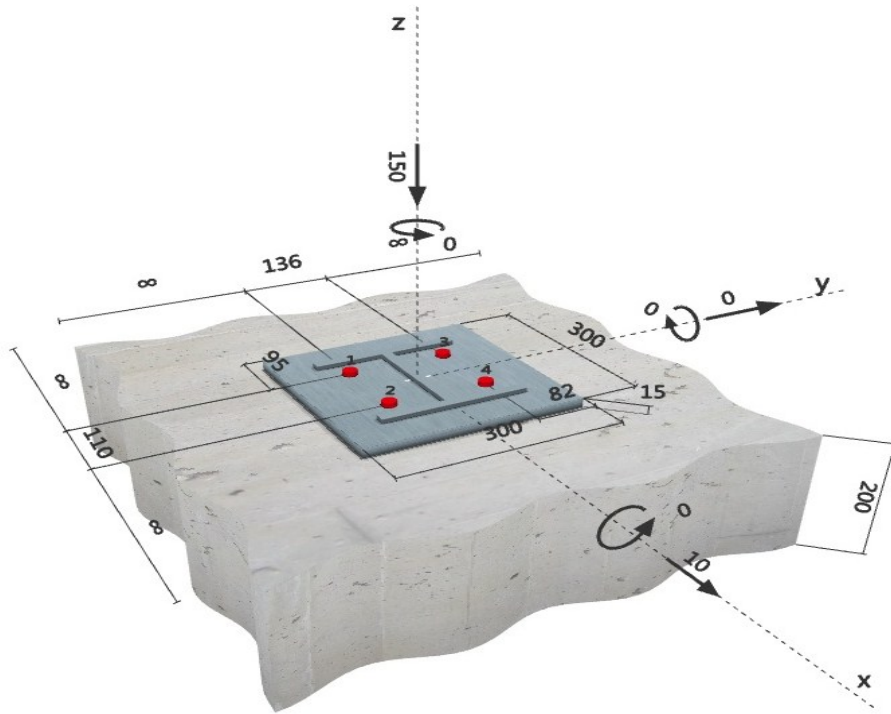
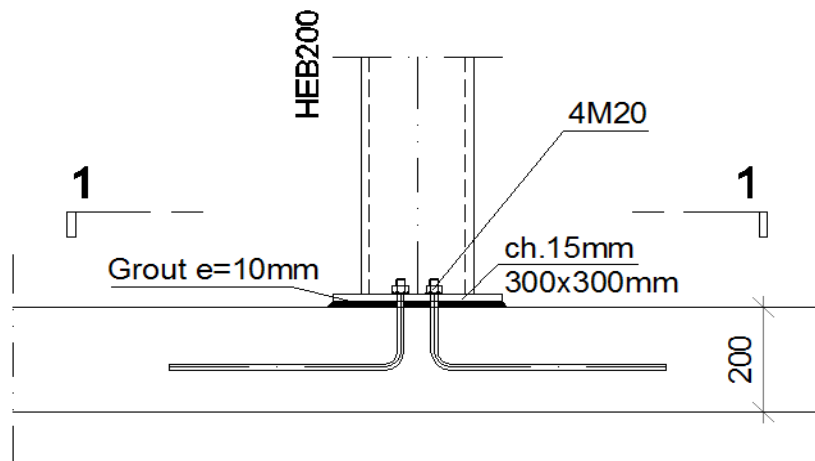


FIGURA 86 - PORMENOR DA LIGAÇÃO MISTA (HILTI PROFIS ANCHOR)

Após concluído o estudo, o processo de cálculo e definição estrutural, o estagiário foi desenhando, definindo e pormenorizando a ligação entre o pilar e a laje.



## Alçado

Escala 1:20

FIGURA 87 - ALÇADO DA LIGAÇÃO PILAR-LAJE (AUTOCAD)



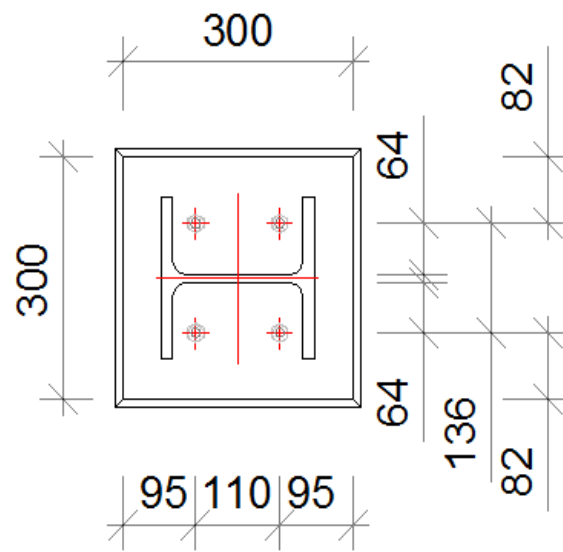


FIGURA 88 - CORTE ESTRUTURAL (AUTOCAD)

## 7. COMPORTAMENTO DE RESERVATÓRIOS À FENDILHAÇÃO

### 7.1. INTRODUÇÃO

As estruturas em betão armado, para além de ter capacidade resistente necessária, devem assegurar características de comportamento em serviço e também possuir uma durabilidade suficiente de modo a se tornar eficiente.

Quando há restrição ao nível do movimento da estrutura, desenvolvem-se tensões que quando excedem a resistência à tração do betão originam a fendilhação.

As ações atuantes num elemento estrutural podem ser classificadas como diretas ou indiretas. As ações diretas reúnem cargas como o peso próprio, as restantes cargas permanentes, as sobrecargas e as ações horizontais, como por exemplo o vento. As ações indiretas são devidas à variação de temperatura, aos efeitos de retração do betão e aos assentamentos diferenciais dos apoios.

Existem algumas vantagens em dimensionar um reservatório enterrado face a um elevado, como por exemplo:

- Menor custo de construção, para a mesma capacidade;
- Menor impacto paisagístico.



FIGURA 89 – EXEMPLO DO RESERVATÓRIO DE UMA ETAR

## 7.2. MATERIAIS

Os materiais adotados foram o betão C30/37 em todos os elementos de betão armado e o aço A500 em armaduras passivas.

$$\text{Betão C30 } f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{Betão armado}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Aço A500 } F_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

## 7.3. CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

Neste projeto optou-se por dimensionar um reservatório enterrado.

O reservatório tem como dimensões 7.2 x 7.2 m<sup>2</sup> e 7.3 m de altura. O modelo do reservatório é demonstrado na figura seguinte.

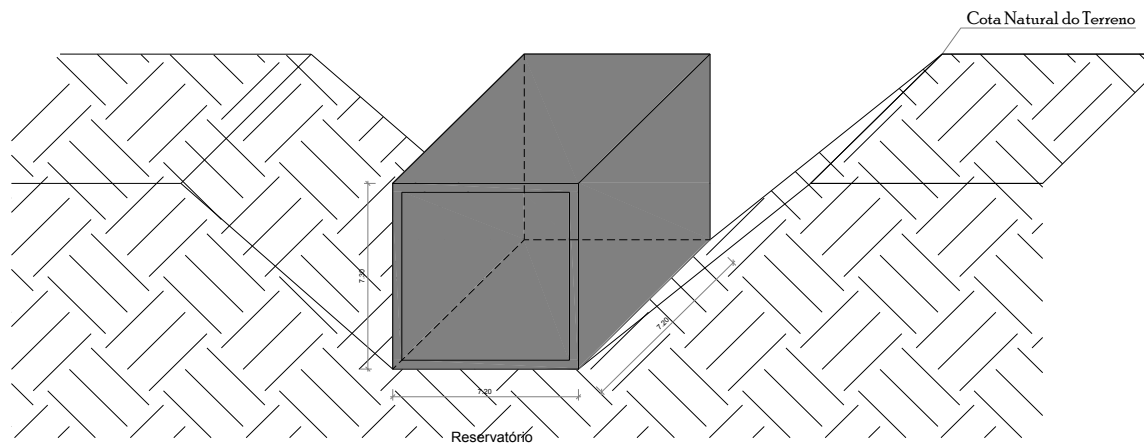


FIGURA 90 – APÓS ESCAVAÇÃO - RESERVATÓRIO APOIADO (AUTOCAD)

## 7.4. AÇÕES ATUANTES NO RESERVATÓRIO ENTERRADO

### 7.4.1. PESO PRÓPRIO DO RESERVATÓRIO

- Laje de cobertura

A laje de cobertura tem espessura de 0.40m e é dimensionada para a carga de peso próprio de  $10.0 \text{ kN/m}^2$  ( $25 \times 0.40$ ).

- Laje térrea

A laje térrea tem espessura de 0.50m e é dimensionada para a carga de peso próprio de  $12.50 \text{ kN/m}^2$  ( $25 \times 0.50$ ).

- Paredes

As paredes têm espessura de 0.50m e peso próprio igual a  $12.50 \text{ kN/m}^2$  ( $25 \times 0.50$ ).

### 7.4.2. CASOS DE CARGA

- Caso I (uplift)

Efeito uplift, que consiste na possibilidade de subida do nível freático até à laje térrea, o que pode provocar o levantamento do reservatório. A subida do nível freático poderá causar perda de equilíbrio por impulsão. A estabilidade de uma estrutura contra a flutuação deve ser verificada comparando as ações estabilizadoras (peso da estrutura) e a ação destabilizadora do nível freático. Nos reservatórios, a verificação da perda de equilíbrio diz respeito à ausência de líquido armazenado, ou seja, quando este está vazio.

A verificação contra a flutuação é efetuada garantindo que o peso do reservatório ( $P_R$ ) é superior à força de impulsão da água ( $F_W$ ).

$$P_R \text{ (peso do reservatório)} > F_W \text{ (força de impulsão da água)}$$

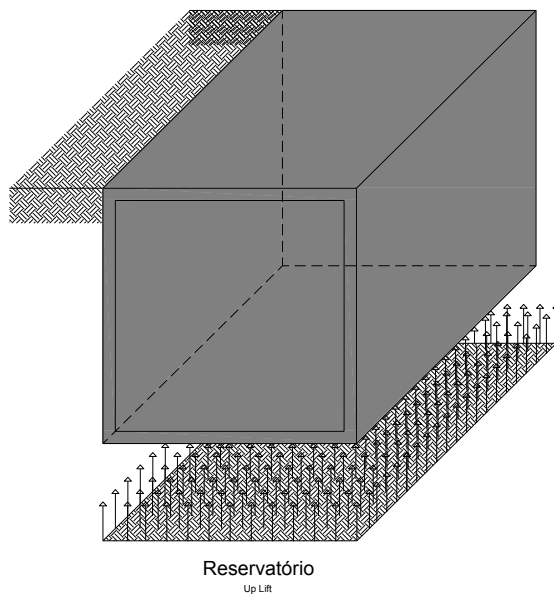


FIGURA 91 - EFEITO UPLIFT (AUTOCAD)

- Caso II (impulso das terras)

A estabilidade do reservatório relativamente ao impulso das terras é efetuada quando este está vazio, considerando somente o impulso que as terras exercem sobre as suas paredes. A pressão do solo sobre as paredes do reservatório assume a forma de uma carga triangular.

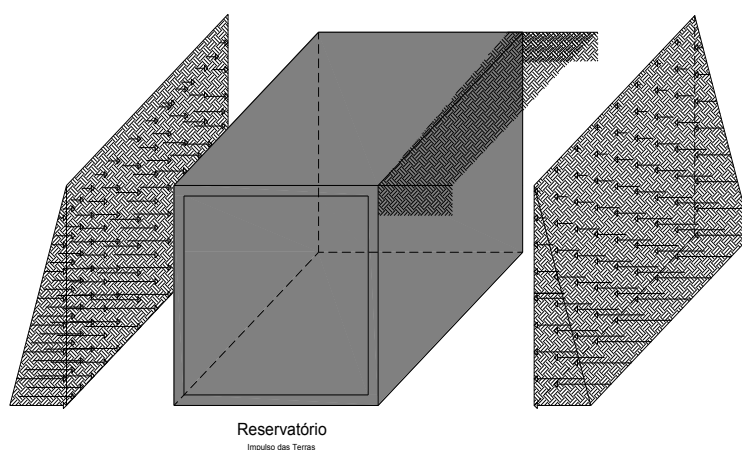


FIGURA 92 – AÇÃO DO SOLO SOBRE AS PAREDES DO RESERVATÓRIO

- Caso III (pressão hidrostática do líquido armazenado)

A pressão hidrostática resulta do produto da altura de líquido (água) pelo respectivo peso volúmico. O peso volúmico da água é igual a  $10\text{kN/m}^3$  e que o reservatório se encontra cheio até ao topo (7.3m), a pressão hidrostática assume o valor na base da parede de  $73\text{kN/m}^2$ .

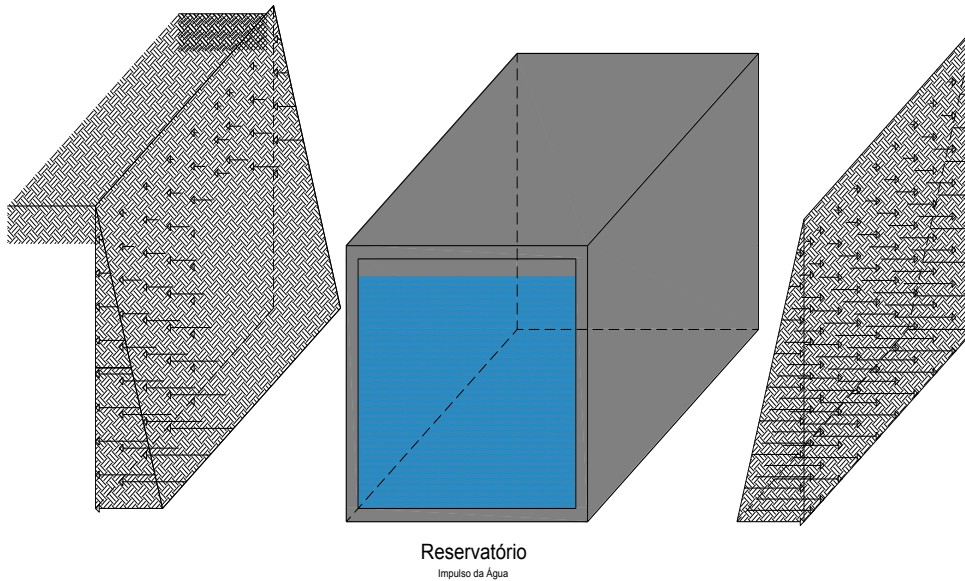


FIGURA 93 - AÇÃO DA PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO (AUTOCAD)

## 7.5. VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO I (UPLIFT)

- Reservatório

TABELA 2 - VERIFICAÇÃO DA FLUTUAÇÃO DO RESERVATÓRIO

	Quantidade [un.]	Betão [kN/m]	Dimensões			Volume [m]	Total [kN]
			L [m]	B [m]	H [m]		
Laje Fundo	1	25	7.2	7.2	0.5	25.92	648
Parede	4	25	7.2	0.5	7.3	26.28	2628
Laje Cobertura	1	25	7.2	7.2	0.4	20.74	518.4
							$\Sigma=3794.4$

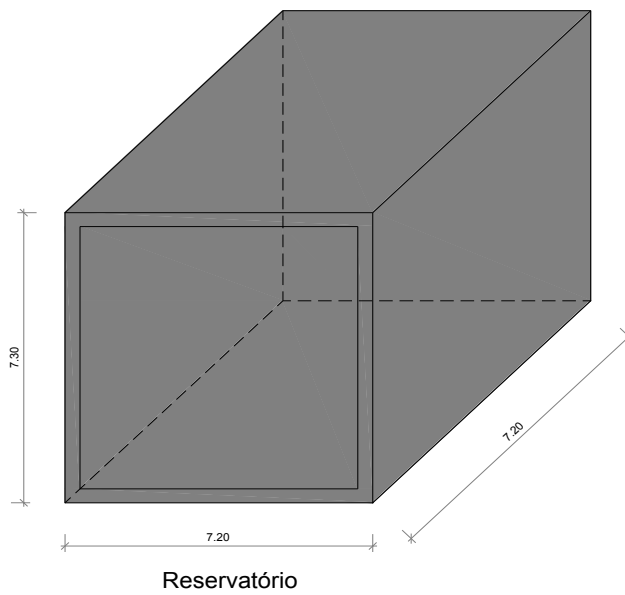


FIGURA 94 - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO (AUTOCAD)

- Água subterrânea

$$\gamma_{\text{Água}} = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$I = 10 \times 7.2 \times 7.2 \times 7.3 = 3784.32 \text{ kN}$$

$$\text{Fator de segurança (FOS)} = 3794.40 / 3784.32 = 1.00 < 1.50 \text{ KO!}$$

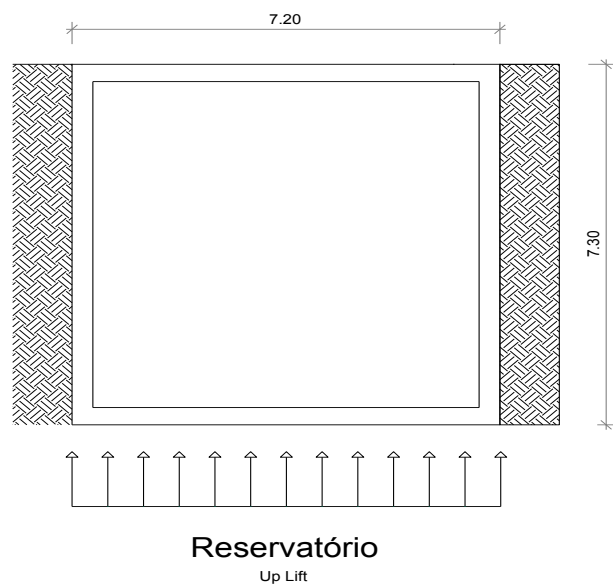


FIGURA 95 - RESERVATÓRIO (EFEITO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA) (AUTOCAD)

Solução: ancorar.

$$3794.4 / y = 1.5 \Leftrightarrow y = 2529.6 \text{ kN} = 2500 \text{ kN}$$

$$\text{FOS} = 3794.4 / 2500 = 1.52 > 1.50 \text{ OK!}$$

$$\text{Valor a ancorar: } 3784.32 - 2500 = 1284.32 \text{ kN}$$

Cálculo ancoragem:

- Micro-estacas TM-80  $\text{Ø}73,0 \times 6,0 \text{ mm}$
- Utilizar 4 estacas:  $1284.32 / 4 = 322 \text{ kN}$
- $N_{\text{Serviço}} = 322 \text{ kN}$  (reação máximo em cada micro-estaca)

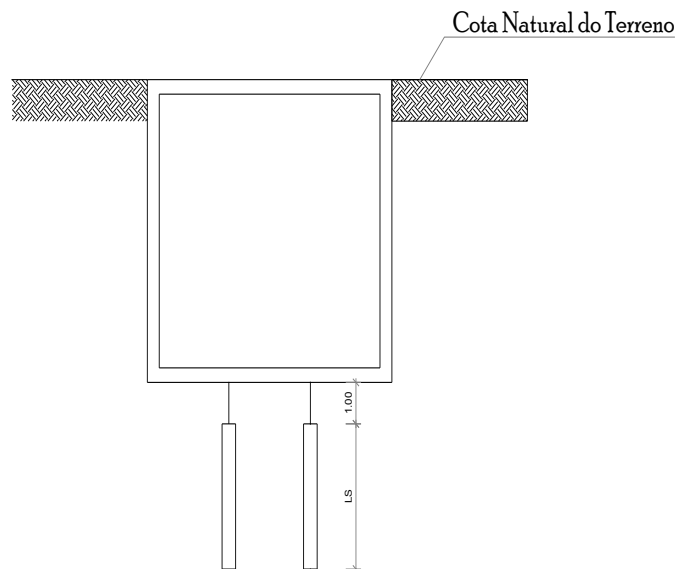


FIGURA 96 - MICRO-ESTACAS (AUTOCAD)



## 7.6. ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DE CAPACIDADE DE CARGA DO TERRENO (MÉTODO DE BUSTAMANTE)

O método de Bustamante é o método experimental que resulta de uma síntese de outros métodos, e foi normalizado com numerosos ensaios de verdadeira grandeza realizados em trabalhos sistemáticos do *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées*, de Paris (Laboratório Central de Pontes e Estradas).

Os sistemas de injeção podem ser IRS e IGU e distinguem-se pelo tipo de injeção, que pode ser repetitiva ou seletiva (IRS) e da injeção realizada globalmente e de uma única vez (IGU). Os ensaios mostram que a injeção do tipo IRS é a que confere melhor resistência à ancoragem e implica a utilização de duplo obturador em tubo com válvulas-manchetes, o que permite forçar a injeção na zona da manchete escolhido (seletividade) e repetir a operação diversas vezes (repetitividade). No caso do sistema IGU, a injeção da calda faz-se, em geral, a partir da cabeça da ancoragem com simples obturador.

$$N_{sd} = 2.0 \times 322 = 644 \text{ kN}$$

$$LS > N_{sd} / (\pi \times \varnothing \times \alpha \times \tau) = 644 / (\pi \times 0.16 \times 1.40 \times 300) = 3.05 \text{ m} \approx 3.50 \text{ m}$$

Sendo:

- $\varnothing$  – diâmetro de furação;
- $\alpha$  – coeficiente de expansibilidade;
- $\tau$  – valor da tensão tangencial.

LS é o valor mínimo do comprimento de selagem.

Nota: estimaram-se valores correspondentes a um terreno do tipo “arenito” com um  $NSPT > 60$  e a uma injeção do tipo IRS.

### **Estados limites últimos de resistência**

$$N_{Sd} = 322 \times 1.5 = 483 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = A \times F_{yd} = 12.63 \times 10^{-4} \times 560 \times 10^3 = 707.28 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} < N_{Rd} \text{ OK!}$$

### **Estado limite de utilização: deformação axial elástica máxima**

$$N_{Serviço} = 322 \text{ kN}$$

$$\delta = N_{Serviço} \times L_{livre} / E \times A = 322 \times 1 \times 1000 / (210 \times 10^6 \times 12.63 \times 10^{-4}) = 12.0 \text{ mm}$$

## 7.7. VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO II (IMPULSO DAS TERRAS)

Segundo o EC7, cláusula 9.5.2 (2), para solos consolidados deve ser assumido o estado em repouso do solo em redor duma estrutura de retenção se a deformação ou movimento da estrutura for inferior a  $5 \times 10^{-4} x h$ , em que h é a altura da parcela que se encontra enterrada.

Como o reservatório está enterrado a uma profundidade de 7.3m, o solo encontra-se em repouso se a deformação da parede nessa altura de 7.2m for inferior a  $5 \times 10^{-4} \times 7.3 = 0.00365$  m.

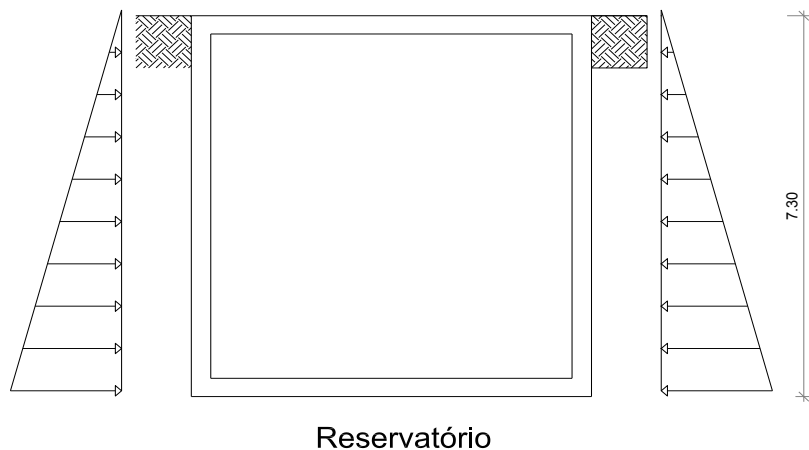


FIGURA 97 - IMPULSO DAS TERRAS (AUTOCAD)

O solo tem um ângulo de resistência ao corte ( $\phi'k$ ) de  $30^\circ$  e um peso volúmico ( $\gamma$ ), utilizando o respetivo coeficiente de segurança parcial  $\gamma_{\phi'} = 1.0$ , pode-se calcular  $\phi'd$  da seguinte forma:

$$\tan \phi'd = \tan \phi'k / \gamma_{\phi'} \Leftrightarrow \phi'd = \tan^{-1} (\tan 30^\circ / 1.0) = 30^\circ$$

A pressão do solo sobre as paredes do reservatório assume a forma de uma carga triangular como consta na figura 77, e pode ser calculada pelo coeficiente de impulso em repouso ( $K_0$ ) pela equação:

$$K_0 = 1 - \sin \phi'd \Leftrightarrow K_0 = 1 - \sin 30^\circ = 0.50$$

A tensão vertical de repouso é dada pela equação  $\sigma_{v0}(H) = \gamma \times H$  e a tensão horizontal de repouso por  $\sigma_{h0}(H) = K_0 \times \sigma_v$ , assim:

- $\gamma_{Terra} = 20 \text{ kN/m}^3$

$$\sigma_{v0}(H) = \gamma \times H \Leftrightarrow \sigma_{v0}(H) = 20 \times 7.3 = 146 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{h0}(H) = K_0 \times \sigma_v \Leftrightarrow \sigma_{h0}(H) = 0.5 \times 146 = 73 \text{ kN/m}^2$$

A resultante da carga triangular de pressão do solo sobre a parede do reservatório é designada por impulso e pode ser calculada pela seguinte equação:

$$I = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_0 \Leftrightarrow I = \frac{1}{2} \times 20 \times 7.3^2 \times 0.5 = 266.45 \text{ kN/m}$$

Na tabela seguinte apresenta-se a quantificação do valor máximo da pressão do solo nas paredes do reservatório, que se encontra à profundidade de 7.3 metros.

