



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento de Obra - Construção de um Edifício Multifamiliar -

ANABELA GAMEIRO JORGE
(Licenciada em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil

Orientadores:

Mestre Especialista António Jorge G. Rodrigues Silva e Sousa
Licenciado Filipe Carlos Gameiro

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Licenciado Especialista Manuel Augusto Gamboa
Mestre Especialista António Jorge G. Rodrigues Silva e Sousa

Janeiro de 2020

RESUMO

O Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de especialização de edificações, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, será elaborado sob a forma de relatório de estágio.

Durante o período de estágio foi acompanhada a construção de um edifício para habitação coletiva localizado na urbanização Malvarosa, cidade de Alverca. As atividades desenvolvidas em obra e que coincidiram com o período de estágio são essencialmente a montagem de estaleiro, escavação, execução de muros de contenção, ancoragens e execução da estrutura do edifício em betão armado.

O relatório de estágio além de caracterizar o empreendimento fará uma abordagem aos trabalhos desenvolvidos e relacionará estes trabalhos em termos de produção, com o planeamento e o controlo de custos, realçando a importância destes elementos para uma correta gestão de obra.

Palavras-Chave:

Estágio, acompanhamento de obra, rendimentos, planeamento, custos

ABSTRACT

The Master Final Work to obtain a Master's Degree in Civil Engineering in Buildings Branch, at Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, will be developed in the form of an internship report.

During the internship period, it was followed the construction of a building for collective housing located in the urbanization Malvarosa, city of Alverca. The activities carried out on site and which coincided with the period of the stage are essentially the construction site, excavation, execution of retaining walls, anchorages and execution of the structure of the building in reinforced concrete.

The internship report, besides characterizing the project, will take an approach to the work developed and will relate these works in terms of production, planning and cost control, emphasizing the importance of these elements for a correct work management.

Keywords:

Internship, work monitoring, productivity, planning, costs

AGRADECIMENTOS

Este relatório representa o finalizar de um ciclo académico e de uma etapa da minha vida. O caminho percorrido não foi fácil, por vezes a força de vontade não era suficiente e nesses momentos o enorme contributo de algumas pessoas ajudou-me a nunca desistir do objetivo final. A essas pessoas, dedico neste espaço, as minhas sinceras palavras de agradecimento.

Em primeiro lugar agradeço à minha mãe e ao meu pai por nunca terem deixado que me faltasse nada. Um agradecimento especial ao meu pai, que já não se encontra presente para assistir a esta etapa da minha vida, mas que sempre foi um exemplo para mim. A ele devo a minha chegada até aqui, por sempre me ter incentivado a estudar, por sempre ter acreditado em mim, nas minhas capacidades e por me ter dado total liberdade para definir o meu percurso.

Agradeço aos meus filhos, Catarina e Tiago, por compreenderem o facto de não estar disponível o quanto devia para eles, mesmo não sendo a mãe que eles mereciam sempre me mimaram. Espero agora poder compensá-los devidamente.

Agradeço ao pai dos meus filhos, Armando, pelo apoio e incentivo durante estes anos, principalmente nas fases menos boas.

Agradeço aos meus orientadores: Engenheiro António Silva e Sousa por ter aceitado prontamente ser o meu orientador neste trabalho, por parte do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e pelas orientações que me deu para o desenvolvimento deste; ao Engenheiro Filipe Gameiro, meu orientador externo, por partilhar comigo a sua experiência em obra.

Agradeço ao Sr. Joaquim por me ter proporcionado a realização deste estágio e pela sua disponibilidade em todos os momentos que necessitei. O meu agradecimento a todos os trabalhadores da obra pela forma como me receberam, em especial ao Oleg e ao Pedro que sempre se mostraram disponíveis para me ajudar.

Agradeço aos meus colegas de faculdade, em especial à Ana Rita, Bruna, Íris e Nailson pelo companheirismo e entretajuda ao longo do curso. Destaco a Ana Rita e a Íris, minhas colegas de grupo em todo o percurso académico. Os momentos que vivemos juntas cimentou uma amizade cujos laços se transpuseram para a vida.

A todos os que me apoiaram, motivaram e participaram direta ou indiretamente nesta etapa da minha vida, um muito obrigado do fundo do coração.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO	1
1.2	OBJETIVOS	1
1.3	ESTRUTURA	1
2	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO	5
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	5
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
2.2.1	LOCALIZAÇÃO	7
2.2.2	IMPLANTAÇÃO	9
2.2.3	CARACTERIZAÇÃO	11
3	TRABALHOS ACOMPANHADOS DURANTE O ESTÁGIO	19
3.1	ATIVIDADES REALIZADAS ANTES DO INÍCIO DOS TRABALHOS	20
3.2	DECAPAGEM	23
3.3	MONTAGEM DE ESTALEIRO	23
3.3.1	ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO	26
3.4	MOVIMENTO DE TERRAS	27
3.5	CONTENÇÃO PERIFÉRICA	31
3.5.1	FASEAMENTO DOS TRABALHOS	31
3.5.2	SOLUÇÃO PROJETADA VERSUS SOLUÇÃO ADOTADA	50
3.6	FUNDAÇÃO E SUPERESTRUTURA EM BETÃO ARMADO	57
3.6.1	FUNDAÇÃO	57
3.6.2	SUPERESTRUTURA	65
4	CONTROLO DE PRODUÇÃO	77
4.1	CONTROLO TÉCNICO	78
4.2	CONTROLO DE PRAZOS	83
4.2.1	RENDIMENTO DAS ATIVIDADES	83
4.2.2	PLANEAMENTO	84
4.3	CONTROLO DE CUSTOS	88
4.3.1	ANÁLISE EVM	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
	BIBLIOGRAFIA	97

ANEXOS.....	99
ANEXO A.....	101
ANEXO B.....	105
ANEXO C.....	109

Imagem de capa:

Escala Irreverente Lda.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - INTERVENIENTES EM OBRA	6
FIGURA 2.2 - MAPA DE PORTUGAL E REGIÃO NORTE DE LISBOA.....	7
FIGURA 2.3 - VISTA AÉREA DA MAGUE.....	8
FIGURA 2.4 - MEMORIAL À EMPRESA MAGUE	8
FIGURA 2.5 - IMPLANTAÇÃO DO LOTE 23	9
FIGURA 2.6 - ALÇADO PRINCIPAL	11
FIGURA 2.7 - ALÇADO POSTERIOR	11
FIGURA 2.8 - PLANTA PISO -3	13
FIGURA 2.9 - PLANTA PISO -2	14
FIGURA 2.10 - PLANTA PISO -1	14
FIGURA 2.11 - PLANTA PISO 0	15
FIGURA 2.12 - PLANTA PISOS 1 A 7	16
FIGURA 2.13 - PLANTA COBERTURA	17
FIGURA 2.14 - VISTA EM CORTE.....	18
FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO A VISTORIAR E DO EDIFÍCIO A CONSTRUIR.....	21
FIGURA 3.2 - PÁGINAS DO RELATÓRIO.....	22
FIGURA 3.3 - COMPROVATIVO DO DEPÓSITO EM NOTÁRIO.....	22
FIGURA 3.4 - TERRENO APÓS A DECAPAGEM	23
FIGURA 3.5 – ESTALEIRO DA OBRA	25
FIGURA 3.6 - EXECUÇÃO DA SAPATA PARA COLOCAÇÃO DA GRUA	25
FIGURA 3.7 - ESCAVADORA HIDRÁULICA DE RASTO CONTINUO	28
FIGURA 3.8 - PERCURSO EFETUADO INICIALMENTE PELOS CAMIÕES NO INTERIOR DA OBRA	29
FIGURA 3.9 - PERCURSO EFETUADO PELOS CAMIÕES NA FASE INTERMÉDIA DE REMOÇÃO DE TERRAS.....	29
FIGURA 3.10 – REMOÇÃO DO MATERIAL RESTANTE PARA CAMIÃO	30
FIGURA 3.11 - GUIA DE DEPÓSITO DE TERRAS EM VAZADOURO	30
FIGURA 3.12 - PERFIL COINCIDENTE COM UM PILAR NO TARDOZ DO EDIFÍCIO	32
FIGURA 3.13 – VISTA EM PLANTA DA LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS METÁLICOS, ALÇADO PRINCIPAL E POSTERIOR (À ESQ.) E ALÇADO LATERAL NO PISO-2 (À DTA.).....	32
FIGURA 3.14 - PERFIS HEB.....	33
FIGURA 3.15 - EXECUÇÃO DE FURO PARA COLOCAÇÃO DO PERFIL	33
FIGURA 3.16 - IÇAMENTO E INTRODUÇÃO DO PERFIL NO FURO	34
FIGURA 3.17 - FURO PREENCHIDO COM AREIA	34
FIGURA 3.18 - ESQUEMA DE UMA VIGA DE COROAMENTO E SUA LIGAÇÃO AOS PERFIS METÁLICOS	35

FIGURA 3.19 - ZONA DA VIGA DE COROAMENTO ESCAVADA	35
FIGURA 3.20 - ARMADURA DA VIGA DE COROAMENTO	36
FIGURA 3.21 - COFRAGEM DA VIGA DE COROAMENTO	36
FIGURA 3.22 - BETONAGEM DA VIGA DE COROAMENTO	37
FIGURA 3.23 - PORMENOR DO REFORÇO DE FLEXÃO NO LOCAL DAS ANCORAGENS	38
FIGURA 3.24 - ARMADURA PARA PAINEL PRIMÁRIO QUE INCLUI ARMADURAS DE ESPERA	38
FIGURA 3.25 - ESQUEMA COM AS ARMADURAS DE ESPERA DO PAINEL E NEGATIVO PARA A ANCORAGEM	39
FIGURA 3.26 - COFRAGEM DE PAINEL PRIMÁRIO	39
FIGURA 3.27 - BETONAGEM DE PAINEL PRIMÁRIO	40
FIGURA 3.28 - PAINEL DESCOFRADO	40
FIGURA 3.29 - CORTE LONGITUDINAL DE UMA ANCORAGEM	41
FIGURA 3.30 - MÁQUINA DE FURAÇÃO	42
FIGURA 3.31 - CABOS DE ANCORAGEM EM ROLO	43
FIGURA 3.32 - SELAGEM DA ARMADURA	43
FIGURA 3.33 - ASPETO DO FURO APÓS A SELAGEM DO BOLBO	44
FIGURA 3.34 - APLICAÇÃO DO PRÉ-ESFORÇO	44
FIGURA 3.35 - ESQUEMA DA DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS	45
FIGURA 3.36 - ESCAVAÇÃO DE PAINEL SECUNDÁRIO	45
FIGURA 3.37 - BETONAGEM DE PAINÉIS SECUNDÁRIOS	46
FIGURA 3.38 - PRIMEIRO NÍVEL DA PAREDE DE CONTENÇÃO COM ANCORAGENS	46
FIGURA 3.39 - DISPOSIÇÃO DAS ANCORAGENS NOS PAINÉIS DO ALÇADO POSTERIOR	47
FIGURA 3.40 - CONTENÇÃO PERIFÉRICA CONCLUÍDA	47
FIGURA 3.41 - POSIÇÃO DOS PERFIS INTRODUZIDOS NO PISO -2	48
FIGURA 3.42 - PERFIS METÁLICOS NA LATERAL DO LOTE	48
FIGURA 3.43 - PERFIS METÁLICOS APÓS A CONSTRUÇÃO DA PAREDE DE CONTENÇÃO LATERAL	49
FIGURA 3.44 - ESCORAMENTO DOS PAINÉIS TERCIÁRIOS	49
FIGURA 3.45 - ABERTURA DOS PAINÉIS PRIMÁRIOS DO 1º NÍVEL	50
FIGURA 3.46 - ANCORAGENS NOS PAINÉIS PRIMÁRIOS DO 1º NÍVEL	51
FIGURA 3.47 - ABERTURA DE PAINEL DE MAIOR DIMENSÃO	51
FIGURA 3.48 - PLATAFORMA COM AUSÊNCIA DE GUARDA-CORPOS	52
FIGURA 3.49 - ANCORAGENS DO SEGUNDO NÍVEL	53
FIGURA 3.50 - INFLUÊNCIA DAS ANCORAGENS DO 1º NÍVEL NO EDIFÍCIO VIZINHO	54
FIGURA 3.51 - ANCORAGENS PROJETADAS PARA O PISO -1	54
FIGURA 3.52 - ANCORAGENS EXECUTADAS NO PISO -1	54
FIGURA 3.53 - ANCORAGENS PROJETADAS PARA O PISO -2	55
FIGURA 3.54 - ANCORAGENS EXECUTADAS NO PISO -2	55

FIGURA 3.55 - ANCORAGENS PROJETADAS PARA O PISO -3	55
FIGURA 3.56 - ANCORAGENS EXECUTADAS NO PISO -3	55
FIGURA 3.57 - POSIÇÃO DAS ANCORAGENS NO ALÇADO PRINCIPAL	56
FIGURA 3.58 - POSIÇÃO DAS ANCORAGENS NO ALÇADO POSTERIOR	56
FIGURA 3.59 - POSIÇÃO DAS ANCORAGENS NO ALÇADO LATERAL	56
FIGURA 3.60 - FASES DO ENSOLEIRAMENTO GERAL	57
FIGURA 3.61 - ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DOS CAPITÉIS DOS PILARES	57
FIGURA 3.62 - ARMADURAS DE ARRANQUE DE UM PILAR	58
FIGURA 3.63 - RECOBRIMENTO NA ARMADURA DE ARRANQUE DE UM PILAR	58
FIGURA 3.64 - NEGATIVOS NAS PAREDES DE CONTENÇÃO	59
FIGURA 3.65 - ESPAÇADORES EM AÇO E COFRAGEM NA CAIXA DE ELEVADOR	59
FIGURA 3.66 - POÇO DE BOMBAGEM	60
FIGURA 3.67 - BETONAGEM ATRAVÉS DE AUTO-BOMBA DA LAJE DE ENSOLEIRAMENTO	61
FIGURA 3.68 - REDE NERVURADA NA JUNTA DE BETONAGEM	62
FIGURA 3.69 - COMPACTAÇÃO DO BETÃO COM VIBRADOR AGULHA	62
FIGURA 3.70 - CURA DO BETÃO	63
FIGURA 3.71 - ESPALHAMENTO DA ARGAMASSA EM PÓ E AFAGAMENTO DO PISO	63
FIGURA 3.72 - PRIMEIRA FASE DO ENSOLEIRAMENTO GERAL	63
FIGURA 3.73 - SEGUNDA FASE DO ENSOLEIRAMENTO GERAL	64
FIGURA 3.74 - TERCEIRA FASE DO ENSOLEIRAMENTO GERAL	64
FIGURA 3.75 - PÉS-DIREITOS DO EDIFÍCIO	66
FIGURA 3.76 - INCLINAÇÕES DA RAMPA DE ACESSO AO ESTACIONAMENTO	67
FIGURA 3.77 - PILARES DOS PISOS ENTERRADOS	68
FIGURA 3.78 - PILARES DOS PISOS DE HABITAÇÃO	68
FIGURA 3.79 - PAREDES RESISTENTES DO EDIFÍCIO	69
FIGURA 3.80 - PORMENOR DA ESCADA	69
FIGURA 3.81 - MARCAÇÃO DA POSIÇÃO DAS CINTAS	70
FIGURA 3.82 - COLOCAÇÃO DA ARMADURA DO PILAR	70
FIGURA 3.83 - MARCAÇÃO DOS PILARES	71
FIGURA 3.84 - APLICAÇÃO DE ÓLEO DESCOFRANTE	71
FIGURA 3.85 - PAINÉIS MONTADOS E ESCORADOS	71
FIGURA 3.86 - BETONAGEM DE PILAR	72
FIGURA 3.87 - ENCHIMENTO DO BALDE	72
FIGURA 3.88 - PILARES DESCOFRADOS	72
FIGURA 3.89 - PRUMOS E LONGARINAS	73
FIGURA 3.90 - PAINÉIS DE MADEIRA TRICAPA	73
FIGURA 3.91 - VIGA DE BORDADURA	74

FIGURA 3.92 - CAVALETES.....	74
FIGURA 3.93 - BITOLA DE AÇO PARA CONTROLO DA ESPESSURA DA LAJE	74
FIGURA 3.94 - ALISAMENTO DA SUPERFÍCIE DA LAJE.....	74
FIGURA 3.95 - CURA DA LAJE ATRAVÉS DE REGA DA SUPERFÍCIE	75
FIGURA 3.96 - COLOCAÇÃO DE TAIPAIS	75
FIGURA 3.97 - COLOCAÇÃO DAS ARMADURAS	75
FIGURA 3.98 - COLOCAÇÃO DE MOLDES NOS DEGRAUS	75
FIGURA 3.99 - ESCADA BETONADA	75
FIGURA 4.1 - GUIA DE REMESSA DE FORNECIMENTO DE BETÃO	79
FIGURA 4.2 - RESULTADO DO ENSAIO À COMPRESSÃO NAS AMOSTRAS DE BETÃO DA LAJE DO PISO 2.....	80
FIGURA 4.3 - INDICADORES DE EVM.....	88
FIGURA 4.4 - GRÁFICO DE ANÁLISE EVM	90

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1 - ORGANOGRAMA EXPOESTACAL LDA.	6
TABELA 2.2 - RESUMO DOS PARÂMETROS URBANÍSTICOS DO LOTE	10
TABELA 2.3 - ÁREAS ÚTEIS DAS FRAÇÕES	12
TABELA 3.1 - ATIVIDADES A DESENVOLVER DURANTE A OBRA	20
TABELA 3.2 - CARACTERÍSTICAS DA GRUA.....	26
TABELA 3.3 - CARACTERÍSTICAS DAS ANCORAGENS.....	42
TABELA 3.4 - PÉS-DIREITOS DO EDIFÍCIO.....	65
TABELA 4.1 - CARACTERÍSTICAS DO BETÃO UTILIZADO	78
TABELA 4.2 - DADOS UTILIZADOS PARA VERIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE IDENTIDADE	80
TABELA 4.3 - VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA 24913	81
TABELA 4.4 - VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA 24921	81
TABELA 4.5 - CRITÉRIOS DE IDENTIDADE PARA A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	82
TABELA 4.6 - FCM DAS AMOSTRAS	82
TABELA 4.7 - FCM DO LOTE	82
TABELA 4.8 - ATIVIDADES E NÚMERO DE HOMENS UTILIZADOS NA SUA REALIZAÇÃO	83
TABELA 4.9 - CALENDARIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONTENÇÃO PERIFÉRICA	85
TABELA 4.10 - CALENDARIZAÇÃO DA BETONAGEM DAS LAJES	85
TABELA 4.11 - VALORES MENSIS E ACUMULADOS DE ORÇAMENTO E DE CUSTO REAL.....	89
TABELA 4.12 - VALORES MENSIS ACUMULADOS DE AC, PV E EV	90
TABELA 4.13 - VALORES DOS INDICADORES DE ESTADO, DESEMPENHO E PREVISÃO	91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC - Actual Cost

CPI - Cost Performance Index

CREL - Circular Regional de Lisboa

CV - Cost Variance

EAC - Estimate At Completion

EN - Estrada Nacional

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ER - Estrada Regional

EV - Earned Value

EVM - Earned Value Management

fci - Resultado individual do ensaio de resistência à compressão do betão

fck - Resistência característica à compressão do betão determinada em cubos

fcm - Resistência média à compressão do betão

P.S.S. - Plano de Segurança e Saúde

PV - Planned Value

PVC - Polyvinyl chloryde

SPI - Sechedule Performance Index

SV - Schedule Variance

TEAC – Time Estimate At Completion

VAC - Variation At Completion

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil optou-se pela realização de um estágio. O relatório de estágio representará o Trabalho Final de Mestrado de Engenharia Civil, na área de edificações, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O estágio foi realizado na empresa Expoestacal Unipessoal Lda., teve início em Novembro 2018, sendo o seu término em Setembro 2019. O empreendimento que a estagiária acompanhou localiza-se em Alverca, Urbanização Malvarosa, Avenida da Mague Nº 8 (Antigo Lote 23), sendo constituída por 11 pisos, 3 dos quais abaixo da cota de soleira.

Durante o período de estágio, a estagiária teve oportunidade de acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de montagem de estaleiro, escavação, execução de muros de contenção, execução das fundações e execução da restante estrutura do edifício. Além de acompanhar a evolução destes trabalhos diariamente, a estagiária assistiu também às reuniões de obra.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos a atingir com a realização do estágio são os seguintes:

- Aquisição de experiência em obra
- Consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico e relacioná-los com os aspetos práticos do exercício profissional, nomeadamente com as atividades desenvolvidas em obra no período do estágio
- Avaliação global da obra através de uma análise efetuada ao controlo técnico, controlo de prazos e controlo de custos.
- Abordagem de eventuais problemas que surjam na obra no decorrer do estágio

De forma a cumprir com os objetivos propostos, o Trabalho Final de Mestrado foi estruturado conforme especificado na secção 1.3.

1.3 ESTRUTURA

A estrutura idealizada para o Trabalho Final de Mestrado é constituída por cinco capítulos. De seguida, é apresentada uma descrição sucinta da abordagem efetuada em cada um dos capítulos.

Capítulo I

INTRODUÇÃO

No capítulo introdutório do relatório de estágio é realizada uma contextualização de modo a enquadrar o tema abordado. São também apresentados os objetivos e a estrutura do relatório.

Capítulo II

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO

No segundo capítulo é realizada a caracterização da empresa, nomeadamente da sua estrutura, onde a estagiária se encaixa, bem como a forma como opera. A descrição da obra onde foi realizado o estágio será realizada de forma detalhada, de modo a ter-se uma perceção o mais pormenorizada possível do edifício a construir.

Capítulo III

ATIVIDADES ACOMPANHADAS DURANTE O ESTÁGIO

O terceiro capítulo descreve as atividades desenvolvidas em obra durante o período de estágio, nomeadamente:

- Organização e montagem de estaleiro
- Movimento de terras
- Execução de muros de contenção
- Execução de ancoragens
- Execução dos elementos estruturais do edifício (inclui as atividades de cofragem e descofragem, corte e dobragem de aço, armação e aplicação de aço e betonagem).

Além de descrever as atividades anteriormente mencionadas é feita uma abordagem aos conceitos teóricos aprendidos ao longo do percurso académico.

Capítulo IV

CONTROLO DE PRODUÇÃO

O quarto capítulo é composto por três subcapítulos:

- Controlo técnico
- Controlo de prazos
- Controlo de custos

Neste capítulo é feita uma análise em termos de produção dos trabalhos desenvolvidos, referem-se as alterações efetuadas ao que estava projetado nomeadamente ao nível da contenção periférica, abordam-se os ensaios de verificação da identidade do betão, relacionam-se os rendimentos de algumas atividades executadas com os rendimentos das tabelas do José da Paz Branco. Refere-se também a importância do planeamento e a sua implicação no controlo de custos.

Caso se verifiquem alterações ao planeamento inicialmente estabelecido serão analisadas as razões que provocaram essas mudanças e as ações que foram tomadas para mitigá-las.

Capítulo V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No quinto capítulo é feita uma análise global ao estágio realizado, nomeadamente a sua importância no enriquecimento profissional da estagiária e se os objetivos definidos inicialmente foram ou não atingidos com sucesso.

2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO

O atual capítulo é composto por dois subcapítulos. No primeiro subcapítulo é feita uma caracterização geral da empresa, nomeadamente a sua fundação, mercado em que atua, serviços que presta e a sua estrutura organizacional. Relativamente ao segundo subcapítulo, aborda-se o empreendimento a construir e é descrita a sua localização, implantação e condicionantes. De modo a caracterizar detalhadamente o edifício são apresentadas as plantas dos pisos de habitação e estacionamento.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde foi realizado o estágio denomina-se atualmente Expoestacal Lda. A sua sede localiza-se em Santa Iria de Azóia e o seu estaleiro central situa-se em Pirescoxe, ambos no concelho de Loures.

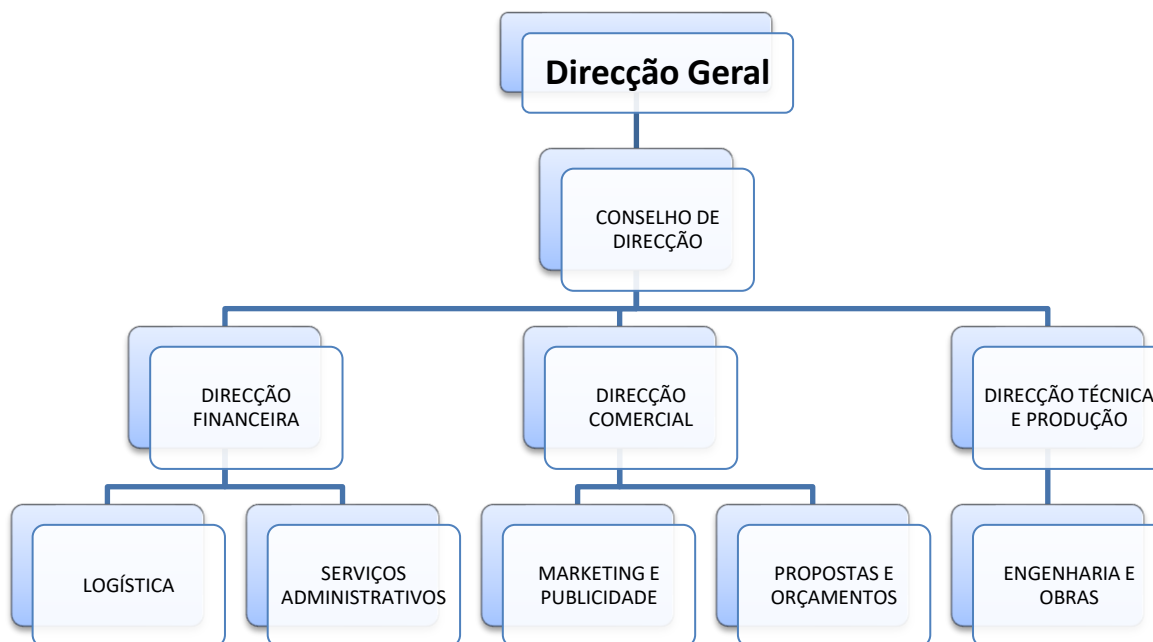
Apesar da empresa possuir esta denominação apenas desde 2012, o seu fundador, Sr. Joaquim Marques, iniciou a sua atividade em 1997 em nome individual. Inicialmente os trabalhos consistiam na aplicação de revestimentos cerâmicos. A atividade da empresa consiste na realização de empreitadas. Os trabalhos a realizar podem ser executados por funcionários dos quadros da empresa ou com recurso a subempreitadas.

