



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Área Departamental de Engenharia Civil**



## **Análise do projeto e construção de uma moradia unifamiliar geminada**

**MIGUEL JOSÉ DOS REIS**

Licenciado em Engenharia Civil

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

Orientadores:

Eng.º José Carlos Gomes, Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda.

Eng.º Walter Fernandes, Professor do ISEL

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques, Professor do ISEL

Vogais:

Eng.º José Carlos Gomes, Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda.

Eng.º Walter Fernandes, Professor do ISEL

Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques, Professor do ISEL

Eng.º Carlos Manuel Martins, Professor do ISEL

**Dezembro de 2012**

## I. RESUMO

O presente relatório traduz a sequência do Estágio Curricular realizado na empresa *Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda.* sediada no município de Odivelas.

Visa este documento, refletir os conhecimentos adquiridos no decurso dos quatro meses do estágio, sobretudo através da experiência concedida em poder viver o dia-a-dia de um Engenheiro Civil em obra, neste caso a construção de uma moradia unifamiliar geminada situada no Concelho de Odivelas, Distrito de Lisboa.

O início do estágio coincidiu com a marcação e implantação da obra e terminou com os trabalhos de alvenaria e assentamento de cantarias.

Este relatório visa descrever e analisar todas as atividades acompanhadas no período de estágio.

**Palavras Chave:** Moradia, Fundações, Cofragem, Betonagem, Armação, Betão, Aço

## II. ABSTRACT

This report translates the Curricular Internship, held at the Enterprise *Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda* which has its Head Office based in the city of Odivelas, located in the district of Lisbon, Portugal.

The main intention of this document is to reflect the knowledge acquired along this 4 month period as an intern. The internship provided the opportunity to live the day to day life of a Civil Engineer, mainly through the experience gained on the construction of a four story townhouse including a basement and an attic, as well as analyzing and questioning the projects with the thesis coordinators, as well as with the workers.

This internship coincided with the marking and implantation of the construction site and ended with activities concerning brickwork and stonework.

This report intends to describe and analyze all the work and activities witnessed during this internship period.

**Keywords:** Townhouse, Framework, Concreting, Concrete, Steel

### **III. AGRADECIMENTOS**

Ao Eng.º José Carlos Gomes por ter aceite este pedido de estágio curricular para poder terminar o meu Mestrado em Engenharia Civil, pelo constante incentivo, apoio e compreensão demonstrados durante a elaboração deste trabalho.

Ao Eng.º Walter Fernandes por toda a dedicação, compreensão e amizade patenteada, pelos desafios colocados na realização deste estágio e pelo estímulo e exigência crescente que me foi impondo à medida que caminhava para a respetiva conclusão.

Ao Encarregado geral da obra, Sr. João Fonte, pelo apoio, incentivo e disponibilidade demonstrada desde o início. Agradeço a ajuda, saber e experiência partilhada que foram fundamentais para a realização deste trabalho e determinantes para o meu conhecimento profissional e pessoal.

A todo o pessoal da Produção, em especial aos Manobradores dos Equipamentos, Carpinteiros, Armadores de Ferro e Pedreiros pela forma afável como me receberam e me trataram e pela disponibilidade total e imediata para quaisquer esclarecimentos de dúvidas que eu tivesse em relação aos trabalhos realizados ao longo do período do estágio.

A todos os meus colegas do ISEL, que em conjunto ultrapassamos todos os desafios que nos foram colocados e foram transpostos com um grande espírito de união.

A todos os professores com quem me cruzei, que de uma maneira geral, com a sua sabedoria, me transmitiram o gosto pela arte da Engenharia Civil.

Aos meus Pais, Francisco e Maria, por serem os melhores pais que eu poderia ter, por tudo o que representam e significam para mim e por me ajudarem a ser a pessoa que eu sou.

Ao meu irmão Samuel, por me acompanhar e estar sempre ao meu lado, tanto nas vitórias quanto nas derrotas. Obrigado por muitas vezes mostrares-me o caminho certo, quando na verdade ia pelo errado pensando que sabia tudo.

À minha Tia Isabel, pelos puxões de orelha nos momentos necessários e pelos elogios nas horas certas. Obrigado pela grande contribuição tanto na minha formação académica como na minha vida pessoal.

## IV. ÍNDICE

I. RESUMO .....	2
II. ABSTRACT .....	3
III. AGRADECIMENTOS.....	4
IV. ÍNDICE.....	5
V. LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	8
VI. LISTA/ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. LOCALIZAÇÃO, TOPOGRAFIA E ZONAMENTO CLIMÁTICO .....	14
3. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO .....	16
3.1 Dados da construção .....	16
3.2 Descrição dos pisos .....	16
3.3 Estaleiro .....	17
3.4 Estrutura .....	17
4. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS.....	20
5. RECURSOS.....	21
5.1. Intervenientes na obra / Mão-de-obra .....	21
5.2 Materiais utilizados em Obra .....	23
5.3 Equipamentos utilizados em obra .....	23
6. ATIVIDADES E TRABALHOS REALIZADOS ANTES DO INÍCIO DO ESTÁGIO .....	24
6.1 Desmatação do terreno.....	24
6.2 Muro de Suporte – Sapata contínua sob parede .....	25
7. CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO .....	26
8. IMPLANTAÇÃO E MARCAÇÃO DA OBRA.....	27
9. ESCAVAÇÃO E TRANSPORTE DE TERRAS .....	29
9.1 Escavação .....	29
9.2 Transporte de terras.....	31
10. FUNDAÇÕES.....	36
10.1 Projeto .....	37
10.2 Trabalhos Pré-Cofragem.....	39
10.3 Cofragem das fundações .....	40
10.4 Corte, dobragem e armação de aço .....	42
10.5 Betonagem .....	45
10.6 Cofragem dos pilares da cave.....	49

10.7 Cofragem do muro da cave .....	50
10.8 Betonagem do muro da cave e pilares da cave.....	51
10.9 Descofragem dos elementos estruturais da cave .....	52
11. PISO 0 .....	54
11.1 Cofragem da laje do teto da cave .....	54
11.2 Corte, Dobragem e Armação de Aço.....	56
11.3 Betonagem da laje do teto da cave.....	60
12. PISO 1 .....	62
13. LAJE DO TETO DO PISO 1 / SÓTÃO .....	63
14. LAJE DE COBERTURA .....	65
15. IMPERMEABILIZAÇÃO E ATERRO DA CAVE .....	70
16. ALVENARIA .....	76
16.1 Paredes Exteriores.....	76
16.2 Isolamento térmico .....	80
16.3 Paredes Interiores .....	81
16.4 Portas.....	82
16.5 Parede interior - Cave.....	84
17. CANTARIAS DE PEDRA .....	86
18. MATERIAIS.....	87
18.1 Betão .....	87
18.2 Aço.....	87
18.3 Areia Lavada .....	88
18.4 Emulsão betuminosa .....	88
18.5 Tubo de drenagem .....	89
18.6 Membrana drenante .....	89
18.7 Tijolo.....	89
18.8 Cimento .....	90
18.9 Wallmate .....	90
18.10 Ripado.....	90
19. HIGIENE E SEGURANÇA EM OBRA.....	91
19.1 Atos Incorretos e Inseguros.....	91
19.1.1 Entivação/Escoramentos.....	92
19.1.2 Vedação da obra.....	93
19.1.3 Transporte de Terras .....	94
19.1.4 Contactos Elétricos diretos.....	94

19.1.5 Outros.....	95
20. CONCLUSÃO .....	96
21. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
22. ANEXOS.....	99
ANEXO 1: Guias de remessa - Serviço de Bombagem e Camiões Betoneira - Fundações .....	99
ANEXO 2: Transporte de Terras - Características do Camião.....	101
ANEXO 3: Estimativa do custo total da obra .....	102
ANEXO 4: Quadro Resumo das Características da Construção .....	103
ANEXO 5: Esquços, Imagens Modelo e Registo Fotográfico .....	104

## V. LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Art.º - Artigo

cm – Centímetro

Eng.º - Engenheiro

Exmo. - Excelentíssimo

Fig. - Figura

ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

K - Kelvin

kg – Quilograma

l - Litro

Lda. – Limitada

m – metro

m<sup>2</sup> – Metro Quadrado

m<sup>3</sup> – Metro Cúbico

mm – Milímetro

MPa - Megapascal

N.º - Número

REBAP- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RMEU – Regulamento Municipal da Edificação e da Urbanização

RSTCC - Regulamento de Segurança no trabalho da Construção Civil

R/C- Rés-do-Chão

s - segundos

Sr. – Senhor

ton – Tonelada

W - Watt

67º - Sexagésimo sétimo

68º - Sexagésimo oitavo

87º - Octogésimo sétimo

92º - Nonagésimo segundo

Ø – Diâmetro

º - Grau (angular)

ºC – Grau Celsius

## VI. LISTA/ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

### Figuras

Fig.1 - Concelho de Odivelas.....	14
Fig.2 - Planta de localização da obra.....	14
Fig.3 - Levantamento topográfico.....	15
Fig.4 - Contentor para armazenamento de materiais de construção.....	17
Fig.5 - Fenómeno do Punçoamento.....	18
Fig.6 - Notação usual utilizada para Pilares.....	18
Fig.7- Estrutura global da moradia.....	19
Fig.8 - Esquízo do alçado principal e alçado lateral direito.....	19
Fig.9 - Cobertura vegetal existente no terreno.....	24
Fig.10 - Cobertura vegetal existente no terreno.....	24
Fig.11 - Muro de suporte do tipo sapata corrida sob parede.....	25
Fig.12 - Calcários dolomíticos.....	26
Fig.13 - Textura cristalina do dolomite.....	26
Fig.14 - Estaca cravada manualmente no terreno.....	28
Fig.15 - Marcação na parede do lote 471 que assinala o fundo da laje do piso 0.....	29
Fig.16 - Retroescavadora giratória de rodas.....	30
Fig.17 - Martelo hidráulico.....	30
Fig.18 - Empolamento de solos.....	33
Fig.19 - Camião para transporte de terras.....	35
Fig.20 - Perigo de atingir os cabos elétricos de abastecimento público durante a escavação.....	35
Fig.21 - Projeto de Estabilidade – Planta de Fundações.....	38
Fig.22 - Quadros de Elementos de Fundação.....	38
Fig.23 - Carpinteiros a averiguarem a profundidade da escavação.....	39
Fig.24 - Taipais DOKA para Cofragem.....	40
Fig.25 - Cofragem do pano exterior do muro da cave.....	40
Fig.26 - Folga horizontal desobrescavação.....	41
Fig.27 - Cofragem das vigas de fundação e maciços das sapatas de fundação.....	41
Fig.28 - Etiqueta – Aço certificado.....	42
Fig.29 - Varões de Aço A400 de 12 m.....	43
Fig.30 - Máquina de corte do aço.....	43
Fig.31 - Mesa de dobragem de aço.....	43
Fig.32 - Armação das vigas e pilares.....	43
Fig.33 - Pormenor de Sapata de fundação isolada armada com cruzamento de vigas de fundação.....	44
Fig.34 - Fundações armadas e escoradas imediatamente antes da sua betonagem.....	44
Fig.35 - Camião Betoneira.....	45

Fig.36 - Vibração do betão.....	47
Fig.37 - Betonagem das fundações .....	47
Fig.38 - Vibrador de betão .....	47
Fig.39 - Camião-bomba .....	48
Fig.40 - Extensão da Lança.....	48
Fig.41 - Tremonha do Camião-bomba .....	48
Fig.42 - Conclusão da betonagem das sapatas e vigas de fundação.....	48
Fig.43 - Castanhas de cofragem .....	49
Fig.44 - Garampos.....	49
Fig.45 - Macaco de aperto das castanhas .....	49
Fig.46 - Cofragem e escoramento dos pilares .....	49
Fig.47 - Espaçadores planos e torcidos .....	50
Fig.48 - Espaçador plano entre taipais de cofragem.....	50
Fig.49 - Gravatas de cofragem .....	51
Fig.50 - Pano exterior e interior do muro da cave .....	51
Fig.51 - Construção de passadiço em madeira para posterior betonagem.....	51
Fig.52 - Betonagem do muro da cave .....	52
Fig.53 - Betonagem dos pilares da cave.....	52
Fig.54 - Vibração do betão do muro da cave .....	52
Fig.55 - Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento.....	53
Fig.56 - Projeto de Estabilidade – Planta do Teto da Cave .....	54
Fig.57 - Início dos trabalhos de cofragem do teto da cave .....	55
Fig.58 - Escoramento do teto da cave .....	56
Fig.59 - Cofragem de Viga – Pórtico 1 (Garagem).....	56
Fig.60 - Pedra mármore .....	57
Fig.61 - Recobrimento da laje.....	57
Fig.62 - Cofragem e armação da caixa de escadas.....	57
Fig.63 - Vigas - Caixa de escadas .....	57
Fig.64 - Pormenor de Cavalete.....	57
Fig.65 - Armaduras de arranque para passeio .....	58
Fig.66 - Armadura de capitel específica de punçoamento .....	58
Fig.67 - Pormenor de capitel terminado onde se vêem as armaduras específicas de punçoamento.....	59
Fig.68 - Conclusão da armação da laje do tecto da cave.....	59
Fig.69 - Betonagem da laje .....	60
Fig.70 - Alisamento do betão.....	60
Fig.71 - Betonagem da caixa de escadas.....	60
Fig.72 - Conclusão da betonagem da laje .....	61
Fig.73 - Projecto de Estabilidade – Planta do tecto do Rés-do-Chão.....	62
Fig.74 - Projeto de Estabilidade – Planta do Teto do Primeiro Piso .....	63

Fig.75 - Cofragem de viga invertida com armaduras em espera.....	64
Fig.76 - Cofragem de pilar de bordadura em que assenta a laje de cobertura.....	64
Fig.77 - Projeto de Estabilidade – Planta de Cobertura.....	65
Fig.78 - Cofragem da claraboia.....	66
Fig.79 - Armação da claraboia.....	66
Fig.80 - Cofragem da laje de cobertura.....	66
Fig.81 - Cofragem da laje de cobertura.....	66
Fig.82 - Escoramento com prumos metálicos extensores.....	66
Fig.83 - Escoramento com barotes de madeira.....	66
Fig.84 - Dobragem de armaduras em espera das viga invertida do sótão para a malha superior da laje de cobertura.....	67
Fig.85 - Armaduras em espera (Viga – Pórtico 3).....	67
Fig.86 - Viga - Pórtico 3.....	67
Fig.87 - Betonagem da Laje de Cobertura.....	68
Fig.88 - Betonagem da Laje de Cobertura.....	68
Fig.89 - Pontos para betonilha.....	68
Fig.90 - Betonilha da laje de cobertura.....	68
Fig.91 - Guarda fogos – Cobertura.....	69
Fig.92 - Guarda fogos - Cobertura.....	69
Fig.93 - Isolamento térmico – Cobertura.....	69
Fig.94 - Telhas Cerâmicas Toreense.....	69
Fig.95 - Lata de Emulsão betuminosa.....	71
Fig.96 - Rolos de Membrana drenante.....	71
Fig.97 - Tubo dreno com manga envolvente.....	71
Fig.98 - Aplicação da emulsão betuminosa.....	72
Fig.99 – Fixação da tela drenante vertical.....	72
Fig.100 – Tubo dreno a circundar o muro da cave.....	72
Fig.101 - Aterro da cave.....	73
Fig.102 - Cave aterrada.....	73
Fig.103 - Vala periférica com enchimento.....	74
Fig.104 - Dreno e brita.....	74
Fig.105 - Impermeabilização de parede enterrada com filtro geotêxtil.....	75
Fig.106 - Constituição das paredes exteriores.....	76
Fig.107 - Betoneira.....	77
Fig.108 - Início do levantamento das paredes exteriores – pano exterior.....	77
Fig.109 - Assentamento de uma fiada de tijolos.....	77
Fig.110 - Pano exterior com 1 m de altura.....	78
Fig.111 - Resguardos de segurança - Portas.....	78
Fig.112 - Cravação de varão de aço em pilar.....	78

Fig.113 - Folga deixada para colocação de caixa de estores .....	79
Fig.114- Camião com paletes de tijolo.....	79
Fig.115 - Elevação mecânica com grua .....	79
Fig.116 - Condução de porta-paletes e deposição .....	80
Fig.117 - Palete de tijolos .....	80
Fig.118 - Pormenor Caixa-de-ar .....	80
Fig.119 - Placas de Poliestireno Extrudido .....	80
Fig.120 - Constituição de parede interior que separa a zona de habitação ao edifício adjacente .....	81
Fig.121 - Marcação das paredes interiores.....	82
Fig.122 - Tijolo de 3 para forrar pilares .....	82
Fig.123- Pilar totalmente forrado pelo interior .....	82
Fig.124 - Portas interiores - pré-aros.....	83
Fig.125 - Vergas – Portas.....	83
Fig.126 - Verga colocada no topo de porta interior .....	83
Fig.127 - Orifício no tijolo.....	84
Fig.128 – Tubo dreno.....	85
Fig.129 - Impermeabilização da caleira .....	85
Fig.130 - Reboco – 2cm .....	86
Fig.131 - Aplicação do Espuma Poliuretano.....	86
Fig.132 - Cantaria de pedra - janela .....	86
Fig.133 - Camião de transporte de aço.....	88
Fig.134 - Areia Lavada .....	88
Fig.135- Sacos de Cimento .....	90
Fig.136 - Poliestireno Extrudido XPS.....	90
Fig.137 - Escavação sem qualquer tipo de entivação.....	92
Fig.138 - Vedação inadequada.....	93
Fig.139 - Passeio da via pública obstruída .....	93
Fig.140 - Vedação em rede electrosoldada .....	93
Fig.141 - Camião sem cobertura que impeça a queda de terras .....	94
Fig.142 - Lança do camião bomba muito perto das linhas de alta tensão .....	94
Fig.143 - Trabalhos de escavação e cofragem das fundações a ocorrerem em simultâneo.....	95
Fig.144 - Passadiço para efetuar a betonagem do muro da cave sem guarda-corpos.....	95

## **Tabelas**

Tabela 1 – Dados da construção.....	16
Tabela 2 - Cronograma dos Trabalhos .....	20
Tabela 3 – Mão-de-obra e quadro Técnico .....	22
Tabela 4 – Fatores de Conversão de Volume para empolamento de Solos.....	34

# 1.INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste na elaboração de um relatório de estágio que durou quatro meses e que teve o seu início no mês de Março e término no mês de Junho de 2012, realizado na Empresa Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda situada no Município de Odivelas, distrito de Lisboa.

O estágio focou-se na construção de uma moradia unifamiliar geminada de três pisos elevados e um piso enterrado, com uma área de construção total de 189,66 m<sup>2</sup>, implantada segundo o projecto, numa área de 105,91m<sup>2</sup>. O custo total da obra está estimada em 153.300,75€ (**Anexo 3**) que engloba todos os custos relativos à:

- Área habitacional e atividades económicas
- Área em cave para arrecadações, garagens ou armazéns
- Área em anexos para garagens, churrascos, telheiros, arrecadações
- Construção da estrutura

O engenheiro estagiário permanecia em obra cerca de quatro horas por dia, tendo acompanhado todos os trabalhos realizados desde a Marcação e Implantação da Edificação, Escavação e Transporte de Terras, todos os trabalhos associados à Execução da Estrutura incluindo as fundações – Cofragem, Corte, Dobragem e Armação de aço, Betonagens -, Cobertura, Impermeabilização e Aterro da Cave, Alvenarias exteriores e interiores e assentamentos de cantarias. Todas estas atividades estão descritas pormenorizadamente neste relatório onde também se faz uma breve análise aos aspetos de projeto considerados mais relevantes.

Este estágio teve como finalidade incrementar significativamente os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico e obter uma visão mais completa da essência da vivência laboral de uma obra em todas as suas vertentes. Como Engenheiro civil recém-formado, a presença assídua numa obra, para além de acompanhar de perto os procedimentos programados para execução das diferentes atividades, é realmente imprescindível perceber quais são as dificuldades e os problemas súbitos imprevisíveis com que os engenheiros se deparam e que obrigatoriamente os têm que solucionar.

Este relatório encontra-se no âmbito do trabalho final de mestrado com vista à obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil na área de especialização de Edificações.

## 2. LOCALIZAÇÃO, TOPOGRAFIA E ZONAMENTO CLIMÁTICO

A moradia edificada localiza-se em Portugal Continental, mais precisamente no Distrito de Lisboa, na Rua Machado Castro, Lote 473, no Bairro Casal da Silveira, Freguesia de Famões, Concelho de Odivelas.