TABELA 3 - QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES DO SOLO SOBRE O RESERVATÓRIO

$\phi$ (°)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	H (m)	$K_0$	$\sigma_v(H=7.3)$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_h(H=7.3)$ (kN/m <sup>2</sup> )	I (kN/m)
30	20	7.3	0.5	146	73	266.45

## 7.8. VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DO CASO III (PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO)

A ação da pressão hidrostática resulta do produto da altura de líquido (água) pelo respetivo peso volúmico. Sabendo que o peso volúmico da água ( $\gamma_w$ ) é aproximadamente igual a  $10 \text{ kN/m}^3$  e que o reservatório se encontra cheio até ao seu topo, ou seja, a altura (H) é igual a 7.3 metros, a pressão hidrostática calcula-se da seguinte forma:

$$I_w = \gamma_w \times H = 10 \times 7.3 = 73 \text{ kN/m}^2$$

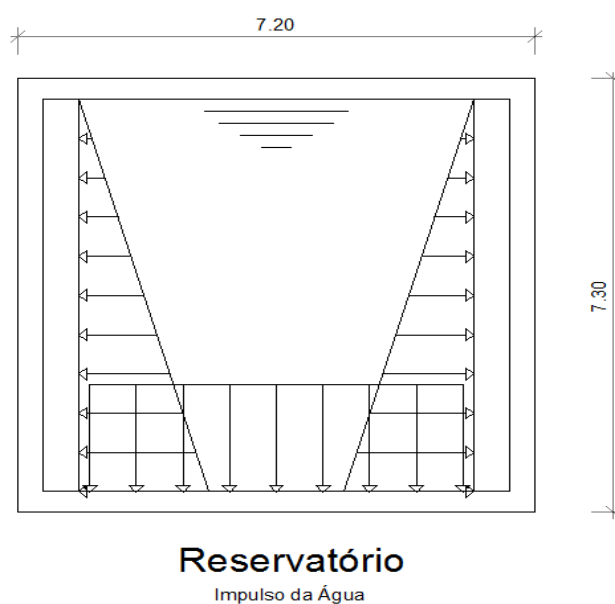


FIGURA 98 - PRESSÃO HIDROSTÁTICA DO LÍQUIDO ARMAZENADO

## 7.9. ANÁLISE DOS ESFORÇOS RECORRENDO A UM PROGRAMA DE CÁLCULO

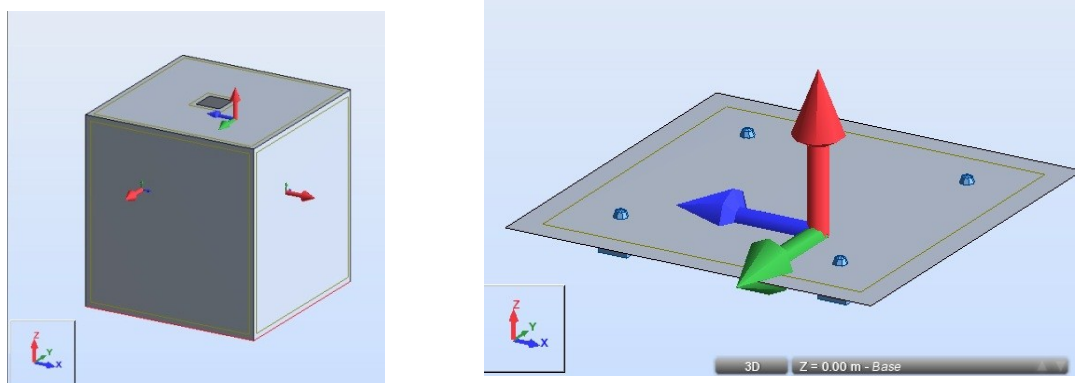


FIGURA 99 - EIXOS UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO (PAREDES E LAJE DE FUNDO)

Esta análise é realizada recorrendo ao programa de elementos finitos ROBOT.

Com o auxílio do programa de cálculo, obtém-se as reações, os momentos e a deformada do reservatório.

Nos quadros seguintes são demonstrados todos os valores necessários para o cálculo das armaduras do reservatório.

TABELA 4 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO AO UPLIFT

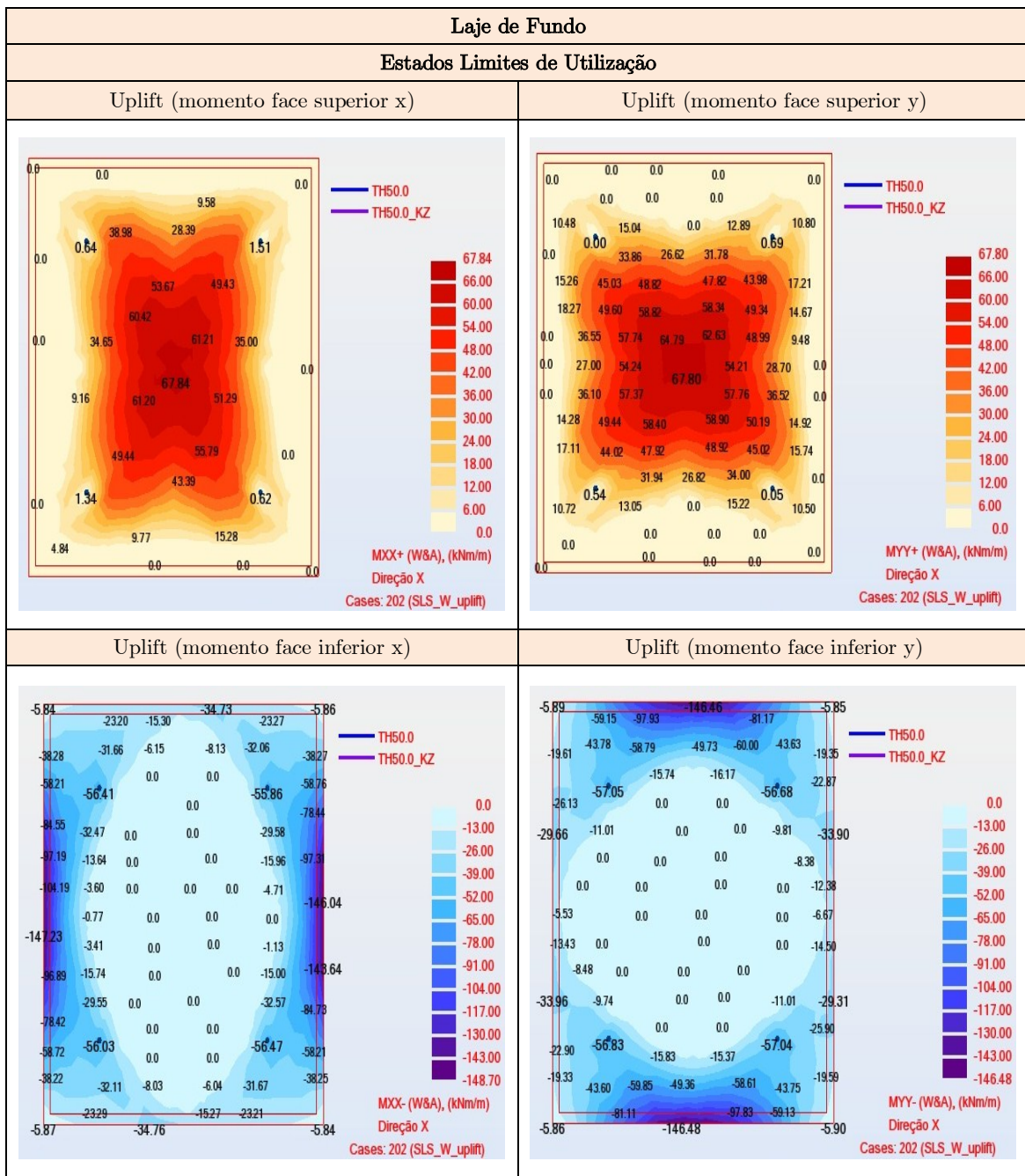
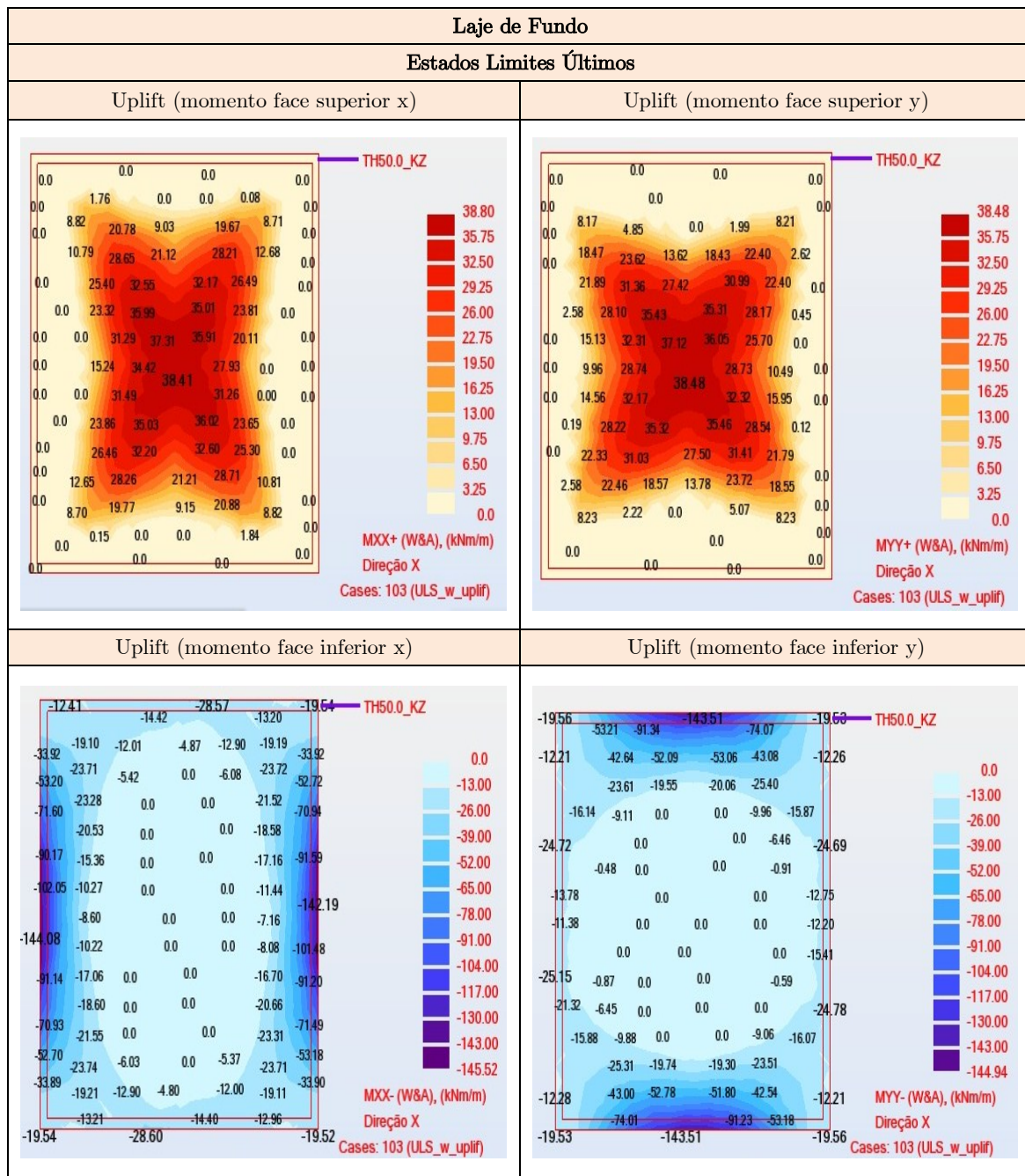


TABELA 5 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO AO UPLIFT



Após uma breve análise dos esforços atuantes na laje de fundo do reservatório, considera-se o reservatório vazio com a força da água a criar uma carga ascendente na sua base, devido à subida do nível freático. São considerados os momentos condicionantes:

$$M_{\text{uplift}}^+ = 67.84 \text{ kN.m} \rightarrow A_{s_{\text{min}}} = 5.40 \text{ cm}^2 \text{ (}\varnothing 12//0.20\text{)}$$

$$M_{\text{uplift}}^- = -145.52 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 7.79 \text{ cm}^2 \text{ (}\varnothing 16//0.20\text{)}$$



TABELA 6 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO AO IMPULSO DAS TERRAS

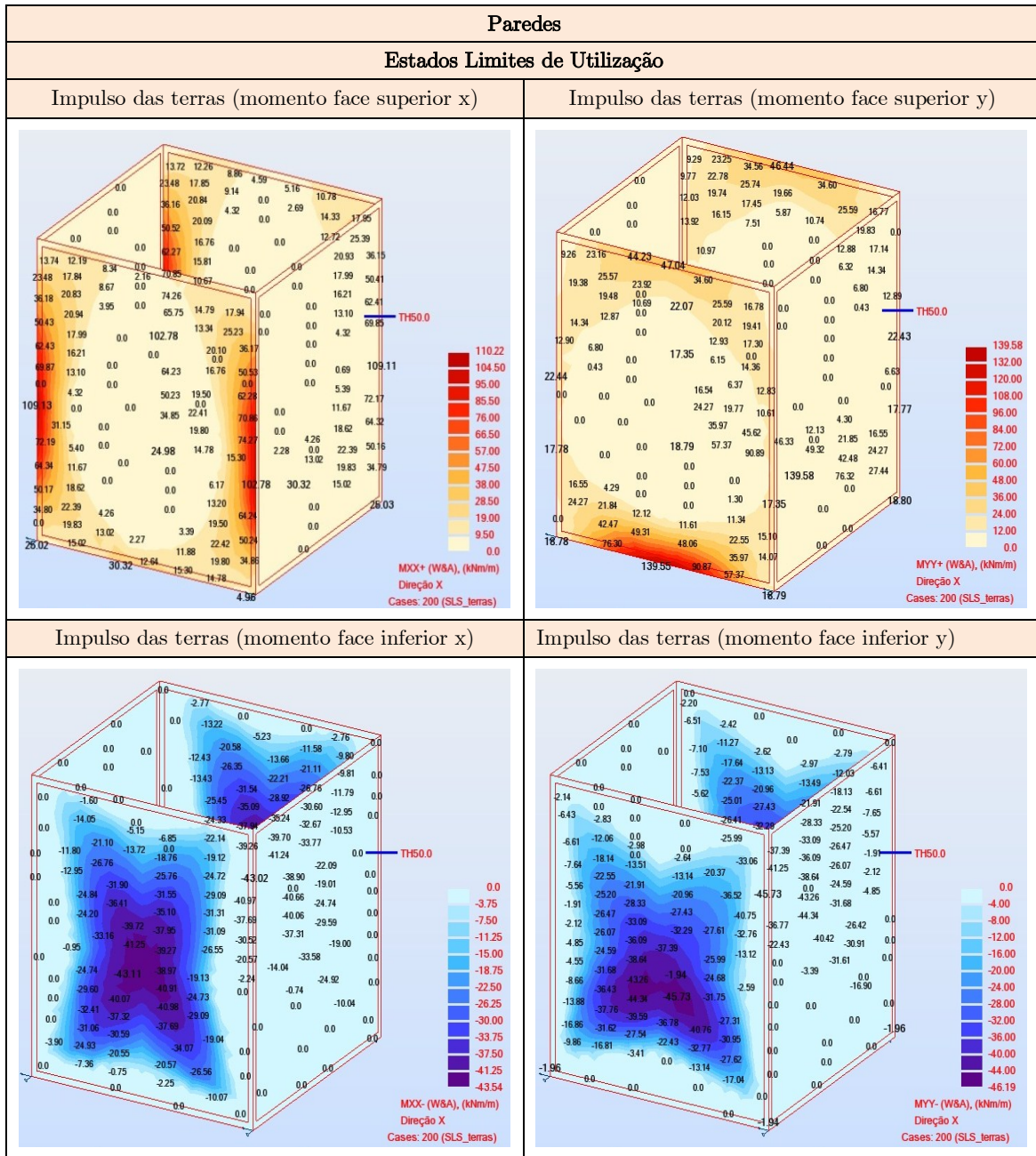
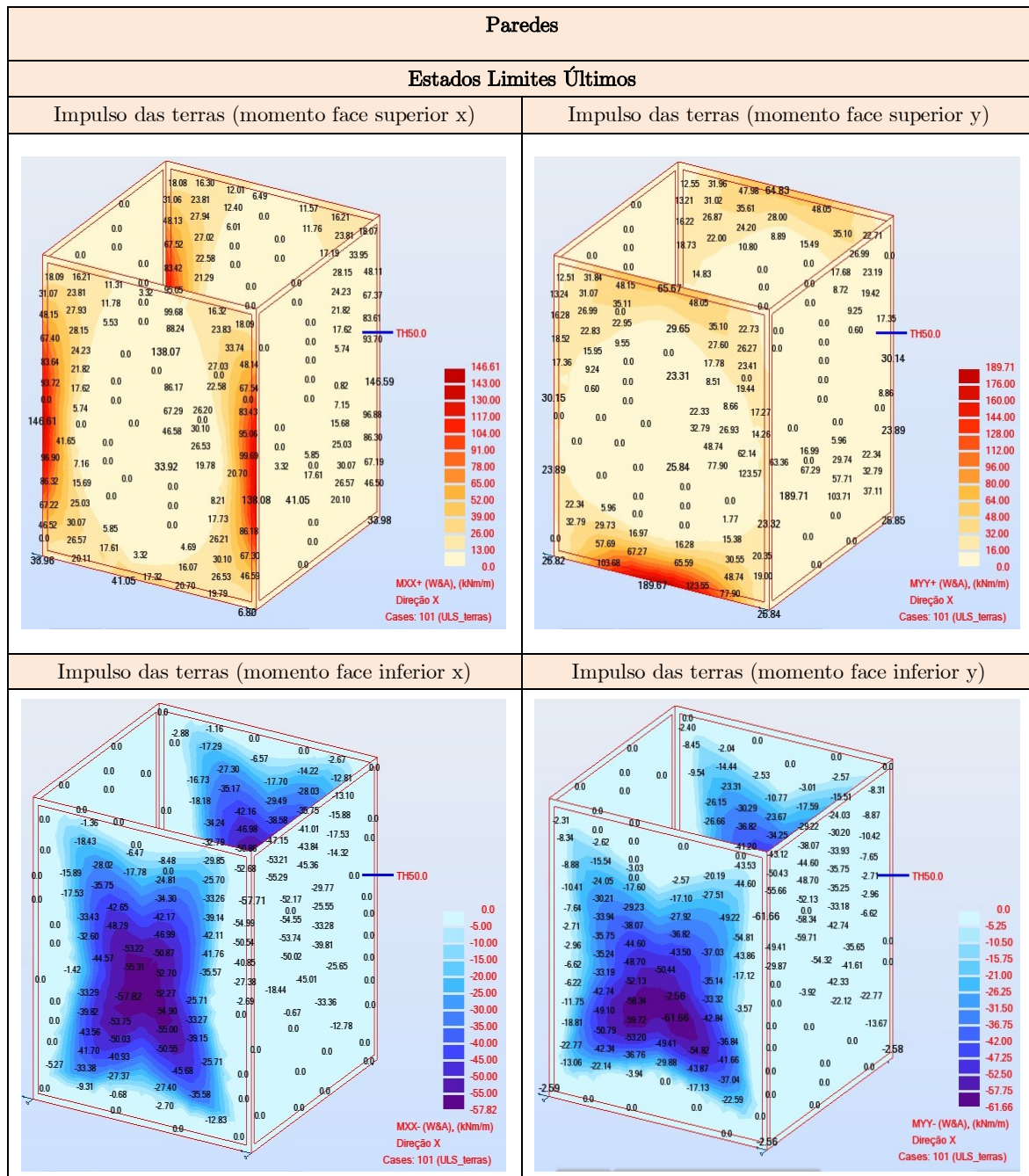


TABELA 7 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO ÀS TERRAS

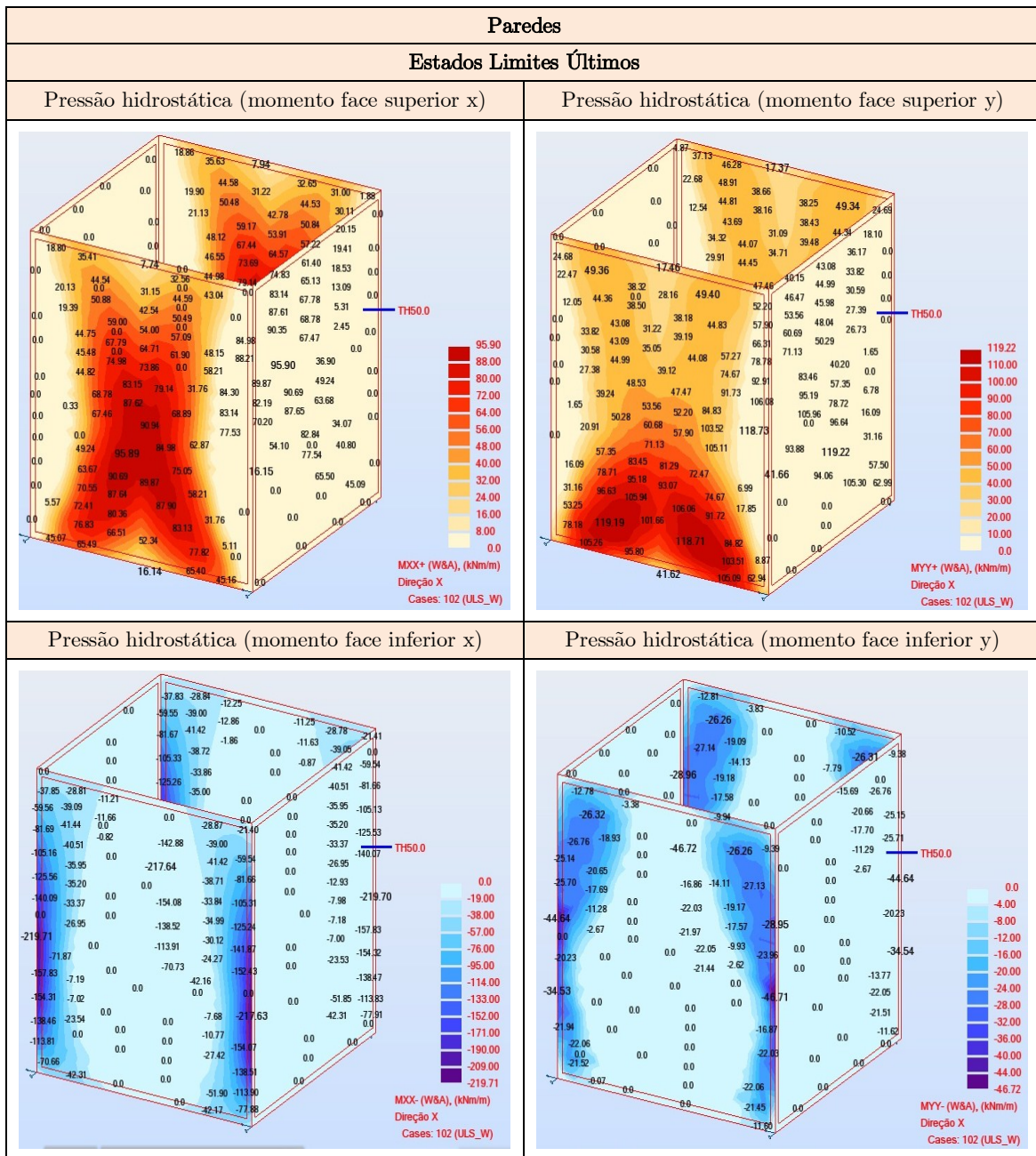


Nas paredes do reservatório considera-se a existência de impulsos laterais gerados pela existência de solo, contribui para a redução dos esforços gerados pela pressão hidrostática, sendo assim, o estudo é realizado quando o reservatório se encontra vazio. Os valores considerados são:

$$M_{\text{uplift}}^+ = 189.71 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 10.26 \text{ cm}^2 (\text{O}12//0.10)$$

$$M_{\text{uplift}}^- = -61.66 \text{ kN.m} \rightarrow A_{s_{\text{min}}} = 5.40 \text{ cm}^2 (\text{O}12//0.20)$$