A empresa é composta pelo diretor geral e por mais três departamentos:

- Departamento administrativo e financeiro
- Departamento comercial
- Departamento técnico e de produção

A estrutura organizacional atual da empresa, para uma mais fácil interpretação, é apresentada de seguida sob a forma de organograma (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Organograma Expoestacal Lda.



A empresa Expoestacal Lda. atua como empreiteiro geral no empreendimento em questão. Tratando-se de uma obra particular, esta empresa foi selecionada pelo dono de obra, Escala Irreverente Lda., após consulta a diversas empresas para a realização da obra. Os critérios de seleção foram o preço final e a experiência da empresa.

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta as principais entidades que intervêm na realização de um empreendimento, nomeadamente:

- Dono de obra
- Projetistas
- Empreiteiro
- Outras entidades fiscalizadoras

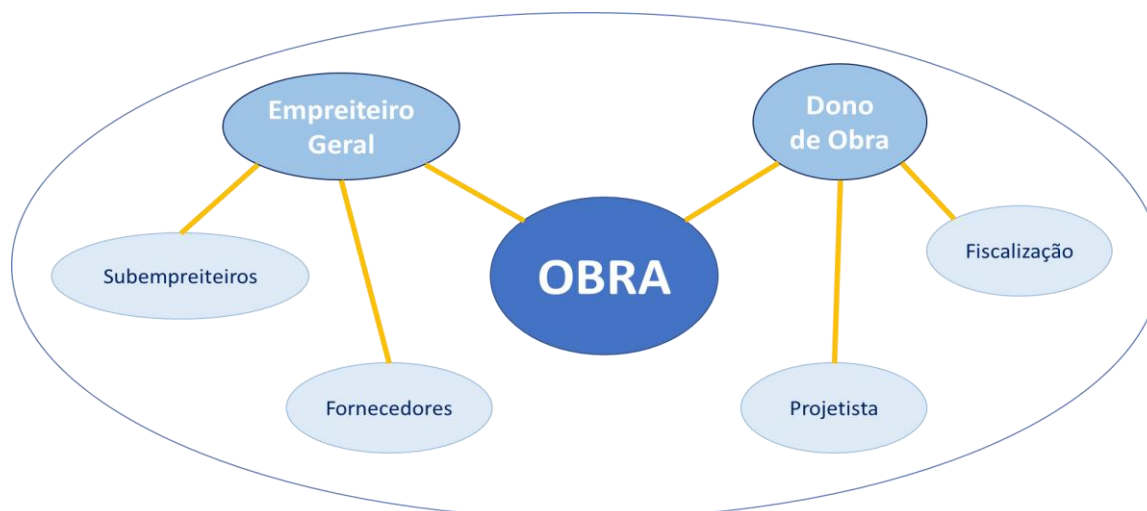


Figura 2.1 - Intervenientes em obra

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.2.1 Localização

O edifício a construir situa-se a norte de Lisboa na urbanização Malvarosa em Alverca (Figura 2.2), concelho de Vila Franca de Xira, mais especificamente na avenida da Mague, nº 8 (antigo Lote 23).



Figura 2.2 - Mapa de Portugal e região norte de Lisboa
(Maps, 2019)

A urbanização Malvarosa localiza-se nos terrenos da antiga MAGUE - Construções Metalomecânicas S.A.R.L. (Figura 2.3). Esta empresa de metalomecânica foi fundada em 1952 e teve um papel importante em termos sociais e económicos devido às grandes obras em que participou, tendo na década de 60 internacionalizado a sua produção. Após 42 anos em funcionamento, acabaria por fechar portas em 1994.

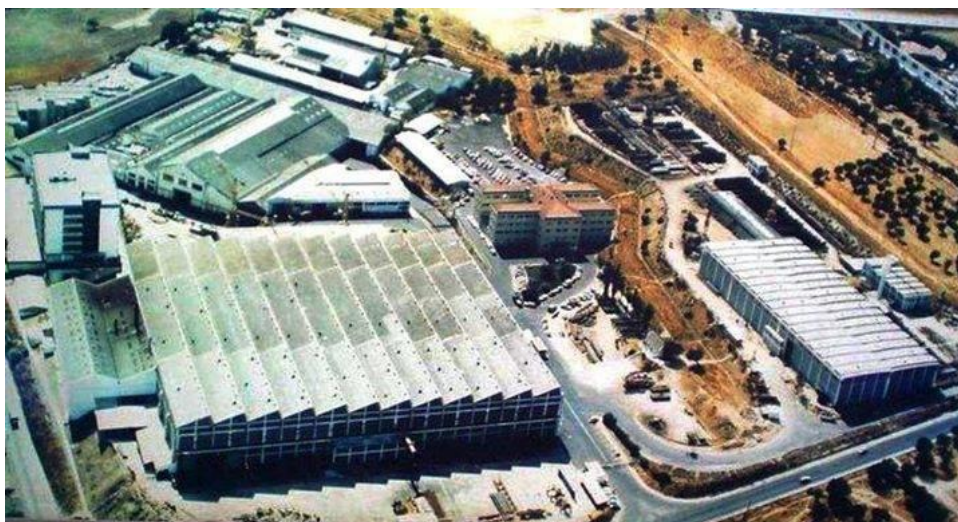


Figura 2.3 - Vista aérea da MAGUE

(Facebook, 2019)

Para recordar a importância desta empresa e a forma como marcou a história recente de Alverca, o município de Vila Franca de Xira colocou um memorial na urbanização (Figura 2.4).



Figura 2.4 - Memorial à empresa MAGUE

(Camara Municipal de Vila Franca de Xira, 2004)

A urbanização Malvarosa encontra-se num local privilegiado no que se refere às acessibilidades, pois fica junto ao nó de Alverca que liga à A1 (Lisboa/Porto), A9 (CREL), ER19 (Via de Cintura da Área Metropolitana de Lisboa) e EN10. Quanto aos transportes públicos, a urbanização é servida por diversas carreiras da rodoviária de Lisboa, que permitem um fácil acesso à capital. Nas proximidades da urbanização existe a estação ferroviária de Alverca inserida na linha da Azambuja.

Quanto a serviços e comércio, a Malvarosa está muito bem servida visto muitos edifícios possuírem lojas ao nível do R/C, o que torna esta zona bastante movimentada no período diurno apesar da cidade de Alverca ser uma cidade dormitório. No interior da urbanização é possível encontrar desde instituições bancárias, estabelecimentos de restauração, clínicas, etc. Além do comércio de rua, a zona circundante é bem servida possuindo diversos supermercados como Lidl, Pingo Doce, Modelo e Minipreço, o hipermercado Jumbo e centros comerciais de pequena dimensão.

A urbanização também possui alguns espaços verdes e áreas de lazer com parques infantis assim como uma escola primária.

2.2.2 Implantação

O terreno onde será construído o edifício (Lote 23) encontra-se confinado entre 2 outros edifícios de habitação coletiva já existentes, o lote 22 e o lote 24.

O referido lote apresenta uma forma irregular e possui uma área de 674,00 m² correspondente a 35,74 m / 22,05 m de largura por 21,50 m / 25,10 m de profundidade conforme consta na Figura 2.5.

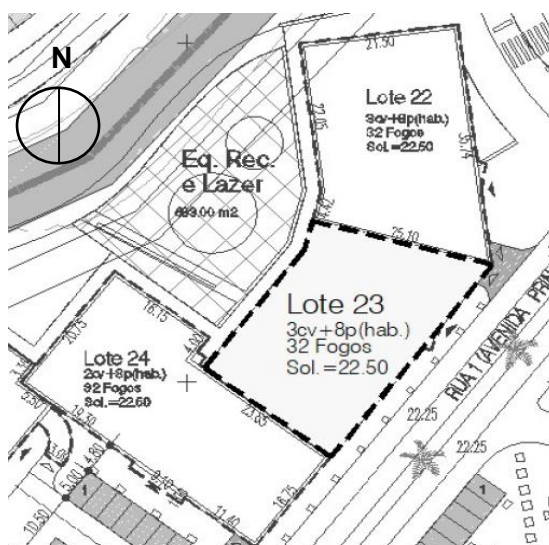


Figura 2.5 - Implantação do lote 23

(Franco, 2017)

Na Figura 2.5 também é possível observar as confrontações do referido lote:

- Norte: Domínio Público e Lote 22
- Sul: Via Pública e Lote 24
- Poente: Domínio Público e Lote 24
- Nascente: Via Pública e Lote 22

A construção do edifício obedece aos parâmetros urbanísticos aprovados no projeto de loteamento da urbanização Malvarosa e que deu origem ao alvará nº 04/03 emitido pela Câmara Municipal de Vila Franca de Xira.

O edifício destina-se a habitação coletiva e conta com 8 pisos acima da cota de soleira e 32 fogos com tipologias T1, T2 e T3, bem como 3 caves destinadas ao estacionamento. Cada um dos pisos de habitação possui 4 fogos por piso, sendo que a área bruta total dedicada à habitação é de 4.052,00 m². Relativamente ao estacionamento, as 3 caves têm 64 lugares de estacionamento sendo dois espaços reservados a mobilidade condicionada. A área bruta total dedicada ao estacionamento é de 2.006,40 m². A volumetria total do edifício é de 11.750,80 m³.

A Tabela 2.2 apresenta um resumo dos parâmetros urbanísticos descritos anteriormente.

Tabela 2.2 - Resumo dos parâmetros urbanísticos do lote

Área do lote	674,00 m ²
Área bruta de construção A.B.C.	4.052,00 m ²
Área bruta de construção de estacionamento	2.006,40 m ²
Volumetria	11.750,80 m ³
Altura da edificação	24,70 m
Número de pisos	8 pisos
Número total de fogos	32 fogos
Tipologias	
T1	2 fogos
T2	15 fogos
T3	15 fogos
Nº de caves	3 caves
Nº de lugares de estacionamento	64 lugares

2.2.3 Caracterização

O edifício possui, conforme já referido anteriormente, 8 pisos acima do solo, os quais acomodarão 32 apartamentos com tipologias T1 a T3 e áreas que variam entre os 67,00 m² e os 126,10 m². Existem 2 apartamentos de tipologia T1, 15 apartamentos de tipologia T2 e outros 15 apartamentos de tipologia T3. De forma a potenciar o usufruto do espaço exterior todos os apartamentos têm varandas ou terraços. Por sua vez, os 3 pisos enterrados possuem 64 lugares de estacionamento que serão agregados aos apartamentos aquando da realização da propriedade horizontal do edifício. A Figura 2.6 e a Figura 2.7 mostram, respetivamente, o alçado principal e posterior do edifício a construir.



Figura 2.6 - Alçado principal
(Franco, 2017)



Figura 2.7 - Alçado posterior
(Franco, 2017)

A distribuição das áreas dos apartamentos é a apresentada na Tabela 2.3:

Tabela 2.3 - Áreas úteis das frações

Piso	Fração	Tipologia	Área útil (m ²)
0	A	T2	91,10
	B	T1	67,00
	C	T3	114,20
	D	T1	60,70
1 a 7	A	T3	126,10
	B	T2	83,10
	C	T3	120,10
	D	T2	85,40

Tratando-se de construção nova, o edifício obedece ao estabelecido no Dec. Lei 163/2006 de 8 de Agosto que regula as acessibilidades aos edifícios para pessoas de mobilidade condicionada. Desta forma as habitações, estacionamento e espaços comuns preenchem os seguintes requisitos:

- **Habitação:** As cozinhas e pelo menos uma casa de banho devem garantir uma plena mobilidade em termos de acessibilidades, nomeadamente a cadeiras de rodas. Estas devem conseguir inscrever uma manobra de rotação de 360° em cada uma dessas divisões. Além disso, na cozinha, a distância mínima de 1,20 m entre bancadas deve ser salvaguardada.
- **Estacionamento:** Relativamente aos lugares para pessoas com mobilidade reduzida foram reservados 2 lugares de forma a cumprir com a legislação em vigor. Um no piso -2 e outro no piso -1. Estes lugares têm a dimensão de 2,5 m de largura por 5,00 m de comprimento e uma faixa lateral de 1,00 m por 5,00 m sinalizada.
- **Áreas comuns:** A acessibilidade universal aos diversos espaços, nomeadamente, o hall de distribuição para os fogos, entrada, caixas de correio e estacionamento deve ser garantida. Deste modo, as escadas devem apresentar uma largura dos lanços,

patamares e patins, com pelo menos 1,20 m. A altura do corrimão deve situar-se entre os 0,85 m e 0,90 m. Quanto aos degraus, o espelho deve medir entre 0,16 m a 0,17 m e o cobertor 0,28 m. Por sua vez, a largura dos átrios de acesso aos elevadores deve ser no mínimo de 1,50 m e as portas de acesso a cada uma das frações devem medir no mínimo 0,90 m. Relativamente aos elevadores, a dimensão da cabine não pode ser inferior a 1,10 m por 1,40 m e os comandos nos patamares têm de estar a uma altura entre os 0,90 m e os 1,20 m.

De seguida apresenta-se a constituição detalhada de cada piso do edifício com apresentação das respetivas plantas:

- **Piso -3**

O piso -3 destina-se a estacionamento e tem 22 lugares de estacionamento distribuídos por 12 boxes fechadas. Neste piso, será colocado o poço de bombagem e a câmara de retenção de hidrocarbonetos. Este piso conta ainda com a caixa de escada e 2 elevadores conforme se pode observar na Figura 2.8. A área bruta de construção do piso -3 é de 668,80 m².

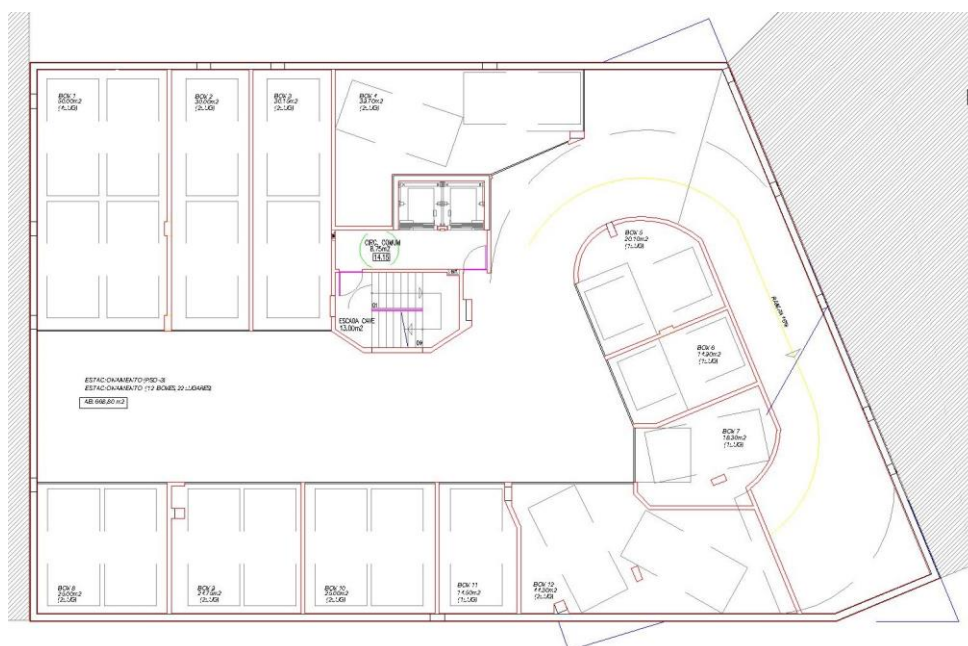


Figura 2.8 - Planta piso -3

(Franco, 2017)

- **Piso -2**

O piso -2 destina-se a estacionamento. Existem 21 lugares de estacionamento distribuídos por 10 boxes fechadas e por um lugar em parqueamento reservado a pessoas de mobilidade reduzida. Este piso conta também com caixa de escada e 2

elevadores conforme pode ser verificado na Figura 2.9. A área bruta de construção do piso -2 é de 668,80 m².

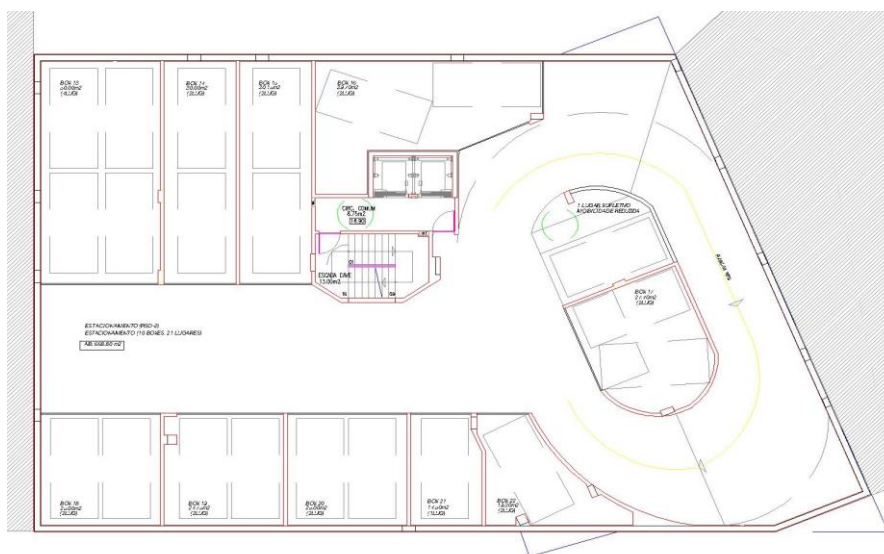


Figura 2.9 - Planta piso -2

(Franco, 2017)

▪ **Piso -1**

O piso -1 destina-se a estacionamento e à sala de condomínio. Existem 21 lugares de estacionamento distribuídos por 10 boxes fechadas e por um lugar em parqueamento reservado a pessoas de mobilidade reduzida. A sala de condomínio tem uma área de 28,60 m². Este piso conta ainda com a caixa de escada e 2 elevadores, conforme pode ser verificado na Figura 2.10. A área bruta de construção do piso -1 é de 668,80 m².



Figura 2.10 - Planta piso -1

(Franco, 2017)

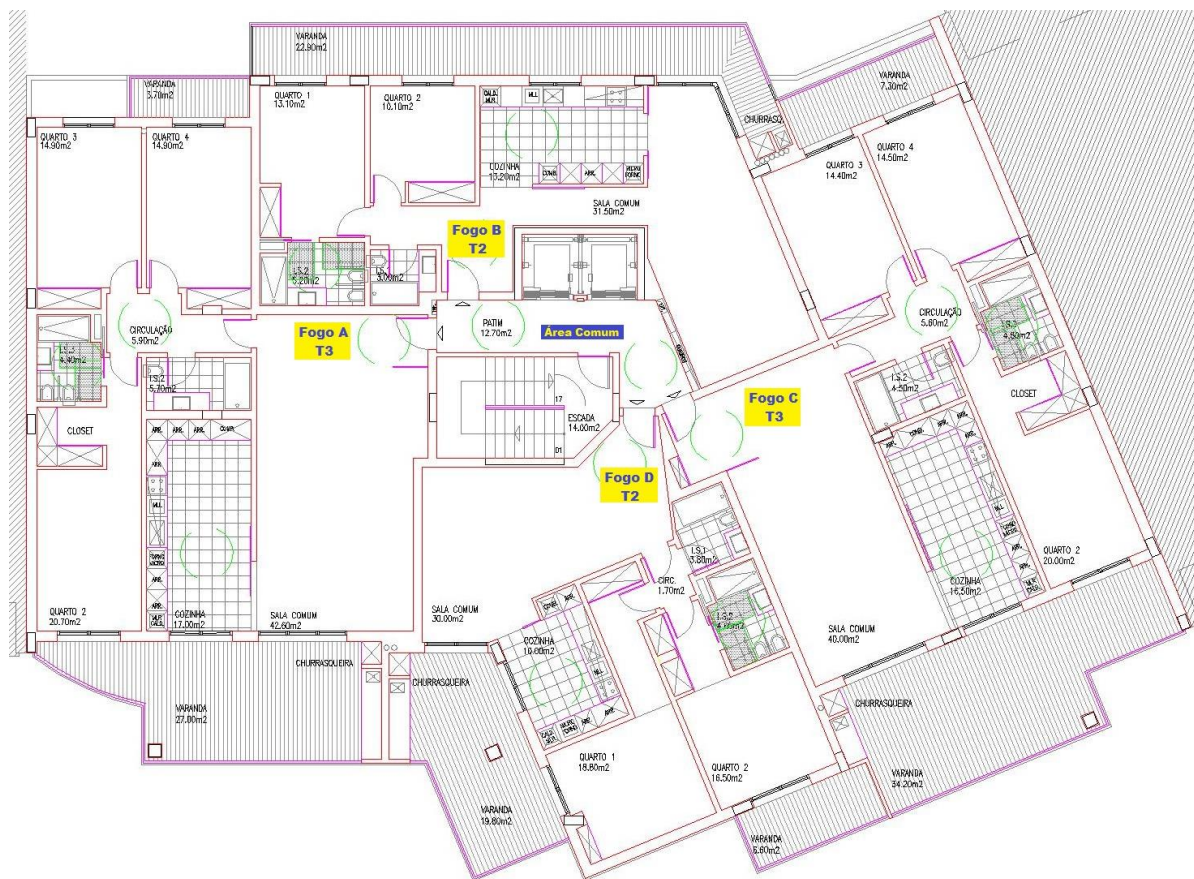


Figura 2.12 - Planta pisos 1 a 7
(Franco, 2017)

▪ **Cobertura**

A cobertura localiza-se ao nível do piso 8 e é acessível unicamente através da escada (Figura 2.13). A cobertura destina-se à colocação dos painéis solares e possui também um espaço de 20,20 m² onde será instalado o gerador.

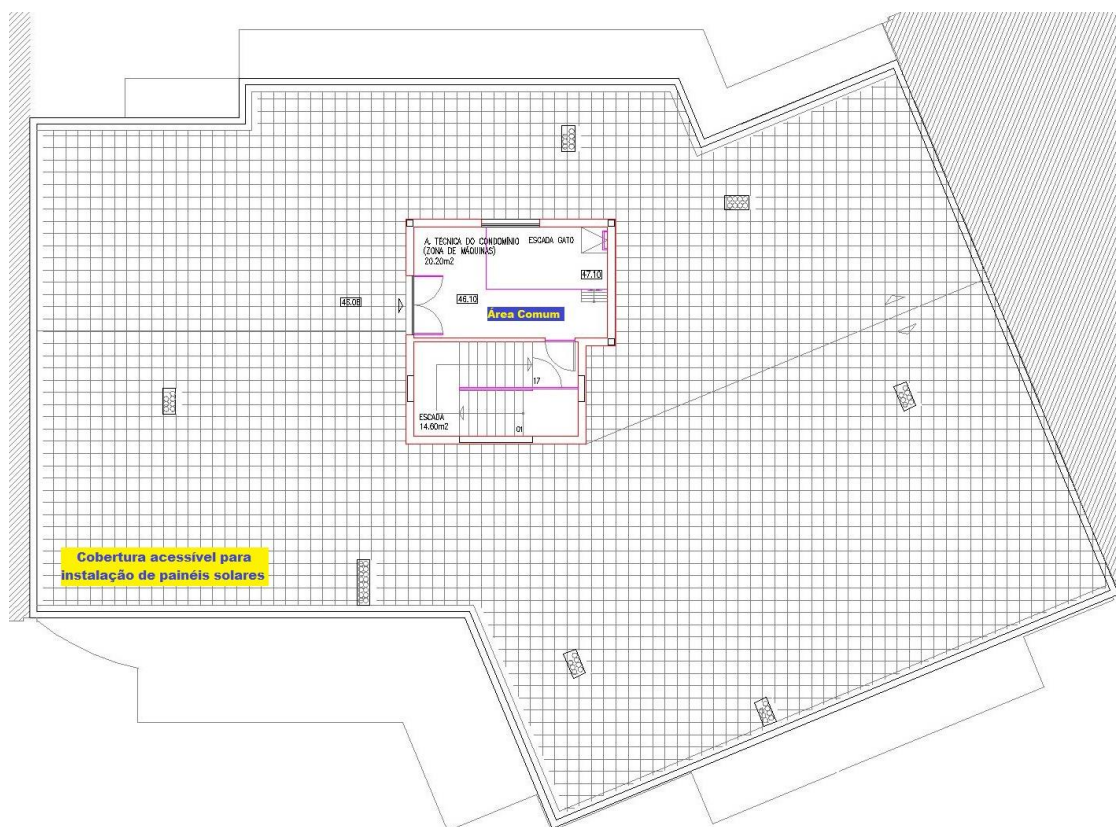


Figura 2.13 - Planta cobertura
(Franco, 2017)

O acesso ao lote, seja ele pedonal ou das viaturas, é feito a partir da "Rua 1 Avenida Principal", cuja designação atual é Avenida da Mague.

O acesso pedonal ao lote é efetuado ao nível da cota de soleira e respeita as normas de acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada que preconizam a eliminação das barreiras arquitetónicas. Esta comunicação com o exterior é realizada através de acesso próprio ao núcleo de circulação vertical que é composto por escadas e 2 elevadores. Este núcleo de circulação vertical faz a ligação entre os vários pisos. Cada piso possui quatro fogos, cada um com uma entrada independente de forma a poder-se constituir, futuramente, em propriedade horizontal.