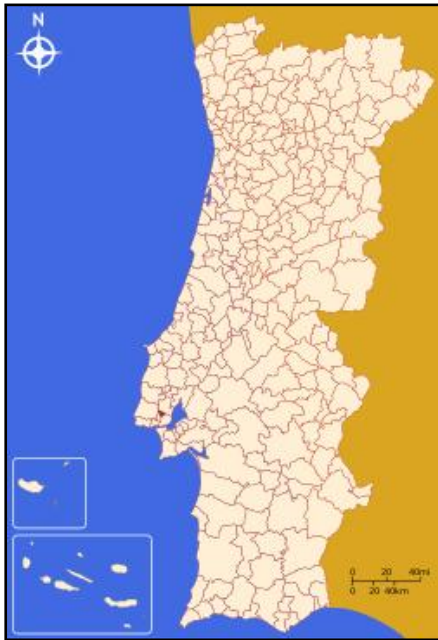


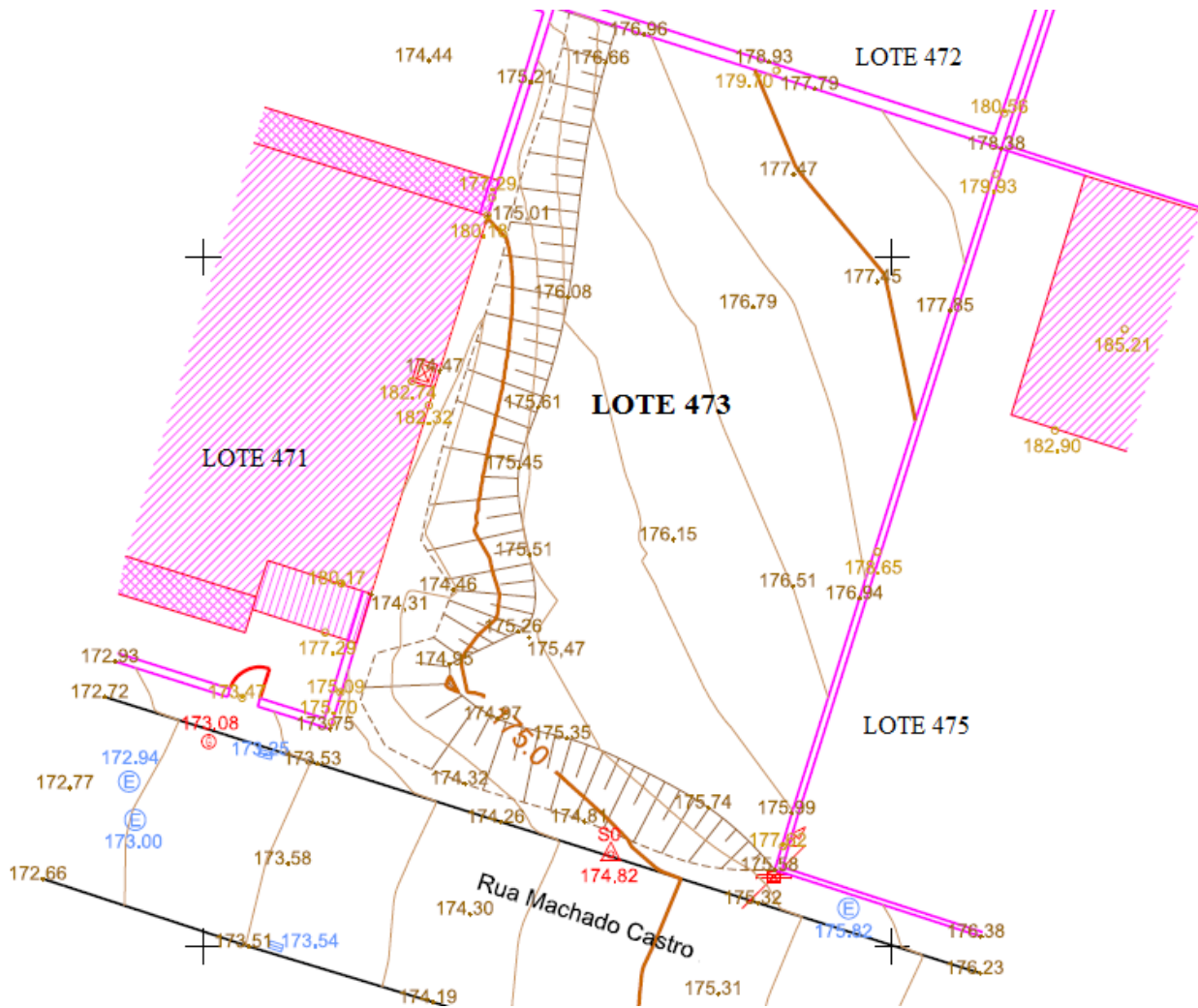
Fig.1 - Concelho de Odivelas

Fonte: Wikipédia



Fig.2 - Planta de localização da obra

O lote 473 encontra-se situado num terreno com uma topografia relativamente acentuada, como se pode comprovar, visualizando a planta do levantamento topográfico. Constata-se que existe um desnível de aproximadamente três metros, tanto à frente como no tardoz do lote, a percorrer toda a largura do terreno.



**Fig.3 - Levantamento topográfico**

A moradia foi edificada numa zona composta por moradias, não existindo quaisquer obstáculos que provoquem sombreamento. O alçado principal está orientado a Sul. Existe apenas uma moradia confinante no alçado lateral esquerdo (oeste). A presente moradia encontra-se localizada no Concelho de Odivelas, que pelo Quadro III.I do Anexo III do RCCTE confere uma zona climática II, V2 (Sul) e encontra-se a uma altitude de 180.00 metros, aproximadamente. Trata-se de um edifício inserido na periferia de zona urbana, e encontra-se a uma distância superior a 5 km da costa.

### 3. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

Trata-se de uma moradia unifamiliar destinada a habitação própria e permanente, composta por dois pisos acima da cota de soleira, ambos destinados a habitação, e um piso abaixo da cota de soleira destinado a estacionamento e a arrumos de apoio à habitação. Existe ainda um sótão também destinado a arrumos de apoio à habitação. É de salientar que apesar do perímetro da cave exceder o das paredes exteriores do piso do Rés-do-Chão, o mesmo encontra-se dentro do polígono de implantação previsto no Alvará do Bairro do Casal da Silveira para o lote em causa. Exteriormente e como atividade complementar à habitação, existe um telheiro destinado a cozinha de lenha.

#### 3.1 Dados da construção

Tabela 1 – Dados da construção

Área de implantação total:	<b>105.91 m<sup>2</sup></b>
Área de construção total:	<b>189.66 m<sup>2</sup></b>
Volumetria:	<b>568.98 m<sup>3</sup></b>
Cércea:	<b>7.18 m</b>
Pisos acima da soleira:	<b>2</b>
Pisos abaixo da soleira:	<b>1</b>
N.º de fogos:	<b>1</b>
Tipologia:	<b>T3</b>

#### 3.2 Descrição dos pisos

O **Piso-1** possui uma área de estacionamento, dois espaços de arrumos e uma instalação sanitária de apoio.

O **Piso 0** é destinado a habitação e possui uma câmara de entrada, uma zona de circulação, uma sala, uma cozinha, um escritório, e uma instalação sanitária de apoio.

O **Piso 1** destina-se igualmente a habitação e possui uma zona de distribuição, dois quartos, um estúdio com roupeiro e instalação sanitária privativa e uma instalação sanitária de uso geral.

O **Sótão** é utilizado exclusivamente para arrumos.

### **3.3 Estaleiro**

Dado tratar-se de uma construção de pequena envergadura (moradia unifamiliar com três pisos), a área destinada à implantação do estaleiro, situou-se, no interior do lote onde foi edificada a construção. Esta zona é suficiente para a guarda dos materiais, bem como para preservar em segurança a maquinaria a utilizar na referida edificação.

Foi ainda utilizado um terreno desocupado anexo à obra, com a devida autorização, para a instalação de um contentor de armazenamento de materiais de construção e guarda de ferramentas.

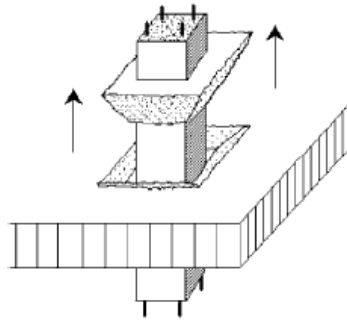


**Fig.4 - Contentor para armazenamento de materiais de construção**

### **3.4 Estrutura**

A estrutura desta moradia foi executada em betão armado, constituída por lajes maciças, vigas, pilares e sapatas, sendo a distribuição dos pilares e respetivas dimensões definidas de forma a não alterar significativamente o projeto de arquitetura.

De salientar que nesta estrutura os painéis de lajes fungiformes apoiam-se directamente nos pilares, existindo assim, conseqüentemente, fenómenos de punçoamento. Uma laje punçoa, quando se produz uma rotura da mesma, na zona envolvente da ligação ao pilar no qual se apoia. Normalmente toma formas tronco-piramidais ou tronco-cónicas, consoante o pilar seja retangular ou circular. Este fenómeno produz-se por esgotamento da resistência à tração do betão, devido às tensões tangenciais geradas ao longo da “superfície transversal crítica”.



**Fig.5 - Fenómeno do Punçoamento**

A rotura por punçoamento constitui um mecanismo de colapso local associado a uma rotura frágil (sem aviso prévio) e que pode gerar um colapso progressivo da estrutura, pois a rotura junto a um pilar implica um incremento de carga em pilares vizinhos.

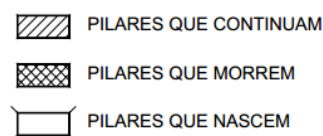
As principais causas duma rotura deste tipo têm estado associadas a ações mais fortes do tipo sísmico e são normalmente originadas por:

- Cálculos incorretos ou pura e simplesmente inexistentes
- Má betonagem do nó de ligação laje-pilar
- Execução de aberturas na laje, junto ao pilar, não previstas no projeto.

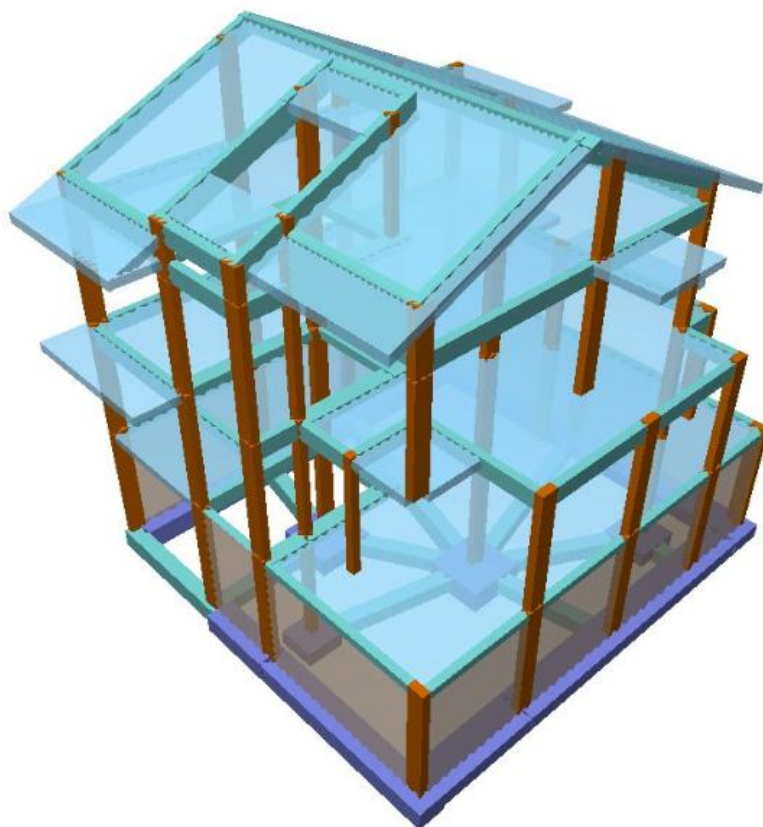
Normalmente ocorrem, por ação de sismos mais fortes, já que nesse caso aumenta a excentricidade da carga a transmitir aos pilares, agravando a situação de punçoamento.

No que diz respeito às vigas, existem apenas vigas de bordadura, vigas nos painéis de lajes em consola e vigas na zona da caixa de escadas.

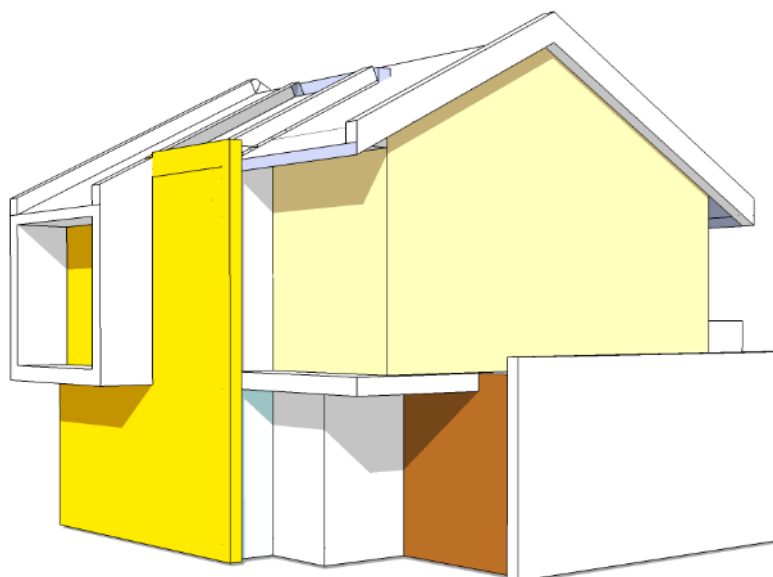
Quanto aos pilares, existem pilares que têm continuidade de piso para piso, mantendo a mesma secção ou não, outros que têm início (nascem) num determinado piso e ainda, pilares que são interrompidos (morrem) num determinado piso da estrutura. Assim, no Projeto de Estabilidade é designada uma legenda para a representação dos pilares em tais situações.



**Fig.6 - Notação usual utilizada para Pilares**



**Fig.7- Estrutura global da moradia**



**Fig.8 - Esquízo do alçado principal e alçado lateral direito**

## 4. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS

A duração do estágio contemplou um período de quatro meses que coincidiu com o arranque da obra e terminou com as atividades assinaladas com “X” no quarto mês do Programa de Trabalhos. A obra estava programada para um prazo máximo de execução doze meses.

Tabela 2 - Cronograma dos Trabalhos

MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>FUNDAÇÕES ESPECIAIS</b>	X											
<b>TRABALHOS DE BETÃO ARMADO</b>	X	X	X									
<b>ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES</b>				X								
CANALIZAÇÕES E INST. RESPEC. DISPOSITIVOS					X	X	X					
ASCENSORES												
INSTALAÇÕES ILUMINÇ. ELÉCT. SINALIZAÇÃO						X	X					
VENTILAÇÃO AQUECIM. E AR CONDICIONADO							X	X				
PROTECÇÃO ESTRUT. METÁLICAS E METALIZAÇÃO									X	X	X	
<b>TRABALHOS DE ALVENARIA BETÃO REBOCO TELHADO</b>			X	X	X	X						
<b>ASSENTAMENTO DE CANATARIAS</b>				X								
<b>TRABALHOS DE CARPINTARIA TOSCOS E LIMPO</b>		X	X									
ESTUQUE PINTURAS E REVES. ESPECIAIS								X	X	X		
LIMPEZA E CONSERVAÇÃO EDIFÍCIOS											X	X

 **Trabalhos acompanhados pelo estagiário durante os 4 meses de estágio**

## 5. RECURSOS

### 5.1. *Intervenientes na obra / Mão-de-obra*

Relativamente aos intervenientes na obra, referenciam-se os seguintes:

- **Dono de Obra** – Exmo. Sr. Paulo Alexandre Gomes Ferreira

Idealiza o empreendimento e é responsável pela definição dos objetivos e pelo seu financiamento.

- **Autor do projeto/ Coordenador de Segurança em Projeto/ Diretor Técnico da Obra** – Engenheiro Técnico Civil José Carlos Sequeira Gomes (Lugares Simétricos, Arquitectura e Engenharia, Lda.)

Responsável pelo Projeto de Arquitetura; Projetos de Especialidades, nomeadamente o Projeto/Planta do Estaleiro, Projeto de Estabilidade que inclui o Projeto de Escavação e Contenção Periférica, Projeto de Rede Predial de Água, Projetos de Redes Prediais de Água Pluviais e Residuais, Projeto de Arranjos Exteriores, Projeto de Verificação do Comportamento Térmico, Projeto de Condicionamento Acústico, Projeto de Ventilação e Exaustão de Fumos, Projeto de Instalações Telefónicas e de Telecomunicações (ITED), Projeto de Instalação de Gás e Projeto de Segurança Contra Incêndios; Plano de Segurança e Saúde.

- **Empreiteiro Geral** – António Cardoso Fonte unipessoal, Lda

Empresa contratada pelo dono da obra para a realização das obras de construção da moradia e pode subcontratar partes da obra a outras entidades (sub-empreiteiros).

- **Entidades executante** – Manuel, Jorge Soares e Irmãos, Lda; António Cardoso Fonte unipessoal, Lda.

Responsável pela execução da quase totalidade da obra, de acordo com o projeto aprovado e as disposições legais ou regulamentares aplicáveis.

- **Entidade Fiscalizadora** – Divisão de Fiscalização Urbanística da Câmara Municipal de Odivelas

São atribuições da Divisão de Fiscalização Urbanística:

- Detetar e promover o embargo e participação da prática de ilícito contraordenacional das operações urbanísticas que, estando sujeitas a

licenciamento ou autorização, dele não hajam sido objeto, promovendo os demais procedimentos previstos por lei ou regulamento, com vista às correspondentes combinações;

- Verificar a conformidade da execução das operações urbanísticas superiormente determinadas com os projetos aprovados e as condições do licenciamento ou autorização, promovendo o embargo e participação de ilícito contraordenacional, e os demais procedimentos previstos por lei ou regulamento;
- Efetuar os demais atos inerentes à atividade fiscalizadora, designadamente o acompanhamento de obra, procedendo aos competentes registo em livro de obra, bem como efetuar as diligências conducentes à prorrogação de licenças ou autorizações.

A mão-de-obra utilizada nesta obra englobou as seguintes categorias profissionais:

**Tabela 3 – Mão-de-obra e quadro Técnico**

<b>Pessoal da Produção</b>	<b>Pessoal Técnico e de Enquadramento</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Serventes</li><li>• Pedreiros</li><li>• Carpinteiros</li><li>• Manobreadores</li><li>• Armadores de Ferro</li><li>• Electricistas</li><li>• Canalizadores</li><li>• Pintores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Engenheiro</li><li>• Encarregado/Preparador de Obra</li><li>• Topógrafo</li></ul>

As cargas de mão-de-obra, ou seja, o número e a composição das diferentes equipas necessárias para a realização das atividades ao ritmo programado, são determinados de acordo com o cronograma de trabalhos, para que os prazos previstos sejam cumpridos.

## **5.2 Materiais utilizados em Obra**

Para a construção desta moradia foram utilizados vários materiais, os quais serão mencionados nos capítulos seguintes acompanhados de fotografias, à medida que se descreve as atividades e os processos construtivos adotados. Sinteticamente, os materiais utilizados podem ser agrupados nas seguintes categorias:

1. Elementos estruturais (aço, betão e cimento)
2. Cofragens e andaimes tradicionais em madeira, prumos metálicos, estrados metálicos, guarda corpos, etc.
3. Isolamentos térmicos ( XPS – Placas de poliestireno extrudido)
4. Outros materiais

## **5.3 Equipamentos utilizados em obra**

Foram utilizadas vários equipamentos, os quais são caracterizados nos capítulos seguintes acompanhados de fotografias, à medida que se descrevem as atividades e os processos construtivos adotados.

## 6. ATIVIDADES E TRABALHOS REALIZADOS ANTES DO INÍCIO DO ESTÁGIO

### 6.1 Desmatção do terreno

Anteriormente à data do início do estágio, já tinha sido efetuada a desmatção total do terreno, a qual se traduziu na remoção de toda a cobertura vegetal existente, assim como a limpeza de qualquer tipo de lixo adicional presente. Esta operação foi levada a cabo por uma escavadora e por um camião, cujas características serão descritas adiante.



**Fig.9 - Cobertura vegetal existente no terreno**



**Fig.10 - Cobertura vegetal existente no terreno**

## **6.2 Muro de Suporte – Sapata contínua sob parede**

Anteriormente à data do início do estágio, já estava construído um muro de suporte do tipo sapata contínua sob parede de betão armado que acompanhava todo o muro lateral da construção vizinha (Lote 475) bem como todo o muro da construção vizinha do tardoz do terreno (Lote 472).



**Fig.11 - Muro de suporte do tipo sapata corrida sob parede**

Houve necessidade de construir esta contenção periférica por razões de segurança, pois verificava-se risco de assentamento ou mesmo colapso do muro existente das construções vizinhas, sobretudo quando decorressem as operações de escavação nesta obra.