TABELA 8 - VALOR DOS MOMENTOS NAS PAREDES DEVIDO À PRESSÃO  
HIDROSTÁTICA



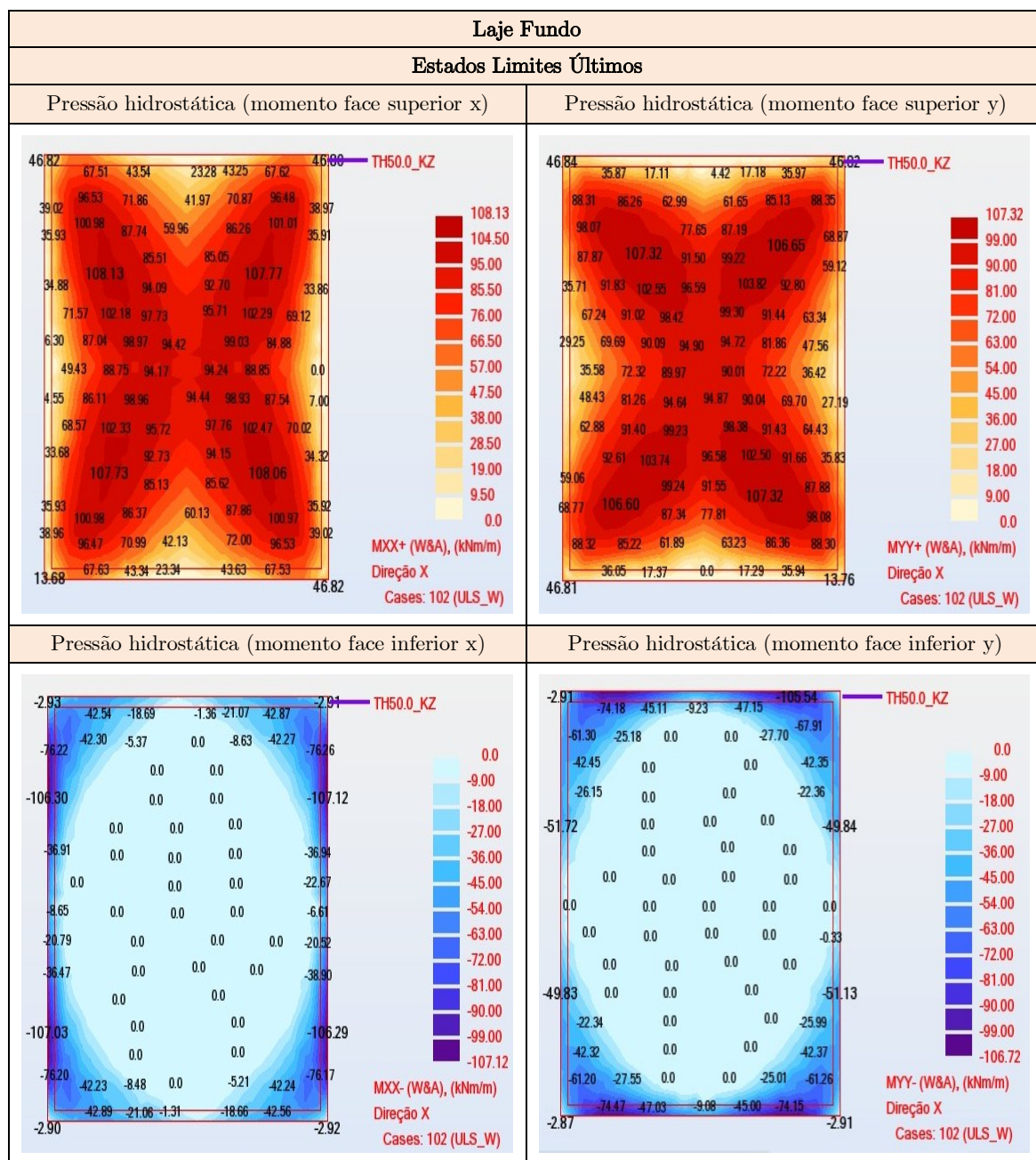
Nas paredes do reservatório considera-se a pressão hidrostática exercida pelo líquido que se encontra dentro do reservatório e sem terras na parte exterior, os valores condicionantes são:

$$M_{\text{uplift}}^+ = 119.22 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 6.35 \text{ cm}^2 (\text{O}16//0.20)$$

$$M_{\text{uplift}}^- = -219.71 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 11.98 \text{ cm}^2 (\text{O}16//0.15)$$



TABELA 9 - VALOR DOS MOMENTOS NA LAJE DE FUNDO DEVIDO À PRESSÃO  
HIDROSTÁTICA



Na laje de fundo do reservatório considera-se a pressão hidrostática exercida pelo líquido que se encontra dentro do reservatório, sem terras na parte exterior e sem o valor do uplift, os valores condicionantes são:

$$M_{\text{uplift}}^+ = 108.13 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 5.81 \text{ cm}^2 (\text{O}12//0.15)$$

$$M_{\text{uplift}}^- = -107.12 \text{ kN.m} \rightarrow A_s = 5.65 \text{ cm}^2 (\text{O}12//0.15)$$

TABELA 10 - ESFORÇO TRANSVERSO NA LAJE DE FUNDO

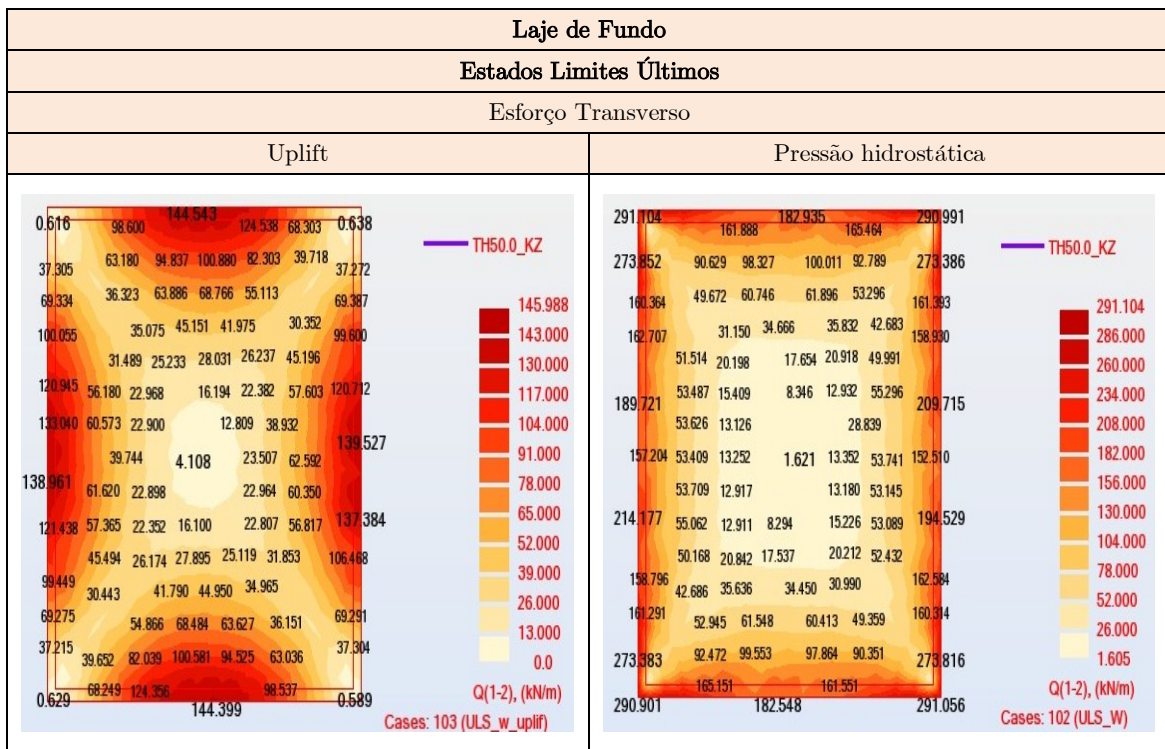
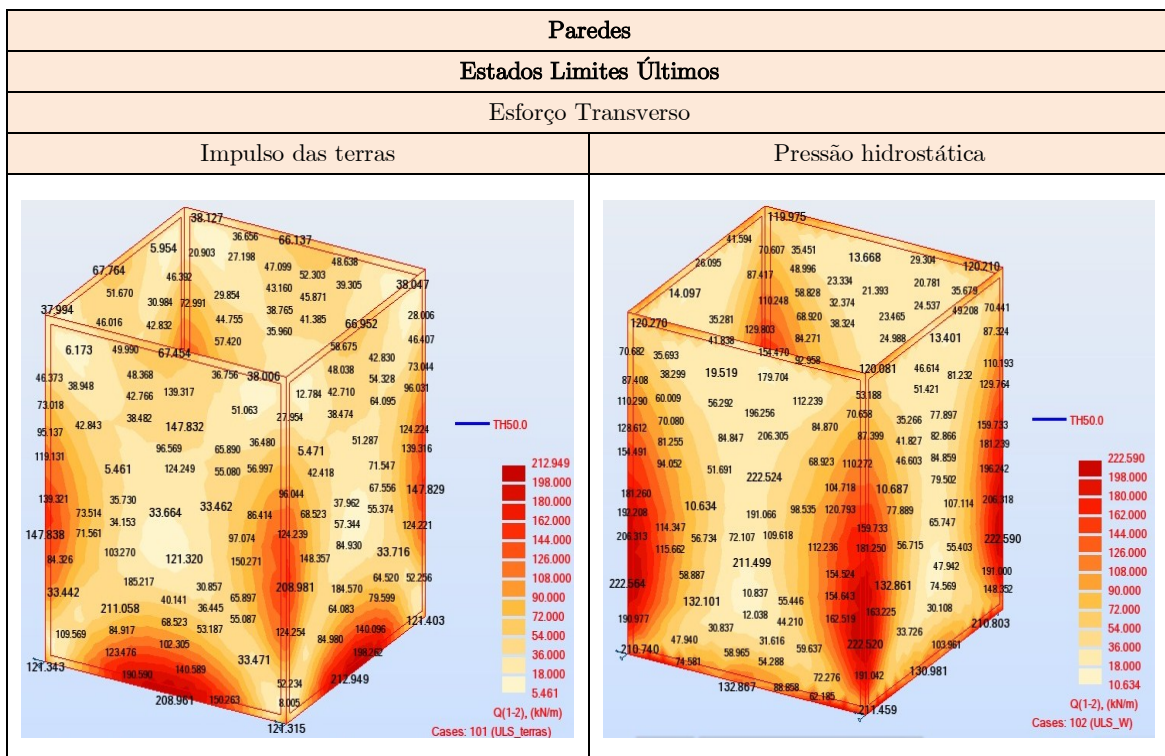


TABELA 11 - ESFORÇO TRANSVERSO NAS PAREDES



Limitando o valor ao  $V_{rdc} = 185.62 \text{ kN}$  verifica-se que só é necessário fazer reforço nos cantos, mas como o valor máximo se encontra a  $d$  do apoio, não será necessário utilizar armadura para resistir ao esforço transversal.



TABELA 12 - DEFORMADA NA LAJE DE FUNDO

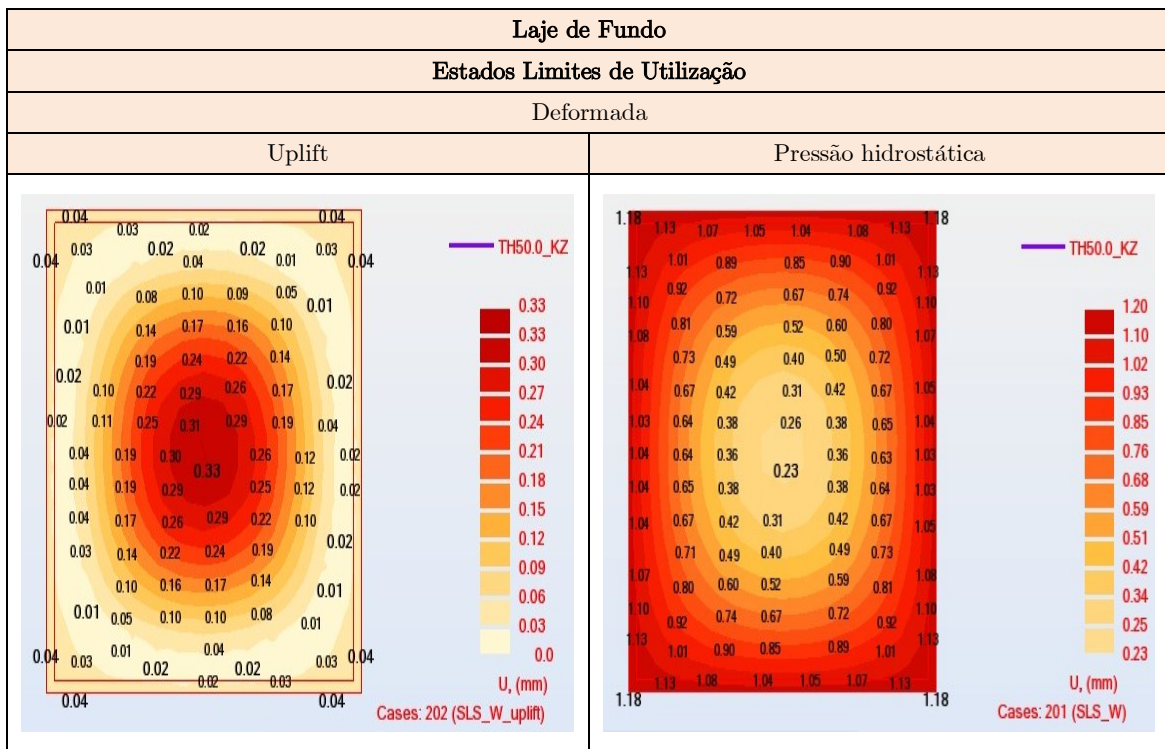
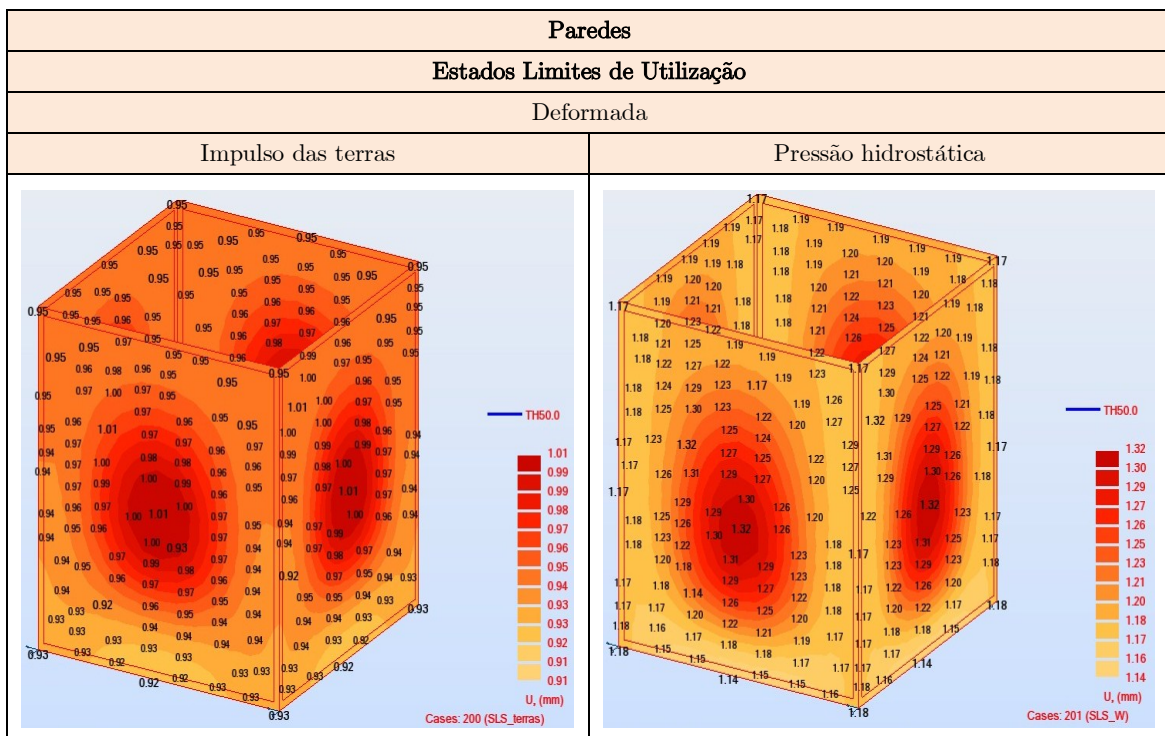


TABELA 13 - DEFORMADA NAS PAREDES



Com os valores da deformada no reservatório contata-se que a pressão hidrostática assume o papel preponderante na laje de fundo e nas paredes, assumindo o valor máximo de  $1.32\text{mm} < L/400 = 18 \text{ mm}$ .



## 7.10. DESENHO E EXECUÇÃO DAS ARMADURAS

As armaduras devem ser convenientemente amarradas de forma a assegurarem uma boa transferência para o betão das forças de aderência. Para o cálculo dos comprimentos de amarração recorre-se às cláusulas 8.4.3 e 8.4.4 do EC2. O comprimento de amarração,  $l_{bd}$ , é dado pela expressão:

$$L_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

Em que  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_5$  são coeficientes que se admitem iguais a um,  $l_{b,rqd}$  e  $l_{b,min}$  são comprimentos de amarração.

$L_{b,rqd}$  é o comprimento de amarração necessário para amarrar a força  $A_s \cdot \sigma_{sd}$  instalada num varão reto, admitindo uma tensão de aderência constante igual a  $f_{bd}$ , é igual a:

$$L_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \times (\sigma_{sd} / f_{bd})$$

Onde  $\sigma_{sd}$  pode ser considerado igual a  $f_{yd}$ ,  $f_{bd}$  é equivalente a  $2.25 \times f_{ctd}$  e  $\emptyset$  é o diâmetro do varão em metros.

De acordo com o EC2 o  $l_{b,min}$  é o comprimento de amarração mínimo se não existir nenhuma outra limitação:

- para amarrações de varões tracionados:

$$l_{b,min} > \max \{0.3 l_{b,rqd}; 10 \emptyset; 100\text{mm}\}$$

- para amarrações de varões comprimidos:

$$l_{b,min} > \max \{0.6 l_{b,rqd}; 10 \emptyset; 100\text{mm}\}$$

Os respetivos comprimentos de amarração estão representados na tabela seguinte:

TABELA 14 - COMPRIMENTOS DE AMARRAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Varões de aço	$L_{\text{tr}} (m)$	$L_{\text{cm}} (m)$	$L_{\text{a}} \text{ a utilizar } (m)$
$\emptyset 12$	0.44	0.13	0.60
$\emptyset 16$	0.58	0.17	0.70

A figura seguinte representa um corte representativo da execução das armaduras existentes no reservatório. Pode ser visualizado com maior pormenor e à escala no anexo V.

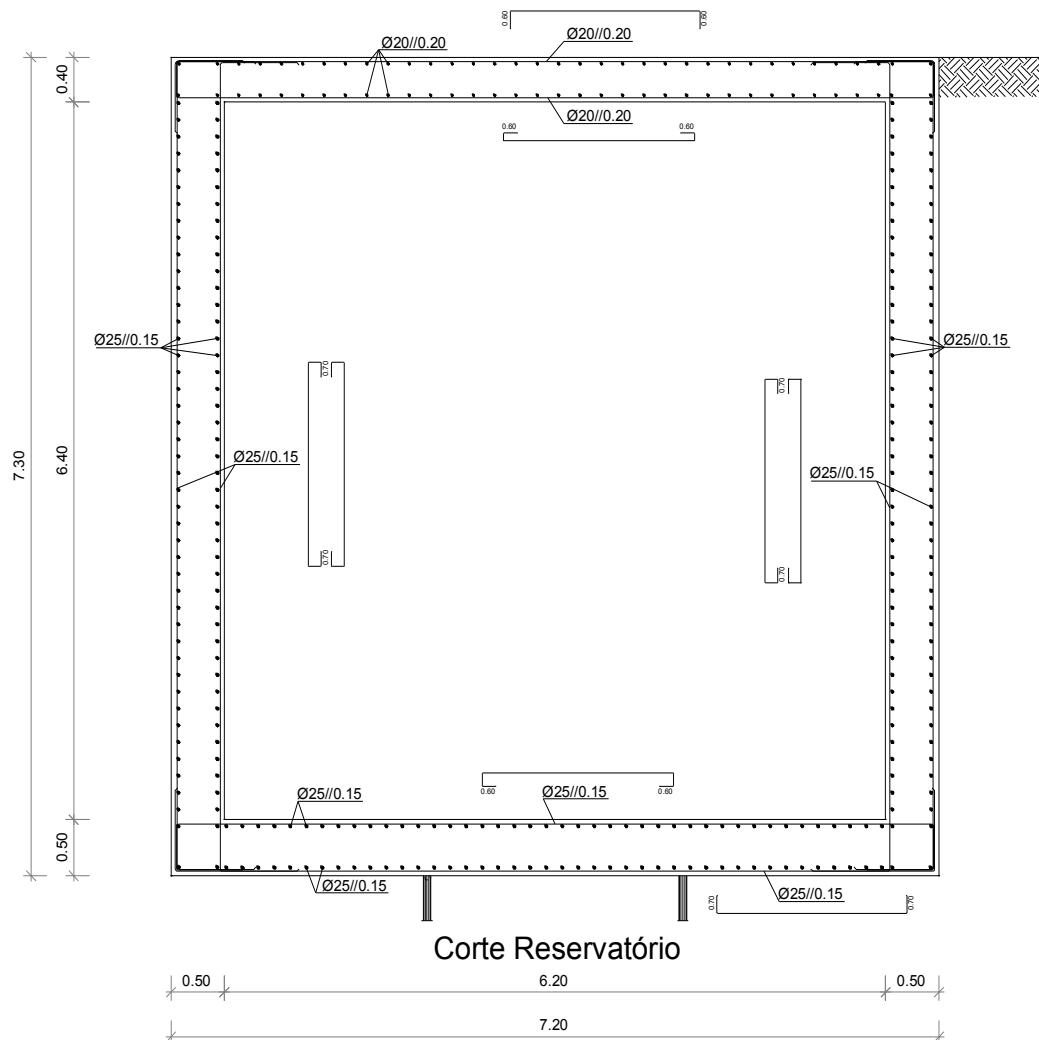
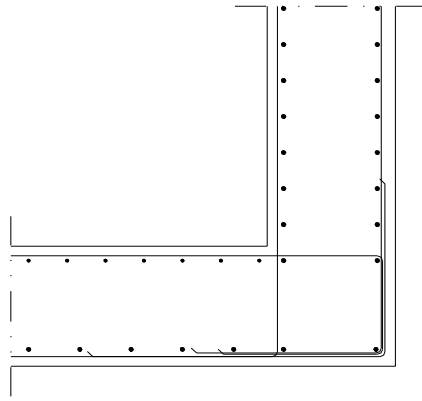


FIGURA 100 - CORTE ESTRUTURAL DO RESERVATÓRIO E RESPETIVAS ARMADURAS (AUTOCAD)



**Pormenor de Canto**

FIGURA 101 - PORMENOR DE AMARRAÇÃO DAS ARMADURAS NOS CANTOS  
(AUTOCAD)