O acesso das viaturas às caves realiza-se através de uma rampa que acede à cota da primeira cave e o acesso pedonal é garantido através de escadas, separadas ao nível do R/C do restante núcleo de escadas, e através de elevadores (Figura 2.14).



Figura 2.14 - Vista em corte
(Franco, 2017)

3 TRABALHOS ACOMPANHADOS DURANTE O ESTÁGIO

Os trabalhos a executar para construção de um edifício de habitação coletiva são diversos e regem-se pelos projetos de especialidade a apresentar na Câmara Municipal. Os projetos de especialidade que foram entregues na Câmara Municipal de Vila Franca de Xira para licenciamento desta construção foram:

- Projeto de estabilidade que incluía o projeto de contenção periférica
- Projeto de alimentação e distribuição de energia elétrica
- Projeto de instalação de gás
- Projeto de redes prediais de água e de drenagem de águas residuais
- Projeto de drenagem de águas pluviais
- Projeto de infraestruturas de telecomunicações
- Projeto de comportamento térmico
- Projeto de instalações eletromecânicas
- Projeto de segurança contra incêndios
- Projeto de condicionamento acústico
- Projeto de ventilação e exaustão de fumos
- Projeto de ocupação de via pública
- Plano de segurança e saúde

Para execução destes trabalhos e de outros específicos recorreu-se a empreiteiros das respetivas especialidades.

No planeamento de um edifício de habitação, as atividades a desenvolver podem ser as apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Atividades a desenvolver durante a obra

Decapagem
Montagem de estaleiro
Escavação e contenção periférica
Fundações
Estrutura em betão armado
Alvenarias, isolamento térmico e acústico
Restantes trabalhos: <ul style="list-style-type: none">▪ Rede de águas e esgotos▪ Rede de gás▪ Instalações elétricas▪ Aquecimento, ventilação e ar condicionado▪ Aspiração central▪ Betonilhas▪ Impermeabilização de varandas e terraços▪ Revestimento das paredes e pavimentos▪ Revestimento das fachadas▪ Estuque e tetos falsos▪ Caixilharias▪ Pinturas▪ Serralharias▪ Carpintarias▪ Cozinhas e casas de banho

Durante o decorrer do estágio e tendo em conta o prazo previsto para execução da obra, apenas foi possível fazer o acompanhamento de algumas delas. As atividades, cujos trabalhos ocorreram no período de estágio, são as que se apresentam detalhadamente nos subcapítulos seguintes.

3.1 ATIVIDADES REALIZADAS ANTES DO INÍCIO DOS TRABALHOS

A obra possui 3 pisos enterrados e confina lateralmente com outros dois edifícios. Do lado esquerdo, situa-se o lote 24 já concluído e do lado direito o lote 22 que se encontra na fase de acabamentos.

Tendo em conta que o lote 24 já se encontrava habitado assim como o facto de possuir apenas 2 caves enterradas, foi decidido pelo dono de obra realizar um levantamento nesse edifício,

de forma a precaver-se de eventuais problemas futuros que pudessem surgir devido à construção do edifício. Na Figura 3.1, o edifício assinalado a verde representa o edifício a vistoriar e o assinalado a vermelho, o lote a construir. A Figura 3.1 foi retirada do Google Maps pelo que não é visível o Lote 22 já construído, à direita da área assinalada a vermelho.



Figura 3.1 - Localização do edifício a vistoriar e do edifício a construir
(Checkhouse, 2018)

Para a realização deste trabalho, foi contratada uma empresa que efetua diagnósticos técnicos em imóveis. Esta empresa contactou com cada um dos moradores do lote 24 de forma a visitar cada uma das frações para levantamento das anomalias já existentes. Foi efetuada uma avaliação visual ao edifício com quantificação e identificação de patologias e/ou fissuras, assim como outras situações anómalas. As fissuras mais representativas foram medidas.

No final foi elaborado um relatório com a caracterização da situação existente nas frações visitadas, incluindo fotos devidamente referenciadas e datadas. A Figura 3.2 apresenta um excerto do registo fotográfico efetuado no Lote 24 antes do início das obras. Após aprovação do relatório pelo dono de obra, este foi depositado em notário de forma a ter validade jurídica para futuros casos de reclamações apresentadas pelos vizinhos. A Figura 3.3 atesta o depósito do relatório em notário.

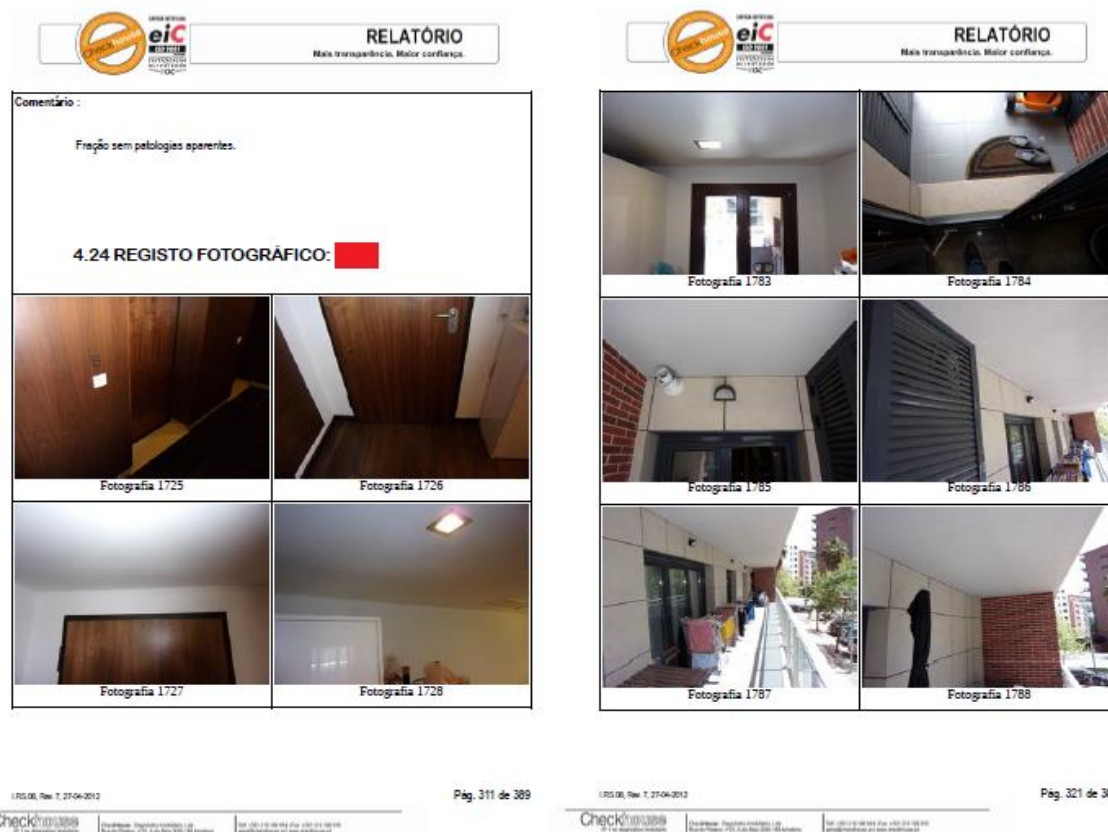


Figura 3.2 - Páginas do relatório
(Checkhouse, 2018)



Figura 3.3 - Comprovativo do depósito em notário
(Checkhouse, 2018)

3.2 DECAPAGEM

O primeiro passo para a execução da obra é efetuar a limpeza do terreno. Esta limpeza consiste na remoção de qualquer tipo de vegetação que possa existir no terreno. Após a desmatação, retira-se a terra vegetal (decapagem) e adequa-se o perfil natural do terreno ao perfil existente em projeto (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Terreno após a decapagem

3.3 MONTAGEM DE ESTALEIRO

O estaleiro tem por finalidade dotar a obra dos necessários equipamentos e recursos de apoio a toda a estrutura desde a direção até à produção. No entanto, algumas das instalações e equipamentos não se mantêm na obra até ao final desta, ou seja, o estaleiro vai sendo reestruturado durante a execução do empreendimento. Os meios de apoio à obra, respetivas áreas e sua localização vão sofrendo adaptações de acordo com a fase em que a obra se encontra. Nesta seção, o estaleiro apresentado destina-se a apoiar o desenvolvimento dos trabalhos de contenção periférica e da execução da estrutura do edifício.

Na obra em estudo, o critério de escolha dos locais apropriados teve em conta diversos aspetos, sendo o principal o custo em caso de ocupação do espaço disponível. O lote situa-se entre dois edifícios já construídos. Na frente existe o passeio e um estacionamento longitudinal, enquanto que no tardoz existe um espaço verde público.

Tendo em conta estes fatores a via pública foi ocupada da seguinte forma:

- A tardoz do lote: de acordo com o projeto de estaleiro dispunha-se em todo o comprimento da fachada de uma faixa com a largura de 1,00 m. No entanto, como este local era um espaço verde pouco frequentado optou-se por utilizar uma área superior à inicialmente prevista.
- Na frente do lote: Em todo o comprimento da fachada ocupa o passeio e o estacionamento longitudinal existente.

O estaleiro da obra é composto pelos elementos apresentados de seguida e que se encontram dispostos fisicamente conforme exposto na Figura 3.5:

- Delimitação física da obra com vedação em chapa metálica: identifica os limites da zona de trabalhos. No interior do estaleiro devem ser cumpridas as disposições do Plano de Segurança e Saúde (P.S.S.), assim como proibida a entrada a pessoas e viaturas estranhas
- Escritório de obra: instalações destinadas à organização administrativa, técnica e comercial de apoio ao estaleiro
- Refeitório: espaço com iluminação natural para os trabalhadores tomarem as refeições
- Instalações sanitárias: o estaleiro dispunha de um sanitário de obra portátil ecológico com sanita e urinol cuja manutenção era efetuada pela empresa fornecedora do equipamento
- Estaleiro de cofragem: zona de armazenamento, preparação e limpeza de cofragem
- Estaleiro de ferro: zona de armazenamento dos varões, preparação e armazenamento de armaduras e depósito para desperdícios
- Grua torre cuja área de influência cobre a totalidade da construção assim como da zona de estaleiro. O acesso ao local onde se situam equipamentos e instalações que necessitem da grua para movimentação das cargas para a zona de construção é fundamental



Figura 3.5 – Estaleiro da obra

O reduzido espaço do estaleiro obrigou a que a grua fosse instalada junto ao limite da implantação do lote. A grua foi montada antes do início da escavação sobre uma sapata previamente executada (Figura 3.6). No entanto, tendo em conta a proximidade da grua em relação á escavação, assim como o seu peso próprio e o da sapata, deveria ter sido verificado o comportamento da contenção periférica face a este acréscimo de cargas.



Figura 3.6 - Execução da sapata para colocação da grua

As características da grua cujo modelo é o City Crane MC40 da Potain são as apresentadas na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Características da grua

Característica	Valores Limites
Altura	34,50 m
Alcance	35,00 m
Carga à ponta	850 Kg

Alguns dos elementos constituintes do estaleiro estão relacionados com o número de trabalhadores existentes em obra. É o caso das instalações sanitárias e do refeitório que são dimensionados em função do número de operários. Em média, durante o período de estágio, permaneciam em obra cerca de 13 trabalhadores (no máximo) em simultâneo. Este número de homens foi determinado por observação direta durante o acompanhamento diário à obra e não com base em elementos do programa de trabalhos como por exemplo o mapa de carga de mão de obra que não existia.

De acordo com o Decreto nº 46427/1965 de 10 de Julho, que aprova o regulamento de instalações sociais provisórias destinadas a pessoal empregado nas obras, o estaleiro deve possuir uma sanita e um urinol para cada 25 trabalhadores e no que respeita ao refeitório, o estaleiro deve estar dotado de um lavatório por cada 10 utilizadores. Face ao exposto, e considerando o número de homens existente em obra, o estaleiro cumpre com os requisitos mínimos. Relativamente ao refeitório, nem todos os trabalhadores almoçavam em obra pelo que um lavatório era suficiente.

3.3.1 Organização do estaleiro

A reduzida dimensão do estaleiro que já foi referida e visualizada na Figura 3.5 obrigou a uma importante coordenação durante o desenvolvimento dos trabalhos. O fornecimento do aço e do betão não podia ser agendado para o mesmo período pois apenas havia espaço para a permanência de um único veículo no interior do estaleiro.

- **Aço**

As encomendas de aço eram realizadas frequentemente pois não era possível armazenar grande quantidade de varões.

Aquando da entrega, os varões de aço a serem utilizados nas lajes eram carregados diretamente do camião para a respetiva laje com auxílio da grua de forma a não sobrecarregar desnecessariamente o espaço destinado ao stock de ferro. Os restantes varões eram armazenados no estaleiro no espaço reservado para esse efeito. No entanto, tendo em conta o comprimento dos varões (12 m), tinham de ficar colocados sob a zona inferior do escritório de obra. O escritório não estava assente no chão então aproveitou-se esse espaço vazio.

As armaduras acabadas eram transportadas para o local onde iriam ser aplicadas, ou caso não fosse possível, eram armazenadas no tardo do lote junto ao estaleiro de cofragem.

- **Betonagem**

Na betonagem realizada com balde, método que foi utilizado para betonagem de todos os elementos à exceção das lajes, o camião estacionava no interior do estaleiro pelo que não havia dificuldades de maior. O único cuidado a ter era, como foi referido anteriormente, não agendar entregas de outros materiais para o mesmo período.

Nos dias das betonagens das lajes, que eram realizadas com auto-bomba, era necessário providenciar um corte temporário da via pois os camiões tinham de entrar no estaleiro em marcha-atrás. Nestes dias era necessária a presença de um agente da autoridade para coordenar o trânsito durante a realização das operações de betonagem. A requisição do agente só era possível após autorização emitida pela Câmara Municipal de Vila Franca de Xira.

3.4 MOVIMENTO DE TERRAS

O movimento de terras é um processo que envolve um conjunto de operações: escavação, carga, transporte e descarga. Desta forma consegue atingir-se a profundidade pretendida para a execução da construção do edifício. (Pinto, 2008)

Nos trabalhos de movimento de terras recorreu-se a dois tipos de equipamentos (Pinto, 2008):

- **Escavadora hidráulica sobre rasto continuo**

Em termos operacionais este tipo de escavadora executa tarefas de escavação e carga, elevação e descarga (Figura 3.7). Este equipamento além da facilidade de chegar a qualquer local, é também muito versátil. A escavadora tanto pode estar colocada dentro da área a ser escavada ou na periferia desta. O seu braço é composto por um conjunto de lanças e hastes e pelo balde. No entanto para perfurar os extratos de solo mais resistentes, o balde foi substituído por um martelo hidráulico demolidor.



Figura 3.7 - Escavadora hidráulica de rasto continuo

- **Camião articulado**

Foram utilizados camiões basculantes de descarga traseira que transportavam as terras até um vazadouro. No local de depósito, a descarga das terras é efetuada através da abertura do taipal traseiro por onde as terras caem por gravidade após elevação da caixa de carga.

A movimentação de terras iniciou-se em 2018 – 11 - 21 e ficou concluída em 2019 – 04 – 17.

Os trabalhos iniciaram-se com a abertura de uma vala para a execução da viga de coroamento cujo processo de execução será apresentado na seção 3.5.1.2.

Seguiu-se a escavação para execução da parede de contenção. Nesta fase, a escavação foi realizada por troços alternados em painéis primários e secundários, de modo a deixar banquetas em frente aos painéis secundários enquanto se realizava a escavação, construção e escoramento dos painéis primários. Deste modo, foram preservadas as condições de estabilidade e a não deformação dos arruamentos e das fundações dos edifícios contíguos. Após execução dos painéis primários, para cada nível de escavação, procedeu-se à remoção das banquetas situadas em frente aos painéis secundários, seguindo-se a construção destes painéis. Desta forma, garantiu-se uma continuidade dos trabalhos ao longo de toda a envolvente.

Até ao início da execução do terceiro nível de painéis, os camiões de transporte de terras acediam ao interior da construção através de uma rampa criada para o efeito, como ilustrado na Figura 3.8 na área assinalada a azul.



Figura 3.8 - Percurso efetuado inicialmente pelos camiões no interior da obra

Após a execução da contenção periférica começaram a ser retiradas as restantes terras. Iniciou-se a remoção junto ao lote 24, que se situa na extremidade esquerda do lote a construir. Conforme o material escavado foi sendo removido, foi-se progredindo na direção do lote 22, situado na extremidade direita. Durante a retirada dos primeiros dois terços do terreno, e com a rampa de acesso parcialmente desmantelada, os camiões de transporte de terras permaneciam na área assinalada a azul na Figura 3.9 enquanto eram carregados.



Figura 3.9 - Percurso efetuado pelos camiões na fase intermédia de remoção de terras

As últimas terras sobrantes foram removidas com o auxílio de uma mini-escavadora. Nesta fase a escavadora hidráulica permanecia no piso 0, na periferia da escavação. Este novo equipamento ia colocando o material escavado no interior do balde da outra escavadora,

conforme apresentado na Figura 3.10. A escavadora por sua vez despejava o material no interior da caixa de carga do camião estacionado no interior do estaleiro. Nesta fase, o trabalho era executado de uma forma muito mais morosa.

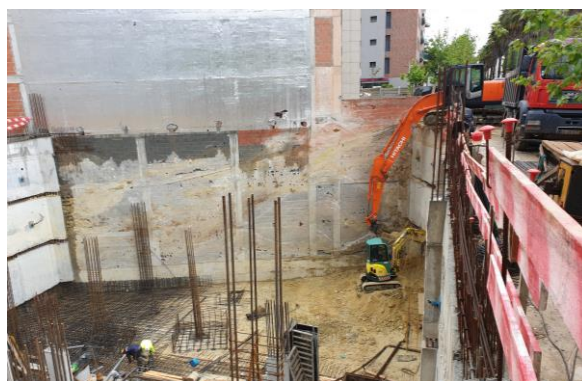


Figura 3.10 – Remoção do material restante para camião

As terras retiradas foram transportadas para vazadouro autorizado conforme a guia de remessa apresentada na Figura 3.11 e cuja cópia integral do documento se encontra no anexo A do presente trabalho.



Bucelbritas - Indústria de Britas de Bucelas, Lda.
Contribuinte N.º: 502075899
Casal das Graças Ap. 743
Bucelas
2671-601 Bucelas
Telef. 219694835 Fax. 219680293

Capital Social 37.915,86 EUR
Cons. Reg. Com. C.R.C. Loures
Matricula N.º 5113
geral@bucelbritas.pt
www.bucelbritas.pt



Exmo.(s) Sr.(s)
J PIRES E FILHOS LDA
RUA ESTER BETENCOUR DUARTE, 16 3

POVOA ST IRIA
2625-095 POVOA ST IRIA

Guia de Remessa GR 2019/961

Duplicado

Chave AT: 7487764584

V/N.º Contrib.	Requisição	Data	Cliente	Qt.	Un.
505476282		2019-01-18	1666		
Artigo	Descrição				
170504	ENTRADA DE TERRAS			23,30	TON

Figura 3.11 - Guia de depósito de terras em vazadouro

3.5 CONTENÇÃO PERIFÉRICA

Em zonas urbanas consolidadas, a construção de edifícios com vários pisos abaixo do nível do solo implica a execução de estruturas de contenção.

A existência de edifícios e arruamentos nas zonas confinantes à obra aliado à profundidade da escavação (cerca de 9,0 m) levou à adoção por parte do projetista de uma solução que consistia na construção de uma parede de betão armado do tipo “Munique” a realizar por troços e por níveis. Durante a obra, a estabilidade desta parede foi assegurada por ancoragens provisórias; posteriormente, a estabilidade será assegurada pelas lajes de betão armado. Nesse momento, as ancoragens são desativadas.

De seguida apresenta-se algumas das principais características das paredes tipo “Munique” e que demonstram que são uma solução indicada para esta obra:

- Permitem a realização da escavação em diferentes frentes durante a execução da contenção
- Recomendada para obras com estaleiro de área reduzida
- Indicado para obras com fortes limitações de acesso
- Exigem terrenos com alguma consistência
- Não é recomendável para solos com nível freático

Algumas das atividades foram realizadas de forma diferente do que estava projetado. Pelo que no subcapítulo 3.5.1, descrevem-se as diversas etapas do processo construtivo de uma contenção periférica do tipo parede de “Munique”. Posteriormente, no subcapítulo 3.5.2 é feita uma síntese entre o que estava inicialmente projetado e o que foi efetivamente realizado e explicado as razões que levaram a proceder dessa forma.

3.5.1 Faseamento dos trabalhos

Verificados os limites de implantação assim como a eventual interferência dos vários elementos da estrutura de contenção com as infraestruturas enterradas, deu-se início aos trabalhos para a construção da parede de betão armado do tipo “Munique”. De seguida, descrevem-se as diversas etapas da sua execução.

3.5.1.1 Introdução dos perfis metálicos

Antes do início da construção da referida parede de contenção foram cravados perfis metálicos no terreno que depois ficaram incorporados na parede de betão armado.

Os perfis metálicos transmitem ao terreno as ações verticais provenientes do peso próprio da parede durante as fases: construtiva, de escavação e de betonagem dos painéis; assim como a componente vertical das ancoragens e do impulso das terras. (Brito, 2001)

Antes de efetuar a furação para a colocação dos perfis, verificou-se se o seu posicionamento era ou não coincidente com algum dos pilares. Constatou-se que a tardoz existia um perfil “no interior” de um pilar, como é possível observar na Figura 3.12. O perfil foi então desviado da posição inicialmente definida.

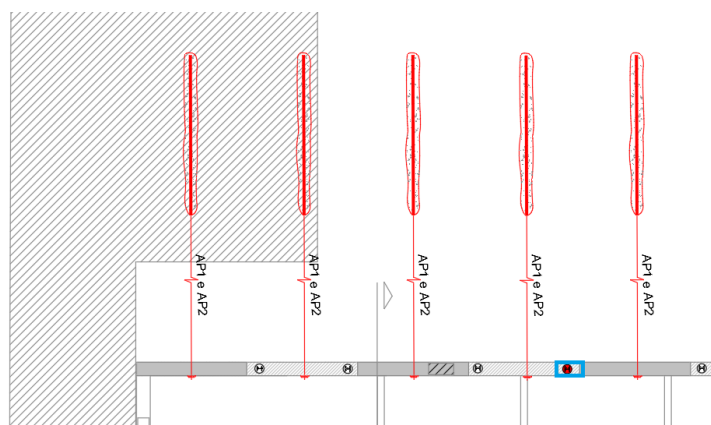


Figura 3.12 - Perfil coincidente com um pilar no tardoz do edifício

(Figueiredo, 2017)

Na Figura 3.13 encontra-se a localização dos perfis a inserir no terreno. Como se pode observar, os perfis situam-se na frente e no tardoz do lote ao longo do limite da sua implantação. Os perfis do alçado lateral foram cravados apenas quando se atingiu o segundo nível de escavação. Essa etapa é desenvolvida mais adiante, na seção 3.5.1.7.

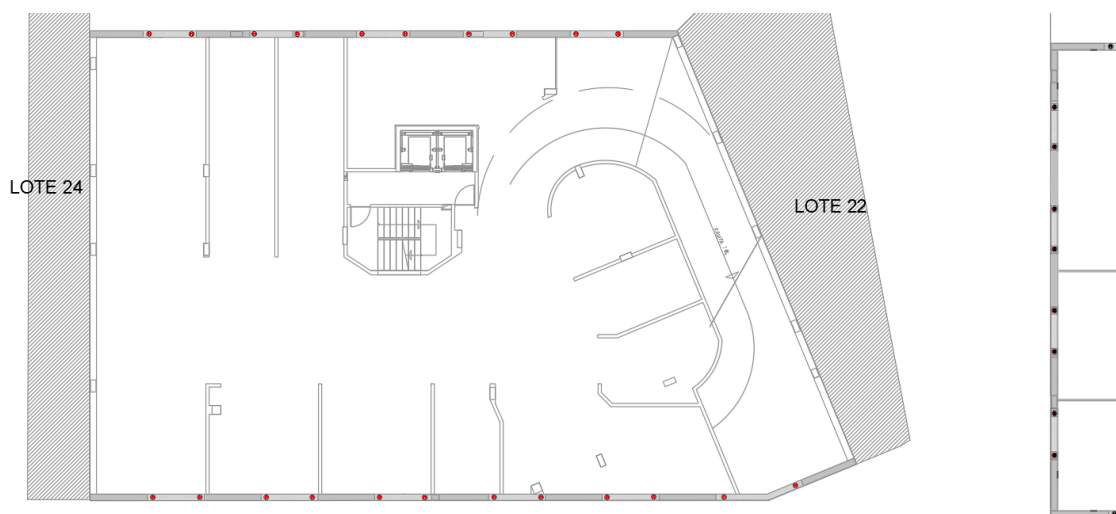


Figura 3.13 – Vista em planta da localização dos perfis metálicos, alçado principal e posterior (à esq.) e alçado lateral no piso-2 (à dta.)

(Figueiredo, 2017)

De acordo com o especificado em projeto, foram colocados perfis HEB 140 em aço S275 JR (Figura 3.14). O distanciamento entre perfis é de aproximadamente 3,0 m. Para garantir o encastramento do perfil no solo, o seu comprimento prolonga-se por mais 3,0 m abaixo da cota inferior de fundação.



Figura 3.14 - Perfis HEB

De forma a não perturbar as edificações vizinhas devido à vibração durante a cravação, utilizou-se uma máquina de trado contínuo para efetuar os furos por rotação (Figura 3.15). As furações verticais para a colocação dos perfis foram executadas com um diâmetro de 250 mm.



Figura 3.15 - Execução de furo para colocação do perfil

Os perfis foram içados com recurso à máquina de trado (Figura 3.16) e ao serem inseridos no furo ficaram orientados com a direção principal de inércia perpendicular ao terreno para maximizar a sua resistência à flexão nesse plano. (Brito, 2001)



Figura 3.16 - Içamento e introdução do perfil no furo

Após a introdução do perfil e acertada a sua posição, foi feita a selagem com argamassa nos 4,0 m inferiores, sendo o restante comprimento do furo preenchido com areia de forma a assegurar o alinhamento e a verticalidade do perfil (Figura 3.17).