## 7. CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO

O terreno em questão é predominantemente constituído por solo, no entanto apresenta uma grande quantidade de fragmentos de rocha calcária. Estes calcários são principalmente de origem orgânica ou biogénica. São rochas formadas essencialmente por calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) e a maioria é constituída por grãos tão finos que não se distinguem uns dos outros macroscopicamente e não têm aparência cristalina. Alguns porém, são nitidamente cristalinos. A cor é vulgarmente branca, mas pode ser cinzenta azulada, cinzenta-escuro, negra, amarelada ou acastanhada. As rochas deste terreno apresentam um mineral de textura cristalina muito frequente nas rochas calcárias, denominado dolomite, o que nos leva a designá-las de calcários dolomíticos. O dolomite é um mineral de carbonato de cálcio e magnésio, de cor branca, brilho vítreo ou nacarado, apresenta uma dureza que varia de 3,5 a 4,0 na escala de Mohs e é o principal constituinte das rochas sedimentares ditas dolomias.



**Fig.12 - Calcários dolomíticos**



**Fig.13 - Textura cristalina do dolomite**

## 8. IMPLANTAÇÃO E MARCAÇÃO DA OBRA

O início do estágio coincidiu com a implantação da edificação. Pode-se designar por implantação de uma edificação, a operação que transpõe para o terreno, a posição de todos os elementos construtivos que estão representados no projeto de execução dessa edificação. Por isso, a área do lote, a cota da soleira e as infra estruturas na vizinhança foram alguns dos aspetos importantes a considerar.

Este trabalho foi realizado pelo Encarregado da obra e pelo Engenheiro estagiário utilizando métodos rudimentares, que serão descritos de seguida.

Dado tratar-se de uma obra de pequena dimensão e com eixos perpendiculares, não foi necessário utilizar qualquer tipo de apoio topográfico.

A primeira precaução a ter em conta foi a comparação do Projeto de Estabilidade com o Projeto de Arquitetura. A concordância destes dois projetos é fundamental, principalmente no que respeita à implantação, pois não podem induzir a interpretações ambíguas no ato da marcação da obra. É relevante para um Engenheiro Civil ter a noção que o projeto que comanda a marcação da edificação é o Projeto de Arquitetura e não o de Estabilidade, pois o Projeto de Estabilidade é realizado com base no Projeto de Arquitetura.

O Regulamento Municipal da Edificação e da Urbanização (RMEU), do Município de Odivelas, no Capítulo II – Procedimentos e normas técnicas especiais, Artigo 92º - Afastamento das construções – alínea 1, define o seguinte:

*“Os afastamentos da edificação principal aos limites do lote são de 3m relativamente aos limites frontais e laterais e de 6m a tardoz, admitindo-se que no caso de moradias unifamiliares se reduz o afastamento a tardoz para 5m.”*

De acordo com o Regulamento e os projetos já mencionados, procedeu-se então à marcação da área a implantar. A moradia a construir é geminada, e é construída parede com parede com o Lote 471. Com esse propósito, estabeleceram-se como referências o passeio da via pública que assinala o limite frontal do lote e o muro exterior já existente do lote 475 que assinala o limite lateral do lote.

Para se proceder à implantação foram utilizadas as seguintes ferramentas e materiais:

- Prisma ótico manual
- Fita métrica de 5 m
- Fita métrica longa de 20 m
- Estacas de madeira
- Martelo + Marreta
- Pregos
- Fita vermelha e branca de sinalização
- Fio de alinhamentos em nylon

Com o auxílio destas ferramentas e materiais e seguindo rigorosamente tudo o que foi escrito anteriormente, definiram-se os escantilhões da área de escavação – 10,50 x 11,44 (metros).



**Fig.14 - Estaca cravada manualmente no terreno**

## 9. ESCAVAÇÃO E TRANSPORTE DE TERRAS

### 9.1 Escavação

Os trabalhos de escavação e transporte de terras iniciaram-se imediatamente após a marcação até à profundidade de 3 m, a partir do fundo da laje do Piso 0. A cave, segundo o Projeto de Arquitetura, apresenta um pé direito de 2,70 m.

O Regulamento Municipal da Edificação e da Urbanização (RMEU), do Município de Odivelas, no Capítulo II – Procedimentos e normas técnicas e especiais, Artigo 87º - Caves – alínea 3, define o seguinte:

*“As caves terão um pé-direito máximo de 2,40m, podendo admitir-se outras soluções quando a topografia do terreno o justifique, e ainda, na legalização de edificações existentes.”*

Como já foi mencionado no Capítulo I deste Relatório – Localização, Topografia e Zonamento Climático – o relevo acentuado onde se situa o Lote, justifica que o pé direito da cave seja superior a 2,40m.



Fig.15 - Marcação na parede do lote 471 que assinala o fundo da laje do piso 0

A escavação foi toda realizada com uma escavadora giratória de rodas pneumáticas com as seguintes características:

- Marca Caterpillar, modelo M318d
- Potência bruta do motor = 130 kW
- Capacidade coroada do balde = 1,13 m<sup>3</sup>
- Peso do balde = 932 kg



**Fig.16 - Escavadora giratória de rodas**

Dado o maciço apresentar muito material rochoso, foi necessário realizar grande parte da escavação com o auxílio de um martelo hidráulico de 1800 kg.



**Fig.17 - Martelo hidráulico**

A utilização do martelo hidráulico durante as operações de escavação foi uma constante, o que provocou um desgaste elevado na escavadora devido à vibração da mesma no ato da perfuração da rocha.

## **9.2 Transporte de terras**

O transporte das terras a vazadouro foi efetuado por meio de um camião com as seguintes características (**Anexo 2**):

- Marca MAN, modelo T65.35.440
- Potência máxima do motor = 324 kW
- Tara do camião = 10160 kg
- Peso bruto do camião = 32000 kg
- Capacidade da Caixa de carga = 17m<sup>3</sup>

O manobrador da escavadora não depositava as terras escavadas do maciço, diretamente na caixa de carga do camião. Removia o solo, amontoava-o ao lado e posteriormente carregava o camião. O fato da escavação e transporte de terras se desenvolver deste modo induzia um duplo empolamento:

- 1º empolamento - Escavação e deposição das terras em monte
- 2º empolamento - Carregamento das terras do monte no camião

O aumento de volume do material escavado consequente da destruição da sua estrutura natural, designa-se por empolamento, o qual se traduz pelo aumento do volume de vazios criada pela separação dos elementos constituintes do terreno.

O engenheiro estagiário procedeu à determinação do peso volúmico do solo amontoado enchendo três baldes de 10 l cada, pesando-os os e estabeleceu-se uma média dos valores obtidos, estimando assim um peso volúmico aproximado de 15,5KN/m<sup>3</sup>.

Através de alguns cálculos simples conseguiu-se determinar a percentagem de empolamento nas duas situações referidas.

**Cálculos:**

**Peso máximo de carga do camião** = *Peso bruto total do camião* – *Tara do camião* =  
 $32000 - 10160 = 21840 \text{ kg} = 218,40 \text{ KN}$

**Volume total escavado** = *Área de implantação* × *Profundidade da escavação* =  
 $(10,5 \text{ m} \times 11,44) \text{ m} \times 3 \text{ m} = 360,36 \text{ m}^3$

**Volume total transportado** = *nº de camiões* × *Capacidade da caixa de carga* =  
 $30 \text{ camiões} \times 17 \text{ m}^3 = 510 \text{ m}^3$

**Peso volúmico do solo (no monte):**  $\gamma_2 = 15,5 \text{ KN/m}^3$

**Peso volúmico do solo (na caixa de carga do camião):**

$$\frac{218,40 \text{ KN}}{17 \text{ m}^3} = \gamma_3 = 12,8 \text{ KN/m}^3$$

**Peso total de terras transportado:**

$$12,8 \times 510 = 6528 \text{ KN}$$

**Peso volúmico do solo (no maciço):**

$$\frac{6528 \text{ KN}}{360 \text{ m}^3} = \gamma_1 = 18,28 \text{ KN/m}^3$$

**Empolamento (em percentagem) do maciço para o monte:**

$$\frac{15,50 \text{ KN}}{1 \text{ m}^3} = \frac{18,28 \text{ KN}}{x} \Leftrightarrow x = 1,18 \Rightarrow \mathbf{18 \%}$$

**Quantidade de solo máximo no monte, depositado no camião:**

$$\frac{218,40 \text{ KN}}{15,50 \text{ KN/m}^3} = 14,09 \text{ m}^3$$

**Empolamento (em percentagem) do monte para o camião:**

$$\frac{17 - 14,09}{14,09} \times 100\% = \mathbf{20,65 \%}$$

**Empolamento (em percentagem) total do maciço para o camião:**

$$\frac{510 - 360}{360} \times 100\% = \mathbf{41,67 \%}$$

Quando o solo já se encontrava dentro da caixa de carga (Volume solto), o manobrador da escavadora ia compactando-o ligeiramente com o fundo do balde, de modo a poder introduzir mais solo. Este solo em vazadouro seria posteriormente compactado com cilindros compactadores.

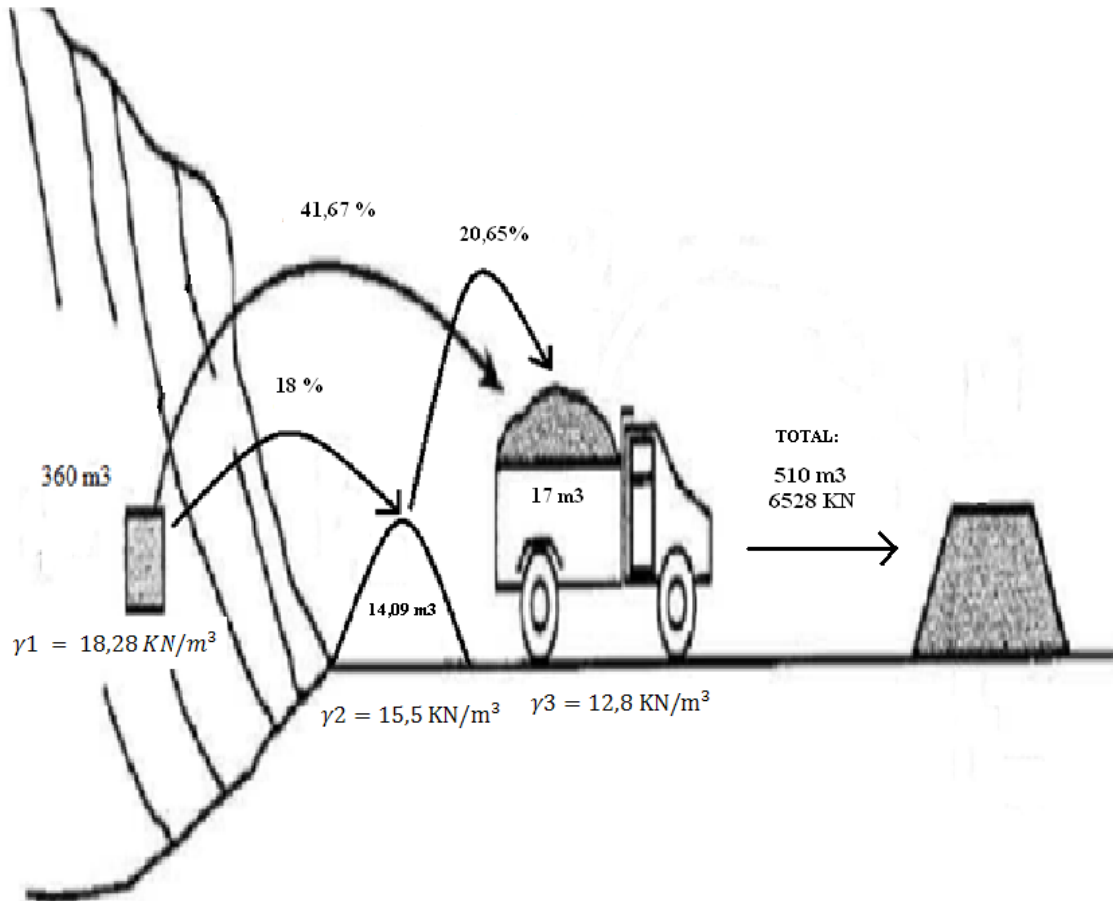


Fig.18 - Empolamento de solos

No entanto se multiplicarmos a capacidade da caixa de carga ( $17 \text{ m}^3$ ) pelo peso volúmico do solo dentro da caixa de carga ( $12,8 \text{ KN/m}^3$ ) e adicionarmos a tara do camião ( $10160 \text{ kg}$ ), com as respetivas conversões de unidades, obtemos  $31920 \text{ kg}$ , valor que não excede o peso bruto total do camião.

Existem igualmente tabelas de Fatores de Conversão de Volume para determinar o Volume Solto e o Volume Compactado. Deve-se ter em atenção o estado e o tipo de solo a escavar ou movimentar, considerando coeficientes de empolamento ou de contração adequados.

**Tabela 4 - Fatores de Conversão de Volume para Empolamento de Solos**

TIPO DE SOLO	ESTADO INICIAL	ESTADO DO SOLO A MOVIMENTAR		
		"in situ"	solto	compactado
AREIA	"in situ"	1,00	1,11	0,95
	solto	0,90	1,00	0,86
	compactado	1,05	1,17	1,00
TERRA COMUM	"in situ"	1,00	1,25	0,90
	solto	0,80	1,00	0,72
	compactado	1,11	1,39	1,00
ARGILA	"in situ"	1,00	1,43	0,90
	solto	0,70	1,00	0,63
	compactado	1,11	1,59	1,00
SOLO GRANULAR	"in situ"	1,00	1,18	1,08
	solto	0,85	1,00	0,91
	compactado	0,93	1,09	1,00
ROCHAS BRANDAS	"in situ"	1,00	1,65	1,22
	solto	0,61	1,00	0,74
	compactado	0,82	1,35	1,00
ROCHAS DURAS	"in situ"	1,00	1,70	1,31
	solto	0,59	1,00	0,77
	compactado	0,76	1,30	1,00
ROCHAS FRACTURADAS	"in situ"	1,00	1,75	1,40
	solto	0,57	1,00	0,80
	compactado	0,71	1,24	1,00
ROCHAS BRITADAS	"in situ"	1,00	1,80	1,30
	solto	0,56	1,00	0,72
	compactado	0,77	1,38	1,00

Exemplos

	Volume "in situ"		Volume solto		Volume compactado
terra comum	1,00	x 1,25 =	1,25	x 0,72 =	0,90
rocha branda	1,00	x 1,65 =	1,65	x 0,74 =	1,22

Fazendo uma analogia, chega-se à conclusão que os valores tabelados não servirão de forma direta para o caso em questão, pois o terreno é uma mistura de rocha com solo. No entanto, ao efetuar-se uma média entre os valores destacados a vermelho na tabela, obteremos um coeficiente de 1,45 (45%), quando analiticamente foi determinado um valor de 41,67%.

É igualmente importante referir que não foram estimadas quantidades de rocha e de solo separadamente, mas sim como um todo.



**Fig.19 - Camião para transporte de terras**

O tempo de deposição das terras na caixa do camião (ciclo de carregamento) foi sempre de aproximadamente 10 minutos e, durante esta operação haveria um cuidado permanente para que a lança da escavadora não atingisse os cabos elétricos da rede pública à entrada do lote.



**Fig.20 - Perigo de atingir os cabos elétricos de abastecimento público durante a escavação**

O tempo de percurso de ida e volta do camião ao local do vazadouro (ciclo de transporte) foi em média de 50 minutos. Neste tempo de espera, o manobrador da escavadora aproveitava para limpar o óleo que o martelo hidráulico vertia durante a perfuração, removia o solo e amontoava-o de modo a facilitar o processo de carregamento no ciclo seguinte. A escavação total durou 5 dias e foram executados 30 ciclos, correspondendo portanto a uma movimentação total de 510 m<sup>3</sup> de solo.

## 10.FUNDAÇÕES

As fundações são a parte da estrutura que transmite ao terreno as tensões por ela desenvolvidas na sua base. São classificadas de acordo com a sua profundidade em diretas ou superficiais, semi-indiretas e indiretas ou profundas.

É fundamental ter em consideração os seguintes aspetos na opção pelo tipo de fundação:

- Características do terreno, capacidade de carga e deformabilidade que variam em profundidade.
- Exequibilidade
- Valor das tensões aplicadas a transmitir ao terreno
- Capacidade entre os assentamentos admissíveis absolutos e/ou diferenciais e os exetáveis

Na construção desta moradia, as fundações dos pilares e das paredes são do tipo direto ou superficial, constituídas por sapatas isoladas ligadas por vigas de fundação. Optou-se por este tipo de fundação, dada a profundidade necessária ser reduzida devido ao terreno apresentar características de resistência constantes e os níveis médios de cargas aplicadas pela estrutura não serem elevados.

Pode-se averiguar a tensão aplicada da edificação sobre o terreno através da seguinte equação, considerando uma tensão de 15 KN/m<sup>2</sup>/piso (valor que contempla os pesos da estrutura + sobrecargas, usual para pequenos armazéns e moradias) e uma tensão admissível de 200KN/m<sup>2</sup> (valor usual para solos maioritariamente consituídos por terra comum):

$$\sigma_{apl} = \frac{\frac{15KN}{m^2}}{piso} \times \left( \sum \frac{\text{Área dos pisos}}{n^{\circ} \text{ de pisos}} \right) \times n^{\circ} \text{ pisos} \leq 200KN/m^2 \quad (1)$$

$$\text{Área Piso -1} = 114,79 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Piso 0} = 99,34 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Piso 1} = 90,32 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Sótão} = 64,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de todas as sapatas} = 30,76 \text{ m}^2$$

$$\left( \sum \frac{\text{Área dos pisos}}{n^{\circ} \text{ de pisos}} \right) = \frac{114,79 + 99,34 + 90,32 + 64,80}{3,5} = 105,50 \text{ m}^2$$

Considerou-se 3,5 para o nº de pisos, pois o Piso -1 e o Sótão têm contribuições para a tensão total aplicada diferentes dos pisos habitáveis. Assim admitiu-se 1 para os pisos habitáveis e 0,75 para os pisos não habitáveis, cuja soma dá 3,5.

Substituindo os valores em (1), vem:

$$\sigma_{\text{apl}} = \frac{15 \times 105,50 \times 3,5}{30,76} = 180,06 \text{ KN/m}^2 \leq 200 \text{ KN/m}^2$$

Conclui-se que os níveis médios das cargas apliadas pela edificação não ultrapassam a tensão admissível do terreno. Obviamente, quanto mais resistente for o terreno, maior será a tensão admissível a aplicar – um maciço rochoso por exemplo, apresentará valores muito acima de  $200\text{KN/m}^2$ .

As vigas de fundação têm como objetivo evitar ou mitigar assentamentos diferenciados entre pilares, absorver parte dos momentos fletores na sua base, sobretudo os de maior valor resultantes de ações sísmicas e também servir de fundação às paredes resistentes.

## 10.1 Projeto

Nas figuras seguintes estão representadas a Planta de Fundações e os quadros referentes às dimensões dos elementos de fundação, assim como a quantidade e disposição das armaduras desses mesmos elementos. Foi utilizado Betão B25(C20/25) e Aço A400 NR SD. Os diâmetros dos varões de aço variaram de 6 mm a 20mm.