### 7.11. CÁLCULO DA FENDILHAÇÃO

$$M_S = M_G + \Psi_1 \times M_Q = 148.70 + 0.6 \times 9.21 = 154.23 \text{ kN.m}$$

$$d = h - 0.05 = 0.5 - 0.05 = 0.45 \text{ m}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d} = \frac{32.725 \times 10^{-4}}{1 \times 0.45} = 0.00727 \times 100 = 0.727\%$$

TABELA 15 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO

$\rho$	$\xi$
0.720	0.3140
0.727	0.3154
0.740	0.3180

$$\xi = \frac{x}{d} \Leftrightarrow 0.3154 = \frac{x}{0.45} \Leftrightarrow x = 0.1419$$

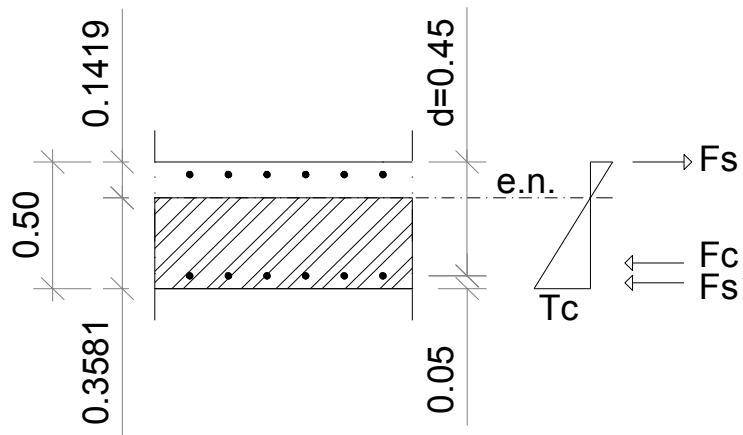


FIGURA 102 - POSIÇÃO DO EIXO NEUTRO

$$\sigma_c = C_c \times \frac{M}{b \times d^2} = 7.09 \times \frac{154.23}{1 \times 0.45^2} = 5.41 \text{ MPa}$$

TABELA 16 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO

$\rho$	$C_c$
0.720	7.11
0.727	7.09
0.740	7.04

$$\sigma_s = C_s \times \frac{M}{b \times d^2} = 153.74 \times \frac{154.23}{1 \times 0.45^2} = 117.093 \text{ MPa}$$

TABELA 17 - VALORES DA TABELA DE FENDILHAÇÃO

$\rho$	$C_s$
0.720	155.14
0.727	153.74
0.740	151.14

$$A_{c,eff} \Leftrightarrow h_{c,eff} \leq \begin{cases} 2.5 \times (h - d) = 2.5 \times (0.5 - 0.45) = 0.125 \text{ m} \\ \frac{h - x}{3} = \frac{0.5 - 0.1419}{3} = 0.119 \text{ m} \\ \frac{h}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ m} \end{cases}$$

$$s_{r,max} = K_3 C + K_1 K_2 K_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \times 0.05 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times \frac{0.025}{0.0275} = 0.3245 \text{ m}$$

$$= 324.5 \text{ mm}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{32.725 \times 10^{-4}}{1 \times 0.119} = 0.0275$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$k_t = 0.4 \text{ (carga de longa duração)}$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{31} = 6.45$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{117.093 \times 10^3 - 0.4 \frac{2.9 \times 10^3}{0.0275} (1 + 6.45 \times 0.0275)}{200 \times 10^6} \geq 0.6 \frac{117.093 \times 10^3}{200 \times 10^6}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 3.37 \times 10^{-4} \geq 3.51 \times 10^{-4}$$

$$W_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 324.5 \times 3.51 \times 10^{-4} = 0.114 \text{ mm} < 0.15 \text{ mm}$$

### Extensões

$$\varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{117.093}{200 \times 10^3} = 0.000585 = 0.585 \text{ ‰}$$

$$\frac{\varepsilon_s}{d - x} = \frac{\varepsilon_2}{d - x - h_{c,eff}} \Leftrightarrow \frac{0.585}{0.45 - 0.1419} = \frac{\varepsilon_2}{0.45 - 0.1419 - 0.119} \Leftrightarrow \varepsilon_2 = 0.359 \text{ ‰}$$

## 8. CONCLUSÕES

Estão resumidas neste relatório de estágio muitas horas de aprendizagem e dedicação aos projetos desenvolvidos no âmbito da profissão de um Engenheiro Civil. Por mais completo que possa estar, nunca transmite todo o trabalho realizado, experiências vividas e conhecimentos adquiridos. Durante o período de estágio, e fomentado pelo Orientador e colegas de trabalho, sempre se deu importância à formação contínua consolidando assim os conhecimentos adquiridos durante o Mestrado, continuando-se sempre com a atitude empreendedora e lutadora que é característica minha e dos meus colegas de trabalho.

Graças à qualidade e também quantidade de projetos elaborados, adquiriu-se uma série de conhecimentos aplicáveis a um grande role de situações que possam eventualmente suceder no futuro, pelo que terá na generalidade dos casos um ponto de partida fidedigno no cálculo estrutural de edifícios.

Devido ao contacto permanente e regular com técnicos experientes da especialidade e outras, a confiança e valia técnica é agora largamente mais vasta, nunca sendo negado qualquer tipo de dúvida ou esclarecimento adicional. Refere-se em particular o apoio e o ensinamento dos orientadores Engenheiro Lívio Oliveira e do Engenheiro José Lello, referências sem a qual, certamente tornaria a aprendizagem da especialidade mais difícil.

No decorrer do presente estágio, a instrução dos orientadores revelou-se essencial para o desenvolvimento do processo de aprendizagem e fundamentaram a constante procura de um melhor desempenho profissional e pessoal.

Dos diversos ensinamentos, evidencia-se a importância para a necessidade de uma conduta totalmente irrepreensível no domínio ético e deontológico, para que nunca possam ser postas em causa as atitudes da equipa de Projetistas. Salienta-se que a orientação

passou também pelo modo de abordar e conduzir reuniões de coordenação dos diferentes projetos, sempre contando com todo o profissionalismo e assistência técnica requisitada, procurado acima de tudo, responsabilidade profissional.

O Orientador sempre procurou motivar toda a equipa JFAengenharia através de reuniões gerais de coordenação de projetos, deixando sempre claro que o profissionalismo, o brio e a concentração são importantíssimos no desenvolver de qualquer atividade profissional ou pessoal. O meu especial agradecimento ao Orientador.

Finalizando, tentaram-se em todas as ocasiões, requisitadas ou não, cumprir todos os objetivos propostos e definidos no início do estágio sempre ao máximo das capacidades intelectuais e profissionais características de um Engenheiro Civil, pelo que se consideram superados os objetivos propostos.



## 9. BIBLIOGRAFIA

Durante o período de estágio, inerente à aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado, está a consulta de bibliografia específica. Para além dos apontamentos das disciplinas referidas anteriormente, consultou-se ainda:

- R.S.A. – “Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes”, Decreto-Lei N. 235/85, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa 1983;
- REBAP – “Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré- Esforçado”, Decreto-Lei N. 349/C/83, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa 1983;
- REAE – “Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios”, Decreto-Lei N. 174/86, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa 1986;
- Euro código 1 – “Bases do Projeto e Ações em Estruturas” (Pré-norma Europeia);
- NP ENV 1993 - Euro código 2 – “Projeto de Estruturas de Betão”;
- NP ENV 1992 - Euro código 3 – “Projeto de Estruturas de Aço”;
- NP ENV 1994 - Euro código 4 – “Projeto de Estruturas mistas Aço/Betão”;
- NP ENV 206 – Betão. Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade;
- J. S. Brazão Farinha e A. Correia dos Reis - “Tabelas Técnicas”;
- Gabinete de estruturas, Faculdade de Engenharia - “Curso sobre Nova Regulamentação sobre Estruturas”, Porto 1986;
- Silvério Coelho – “Tecnologia de Fundações”, Escola Profissional Gustavo Eiffel 1996;
- J. D’arga e Lima, Vítor Monteiro e Mary Mun – “Betão Armado – Esforços Normais e de Flexão”, LNEC 1999;

- J. Calavera, “Calculo de Estructuras de Cimentacion”, 3ª Edicion – INTEMAL – Instituto Tecnico de Materiales y Construcciones;
- Joints in Steel Construction – Moment Connections, The Steel Construction Institute;
- Joints in Steel Construction – Simple Connections, The Steel Construction Institute;
- Paulo B. Lourenço e Joaquim A. Figueiras, Automatic Design of Reinforcement in Concrete Plates and Shells.

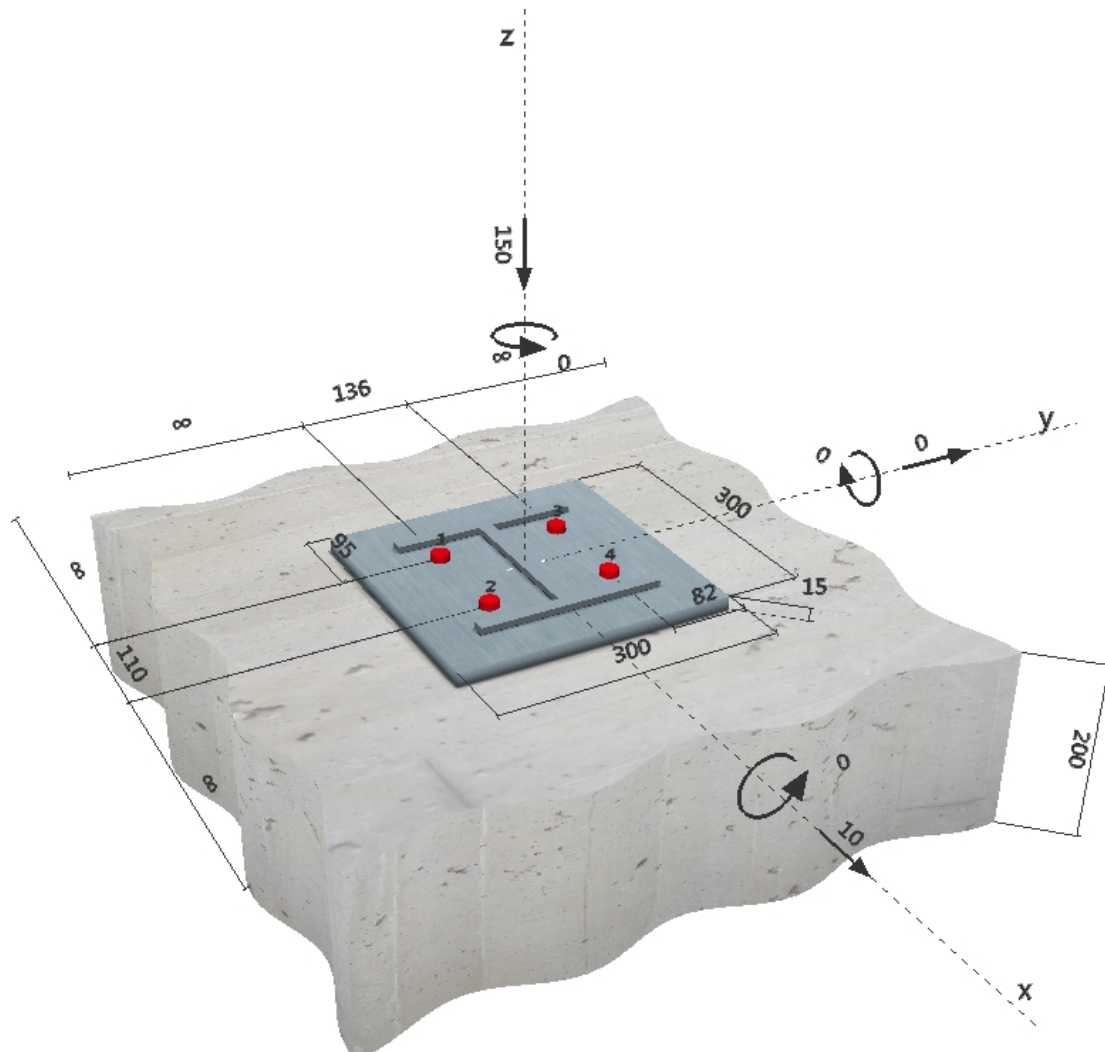
Anexos

Anexo I

Relatório técnico da Hilti

**Comentários do projectista:**
**1 Dados de Cálculo**


<b>Tipo e dimensão da ancoragem:</b>	<b>HIT-HY 200-A + HIT-Z-R M20</b>
Prof. efectiva de ancoragem:	$h_{ef,opti} = 100 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = 100 \text{ mm}$ )
Material:	A4
Homologação N.º:	ETA 12/0006
Publicados   Válidos:	28-09-2012   10-02-2017
Verificação:	método de cálculo ETAG BOND; EOTA TR 029
Afastamento da chapa:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (sem afastamento da chapa); $t = 15 \text{ mm}$
Chapa de fixação:	S 235 (St 37); $E = 210000.00 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$ $I_x \times I_y \times t = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ ; (Espessura da chapa recomendada: calculado)
Perfil:	IPB/HEB; (L x W x T x FT) = $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$
Material Base:	não fendilhado Betão, C20/25, $f_{cc} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 200 \text{ mm}$ , Temp. curto/longo: 0/0 °C
Instalação:	Diâmetro de furo com perfurador, Condições de instalação: seco
Armadura:	Sem armadura ou com armadura com espaçamento $\geq 150 \text{ mm}$ (qq $\emptyset$ ) or $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) sem armadura de bordo longitudinal

**Geometria [mm] & Carga [kN, kNm]**


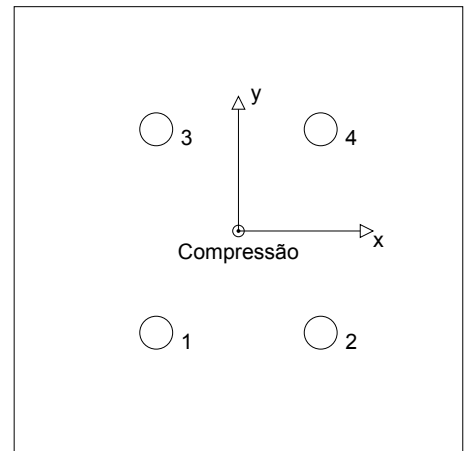
## 2 Combinação de Carga/Resultantes

Combinação de Carga: Cargas de dimensionamento

### Reacções nas ancoragens [kN]

Tracção: (+Tracção;-Compressão)

Ancoragem	Tracção	Carga de corte	Corte em x	Corte em y
1	0.000	2.500	2.500	0.000
2	0.000	2.500	2.500	0.000
3	0.000	2.500	2.500	0.000
4	0.000	2.500	2.500	0.000

 Extensão máxima à compressão da alvenaria: 0.06 [‰]  
 Resistência máxima à compressão da alvenaria: 1.67 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tracção resultante em (x/y)=(0/0): 0.000 [kN]  
 Compressão resultante em (x/y)=(0/0): 150.000 [kN]


## 3 Análise à Tracção (EOTA TR 029, Secção 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidade [kN]	Utilização $\beta_N$ [%]	Estado
Rotura do aço*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rotura combinada por arranque (pull-out) - cone de betão**	N/A	N/A	N/A	N/A
Rotura por cone de betão**	N/A	N/A	N/A	N/A
Rotura por fendilhação (splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

\* ancoragem mais solicitada    \*\*grupo de ancoragens (ancoragens sob tracção)

## 4 Análise ao Corte (EOTA TR 029, Secção 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidade [kN]	Utilização $\beta_v$ [%]	Estado
Rotura do aço (sem braço de binário)*	2.500	70.400	4	OK
Cedência do aço (com braço de binário)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rotura por efeito de alavanca (pryout)**	10.000	133.739	8	OK
Rotura do bordo de betão na direcção **	N/A	N/A	N/A	N/A

\* ancoragem mais solicitada \*\*grupo de ancoragens (ancoragens relevantes)

### 4.1 Rotura do aço (sem braço de binário)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]
88.000	1.250	70.400	2.500

### 4.2 Rotura por efeito de alavanca (cone de betão)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor			
178760	90000	150	300	2.000			
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$	
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	10.100	
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]				
50.500	1.500	133.739	10.000				

## 5 Deslocamento (ancoragem mais solicitada)

Carregamento a curto prazo:

$$N_{Sk} = 0.000 \text{ [kN]} \quad \delta_N = 0.000 \text{ [mm]}$$

$$V_{Sk} = 1.852 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0.074 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0.074 \text{ [mm]}$$

Carregamento a longo prazo:

$$N_{Sk} = 0.000 \text{ [kN]} \quad \delta_N = 0.000 \text{ [mm]}$$

$$V_{Sk} = 1.852 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0.111 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0.111 \text{ [mm]}$$

Comentários: Os deslocamentos à tracção são válidos com metade do torque de aperto requerido para o não fendilhado betão! Os deslocamentos ao corte são válidos sem atrito entre o betão e chapa de fixação! A folga do furo no material base e na chapa não é considerada neste cálculo!

Os deslocamentos aceitáveis para as ancoragens dependem da natureza da estrutura a fixar e devem ser definidos pelo projectista!

## 6 Avisos

- Assume-se que a chapa é suficientemente rígida e indeformável de modo a não se deformar quando sujeita às acções previstas!
- Esta espessura de fixação não é standard. Por favor contactar a Hilti para averiguar plausibilidade de fornecimento!
- A verificação da transferência de cargas para o material base deve ser efectuada de acordo com EOTA TR 029 Secção 7!
- O cálculo somente é válido se o diâmetro do furo não for superior ao valor dado na Tabela 4.1 da EOTA 001 TR029! Para diâmetros superiores do furo, ver Capítulo 1.1 da EOTA TR029!
- A lista suplementar neste relatório é apenas para informação do utilizador. Em qualquer caso, as instruções para utilização disponibilizadas com o produto têm de ser cumpridas para garantir a correta instalação.
- A tensão de aderência característica depende das temperaturas a curto e longo prazo.
- Não é necessária armadura de bordo para evitar a rotura por fendilhação

**O cálculo da fixação cumpre o regulamento em vigor!**

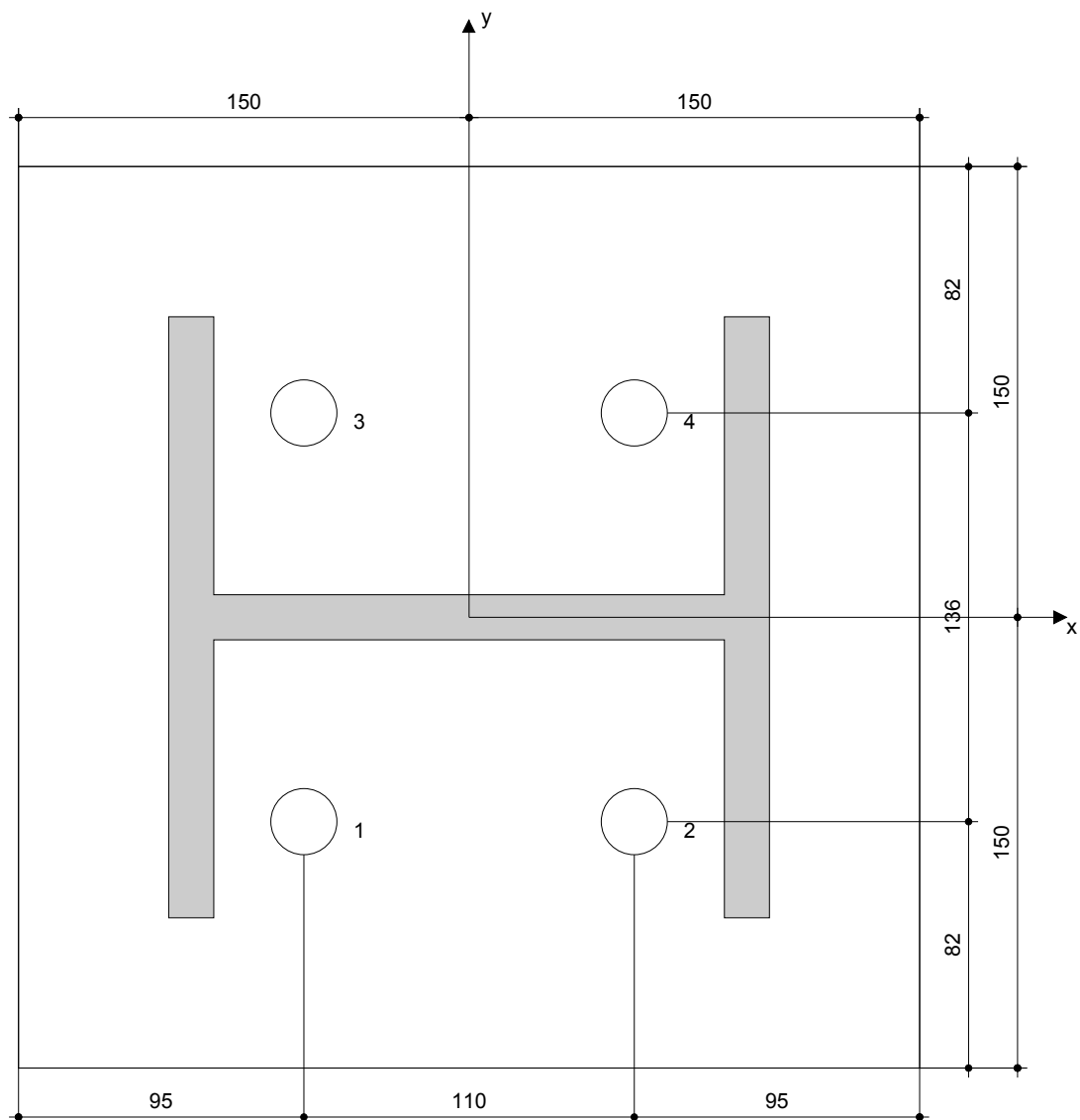
## 7 Pormenores da Instalação

Chapa de fixação, aço: S 235 (St 37);  $E = 210000.00 \text{ N/mm}^2$ ;  $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$   
 Perfil: IPB/HEB; 200 x 200 x 15 x 15 mm  
 Diâmetro do furo na chapa:  $d_f = 22 \text{ mm}$   
 Espessura da chapa (introduzir): 15 mm  
 Espessura da chapa recomendada: calculado  
 Limpeza: Não é necessária a limpeza do furo.