Figura 3.17 - Furo preenchido com areia

3.5.1.2 Execução da viga de coroamento

Após a colocação dos perfis metálicos, executou-se a viga de coroamento. Esta tem como função a solidarização dos perfis para que funcionem em conjunto (Figura 3.18). (Brito, 2001)

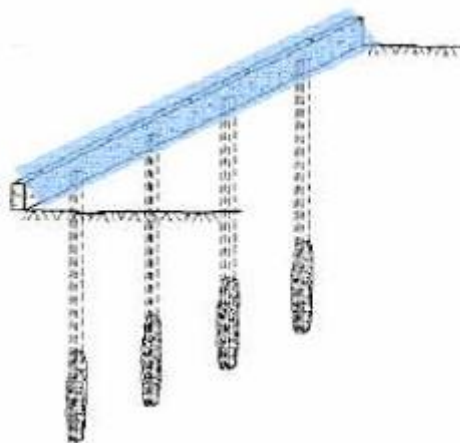


Figura 3.18 - Esquema de uma viga de coroamento e sua ligação aos perfis metálicos
(Pinto, 2008)

Para proceder à execução da viga de coroamento, começou-se por escavar uma vala com recurso a uma retroescavadora com profundidade suficiente para a altura da viga e para a colocação das armaduras de espera (Figura 3.19).



Figura 3.19 - Zona da viga de coroamento escavada

Posicionou-se a armadura em aço A500 NR deixando as armaduras de espera para os painéis da parede de contenção que se situam na zona inferior (armaduras de espera inferiores) e

também para a superestrutura acima da viga como pilares e cortinas (armaduras de espera superiores) (Figura 3.20).

As armaduras de espera inferiores ficaram inseridas numa camada de areia colocada na base da viga para depois ligarem ao painel do primeiro nível.



Figura 3.20 - Armadura da viga de coroamento

A cofragem foi apenas colocada na face interior da viga de coroamento (Figura 3.21), tendo na zona exterior sido betonada contra o terreno. O escoramento foi feito contra o terreno com recurso a extensores apoiados em vigas de madeira.



Figura 3.21 - Cofragem da viga de coroamento

A betonagem foi realizada com betão C30/37 S3 (Figura 3.22).



Figura 3.22 - Betonagem da viga de coroamento

3.5.1.3 Execução dos painéis primários

O início da execução dos painéis só pode ser realizado após a conclusão da viga de coroamento.

A escavação de cada troço possui a largura de um painel e a altura do pé direito, acrescido do espaço para as armaduras de espera, tanto horizontais como verticais inferiores. De cada lado da zona escavada é deixada uma banquetta de terreno. A escavação foi realizada, inicialmente, com retroescavadora e balde e numa segunda fase de forma manual, com martelo elétrico, para aprumar o tardo da parede. A escavação manual é importante, pois essa superfície servirá de “cofragem” aquando da betonagem e, ao regularizar-se, consegue-se diminuir o consumo de betão, assim como minimizar a variabilidade do recobrimento das armaduras.

Relativamente às armaduras de espera verticais colocadas aquando da execução da viga de coroamento, devem ser limpas a jato de água à pressão para remoção de eventuais detritos, antes do início dos trabalhos nos painéis.

A armadura dos painéis, de acordo com o projeto, foi executada com aço A500 NR com diâmetro de 12 mm, em malha quadrada dupla. A armadura posterior foi colocada em primeiro lugar, depois seguiu-se a armadura de reforço para a flexão nos locais das ancoragens (Figura

3.23) e em último lugar foi colocada a armadura que se situa do lado da escavação. Nas zonas com pilares parcialmente embebidos na parede, as armaduras foram colocadas antes das armaduras dos painéis.

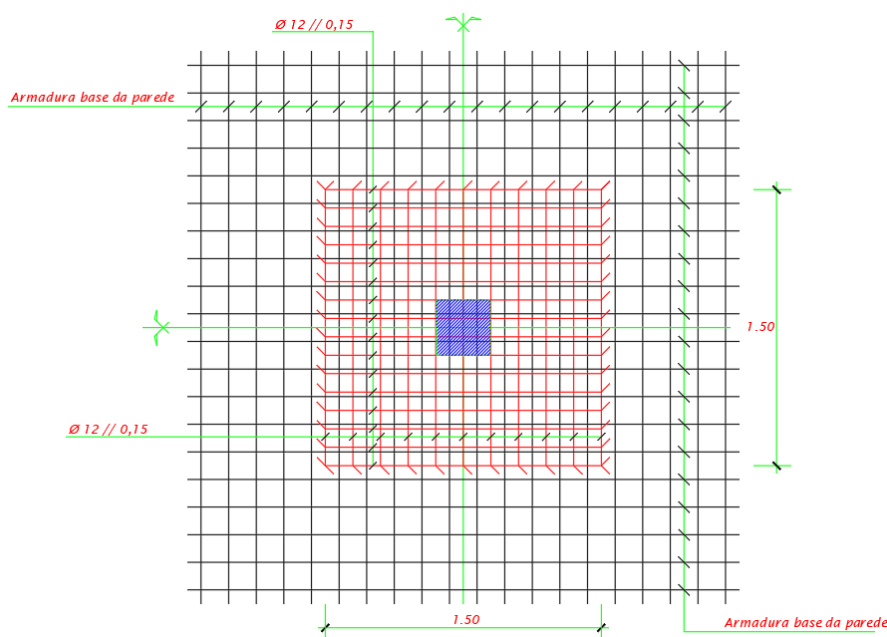


Figura 3.23 - Pormenor do reforço de flexão no local das ancoragens
(Figueiredo, 2017)

As armaduras da parede de contenção periférica são armaduras duplas (uma em cada face). Estas foram colocadas com comprimento suficiente para se proceder à amarração dos varões com os painéis secundários do mesmo nível (armaduras de espera horizontais) e com o painel primário da escavação do nível seguinte (armaduras de espera verticais) (Figura 3.24).



Figura 3.24 - Armadura para painel primário que inclui armaduras de espera

Aproximadamente um pouco acima do centro dos painéis foram colocados negativos em tubo de PVC preenchidos com papel (Figura 3.24). Desta forma consegue-se localizar a posição da futura ancoragem.

As armaduras de espera para o painel inferior ficaram no interior da camada de areia que foi colocada na base do painel para impedir a sua contaminação. (Figura 3.25)

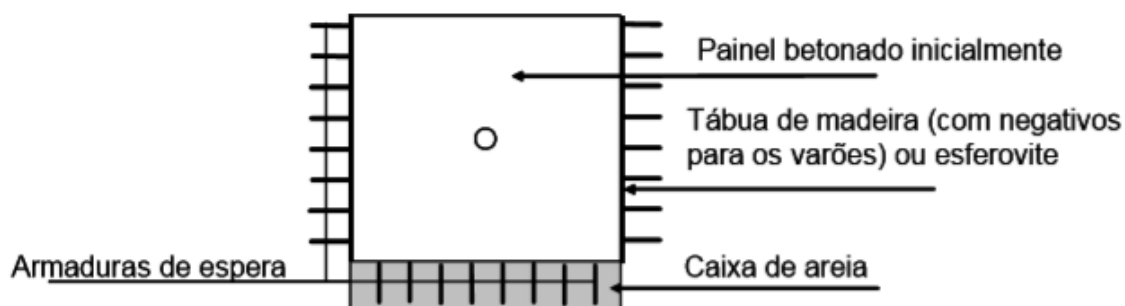


Figura 3.25 - Esquema com as armaduras de espera do painel e negativo para a ancoragem
(Brito, 2001)

Relativamente à cofragem foi realizada com recurso a painéis metálicos sendo que os espaços nas laterais foram preenchidos com tábuas de madeira, com furos para permitir a passagem dos varões de espera. Na zona posterior da parede de contenção não se colocou cofragem, a betonagem foi realizada contra o terreno. No topo da cofragem foi deixada uma abertura com a forma de bico de pato por onde se efetua a betonagem (Figura 3.26).



Figura 3.26 - Cofragem de painel primário

O escoramento é realizado através de extensores contra o terreno com recurso a tábuas de modo a aumentar a área de contacto. É necessária uma grande quantidade de extensores de modo a garantir que a cofragem resista ao impulso do betão.

A betonagem dos painéis foi realizada com um balde com manga que conduz o betão para o local pretendido com auxílio da grua (Figura 3.27). A vibração foi feita em simultâneo com a betonagem para garantir uma maior compactação do betão e evitar o aparecimento de vazios (“chochos”).



Figura 3.27 - Betonagem de painel primário

A descofragem dos painéis foi realizada no dia seguinte à betonagem, assim como a demolição da camada de betão existente na zona do bico de pato que foi removida com recurso a martelo elétrico (Figura 3.28).



Figura 3.28 - Painel descofrado

3.5.1.4 Execução das ancoragens dos painéis primários

As ancoragens são constituídas por três elementos (Figura 3.29):

- Cabeça
- Comprimento livre
- Bolbo de selagem

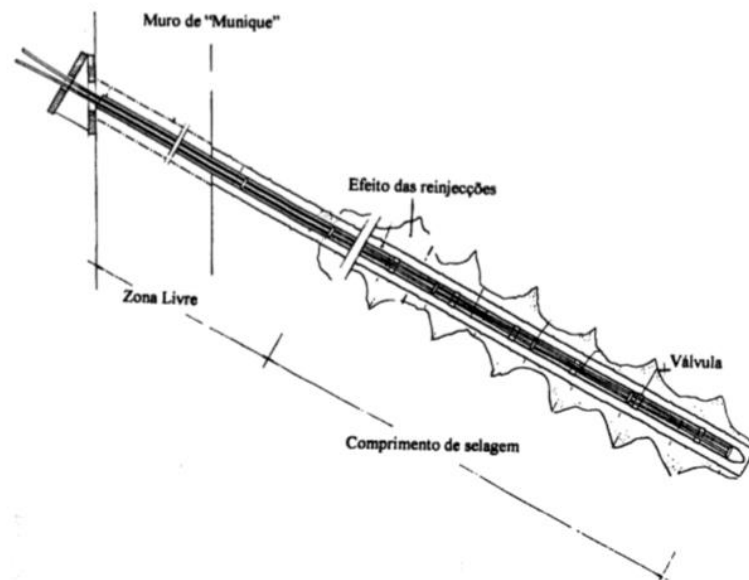


Figura 3.29 - Corte longitudinal de uma ancoragem

(Oliveira, 2012)

A cabeça garante a transmissão do pré-esforço ao comprimento livre da ancoragem. Na cabeça da ancoragem, para apertar os cabos, recorre-se ao uso de cunhas. Por sua vez, o pré-esforço é aplicado usando um macaco hidráulico, e a força transmitida através de uma placa de ancoragem adaptada à inclinação do furo (e dos cabos). (Oliveira, 2012)

O comprimento livre é o troço que faz a ligação entre a cabeça da ancoragem e o bolbo de selagem e é constituído pela armadura e pelo sistema de injeção. A armadura da ancoragem é constituída por um cabo de aço flexível que é formado por vários cordões de alta resistência de baixa relaxação, envolvidos por uma manga de PVC em todo o seu comprimento livre e desprotegidos na zona da selagem, para que haja aderência entre a ancoragem e o terreno envolvente, transmitida através da calda de cimento. (Oliveira, 2012)

O bolbo de selagem corresponde à zona fixa da ancoragem e deve localizar-se fora da cunha de rotura da escavação. Para a execução do bolbo de selagem, a calda de cimento é injetada com pressões mais elevadas de forma a permitir a mobilização do terreno envolvente. (Oliveira, 2012)

As ancoragens provisórias de pré-esforço do 1º nível executadas em obra possuem as características indicadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Características das ancoragens

Comprimento livre	9,0 m
Comprimento de selagem	6,0 m
Inclinação com a horizontal	25º
Diâmetro mínimo dos cabos	0,6"
Pré-esforço em serviço	500 kN

De seguida descreve-se o procedimento para execução das ancoragens.

Começou-se por realizar o furo da ancoragem com recurso a um martelo de fundo furo, durante a perfuração foi feita a limpeza do fundo com ar comprimido (Figura 3.30). Centrou-se a máquina com o negativo da ancoragem que tinha sido previamente colocado e realizou-se a perfuração com a inclinação de 25 ° com a horizontal de acordo com o projeto.



Figura 3.30 - Máquina de furação

Após a realização do furo, inseriram-se os cabos de ancoragem no furo. Os cabos formados por vários cordões foram fornecidos sob a forma de rolo (Figura 3.31). Os cabos de pré-esforço encontravam-se protegidos através de uma manga em PVC na zona correspondente ao comprimento livre e descarnados na zona correspondente ao bolbo de selagem. A extremidade inferior apresenta uma forma cónica para facilitar a introdução dos cabos no furo.



Figura 3.31 - Cabos de ancoragem em rolo

Foi colocada uma central misturadora em obra para preparação da calda de cimento com a qual foi preenchida o furo. A calda foi introduzida no furo por gravidade através de um tubo. (Figura 3.32)



Figura 3.32 - Selagem da armadura

Assim que a calda aflui à boca do furo, considera-se que a selagem da armadura foi concluída (Figura 3.33). Esta operação tem como função preencher os vazios do terreno e o espaço entre a ancoragem e as paredes do furo.



Figura 3.33 - Aspeto do furo após a selagem do bolbo

Passadas 24 horas após a primeira injeção foi feita nova re-injeção através do tubo de PVC. Esta re-injeção já foi efetuada com pressões mais elevadas, de forma a criar um bolbo de selagem com o comprimento requerido de 6,0 m.

Para realizar o tensionamento da ancoragem, aguardou-se 7 dias. Este período de espera serviu para a calda de selagem ganhar resistência antes de se aplicar o pré-esforço.

A aplicação do pré-esforço foi efetuada através de um macaco hidráulico e a tensão controlada com um manómetro (Figura 3.34).



Figura 3.34 - Aplicação do pré-esforço

3.5.1.5 Execução dos painéis secundários e respetivas ancoragens

Os painéis secundários situam-se entre dois painéis primários conforme ilustra a Figura 3.35. A sua execução foi idêntica à dos painéis primários, no entanto, em alguns casos escavaram-se painéis mais largos do que os painéis primários (Figura 3.36).

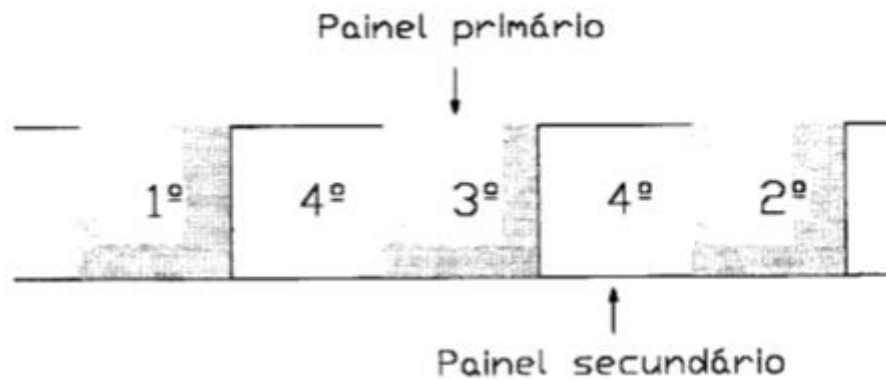


Figura 3.35 - Esquema da disposição dos painéis primários e secundários
(Abreu *et al.*, 2015)



Figura 3.36 - Escavação de painel secundário

As armaduras de espera horizontais e verticais, estas últimas na zona superior do painel, ficaram totalmente incorporadas nos painéis secundários. No entanto, manteve-se a necessidade de deixar armaduras de espera verticais para o nível inferior em cada um dos painéis.

A betonagem é realizada da mesma forma que nos painéis primários (Figura 3.37).



Figura 3.37 – Betonagem de painéis secundários

O processo para colocação das ancoragens nos painéis secundários também se desenvolve da mesma forma que nos painéis primários. No primeiro nível, todos os painéis secundários foram ancorados conforme se pode observar na Figura 3.38.



Figura 3.38 - Primeiro nível da parede de contenção com ancoragens

3.5.1.6 Execução dos painéis dos restantes níveis

Após a conclusão do primeiro nível da parede de contenção, passou-se para o segundo nível onde foram repetidos todos os procedimentos executados no nível anterior. O mesmo sucedeu na execução do terceiro e último nível de painéis (Figura 3.39). No entanto, após a conclusão do segundo nível foi necessária a introdução de perfis metálicos na lateral contígua ao lote 24, pois este edifício apenas possui duas caves. Nesse local, os perfis não ficaram embutidos na espessura da parede de contenção, pelo que se desenvolve na seção seguinte (3.5.1.7) a execução deste trabalho.



Figura 3.39 - Disposição das ancoragens nos painéis do alçado posterior

Na Figura 3.40 é possível ver o aspeto da obra após a conclusão dos trabalhos de contenção periférica.



Figura 3.40 - Contenção periférica concluída

3.5.1.7 Introdução dos perfis metálicos no piso -2

Como foi referido no ponto anterior, o edifício situado à esquerda do lote em construção apenas possuía duas caves pelo que foi necessário efetuar uma parede de contenção nesse local.

O processo para introdução dos perfis metálicos foi idêntico ao executado para colocação dos perfis no alçado principal e posterior, a única diferença prende-se com a sua posição relativamente à parede de contenção. Os perfis colocados nesta fase não ficaram embutidos no interior da parede de contenção devido à construção existente. O edifício contíguo relevou-

se um obstáculo, deste modo, os furos foram executados à frente do local onde foi posteriormente construída a parede de betão armado (Figura 3.41).

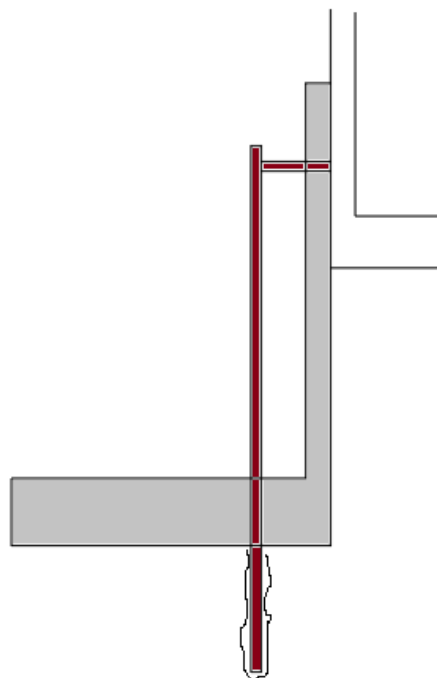


Figura 3.41 - Posição dos perfis introduzidos no piso -2

Posteriormente, quando os perfis metálicos já não estiverem a exercer a sua função serão cortados assim como aos cachorros metálicos que os unem à parede.

A Figura 3.42 e a Figura 3.43 mostram respetivamente, os referidos perfis metálicos antes e após a execução da parede de contenção lateral.



Figura 3.42 - Perfis metálicos na lateral do lote



Figura 3.43 - Perfis metálicos após a construção da parede de contenção lateral

3.5.1.8 Execução dos painéis terciários e respetivos escoramentos

Os painéis terciários, ou de canto, foram executados apenas no último nível e após a execução dos painéis primários e secundários desse nível. Neste local, foi feito um escoramento recorrendo a um perfil metálico aparafusado a placas metálicas ligadas aos painéis através de chumbadouros (Figura 3.44).



Figura 3.44 - Escoramento dos painéis terciários

3.5.1.9 Desativação das ancoragens

Após a execução das lajes dos pisos enterrados, a presença das ancoragens para limitar esforços e deslocamentos das paredes deixou de ser necessária pelo que puderam ser desativadas.

Aquando da colocação, as ancoragens foram executadas a uma altura próxima dos pisos para que fosse possível a recuperação da cabeça.

A desativação das ancoragens foi feita com recurso a um macaco hidráulico, que puxou os cordões até libertar as cunhas da cabeça de ancoragem. Após a retirada das cunhas, a cabeça da ancoragem ficou solta dos cordões que foram largados e ficaram no interior do furo. A cabeça da ancoragem pode ser reutilizada.

3.5.2 Solução projetada versus solução adotada

Nesta seção são descritas as alterações executadas face à solução projetada, assim como a justificação sobre essa tomada de decisão.

Inicialmente os painéis primários foram abertos de forma alternada com a dimensão aproximada de 3x3 m, como se pode observar na Figura 3.45. Recorreu-se a banquetas de solo não escavado, nos painéis secundários, enquanto se procedia à colocação da armadura e betonagem dos painéis primários. Este modo de execução alternado permite prevenir, por efeito de arco, deslocamentos indesejados do maciço suportado. (Pinto, 2008)



Figura 3.45 - Abertura dos painéis primários do 1º nível

As primeiras ancoragens foram executadas de acordo com o faseamento construtivo anteriormente descrito (secção 3.5.1) e que está patente na Figura 3.46, ou seja, a sua colocação efetuou-se antes do início da escavação dos painéis secundários.



Figura 3.46 - Ancoragens nos painéis primários do 1º nível

No entanto, com o decorrer dos trabalhos, o solo revelou ser de melhor qualidade do que estava considerado em projeto e as condições atmosféricas, fator que influencia a execução destes trabalhos, também se mostravam favoráveis, apesar de se estar no inverno. Face a esta situação, o empreiteiro sugeriu abrir painéis de maiores dimensões do que o recomendado. O empreiteiro informou o dono de obra da sua pretensão. Foi então pedido o parecer do projetista, este verificou em obra que efetivamente o solo apresentava mais consistência do que o projetado pelo que não colocou qualquer objeção à alteração proposta.

Os painéis secundários começaram a ser escavados com aproximadamente o dobro da largura inicial como é visível na Figura 3.47, onde se pode observar a colocação de dois negativos para as ancoragens.

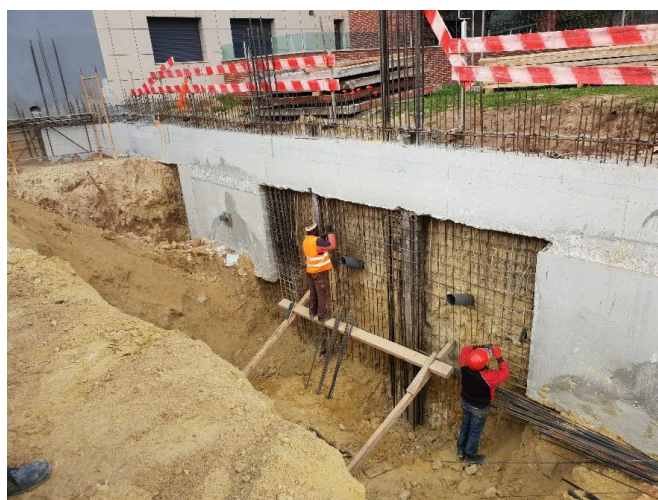


Figura 3.47 - Abertura de painel de maior dimensão

Na figura anterior também é visível o descuido relativamente à segurança durante a execução dos trabalhos. Durante o estágio, detetou-se que apesar de constantemente alertados alguns trabalhadores negligenciavam o uso de EPI's, assim como durante a betonagem dos painéis de contenção não colocavam guarda-corpos na estrutura onde permaneciam (Figura 3.48).



Figura 3.48 - Plataforma com ausência de guarda-corpos

A execução de painéis em simultâneo pode originar problemas como a descompressão das terras suportadas e numa situação mais gravosa, o seu escorregamento, com eventuais repercussões nas edificações vizinhas e infraestruturas confinantes à obra.

No entanto, havia o cuidado para que os painéis não permanecessem muito tempo abertos sem qualquer tipo de suporte. Principalmente quando chegava o fim de semana, havia a preocupação de betonar todos os elementos antes de abandonar a obra. O facto de a escavação ficar aberta demasiado tempo pode causar deslocamentos dos maciços.

Contudo, verificaram-se outras situações que não foram realizadas de acordo com o processo construtivo, nomeadamente a execução das ancoragens. No segundo nível, os painéis foram ancorados de uma única vez como é possível constatar na Figura 3.49.



Figura 3.49 - Ancoragens do segundo nível

Além disso, e como se verifica pela observação da figura anterior, a quantidade de ancoragens foi reduzida o que por sua vez alterou a sua posição. No segundo nível as ancoragens foram colocadas apenas nos painéis primários situados na parede do alçado principal e do tardoz, enquanto que no terceiro nível se prescindiu da sua colocação nesses locais. Apenas foram executadas ancoragens no muro de contenção lateral, junto ao lote 24. Mais adiante, a Figura 3.51 até à Figura 3.59 refletem esta situação.

A demora na execução das ancoragens, assim como a redução / inexistência de ancoragens pode provocar a fissuração ou queda dos painéis devido à incapacidade destes em resistir aos impulsos das terras. Só após a execução do ensoleiramento geral é que se pode considerar que o maciço está contraventado. No entanto, devido ao facto do ensoleiramento geral ter sido realizado em três fases distintas podia ter ocorrido uma descompressão das terras nesse período.

Relativamente às ancoragens, ocorreu outra situação. No primeiro nível, no alçado posterior prescindiu-se da colocação da ancoragem situada na extremidade esquerda pois a área de influência da ancoragem atingiria a cave do lote 24. Também por essa situação, a ancoragem seguinte foi executada um pouco mais à direita do que estava previsto de modo a não interferir com a estrutura do edifício vizinho.

A Figura 3.50 ilustra ambas as situações.