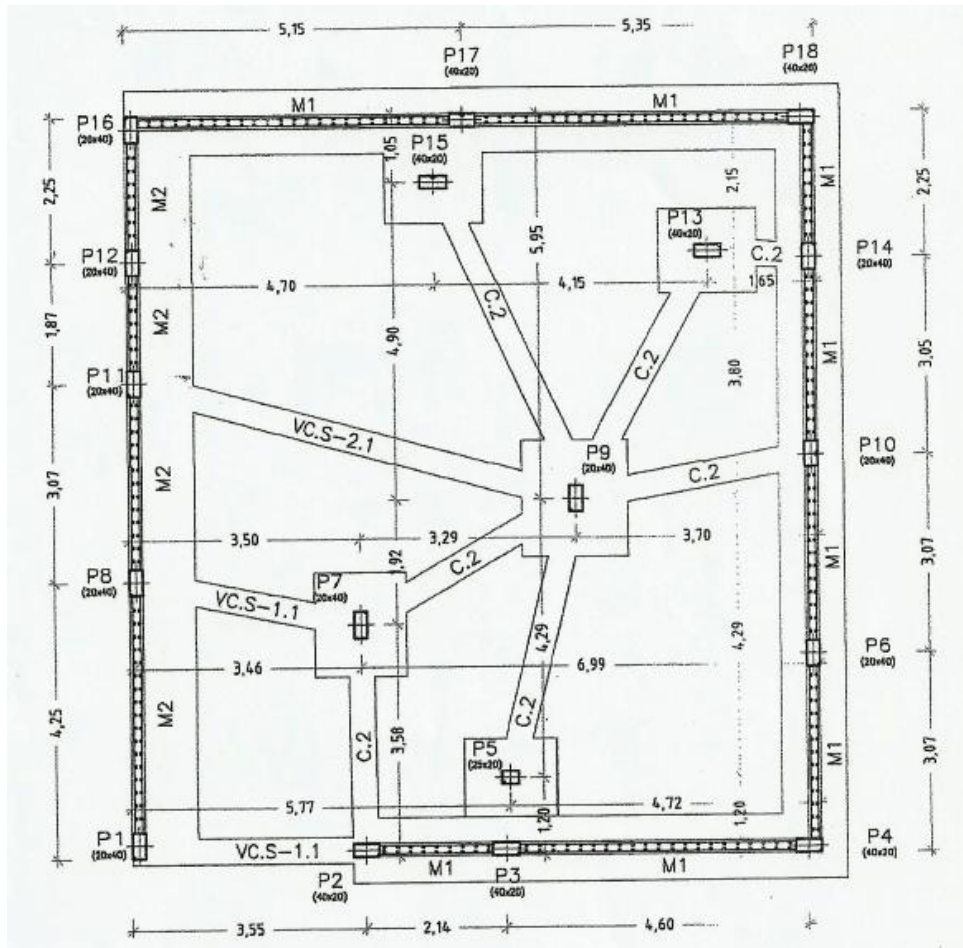


Fig.21 - Projeto de Estabilidade – Planta de Fundações

Fundação		QUADRO DE ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO				
Fundação		Referências	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Armadura inf. X	Armadura inf. Y
Betão: B25 (C20/25)		P5	140x120	60	7ø12a/12.5	9ø12a/12.5
Escala: 1:100		P7	140x160	60	12ø12a/12.5	11ø12a/12.5
		P9	160x180	60	14ø12a/12.5	12ø12a/12.5
		P13	150x130	60	10ø12a/12.5	11ø12a/12.5
		P15	150x130	60	10ø12a/12.5	11ø12a/12.5

Tabela de vigas de equilíbrio	
	<p>VC.S-1.1</p> <p>Arm. sup.: 4 ø16</p> <p>Arm. inf.: 4 ø16</p> <p>Arm. alma: 1x2 ø12</p> <p>Estribos: 1xø8a/20</p>
	<p>VC.S-2.1</p> <p>Arm. sup.: 4 ø20</p> <p>Arm. inf.: 4 ø20</p> <p>Arm. alma: 1x2 ø12</p> <p>Estribos: 1xø8a/20</p>

Tabela de vigas lintéis		Resumo Aço Fundação	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
	<p>C.2</p> <p>Arm. sup.: 2 ø16</p> <p>Arm. inf.: 2 ø16</p> <p>Estribos: 1xø8a/30</p>	Pormenor fundação			
		A400 ø6	67.5	16	
		ø8	180.6	78	
		ø10	306.7	208	
		ø12	1445.9	1412	
		ø16	285.0	495	
		ø20	61.6	167	2376

Fig.22 - Quadros de Elementos de Fundação

## 10.2 Trabalhos Pré-Cofragem

Ainda no decorrer das operações de escavação, executaram-se as primeiras medições e marcações das fundações. O primeiro passo que se deu foi averiguar se toda a volumetria escavada estava a 3 metros de profundidade. Para realizar essa tarefa, utilizaram-se as seguintes ferramentas de trabalho:

- Nível
- Mangueira de nível
- Fio de alinhamentos em nylon
- Fio-de-prumo
- Esquadro
- Lápis
- Metro de fita
- Martelo
- Pregos
- Tábuas
- Barrotes



**Fig.23 - Carpinteiros a averiguarem a profundidade da escavação**

### 10.3 Cofragem das fundações

As cofragens das fundações iniciaram-se logo após o término das operações de escavação, para as quais foram utilizados os seguintes materiais:

- Barrotes de madeira: 4,00 x 0,16 x 0,08 (m)
- Taipais de madeira DOKA: 2,00x0,50x0,027 (m)



Fig.24 - Taipais DOKA para Cofragem

Começou-se por efetuar a cofragem do pano exterior do muro da cave, começando pelo tardo da moradia. É de extrema importância deixar uma folga horizontal de sobreescavação em relação ao perímetro de implantação da estrutura de modo a que facilite os trabalhos de descofragem periférica e de impermeabilização da cave.



Fig.25 – Cofragem do pano exterior do muro da cave



**Fig.26 – Folga horizontal de sobreescavação**

Quando se terminou a cofragem da face exterior do muro da cave, procedeu-se à marcação de todas as sapatas, pilares e vigas de fundação e em seguida à cofragem das vigas de fundação e dos maciços das sapatas.



**Fig.27 -Cofragem das vigas de fundação e maciços das sapatas de fundação**

De acordo com o Projeto de Estabilidade, todo o contorno da fundação é ligada por uma sapata contínua com 50 cm de altura e 90 cm de largura. Desta sapata, derivam vigas de fundação que se ligam a sapatas isoladas, constituindo por assim dizer, um sistema de travamento estrutural que se traduz num modelo resistente de fundação anti-sísmico.

## 10.4 Corte, dobragem e armação de aço

O aço em varão, é um material utilizado na execução de estruturas de betão armado e dele depende o bom comportamento da estrutura durante a sua vida útil.

Os varões de aço utilizados em obra foram: A400 NR SD, com diâmetros ( $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$  e  $\emptyset 16$ ), cujo significado das designações correspondem a: 400 é tensão de cedência, de 400 Mpa, “N” indica que o seu processo de fabrico é natural e não sofreu qualquer processo de endurecimento, “R” que a superfície é rugosa e por fim, “SD” indica que este aço tem maior percentagem de carbono, conferindo-lhe mais ductilidade e uma segurança adicional. Também se utilizou arame de aço recosido para atar estribos e cintas às armaduras principais. A colocação do aço em obra, pela sua importância estrutural, obriga a que o mesmo esteja devidamente certificado. Deste modo, a receção é feita apenas pela confrontação da encomenda com os dados na chapa/etiqueta que o acompanha.

Os varões de aço eram armazenados em local próprio no estaleiro da obra, junto às máquinas de corte e dobragem.



**Fig.28 - Etiqueta – Aço certificado**

Ao mesmo tempo que se procedia à cofragem dos elementos estruturais das fundações, decorriam as operações de corte, dobragem e armação de aço para os mesmos.



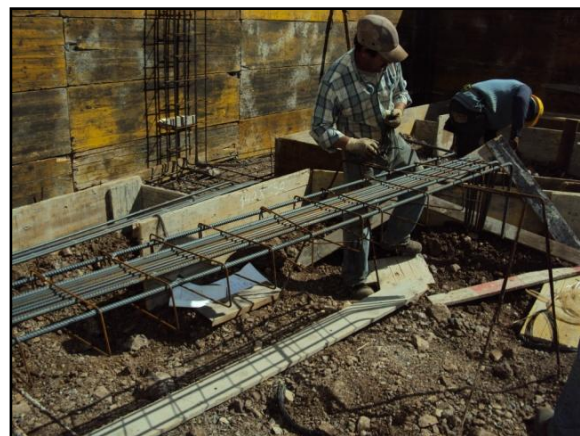
**Fig.29 - Varões de Aço A400 de 12 m**



**Fig.30 - Máquina de corte do aço**



**Fig.31 - Mesa de dobragem de aço**



**Fig.32 - Armação das vigas e pilares**

Posto isto, os elementos estruturais – vigas de fundação e pilares - foram sendo colocados nos seus devidos lugares, em concordância com o Projecto de Estabilidade e as marcações e medições realizadas em obra, anteriormente. As vigas de fundação foram todas devidamente escoradas, horizontalmente, com prumos metálicos extensores de modo a que a cofragem a que foram sujeitas, não ceder durante a betonagem.

Os armadores de ferro fizeram-se sempre acompanhar do Projeto de Estabilidade e consultavam regularmente o Mapa de Vigas e Pilares para quantificar e chegar ao produto final, em aço, dos elementos estruturais pedidos.



**Fig.33 - Pormenor de Sapata de fundação isolada armada com cruzamento de vigas de fundação**



**Fig.34 - Fundações armadas e escoradas imediatamente antes da sua betonagem**

## 10.5 Betonagem

O betão é uma mistura de inertes naturais, areia e pedra (brita) com vários calibres, cimento e água, que enquanto fluida, é introduzida em moldes para se a forma pretendida. Ao adquirir consistência, por reação química do cimento com a água, passa a constituir uma rocha artificial. O betão utilizado para a execução da estrutura desta obra foi B25 (C20/25).

Antes de se proceder a qualquer betonagem a partir de um arruamento urbano é fundamental a realização de duas tarefas:

- Quando é necessário ocupar parte da via pública, dever-se-á dar conhecimento à Polícia local com a devida antecedência, que se vai realizar uma betonagem, e assim um agente policial deslocar-se-á ao local em questão e permanecerá no local, desde o início até ao fim da betonagem, controlando o trânsito local.
- Dar informação à vizinhança com a devida antecedência e de preferência por escrito, a avisar que se vai realizar uma betonagem no referido lote e portanto, a via poderá encontrar-se parcialmente ou totalmente interrompida e para não estacionarem as suas viaturas junto ao lote em questão.

Terminada a armação de todos os elementos estruturais a betonar, quantificou-se o volume de betão necessário, que para a betonagem de todas as sapatas e vigas de fundação, foram contabilizados  $27\text{m}^3$  e assim encomendados à Central de Betão.

Todos os camiões-betoneira que transportaram o betão até à obra possuem uma capacidade de  $10\text{m}^3$ , tendo sido utilizados três.



**Fig.35 - Camião Betoneira**

Na encomenda do betão é necessário tomar algumas precauções, nomeadamente as seguintes:

- Não é aconselhável o camião-betoneira vir atestado com a máxima capacidade, pois poderá desperdiçar betão no percurso desde a Central ao local da betonagem, sobretudo se existirem subidas de elevado declive.
- Quando se quantifica o betão a encomendar, deve-se sempre rever os cálculos antes de se proceder à encomenda, pois deve-se ter em conta que o Camião-bomba possui uma tremonha, que neste caso tinha uma capacidade para armazenar 300 l de betão. Assim, quando termina a bombagem, ficarão sempre retidos na tremonha os 300 l de betão que terão de ser depois descarregados manualmente. Uma situação a evitar é encomendar uma quantidade insuficiente de betão, pois origina interrupção da betonagem por algum tempo e o betão já bombado já não terá a mesma idade do betão em falta, originando por vezes problemas estruturais.
- Ter em atenção a hora da betonagem pois poderão ocorrer filas de trânsito em horas de ponta, que os camiões tenham que suportar.

O processo de enchimento das sapatas e vigas de fundação decorreu em duas fases:

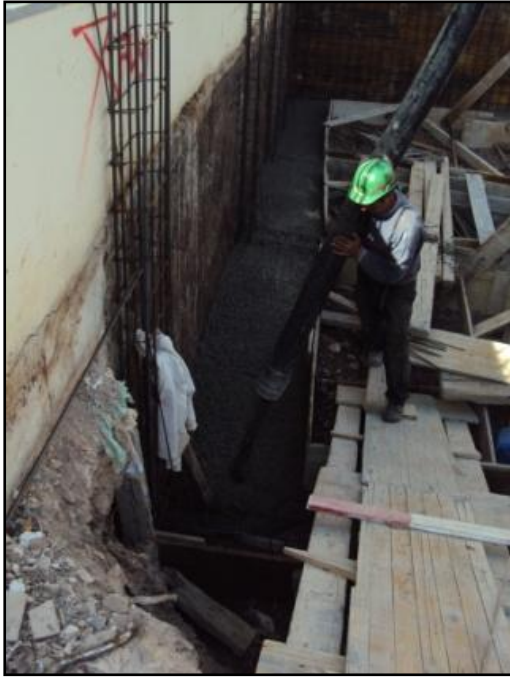
1. Encheram-se todas as sapatas e vigas de fundação até 0,40 m de altura;
2. Preencheram-se os restantes 0,10 m que faltavam em toda a fundação.

Procedeu-se desta maneira, pois há sempre um risco de ter feito uma má contabilização do volume de betão, o qual poderá não ser suficiente e evita-se que hajam partes da estrutura sem qualquer betão depositado.

É de extrema importância efetuar a vibração do betão com vibrador no decurso da betonagem, pois apresenta as seguintes vantagens:

- aumenta a sua resistência mecânica;
- aumenta a aderência entre betão e aço;
- diminui a sua permeabilidade;
- diminui os vazios, o excesso de ar incorporado e a segregação do betão

Deve-se posicionar o vibrador sempre verticalmente e nunca na horizontal, permitindo a rápida inserção até ao fundo da secção em causa, mantendo-o lá durante um período de 5 a 15 s. A vibração do betão deve parar quando a superfície do betão começar a brilhar e quando grandes bolhas de ar pararem de surgir e o vibrador não deverá funcionar por muito tempo fora do betão pois ele irá sobreaquecer.



**Fig.37 - Betonagem das fundações**



**Fig.36 - Vibração do betão**



**Fig.38 - Vibrador de betão**

Nas fundações em causa, o volume de betão efetivo foi de  $25\text{m}^3$ , comprovado nas guias de remessa (**Anexo 1**) entregues pelos operadores dos Camião-bomba e Camião Betoneira, pelo que ficaram por preencher  $2\text{ m}^3$ , o que pode traduzir-se num prejuízo económico. Uma solução para estas insuficiências de obra, é ter sempre outro elemento estrutural pronto a receber betão de modo a não haver desperdícios.



**Fig.39 - Camião-bomba**



**Fig.40 - Extensão da Lança**



**Fig.41 - Tremonha do Camião-bomba**



**Fig.42 - Conclusão da betonagem das sapatas e vigas de fundação**

## 10.6 Cofragem dos pilares da cave

Uma vez realizada a betonagem dos maciços das sapatas e vigas de fundação, procedeu-se à cofragem dos pilares da cave.

Para realizar esta atividade foi necessário recorrer aos seguintes materiais e ferramentas de trabalho:

- Castanhas de cofragem;
- Grampos de cofragem ou Cerra juntas;
- Macaco de aperto das castanhas de cofragem;
- Taipais de madeira
- Tábuas de solho.
- Barrotes



**Fig.43 - Castanhas de cofragem**



**Fig.44 - Grampos**



**Fig.45 - Macaco de aperto das castanhas**



**Fig.46 - Cofragem e escoramento dos pilares**

## 10.7 Cofragem do muro da cave

Enquanto se executava a cofragem dos pilares da cave, decorria em simultâneo a cofragem do pano interior do muro da cave.

Para realizar esta atividade foram necessários, além dos materiais já mencionados em 9.1, os seguintes materiais:

- Gravatas de cofragem;
- Espaçadores ou Distanciadores.

Foi necessário colocar entre cada taipal de cofragem 5 espaçadores que atravessam toda a espessura do muro, que neste caso, tal como assinalado em projeto, é de 20cm. Depois de estarem todos os taipais e espaçadores colocados, colocaram-se as “gravatas” encaixadas nos orifícios dos espaçadores, nas duas faces do muro.

As gravatas têm como principal objetivo, apertar suficientemente os taipais de modo a mantê-los direitos e não cederem às pressões do betão fluido durante a betonagem. Após a descofragem do muro, quebram-se as partes salientes dos espaçadores.

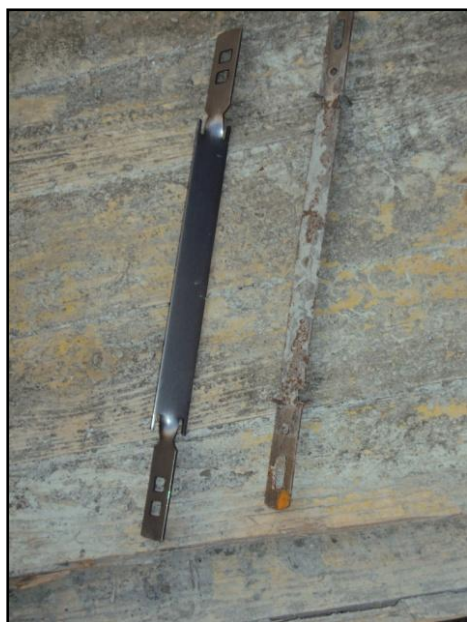


Fig.47 - Espaçadores planos e torcidos



Fig.48 - Espaçador plano entre taipais de cofragem



**Fig.49 -Gravatas de cofragem**



**Fig.50 - Pano exterior e interior do muro da cave**

### ***10.8 Betonagem do muro da cave e pilares da cave***

Tendo a cofragem do muro da cave uma altura igual a 2,50 m, tornou-se necessário construir um passadiço em madeira para que se pudesse realizar a betonagem de forma mais rápida e fácil.

Na betonagem dos pilares, é importante não descentrar as armaduras, para que as mesmas não desalinhem com as armaduras dos pilares do piso superior.



**Fig.51 - Construção de passadiço em madeira para posterior betonagem**



Fig.52 - Betonagem do muro da cave



Fig.53 - Betonagem dos pilares da cave



Fig.54 - Vibração do betão do muro da cave

### ***10.9 Descofragem dos elementos estruturais da cave***

Por norma, o tempo de cura do betão em pilares e muros de pequena espessura é de 3 a 7 dias, pelo que a desmoldagem deverá efetuar-se quando a estrutura tiver adquirido resistência suficiente pelo endurecimento do betão. Os procedimentos de desmoldagem e descimbramento descritos no artigo 153 do REBAP, devem ser seguidos de modo a que estas operações sejam realizadas com segurança.

<b>QUADRO XVIII</b>			
<b>Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento</b>			
Moldes e escoramentos	Tipo de elemento	Prazo (dias)	
<b>Moldes de faces laterais</b>	Vigas, pilares, paredes	3 <sup>(1)</sup>	
<b>Moldes de faces inferiores</b>	Lajes <sup>(3)</sup>	$l \leq 6$ m	7
		$l > 6$ m	14
	Vigas	14	
<b>Escoramentos</b>	Lajes <sup>(3)</sup>	$l \leq 6$ m	14 <sup>(2)</sup>
		$l > 6$ m	21 <sup>(2)</sup>
	Vigas	21 <sup>(2)</sup>	

(1) Este prazo pode ser reduzido para 12 h se forem tomadas precauções especiais para evitar danificações das superfícies.

(2) Este prazo deve ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, corresponde à sua capacidade resistente.

(3) No caso de lajes em consola, deve tomar-se como vão,  $l$ , o dobro do balanço teórico.

**Fig.55 - Prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento**

Fonte: <http://detrolhaaengenheiro.files.wordpress.com/2007/09/rebap.pdf> em Novembro de 2012

Para facilitar as operações de desmoldagem e descimbramento aplicou-se um óleo descofrante nos prumos metálicos extensores e nos moldes, antes da colocação das armaduras.

## 11. PISO 0

### 11.1 Cofragem da laje to teto da cave

No Piso 0, só existem vigas de bordadura e vigas na zona da entrada da garagem (Pórtico 1) e na zona que envolve a caixa de escadas (Pórticos 2, 3 e 4), como se pode comprovar na planta estrutural do teto da cave no Projeto de Estabilidade.