Tipo e dimensão da ancoragem: HIT-HY 200-A + HIT-Z-R, M20  
 Torque de aperto: 0.150 kNm  
 Diâmetro do furo no material base: 22 mm  
 Profundidade do furo : 156 mm  
 Espessura mínima do material base: 200 mm

### 7.1 Acessórios necessários

Perfuração	Limpeza	Configuração
<ul style="list-style-type: none"> <li>Martelo perfurador</li> <li>Broca de tamanho adequado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não são necessários acessórios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispensador incluindo cassete e misturador</li> <li>Chave dinamométrica</li> </ul>



### Coordenadas das ancoragens [mm]

Ancoragem	x	y	C-x	C+x	C-y	C+y
1	-55	-68	-	-	-	-
2	55	-68	-	-	-	-
3	-55	68	-	-	-	-
4	55	68	-	-	-	-



**www.hilti.pt**Empresa:  
Projectista:  
Endereço:  
Telefone | Fax: |  
E-mail:Página: 5  
Projecto:  
Sub Projecto | Pos. N.º:  
Data: 16-05-2013

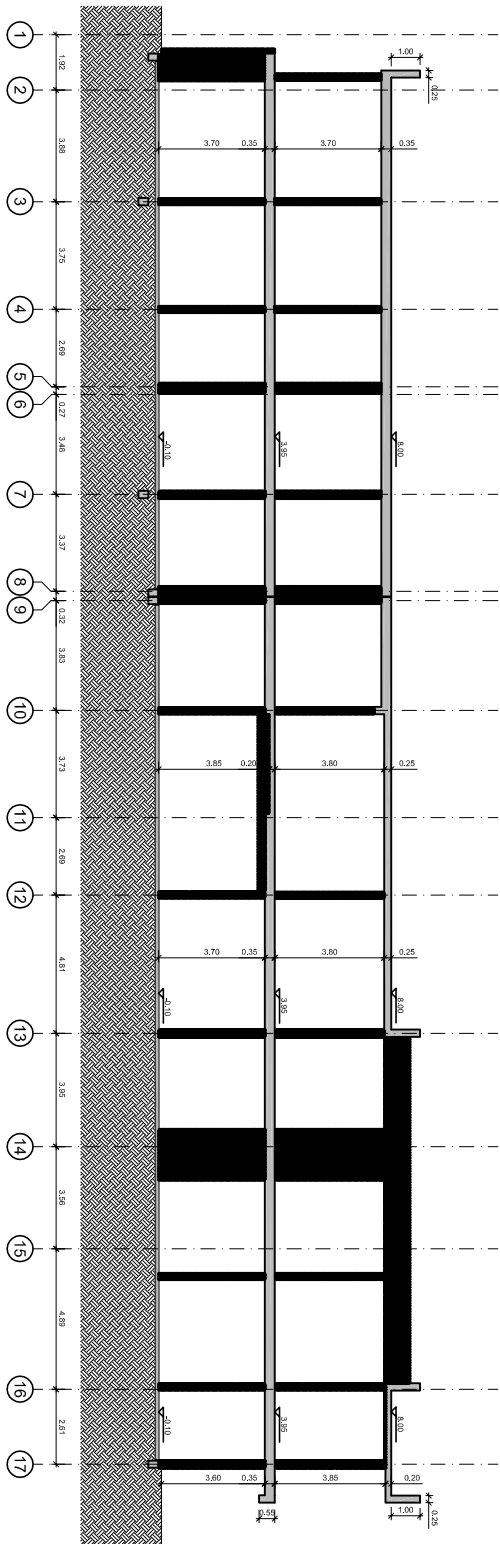
---

## 8 Observações; Cooperação

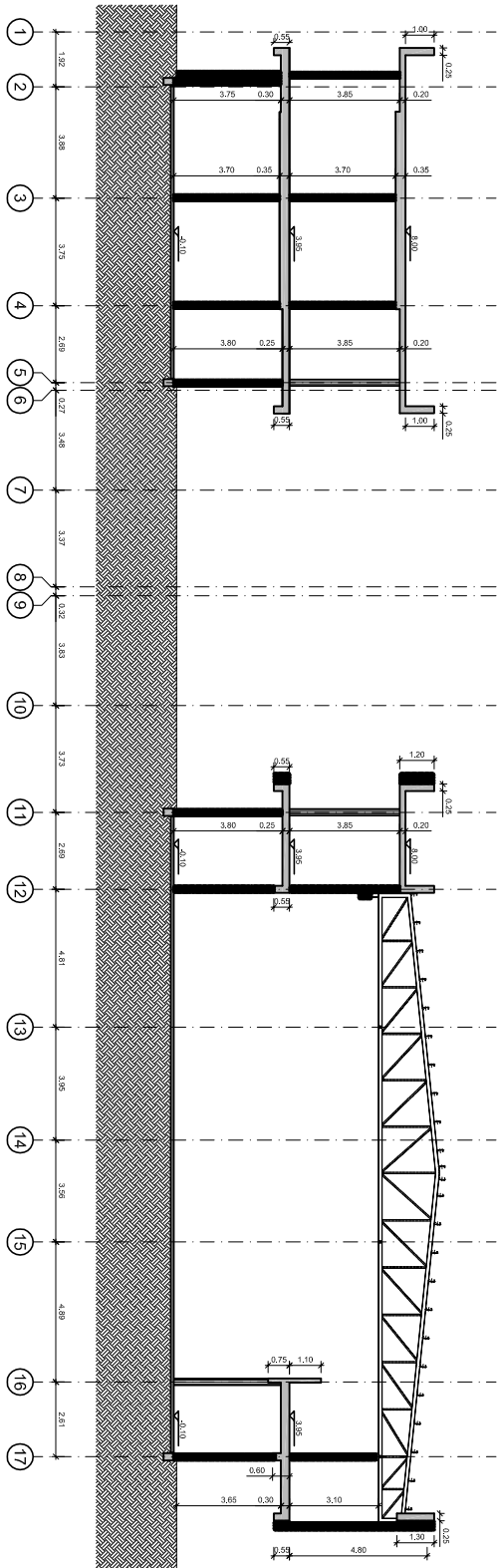
- Todas as informações e todos os dados contidos no Programa só dizem respeito à utilização dos produtos da Hilti e baseiam-se em princípios, fórmulas e regulamentações de segurança em conformidade com avisos técnicos da Hilti e instruções de funcionamento, montagem, ligação, etc., que o utilizador deve seguir à risca. Todos os números aí apresentados são médias; em consequência, testes de utilização específicos devem ser conduzidos antes da utilização do produto da Hilti aplicável. Os resultados dos cálculos executados por intermédio do Programa assentam essencialmente nos dados que aí inseriu. Em consequência, é o único responsável pela ausência de erros, exaustividade e pertinência dos dados inseridos ao seu cuidado. Além disso, é o único responsável pela verificação dos resultados do cálculo e da sua validação por um perito, particularmente no que diz respeito ao cumprimento de normas e permissões aplicáveis antes da sua utilização para o seu sítio em particular. O programa só serve para ajudar a interpretar as normas e as permissões sem nenhuma garantia respeitante à ausência de erros, à exactidão e à pertinência dos resultados ou a sua adaptação a uma aplicação específica.
- Deverá tomar todas as medidas necessárias e razoáveis para impedir ou limitar os danos causados pelo Programa. Mais particularmente, deverá adoptar disposições próprias para efectuar regularmente cópias de segurança dos programas e dos dados e, se aplicável, executar as actualizações regularmente fornecidas pela Hilti. Se não utilizar a funcionalidade AutoUpdate do Programa, deve certificar-se de que utiliza em cada caso a versão actual e actualizada do Programa, executando as actualizações manualmente através do Sítio Web da Hilti. A Hilti não assumirá qualquer responsabilidade por nenhuma consequência, como por exemplo, a necessidade de recuperar requisitos ou programas perdidos ou danificados, que derivem de uma falta culpável da sua parte quanto às suas obrigações.

Anexo II

Peças desenhadas Centro Escolar de Silvalde, Espinho



Corte A-A  
Escala 1:100



Corte B-B  
Escala 1:100

Departamento de Engenharia Civil

Nome: JCALAPO

Matrícula: 1460

Data: 13/01/2013

Disciplina: 1301

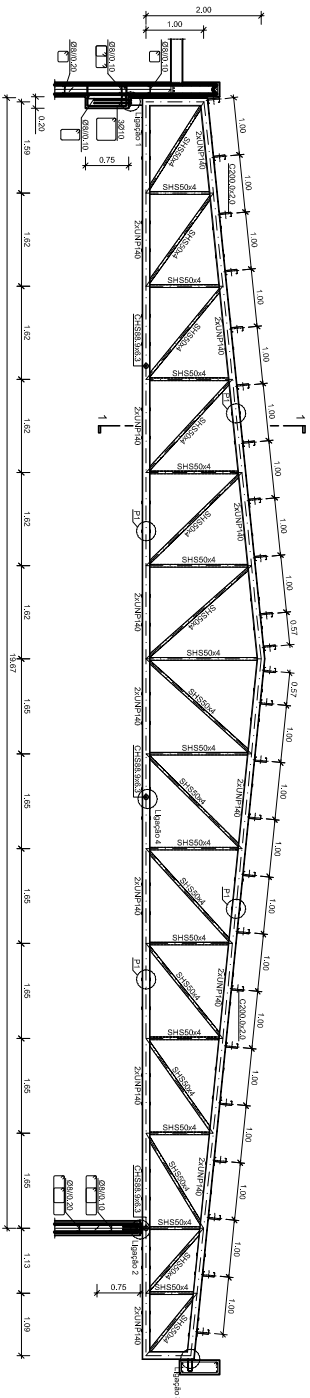
Trabalho: 1301

Título do Trabalho: Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas

Forma nº: 1

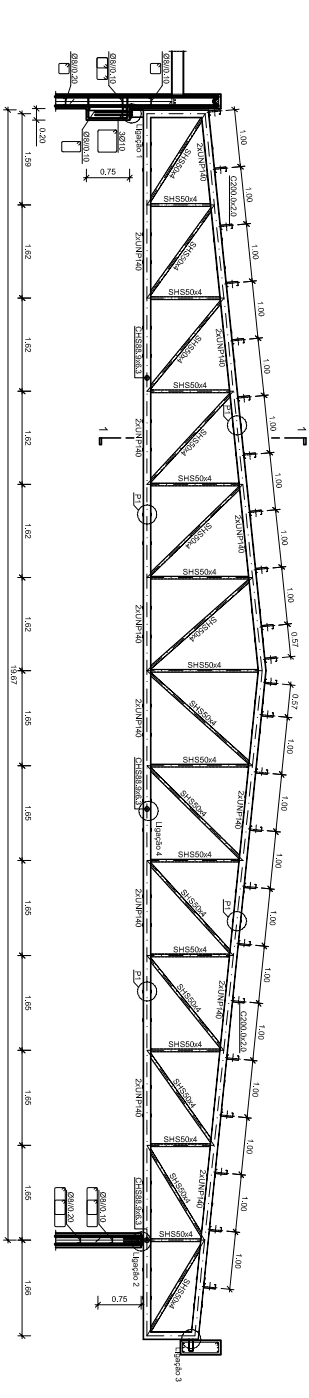
Título do Documento: Cortes estruturais

Trabalho nº: 1301



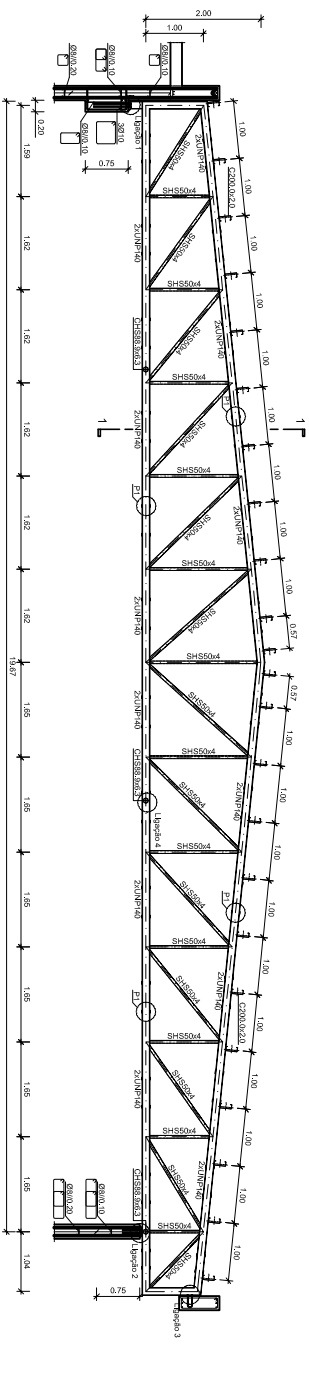
Treliça Metálica - Alinhamento G/H

Escala 1:50



Treliça Metálica - Alinhamento I

Escala 1:50

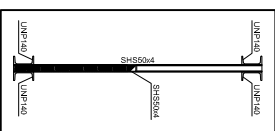


Treliça Metálica - Alinhamento J

Escala 1:50

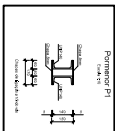
Corte 1-1

Escala 1:20



Parafuso P1

1.0x1.0



Ligação 1

Corte 1-1

Escala 1:1



Ligação 2

Corte 2-2

Escala 1:1



Ligação 2

Corte 1-1

Escala 1:1



Ligação 3

Corte 2-2

Escala 1:1



Ligação 3

Corte 1-1

Escala 1:1



Ligação 4

Corte 2-2

Escala 1:1



Ligação 4

Corte 1-1

Escala 1:1



Ligação 4

Corte 2-2

Escala 1:1



Departamento de Engenharia Civil

Título do trabalho: Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de escafiçaria no ramo das estruturas

Disciplina: Cálculo de Estruturas

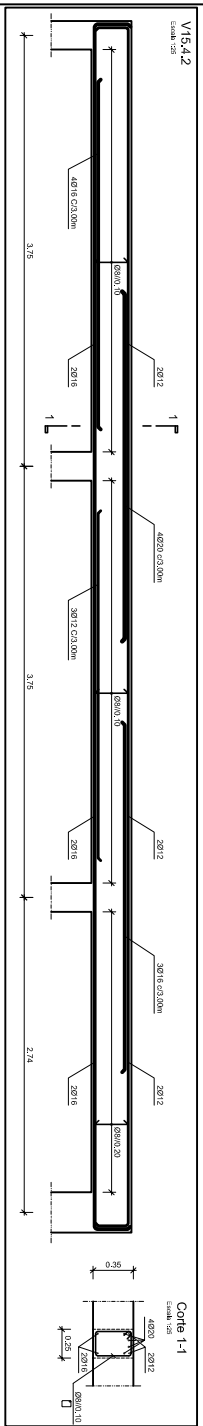
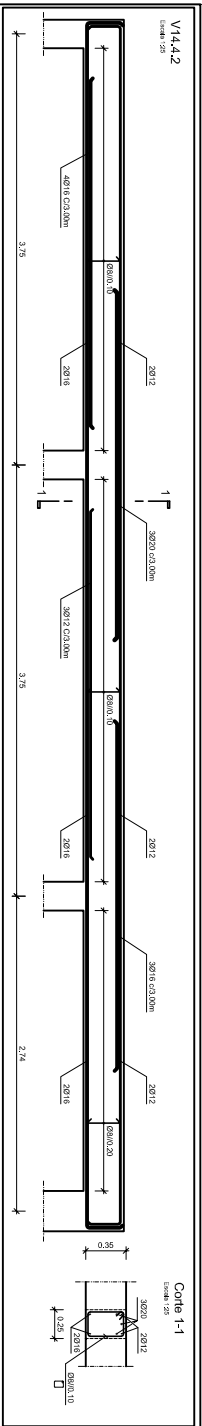
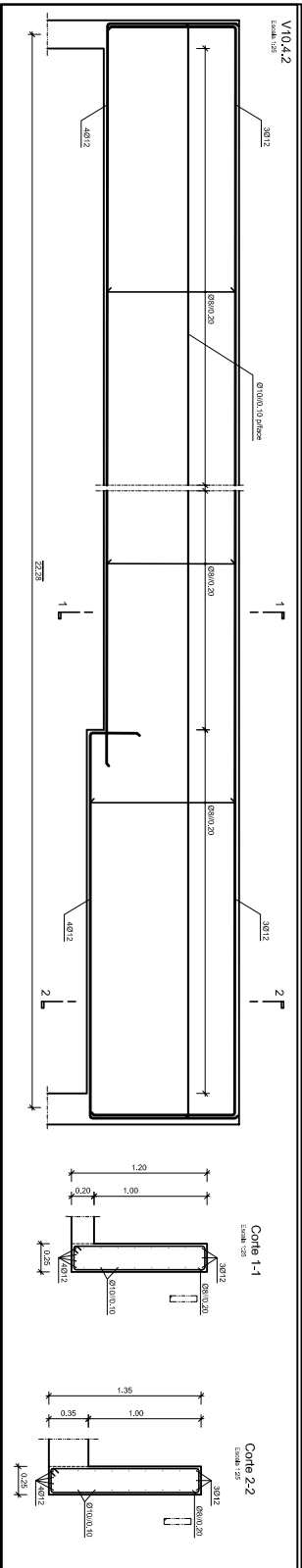
Data: 13/07/2013

Desenho nº: 2

Formato nº: 1

Título do desenho: Treliça metálica e componentes de ligação

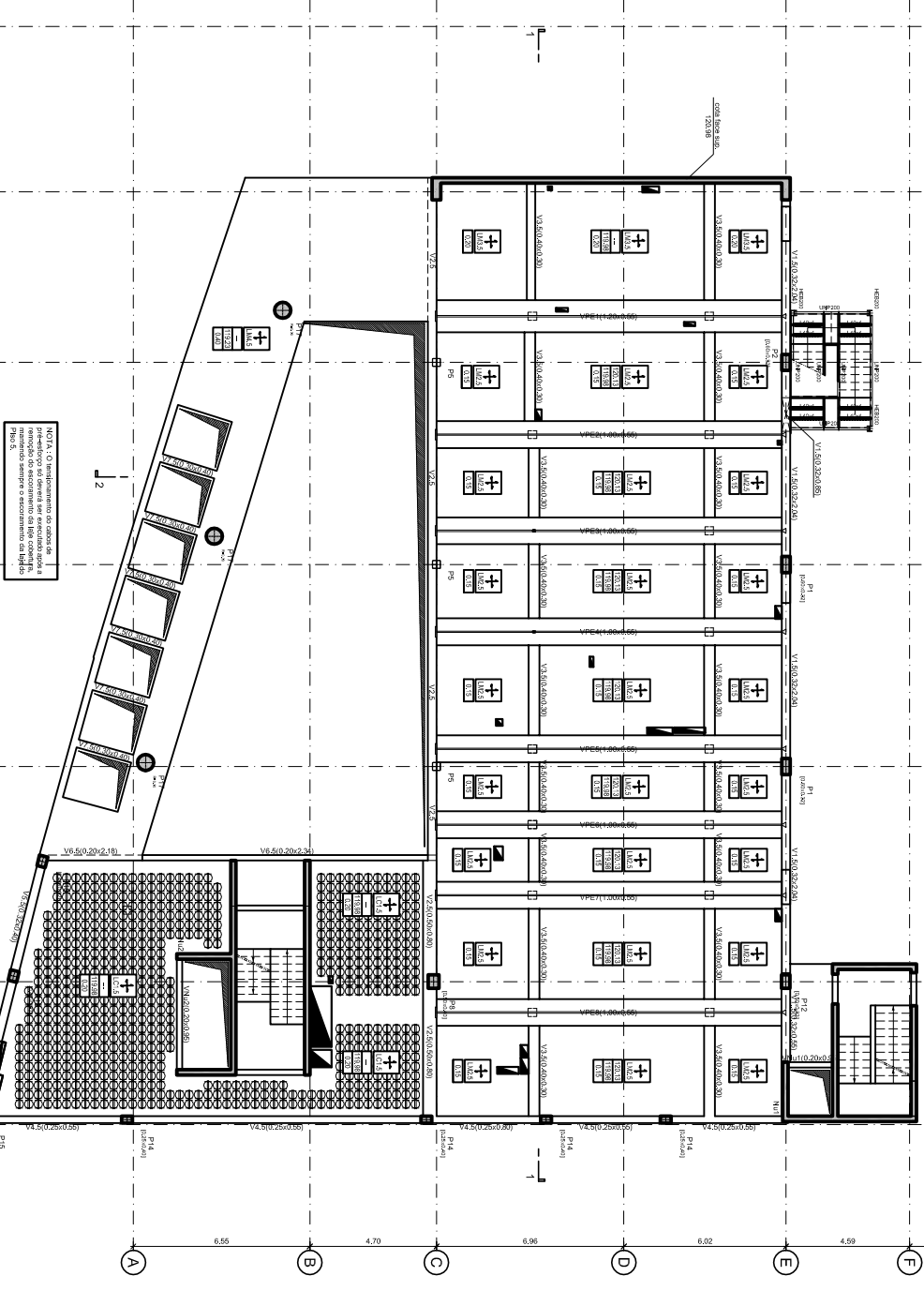
Version: 1/01



<p>Departamento de Engenharia Civil</p>		Título do Trabalho:	
		<p>Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas</p>	
Nome:	RSC:	Disciplina:	
Escala: 1/5		Título do Trabalho:	
Data:	13/07/2013	Folha nº:	
Desenho nº:	3	Total de folhas:	
Version:	1/01	Formas e cortes das Vigas	

Anexo III

Peças desenhadas da Igreja Universal do Reino de Deus, Maculusso



NOTA: O reforço de concreto da laje deve ser executado de acordo com a especificação sempre e escoramento da laje.

Planta Estrutural Piso 5  
Escala: 1:100

ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

ITEM	QUANTIDADE	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO
1	100,00	m³	CONCRETO FUNDADO
2	100,00	m³	CONCRETO ARMADO
3	100,00	m³	CONCRETO DE LAJE
4	100,00	m³	CONCRETO DE PAREDE
5	100,00	m³	CONCRETO DE COLUNA
6	100,00	m³	CONCRETO DE LADEIRA
7	100,00	m³	CONCRETO DE FUNDAÇÃO
8	100,00	m³	CONCRETO DE LAJE DE FUNDAÇÃO
9	100,00	m³	CONCRETO DE LAJE DE FUNDAÇÃO
10	100,00	m³	CONCRETO DE LAJE DE FUNDAÇÃO

ACORDO	ESPECIFICAÇÃO
ACORDO 1	ACORDO 1
ACORDO 2	ACORDO 2
ACORDO 3	ACORDO 3
ACORDO 4	ACORDO 4
ACORDO 5	ACORDO 5
ACORDO 6	ACORDO 6
ACORDO 7	ACORDO 7
ACORDO 8	ACORDO 8
ACORDO 9	ACORDO 9
ACORDO 10	ACORDO 10

Nota 1: O projeto de fundação deve ser elaborado de acordo com as especificações técnicas vigentes para o tipo de solo e carga aplicada. Nota 2: O projeto de fundação deve ser elaborado de acordo com as especificações técnicas vigentes para o tipo de solo e carga aplicada.