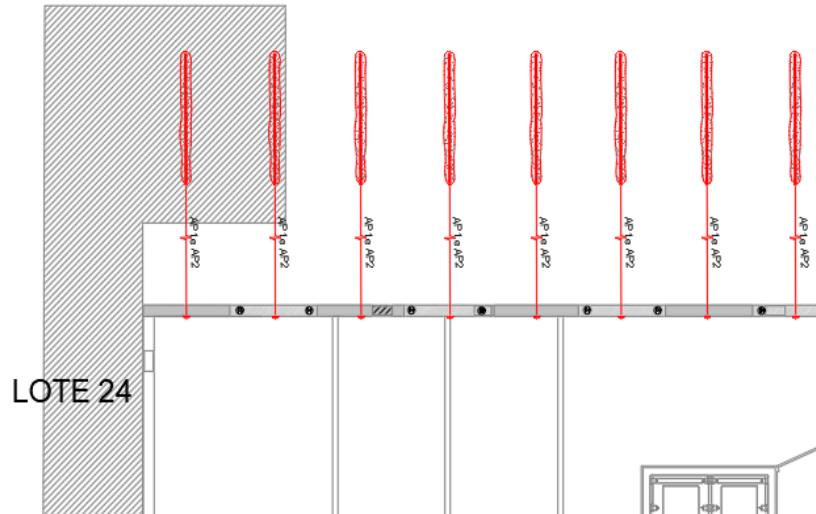


Figura 3.50 - Influência das ancoragens do 1º nível no edifício vizinho
(Figueiredo, 2017)

Na Figura 3.51 até à Figura 3.56 expõe-se através de uma vista em planta, a localização das ancoragens de acordo com o que foi projetado (à esquerda) e o que foi efetivamente implantado (à direita).

Solução Projetada

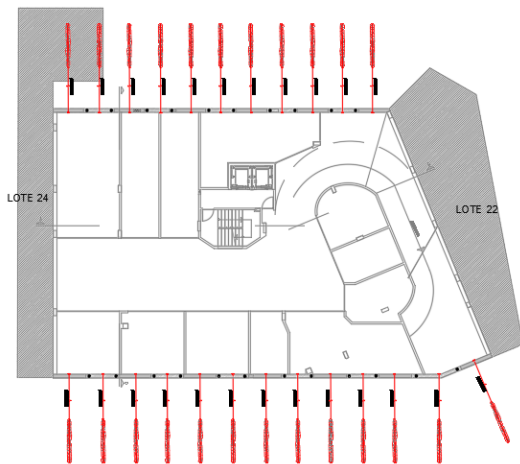


Figura 3.51 - Ancoragens projetadas para o piso -1 (Figueiredo, 2017)

Solução Adotada

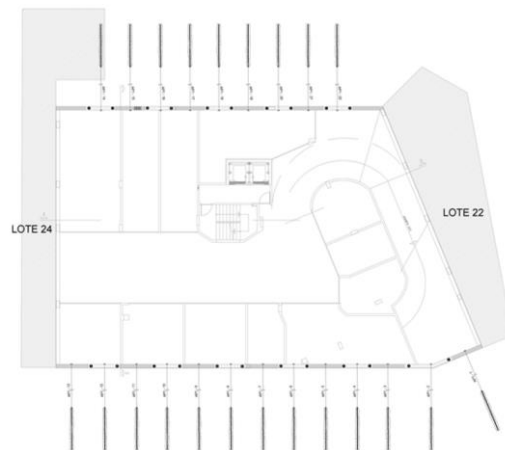


Figura 3.52 - Ancoragens executadas no piso -1 (Geodrill, 2019)

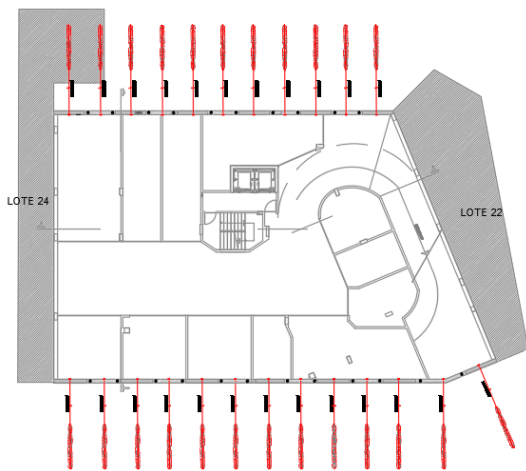


Figura 3.53 - Ancoragens projetadas para o piso -2 (Figueiredo, 2017)

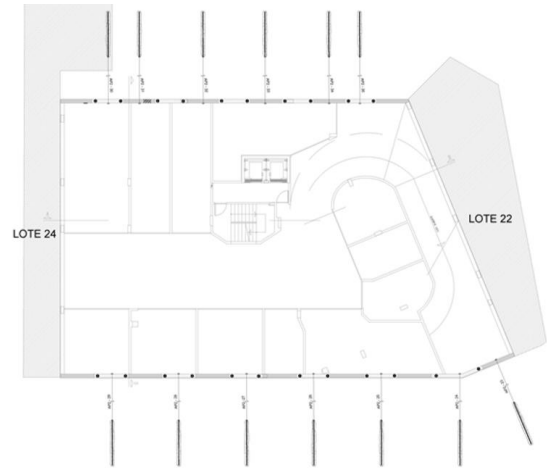


Figura 3.54 - Ancoragens executadas no piso -2 (Geodrill, 2019)

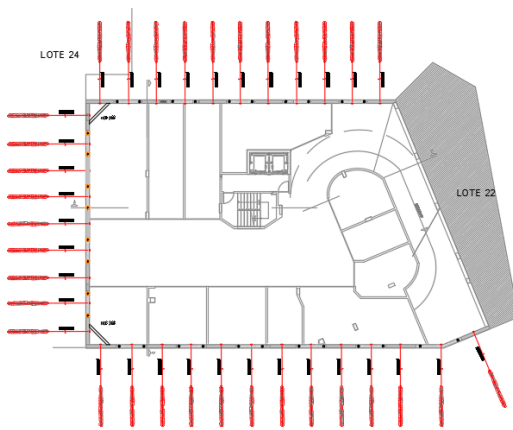


Figura 3.55 - Ancoragens projetadas para o piso -3 (Figueiredo, 2017)

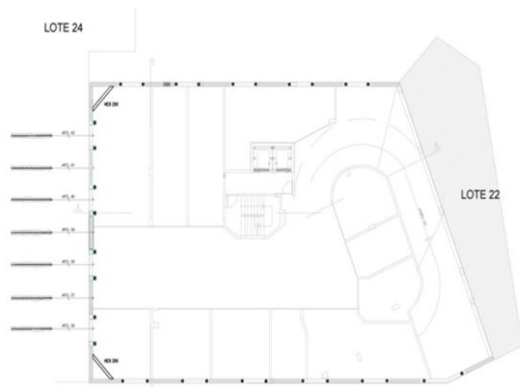


Figura 3.56 - Ancoragens executadas no piso -3 (Geodrill, 2019)

Por sua vez, a Figura 3.57, Figura 3.58 e Figura 3.59 apresentam a posição das ancoragens nos alçados principal, posterior e lateral, respetivamente.

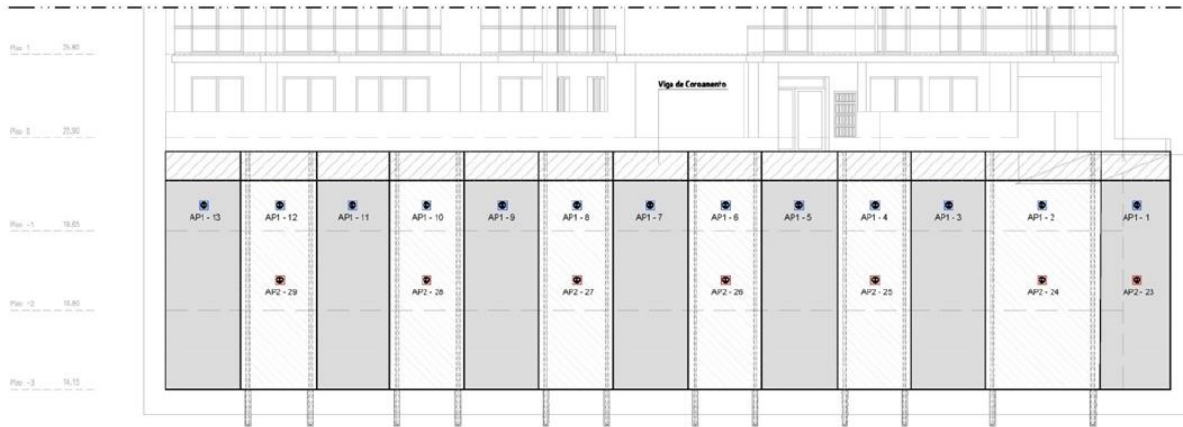


Figura 3.57 - Posição das ancoragens no alçado principal
(Geodril, 2019)

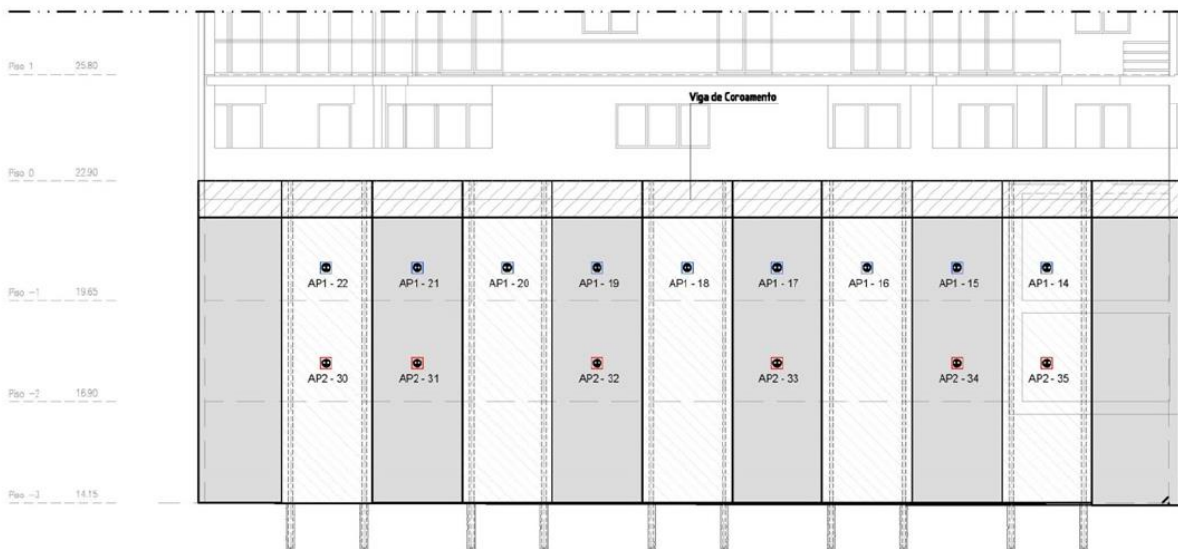


Figura 3.58 - Posição das ancoragens no alçado posterior
(Geodril, 2019)

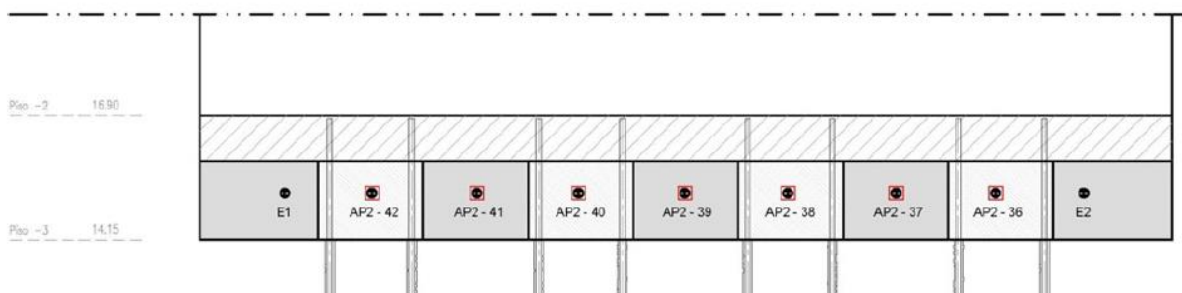


Figura 3.59 - Posição das ancoragens no alçado lateral
(Geodril, 2019)

3.6 FUNDAÇÃO E SUPERESTRUTURA EM BETÃO ARMADO

3.6.1 Fundação

Concluída a contenção periférica, procedeu-se à execução da fundação que foi realizada com recurso a ensoleiramento geral. Tendo em conta a área da laje e a sua espessura (0,80 m), optou-se por realizar o ensoleiramento em três fases distintas, as quais se encontram identificadas na Figura 3.60.

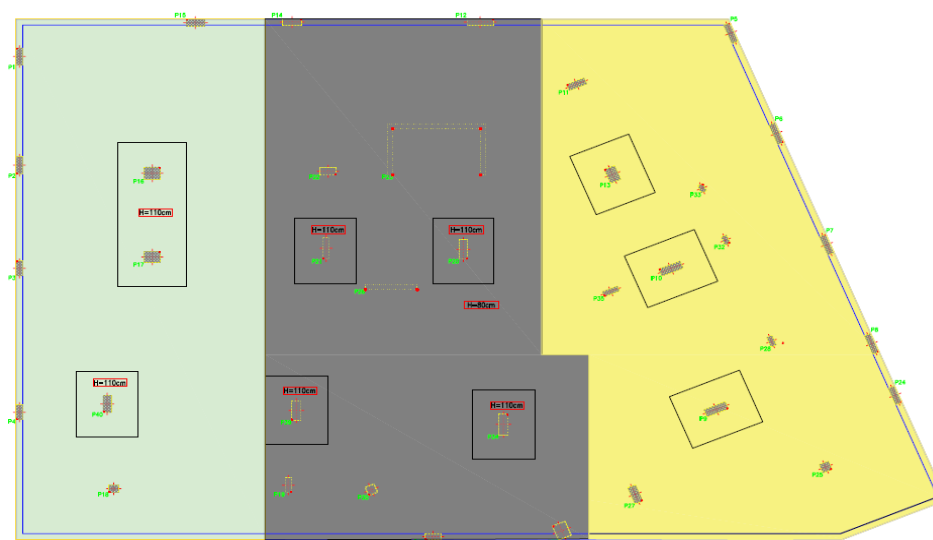


Figura 3.60 - Fases do ensoleiramento geral
(Figueiredo, 2017)

3.6.1.1 Escavação

A escavação foi realizada de forma faseada e até à cota de fundação com uma retroescavadora. Na área de arranque dos pilares, a espessura do ensoleiramento foi aumentada em 0,30 m. Nesse local a escavação foi posteriormente feita manualmente (Figura 3.61).



Figura 3.61 - Escavação para colocação dos capitéis dos pilares

3.6.1.2 Armaduras

As armaduras do ensoleiramento geral também foram executadas com aço A500 NR.

As armaduras de arranque das paredes resistentes e dos pilares foram colocadas antes da betonagem da laje (Figura 3.62). Como o ensoleiramento foi realizado em três fases, foi também necessário deixar armaduras de espera para a próxima fase.

O projeto previa aplicação de uma camada de betão de limpeza na base da fundação. No entanto, como o solo apresentava uma superfície regularizada, além de rijo e seco, o empreiteiro com a concordância do dono de obra optou por dispensar a colocação do betão de limpeza, optando pela distribuição de espaçadores em diversos pontos da superfície do terreno. Os espaçadores mantiveram a armadura suspensa, evitando assim o seu contacto com o solo. Deste modo, cumpriu-se o recobrimento mínimo de 5 cm indicado pelo projetista para elementos em contacto com o solo (Figura 3.63).



Figura 3.62 - Armaduras de arranque de um pilar



Figura 3.63 - Recobrimento na armadura de arranque de um pilar

Nas paredes de contenção periférica foram deixados negativos nas paredes aquando da betonagem para que posteriormente se pudesse ligar a laje de ensoleiramento a essas paredes (Figura 3.64). Com este procedimento, evitou-se o trabalho de picar o betão para se efetuarem essas ligações.

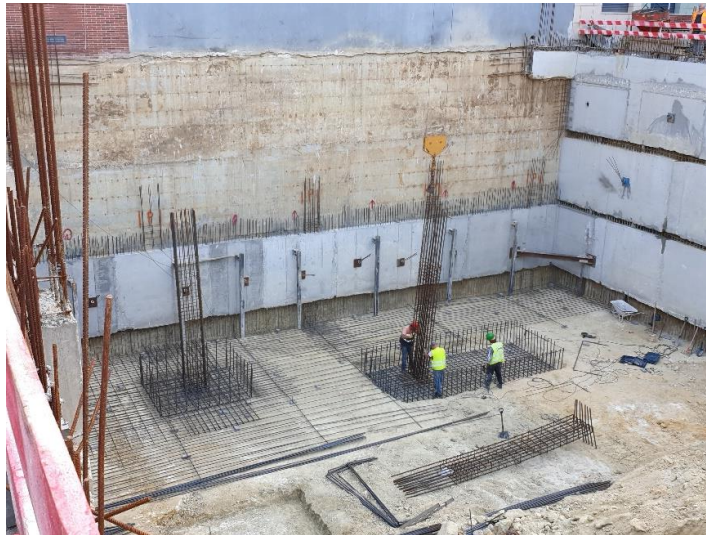


Figura 3.64 - Negativos nas paredes de contenção

A Figura 3.65 mostra os espaçadores em aço que foram colocados para garantir o correto posicionamento da armadura superior.

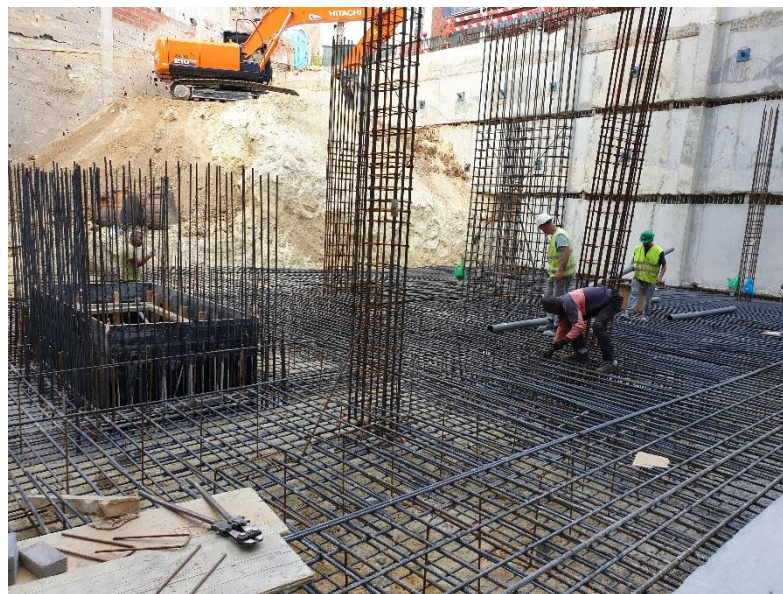


Figura 3.65 - Espaçadores em aço e cofragem na caixa de elevador

3.6.1.3 Cofragem

No ensoleiramento geral apenas se fez uso da cofragem na caixa de elevador (Figura 3.65) e no local das juntas de betonagem.

3.6.1.4 Betonagem

A duração do transporte do betão desde a central até à sua aplicação em obra não deve exceder 1,5 horas. Esse controlo pode ser efetuado verificando a informação relativa à hora

da amassadura presente na guia de remessa. Neste documento, deverá ser registado, em obra, a hora de chegada do betão, a hora de início da descarga e a hora que esta terminou. Relativamente ao ritmo do fornecimento do betão, deve ser organizado de tal forma que o intervalo entre descargas não exceda os 20 minutos. Quanto à descarga, independentemente do processo utilizado (bombagem, balde...), deve ser evitado todo o tipo de manuseamento que imponha ao betão uma queda livre superior a 1,5 m. (Lousinha, 2008)

- **Antes da betonagem**

Antes da betonagem e de acordo com o projeto da rede de esgotos foi colocada tubagem para coletar eventuais águas que possam surgir junto das paredes de contenção periféricas e conduzi-las para o poço de bombagem doméstico. Também foram deixados negativos na laje para os ralos do piso -3 e caixas de inspeção (Figura 3.66).



Figura 3.66 - Poço de bombagem

- **Bombagem**

A betonagem da laje de ensoleiramento foi realizada com auto-bomba (Figura 3.67). Através deste método, como o betão deve ser plástico, foram adicionados adjuvantes. A adição de água também torna o betão mais fluido, mas baixa a sua resistência o que não ocorre com o uso de adjuvantes.

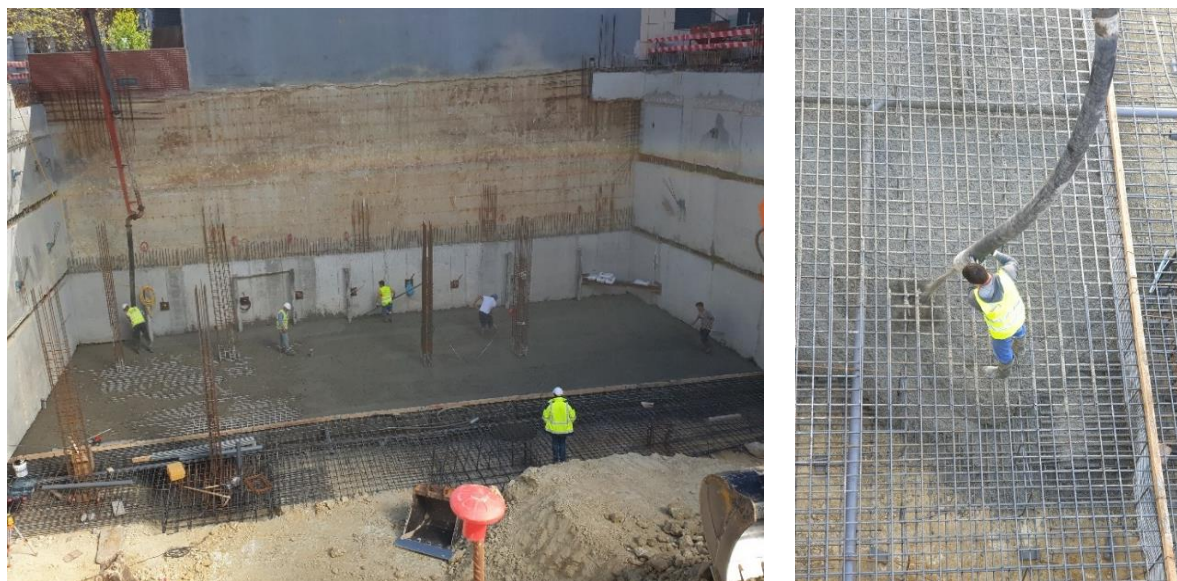


Figura 3.67 - Betonagem através de auto-bomba da laje de ensoleiramento

A laje do ensoleiramento, como já foi referido, possui uma espessura de 0,80 m sendo que nos 0,60 m inferiores foi colocado betão corrente C30/37 S3 enquanto que nos 0,20 m superiores foi colocado o betão Unipiso da Unibetão S.A.. O betão Unipiso aplicado possui a mesma resistência do betão corrente colocado na zona inferior. Como se trata de um betão próprio para acabamento de zonas com circulação de veículos, como é o caso dos três pisos inferiores do edifício, possui características próprias que permitem que seja executado o acabamento em tempo útil com talocha mecânica.

▪ **Juntas de betonagem**

Como o ensoleiramento foi repartido por três fases devido ao volume de betão necessário, tornou-se necessário a execução de juntas de betonagem.

Para evitar a saída de água e finos do betão foi colocada uma rede nervurada no local da junta de betonagem. Esta rede torna a superfície do betão irregular, fazendo com que seja apenas necessário lavar essa zona a jato de água quando se realizar a betonagem da próxima fase do ensoleiramento. Na Figura 3.68 é visível a rede nervurada antes e após a betonagem.

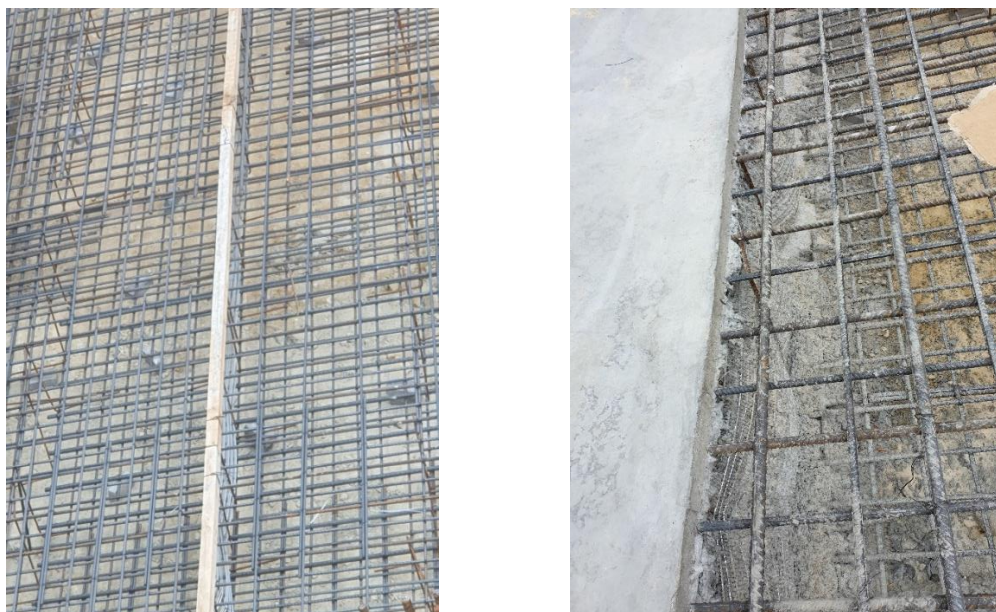


Figura 3.68 - Rede nervurada na junta de betonagem

- **Vibração**

A vibração serve para efetuar a compactação do betão e eliminar eventuais pontos favoráveis à entrada de humidade ou de substâncias químicas que danifiquem as armaduras e/ou o betão, como por exemplo ar preso no betão. A compactação deve ser realizada no prazo máximo de 15 minutos após a colocação do betão, devido às grandes quantidades envolvidas. A vibração excessiva torna-se prejudicial, pois leva à segregação dos inertes e separação da água do betão. (Santos e Brito, 2000)

O equipamento utilizado para a compactação do betão foi um vibrador do tipo agulha (Figura 3.69).