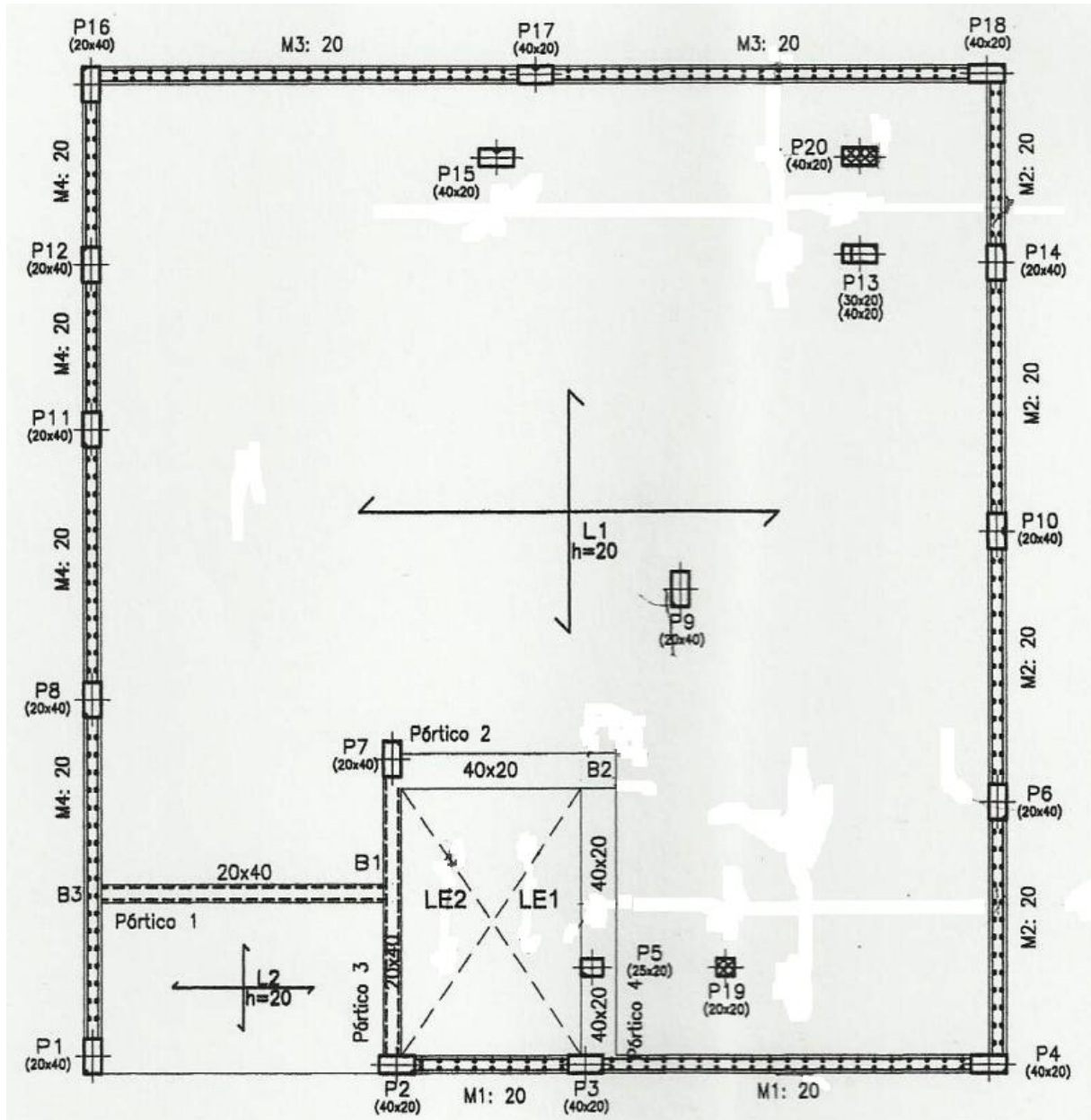


Fig.56 - Projeto de Estabilidade – Planta do Teto da Cave

Neste piso, “nasceram” dois pilares, P19 e P20, e três foram interrompidos: P4, P17 e P18. Através desta supressão de pilares, nomeadamente dos pilares de canto P4 e P18 e a inclusão de outros, constatou-se então que efetivamente o perímetro da cave excedia o das paredes exteriores do Rés-do-Chão. Este fato, traduziu-se esteticamente, tal como nos pisos superiores, num escantilhão não retangular.



**Fig.57 - Início dos trabalhos de cofragem do teto da cave**

Embora as lajes fungiformes aparentem ser simples, o seu comportamento resistente aos esforços de flexão e corte é bastante complexo, em particular na zona de ligação laje-pilar. Posto isto, a resistência ao punçoamento é muito importante no dimensionamento destas estruturas, sendo geralmente um dos principais fatores para a definição da espessura da laje a considerar ou à necessidade de recorrer a capitéis e armaduras específicas de punçoamento.

A cofragem da laje necessitou similarmente dos mesmos materiais e ferramentas de trabalho que se utilizaram na cofragem das fundações, com predominância dos taipais e barrotes de madeira de dimensões diversas, e prumos metálicos extensores para escorar toda a cofragem a partir do piso de baixo.



**Fig.58 - Escoramento do teto da cave**

Nos lugares, onde iria ser introduzida uma viga, os carpinteiros fizeram a sua respectiva cofragem, respeitando a secção e comprimento da mesma, de acordo com o Projeto.



**Fig.59 - Cofragem de Viga – Pórtico 1 (Garagem)**

## **11.2 Corte, Dobragem e Armação de Aço**

Terminada a cofragem do teto da cave e caixa de escadas, procedeu-se à sua armação. A laje foi armada nos sentidos longitudinal e transversal, quer inferiormente quer superiormente e calçada com espaçadores de pedra mármore com 2 cm de espessura que garantem a distância mínima de recobrimento das armaduras. O recobrimento das armaduras deve permitir realizar a betonagem em boas condições e assegurar não só a necessária proteção contra a corrosão mas também a eficiente transmissão das forças entre as armaduras e o betão.



**Fig.60 - Pedra mármore**



**Fig.61 - Recobrimento da laje**



**Fig.62 - Cofragem e armação da caixa de escadas**



**Fig.63 - Vigas - Caixa de escadas**

A malha de armaduras inferiores e superiores são separadas por peças em varão de aço denominados cavaletes ou “cadeiras”.



**Fig.64 - Pormenor de Cavalete**

Ainda neste piso, junto do alçado lateral direito da moradia, foram deixadas armaduras em espera com aproximadamente 1 m de comprimento para um passeio pedonal que iria ser construído, quando a moradia já se encontrasse numa fase de construção mais avançada.



**Fig.65 - Armaduras de arranque para passeio**



**Fig.66 - Armadura de capitel específica de punçoamento**



**Fig.67 - Pormenor de capitel terminado onde se vêem as armaduras específicas de punçoamento.**



**Fig.68 - Conclusão da armação da laje do teto da cave**

### **11.3 Betonagem da laje do teto da cave**

Para a betonagem da laje, foram tomados todos os procedimentos referidos em 9.4. Um aspeto importante a reter na betonagem desta laje, foram as condições atmosféricas em que foi efetuada. Realizou-se sob uma precipitação intensa, o que de modo algum, fez com que a atividade não se realizasse. As betonagens podem ser realizadas à chuva desde que não haja o risco de lixiviação do cimento e este não inicie a hidratação.

À medida que a betonagem avançava, procedia-se à vibração do betão e à sua regularização com o auxílio de um rodo alisador de modo a deixar a superfície o mais nivelado e alisado possível.



**Fig.69 -Betonagem da laje**



**Fig.70 - Alisamento do betão**



**Fig.71 -Betonagem da caixa de escadas**



**Fig.72 - Conclusão da betonagem da laje**

## 12.PISO 1

Neste piso, “nasceram” três pilares, P21, P22 e P23 (19 e 20) e seis foram interrompidos: P6, P10, P14, P15, P19 e P20.

Todos os trabalhos inerentes à cofragem, corte, dobragem e armação de aço e betonagem da laje foram similares à laje do Piso 0.

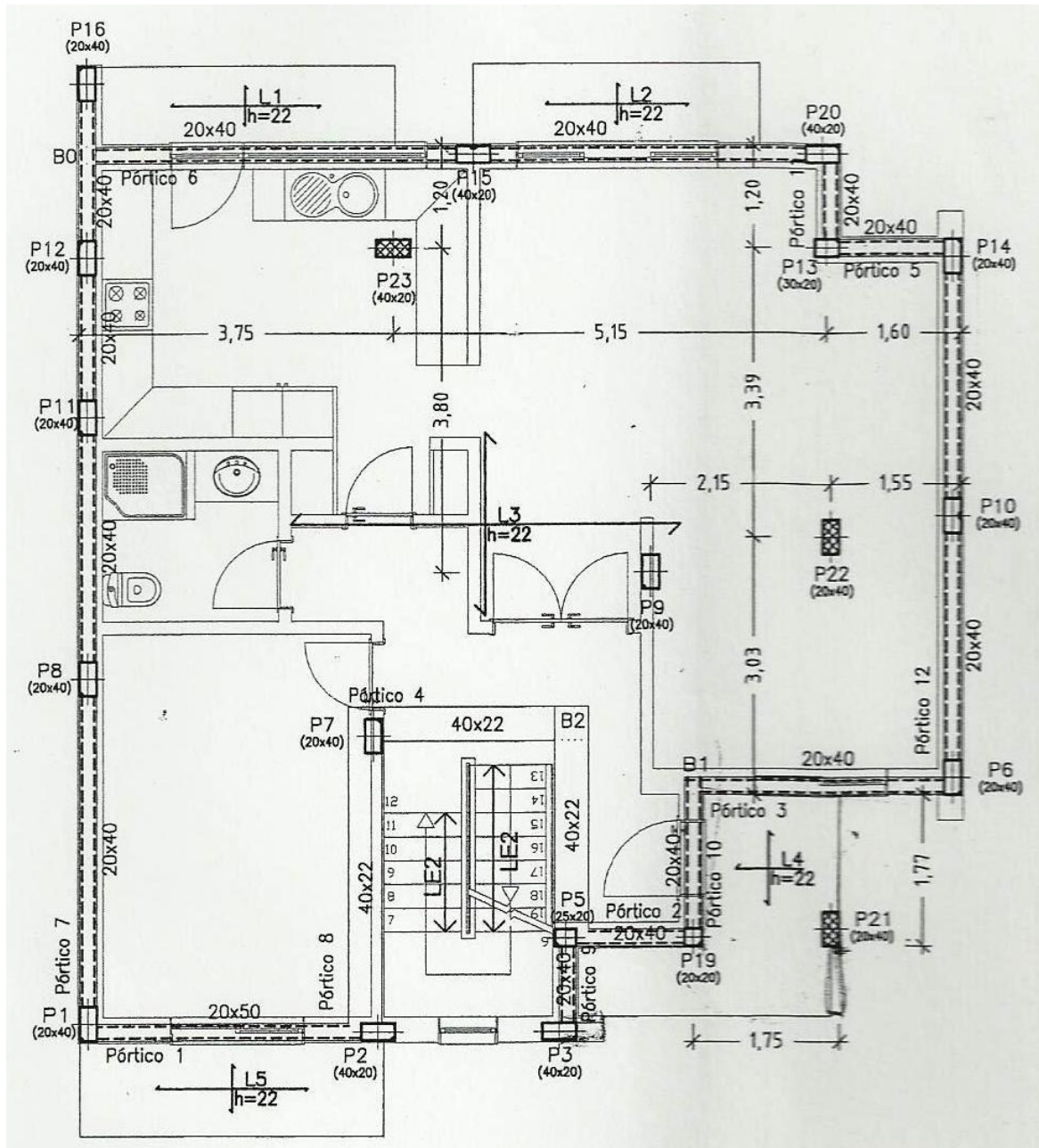


Fig.73 - Projecto de Estabilidade – Planta do tecto do Rés-do-Chão

## 13. LAJE DO TETO DO PISO 1 / SÓTÃO

Neste piso, existiram algumas particularidades distintas das dos Pisos 0 e 1, nomeadamente, a disposição dos elementos estruturais. Tendo em conta que a cobertura da moradia é inclinada, foram adoptadas, de acordo com o Projeto, soluções estruturais adequadas para o apoio da respectiva laje de cobertura. Assim, se se analisar a Planta do Tecto do Primeiro Piso, deparamo-nos com a existência de três vigas invertidas, Pórtico 1, Pórtico 2 e Pórtico 4, com as respectivas secções  $20 \times 69$  cm,  $20 \times 117$  cm e  $20 \times 79$  cm. Estas vigas situam-se na bordadura da laje e têm uma altura significativa propositada, pois são nelas que se vai apoiar a laje de cobertura, a qual tem o seu limite saliente em relação ao corpo periférico da moradia.

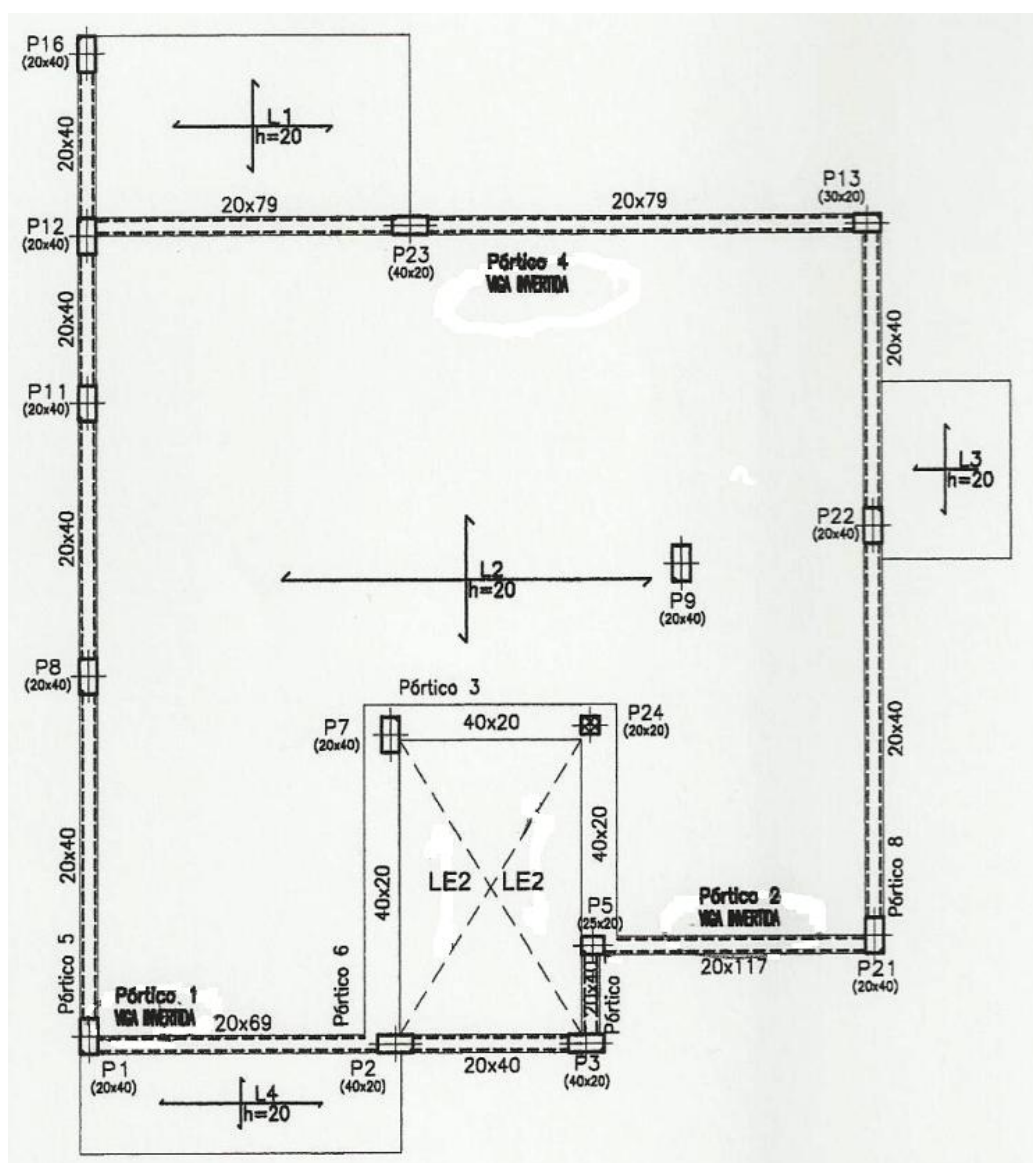


Fig.74 - Projeto de Estabilidade – Planta do Teto do Primeiro Piso



**Fig.75 - Cofragem de viga invertida com armaduras em espera**



**Fig.76 - Cofragem de pilar de bordadura em que assenta a laje de cobertura**

## 14. LAJE DE COBERTURA

A cobertura desta moradia é uma cobertura inclinada de duas águas realizada em telha cerâmica assente sobre laje maciça de betão armado, na espessura de 20 cm, indicada em Projeto. A cobertura é constituída por uma claraboia, na água que está virada para o arruamento, permitindo a incidência de luz solar sobre a zona da caixa de escadas. A água que está virada para o tardo da moradia possui uma janela basculante que permite a entrada de luz para o sótão. Tal como as lajes dos pisos inferiores, a cofragem da laje de cobertura foi realizada com os mesmos materiais e ferramentas de trabalho, com a particularidade de agora se produzir duas superfícies inclinadas que se encontram em cumeeira, Pórtico 3, indicado na Planta Estrutural da Cobertura. A claraboia é toda envolvida por vigas, como indicam em Projeto, os Pórticos 2, 6 e 8.

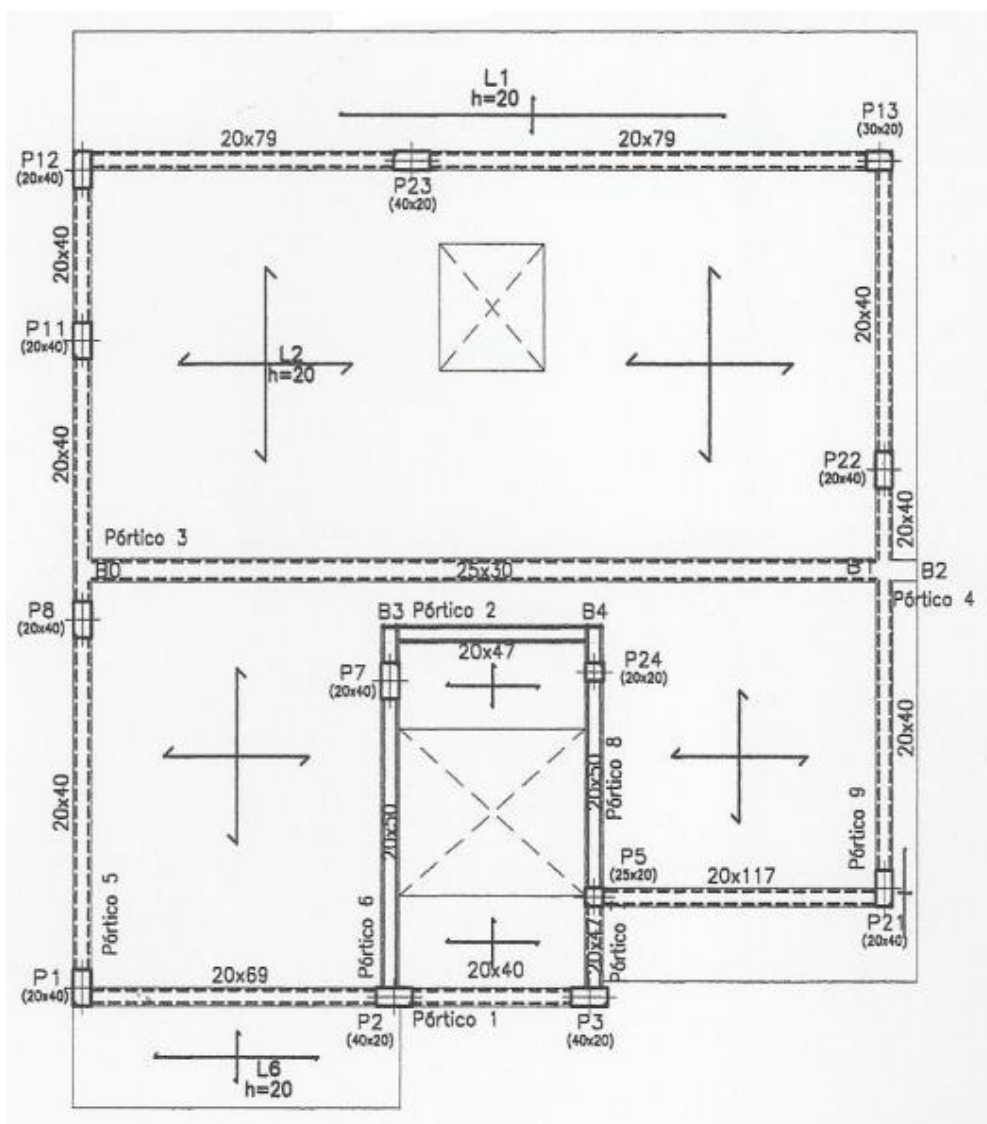


Fig.77 - Projeto de Estabilidade – Planta de Cobertura



**Fig.78 - Cofragem da claraboia**



**Fig.79 - Armação da claraboia**

O escoramento foi realizado com prumos metálicos extensores e barrotes de madeira de dimensões reduzidas para as zonas onde a altura disponível fosse efetivamente menor.



**Fig.80 - Cofragem da laje de cobertura**



**Fig.81 - Cofragem da laje de cobertura**



**Fig.82 - Escoramento com prumos metálicos extensores**



**Fig.83 - Escoramento com barrotes de madeira**

As armaduras em espera das vigas invertidas que provêm do sótão foram dobradas por cima da malha superior da laje de cobertura.



**Fig.84 - Dobragem de armaduras em espera das viga invertida do sótão para a malha superior da laje de cobertura**



**Fig.85 - Armaduras em espera (Viga – Pórtico 3)**



**Fig.86 - Viga - Pórtico 3**

A betonagem da laje de cobertura realizou-se no sentido da cumeeira para o beirado, pois o betão escoava no sentido descendente.