**Departamento de Engenharia Civil**

Título do Trabalho: Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas

Disciplina: Não

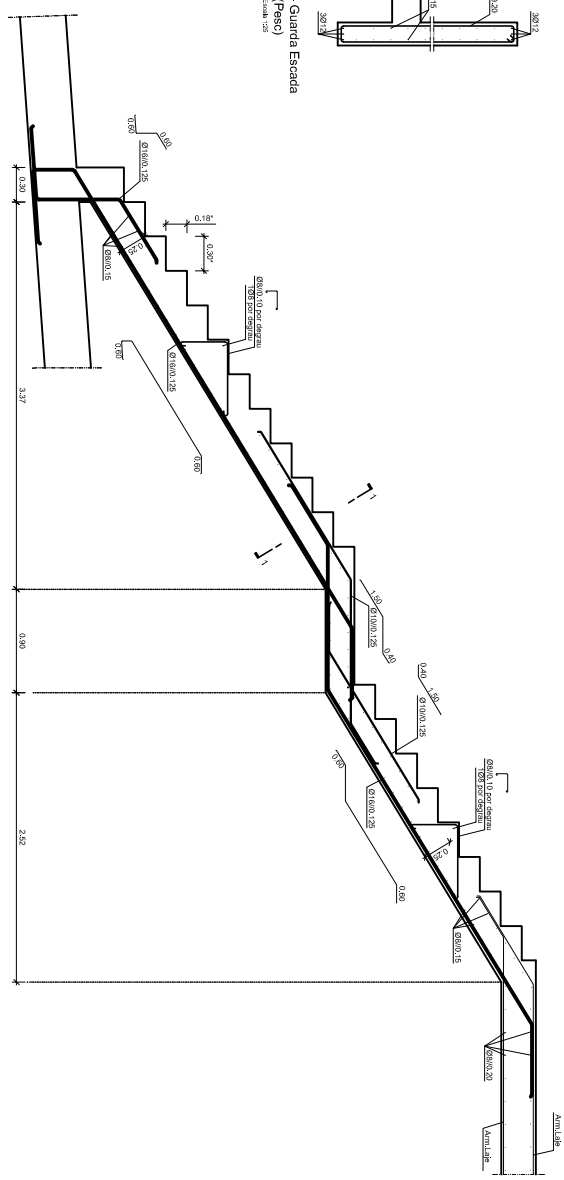
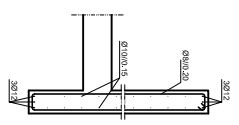
Data: 13/07/2013

Desenho nº: 1

Projeto nº: 134

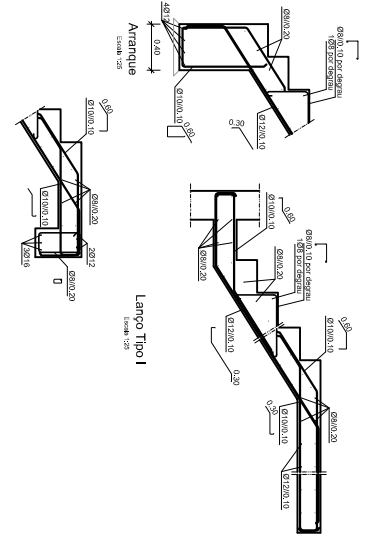
Título do Documento: Planta estrutural de piso 5

Corte 1-1 - Guarda Escada (Pass) Escada 102

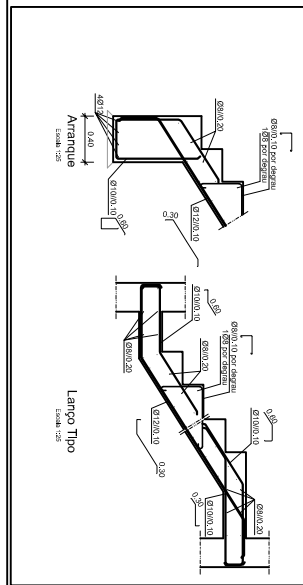


Corte Longitudinal Escada 102

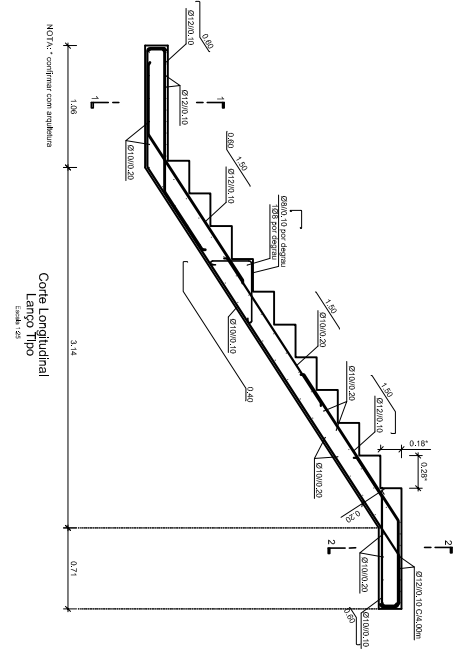
E2.N.2



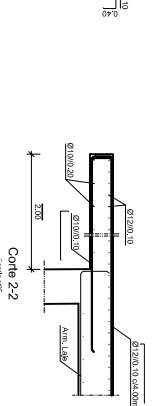
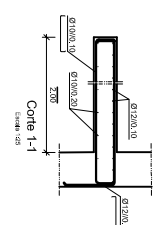
E1.N.1, E1.N.2, E3



E6



Corte Longitudinal Lanço Tipo Escada 102



Departamento de Engenharia Civil

Título do Trabalho: Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas

Formas nº: 1

Dispositivo nº: 2

Volume: 1

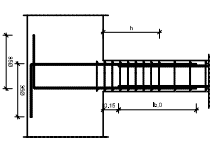
Formas nº: 1

Formas nº: 1

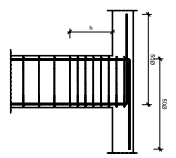


Escala: 1/25	Pilar	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Pilar Cobertura (Pilar 6)									
Pilar 5									
Pilar 4									
Pilar 3									
Pilar 2									
Pilar 1									
Pilar 0									
Pilar 01									
Fundado									

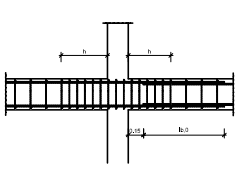
ARRANQUE DE ARMADURAS EM LARES E SAPATAS



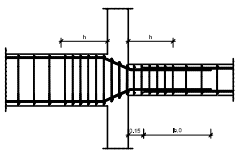
AMARRAÇÃO DE ARMADURAS EM LARES E VIGAS



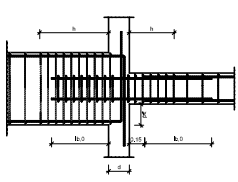
PILARES COM SEÇÃO CONSTANTE



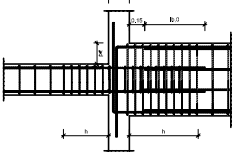
PILARES COM SEÇÃO VARIÁVEL



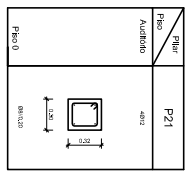
PILARES COM SEÇÃO VARIÁVEL



PILARES COM SEÇÃO VARIÁVEL



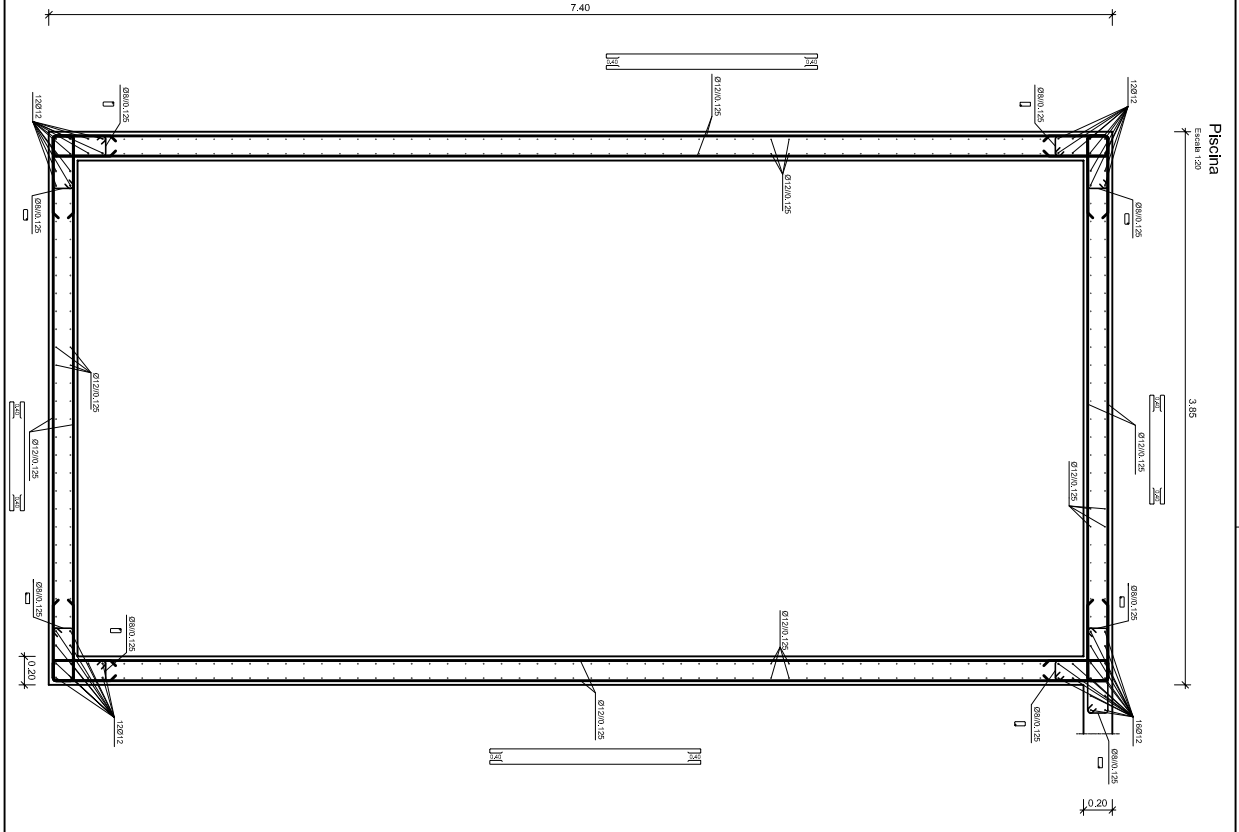
COPY 2020  
 CONSULTORIA EM ENGENHARIA S.A.  
 RUA CARLOS DE CARVALHO  
 800 LARSEN  
 JARDIM BUADELLI - SÃO PAULO - SP  
 011-9067-0100  
 011-9067-0101  
 011-9067-0102  
 011-9067-0103  
 011-9067-0104  
 011-9067-0105  
 011-9067-0106  
 011-9067-0107  
 011-9067-0108  
 011-9067-0109  
 011-9067-0110  
 011-9067-0111  
 011-9067-0112  
 011-9067-0113  
 011-9067-0114  
 011-9067-0115  
 011-9067-0116  
 011-9067-0117  
 011-9067-0118  
 011-9067-0119  
 011-9067-0120  
 011-9067-0121  
 011-9067-0122  
 011-9067-0123  
 011-9067-0124  
 011-9067-0125  
 011-9067-0126  
 011-9067-0127  
 011-9067-0128  
 011-9067-0129  
 011-9067-0130  
 011-9067-0131  
 011-9067-0132  
 011-9067-0133  
 011-9067-0134  
 011-9067-0135  
 011-9067-0136  
 011-9067-0137  
 011-9067-0138  
 011-9067-0139  
 011-9067-0140  
 011-9067-0141  
 011-9067-0142  
 011-9067-0143  
 011-9067-0144  
 011-9067-0145  
 011-9067-0146  
 011-9067-0147  
 011-9067-0148  
 011-9067-0149  
 011-9067-0150  
 011-9067-0151  
 011-9067-0152  
 011-9067-0153  
 011-9067-0154  
 011-9067-0155  
 011-9067-0156  
 011-9067-0157  
 011-9067-0158  
 011-9067-0159  
 011-9067-0160  
 011-9067-0161  
 011-9067-0162  
 011-9067-0163  
 011-9067-0164  
 011-9067-0165  
 011-9067-0166  
 011-9067-0167  
 011-9067-0168  
 011-9067-0169  
 011-9067-0170  
 011-9067-0171  
 011-9067-0172  
 011-9067-0173  
 011-9067-0174  
 011-9067-0175  
 011-9067-0176  
 011-9067-0177  
 011-9067-0178  
 011-9067-0179  
 011-9067-0180  
 011-9067-0181  
 011-9067-0182  
 011-9067-0183  
 011-9067-0184  
 011-9067-0185  
 011-9067-0186  
 011-9067-0187  
 011-9067-0188  
 011-9067-0189  
 011-9067-0190  
 011-9067-0191  
 011-9067-0192  
 011-9067-0193  
 011-9067-0194  
 011-9067-0195  
 011-9067-0196  
 011-9067-0197  
 011-9067-0198  
 011-9067-0199  
 011-9067-0200



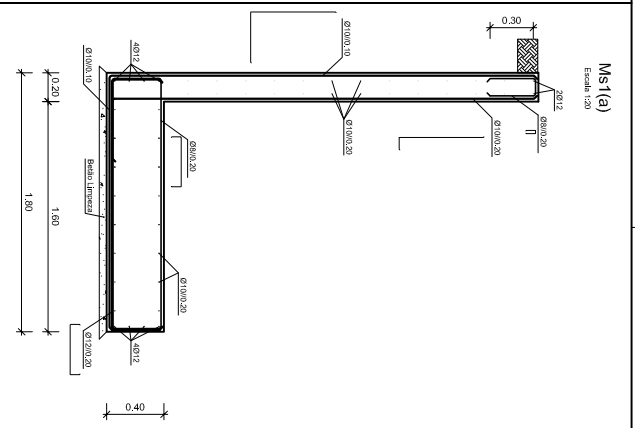
<p>Departamento de Engenharia Civil</p>	
<p>Nome: JOAQUIM</p>	<p>Título do Trabalho:</p>
<p>Endereço: Rua...</p>	<p>Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projeto de engenharia no ramo das estruturas</p>
<p>Disciplina: 3</p>	<p>Título do Trabalho: Quadro de pilares</p>
<p>Versão: 1/24</p>	

Anexo IV

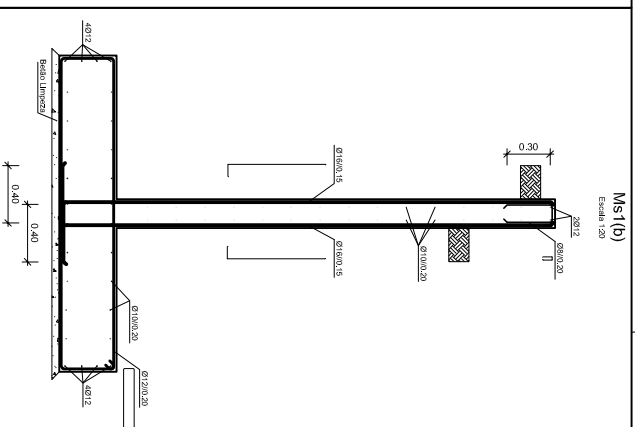
Peças desenhadas da Casa Bella Vista, Lote 2D, Brasil



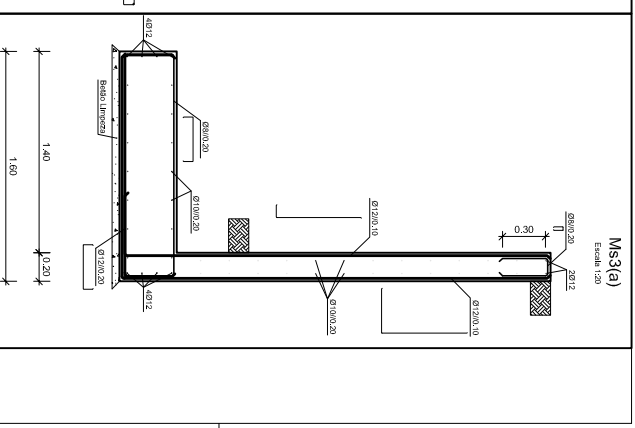
Piscina  
Escala: 1:20



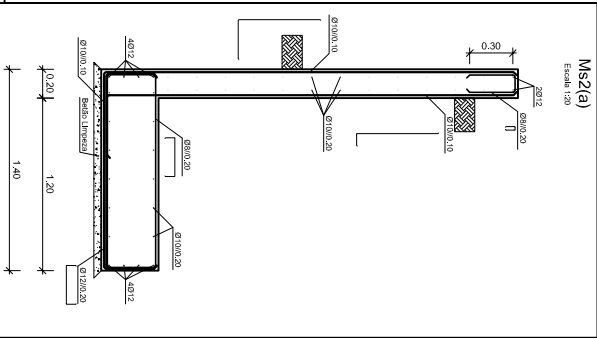
Ms1(a)  
Escala: 1:20



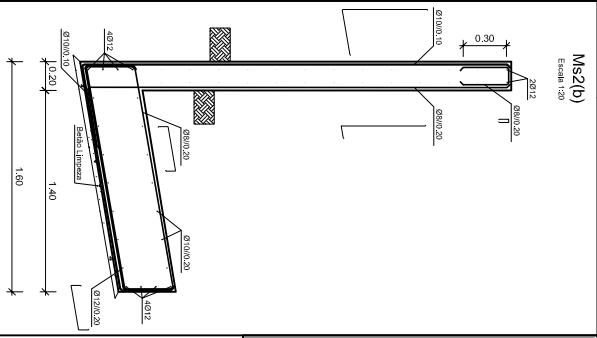
Ms1(b)  
Escala: 1:20



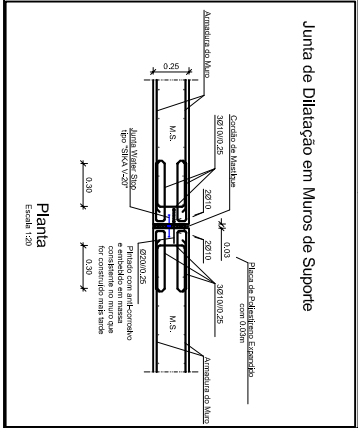
Ms3(a)  
Escala: 1:20



Ms2(a)  
Escala: 1:20



Ms2(b)  
Escala: 1:20



Junta de Dilatação em Muros de Suporte

Planta  
Escala: 1:20

<p>Departamento de Engenharia Civil</p>		Título do Trabalho:	
		<p>Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas</p>	
Nome:	Disciplina:	<p>Disciplina nº:</p>	<p>Título do Trabalho:</p>
<p>RSC</p>	<p>JCA/AL/PO</p>		
Escala:	<p>7/0</p>	<p>Projeto nº:</p>	<p>134</p>
Data:	<p>13-01-2013</p>	<p>Projeto nº:</p>	<p>134</p>
Desenho nº:	<p>1</p>	<p>Projeto nº:</p>	<p>134</p>

Anexo V

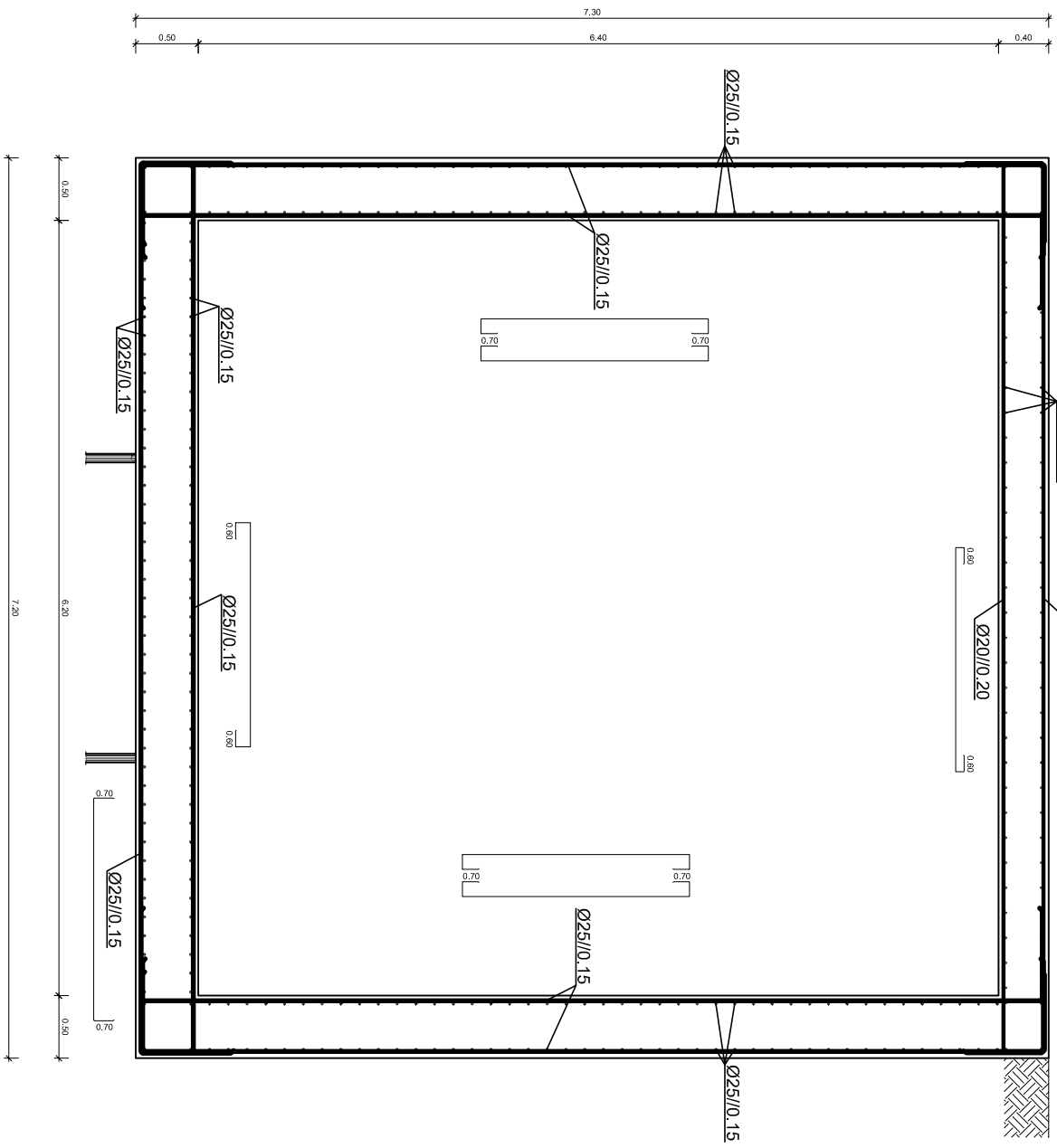
Peças desenhadas Reservatório

ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS:

BETÃO ARMADO			
(NP EN13697-1:2007)	MDA,UL1 - 30 anos / CASSE DE FERRUGEM / 2 Enchimentos ao fogo - r10		
(NP EN206-1:2007)	Classe de Resistência	Classe de Expositão	Classe de Direção / Classe de Condição
Mixta, Lajes	C30/37	XC2	S3
Mixta pré-tensionada	C30/37	XC2	S3
Platares	C30/37	d1 0,40	S3
Fundações	C30/37	XC2	S3
Enchimentos	LC18/18; X0 (P); Cl 1,00; D1,0 (<600 Kg/m <sup>3</sup> )		
Bando de Regularização	C16/20; X0 (P); Cl 1,00; Dmax 22; S3		
AÇO			
Armaduras ordinárias	LNEC E 450-1989 A500 NR		
Redes Eletrosoldadas	A500 EL (LNEC E457:2002)		
ESTRUTURA METÁLICA			
(EN 1098-2:2008)	MDA,UL1 - 30 anos / CASSE DE FERRUGEM / EXC1; Enchimento ao fogo - r10		
(NP EN 1992:2009)	Classe de Resistência	Classe de Direção	Classe de Condição
Chapas e Perfis Laminados	S275 JR (NP EN 10025)		
Perfis Tubulares	Hot Finished S275 JRH (NP EN 10210)		
Parafusos	Classe 8.8		
Chumbadores	Classe 6.8		
AÇOS DE PRÉ-ESFORÇO			
EN 10138-3-V180S7152	TENSAO DE ROTURA - 1800 MPa		

Nota 1:  
Esta especificação foi elaborada com base no projeto de arquitetura e na lista de materiais fornecida pelo arquiteto. Todos os materiais devem ser aprovados pelo projeto de arquitetura e pelo projeto de engenharia. O fornecedor deve garantir a qualidade dos materiais e a conformidade com as especificações técnicas. O projeto de engenharia deve ser elaborado com base no projeto de arquitetura e na lista de materiais fornecida pelo arquiteto.

Nota 2:  
O projeto de engenharia e a construção prática foram no encargo do engenheiro.



Reservatório  
Escala: 1:25

Departamento de Engenharia Civil		Título do trabalho:	
Autores: RSC	Rev: JCALPPO	Estudo, dimensionamento, cálculo e desenho de projetos de engenharia no ramo das estruturas	
Escala: 1/25	Data: 13/07/2013		
Desenho nº: 1		Folha nº: 1	
Visto: Folha		Título do desenho: Formenot reservatório	

Anexo VI

Curriculum vitae da Empresa

# CURRICULUM VITAE

JFA Engenharia





## APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

**JFA Engenharia**  
**JOSÉ FERRAZ & ASSOCIADOS – SERVIÇOS DE ENGENHARIA E**  
**CONSULTORIA**

A Empresa JFA – engenharia, foi constituída em Junho de 2002, actuando no sector dos projectos de Engenharia, Coordenação de Segurança, Fiscalização e Gestão de Obras.

É dirigida tecnicamente por:  
José Miguel Real Branco Gomes Ferraz  
(Engenheiro Civil – U.P.)

Este técnico desenvolveu durante anos a sua actividade num Gabinete de Estudos e Projectos do Porto.

A sede da Empresa JFA engenharia é em:  
Rua Formosa, nº1, 1º Dto.  
4990-117 Ponte de Lima  
Portugal

Filial:  
Rua Oliveira Monteiro, nº340  
4050-438 Porto  
Portugal  
Telefone: 938375371

Embora a sua origem esteja na Engenharia de Estruturas, é hoje uma empresa multidisciplinar com técnicos de diversas áreas da engenharia civil, e tem, como principal objectivo, no âmbito duma prestação integrada de serviços aos seus clientes, elaborar projectos de qualidade em prazos ambiciosos. A inovação e a qualidade são também vistas pela JFAengenharia como o meio de proporcionar oportunidades de aprendizagem e de realização profissional aos seus colaboradores.

Para além dos projectos mais específicos na área do ambiente (ETAR's, ETA's, Aterros Sanitários...) e de Estruturas Especiais, interessa-se particularmente pelo projecto global de edifícios, entendido como o resultado harmonioso da conjugação das suas diversas valências e necessidades – Arquitectura, Estrutura e Serviços.

No exercício da sua actividade, a JFAengenharia orgulha-se de ter podido contribuir para o sucesso de diversos empreendimentos de grande exigência e visibilidade pública.



O principal objectivo da JFAengenharia é o sucesso global dos projectos em que participa, o que não se encerra nas competências técnicas da empresa.

Projectos que desafiam competências e experiências anteriores são os preferidos pela empresa. Direccionando toda a sua intervenção no sentido de produzir projectos integrados e concretizáveis dentro dos parâmetros económicos e de programa definido pelo cliente, a criatividade e inovação são factores decisivos na busca permanente de excelência técnica.

Sempre que um projecto requer competências de que a JFAengenharia não dispõe internamente, convidam-se para a equipa técnicos que partilhem a mesma forma de abordagem.

## **FILOSOFIA**

Ao desenvolver um projecto com a JFAengenharia aposta na segurança e na garantia de uma comunicação contínua entre cliente e projectista.

Trabalhamos com uma filosofia clara:

Ouvir, pensar e resolver.