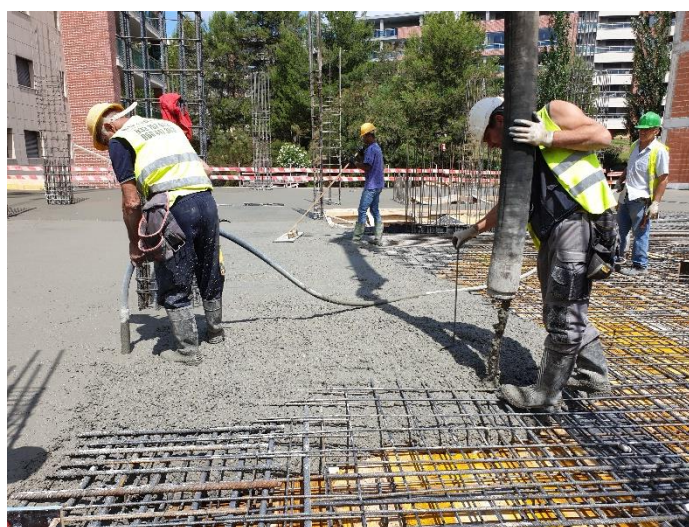


Figura 3.69 - Compactação do betão com vibrador agulha

3.6.1.5 Afagamento

Como o betão Unipiso é próprio para acabamento, após a cura, procedeu-se ao espalhamento manual de argamassa seca, garantindo que toda a superfície do betão ficava coberta. A superfície foi afagada com talocha mecânica, de forma a que o acabamento do pavimento ficasse com uma textura uniforme e sem segregações (Figura 3.70 e Figura 3.71).



Figura 3.70 - Cura do betão

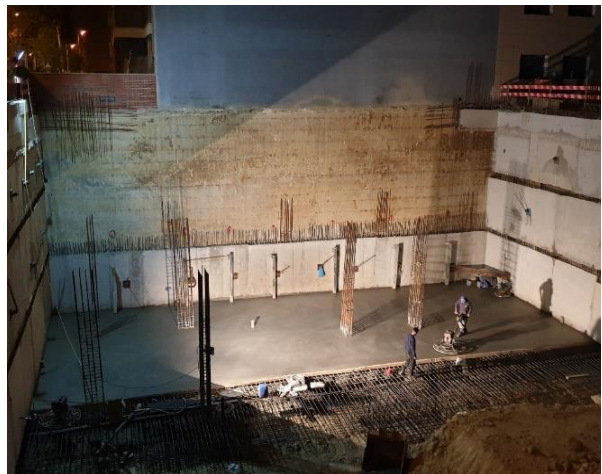


Figura 3.71 - Espalhamento da argamassa em pó e afagamento do piso

A Figura 3.72, Figura 3.73 e Figura 3.74 apresentam as três fases do ensoleiramento geral, antes da betonagem e após o afagamento do piso.



Figura 3.72 - Primeira fase do ensoleiramento geral



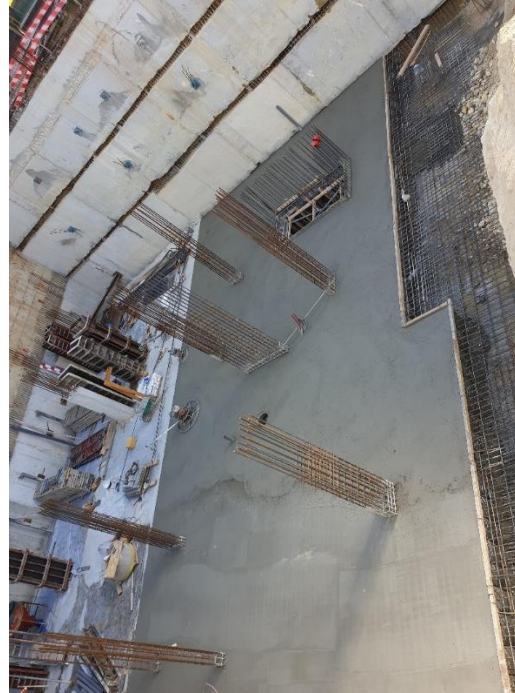


Figura 3.73 - Segunda fase do ensoleiramento geral

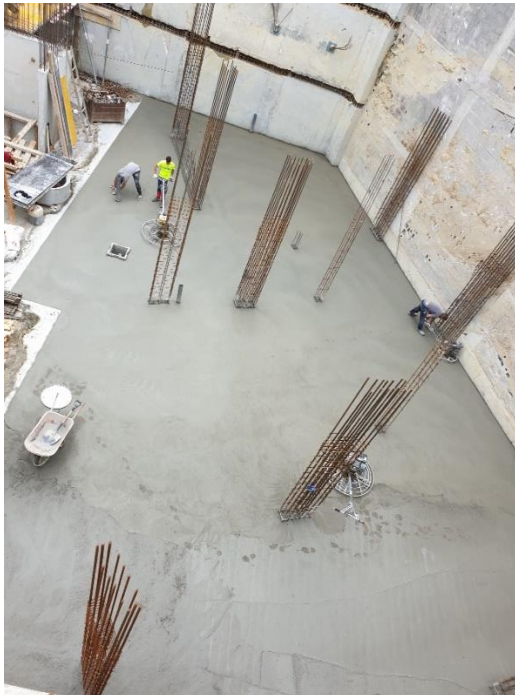


Figura 3.74 - Terceira fase do ensoleiramento geral

3.6.2 Superestrutura

Concluído o ensoleiramento geral, iniciou-se a execução da superestrutura. O capítulo 3.6.2.1 apresenta os elementos que compõem a superestrutura, enquanto que o capítulo 3.6.2.2 descreve a metodologia de execução destes elementos.

Na superestrutura utilizou-se betão C30/37 S3, ou seja, betão idêntico ao colocado nos restantes elementos. Salienta-se, no entanto, que as lajes dos pisos -2 e -1 foram também executadas com betão Unipiso da Unibetão por se tratar de pisos para estacionamento. Como já foi referido, a resistência do betão é idêntica à do betão utilizado na restante estrutura do edifício, o que difere são as características ao nível do acabamento.

3.6.2.1 Elementos constituintes da superestrutura

- **Lajes**

Ao analisar-se o projeto de estabilidade, constatou-se que a solução estrutural adotada pelo projetista correspondia à execução de lajes fungiformes maciças com a espessura de 0,25 m.

Quanto ao pé-direito difere dos pisos de habitação para os pisos de estacionamento. Conforme se pode observar na Tabela 3.4 e esquematicamente na Figura 3.75, os pisos de habitação possuem um pé direito de 2,60 m, enquanto que o pé-direito no piso de estacionamento -1 é de 2,95 m passando para os 2,45 m nos pisos -2 e -3.

Tabela 3.4 - Pé-direitos do edifício

Pé-direito Piso -3	2,45 m
Pé-direito Piso -2	2,45 m
Pé-direito Piso -1	2,95 m
Pé-direito Pisos de habitação	2,60 m

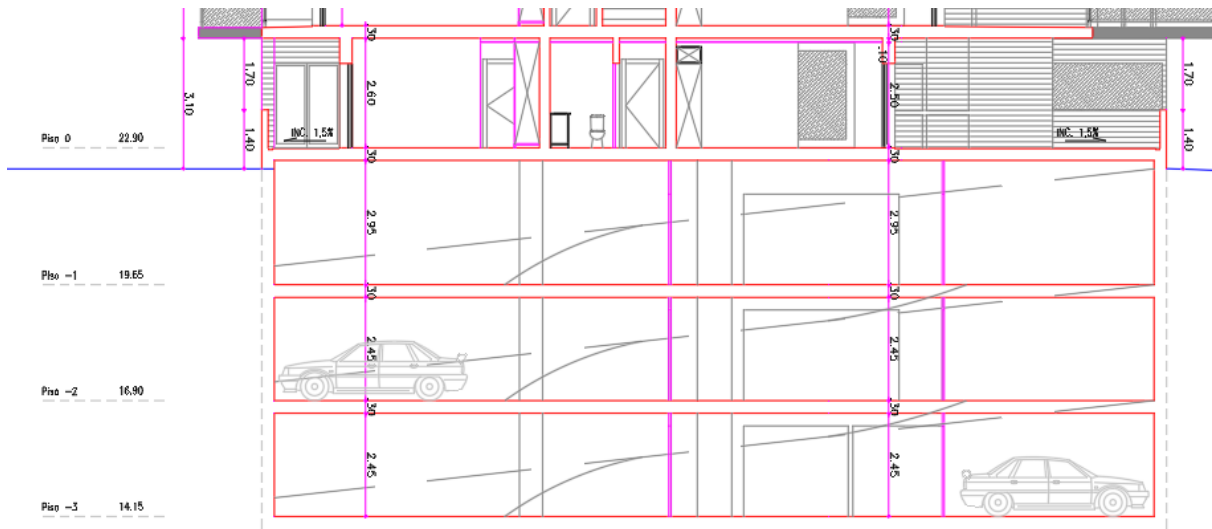


Figura 3.75 - Pés-direitos do edifício

(Franco, 2017)

Os dois pisos de estacionamento que possuem o pé direito mais reduzido, poderiam ficar com um pé direito livre de 2,05 m, em algumas zonas, devido às condutas de desenfumagem a colocar no teto dos pisos. No entanto, o responsável da empresa que irá realizar os trabalhos de ventilação e extração de fumos detetou que o projeto inicial está sobredimensionado, pelo que as dimensões reais das condutas a serem aplicadas poderão apresentar seções de menores dimensões e desta forma, pontualmente, o pé-direito livre destes pisos não sairá tão prejudicado.

▪ Rampa de acesso ao estacionamento

A rampa de acesso ao estacionamento entre os pisos 0 e -3 executou-se em betão armado com uma espessura de 0,20 m.

Através da observação da Figura 3.76, constata-se que a inclinação da rampa de acesso às garagens é de 16 %. Apesar da elevada inclinação, esta é a única forma de se vencer um desnível com a altura de 3,25 m face ao comprimento disponível para a rampa. No entanto para suavizar a inclinação foi colocado um troço de transição com 6 %, de modo a que os veículos consigam aceder ao estacionamento com menos dificuldade.

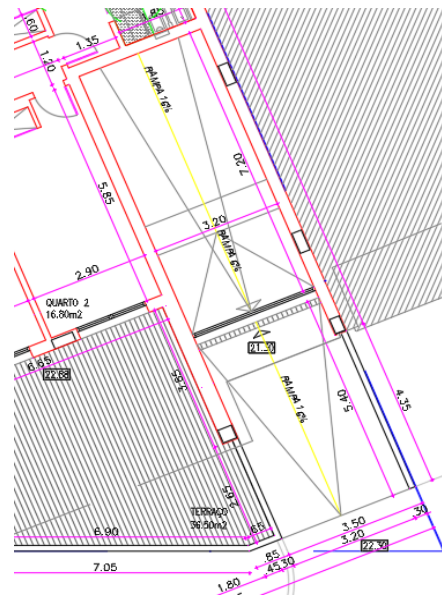


Figura 3.76 - Inclinações da rampa de acesso ao estacionamento
(Franco, 2017)

No sentido descendente, a rampa encontra-se apoiada do lado esquerdo numa estrutura porticada de pilares e vigas existente apenas nos pisos enterrados e do lado direito na viga de bordadura que encosta ao lote 22.

- **Pilares**

A maior parte dos pilares apresenta uma seção retangular ou quadrada e esses pilares encontram-se, sempre que possível, alinhados pelas paredes divisórias interiores. As dimensões dos pilares são semelhantes em cada piso, ocorrendo apenas reduções de seção em alguns pilares nos pisos mais elevados.

Como já foi referido na abordagem efetuada à rampa de acesso aos pisos de estacionamento, existem quatro pilares que apenas existem nos pisos enterrados cuja função é suportar a viga de apoio à rampa. Estes pilares encontram-se assinalados com um círculo azul na Figura 3.77.

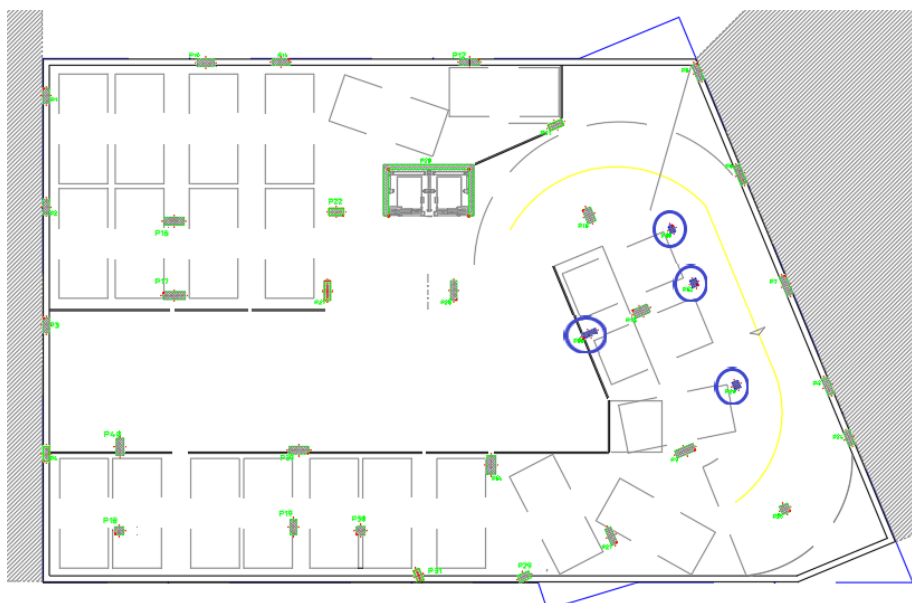


Figura 3.77 - Pilares dos pisos enterrados

(Figueiredo, 2017)

Na Figura 3.78 encontram-se identificados à cor verde os pilares existentes nos pisos de habitação assim como as paredes resistentes que serão abordadas no ponto seguinte.

A partir do piso 1, inclusive, são adicionadas duas bielas (identificadas por “B” na figura abaixo) com a seção de 0,20 m por 0,20 m com o objetivo de ligar os diferentes pisos para conter a deformação da laje em consola. (Figueiredo, 2017)

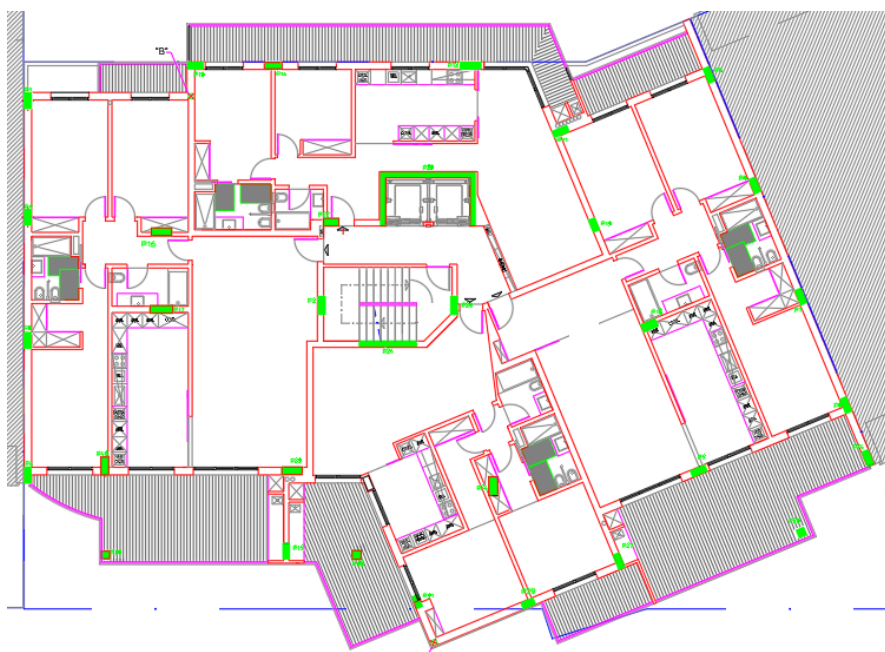


Figura 3.78 - Pilares dos pisos de habitação

(Figueiredo, 2017)

- **Paredes resistentes**

As paredes resistentes encontram-se identificadas na Figura 3.79, a parede de betão armado P 23 corresponde à caixa de elevador do edifício e possui uma espessura constante de 0,20 m. A parede de betão armado assinalada com P 26 tem uma espessura de 0,25 m e em conjunto com os pilares P 20 e P 21 irá constituir a caixa de escada do edifício.

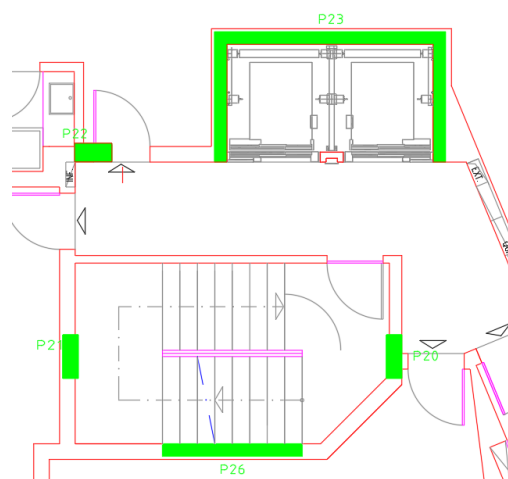


Figura 3.79 - Paredes resistentes do edifício
(Figueiredo, 2017)

- **Vigas de bordadura**

As vigas de bordadura situam-se em toda a periferia das lajes e possuem a largura de 0,60 m e altura de 0,25 m, de forma a ficar embutidas na laje. A secção mantém-se constante em todos os pisos.

- **Escada**

As escadas do edifício possuem uma espessura de 0,15 m conforme se pode observar na Figura 3.80.

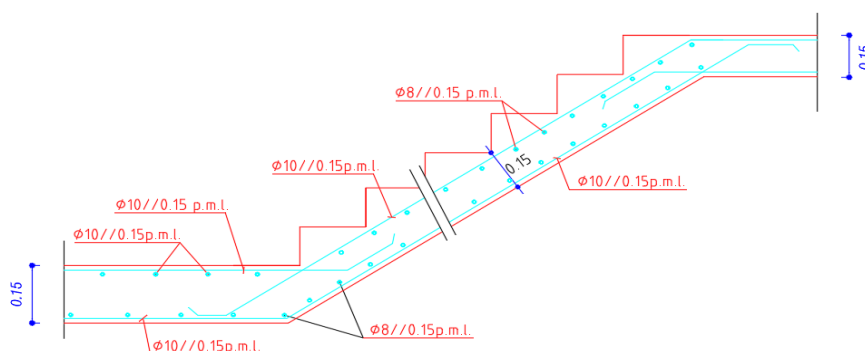


Figura 3.80 - Pormenor da escada
(Figueiredo, 2017)

3.6.2.2 *Faseamento dos trabalhos*

Após a execução do ensoleiramento geral, procedeu-se à execução dos elementos verticais (pilares e paredes resistentes) e, de seguida, passou-se à execução das lajes dos pisos (lajes fungiformes) em simultâneo com a escada. Esta sequência de trabalhos repetiu-se para os restantes pisos do edifício.

De seguida, descreve-se com mais detalhe o processo de execução de cada um destes elementos.

▪ **Execução dos pilares e paredes resistentes**

O processo de execução dos pilares e paredes resistentes inicia-se com a colocação das armaduras que é realizada da seguinte forma (Abreu *et al.*, 2015) e seguindo o especificado no projeto de estabilidade:

- Corte dos varões longitudinais e execução das cintas
- Marcação da posição das cintas (Figura 3.81) e atá-las aos varões
- No caso das paredes, colocação da diagonal de aço
- Colocação das armaduras dos pilares e paredes resistentes garantindo a verticalidade das mesmas (Figura 3.82)
- Colocação de espaçadores para garantir o recobrimento



Figura 3.81 - Marcação da posição das cintas



Figura 3.82 - Colocação da armadura do pilar

Colocadas as armaduras, iniciam-se os trabalhos de cofragem que começam com a marcação da posição dos pilares e das paredes. A localização exata dos pilares é medida a partir de dois eixos deixados pelo topógrafo e a sua posição é marcada na superfície da laje com um

bate linhas (Figura 3.83). Esta marcação define o local onde ficarão colocados os painéis de cofragem.



Figura 3.83 - Marcação dos pilares

Os passos para a execução da cofragem dos pilares e paredes resistentes são os a seguir descritos (Abreu *et al.*, 2015):

- Limpeza e aplicação de óleo descofrante na face dos painéis que ficará em contacto com o betão (Figura 3.84)
- Montagem dos painéis sobre as marcas traçadas na laje, apertá-los e fixá-los com os respetivos acessórios (Figura 3.85)
- Colocação de escoramento e verificação da verticalidade e alinhamento do molde



Figura 3.84 - Aplicação de óleo descofrante

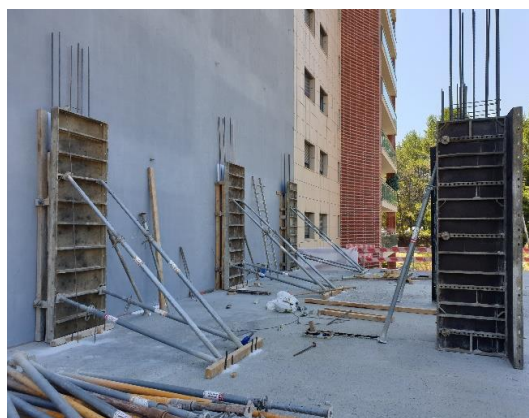


Figura 3.85 - Painéis montados e escorados

Estes elementos verticais foram executados com recurso a um sistema de cofragem modular ligeira utilizando painéis de contraplacado com quadro em aço galvanizado da marca *Alsina* para os pilares e da marca *Peri* para as paredes resistentes.

A betonagem foi realizada com um balde com uma manga na zona inferior para deposição do betão (Figura 3.86). O transporte do balde, desde o camião até aos pilares, foi feito através da grua (Figura 3.87). A compactação do betão efetuou-se com vibrador de agulha.

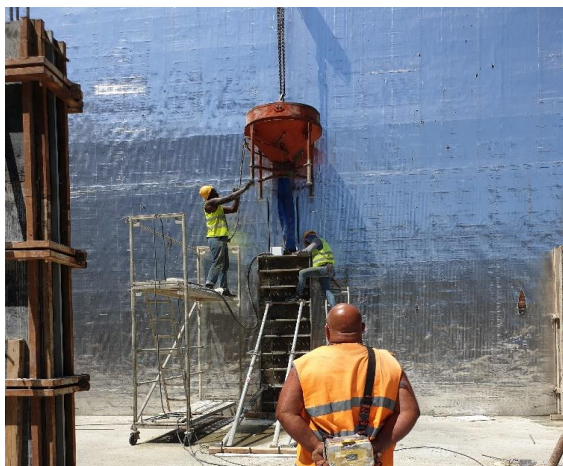


Figura 3.86 - Betonagem de pilar



Figura 3.87 - Enchimento do balde

Após a betonagem, retificou-se a verticalidade dos pilares e paredes.

A descofragem destes elementos foi realizada após 12 horas (Figura 3.88), sendo que os painéis depois de retirados foram imediatamente limpos e armazenados.



Figura 3.88 - Pilares descofrados

▪ Execução das lajes

O processo de execução das lajes inicia-se pela colocação da cofragem, cujos passos se descrevem de seguida (Abreu *et al.*, 2015):

- Colocação dos prumos à devida altura (Figura 3.89)

- Lançamento das longarinas (vigas longitudinais) (Figura 3.89)
- Colocação dos painéis sobre a estrutura (Figura 3.90)
- Execução dos “remates” junto dos pilares, caixa de elevador e caixa de escada que os painéis de cofragem não conseguem rematar
- Colocação da cofragem para os negativos
- Colocação dos taipais laterais
- Limpeza de toda a área



Figura 3.89 - Prumos e longarinas



Figura 3.90 - Painéis de madeira tricapa

Para a cofragem da laje foi também usado um sistema de cofragem modular leve utilizando painéis tricapa da marca Ulma. Os painéis tricapa são compostos por três capas de abeto coladas em que as fibras da primeira e da terceira capa são perpendiculares às da segunda capa. As principais vantagens da utilização destes painéis é a excelente qualidade de acabamento do betão, a elevada durabilidade e estabilidade dimensional e a sua grande resistência em obra (Ulma, 2019).

A colocação da armadura processa-se da seguinte forma (Abreu *et al.*, 2015):

- Colocação da armadura inferior em ambas as direções e reforços nos devidos locais conforme projeto de estabilidade
- Colocação de espaçadores para garantir o recobrimento da armadura inferior
- União dos varões com arame
- Colocação da viga de bordadura em toda a periferia da laje (Figura 3.91)
- Colocação de cavaletes para apoio da armadura superior (Figura 3.92)
- Colocação da armadura superior seguindo um processo idêntico



Figura 3.91 - Viga de bordadura

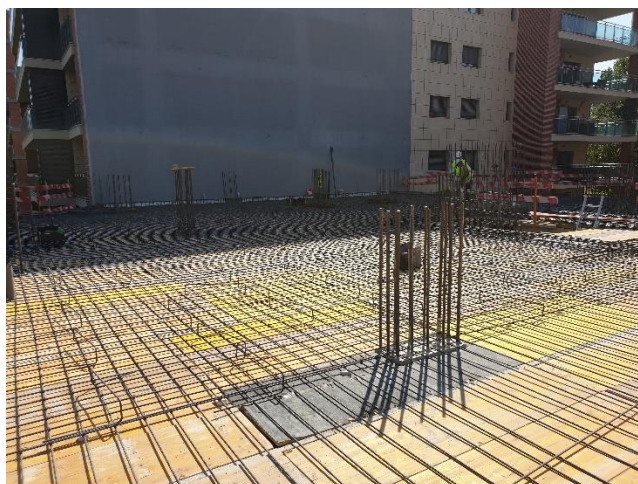


Figura 3.92 - Cavaletes

Antes da betonagem da laje, deve regar-se toda a área. A betonagem realiza-se da forma a seguir apresentada (Abreu *et al.*, 2015):

- Colocação do betão através de bombagem, devendo o betão deve ser depositado em camadas horizontais, evitando amontoamentos
- Compactação do betão com vibrador de agulha evitando tocar nas armaduras
- Controlo da espessura da laje utilizando uma bitola de aço (Figura 3.93)
- Regularização e alisamento da superfície da laje (Figura 3.94)



Figura 3.93 - Bitola de aço para controlo da espessura da laje



Figura 3.94 - Alisamento da superfície da laje

Após a betonagem deve ser feita uma cuidadosa cura do betão, para evitar os fenómenos de retração e fendilhação (Figura 3.95). A cura deverá ser feita mantendo húmida a superfície betonada, de modo a evitar a rápida desidratação do betão durante a presa e a fase de endurecimento (Pereira e Martins, 2011).