**Fig.87 - Betonagem da Laje de Cobertura**



**Fig.88 - Betonagem da Laje de Cobertura**

Os trabalhos pós-betonagem iniciaram-se com a marcação de pontos para assinalar a espessura de enchimento de betonilha, 5 cm. Em seguida, uniram-se pontos com argamassa, formando as mestras.

Os trabalhos inerentes à betonilha foram realizados com o auxílio de uma máquina própria para realizar betonilhas e compressor.



**Fig.89 - Pontos para betonilha**



**Fig.90 - Betonilha da laje de cobertura**

Após a betonilha, os pedreiros procederam à construção dos guarda-fogos da cobertura, os quais foram executados com tijolos de 22 cm de espessura e definem o prolongamento das empenas da moradia acima do nível do revestimento do telhado. Este pormenor construtivo tem como objetivo proteger eventuais propagações de chamas de pisos inferiores para o telhado bem como de construções contíguas. Serve também para dirigir o escoamento das águas para as fachadas principais e proteger as telhas de bordadura de levantamentos eólicos.

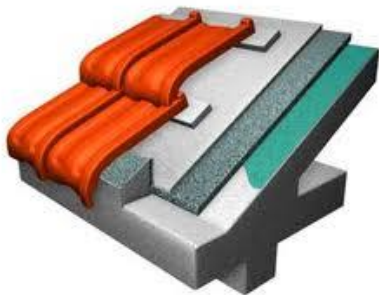


**Fig.91 - Guarda fogos – Cobertura**



**Fig.92 - Guarda fogos - Cobertura**

Com a betonilha e os guarda-fogos terminados, efetuou-se o isolamento térmico da cobertura com placas de poliestireno extrudido ripado de 30 mm de espessura, em que seriam assentes os dentes das telhas cerâmicas. Estes trabalhos não foram acompanhados pelo estagiário, daí apresentar uma figura modelo a exemplificar esta actividade.



**Fig.93 - Isolamento térmico – Cobertura**



**Fig.94 - Telhas Cerâmicas Toreense**

## 15. IMPERMEABILIZAÇÃO E ATERRO DA CAVE

As paredes dos pisos térreos e caves das edificações podem, em certos casos, apresentar problemas específicos provocados pela água no sub solo. Com efeito, a maioria dos materiais de construção utilizados, quer no presente, quer no passado, tem capilaridades por vezes elevadas, dando origem a que a humidade possa migrar através deles. Na ausência de qualquer espécie de barreiras estanques, esta migração pode ocorrer horizontalmente ou na vertical, o que se verifica quando se encontram reunidas as seguintes condições:

- Existência de zonas das paredes em contacto com a água do solo;
- Existência de materiais com elevada capilaridade nas paredes;
- Inexistência ou deficiente posicionamento de barreiras estanques nas paredes;
- Fendilhação das paredes

As anomalias devidas à presença de água no terreno caracterizam-se visualmente pelo aparecimento de manchas de humidade nas paredes, apresentando muitas vezes zonas erodidas na parte superior dessas manchas, e acompanhadas em certos casos pela formação de eflorescências ou criptoflorescências e de manchas de bolor ou vegetação parasitária, especialmente em locais com pouca ventilação.

Duma forma geral, existem soluções correntes destinadas a impedir o acesso de água às paredes das caves. A drenagem de caves têm os seguintes objetivos principais:

- Impedir a água e outros agentes de degradação com que os pisos estão em contacto de provocar estragos no interior dos espaços habitados;
- Melhorar as condições dos solos húmidos envolventes das edificações;
- Evitar a estagnação das águas contra a estrutura enterrada;
- Facilitar uma rápida evacuação da água existente no solo;
- Reduzir ou eliminar as pressões hidrostáticas;
- Proteger a eventual impermeabilização da estrutura;

A impermeabilização da cave nesta edificação foi realizada com os seguintes materiais principais:

- Emulsão betuminosa Imperkote
- Membrana drenante Águadrain
- Tubo dreno Ø100 mm



**Fig.95 - Lata de Emulsão betuminosa**



**Fig.96 - Rolos de Membrana drenante**



**Fig.97 - Tubo dreno com manga envolvente**

A aplicação da emulsão betuminosa foi efetuada com o auxílio de um pincel de caiar, em toda a face exterior do muro da cave. De seguida, fez-se a fixação com pregos de aço da tela drenante vertical ao muro e colocou-se o tubo dreno a circundar todo o fundo do muro da cave. O tubo ficou seguro ao fundo do muro utilizando pedras de média dimensão com um peso significativo para o tubo ficar imobilizado.



**Fig.98 - Aplicação da emulsão betuminosa**



**Fig.99 - Fixação da tela drenante vertical**



**Fig.100 - Tubo dreno a circundar o muro da cave**

O tubo drenante teve seguimento para um poço de captação no interior da cave, onde posteriormente a água seria bombeada para a rua.

Terminados os trabalhos de impermeabilização da cave, procedeu-se ao seu aterro com o auxílio de uma mini escavadora.



**Fig.101 -Aterro da cave**

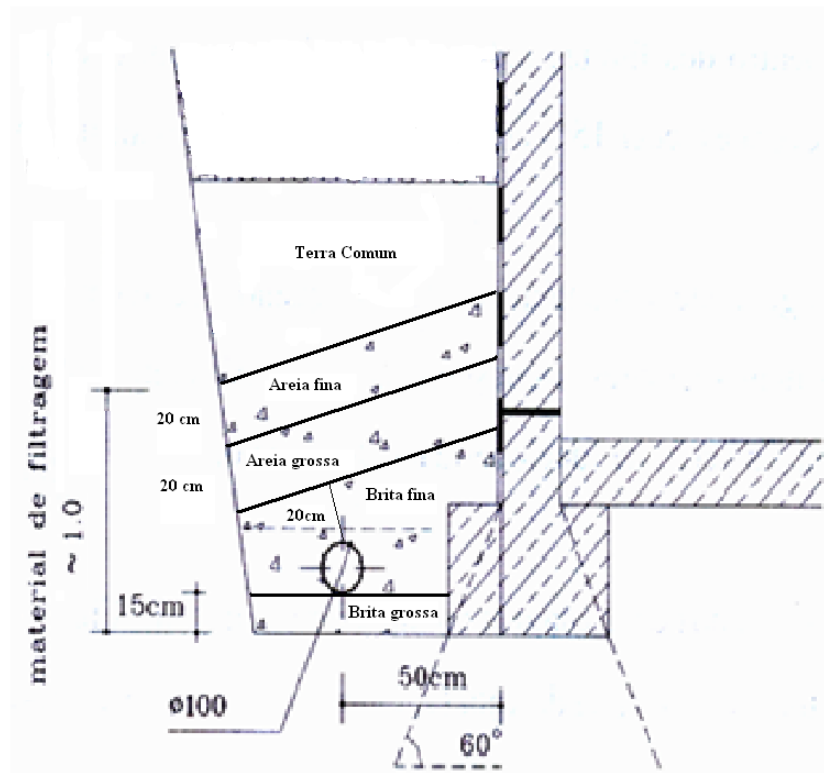


**Fig.102 - Cave aterrada**

A execução de valas periféricas com enchimento é executado quer junto às paredes quer afastado delas. Estas valas possuem materiais de enchimento permeáveis no seu interior, que permitem que as águas infiltradas sejam conduzidas e recolhidas por uma tubagem que deverá existir no fundo das valas.

Os materiais de enchimento a utilizar devem ser de tipo incoerente e constituir quatro camadas distintas, com granulometrias crescentes da superfície até ao fundo, onde deve ser colocado um tubo de drenagem com pendente adequada que conduza as águas recolhidas a um esgoto. Estes tubos podem ser de materiais porosos ou não porosos, situação em que devem ser perfurados ou aplicados de forma a que os vários troços fiquem ligeiramente afastados entre si. Tendo em conta que estas tubagens recolherão, inevitavelmente, muitos

elementos finos, deve ser prevista a execução de caixas de visita que permitam proceder à respetiva limpeza periódica.



**Fig.103 - Vala periférica com enchimento**

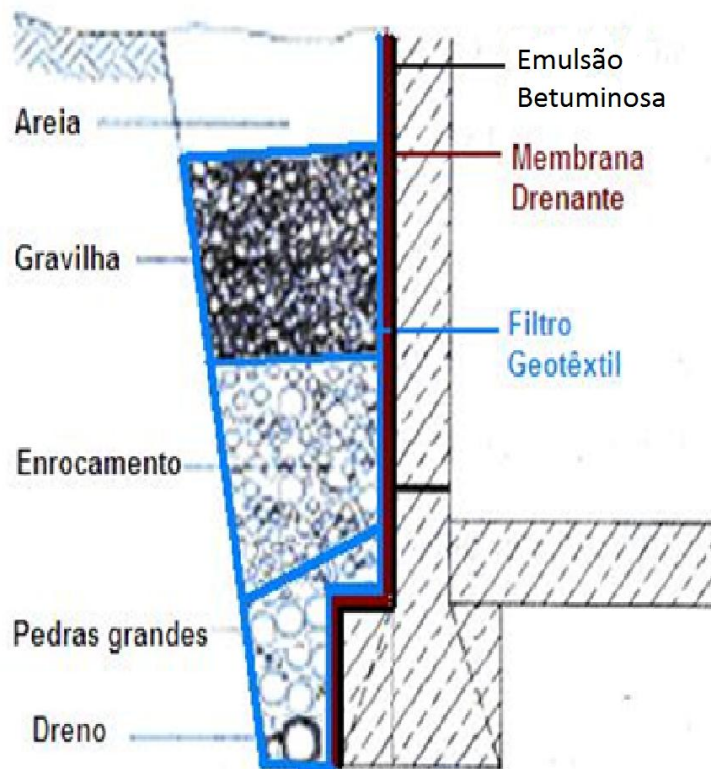
Nesta obra, este aspeto da granulometria crescente da superfície até ao fundo não foi tido em conta, tendo o aterro sido feito todo com “terra comum”, o que constitui um erro grosseiro para se ter um sistema de drenagem eficaz.

Assim, o enchimento devia ser composto por um enrocamento até meia secção ou fundo do tubo drenante como ilustra a Figura 104, ou seja, materiais duráveis, limpos, consistentes e que não se desagreguem ou se deteriorem com a percolação da água.



**Fig.104 - Dreno e brita**

Outro aspeto que não foi tido em conta na impermeabilização desta cave foi a colocação de um filtro geotêxtil em todas as faces da superfície escavada. A sua estrutura deverá atuar como um filtro para as partículas sólidas impedindo a passagem de materiais finos, sendo no entanto permeável à água, facilitando assim a drenagem.



**Fig.105 - Impermeabilização de parede enterrada com filtro geotêxtil**

## 16. ALVENARIA

### 16.1 Paredes Exteriores

As paredes exteriores foram executadas de acordo com o Projeto de Eficiência energética, ou seja, em alvenaria de tijolo cerâmico furado, constituídas por dois panos de tijolo com espessura de 11 cm, com caixa-de-ar de 5cm de largura, preenchida com isolante térmico de 4 cm, sendo o seu acabamento finalizado com reboco exterior em monomassa de 1,5 cm de espessura e o estuque projetado pelo interior com 2 cm de espessura.

As paredes exteriores têm um coeficiente de transmissão térmica,  $U=0.50 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . O coeficiente de transmissão térmica em zona corrente de um elemento construtivo define a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ela separa [ $\text{W/m}^2\text{°C}$ ].

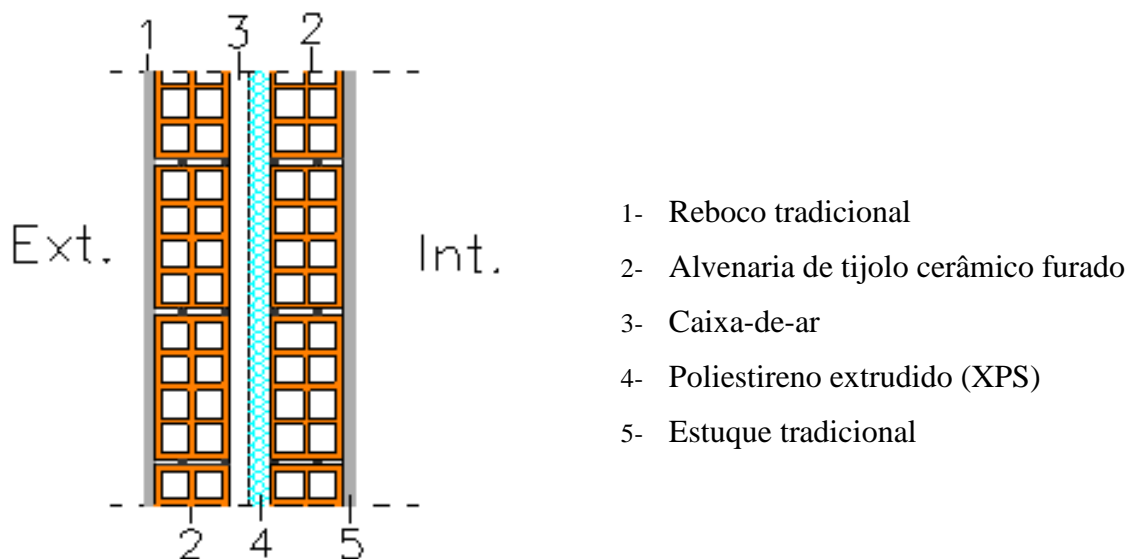


Fig.106 - Constituição das paredes exteriores

Toda a argamassa produzida em obra para fins de assentamento de alvenaria foi executada ao traço 1:4, com auxílio de uma betoneira.



**Fig.107 - Betoneira**



**Fig.108 -Início do levantamento das paredes exteriores – pano exterior**

Antes de se começar a assentar o tijolo, é importante a molhagem das superfícies que vão entrar em contacto com a argamassa. A primeira fiada de tijolos assenta-se numa espessura de aproximadamente 2 cm, assim como a espessura de argamassa entre os tijolos não deve ser superior a 2 cm.. Esta regra de boa construção aplica-se tanto a paredes exteriores como interiores.



**Fig.109 - Assentamento de uma fiada de tijolos**

As paredes exteriores foram levantadas, numa primeira fase até 1m de altura, em todos os locais onde não existissem portas. Assim, a própria parede funcionaria como resguardo de segurança, e nos locais onde existissem portas, foram colocados resguardos de segurança. Todas as janelas encontram-se a uma altura superior a 1 m a contar da laje.



**Fig.110 - Pano exterior com 1 m de altura**



**Fig.111 - Resguardos de segurança - Portas**

No levantamento dos panos de alvenaria, de 3 em 3 ou de 4 em 4 fiadas, fez-se um furo nos pilares introduzindo um varão de aço de modo a fixar a amarração dos panos de tijolo à estrutura de betão armado evitando assim o surgimento de fendilhação nas paredes. Sabe-se também que a ligação direta do tijolo ao betão armado não é favorável, pois estes dois materiais apresentam comportamento mecânico bastante diferentes.



**Fig.112 - Cravação de varão de aço em pilar**



**Fig.113 - Folga deixada para colocação de caixa de estores**

O armazenamento de tijolo foi feito dentro da própria moradia. O camião chegava à obra com as paletes de tijolo e descarregava mecanicamente através da própria grua do camião para dentro da obra sobre um porta-paletes, que de seguida eram conduzidos até ao lugar mais conveniente, preferencialmente junto dos locais de aplicação de modo a não perturbar a mobilidade dos trabalhadores e o bom funcionamento da obra.



**Fig.114- Camião com paletes de tijolo**



**Fig.115 - Elevação mecânica com grua**



Fig.116 - Condução de porta-paletes e deposição



Fig.117 - Palete de tijolos

## 16.2 Isolamento térmico

Entre o pano interior e pano exterior das paredes exteriores, construíram-se caixas de ar com 5 cm de largura. Adjacentes às caixas de ar, fixaram-se com o auxílio de pregos de aço ou fixadores de plástico, placas de poliestireno extrudido com 4 cm de espessura, Resistência térmica,  $R= 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  e uma condutibilidade térmica,  $\lambda= 0,034 \text{ W/mK}$ , contribuindo assim para o isolamento térmico da moradia.



Fig.118 - Pormenor Caixa-de-ar



Fig.119 - Placas de Poliestireno Extrudido

### 16.3 Paredes Interiores

As paredes interiores foram executadas em alvenaria de tijolo cerâmico furado assentes na espessura de 11 cm, e têm apenas função de compartimentação, sendo o seu acabamento finalizado em estuque projetado e pintado com tinta de água na cor branca.

A parede interior que separa a zona de habitação da moradia adjacente, constitui-se igualmente por um pano de tijolo cerâmico furado com espessura de 11 cm, com caixa-de-ar de 5cm, preenchida com isolante térmico de 4 cm, sendo o seu acabamento finalizado com o estuque projetado pelo interior com 2 cm de espessura.

As paredes interiores têm um coeficiente de transmissão térmica de  $U=0.60 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

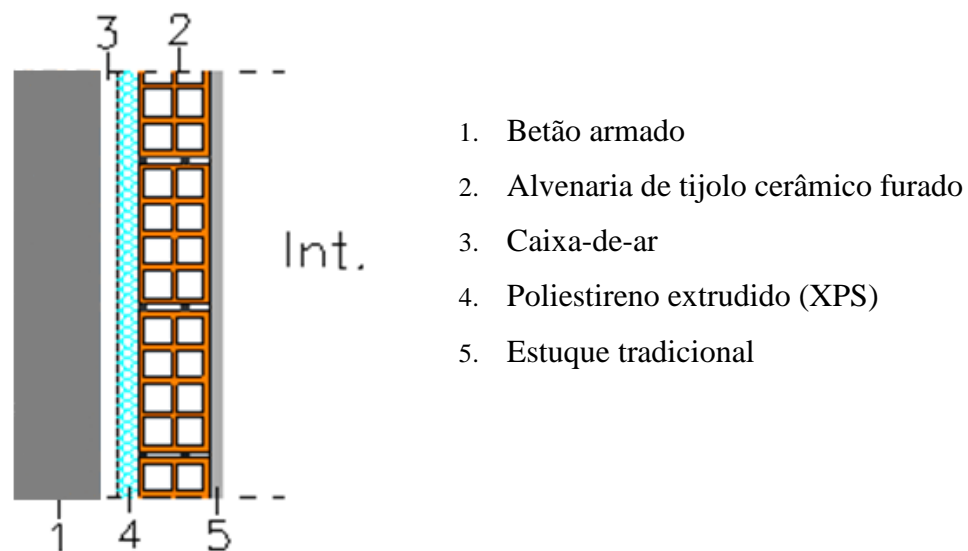


Fig.120 - Constituição de parede interior que separa a zona de habitação ao edifício adjacente

Tal como nas paredes exteriores, também nas paredes interiores é necessário ter em atenção às medidas de acréscimo do reboco, do estuque e dos azulejos em relação às medidas apresentadas em planta.



**Fig.121 - Marcação das paredes interiores**

Todos os pilares foram forrados pela parte interior da moradia com tijolos de 3 cm de espessura.



**Fig.122 - Tijolo de 3 para forrar pilares**



**Fig.123 - Pilar totalmente forrado pelo interior**

## **16.4 Portas**

As portas interiores têm todas uma largura líquida de 80 cm em planta, mas no tijolo em obra, constituíam-se vãos de aproximadamente 92 cm, pois teve-se de contabilizar a espessura dos pré-aros (2cm), a espuma poliuretano na sua envoltória (1cm) e as aduelas (3 a 4 cm).



**Fig.124 -Portas interiores - pré-aeros**

Sobre estes vãos foram construídos elementos estruturais (vergas), a fim de transmitirem cargas verticais para as paredes adjacentes aos vãos.

As vergas foram obtidas utilizando tijolo de espessura 11 cm, quebrando o centro de cada elemento de tijolo com o auxílio de uma colher de pedreiro para que pudesse ser colocado nas partes quebradas um varão de aço, que posteriormente foi coberto com betão.



**Fig.125 - Vergas - Portas**



**Fig.126 - Verga colocada no topo de porta interior**

Em geral, as vergas são obtidas através do assentamento de blocos de canaleta, colocação de armadura e posterior preenchimento com argamassa ou calda. Esta solução, entretanto, pode ser inconveniente do ponto de vista da produção, pois normalmente o pedreiro tem que parar o assentamento da parede para o preenchimento com argamassa do elemento. Além disso, como em geral as portas têm altura 2,10 m e os blocos têm módulo vertical 20 cm, são necessários elementos de enchimento (argamassa, pedaços de tijolo, etc.) para preencher o espaço que resulta entre a porta e a alvenaria.

Uma boa alternativa, em termos de facilidade construtiva, é a utilização de uma vigota pré-moldada de betão armado no caso das vergas para portas, pelo facto destas possuírem vãos

relativamente pequenos e com isso resultar em elementos leves. As vergas pré-moldadas podem ser executadas pela construtora, no próprio estaleiro da obra, já com as dimensões e armaduras necessárias para cada ponto de utilização do projeto.