### **OUVIR**

O nosso trabalho começa nas suas necessidades, questões e preocupações. É por isso que lhe damos tanta importância.

### **PENSAR**

As suas ideias crescem connosco através de um trabalho lógico, inovador e persistente. Aliamos racionalidade, cultura, criatividade, rigor e determinação na procura da melhor solução de projecto.

### **RESOLVER**

O seu projecto é único e desenhado à sua medida. Sabemos como aprecia uma solução rápida e eficaz, uma resposta pertinente, um trabalho inovador, no fundo, uma boa ideia.

## PESSOAL ESPECIALIZADO RESIDENTE

**José Miguel Real Branco Gomes Ferraz**

Engenheiro Civil - Opção de Estruturas (U.P.)

[jose.ferraz@jfaengenharia.pt](mailto:jose.ferraz@jfaengenharia.pt)

938375370

**Lívio Pedro Ferreira Almeida Oliveira**

Engenheiro Civil – Opção de Estruturas (U.P.)

[livio.oliveira@jfaengenharia.pt](mailto:livio.oliveira@jfaengenharia.pt)

938375371

**David Alexandre Norberto Fonte**

Engenheiro Civil – Opção Construções Cíveis (U.P.)

[david.fonte@jfaengenharia.pt](mailto:david.fonte@jfaengenharia.pt)

938375372

**Hernâni Filipe Franco Araújo**

Engenheiro Civil – Opção Construções Cíveis (U.P.)

[hernani.araujo@jfaengenharia.pt](mailto:hernani.araujo@jfaengenharia.pt)

**João Pedro Gomes Fernandes**

Engenheiro Civil – Opção de Vias de Comunicação (U.P.)

Técnico Superior de segurança e Saúde

[joao.fernandes@jfaengenharia.pt](mailto:joao.fernandes@jfaengenharia.pt)

**Bruno Trindade dos Santos**

Engenheiro Civil – Opção de Estruturas (U.P.)

[bruno.santos@jfaengenharia.pt](mailto:bruno.santos@jfaengenharia.pt)

**José Pedro Montalvão Fernandes**

Engenheiro Civil - Opção de Estruturas (U.P.)

[jose.fernandes@jfaengenharia.pt](mailto:jose.fernandes@jfaengenharia.pt)

**Miguel dos Reis Cabeleira**

Engenheiro Civil – Opção de Estruturas (U.P.)

[miguel.cabeleira@jfaengenharia.pt](mailto:miguel.cabeleira@jfaengenharia.pt)

**Vítor Bruno Fernandes Araújo**

Engenheiro Civil – Opção de Estruturas (U.P.)

[vitor.araujo@jfaengenharia.pt](mailto:vitor.araujo@jfaengenharia.pt)

**Pedro Manuel Mendes Cerqueira**

Engenheiro Civil – Opção de Construções Cíveis (U.P.)

[pedro.cerqueira@jfaengenharia.pt](mailto:pedro.cerqueira@jfaengenharia.pt)

**Ricardo Nuno Tavares Teixeira**

Engenheiro Civil - MSC Estruturas (U.P.)

[ricardo.teixeira@jfaengenharia.pt](mailto:ricardo.teixeira@jfaengenharia.pt)

## TÉCNICOS RESIDENTES

**Amaro Pinto Gomes**

Fiscal de Construção Civil

[amaro.gomes@jfaengenharia.pt](mailto:amaro.gomes@jfaengenharia.pt)

**Luís Filipe de Jesus Ribeiro**

Fiscal de Construção Civil

[luis.ribeiro@jfaengenharia.pt](mailto:luis.ribeiro@jfaengenharia.pt)

## COLABORADORES PERMANENTES

**Andreia Alão**

Técnica Superior de segurança e Saúde

**Gradim Barros**

Engenheiro Mecânico

**João Pedro Cunha da Cruz**

Engenheiro Mecânico

**José Augusto Carvalho**

Eng.º Electrotécnico

**João Afonso Meira de Sá**

Eng.º Técnico Electrotécnico

## **PRINCIPAIS ELEMENTOS CURRICULARES**

## EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL DA JFAengenharia

### MANAGEMENT/FISCALIZAÇÃO

2011

Gestão de Projecto, Controle de Custos, Acompanhamento e Coordenação de Obra e Fiscalização dos seguintes projectos:

- **Arquivos Municipais – Arcos de Valdevez**  
Praça do Município – Arcos de Valdevez  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Construção dos Arquivos Municipais de Arcos de Valdevez.
- **Pavilhão Desportivo EB2,3/S – Arcos de Valdevez**  
Escola EB2,3/S – Arcos de Valdevez  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Reabilitação do Pavilhão Desportivo da Escola EB2,3/S de Arcos de Valdevez.
- **Requalificação e Valorização do Espaço Urbano – Ligação EN101 à Av. António Caldas – Arcos de Valdevez**  
Arcos de Valdevez  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Requalificação e Valorização do Espaço Urbano – Ligação EN101 à Av. António Caldas.
- **Requalificação e Revitalização do Núcleo Histórico de S. Paio – Arcos de Valdevez**  
Arcos de Valdevez  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Requalificação e Revitalização do Núcleo Histórico de S. Paio.
- **Fiscalização, Acompanhamento e Controlo das Empreitadas de Reabilitação de Fogos Devolutos que Integram o Parque Habitacional da Câmara Municipal do Porto**  
DomusSocial – Empresa de Habitação e Manutenção do Município do Porto, E.E.M..  
Fiscalização e Coordenação de Segurança da Reabilitação de cerca de 220 fogos, em 57 empreitadas nos diversos Bairros Sociais da C.M.Porto.

## PROJECTOS DE ESTRUTURAS, INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL

2011

Elaboração de projectos de infra-estruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projectos de rede de abastecimento de gás, projectos de electricidade, ITED, estudos de comportamento acústico e térmico e projectos de segurança contra incêndio. Elaboração e revisão de projectos de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- **Centro de Actividades Ocupacionais de Paredes de Coura**

Paredes de Coura  
Projecto de Execução

- **Moradia Unifamiliar**

Viana do Castelo  
Projecto de licenciamento

- **Parque Industrial das Mogueiras**

Arcos de Valdevez  
Projecto de licenciamento e execução.

- **CIARV - Centro de Interpretação Ambiental do Rio Vez**

Arcos de Valdevez  
Projecto de execução.

- **Centro De Incubação de Base Tecnológica Do Minho**

Arcos de Valdevez  
Projecto de execução.

- **Requalificação do Campo de Rugby de Arcos de Valdevez**

Arcos de Valdevez  
Projecto de licenciamento.

- **Ponte de Outeiro**

Arcos de Valdevez  
Revisão do Projecto.

- **Hotel de Caminha – Design & Wine Hotel**

Caminha  
Projecto de execução.

- **Concepção/Construção de Arruamentos**

Rebordosa, Paredes  
Projecto de execução.

- **Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa**

Rebordosa, Paredes  
Projecto de execução.

- **Ampliação de Instalações Industriais**

Av. Vasco da Gama, oliveira do Douro, V.N. de Gaia

- Projecto de licenciamento.
- **Edifício de Serviços/Estúdios TV – TV Record**  
Loures  
Projecto de licenciamento e execução.
  - **Superfície Comercial "Mel" – Score Distribuição**  
Score Distribuição  
Projecto de execução.
  - **Complexo Imobiliário - Bairro de Maculusso**  
Luanda - Angola  
Projecto de licenciamento e execução.
  - **Complexo Habitacional - Imodáviola**  
Porto  
Projecto de execução.
  - **Edifício Marialvas e Sede do Grupo Score**  
Luanda - Angola  
Projecto de execução.
  - **Habitação Unifamiliar**  
Gulpilhares, Vila Nova de Gaia  
Projecto de licenciamento e execução.
  - **Escola Secundária de Arouca**  
Arouca  
Projecto de execução
  - **Remodelação da ETAR de Cávado/Bouro (Santa Maria)**  
Amares  
Projecto de execução.
  - **Morada Unifamiliar**  
Rua Miguel Bombarda, Porto  
Projecto de licenciamento.
  - **Casa de Sistelo – Centro de Biodiversidade**  
Arcos de Valdevez  
Projecto de licenciamento.
  - **Morada Unifamiliar**  
Rua Raimundo Macedo, Porto  
Projecto de licenciamento.
  - **Intermarche Barcelos**  
Barcelos  
Projecto de execução.
  - **Morada Unifamiliar**  
S. Roque da Lameira, Porto  
Projecto de licenciamento.
  - **Novas Instalações EGP – Escola de Gestão do Porto**  
Matosinhos  
Projecto de licenciamento.

## MANAGEMENT/FISCALIZAÇÃO

2010

Gestão de Projecto, Controle de Custos, Acompanhamento e Coordenação de Obra e Fiscalização dos seguintes projectos:

- **Centro Comunitário – Ponte de Lima**  
Arcozelo – Ponte de Lima  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Construção do Centro Comunitário de Arcozelo, Ponte de Lima.
- **Escola de Mozelos – Paredes de Coura**  
Mozelos – Paredes de Coura  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Construção da Escola de Mozelos, Paredes de Coura.
- **Lar de Idosos Soares Pereira – Paredes de Coura**  
Paredes de Coura  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Construção do Lar de Idosos Soares Pereira, Paredes de Coura.
- **Hotel Carris – Ribeira, Porto**  
Rua Infante D. Henrique – Porto  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Reabilitação do Hotel Carris – Ribeira, constituído por cinco Edifícios medievais junto à zona nobre da Ribeira – Porto, com beneficiação de interiores e exteriores e alterações à Arquitectura.
- **Escritório na Rua Oliveira Monteiro - Porto**  
Rua Oliveira Monteiro, nº340 – Porto  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Reabilitação, beneficiação interior e exterior do Escritório no nº 340 da Rua Oliveira Monteiro.
- **Moradia na Av. Montevideu - Porto**  
Av. de Montevideu – Porto  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Reabilitação, beneficiação interior e exterior de uma moradia na Av. Montevideu.
- **Edifício de Escritórios Av. Barbosa du Bocage**  
Av. Barbosa du Bocage – Lisboa  
Coordenação da Fiscalização da Empreitada de Reabilitação, beneficiação interior e exterior do edifício de Escritórios na Av. Barbosa du Bocage.
- **HEFP - Hospital Escola Fernando Pessoa (até ao presente)**  
S. Cosme, Gondomar  
Management/Fiscalização da Empreitada de Construção do Hospital Escola Fernando Pessoa.



## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2010

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- **Escola Soares Basto**  
Oliveira de Azeméis  
Projecto de licenciamento e execução.
- **Unidade Fabril Secil Montijo**  
Montijo
- **Quarteirão das Cardosas**  
Palácio das Cardosas – Av. dos Aliados – Porto  
Projecto de licenciamento e execução do Quarteirão das Cardosas, 22 fogos adjacentes ao Palácio das Cardosas.
- **Hotel Intercontinental – Palácio das Cardosas**  
Palácio das Cardosas – Av. dos Aliados – Porto  
Projecto de execução Palácio das Cardosas para o Hotel Continental.
- **Hospital Escola Fernando Pessoa**  
Gondomar  
Projecto de licenciamento e execução do,.
- **Hospital de Paredes de Coura**  
Paredes de Coura
- **Centro Comunitário de Arcozelo**  
Arcozelo, ponte de Lima  
Projecto de licenciamento e execução, com Creche, Lar de Idosos e Centro de Dia.

## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2009

Elaboração e revisão de projecto de super estruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Parque de Estacionamento Subterrâneo (Praça do Marques de Pombal – Porto)
- Complexo habitacional Pópulo (Açores)
- Armazéns para indústria e serviços (Santa Cruz – Madeira)
- Arranjos Exteriores da Capela de Sta. Justa (Carvoeiro - Viana do Castelo)
- Biblioteca Municipal (Vieira do Minho)
- Conjunto de Edifícios de Habitação e Comércio (Coração de Jesus - Viseu)
- Conjunto Habitacional – Madalenas (Funchal – Madeira)

- Edifício D. Pedro V (Porto)
- Edifício de Habitação Colectiva A custos controlados (Penela, Coimbra)
- Edifício de Habitação e Comércio (Quinta do Pinheiro – Viseu)
- Edifício de Habitação e Comércio (Ruães – Merlim)
- Edifício de Habitação Multifamiliar (Caminha)
- Edifício Habitação e Serviços (Guerra Junqueiro – Porto)
- Edifício Habitacional (Massarelos – Porto)
- Edifício Habitacional (Rua Nova da Alfândega – Porto)
- Edifício Multifamiliar (Portimão – Algarve)
- Edifício Multifamiliar e de Serviços (Pinhal Novo – Palmela)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar - Atlantico Village (S. Pedro de Moel – Leiria)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Esposende)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Olhão – Algarve)
- Empreendimento Habitacional da Prelada - Lote 2 (Ramalde – Porto)
- Empreendimento Turístico (Ponta Delgada – Açores)
- Estabilização de Taludes (Vilela - Arcos de Valdevez)
- Faculdade de Medicina – Universidade do Porto (Porto)
- Habitação Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Darque - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Lamações – Braga)
- Habitação Unifamiliar Isolada (Barcelos)
- Habitações Unifamiliares (Carreço – Viana do Castelo)
- Hotel e Velódromo Nacional de Sangalhos – Centro de Alto Rendimento (Sangalhos – Anadia)
- Hotel Royal Palm (FuerteVentura - Canárias – Espanha)
- Moradia Unifamiliar (Meadela – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Nabais – Póvoa de Varzim)
- Moradia Unifamiliar (Vilar de Mouros – Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Venade - Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Darque – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Alvarães - Viana do Castelo)
- Moradias Bifamiliares (Palme – Barcelos)
- Moradias Bifamiliares (Palmeira – Esposende)
- Parque de Estacionamento – Cardosas (Porto)
- Pavilhão Multiusos (Lamego)
- Pontão Viário – EP (Sesmarias)
- Reabilitação de Edifícios Habitacionais (Rua da Vitória, Porto)
- Reabilitação de Edifício habitacional e de serviços (Av. Aliados, Porto)
- Reabilitação de Ponte Romana (Arcos de Valdevez)
- Viveiro Florestal (Mealhada)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Montes da Costa (Valongo)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa (Paredes)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Recarei (Paredes)
- Cantina da Escola EB1 (Gandra – Valongo)

- Edifício EDP (Braga)
- Edifício de serviços Vila Duarte (Angola)
- Moradias unifamiliares Vila Duarte (Angola)
- Empreendimento Imobiliário Talatona (Luanda Sul - Angola)
- Loteamento Habitacional/industrial (Golpão da Tenda - Angola)
- Edifício "Empresarial Corib (Maianga - Luanda - Angola)
- Empreendimento Imobiliário (Bengela – Angola)
- Pavilhão Industrial (Grande Porto)
- Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto (Porto)

## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2008

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Parque de Estacionamento Subterrâneo (Praça do Marques de Pombal – Porto)
- Complexo habitacional Pópulo (Açores)
- Armazéns para indústria e serviços (Santa Cruz – Madeira)
- Arranjos Exteriores da Capela de Sta. Justa (Carvoeiro - Viana do Castelo)
- Biblioteca Municipal (Vieira do Minho)
- Conjunto de Edifícios de Habitação e Comércio (Coração de Jesus - Viseu)
- Conjunto Habitacional – Madalenas (Funchal – Madeira)
- Edifício D. Pedro V (Porto)
- Edifício de Habitação Colectiva A custos controlados (Penela, Coimbra)
- Edifício de Habitação e Comércio (Quinta do Pinheiro – Viseu)
- Edifício de Habitação e Comércio (Ruães – Merlim)
- Edifício de Habitação Multifamiliar (Caminha)
- Edifício Habitação e Serviços (Guerra Junqueiro – Porto)
- Edifício Habitacional (Massarelos – Porto)
- Edifício Habitacional (Rua Nova da Alfândega – Porto)
- Edifício Multifamiliar (Portimão – Algarve)
- Edifício Multifamiliar e de Serviços (Pinhal Novo – Palmela)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar - Atlantico Village (S. Pedro de Moel – Leiria)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Esposende)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Olhão – Algarve)
- Empreendimento Habitacional da Prelada - Lote 2 (Ramalde – Porto)
- Empreendimento Turístico (Ponta Delgada – Açores)
- Estabilização de Taludes (Vilela - Arcos de Valdevez)
- Faculdade de Medicina – Universidade do Porto (Porto)
- Habitação Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Darque - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Lamações – Braga)

- Habitação Unifamiliar Isolada (Barcelos)
- Habitações Unifamiliares (Carreço – Viana do Castelo)
- Hotel e Velódromo Nacional de Sangalhos – Centro de Alto Rendimento (Sangalhos – Anadia)
- Hotel Royal Palm (Fuerte Ventura - Canárias – Espanha)
- Moradia Unifamiliar (Meadela – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Nabais – Póvoa de Varzim)
- Moradia Unifamiliar (Vilar de Mouros – Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Venade - Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Darque – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Alvarães - Viana do Castelo)
- Moradias Bifamiliares (Palme – Barcelos)
- Moradias Bifamiliares (Palmeira – Esposende)
- Parque de Estacionamento – Cardosas (Porto)
- Pavilhão Multiusos (Lamego)
- Pontão Viário – EP (Sesmarias)
- Reabilitação de Edifícios Habitacionais (Rua da Vitória, Porto)
- Reabilitação de Edifício habitacional e de serviços (Av. Aliados, Porto)
- Reabilitação de Ponte Romana (Arcos de Valdevez)
- Viveiro Florestal (Mealhada)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Montes da Costa (Valongo)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa (Paredes)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Recarei (Paredes)
- Cantina da Escola EB1 (Gandra – Valongo)
- Edifício EDP (Braga)
- Edifício de serviços Vila Duarte (Angola)
- Moradias unifamiliares Vila Duarte (Angola)
- Empreendimento Imobiliário Talatona (Luanda Sul - Angola)
- Loteamento Habitacional/industrial (Golpão da Tenda - Angola)
- Edifício "Empresarial Corib (Maianga - Luanda - Angola)
- Empreendimento Imobiliário (Bengela – Angola)
- Pavilhão Industrial (Grande Porto)
- Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto (Porto)

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2008

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Arranjos Exteriores da Capela de Sta. Justa (Carvoeiro - Viana do Castelo)
- Edifício Comercial – Talho (Chafé – Viana do Castelo)
- Edifício de Habitação Multifamiliar (Caminha)
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Esposende)
- Habitação Unifamiliar (Darque - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar Isolada (Barcelos)
- Habitações Unifamiliares (Carreço – Viana do Castelo)
- Loja Comercial (Chiado – Lisboa)
- Edifício Habitacional (Rua Nova da Alfândega – Porto)
- Moradia Unifamiliar (Nabais – Póvoa do Varzim)
- Moradia Unifamiliar (Meadela – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Vilar de Mouros, Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Darque, Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Venade - Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Moradias Bifamiliares (Palme, Barcelos)
- Moradias Bifamiliares (Palmeira, Esposende)
- Moradias Unifamiliares (Vitorino das Donas)
- Viveiro Florestal (Mealhada)
- Hotel e Velódromo Nacional de Sangalhos - Centro de Alto Rendimento (Sangalhos – Anadia)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Montes da Costa (Valongo)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa (Paredes)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Recarei (Paredes)
- Cantina da Escola EB1 (Gandra – Valongo)
- Talho (Chafé – Viana do Castelo)
- Edifício de serviços Vila Duarte (Angola)
- Moradias unifamiliares Vila Duarte (Angola)
- Loteamento Vila Duarte (Angola)
- Empreendimento Imobiliário Talatona (Luanda Sul - Angola)
- Loteamento Habitacional/industrial (Golpão da Tenda - Angola)
- Edifício "Empresarial Corib (Maianga - Luanda - Angola)
- Empreendimento Imobiliário (Bengela – Angola)

## PROJECTOS VIÁRIOS

2008

Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo.

- Alargamento Viário (Arcos de Valdevez)
- Via de Ligação - Rua do Estrela e Vigorosa Sport e Rua Artur de Sousa (Paranhos, Porto)
- Loteamento (Feitos, Barcelos)
- Loteamento Vila Duarte (Angola)
- Loteamento Habitacional/industrial (Golpão da Tenda - Angola)
- Empreendimento Imobiliário (Bengela – Angola)

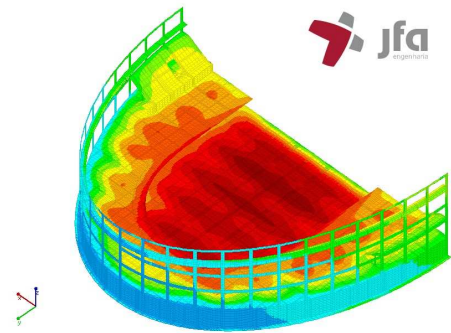


## MANAGEMENT

2008

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento e Coordenação de Obra dos seguintes projectos

- Alargamento Viário (Arcos de Valdevez)
- Armazéns para industria e serviços (Santa Cruz – Madeira)
- Biblioteca Municipal (Vieira do Minho)
- **Edifício de Habitação Multifamiliar (Caminha)**
- **Conjunto Habitacional – Madalenas (Funchal – Madeira)**
- Edifícios de Habitação Multifamiliar e Comércio (Esposende)
- Empreendimento Habitacional da Prelada - Lote 2 (Ramalde – Porto)
- **Edifícios de Habitação Multifamiliar - Atlantico Village (S. Pedro de Moel – Leiria)**
- Estabilização de Taludes (Vilela - Arcos de Valdevez)
- Estrada Estrela Vigorosa Sport (Antas – Porto)
- **Hotel e Velódromo (Sangalhos – Anadia)**







- Habitação Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Darque - Viana do Castelo)
- Habitação Unifamiliar (Lamações – Braga)
- Habitação Unifamiliar Isolada (Barcelos)
- Loteamento de Feitos (Feitos – Barcelos)
- Moradia Unifamiliar (Nabais - Póvoa do Varzim)
- **Conjunto de Edifícios de Habitação e Comércio (Coração de Jesus – Viseu)**
- Moradia Unifamiliar (Meadela - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Vilar de Mouros – Caminha)
- Moradia Unifamiliar (Darque - Viana do Castelo)
- **Habitações Unifamiliares (Carreço - Viana do Castelo)**
- Moradias Bifamiliares (Palme – Barcelos)
- Moradias Bifamiliares (Palmeira – Esposende)
- **Edifício Habitação e Serviços (Guerra Junqueiro – Porto)**
- Reabilitação de Ponte Romana (Arcos de Valdevez)
- Ponte Pedonal (Paredes de Coura)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Montes da Costa (Valongo)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa (Paredes)
- Escola EB1/Jardim de Infância de Recarei (Paredes)
- Cantina da Escola EB1 (Gandra – Valongo)



## CONCURSOS

2008



- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Vilela (Paredes)**

- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Montes da Costa (Valongo)

- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para a empreitada de prolongamento de Túnel Viário (Braga)**



- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da cantina da Escola EB1 (S. Paio – Valongo)

- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Paredes (Paredes)**

- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da cantina da Escola EB1 (Gandra – Valongo)

- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da cantina da Escola EB1 (Lombelho – Valongo)

- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Rebordosa (Paredes)**



- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção do Complexo Desportivo, Parque Público e Terminal Rodoviário (Vila Real)

- Conjunto de Edifícios de Comércio (Espanha)

- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de Conjunto Habitacional - Estádio do Mar II (Matosinhos)

- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de Conjunto Habitacional - Estádio do Mar III (Matosinhos)

- Elaboração de projecto de sistema de impermeabilização e drenagem da célula 1 do aterro sanitário de urjais para processo de concurso (Mirandela)

- Elaboração de projecto de concurso de armazéns e oficinas gerais da câmara municipal (Vila do Conde)





- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de Conjunto Habitacional - Gens II (Matosinhos)
- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de Conjunto Habitacional - Real de Cima (Matosinhos)
- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de Edifício de Habitação e Comércio (Matosinhos)
- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Duas Igrejas (Paredes)**
- Edifício Multifamiliar (Campo Alegre – Porto)
- Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto (Porto)
- Lar de Idosos - Casa Magalhães (Ponte de Lima)
- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Mouriz (Paredes)**
- Lar de Idosos - Nostrum Gaula (Madeira)
- Museu Quintas das Cruzes (Madeira)
- Elaboração de projecto de concurso para reabilitação do Palácio Ratton - Tribunal Constitucional (Lisboa)
- Parque de Estacionamento – Nassica (Vila do Conde)
- Elaboração de projecto de concurso para Parque de Estacionamento Público (Santo Tirso)
- Elaboração de projecto de concurso para Parque de Estacionamento Público Enterrado (Santo Tirso)
- Pontão Viário – EP (Sesmarias)
- Selagem de ETRS - Resíduos do Nordeste, EIM (Urjais)
- Túnel Pedonal (Antas – Porto)
- **Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola EB1/Jardim de Infância de Recarei (Paredes)**
- Elaboração de projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da Escola JI/EB1 de Castelões (Valongo)
- Elaboração de projecto de concurso para Parque de Estacionamento Público Enterrado (Viseu)

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

### **Edifício Comercial**

- Concepção de projecto de estruturas para edifício comercial "Casa Peixoto", localizado na zona industrial do Neiva, Viana do Castelo.