Figura 3.95 - Cura da laje através de rega da superfície

▪ **Execução das escadas**

Os passos para execução das escadas são (Abreu *et al.*, 2015):

- Colocação de taipais (Figura 3.96)
- Colocação da armadura inferior e superior, incluindo os espaçadores e os cavaletes (Figura 3.97)
- Colocação dos moldes nos degraus (Figura 3.98)
- Betonagem realizada em simultâneo com a laje (Figura 3.99)
- Descofragem



Figura 3.96 - Colocação de taipais



Figura 3.97 - Colocação das armaduras



Figura 3.98 - Colocação de moldes nos degraus

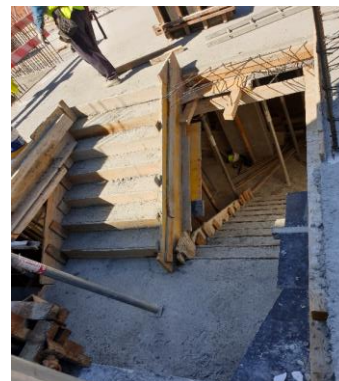


Figura 3.99 - Escada betonada

4 CONTROLO DE PRODUÇÃO

A qualidade do controlo de produção encontra-se estreitamente ligada à qualidade do planeamento e do acompanhamento físico-financeiro da obra. Através do controlo de produção consegue-se avaliar o desempenho da obra num contexto geral, ou, particular, analisando as atividades individualmente.

A avaliação de produção pode incidir sobre (Gamboa, 2008):

- Controlo técnico
O controlo técnico incide sobre os métodos de execução, soluções construtivas, cumprimento dos projetos e das disposições normativas e regulamentares
- Controlo de prazos
O controlo de prazos é realizado através da comparação entre o planeado e o realmente executado. Os prazos a analisar podem ser parciais ou globais
- Controlo de custos
O controlo de custos é efetuado com base num dos diversos tipos de custos, por exemplo, valor de venda, custo direto, etc.

O controlo de produção pode ser realizado individualmente sobre cada um dos pontos apresentados anteriormente. No entanto, é possível efetuar uma avaliação de desempenho da produção integrando o controlo de custos e de prazos através da metodologia Earned Value Management (EVM). Esta metodologia também é apelidada de Gestão do Valor Adquirido ou de Gestão dos Proveitos e será desenvolvida na secção 4.3.1. (Gamboa, 2008).

Nos subcapítulos seguintes, será abordada cada uma das formas de controlo existentes. Começa-se pelo controlo técnico onde é referida a questão das alterações aos trabalhos previstos em projeto e que no decorrer da obra se optou por fazer de outra forma. Nesta secção também se abordam os ensaios de verificação da identidade do betão que atestam a conformidade da resistência do betão entregue na obra. Na secção seguinte, referente ao controlo de prazos é efetuado o cálculo de rendimento para duas atividades da obra e relaciona-se os resultados obtidos com os rendimentos das tabelas do José da Paz Branco. Apresentam-se também os motivos que causaram um atraso no plano de trabalhos inicialmente definido. Por último, no terceiro subcapítulo, aborda-se a importância do controlo de custos para qualquer fase da obra e é efetuada uma abordagem no âmbito da metodologia EVM.

4.1 CONTROLO TÉCNICO

Durante a execução da obra, nomeadamente nos trabalhos de contenção periférica, não foi cumprido o estabelecido no referido projeto. Ao executarem-se os trabalhos detetou-se que as condições in-situ se revelavam mais favoráveis do que tinha sido considerado pelo projetista pelo que algumas atividades foram realizadas de outra forma, conforme se descreveu na secção 3.5.2.

Todos os elementos foram executados com betão pronto fornecido por central com certificação do controlo de produção. A sua aplicação foi realizada com recurso à bombagem, no caso das lajes, e com recurso a balde transportado através da grua para a betonagem dos restantes elementos.

O Decreto-Lei nº 301/2007 de 23 de agosto estabelece as disposições regulamentares relativas à colocação no mercado dos betões de ligantes hidráulicos (NP EN 206:2013 + A1:2017) e à execução de estruturas de betão (NP EN 13670-1).

As propriedades e características do betão a utilizar foram especificados pelo projetista e são as apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Características do betão utilizado

(Figueiredo, 2017)

Classe de resistência à compressão	Classe de exposição ambiental	Classe do teor de cloretos	Dimensão máxima do agregado (mm)	Classe de consistência
C30/37	XC2(P)	Cl 0,4	D22	S3

Até ser aplicado em obra, o betão passa por um ciclo que se inicia com o pedido do betão pelo utilizador, a entrega pelo produtor e o controlo aquando da sua receção. (Lage, 2013)

Ao efetuar a encomenda do betão, o utilizador deve transmitir ao produtor, além da quantidade e especificação do betão, a data, hora e cadência da entrega. E caso seja necessário, deverá informar se carece de:

- Transporte especial no local
- Métodos especiais de colocação
- Limitações no acesso dos veículos de entrega

Aquando da entrega do betão, o produtor deve entregar ao utilizador uma guia de remessa onde conste pelo menos a seguinte informação:

- Identificação da central fornecedora do betão
- Número de serie da guia
- Data e hora da amassadura
- Matrícula do veículo
- Identificação do cliente
- Identificação da obra
- Pormenores ou referências a especificações
- Quantidade de betão entregue, em metros cúbicos
- Declaração de conformidade com referência às especificações e à EN 206-1
- Nome e logotipo do organismo de certificação
- Hora de chegada à obra
- Hora de início da descarga
- Hora do fim da descarga

A Tabela 4.1 corresponde a uma imagem parcial de uma guia de remessa onde constam alguns dos elementos referidos nos pontos anteriores. No ANEXO B, será possível visualizar a referida guia na íntegra.

	  	Original (cliente)
		GUIA DE REMESSA N° GR P530/0025650
		Data: 2019-09-10
EXPEDIÇÃO CENTRAL: VILA FRANCA DE XIRA		
(Local de carga)	Sítio dos Quartos, Cast. 2600-000 V.F. de Xira 263286810	
Cliente:	Expoestacal Unipessoal, Lda	
NIF:	PT509643086	
Endereço:	Rua Dr. Francisco Sá Carneiro, 11 2690-230 SANTA IRIA DA AZÓIA	
Obra e local de descarga :		
	Urbª Malva Rosa Lt:23 - Alv... - Av. Mague Lt:23 2615-043 Alverca do Ribatejo	
Produto:	C30/37 XC2 (P) CL0,4 D22 S3	
Cimento:	Adição:	Adjuvante:
CRM 11/A-L 42,5R		Multifuncional
Total pedido	Esta entrega	
150,0 M3	9,0 M3	
Transporte n.º	96-PD-86	
Hr da amassadura	Hr chegada à obra	Hr início da descarga
13:50	14:11	14:31
		Hr fim da descarga
		14:40
		Hr chegada à central
Observações:	Automato 1	

Figura 4.1 - Guia de remessa de fornecimento de betão

De acordo com o Decreto-Lei nº 301/2007, o produtor do betão deve implementar os procedimentos necessários para atestar a conformidade da resistência à compressão do betão produzido. No entanto, o utilizador do betão deve efetuar uma segunda verificação sobre o betão que lhe foi entregue, através da realização de ensaios de identidade.

Foram retiradas amostras do betão utilizado em cada uma das três fases do ensoleiramento geral, nas lajes dos pisos -2, -1, 0, 2, 3, 5, 6, 7 e cobertura. Os provetes recolhidos foram ensaiados em laboratório aos 7 e 28 dias, os resultados obtidos foram posteriormente enviados para o diretor de obra. No ANEXO C do presente trabalho junta-se cópia de um dos boletins com os resultados dos ensaios à compressão.

De seguida, exemplifica-se relativamente ao betão fornecido para a laje do piso 2, se o mesmo satisfaz os critérios de identidade. A Figura 4.2 apresenta os resultados da tensão de rotura aos 28 dias relativamente às 2 amostras que foram ensaiadas.

Central	Guia / Amostra	Amostra Cliente	Produto	Dt Fabrico	Slump (mm)	Secção (cm ²)	Massa (kg)	Id	Dt Ensaio	Força (kN)	Tensão (MPa)
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) CL0,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,93	28	14-08-2019	1019	45,3
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) CL0,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,96	28	14-08-2019	1030	45,8
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) CL0,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,95	28	14-08-2019	1065	47,3
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) CL0,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,93	28	14-08-2019	1016	45,1

Figura 4.2 - Resultado do ensaio à compressão nas amostras de betão da laje do piso 2

Com base na figura anterior, construiu-se a Tabela 4.2, com os dados que serão utilizados na verificação dos critérios de identidade do betão fornecido para a laje do piso 2. Para este efeito, cada amostra deve ser constituída no mínimo por dois provetes.

Tabela 4.2 - Dados utilizados para verificação dos critérios de identidade

NP EN 206-1; C30/37;XC2(P);CL0,4; D22; S3					
Lote	Amostras	Provetes	Tensão de rotura em cubos 150mm (Mpa)		Obs.
Laje Piso 2	24913	2	A1	45,3	Valor Mínimo
			A2	45,8	Valor Máximo
	24921	2	A3	47,3	Valor Máximo
			A4	45,1	Valor Mínimo

Começa-se por validar os resultados de cada amostra, só posteriormente é que se faz a verificação dos critérios de identidade.

Assim temos:

- **Validação dos resultados de cada amostra**

Esta validação consiste em verificar se o intervalo de variação dos resultados dos provetes de uma mesma amostra é igual ou inferior a 15 % da respetiva média. Caso contrário os resultados não poderão ser utilizados.

A Tabela 4.3 apresenta o cálculo efetuado para validação dos resultados da amostra 24913. A primeira linha representa a diferença entre o maior e o menor valor dos provetes constituintes da amostra. Na segunda linha temos a média dos resultados. Como a maior diferença dos resultados (0,5 MPa) é inferior a 15 % do valor médio (6,83 MPa), os resultados desta amostra podem ser considerados.

Tabela 4.3 - Validação dos resultados da amostra 24913

Amostra 24913	Intervalo de Variação	$45,8 - 45,3 =$	0,5 Mpa
	f_{cm}_{24913}	$\frac{45,3 + 45,8}{2} =$	45,6 Mpa

Verificação	$0,15 \times 45,6 = 6,83$	$6,83 \geq 0,5$ VERIFICA!
--------------------	---------------------------	----------------------------------

Por sua vez, a Tabela 4.4 apresenta o cálculo efetuado para validação dos resultados da amostra 24921. A primeira linha representa a diferença entre o maior e o menor valor dos provetes constituintes da amostra. Na segunda linha temos a média dos resultados. Como a maior diferença dos resultados (2,2 MPa) é inferior a 15 % do valor médio (6,93 MPa), os resultados desta amostra podem ser considerados.

Tabela 4.4 - Validação dos resultados da amostra 24921

Amostra 24921	Intervalo de Variação	$47,3 - 45,1 =$	2,2 Mpa
	f_{cm}_{24921}	$\frac{47,3 + 45,1}{2} =$	46,2 Mpa

Verificação	$0,15 \times 46,2 = 6,93$	$6,93 \geq 2,2$ VERIFICA!
--------------------	---------------------------	----------------------------------

O critério de validação encontra-se satisfeito para as duas amostras, de seguida passa-se à verificação dos critérios de identidade. Para esse efeito, utiliza-se como resultado de cada amostra a média obtida pelos dois provetes de cada uma.

▪ **Verificação dos critérios de identidade**

Esta verificação realiza-se tendo em conta os resultados de todas as amostras efetuadas para determinado lote que são analisadas através dos dois critérios da Tabela 4.5. Um dos critérios aplica-se sobre os resultados individuais de cada amostra, enquanto o segundo tem por base o valor médio das amostras e depende da quantidade de amostras.

Tabela 4.5 - Critérios de identidade para a resistência à compressão

(NP EN 206-1)

Número “n” de resultados de ensaio da resistência à compressão do volume de betão em causa	Critério 1	Critério 2
	Média de “n” resultados (f_{cm}) N/mm ²	Qualquer resultado individual (f_{ci}) N/mm ²
1	Não aplicável	$\geq f_{ck} - 4$
2-4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5-6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

Tratando-se de um betão C30/37, o f_{ck} a considerar para provetes cúbicos é de 37 MPa.

Começa-se por usar o Critério 2, que se aplica sobre os resultados de cada amostra cujos valores são os indicados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - f_{cm} das amostras

Amostra 24913	$f_{cm_{24913}}$	45,6 MPa
Amostra 24921	$f_{cm_{24921}}$	46,2 MPa

Como se pode verificar todos os resultados do lote satisfazem o critério, caso contrário o lote seria considerado não conforme.

Pode-se então proceder à aplicação do Critério 1, temos duas amostras então será necessário verificar a expressão $f_{cm} \geq f_{ck} + 1$. Começa-se por calcular o f_{cm} do lote, cujo resultado é o apresentado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - f_{cm} do lote

Lote	$f_{cm_{lote}}$	$\frac{45,6+46,2}{2} = 45,9 \text{ MPa}$
-------------	-----------------	--

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que o betão fornecido para a laje do piso 2 do edifício satisfaz ambos os critérios de identidade, pelo que se pode concluir que cumpre os requisitos de resistência à compressão.

4.2 CONTROLO DE PRAZOS

4.2.1 Rendimento das atividades

Nesta seção determinou-se os rendimentos de mão-de-obra para duas atividades desenvolvidas em obra e fez-se a comparação do resultado obtido com os rendimentos indicados nas tabelas de rendimentos de mão-de-obra, materiais e equipamentos em edificação e obras públicas do José da Paz Branco.

As atividades analisadas são a de cofragem de laje e cofragem de pilares.

- **Cofragem de laje**

A cofragem da laje engloba as atividades de montagem de laje, remates, escoramento e descofragem. A Tabela 4.8 apresenta o número de homens que executou para cada uma das atividades.

Tabela 4.8 - Atividades e número de Homens utilizados na sua realização

Atividades	Nº de Homens
Montagem de laje e escoramento	5
Remates de laje	2
Descofragem	3

A cofragem racionalizada utilizada nesta operação pode ser equiparada à do tipo modulada plastificada.

A área de cofragem da laje deduzindo a área da caixa de escada e da caixa de elevador é de 651,94 m². A execução da laje de um piso foi realizada em 5 dias com uma equipa de 10 Homens a trabalharem em média 8 h / dia cada.

Desta forma, para concluir a execução da cofragem da laje, o total de horas trabalhado pela equipa foi de 400 h.H.

Considerando o total de horas trabalhadas e a área da laje obteve-se um rendimento de 0,61 h.H / m², ou seja em 0,61 horas um Homem cofra 1 m² de laje. O rendimento das tabelas do José da Paz Branco para execução desta operação em lajes de vãos correntes é de 0,85 h.H / m².

- **Cofragem de pilares**

À semelhança dos anteriores, a cofragem de pilares engloba as atividades de montagem, escoramento e descofragem.

A cofragem utilizada nesta operação foi do tipo metálica.

A área de cofragem de pilares de um piso completo é de 195,24 m². A execução dos pilares foi concluída em 2 dias com uma equipa de 6 Homens a trabalharem cerca de 7h / dia cada.

Desta forma, para concluir a execução da cofragem dos pilares, o total de horas trabalhado pela equipa foi de 84 h.H.

Considerando o total de horas trabalhadas e a área de pilares a cofrar obteve-se um rendimento de 0,43 h.H / m², ou seja em 0,43 horas um Homem cofra 1 m² de pilar. O rendimento das tabelas do José da Paz Branco para execução desta operação em pilares de média seção é de 0,65 h.H / m².

Em ambas as atividades constata-se que o rendimento obtido na prática é superior ao valor obtido através da consulta às tabelas de rendimentos do José da Paz Branco, ou seja, os trabalhos são executados de forma mais rápida. No entanto, esta diferença pode ser explicada pelo facto dos valores constantes nas tabelas de rendimentos incluírem a limpeza e reparação da cofragem, tarefas estas que não foram consideradas nos trabalhos executados na obra em estudo.

4.2.2 Planeamento

O planeamento é uma ferramenta importante para a gestão e controlo de uma obra. Um planeamento pormenorizado permite verificar se os trabalhos estão a decorrer de acordo com o previsto. Caso haja atrasos, estes são facilmente detetados possibilitando a introdução de medidas para inverter essa situação. Geralmente, o planeamento é apresentado sob a forma de um mapa de barras designado por mapa de Gantt.

No planeamento são definidos os prazos globais e parciais de cada atividade, assim como as datas de início, datas de conclusão e a sequencia com que são realizadas. Algumas atividades só podem ser iniciadas após a conclusão de atividades antecessoras. A definição do caminho crítico é importante para o controlo da execução dos trabalhos. O atraso numa ou mais atividades do caminho crítico implicará o atraso na data de conclusão da obra.

No caso da obra em estudo, não foi efetuado qualquer planeamento por parte do empreiteiro, a não ser determinar a duração total para a execução da empreitada (7 meses), assim como definir uma betonagem de laje a cada 15 dias úteis. No entanto, ao analisar-se esta previsão constata-se que o prazo definido inicialmente era incomportável. O edifício era composto por doze lajes (incluindo a laje de ensoleiramento e a laje de cobertura), ao executarem-se duas lajes por mês, demorar-se ia 6 meses na construção destes elementos estruturais. Portanto, a execução da escavação e contenção periférica teria de ficar concluída no prazo de um mês. Ora, tratando-se de 3 níveis de contenção executados por fases e tendo em conta o processo construtivo necessário conclui-se facilmente que o prazo estabelecido era fantasioso.

A Tabela 4.9 apresenta a calendarização efetiva referente à empreitada de contenção periférica, a qual teve uma duração de quase quatro meses.

Tabela 4.9 - Calendarização dos trabalhos de contenção periférica

Contenção Periférica	Data de Início	Data de Conclusão
Colocação dos perfis	2018-11-06	2018-11-15
Viga de coroamento	2018-11-21	2018-12-05
Painéis nível -1	2018-12-06	2019-01-10
Painéis nível -2	2019-01-09	2019-02-06
Painéis nível -3	2019-02-05	2019-03-04

Como já foi referido, o objetivo definido pelo empreiteiro era o de betonar uma laje de piso a cada 15 dias úteis. A Tabela 4.10 apresenta a datas em que foram realizadas as betonagens de piso. Após análise à calendarização constata-se que entre a betonagem da laje do Piso -1 e a do Piso 0 decorreu um mês, no entanto nesse período realizou-se a betonagem da rampa do Piso -3 para o Piso -2 e da rampa do Piso -2 para o Piso 1.

Tabela 4.10 - Calendarização da betonagem das lajes

Elemento	Data
Piso -3 (Ensoleiramento Geral):	
▪ 1ª Fase	2019-03-19
▪ 2ª Fase	2019-04-03
▪ 3ª Fase	2019-04-22
Piso -2	2019-05-04
Piso -1	2019-05-14

Rampa do Piso -3 ao Piso -2	2019-05-21
Rampa do Piso -2 ao Piso -1	2019-05-28
Piso 0	2019-06-17
Rampa do Piso -1 ao Piso 0	2019-06-17
Piso 1	2019-07-01
Piso 2	2019-07-17
Piso 3	2019-07-31
Piso 4	2019-08-12
Piso 5	2019-08-27
Piso 6	2019-09-10
Piso 7	2019-09-24
Cobertura	2019-10-15

Os trabalhos em obra prolongaram-se aproximadamente por mais cinco meses relativamente à duração definida pelo empreiteiro, a sua conclusão ocorreu na primeira quinzena de outubro 2019. Esta questão demonstra a falta de preparação do planeamento. No entanto, apesar do prazo ser irrealista, a empreitada poderia não ter sofrido tanto atraso caso as situações abaixo apresentadas não se tivessem verificado:

- Colocação dos perfis metálicos não foi realizada na data prevista por indisponibilidade de meios por parte do empreiteiro de geotecnia, o equipamento encontrava-se nouro cliente a concluir um trabalho.
- A execução das ancoragens, por vezes, também não foi realizada nos dias combinados.
- A escavação também provocou atrasos à obra umas vezes por problemas com a máquina escavadora, outras por avaria ou indisponibilidade dos camiões de transporte de terras e também por falta de pessoal (quando o manobrador ou um dos camionistas faltavam não havia ninguém para os substituir até ao seu regresso)
- O empreiteiro de cofragem inicial, apenas cofrou parcialmente a viga de coroamento, não dispunha de mão-de-obra qualificada nem em quantidade adequada pelo que foi substituído por outra empresa. No entanto, a entrada em obra do novo empreiteiro não

foi imediata, pois foi necessário um período para consultas ao mercado e negociações até chegar ao acordo final.

- A execução das armaduras para o primeiro nível da parede de contenção também não decorreu da melhor forma, os trabalhos por vezes não eram iniciados logo de manhã e outras vezes o empreiteiro abandonava a obra antes do final do dia de trabalho sem ter concluído as tarefas. Esta situação foi resolvida passadas algumas semanas.
- A execução da cofragem das primeiras lajes não decorreu nos prazos estabelecidos devido à insuficiência de mão-de-obra e também devido a atraso na entrega de material de cofragem. Ambas as situações foram rapidamente colmatadas.
- A indisponibilidade da central de betão para fornecimento na data pretendida forçava a efetuar remarcação para dias mais tarde.
- Insuficientes reuniões de obra, geralmente qualquer questão era resolvida de modo informal quando os intervenientes se encontravam na obra.

Após análise dos pontos anteriores, conclui-se que os principais motivos para incumprimento do planeamento incidiram sobre:

- Pouca capacidade produtiva do empreiteiro
- Falta de mão-de-obra
- Indisponibilidade de material e máquinas
- Falta de gestão e coordenação por parte do empreiteiro

As intempéries também podem causar atrasos na obra sobretudo na fase inicial, mas esta situação não se verificou apesar dos trabalhos mais suscetíveis terem decorrido no inverno.

Estes atrasos originaram períodos improdutivos pois o desenvolvimento dos trabalhos não podia prosseguir sem que a tarefa antecessora não fosse realizada. Caso existisse um planeamento detalhado dos trabalhos, qualquer situação anómala era facilmente detetada e conseqüentemente corrigida.

4.3 CONTROLO DE CUSTOS

As variáveis mais importantes no controlo de uma obra são o controlo de custo e de prazo. Estas duas variáveis são consideradas como as que mais contribuem para o insucesso de um empreendimento, pelo que é fundamental a existência da possibilidade de controlar a sua evolução em qualquer momento. Ao conseguir prever-se a sua evolução futura com base nos resultados obtidos é possível tomar medidas corretivas ou de ajuste assim que possível.

O recurso ao método EVM permite efetuar este controlo, no entanto para que possa ser implementado com sucesso é necessário um investimento inicial ao nível do planeamento dos trabalhos a realizar, nomeadamente, na definição das atividades a considerar, à estimativa das suas durações e, aos custos inerentes a cada uma. (Sousa, 2015)

O EVM é um método de análise que permite avaliar a evolução de uma obra, em qualquer momento, de uma forma objetiva, fornecendo indicadores de estado, de desempenho e de previsão, relativamente a prazos, custos e quantidades de trabalho (Figura 4.3) (Sousa, 2015).