Além de otimizar o ritmo de produção, as vergas pré-moldadas são simplesmente encaixadas na alvenaria, não necessitando de ligações especiais.

Outro ponto positivo da utilização de vergas pré-moldadas é que elas são executadas com dimensões iguais aos módulos vertical e horizontal do bloco estrutural, dispensando assim eventuais enchimentos com argamassa.

### **16.5 Parede interior - Cave**

Em todo o contorno do interior do muro da cave, foi levantado uma parede de tijolos afastado aproximadamente 10 cm do muro. Este espaço entre o muro e a pano funciona como caixa-de-ar.

Na primeira fiada de tijolos que circunda a cave são feitos orifícios, devidamente espaçados, em alguns dos tijolos, nos quais são inseridos um tubo dreno que posteriormente são cobertos com betão.



**Fig.127 - Orifício no tijolo**



**Fig.128 - Tubo dreno**

É moldada uma caleira em betão pelo pedreiro atrás da primeira fiada de tijolos e posteriormente é pintada com uma emulsão betuminosa que tem funções de impermeabilização.



**Fig.129 -Impermeabilização da caleira**

À medida que o pedreiro ia levantando o resto da parede, não conseguiu evitar a queda de betão para a caleira e por isso foram colocados plásticos por cima desta.

Foram deixadas aberturas na parede, para no final poder-se retirar o plástico com o betão que lá se depositou. Para complementar e ter a certeza que não ficou nenhum betão retido na caleira, deitaram-se baldes de água através dessas mesmas aberturas. Quando a água voltasse sem betão pelo tubo dreno, significava que já não havia lá betão retido. As aberturas, posteriormente, foram fechadas com os tijolos, completando a parede de alvenaria.

## 17. CANTARIAS DE PEDRA

A colocação de toda a cantaria de pedra envolveu os seguintes materiais:

- Cimento cola
- Silicone para as juntas
- Espuma de Poliuretano

Com o reboco (2cm) já realizado nos dois lados da abertura, colocaram-se as pedras a 1 cm do reboco, devidamente fixa com varões de aço. O espaço deixado foi preenchido com espuma de poliuretano. Uma vez aplicada, a espuma aumenta entre duas a cinco vezes o seu volume até endurecer completamente. Estas espumas são isolantes térmicos e acústicos muito eficazes e têm excelente resistência a variações térmicas. Ao endurecer, adquirem resistência sem perderem a flexibilidade e podem ser cortadas, polidas e pintadas.

A base da janela foi igualmente rebocada com uma espessura de 2 cm. Em cima do reboco, foi aplicado uma camada de cimento cola onde depois assentaria a pedra.



**Fig.130 - Reboco – 2cm**



**Fig.131 - Aplicação do Espuma Poliuretano**



**Fig.132 - Cantaria de pedra - janela**

## 18. MATERIAIS

De seguida apresentam-se os principais materiais utilizados em obra no período do estágio, assim como as datas em que foram entregues na obra e as respetivas quantidades.

### 18.1 Betão

Todo o betão transportado da Central para a obra foi B25 (C20/25).

Data	Elementos estruturais betonados	Volume bombado (m3)
22-03-2012	Sapatas e Vigas de Fundação	25
26-03-2012	Paredes e Pilares do Piso -1	17
30-03-2012	Laje do Piso 0	24
03-04-2012	Pilares do Piso 0	4
10-04-2012	Laje do Piso 1	25,5
12-04-2012	Pilares do Piso 1	3,5
19-04-2012	Laje do Sótão	20
23-04-2012	Pilares do Sótão	4
30-04-2012	Laje da Cobertura	20,5

<b>Total</b>	<b>143,5</b>
--------------	--------------

### 18.2 Aço

Data	Designação	Quantidade (kg)
17-02-2012	Varão A400NR 6mmX12 Metros	500
	Varão A400NR 8mmX12 Metros	1060
	Varão A400NR 10mmX12 Metros	4360
	Varão A400NR 12mmX12 Metros	2280
	Varão A400NR 16mmX12 Metros	2200
	Arame Recosido N.18 (1.25mm)	50
	Sub-Total	10450
09-04-2012	Varão A400NR 10mmx12 Metros	2200
	Varão A400NR 12mmx12 Metros	2180
	Arame Recosido N.18 (1.25mm)	54
	Sub-Total	4434

<b>Total</b>	<b>14884</b>
--------------	--------------



Fig.133 - Camião de transporte de aço

### 18.3 Areia Lavada

Data	Volume (m3)
24-05-2012	4
25-05-2012	4
05-06-2012	4
08-06-2012	4
12-06-2012	4
14-06-2012	4
18-06-2012	4
18-06-2012	4
26-06-2012	4

<b>Total</b>	<b>36</b>
--------------	-----------



Fig.134 - Areia Lavada

### 18.4 Emulsão betuminosa

Data	Designação	Quantidade (latas de 25 kg)
04-04-2012	Imperkote F -25 azul	3

### 18.5 Tubo de drenagem

Data	Designação	Quantidade (MTL)
04-04-2012	Tubo de Drenagem de 100mm c/filtro (50MT)	50

### 18.6 Membrana drenante

Data	Designação	Quantidade (MT2)
04-04-2012	Membrana Drenante (Rolo 20M X 2,00M)	160

### 18.7 Tijolo

Data	Designação	Quantidade (un)
21-05-2012	Tijolo 30X20X11 (Palete270) PRECERAM	810
23-05-2012	Tijolo 30X20X7 TORREENSE (342)	684
23-05-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	1620
28-05-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	1332
31-05-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	1332
04-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	1332
08-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	444
08-06-2012	Tijolo de Alvenaria de 3	450
11-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	666
13-06-2012	Tijoleira 50X25X9 (palete 88)	65
13-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	111
13-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	444
14-06-2012	Tijolo 30X20X22 TORREENSE (120)	360
26-06-2012	Tijolo 30X20X11 TORREENSE (222)	111

<b>Total</b>	<b>9761</b>
--------------	-------------

## 18.8 Cimento

Data	Designação	Quantidade (saco)
21-05-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
28-05-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
04-06-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
08-06-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
13-06-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
18-06-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40
26-06-2012	Saco de Cimento SECIL 40 KG	40

<b>Total</b>	<b>280</b>
--------------	------------



Fig.135 - Sacos de Cimento

## 18.9 Wallmate

Data	Designação	Quantidade (m2)
23-05-2012	Wallmate 2,60X60X4 (Pacote 15,60m2)	31,2
28-05-2012	Wallmate 2,60X60X4 (Pacote 15,60m2)	31,2
02-06-2012	Wallmate 2,60X60X4 (Pacote 15,60m2)	31,2

<b>Total</b>	<b>93,6</b>
--------------	-------------



Fig.136 - Poliestireno Extrudido XPS

## 18.10 Ripado

Data	Designação	Quantidade
27-06-2012	Ripado azul 1200x1000 (380) x 30mm eps 20kg	100

## **19. HIGIENE E SEGURANÇA EM OBRA**

Os trabalhadores do sector da Construção Civil encontram-se entre os mais expostos a riscos, revelando-se indiscutivelmente importante uma preocupação constante com a garantia da máxima segurança.

Tendo em conta que a Construção Civil integra um conjunto muito variado de atividades e envolve riscos bastante significativos para os trabalhadores, a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho foi um tema permanente durante a construção desta edificação seguido com a devida atenção pelo estagiário ao longo do estágio.

Ainda neste âmbito, salienta-se o facto de estar contemplado na legislação, a existência em qualquer obra de um Plano de Segurança e Saúde, que contém todas as informações relevantes e que descreve todos os aspetos importantes para a segurança e saúde a ter em conta na execução da obra. Este Plano constitui o principal instrumento de prevenção dos riscos inerentes, tendo por objetivo minimizá-los, tanto de acidentes como de incidentes, contribuindo para o aumento da segurança dos trabalhadores e também dos utentes na sua utilização.

Neste capítulo apenas se mencionam alguns dos atos incorretos e inseguros que ocorreram no decorrer do estágio.

### **19.1 Atos Incorretos e Inseguros**

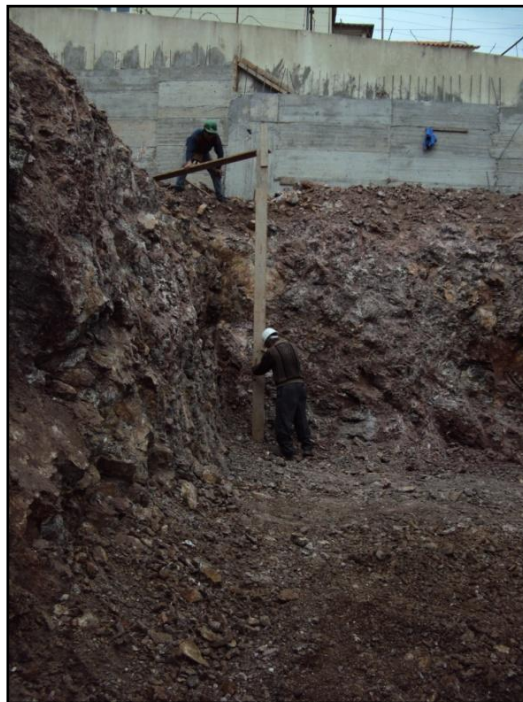
Os atos considerados inseguros estão relacionados com o desempenho das tarefas do trabalhador, pois podem provocar acidentes de trabalho, isto é, todo e qualquer ato que resulte na sua própria insegurança, geralmente consciente, estará contra as regras de segurança.

É muito importante que o trabalhador compreenda quais são as regras de segurança estabelecidas para as suas instalações e se envolva nelas no desempenho das suas atividades laborais. O objetivo das regras de Higiene e Segurança passam precisamente pela prevenção de acidentes de trabalho e ainda pela redução das doenças profissionais.

### ***19.1.1 Entivação/Escoramentos***

Na escolha do tipo de entivação deve atender-se à natureza e constituição do solo, à profundidade de escavação, ao grau de humidade, às sobrecargas acidentais, estáticas e dinâmicas, à intensidade e às características do tráfego rodoviário a suportar pelas superfícies dos terrenos adjacentes. Quando sejam de recear desmoronamentos, derrubamentos ou escorregamentos, como no caso de taludes diferentes dos naturais, deve reforçar-se a entivação de modo a torná-la capaz de evitar esses perigos (artigos 67º. e 68º. do Regulamento de Segurança no trabalho da Construção Civil - RSTCC). De um modo geral entivar-se-ão as valas cujos taludes sejam desmoronáveis quer por deslizamento quer por desagregação, pondo em risco de aluimento as construções vizinhas, os pavimentos ou as instalações do subsolo que, pela abertura das valas, fiquem ameaçadas na sua estabilidade. A abertura de valas em terrenos desmoronáveis e com altura superior a 1.20m, é obrigatório a sua entivação de modo a garantir boas condições de segurança em obra.

Nesta obra, após a escavação com 3 metros de profundidade, não se efetuou qualquer tipo de entivação.



**Fig.137 - Escavação sem qualquer tipo de entivação**

### **19.1.2 Vedação da obra**

Toda a frente da obra deveria estar vedada com uma vedação resistente, opaca, durável, limpa e visualmente agradável. Pretende-se garantir a delimitação de toda a zona do estaleiro e a inacessibilidade a pessoas alheias à obra.

Nas primeiras semanas após o início do estágio, denotou-se uma vedação inadequada e a mesma juntamente com solo proveniente da escavação estavam a cobrir o passeio da via pública.



**Fig.138 - Vedação inadequada**



**Fig.139 - Passeio da via pública obstruída**

Após algumas semanas foi construída uma vedação em rede electrosoldada e o passeio da via pública já se encontrava desobstruído.



**Fig.140 - Vedação em rede electrosoldada**

### ***19.1.3 Transporte de Terras***

Os camiões de transporte de terras não devem ser carregados com terras acima dos taipais da caixa de carga se esta não estiver devidamente tapada com uma cobertura que impeça a queda das terras para o pavimento. Esta situação aconteceu sempre na obra.



**Fig.141 - Camião sem cobertura que impeça a queda de terras**

### ***19.1.4 Contatos Elétricos diretos***

São os acidentes de origem elétrica que ocorrem quando as partes metálicas das máquinas ou dos veículos entram em contacto com linhas elétricas aéreas ou enterradas em tensão.

Ocorrem principalmente nas operações de transporte de terras e elevação de materiais em presença de linhas elétricas aéreas de altatensão.

Muitas vezes, os operadores dos equipamentos não respeitam a distância mínima de segurança às linhas de alta tensão e invadem a zona de segurança.



**Fig.142 - Lança do camião bomba muito perto das linhas de alta tensão**

### 19.1.5 Outros



**Fig.143 - Trabalhos de escavação e cofragem das fundações a ocorrerem em simultâneo**



**Fig.144 - Passadiço para efetuar a betonagem do muro da cave sem guarda-corpos**

## 20. CONCLUSÃO

Ao terminar um estágio, são várias as conclusões que se podem tirar sobretudo quando a experiência foi tão enriquecedora como esta. O presente relatório contém a transcrição total dessa experiência, o qual pretende relatar de uma forma explícita o acompanhamento da construção de uma moradia, bem como focar processos construtivos com argumentos teóricos de modo a que a sua leitura possa ser seguida facilmente por especialistas ou por outras pessoas em geral.

Aborda fundamentalmente as vertentes de direção e segurança em obra e no decorrer destes quatro meses, das conclusões que o estagiário pode retirar destacam-se as seguintes: a importância de algumas disciplinas lecionadas na Licenciatura e no Mestrado, nomeadamente Mineralogia e Geologia, Materiais de Construção I e II, Processos de Construção e Edificações I e II, Gestão de Obras e Estaleiros, Física das Construções, Betão Estrutural I e II, Estruturas de Suporte e Fundações I, Tecnologias de Revestimentos de Edifícios, Reabilitação de Edifícios e Monumentos, Custos de Produção e Qualidade, Saúde e Segurança, pois os conhecimentos adquiridos auxiliaram bastante a viver a componente prática de uma obra através de um estágio. O processo construtivo a que o estagiário teve a oportunidade de assistir, era tradicional e sem quaisquer métodos inovadores ou de elevada tecnologia.

O Estagiário procurou também reportar o melhor possível o que se expõe neste relatório, com várias fotografias da construção da moradia. As imagens falam por si e mostram muitas realidades que se vivem na construção civil em Portugal.

Constata-se também que a experiência prática é essencial para que se possam adquirir métodos de trabalho eficazes e ter um bom desempenho profissional, factos que não seriam possíveis se não se tivesse partilhado com profissionais experientes, os trabalhos de Direção, de Gestão da Segurança em obra, os quais são grande veículo de aprendizagem. A inserção neste meio foi muito facilitada ao estagiário devido à simpatia, boa vontade e disponibilidade de todos os intervenientes nesta obra, os quais conseguiram transmitir pela primeira vez e de forma eficaz o que é o peso da responsabilidade de ser Engenheiro Civil em obra.

## 21. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ACCETTI, Kristiane – *Contribuições ao Projeto Estrutural de Edifícios em Alvenaria* [dissertação de mestrado] - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 1998.
- [2] Textos de apoio das Unidades Curriculares do ISEL: Mineralogia e Geologia, Materiais de Construção I e II, Processos de Construção e Edificações I e II, Gestão de Obras e Estaleiros, Física das Construções, Betão Estrutural I e II, Estruturas de Suporte e Fundações I, Tecnologias de Revestimentos de Edifícios, Reabilitação de Edifícios e Monumentos, Custos de Produção e Qualidade, Saúde e Segurança.
- [3] COSTA, Joaquim - *Estudo e Classificação das Rochas por Exame Macroscópico*. (10ª Edição), 2001
- [4] Elementos Estruturais – Memória de Cálculo – [acesso em Novembro de 2012] - disponível em: [http://www.topinformatica.pt/arq/fich/Elementos\\_Estruturais\\_Memoria\\_de\\_calculo.pdf](http://www.topinformatica.pt/arq/fich/Elementos_Estruturais_Memoria_de_calculo.pdf)
- [5] Galucho Caixas Basculantes – [acesso em Novembro de 2012] – disponível em: <http://www.galucho.pt>
- [6] HENRIQUES, Fernando - *Humidade em Paredes*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1994
- [7] MAN Camiões – [acesso em Novembro de 2012] – disponível em: <http://www.mantruckandbus.pt>
- [8] Processos de Construção - Escola Superior de tecnologia e Gestão de Beja – [acesso em Novembro de 2012] – disponível em: [http://www.estig.ipbeja.pt/~pdnl/Sub-paginas/ProcesConst\\_apoio\\_ficheiros/aulas/PC\\_Cap6\\_Impermeabilizacaocaves\\_web.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~pdnl/Sub-paginas/ProcesConst_apoio_ficheiros/aulas/PC_Cap6_Impermeabilizacaocaves_web.pdf)
- [9] Projeto do Lote 473, Rua Machado Castro, Bairro Casal da Silveira, Freguesia de Famões, Concelho de Odivelas - *Lugares Simétricos, Arquitetura e Engenharia, Lda*.

[10] *Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado* - Colecção Regulamentos nº6. Porto Editora, 2005

[11] *Regulamento Geral das Edificações Urbanas* - Colecção Regulamentos nº8. Porto Editora, 2003

[12] Regulamento Municipal da Edificação e Urbanização do Município de Loures – [acesso em Novembro de 2012] - disponível em: [http://www.cm-loures.pt/doc/rmeu\\_loures.pdf](http://www.cm-loures.pt/doc/rmeu_loures.pdf)

[13] Regulamento Municipal da Edificação e Urbanização do Município de Odivelas – [acesso em Novembro de 2012] – disponível em: <http://www.cm-odivelas.pt/CamaraMunicipal/RegulamentosMunicipais/Anexos/RegulamentoEdificacaoUrbanizacao1.pdf>

## 22. ANEXOS

### ANEXO 1: Guias de remessa - Serviço de Bombagem e Camiões Betoneira - Fundações

**unibetão** **apcer**

**SERVIÇO DE BOMBAGEM**

CLIENTE  
GUIA N.º 3/08728

Av. António Augusto Aguiar, 21 - 4.º  
1069-128 LISBOA  
Tel.: 213 172 420 - Fax: 213 555 012  
Capital Social EUR 15.110.000  
Matriculada na C.R.C. de Lisboa  
N.º único de Matri. e Identif. Fiscale: 500 292 671

CLIENTE: **ANTÓNIO CARDOSO DA FONTE LDA** N.º 27800  
LOCAL: LISBOA  
DESCARGA: (OBRA) **B. CASAL SILVEIRA** N.º 78578

N.º Contribuinte do Cliente:

AUTOBOMBA N.º	263R65(4)		CONDUTOR	MANGRADOR	
TIPO	20/25	DIÂMETRO	22	VOLUME	25
BETÃO	X0(P)	INEXTE	S3	M3	ENQ
HORA DE SAÍDA CENTRAL/OBRA	14:19		HORA DE CHEGADA DA OBRA	15:00	
HORA DE CHEGADA CENTRAL/OBRA			HORA DE SAÍDA DA OBRA	12-10	
TEMPO PERMANÊNCIA EM OBRA			TOTAL KMS.		
TIPO DE BOMBAGEM					
INTERVENÇÕES	DIFICULDADES OBRA		MONTAGEM DE LINHA		
	FALTA ABASTECIMENTO		<input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO		
	AVARIAS		MÉTRIS		
OBRA	N.º CLIENTE		DATA		
	78578		22.03.12		

N.º - Serviço de Bombagem realizado de acordo com as condições gerais UNIBETÃO e com as especificações actuais indicadas.  
Unibetão, S.A. - (Cof. 256 90 80) - Unip, S.A. - (Cof. 256 90 80)  
Rua Machado Castro, 14-4 - 2.º, 1700-010 Amadora - Tel. 213 555 012

**unibetão** **apcer**

**GUIA DE REMESSA N.º 0305/0018868**

CLIENTE  
**ANTONIO CARDOSO DA FONTE UNIP., LDA**  
RUA 25 DE ABRIL, LT.44 A-6 ESQ.  
BRANDOA  
2650-051 AMADORA

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 21 - 4.º  
1069-128 LISBOA  
TEL.: 213 172 420 - FAX: 213 555 012  
Capital Social: €15.110.000  
N.º único de Matri. e de Identif. Fiscale: 500 292 671  
Matriculada na C.R.C. de Lisboa

DESIGNAÇÃO DA CENTRAL E LOCAL DE CARGA	TELEF. CONTACTO	DESIGNAÇÃO DA OBRA E LOCAL DE DESCARGA
Queluz II Estr. do Cemiterio.	214 343 294	R.Machado Castro Lt.473 BoCasal Silveira-Od.
N.º DE CONTRIBUINTE	N.º DE CLIENTE	N.º DE OBRA
505440784	27800	78598
N.º DE CONTRATO	N.º DE PEDIDO	
	Sr. João Fonte	
TIPO E CLASSE	CLASSE CLORETOIS	D. MÁX. (mm)
C20/25 X0(P)	CL 0,40	22
CONSISTÊNCIA	N.º DE CÓDIGO	QT (m³)
S3	33023143	8,0
AUTOBETONEIRA	83-BI-57(732)	
TIPO DE CIMENTO	ADIÇÕES	TIPO DE ADJUVANTE
CEM II/A-L 42,5R	Tipol1 (NP 206-1)	Multifuncao
INÍCIO AMASSADURA	CHEGADA À OBRA	INÍCIO DA DESCARGA
14:19		
FIN DE DESCARGA	Fornecimento realizado de acordo com as nossas condições gerais de venda. Produto conforme com as especificações do cliente e, sempre que aplicáveis, com a NF EN 206-1. O produto deverá ser aplicado imediatamente após ser descarregado e sem modificar a sua composição. A adição de água no local da Obra só poderá ser feita, se solicitada, sob inteira responsabilidade do Cliente ou de um seu representante. SOLICITO QUANTIDADE DE _____ LITROS DE ÁGUA	
MODOS DE DESCARGA	ELIAMENTO BETONADO	
BOMBA	Fund.	
DIRECTA		
GRUA		
OUTRAS		
DATA	EXPEDIDOR	MOTORISTA
22-03-2012	RUI	

Original  
Deverá ser entregue ao cliente com o produto.  
Deverá ser entregue ao cliente com o produto.  
Deverá ser entregue ao cliente com o produto.