### **Edifícios de Habitação e Comércio**

- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício situado no Largo Tito Flores (Porto).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício (Vila Nova de Gaia).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício (Ponte de Lima).
- Concepção de projecto de estruturas para os apeadeiros, inseridos no projecto de Modernização da Linha do Norte, para a REFER (Canelas, Aveiro)
- Elaboração de projecto de estruturas para concepção de barragem da Fumadinha para Águas do Zêzere e Côa (Pinhão)
- Reformulação estrutural para projecto de concurso relativo à construção do novo Hospital CUF (Porto).
- Reformulação estrutural para concepção do Complexo Habitacional "Quinta das Palhacinhas" (Vila Nova de Gaia).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício multifamiliar e de serviços "Quinta do Infante" (Paranhos, Porto).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício de habitação multifamiliar "Quinta das Areias" (Darque, Viana do Castelo).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção do complexo de habitação multifamiliar e de comércio "Infante D. Henrique" (Cedofeita, Porto).
- Elaboração de projecto de estruturas para construção de edifício de habitação colectiva (Moita).
- Elaboração de projecto de estruturas para jardim de infância (Mozelos, Paredes de Coura).
- Elaboração de projecto de estruturas para lar de idosos (Lisboa).

### **Moradias Unifamiliares**

- Moradia unifamiliar (Neves, Viana do Castelo).
- Moradia unifamiliar (Areosa, Viana do Castelo).
- Moradia unifamiliar (Monserrate, Viana do Castelo).
- Moradia unifamiliar (Darque, Viana do Castelo).

### **Parques de Estacionamento**

- Optimização estrutural do projecto de estruturas para parque de estacionamento automóvel subterrâneo, (Largo do Marquês de Pombal, Porto)
- Projecto de estruturas para parque de estacionamento automóvel subterrâneo e edifício de comércio, recorrendo à técnica de construção "Top-Down" (Vila Nova de Gaia).
- Projecto de estruturas para parque de estacionamento automóvel público, situado na freguesia de Cedofeita, Porto.
- Reformulação estrutural de projecto para pavilhão industrial (Madrid, Espanha).
- Projecto de estruturas de ponte metálica pedonal para Águas do Minho e Lima (Formariz, Paredes de Coura).
- Projecto de estruturas para reabilitação de moradia unifamiliar (Vila de Punhe, Viana do Castelo).

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2007

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

### **Edifício Comercial "Casa Peixoto"**

Projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais, rede de incêndio armada), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, domótica, estudo de comportamento acústico e térmico, projecto de AVAC e projecto de segurança contra incêndio para edifício comercial "Casa Peixoto", localizado na zona industrial do Neiva, Viana do Castelo.

- Edifício de Habitação e Comércio (Ponte de Lima).
- Edifício de Habitação Multifamiliar "Quinta das Areias"(freguesia de Darque, Viana do Castelo).
- Complexo de Habitação Multifamiliar e Comércio "Infante D. Henrique" (freguesia de Cedofeita, Porto).
- Moradia unifamiliar (freguesia de Neves, Viana do Castelo).
- Moradia unifamiliar (freguesia de Areosa, Viana do Castelo).
- Moradia unifamiliar (freguesia de Monserrate, Viana do Castelo).
- Jardim de infância (Mozelos, Paredes de Coura).

### **Reabilitação de Edifício Multifamiliar**

Reabilitação de fachada e interiores de edifício multifamiliar localizado na zona da Boavista, Porto.

## PROJECTOS VIÁRIOS

2007

Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo.

- Rede Viária para Faquelo, Arcos-S. Paio (Arcos de Valdevez)
- Loteamento (Palme, Barcelos).
- Loteamento (Fundo de Ruivães, Vila Nova de Famalicão)
- Loteamento "Quinta do Infante", (freguesia de Cedofeita, Porto).
- Loteamento "S. Cosme" (freguesia de Telhado, Famalicão)



## MANAGEMENT

2007

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento e Coordenação de Obra dos seguintes projectos

- Apeadeiros - Modernização da Linha do Norte (Aveiro)
- **Edifício Comercial "Casa Peixoto" (Viana do Castelo)**



- Edifício de Habitação e Comércio (Sintra)
- Edifício Multifamiliar e de Serviços "Quinta do Infante" (Porto)
- Edifício Multifamiliar "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- **Complexo de Habitação Multifamiliar e Comércio "Infante D. Henrique" (Porto)**
- **Edifícios Habitacionais "Quinta das Palhacinhas" (Vila Nova de Gaia)**
- Jardim de Infância (Paredes de Coura)
- **Loteamento de Palme (Barcelos)**
- Loteamento Fundo Ruivães (Famalicão)
- Loteamento "Quinta do Infante" (Porto)
- Loteamento S. Cosme (Vila Nova de Famalicão)
- Moradia Unifamiliar (Viana do Castelo)
- Parque de Estacionamento Público e Comércio (Vila Nova de Gaia)
- Parque Estacionamento Público (Porto)
- Pavilhão Industrial (Madrid)
- **Ponte Metálica Pedonal - Águas do Minho e Lima (Paredes de Coura)**
- Reabilitação de Edifício Habitacional multifamiliar (Porto)
- Reconstrução e Ampliação e Edifício (Amarante)
- **Rede Viária (Arcos de Valdevez)**





## CONCURSOS

2007

- Elaboração de projecto de estabilidade para o Hospital CUF (Porto)
- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção da ETA da Lapela, promovido pelas Aguas do Minho e Lima (Monção)**
- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR de Chaves, promovido por Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro (Chaves)**
- 
- Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETRS de S. Miguel, Ilha de S. Miguel (Açores)
- Elaboração de projecto de estabilidade para a faculdade de medicina – Universidade do Porto (Porto)



## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2006

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações normais ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Guimarães)
- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Porto)
- Edifício de Habitação e Comércio (Cabedelo - Viana do Castelo)
- Edifício Misto (Moreira – Maia)
- ETA de Carvalho - Aguas do Zêzere e Côa (Carvalho do Eiro - Aguiar da Beira)
- ETA de Ponte Juncais - Água do Zêzere e Côa (Ponte Juncais - Aguiar da Beira)
- ETA de Salgueirais - Aguas do Zêzere e Côa (Salgueirais - Aguiar da Beira)
- Habitação Unifamiliar Isolada (Formariz - Paredes de Coura)
- Moradias bifamiliares (Senra - Ruivães - Vila Nova de Famalicão)
- Moradias Geminadas (Lousada - Vila Nova de Famalicão)
- Moradias Geminadas (Palmeira – Esposende)
- Moradias Multifamiliares e Serviços (S. Gonçalo - Ponte de Lima)
- Piscina de Complexo habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Urbanização (Fundo Ruivães – Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização Lomba II (Lomba – Amarante)

### **Moradias Unifamiliares**

- Moradia Unifamiliar (Arca - Ponte de Lima)
- Moradia Unifamiliar (Afife - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Moreira – Maia)
- Moradias Unifamiliares (Porto)

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2006

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Guimarães)
- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Porto)
- ETA de Carvalho - Aguas do Zêzere e Côa (Carvalho do Eiro - Aguiar da Beira)
- ETA de Ponte Juncais - Água do Zêzere e Côa (Ponte Juncais - Aguiar da Beira)
- ETA de Salgueirais - Aguas do Zêzere e Côa (Salgueirais - Aguiar da Beira)
- Habitação Unifamiliar Isolada (Formariz - Paredes de Coura)
- Loteamento e Moradias bifamiliares (Senra - Ruivães - Vila Nova de Famalicão)
- Moradia Unifamiliar (Arca - Ponte de Lima)
- Moradia Unifamiliar (Afife - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Moreira - Maia)
- Moradias Geminadas (Lousada - Vila Nova de Famalicão)
- Moradias Geminadas (Palmeira - Esposende)
- Moradias Multifamiliares e Serviços (S. Gonçalo - Ponte de Lima)
- Moradias Unifamiliares (Porto)
- Pastelaria (Barcelinhos - Barcelos)
- Piscina de Complexo habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Urbanização (Fundo Ruivães - Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização Lomba II (Lomba - Amarante)

## PROJECTOS VIÁRIOS

2006

Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo.

- Acessos da ETA de Carvalhal - Aguas do Zêzere e Côa (Carvalhal do Eiro - Aguiar da Beira)
- Acessos da ETA de Ponte Juncais - Água do Zêzere e Côa (Ponte Juncais - Aguiar da Beira)
- Acessos da ETA de Salgueirais - Aguas do Zêzere e Côa (Salgueirais - Aguiar da Beira)
- Loteamento (Vila Praia de Âncora – Caminha)
- Loteamento e Moradias bifamiliares (Senra - Ruivães - Vila Nova de Famalicão)
- Loteamento Lomba (Lomba – Amarante)
- Acessos da Moradia Unifamiliar (Arca - Ponte de Lima)
- Urbanização (Fundo Ruivães - - Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização Lomba II (Lomba – Amarante)



## MANAGEMENT

2006

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento e Coordenação de Obra dos seguintes projectos.

- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Guimarães)
- Edifício Comércio e Oficina Automóvel (Porto)
- Edifício de Comércio e Habitação Colectiva (Vila Nova de Famalicão)
- Edifício de Habitação (Santiago da Cruz - Vila Nova de Famalicão)
- Edifício de Habitação e Comércio (Gavião - Vila Nova de Famalicão)
- ETA de Carvalhal - Aguas do Zêzere e Côa (Carvalhal do Eiro - Aguiar da Beira)
- Loteamento Industrial 2ª Fase (Touguinhó – Vila do Conde)
- **ETA de Ponte Juncais - Água do Zêzere e Côa (Ponte Juncais - Aguiar da Beira)**
- **ETA de Salgueirais - Aguas do Zêzere e Côa (Salgueirais - Aguiar da Beira)** Habitação Unifamiliar Isolada (Formariz - Paredes de Coura)
- Loteamento (Correlhã - Ponte de Lima)
- Loteamento (Póvoa do Varzim)
- **Loteamento e Moradias bifamiliares (Senra - Ruivães - Vila Nova de Famalicão)**
- Loteamento Lomba (Lomba – Amarante)
- **Moradia Unifamiliar (Arca - Ponte de Lima)**
- Moradia Unifamiliar (Afife - Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Moreira – Maia)
- 
- Moradias Geminadas (Palmeira – Esposende)
- Moradias Multifamiliares e Serviços (S. Gonçalo - Ponte de Lima)
- Moradias Unifamiliares (Porto)
- Pastelaria (Barcelinhos – Barcelos)
- Piscina de Complexo habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Urbanização (Lousada - Vila Nova de Famalicão)
- **Moradias Geminadas (Lousada - Vila Nova de Famalicão)**

## CONCURSOS

2006



- Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETA, promovido por Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro (Pinhão)
- Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR (Coruche)
- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR, promovido por Simarsul (Barreiro, Lisboa)**
- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR, promovido por Simarsul (Seixal, Lisboa)**
- Reservatório - Aguas de Douro e Paiva (Vila Nova e Arrifana)



## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2005

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações directas ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Complexo Desportivo – Salesianos
- **Contenção e Fundações especiais para Cinemacity (Coimbra)**
- Edifícios de Habitação e Comércio (Rua Formosa – Porto)
- Moradia Unifamiliar (Valadares - Vila Nova de Gaia)
- Pavilhão Industrial (S. Romão do Neiva - Viana do Castelo)
- Urbanização (Esmeriz - Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização Lagoa – Nespereira (Vila Nova de Famalicão)

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2005

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Edifício Habitação e Comércio (Viseu)
- Edifícios de Habitação e Comércio (Rua da Formosa, Porto)
- Moradia Unifamiliar (Vila Nova de Gaia)
- Pavilhão Industrial (S. Romão do Neiva – Viana do Castelo)
- Urbanização Esmeriz (Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização (Lagoa - Nespereira – Famalicão)

## PROJECTOS VIÁRIOS

2005

Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo.

- Loteamento (S. Gonçalo - Ponte de Lima)
- Loteamento Quinta da Zaira (Ponte de Lima)
- Urbanização (Esmeriz - Vila Nova de Famalicão)

## MANAGEMENT

2005



Cinemacity - Coimbra

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento e Coordenação de Obra dos seguintes projectos.

- Edifício Misto (Barcelos)
- Loteamento (S. Gonçalo - Ponte de Lima)
- Loteamento (Vila do Conde)
- Loteamento "Quinta da Zaira" (Ponte de Lima)
- Moradia Unifamiliar (Valadares - Vila Nova de Gaia)
- Urbanização (Esmeriz - Vila Nova de Famalicão)
- Urbanização (Lagoa - Nespereira – Famalicão)



## CONCURSOS

2005

- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETA de S. Jorge, promovido por Aguas do Minho e Lima (Arcos de Valdevez)**
- Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR de AGRA II, promovido por Águas do Ave (Agra – Guimarães)
- **Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR de Lordelo Aves, promovido por Aguas do Ave (Lordelo – Guimarães)**
- Projecto de concurso, incluindo todas as especialidades, para concepção de ETAR de Serzedelo II, promovido por Aguas do Ave (Serzedelo – Guimarães)



## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2004

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações directas ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- "Aldeamento Turístico das Marinhas" (Cepães – Esposende)
- Hotel Flor de Sal (Praia Norte - Viana do Castelo)
- Moradias Geminadas (Alvarelos – Trofa)
- Muros Suportes de Terras (Quinta do Pomar – Braga)
- Passagem Inferior - Câmara Municipal de Felgueiras (Felgueiras)
- Restaurante Lagoa (Vila Nova de Famalicão)
- Turismo Rural "Quinta de S. Romão" (Neiva, Viana do Castelo)
- Edifícios de habitação e comércio (S,. Salvador, Viseu)
- Moradia Unifamiliar (Av. Nun' Álvares, Foz, Porto)

### **Aldeamento Turístico "Quinta das Areias"**

Construção de um aldeamento turístico, com uma área de cerca de 70.000,00m<sup>2</sup>, englobando a execução de dois edifícios de 3 pisos cada, de 38 moradias, edifício de recepção, equipamento polidesportivo e infra-estruturas de arruamentos e arranjos exteriores, num total de cerca de 15.000.000,00€, com um prazo de execução de cerca de 24 meses, situado em Cabedelo, Viana do Castelo.

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2004

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Aldeamento Turístico (Cepães – Esposende)
- Hotel Flor de Sal (Praia Norte - Viana do Castelo)
- Moradias Geminadas (Alvarelos – Trofa)
- Turismo Rural "Quinta de S. Romão" (Neiva)
- Aldeamento "Quinta das Areias" – (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Av. Nun' Álvares, Foz, Porto)

## PROJECTOS VIÁRIOS

2004



Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo

- Passagem Inferior - Câmara Municipal de Felgueiras (Felgueiras)

## MANAGEMENT

2004

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento, Fiscalização e Coordenação de Obra dos seguintes projectos.

- Aldeamento Turístico (Cepães – Esposende)
- Estrada EN101 (Arcos de Valdevez)
- **Hotel Flor de Sal (Praia Norte - Viana do Castelo)**



- Moradias Geminadas (Alvarelhos – Trofa)
- Moradias Geminadas (Lousado - Vila Nova de Famalicão)
- Restaurante (Lagoa - Vila Nova de Famalicão)
- **Aldeamento "Quinta das Areias" – (Viana do Castelo)**
- Moradia Unifamiliar (Av. Nun' Álvares, Foz, Porto)



## CONCURSOS

2004

- Projecto Auditório Municipal (Mondim de Basto)

## PROJECTOS DE ESTRUTURAS

2003

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações directas ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Condomínio Habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Edifício Misto (Castro - Ponte de Lima)
- Edifício Misto (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Av. Nuno Álvares – Porto)
- Moradia Unifamiliar (S. Martinho do Bougado – Trofa)
- Moradia Unifamiliar (Meda)
- Moradia Unifamiliar (Vila Nova de Gaia)
- Muros Suportes de Terras (Coimbra)
- Moradias em Banda (Lugar de Alvarelhos, Trofa)
- Muros de Suporte de Terras (Arouca)
- Edifício de Recepção (Cabedelo, Viana do Castelo)
- Equipamento polidesportivo (Cabedelo, Viana do Castelo)
- Edifícios Turísticos (Cabedelo, Viana do Castelo)

## PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2003

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Condomínio Habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Edifício Misto (Castro - Ponte de Lima)
- Edifício Misto (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar (Av. Nuno Álvares – Porto)
- Moradia Unifamiliar (S. Martinho do Bougado – Trofa)
- Moradias em Banda (Lugar de Alvarelhos, Trofa)
- Edifícios Turísticos (Cabedelo, Viana do Castelo)

## **PROJECTOS VIÁRIOS**

**2003**

Projecto de Vias de Comunicação incluindo projectos de estrutura de pavimento, infraestruturas hidráulicas, sinalização rodoviária, rede de abastecimento de gás, ITED, electricidade, paisagismo

- Condomínio Habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Loteamento Industrial (Trofa)

## **MANAGEMENT**

**2003**

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento, Fiscalização e Coordenação de Obra dos seguintes projectos.

- Condomínio Habitacional "Quinta das Areias" (Viana do Castelo)
- Edifício Misto (Castro - Ponte de Lima)
- Edifício Restaurante (Braga)
- Empreendimento Turístico (Santo Aleixo)
- Moradia Unifamiliar (Av. Nuno Álvares – Porto)
- Moradia Unifamiliar (S. Martinho do Bougado – Trofa)
- Moradias em Banda (Lugar de Alvarelhos, Trofa)
- Loja Segurança Social (Ponte de Lima)
- Muros de Suporte de Terras (Arouca)
- Edifício de Recepção (Cabedelo, Viana do Castelo)
- Equipamento polidesportivo (Cabedelo, Viana do Castelo)
- Edifícios Turísticos (Cabedelo, Viana do Castelo)

## **PROJECTOS DE ESTRUTURAS**

**2002**

Elaboração e revisão de projecto de superestruturas em betão armado e pré-esforçado, metálicas, de madeira, fundações directas ou especiais (estacaria), contenção de terras e obras de arte.

- Jazigo (Salto – Montalegre)
- Moradia Unifamiliar (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Carreço – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Ponte da Barca)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Nogueira)
- Reabilitação de edifício (Rua da Boa Hora, Porto)

## **PROJECTOS DE INFRAESTRUTURAS E CONFORTO HABITACIONAL 2002**

Elaboração de projecto de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento de água, rede de drenagem de águas residuais, rede de drenagem de águas pluviais), projecto de rede de abastecimento de gás, projecto de electricidade, ITED, estudo de comportamento acústico e térmico e projecto de segurança contra incêndio.

- Moradia Unifamiliar (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Carreço – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Ponte da Barca)

## **MANAGEMENT**

**2002**

Gestão de Projecto, Controle de Custos e Acompanhamento, Fiscalização e Coordenação de Obra dos seguintes projectos.

- Moradia Unifamiliar (Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Carreço – Viana do Castelo)
- Moradia Unifamiliar Isolada (Ponte da Barca)

## **EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL ADQUIRIDA PELO SOCIO GERENTE EM OUTRAS EMPRESAS**

### **PROJECTO DE ESPECIALIDADES**

Colaboração na execução de projectos, em gabinete situado em Ponte de Lima, durante o mês de Agosto dos anos de 1996 a 1999, no âmbito de habitações unifamiliares e prédios de habitação e comércio.

### **FISCALIZAÇÃO/GESTÃO DE EMPREITADAS**

Acompanhamento de obras particulares (habitações unifamiliares e prédios de habitação e comércio) na empresa de construção civil Empreendimentos Imobiliários do Lameirão, Lda.

**1999 – 2004**

### **PROJECTOS DE ESTRUTURAS**

- Estudo de estabilidade da Barragem das Olgas;
- Projecto de Execução da Passagem Inferior à Via Rápida – Normetro (Porto)
- Linha C, troço 06, do Metro do Porto (Porto)
- Projecto de Execução da Rampa de Acesso à Trincheira da Trindade (Porto)
- Linha C, troço 04, do Metro do Porto (Porto)
- Projecto de execução da Passagem Agrícola – Apeadeiro de Parada
- Projecto de execução da Rampa de Deficientes – Apeadeiro de Parada
- Projecto de execução da Rampa de Deficientes de Apeadeiro (S. Martinho do Campo)
- Projecto de execução da Rampa de Deficientes. no interface do Apeadeiro de Terronhas (Trancoso)
- Projecto de execução da Rampa de Deficientes no interface do Apeadeiro de Terronhas (Trancoso)
- Vivenda Unifamiliar;
- Projecto para Concurso Público da Passagem Inferior ao Plano de Pormenor do Centro
- Estrutura Metálica provisória para suporte da Via-Férrea.
- Projectos de execução da Passagem Inferior 1 (PI1) do IC29, de ligação Freixo-Gondomar (Porto)
- Projecto de execução do Viaduto de ligação do Parque do Império à Reginorde, (Mirandela).
- Projecto de execução da Passagem Superior Rodoviária no troço Cête-Penafiel – REFER (Penafiel)
- Projecto de execução de Cortina de Contenção periférica
- Ante-Projecto do Parque de estacionamento de Leiria (Leiria)

## **PROJECTOS VIÁRIOS**

- Projecto de execução do Pontão sobre a Ribeira de Baltar (Baltar)
- Projecto de execução das Acessibilidades ao Novo Estádio das Antas, incluindo o projecto de execução de 4 túneis rodoviários e de 5 muros de suporte.(Porto).
- Parque de estacionamento da Misericórdia (Arcos de Valdevez)
- Ponte sobre o Rio Vez – Ante-Projecto (Arcos de Valdevez)
- Projecto de execução das Acessibilidades ao Novo Estádio do Bessa, incluindo o projecto de execução de 1 túnel rodoviário e de 2 trincheiras.
- Projecto de Execução do Prolongamento do Túnel de Ceuta (Porto)
- Projecto de execução dos acessos viários ao lado direito da estação de Cête (Baltar).
- Requalificação da Estrada Nacional EN101 (Arcos de Valdevez)
- Projecto de execução das Acessibilidades ao Novo Estádio do Bessa, incluindo o projecto de uma rotunda e respectivos acessos em meio urbano (Porto).

## **PROJECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS**

- Estudo de viabilidade da Barragem das Olgas, (Torre de Moncorvo)
- Projecto de execução de reservatório integrado no Projecto de Abastecimento de água potável para o Concelho de Mondim de Basto (Mondim de Basto)

## **MANAGEMENT**

- Gestão da Empreitada de uma Vivenda Unifamiliar;
- Viaduto de ligação do Parque do Império à Reginorde, (Mirandela).
- Cortina de Contenção periférica (Mirandela).
- Empreitada das Acessibilidades ao Novo Estádio das Antas incluindo a Assistência Técnica à execução de 4 túneis rodoviários e de 5 muros de suporte (Porto)
- Empreitada do Prolongamento do Túnel de Ceuta (Porto).
- Empreitada das Acessibilidades ao Novo Estádio do Bessa, incluindo a Assistência Técnica à execução de 1 túnel rodoviário e de 2 trincheiras.
- Responsável por equipa multidisciplinar na elaboração de Plano de Pormenor da cidade de Mirandela

## CONCURSOS

- Projecto de Concurso da Barragem de Ribeiradio,
- Processo de Concurso das Pontes de Cabreiros e Vidoeiro Fecho de Rede na Ligação de Portela a Cabreiros
- Processo de Concurso das Pontes de Cabreiros e Vidoeiro
- Concurso Público para Concepção / Construção do Nó da Arrábida e do Acesso Directo do Porto à Zona Noroeste do Concelho", contemplando a execução de túneis e trincheiras - 1º lugar (Gaia)
- Concurso Público Internacional para Concepção/Execução da Empreitada para implantação de uma etapa de Ultrafiltração e Tratamento com carvão aditivado na Eta de Lever - 1º lugar (Lever).