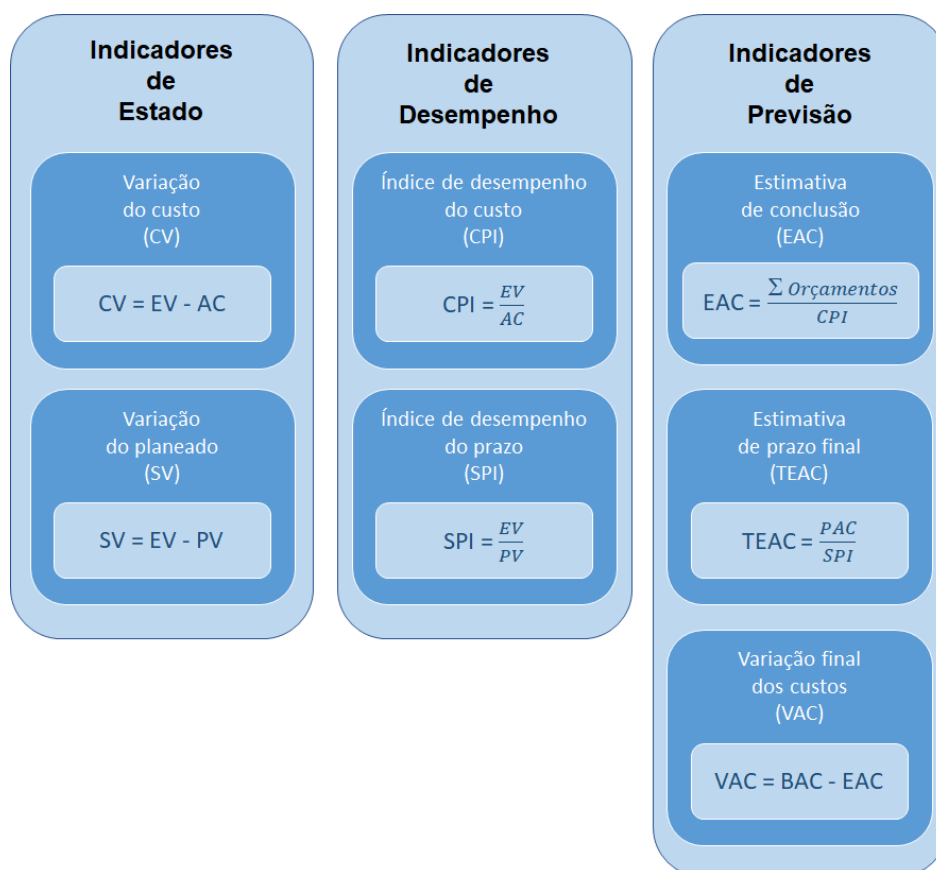


Figura 4.3 - Indicadores de EVM

Os indicadores EVM são obtidos com base em apenas três variáveis:

- Planned Value (Custo Previsto) – PV
Custo orçamentado com base no planeamento
- Earned Value (Valor Adquirido) – EV
Custo orçamentado efetivamente executado até determinado momento, é o valor que consta nos autos de medição
- Actual Cost (Custo Real) – AC
Custo efetivamente despendido na realização das tarefas executadas até um determinado momento

4.3.1 Análise EVM

Na presente seção efetua-se uma análise EVM à obra em estudo, sendo apresentados os resultados de cada um dos indicadores de estado, de desempenho e de previsão. Ressalva-se que a estagiária não possuía informação detalhada ao nível das atividades pelo que a análise é efetuada num contexto global.

A Tabela 4.11 apresenta os valores mensais e acumulados referentes aos valores orçamentados previsto e faturados no final de cada mês assim como o custo real dos trabalhos desenvolvidos nesse período.

Tabela 4.11 - Valores mensais e acumulados de orçamento e de custo real

Mês	Valores de orçamento			PV	EV	AC
	Valor mensal previsto	Valor mensal real	Custo mensal real	Valor acumulado previsto	Valor acumulado real	Custo acumulado real
1 nov/18	211 560,00 €	68 750,85 €	65 745,22 €	211 560,00 €	68 750,85 €	65 745,22 €
2 dez/18	158 670,00 €	32 637,85 €	30 766,80 €	370 230,00 €	101 388,70 €	96 512,02 €
3 jan/19	158 670,00 €	49 345,53 €	45 209,60 €	528 900,00 €	150 734,23 €	141 721,62 €
4 fev/19	158 670,00 €	80 943,96 €	57 793,34 €	687 570,00 €	231 678,19 €	199 514,96 €
5 mar/19	158 670,00 €	78 204,65 €	68 449,39 €	846 240,00 €	309 882,84 €	267 964,35 €
6 abr/19	158 670,00 €	52 657,43 €	47 483,43 €	1 004 910,00 €	362 540,27 €	315 447,78 €
7 mai/19	52 890,00 €	123 403,74 €	121 045,00 €	1 057 800,00 €	485 944,01 €	436 492,78 €
8 jun/19		60 239,02 €	53 676,83 €		546 183,03 €	490 169,61 €
9 jul/19		124 720,97 €	122 691,61 €		670 904,00 €	612 861,22 €
10 ago/19		113 653,91 €	97 286,76 €		784 557,91 €	710 147,98 €
11 set/19		113 653,91 €	97 286,76 €		898 211,82 €	807 434,74 €
12 out/19		159 588,18 €	117 724,35 €		1 057 800,00 €	925 159,09 €
Total	1 057 800,00 €	1 057 800,00 €	925 159,09 €			

Após analisar a tabela anterior constata-se que logo nos primeiros meses o valor orçamentado previsto não correspondeu ao orçamentado real, tornando-se previsível que a obra não teria o seu termino no prazo inicialmente previsto de 7 meses. No entanto, os custos mensais reais mantiveram-se sempre inferiores aos orçamentados reais. Isto significa que o valor pago mensalmente pelo dono de obra era suficiente para cobrir os custos do empreiteiro nesse mês e este ainda ficava com fundo de maneiio.

Para proceder à análise EVM, optou-se por definir uma data de controlo anterior à data da conclusão efetiva da empreitada. Deste modo, os indicadores são calculados com base num período decorrido de 5 meses desde o início dos trabalhos, ou seja, no mês de março 2019.

A Tabela 4.12 agrega a informação das variáveis PV, EV e AC em termos acumulados até à data de controlo (março 2019).

Tabela 4.12 - Valores mensais acumulados de AC, PV e EV

		Mês 1 nov/18	Mês 2 dez/18	Mês 3 jan/19	Mês 4 fev/19	Mês 5 mar/19
AC - Custo Real		65 745,22 €	96 512,02 €	141 721,62 €	199 514,96 €	267 964,35 €
Valores de orçamento	PV - Valor Previsto	211 560,00 €	370 230,00 €	528 900,00 €	687 570,00 €	846 240,00 €
	EV - Valor Real	68 750,85 €	101 388,70 €	150 734,23 €	231 678,19 €	309 882,84 €

Com base nos dados obtidos efetuou-se as projeções e tendências dos prazos e custos finais.

O gráfico apresentado na Figura 4.4 foi elaborado a partir da informação obtida na tabela anterior.

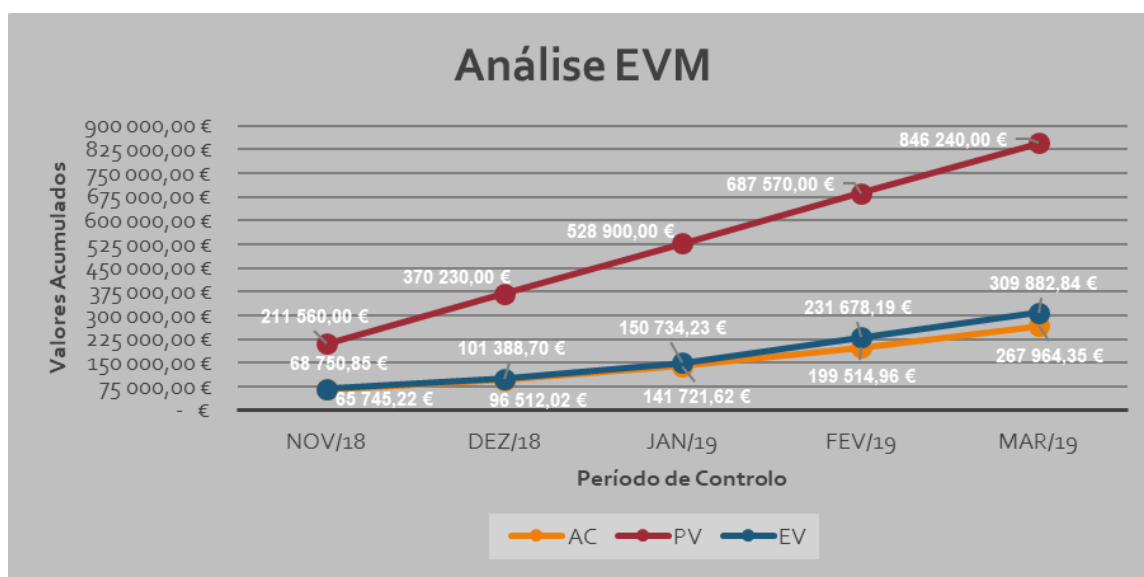


Figura 4.4 - Gráfico de análise EVM

Os indicadores de estado, desempenho e previsão à data de março 2019 são os apresentados na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Valores dos indicadores de estado, desempenho e previsão

Valores dos indicadores à data do controlo (Março 2019)		
Indicadores de Estado	CV =	41 918,49 €
	SV =	-536 357,16 €
Indicadores de Desempenho	CPI =	1,16
	SPI =	0,37
Indicadores de Previsão	EAC =	914 709,22 €
	TAC =	19
	VAC =	143 090,78 €

Estes indicadores dão resposta a uma série de questões que é habitual efetuar quando se está a analisar a evolução de uma obra. De seguida, apresentam-se algumas dessas perguntas com a respetiva resposta e qual o indicador que a fornece.

Indicador: CV

O empreendimento está acima ou abaixo do custo previsto?

O valor é positivo, significa que à data da análise (março 2019), a obra está com um custo abaixo do previsto

Indicador: SV

O plano de trabalhos está a ser cumprido?

O valor obtido é negativo, o que significa que a obra se encontra atrasada em relação ao planeado

Indicador: CPI

O dinheiro está a ser utilizado de forma eficiente?

O valor é superior a 1, o que significa que a obra na data do controlo (março 2019) está a custar menos do que o previsto

Indicador: SPI

O tempo está a ser utilizado de forma eficiente?

De acordo com o valor obtido, apenas 37 % do tempo previsto no orçamento foi convertido em trabalho

Indicador: EAC

Quanto é que o projeto inteiro deverá custar?

Caso se mantenham as condições atuais de custos e prazos, o custo final da obra será de 914.709,22 €.

Indicador: TEAC

Qual o prazo previsto para a conclusão do projeto?

Com este valor conclui-se que se as condições à data do controlo (março 2019) se mantivessem a obra teria um atraso de 19 meses

Indicador: VAC

No final do projeto, o custo estará acima ou abaixo do orçamento?

A variação de custos em relação ao inicialmente previsto é negativa de - 143.090,78€.

Variável: AC

Qual é o custo real despendido no projeto até ao momento (março 2019)?

O custo despendido até ao momento é de 267.964,35€.

Variável: PV

Qual o valor estimado do trabalho que, segundo o planeamento, deveria estar concluído até ao momento (março 2019)?

O valor estimado de trabalho concluído deveria ser de 846.240,00€.

Variável: EV

Qual o valor estimado do trabalho que foi realizado até ao momento (março 2019)?

O valor estimado de trabalho realizado é de 309.882,84€.

O controlo e a gestão de uma obra não devem restringir-se à obtenção destes valores. O EVM deve ser utilizado para efetuar uma análise global do desempenho da obra em simultâneo com o controlo das atividades que o justifiquem (Sousa, 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo é efetuada uma apreciação global do estágio, relacionando-o com os objetivos propostos para o Trabalho Final de Mestrado, entre os quais, a sua contribuição para o enriquecimento profissional da estagiária.

Relativamente à experiência profissional, foi bastante enriquecedora pois permitiu à estagiária adquirir experiência em obra. Apesar do período de estágio não ter sido suficiente para assistir ao desenvolvimento dos trabalhos até à fase de acabamentos, teve oportunidade de assistir à realização de uma multiplicidade de atividades como a montagem do estaleiro, execução da contenção periférica através de paredes do tipo Munique; execução de ancoragens; execução da fundação e de toda a estrutura do edifício em betão armado.

Ao acompanhar diariamente o desenvolvimento dos trabalhos, a estagiária apreendeu na prática a interligação entre as diversas atividades para as quais é fundamental uma boa organização a nível de coordenação entre os diversos intervenientes. Este estágio permitiu também melhorar a compreensão e conseqüentemente promover a assimilação de conhecimentos teóricos ao passá-los para a prática em diversas situações.

A não definição de um planeamento aliado a um controlo inadequado, principalmente no começo da obra, alertou a estagiária para a importância da definição de regras que permitam agir assim que se deteta qualquer tipo de falha. Deste modo, ao mínimo desvio consegue-se resolver a situação e anular ou mitigar o atraso que daí adveio.

Os problemas que decorreram durante a obra aconteceram sobretudo na fase inicial desta devido à falta de coordenação nesse período. O facto dos diversos trabalhos terem de decorrer de forma sucessiva aliado ao facto de alguns empreiteiros não terem assegurado que essa interligação não falhasse originou atrasos na execução da obra em relação ao planeado. Esta situação alertou a estagiária para a importância do trabalho em equipa e do trabalho colaborativo entre os diversos empreiteiros.

Relativamente às alterações efetuadas em obra face ao disposto no projeto de contenção periférica, a estagiária considerou essa decisão demasiado arriscada apesar das boas condições do solo e das excelentes condições climatéricas existentes durante o decorrer dos trabalhos. O incumprimento do projeto assim como o desrespeito pelo processo construtivo pode ter conseqüências gravosas quer ao nível de danos estruturais como da segurança dos trabalhadores.

Para finalizar, salienta-se que a presença diária na obra e o contacto com os diversos intervenientes, desde o Engenheiro ao Servente, permitiu desenvolver, além das competências profissionais, competências pessoais e sociais, contribuindo para o crescimento pessoal e profissional da estagiária.

Por todos estes aspetos, a estagiária considera atingidos os objetivos a que se propôs.

BIBLIOGRAFIA

Abreu, R. *et al.* (2015) *Estruturas Betonadas in situ*. Instituto Superior Técnico.

Alsina. Acedido em Agosto 2019. Disponível em www.alsina.pt/cofragens/.

Branco, J. da P. (1983). *Rendimentos de mão-de-obra, materiais e equipamentos de construção civil tabelas*. LNEC.

Brito, J. (2001) *Paredes tipo Munique*. Instituto Superior Técnico.

Camara Municipal de Vila Franca de Xira. *Memorial à antiga Mague está concretizado*. Acedido em Julho 2019. Disponível em www.cm-vfxira.pt/pages/2004?news_id=3522.

Campos, J. P. G. (2015). *Acompanhamento da construção do edifício “Castilho 15” – Relatório de estágio*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Checkhouse (2018) *Diagnóstico Técnico de Imóveis*.

Decreto nº 46427/1965 de 10 de Julho - Regulamento das instalações provisórias destinado ao pessoal empregue nas obras.

Facebook. *Vista aérea da mague*. Acedido em Julho 2019. Disponível em www.facebook.com/197378037138999/photos/54-vista-aérea-da-mague-construções-metalomecânicas-sarl/420720694804731/.

Figueiredo, M. C. A. (2017) *Projeto de estabilidade e contenção periférica, Lote 23 Malvarosa Parque Alverca*.

Franco, L. S. (2017) *Projeto de Arquitetura Lote 23 Malvarosa Parque Alverca*.

Gamboa, M. A. (2008) *Gestão de obras e estaleiros*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Geodrill (2019) *Relatório de Ancoragens Urb. Malvarosa Parque, Lote 23*.

Google Maps. Acedido em Julho 2019. disponível em www.google.pt/maps/.

Lage, R. F. T. (2013) *Equipamento de fabrico, transporte e colocação de betão em obra*. Instituto Superior Técnico.

Lousinha, A. G. V. (2008) *Metodologia da fiscalização de obras – plano de controlo de conformidade para a atividade de betonagem de elementos estruturais*. Faculdade de

Engenharia Universidade do Porto.

Moreira, A. (2008). *Organização de estaleiros*. Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia.

NP EN 206-1: 2007 – *Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade, Norma Portuguesa*, Instituto Português da Qualidade.

Oliveira, I. N. (2012) *Soluções de escavação e contenção periférica em meio urbano - Dissertação de Mestrado*. Instituto Superior Técnico.

Pereira, H. S. e Martins, J. G. (2011) *Execução de estruturas de betão armado*. Universidade Fernando Pessoa.

Peri. Acedido em Setembro 2019. Disponível em www.peri.pt/produtos/cofragem.html.

Pinto, R. N. M. G. (2008) *Sistemas construtivos de estruturas de contenção multi-apoiadas em edifícios – Relatório de projeto*. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.

Santos, J. R. e Brito, J. (2000) *Ensoleiramentos gerais e grelhas de fundação*. Instituto Superior Técnico.

Sousa, A. J. S. (2015) *Aplicação do conceito do Earned Value Management ao controlo e gestão de obras*. Instituto Superior Técnico.

Ulma. Acedido em Setembro 2019. Disponível em www.ulmaconstruction.pt/pt-pt.

Unibetão. Acedido em Agosto 2019. Disponível em www.unibetao.pt.

ANEXOS

ANEXO A - Guia de Remessa Bucelbritas, Lda.

ANEXO B - Guia de Remessa Unibetão S.A.

ANEXO C - Boletim de Ensaios à Compressão

ANEXO A

Guia de Remessa Bucelbritas, Lda.



Bucelbritas - Indústria de Britas de Bucelas, Lda.
Contribuinte N.º: 502075899
Casal das Gralhas Ap. 743
Bucelas
2671-601 Bucelas
Telef. 219694835 Fax. 219680293

Capital Social 37.915,86 EUR
Cons. Reg. Com. C.R.C. Loures
Matricula N.º 5113
geral@bucelbritas.pt
www.bucelbritas.pt

Pág. 1/1



Exmo.(s) Sr.(s)
J PIRES E FILHOS LDA
RUA ESTER BETENCOUR DUARTE, 16 3

POVOA ST IRIA
2625-095 POVOA ST IRIA

Guia de Remessa GR 2019/961

Duplicado

Chave AT: 7487764584

V/N.º Contrib.	Requisição	Data	Cliente
505476282		2019-01-18	1666
Artigo	Descrição	Qtd.	Un.
170504	ENTRADA DE TERRAS	23,30	TON

Este documento não serve de fatura

DU+M-Processado por Programa Certificado n.º 0030/AT / GR 2019/961 / © PRIMAVERA BSS /

Observações:

O Expedidor	O Transportador	O Destinatário	Data
ALICE DUARTE			
Carga	Descarga	Matrícula	77 CE 51
. - 2019-01-18 / 10:40	. - 2019-01-18	Motorista	
.	.	Tara	15.500,00
2671-601 ALVERCA LOTE 23	2670-601 BUCELAS	Peso Bruto	38.800,00
Portugal	Portugal	Peso Líquido	23.300,00

IBAN: PT50 0007 0267 0005 2550 0050 9

ANEXO B

Guia de Remessa Unibetão S.A.



Original
(Cliente)
GUIA DE REMESSA N°
GR P530/0025650

Data: 2019-09-10

EXPEDIÇÃO CENTRAL: VILA FRANCA DE XIRA
(Local de carga) Sítio dos Quartos, Cast.
2600-000 V.F. de Xira
263286810

Cliente: **Expoestacal Unipessoal, Lda**
NIF: **PT509643086**
Sede: **Rua Dr. Francisco Sá Carneiro, 11**
2690-230 SANTA IRIA DA AZÓIA

Obra e local de descarga :
Urbª Malva Rosa Lt:23 - Alv... - Av. Mague Lt:23
2615-043 Alverca do Ribatejo

Produto: **C30/37 XC2 (P) CL0,4 D22 S3**
Cimento: **Adição: Adjuvante:**
CEM II/A-L 42,5R **Multifuncional**

Total pedido **Esta entrega**
150,0 M3 **9,0 M3**

Transporte n.º **96-PD-86**

Hr da amassadura	Hr chegada à obra	Hr início da descarga	Hr fim da descarga	Hr chegada à central
13:50	14:11	14:31	14:40	

Observações: Automato 1

C

Código AT (Modo Webservice) NR:8417863417

Elemento a betonar: Laje

Modo de Descarga: Bomba Directa Grua Outras

<p>Fornecimento realizado de acordo com as nossas condições gerais de venda. Produto conforme especificações do cliente e, sempre que aplicável com a NP EN 206-1. O produto deverá ser imediatamente após ser descarregado e sem modificar a sua composição. A adição de água na obra só poderá ser feita, se solicitada, sob inteira responsabilidade do Cliente ou de um seu representante.</p> <p>SOLICITA A ADIÇÃO DE LITROS DE ÁGUA</p> <p>O CLIENTE 0L</p>	<p>Segurança no Manuseamento do Betão Fresco</p> <p>Deve tomar-se precauções para evitar que o betão fresco entre em contacto com os olhos, boca e nariz. Se o betão fresco entrar em contacto com um destes órgãos, eles devem ser lavados imediatamente com água limpa e deve procurar-se imediatamente tratamento médico. Deve evitar-se o contacto da pele com o betão fresco, recorrendo a vestuário de protecção adequado; se o betão fresco entrar em contacto com a pele, esta deve ser imediatamente lavada com água limpa.</p>
--	---

O expedidor

O motorista

O cliente

Baldina *[Signature]*

oF+2 - Processado por programa certificado nº 2089/AT



Unibetão - Indústrias de Betão Preparado, S.A.
Sede Social: Outão * 2901-864 Setúbal * Matric. na CRC de Lisboa * NIF: 500 292 671 * Capital Social: 12.000.000€
Administração e Serviços Centrais: Av. Eng. Duarte Pacheco, 19 - 7 * 1070-100 Lisboa * Telefone: 213 172 420 * Fax: 213 555 012

v20190319_1636

ANEXO C

Boletim de Ensaios à Compressão



UNIBETÃO - Indústrias de Betão Preparado, SA
Av. Engº Duarte Pacheco, nº 19 - 7
1070-100 LISBOA
Portugal

Telefone: 217 927 100
Fax: 217 936 200

Para/To:	Empresa/Company: Expostecal Unipessoal, Lda
C/C:	Fax nr.:
De/From:	Ref: DTPB/2424/2019
Data/Date: 16-12-2019	Nr. de Páginas (incluindo esta): 2 Nr. of pages (including this one)
Assunto/Subject: Envio de resultados da obra Urbª Malva Rosa Lt:23 - Alv... - Av. Mague Lt:23	

Exmo(a) Senhor(a),

Junto se enviam os resultados disponíveis através do boletim nº 2424/2019 para os ensaios de compressão dos provetes relativos à vossa obra: Urbª Malva Rosa Lt:23 - Alv... - Av. Mague Lt:23

Ao dispôr para o esclarecimento de qualquer dúvida,

Sem outro assunto de momento,

Cordiais cumprimentos.

OBSERVAÇÕES:

- 1 - os provetes são ensaiados de acordo com a especificação EN 12390-3:(2009), no aplicável;
- 2 - o equipamento de ensaio utilizado é calibrado em laboratório acreditado, segundo o plano de calibrações estabelecido anualmente e as normas aplicáveis;
- 3 - os operadores de laboratório encontram-se qualificados para a realização dos ensaios de compressão;
- 4 - os resultados de ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.





BOLETIM DE ENSAIOS DE COMPRESSÃO

Boletim nº 2424/2019

Cliente: Expoestacal Unipessoal, Lda	Central: %	Data de Fabrico: de 01-01-2003 a 31-12-2020
Obra: Urbª Malva Rosa Lt:23 - Alv... - Av. Mague Lt:23		Data de Ensaio: de 01-01-2003 a 16-12-2019
Produto: %	Lote: %	Local de Recolha: %

Central	Guia / Amostra	Amostra Cliente	Produto	Dt Fabrico	Slump (mm)	Secção (cm2)	Massa (kg)	Id	Dt Ensaio	Força (kN)	Tensão (MPa)
P530	P530/0023995		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	04-05-2019	150	225	7,91	7	11-05-2019	700	31,1
P530	P530/0023995		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	04-05-2019	150	225	7,81	7	11-05-2019	680	30,2
P530	P530/0023995		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	04-05-2019	150	225	7,90	28	01-06-2019	914	40,6
P530	P530/0023995		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	04-05-2019	150	225	7,82	28	01-06-2019	936	41,6
P530	P530/0024093		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	14-05-2019	150	225	7,93	7	21-05-2019	704	31,3
P530	P530/0024093		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	14-05-2019	150	225	7,97	7	21-05-2019	736	32,7
P530	P530/0024093		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	14-05-2019	150	225	8,04	28	11-06-2019	1018	45,2
P530	P530/0024093		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	14-05-2019	150	225	7,90	28	11-06-2019	1034	46,0
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,95	7	24-07-2019	802	35,6
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,86	7	24-07-2019	788	35,0
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,93	28	14-08-2019	1019	45,3
P530	P530/0024913		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,96	28	14-08-2019	1030	45,8
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,86	7	24-07-2019	760	33,8
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,93	7	24-07-2019	785	34,9
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,95	28	14-08-2019	1065	47,3
P530	P530/0024921		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	17-07-2019	150	225	7,93	28	14-08-2019	1016	45,1
P530	P530/0025082		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	31-07-2019	150	225	7,96	7	07-08-2019	739	32,8
P530	P530/0025082		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	31-07-2019	150	225	7,95	7	07-08-2019	693	30,8
P530	P530/0025082		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	31-07-2019	150	225	7,99	28	28-08-2019	936	41,6
P530	P530/0025082		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	31-07-2019	150	225	7,95	28	28-08-2019	951	42,2
P530	P530/0025453		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	27-08-2019	150	225	7,94	7	03-09-2019	713	31,7
P530	P530/0025453		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	27-08-2019	150	225	7,95	7	03-09-2019	721	32,0
P530	P530/0025453		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	27-08-2019	150	225	8,00	28	24-09-2019	980	43,6
P530	P530/0025453		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	27-08-2019	150	225	7,99	28	24-09-2019	1005	44,7
P530	P530/0025650		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	10-09-2019	150	225	7,85	7	17-09-2019	838	37,2
P530	P530/0025650		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	10-09-2019	150	225	7,88	7	17-09-2019	882	39,2
P530	P530/0025650		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	10-09-2019	150	225	7,87	28	08-10-2019	1076	47,8
P530	P530/0025650		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	10-09-2019	150	225	7,82	28	08-10-2019	1028	45,7
P530	P530/0025810		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	24-09-2019	150	225	7,94	7	01-10-2019	711	31,6
P530	P530/0025810		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	24-09-2019	150	225	7,86	7	01-10-2019	697	31,0
P530	P530/0025810		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	24-09-2019	150	225	7,91	28	22-10-2019	950	42,2
P530	P530/0025810		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	24-09-2019	150	225	7,85	28	22-10-2019	980	43,6
P530	P530/0026149		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	15-10-2019	150	225	7,88	7	22-10-2019	735	32,6
P530	P530/0026149		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	15-10-2019	150	225	7,93	7	22-10-2019	748	33,2
P530	P530/0026149		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	15-10-2019	150	225	7,97	28	12-11-2019	968	43,0
P530	P530/0026149		C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	15-10-2019	150	225	7,99	28	12-11-2019	904	40,2