**unibetão** INDUSTRIAL DE CIMENTO PORTUGAL, S.A. **apcer** ISO 9001

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 21 - 4.º  
1069-128 LISBOA  
TEL.: 213 172 420 - FAX: 213 555 012

Capital Social: €13.110.000  
N.º Único de Mat. e de Identif. Fiscal: 500 292 671  
Matriculada na C.R.C. de Lisboa

**GUIA DE REMESSA N.º 0305/0018870**

CLIENTE  
ANTONIO CARDOSO DA FONTE UNIP., LDA  
RUA 25 DE ABRIL, LT.44 A-6 ESQ.  
BRANDOA  
2650-051 AMADORA

DESIGNAÇÃO DA CENTRAL E LOCAL DE CARGA: **Queluz II Estr. do Cemiterio,** TELEF. CONTACTO: **214 343 294** DESIGNAÇÃO DA OBRA E LOCAL DE DESCARGA: **R.Machado Castro Lt.473 BoCasal Silveira-Od.**

N.º DE CONTRIBUINTE: **505440784** N.º DE CLIENTE: **27800** N.º DE OBRA: **78598** N.º DE CONTRATO: N.º DE PEDIDO: **Sr. João Fonte**

TIPO E CLASSE: **C20/25 X0(P)** CLASSE CLORETOS: **CL 0,40** D. MÁX. (mm): **22** CONSISTÊNCIA: **S3** N.º DE CÓDIGO: **33023143** QT. (m³): **9,0** AUTOBETONEIRA: **23-CN-29(398)**

TIPO DE CIMENTO: **CEM II/A-L 42,5R** ADIÇÕES: **TipoII (NP 206-1)** TIPO DE ADJUVANTE: **Multifuncao**

INÍCIO AMASSADURA: **14:39** CHEGADA À OBRA: **15:25** INÍCIO DA DESCARGA: **15:35** FIM DE DESCARGA: **15:55**

MODOS DE DESCARGA: **X** BOMBA, DIRECÇÃO: **GRUA**, OUTRAS: **Fund.**

DATA: **22-03-2012** EXPEDIDOR: **J. Lee** MOTORISTA: **[Assinatura]** CLIENTE OU SEU REPRESENTANTE: **[Assinatura]**

19/12

PROCESSADO POR COMPUTADOR

ORIGINAL

Segurança no Manuseamento do Betão Fresco  
Deverá ser utilizada a proteção para evitar que o betão fresco entre em contacto com as chamas, água quente, óleo ou qualquer outro produto inflamável. Deve ser evitada a utilização de água quente para a cura do betão fresco. Deve ser evitada a utilização de produtos químicos para a cura do betão fresco. Deve ser evitada a utilização de produtos químicos para a cura do betão fresco.

**unibetão** INDUSTRIAL DE CIMENTO PORTUGAL, S.A. **apcer** ISO 9001

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 21 - 4.º  
1069-128 LISBOA  
TEL.: 213 172 420 - FAX: 213 555 012

Capital Social: €13.110.000  
N.º Único de Mat. e de Identif. Fiscal: 500 292 671  
Matriculada na C.R.C. de Lisboa

**GUIA DE REMESSA N.º 0305/0018874**

CLIENTE  
ANTONIO CARDOSO DA FONTE UNIP., LDA  
RUA 25 DE ABRIL, LT.44 A-6 ESQ.  
BRANDOA  
2650-051 AMADORA

DESIGNAÇÃO DA CENTRAL E LOCAL DE CARGA: **Queluz II Estr. do Cemiterio,** TELEF. CONTACTO: **214 343 294** DESIGNAÇÃO DA OBRA E LOCAL DE DESCARGA: **R.Machado Castro Lt.473 BoCasal Silveira-Od.**

N.º DE CONTRIBUINTE: **505440784** N.º DE CLIENTE: **27800** N.º DE OBRA: **78598** N.º DE CONTRATO: N.º DE PEDIDO: **Sr. João Fonte**

TIPO E CLASSE: **C20/25 X0(P)** CLASSE CLORETOS: **CL 0,40** D. MÁX. (mm): **22** CONSISTÊNCIA: **S3** N.º DE CÓDIGO: **33023143** QT. (m³): **8,0** AUTOBETONEIRA: **60-AZ-75(453)**

TIPO DE CIMENTO: **CEM II/A-L 42,5R** ADIÇÕES: **TipoII (NP 206-1)** TIPO DE ADJUVANTE: **Multifuncao**

INÍCIO AMASSADURA: **15:44** CHEGADA À OBRA: **16:25** INÍCIO DA DESCARGA: **16:00** FIM DE DESCARGA: **17:00**

MODOS DE DESCARGA: **X** BOMBA, DIRECÇÃO: **GRUA**, OUTRAS: **Fund.**

DATA: **22-03-2012** EXPEDIDOR: **[Assinatura]** MOTORISTA: **Carlos Tiago** CLIENTE OU SEU REPRESENTANTE: **[Assinatura]**

19/12

PROCESSADO POR COMPUTADOR

ORIGINAL

Segurança no Manuseamento do Betão Fresco  
Deverá ser utilizada a proteção para evitar que o betão fresco entre em contacto com as chamas, água quente, óleo ou qualquer outro produto inflamável. Deve ser evitada a utilização de água quente para a cura do betão fresco. Deve ser evitada a utilização de produtos químicos para a cura do betão fresco. Deve ser evitada a utilização de produtos químicos para a cura do betão fresco.

## ANEXO 2: Transporte de Terras - Características do Camião



### FOLHA DE APROVAÇÃO DE MODELO

N.º DE HOMOLOGAÇÃO NACIONAL	201110000963	extensão 0008	SITUAÇÃO:	REGULAR
N.º DE HOMOLOGAÇÃO CE	e4*2007/46*0234*05		DESPACHO EM:	2012-05-07

CARACTERÍSTICAS GERAIS				TRANSMISSÃO - SUSPENSÃO - TRAVÕES			
0.1	MARCA	MAN	456	28	Caixa de Velocidades	MANUAL	1
0.2	MODELO	L 2007 46 006	5312	32	Pneumáticos Frente	315/70R22.5	
				32.1	Retaguarda	315/70R22.5	
	VARIANTE	37801B13HB		33	Suspensão Frente	MECANICA	3
	VERSÃO	372341155568005BAAB		33.1	Retaguarda	MECANICA	3
0.2.1	DESIGN. COMERCIAL	TGS	23	35	Travões Serviço	AR	1
0.4	CATEGORIA	PESADO	2	36	Estacionamento	MECÂNICO	3
	TIPO	MERCADORIAS	3	CAIXA			
	CÓDIGO CE	N3		37	Tipo	QUADRO	16
0.5	FABRICANTE	MAN	56	37.1	Categoria Europeia		
0.6	CLASSE			37.2	Comprimento Exterior	Máx. 6267 Min. 5516	
0.7	TIPO DE MÁQUINA			37.3	Comprimento Interior	Máx. Min.	
CONSTITUIÇÃO GERAL DO VEÍCULO				37.4	Total		
1	N.º de Eixos	F 2 R 2 T		37.5	Altura Interior	Máx. Min.	
	N.º de Rodas	F 4 R 8 T		37.6	Largura Exterior	Máx.	
2	N.º de Eixos Motores	F R 2		37.7	Avanço Centro Gravidade	Máx. 1572 Min. 1197	
3	Distância entre Eixos	5000		37.8	Avanço cg/calculo	Máx. Min.	
6.1	Comprimento	8412		41	N.º de Portas	2	
7.1	Largura			42.1	Lotação Total	2	
8	Altura			42.2	Sentada	F 2 M R	
9.1	Dist. Eixo-Apoio			42.3	Em Pé		
9.2	Dist. Eixo-Frente/Frente	1475		EMISSIONES POLUENTES E CONSUMO			
11	Eixo Ret. à Retaguarda	1937		45	Nível Sonoro Estacionário	89 dB (A) a 1425 rpm	
11.1	Dist. Eixos Consecutivos	1-2 1795 2-3 2505 3-4 1350		45.1	Nível Sonoro em Movim.	80 dB (A)	
11.2	Avanço do Prateado	Máx. Min.		46.1	Emissões CO (Tipo I)	.386 g / Km	
PESOS					CO (Tipo II)	%	
12.1	Tara	F 6630 R 3530 T 10160			HC	.01 g / Km	
14.1	Peso Bruto (TOTAL)	32000			NOx	1.835 g / Km	
14.2	Distribuição do PB	Frente Retaguarda			HC+NOx	g / Km	
14.3	Máximo Admissível	1 F07500 2 F07500 3 R09500 4 R09500			Partículas	.0209 g / Km	
14.4	Peso Máx. Disp. Engate			46.2	CO <sub>2</sub> Urbano	g / Km	
17	Peso Bruto Rebocável	com Travão 8000 sem Travão			Extra Urbano	g / Km	
18	Peso Bruto Conjunto				Combinado	g / Km	
MOTOR				46.3	Cons. Combustível Urb.	l / 100 Km	
	Homologação	201110000963 Extensão 0008			Extra Urbano	l / 100 Km	
20	Marca	MAN	456		Combinado	l / 100 Km	
21	Modelo	D2066LF40					
23	N.º de Cilindros	6					
24	Cilindrada	10518					
25	Combustível / Energia	GASOLEO	2				
26	Potência Máxima	324 Kw a 1900 rpm					
26	%Máx. Biocombustível						

50 - Anotações  
 OU LOT 3; FN,315/80R22.5; 13R22.5; (385/65R22.5; 385/55R22.5 sã" NO 1º E 2º EIXOS) BURO V.  
 HN

### ANEXO 3: Estimativa do custo total da obra



N.º Processo \_\_\_\_\_

N.º Fls.: \_\_\_\_\_

#### Declaração

#### Estimativa do custo total da obra

Local da Pretensão

Morada	Rua Machado Castro lote 473, Casal Silveira
Pretensão	Construção Nova e Unifamiliar

Técnico	José Carlos Gomes		
Categoria	Eng.º Tec. Civil	Inscrição n.º	8988

Declara, nos termos do art. 34º do D.L. 61/99 de 2 de Março, que o custo da obra se estima, conforme abaixo se indica:

Área Habitacional e actividades económicas

$$189.66 \text{ m}^2 \times 450.00 \text{ €/m}^2 = 85347 \text{ €}$$

Área em cave para arrecadações, garagens ou armazéns

$$114.79 \text{ m}^2 \times 250.00 \text{ €/m}^2 = 28697.50 \text{ €}$$

Área em anexos para garagens, churrascos, telheiros, arrecadações

$$6.00 \text{ m}^2 \times 200.00 \text{ €/m}^2 = 1200.00 \text{ €}$$

Valor correspondente apenas à construção da estrutura

$$304.45 \text{ m}^2 \times 125.00 \text{ €/m}^2 = 38056.25 \text{ €}$$

Total = 153300.75 €

Odivelas, \_\_\_\_\_ de julho 2011

(1) \_\_\_\_\_

Assinatura do técnico

## ANEXO 4: Quadro Resumo das Características da Construção

**Odielas** N.º Processo: \_\_\_\_\_  
N.º Fls.: \_\_\_\_\_

### COMUNICAÇÃO PRÉVIA / LICENÇA QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO

**1. Tipo de Obra**  
 1.1 Construção;    1.2 Ampliação;    1.3 Alteração;    1.5 Reconstrução;    1.6 Legalização

**1.1 Destino da Obra**  
 Habitação;    Atividades Económicas;    Outros: \_\_\_\_\_

**2. Valores Globais**

2.1 Área da parcela	258.73 m <sup>2</sup>	2.7 Índice de Construção	0.67
2.2 Área de Implantação	105.91 m <sup>2</sup>	2.7 Estimativa do valor da obra	153.000,25 €
2.3 Área permeável	91.08 m <sup>2</sup>	2.8 Cércea máxima	7.18 m
2.4 Área bruta construção	129.66 m <sup>2</sup>	2.9 Nº Total de Pisos	3
2.5 Área útil construção	137.09 m <sup>2</sup>	2.9.1 Acima da cota de soleira	2
2.6 Volume construção	562.58 m <sup>3</sup>	2.9.2 Abaixo da cota de soleira	1

**3. Pisos destinados a habitação**

3.1 Piso	3.2 Número de fogos por tipologia					3.3 Área por piso			
	T0	T1	T2	T3	≤T4	Total	3.3 Área construção	3.4 Área habitável	3.5 Nº de divisões
0				1			99.34 m <sup>2</sup>	35.05 m <sup>2</sup>	6
1							90.32 m <sup>2</sup>	33.96 m <sup>2</sup>	7
							m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
							m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
							m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
							m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
							m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
Totais							189.66 m <sup>2</sup>	69.01 m <sup>2</sup>	13

**4. Pisos destinados a outros fins**

Piso	Função	N.º Unidades	Área de construção
-1	Estacionamento / Armazém		114.79 m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>
			m <sup>2</sup>
Totais			114.79 m <sup>2</sup>

**5. Estacionamento**

5.1 Estacionamento Privado	N.º de lugares	Área (m <sup>2</sup> )	5.2 Estacionamento Público	N.º de lugares	Área (m <sup>2</sup> )
Coberto	2	69.24	Coberto		
Descoberto			Descoberto		
Totais	2	69.24	Totais		

**6. Construções anexas**

Piso	Funções	Área útil	Área bruta
0	Telheiro	3.00	6.00
Totais		3.00	6.00

**7. Muros**

Piso	Funções	Área útil	Área bruta	Tipo	Extensão	Extensão altura
0	Telheiro	3.00	6.00	ALUMINIA	61.33	1.20
Totais		3.00	6.00		61.33	1.20

**7. Cores a aplicar**

Paramentos			Caixilharia	
Côr	Amostra	Material		
CASIMIRO, LARANJA BRANCO	TINTA	ALUMINIO TERNIZADO CINZENTO		

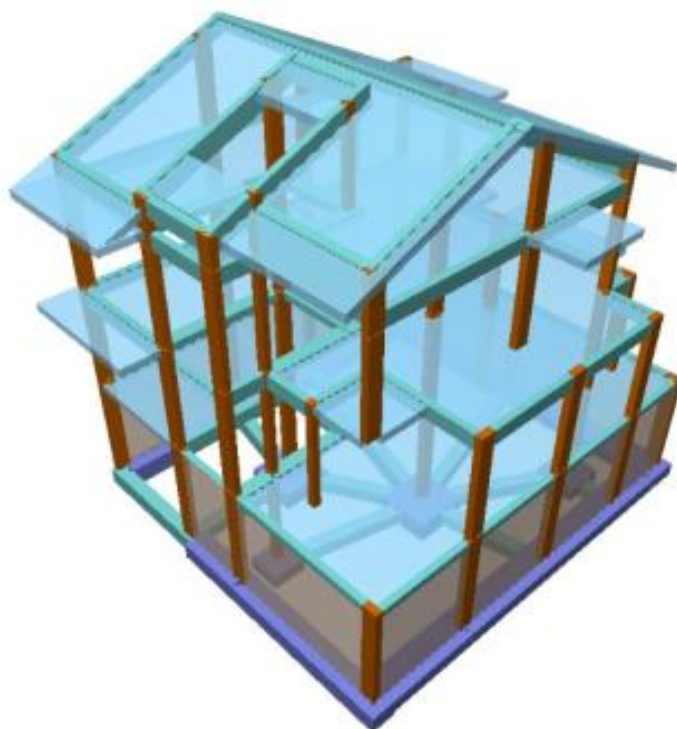
**8. Prazo da obra / N.º de meses de execução da obra:** 12 meses

**9. Estaleiro da obra:**

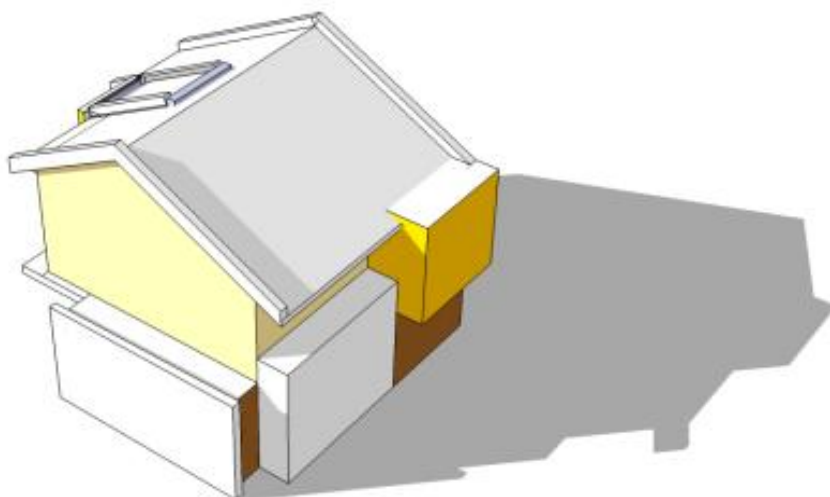
Dentro do lote - Área (m <sup>2</sup> )	Ocupação da Via Pública - Área (m <sup>2</sup> )

## ***ANEXO 5: Esquiços, Imagens Modelo e Registo Fotográfico***

### ***Estrutura***

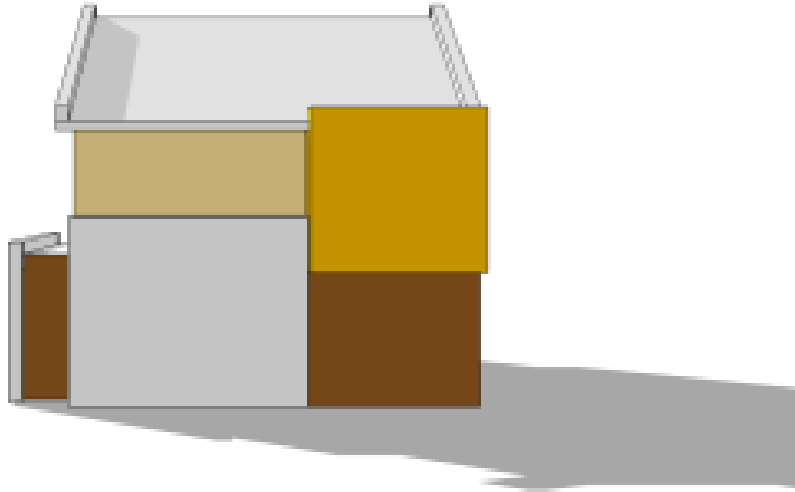


*Alçado Lateral Direito*



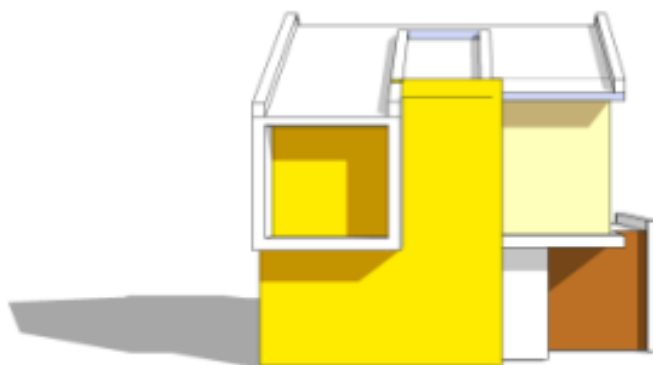


*Alçado Posterior*





*Alçado Principal*





*Outra perspectiva*



