



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Manuel Maria de Amorim Garcia Africano Portugal

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM CONSTRUÇÕES
NA RUI PRATA RIBEIRO, LDA.**

**Relatório de Estágio de Mestrado em Engenharia Civil, na área de
Especialização em Construções, orientada pelo Professor Doutor Diogo
Manuel Rosa Mateus e apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.**

Setembro de 2022

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Engenharia Civil

Manuel Maria de Amorim Garcia Africano Portugal

Relatório de Estágio em Construções na Rui Prata Ribeiro, Lda.

Construction Internship at Rui Prata Ribeiro, Lda. Report

Relatório de Estágio de Mestrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Construções,
orientada pelo Professor Doutor Diogo Manuel Rosa Mateus.

Esta Dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC
declina qualquer responsabilidade, legal ou outra, em relação a erros ou omissões que possa conter.

setembro de 2022

1 2  9 0

UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Versão Provisória

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de endereçar o meu primeiro agradecimento ao Professor Doutor Diogo Manuel Rosa Mateus, que assumiu as funções de orientador do meu estágio curricular.

A quem me acompanhou diretamente na empresa Rui Prata Ribeiro, Lda., Guilherme e Alfredo pela oportunidade e voto de confiança, e Pedro que assumiu as funções de acompanhamento técnico do estágio e que sempre demonstrou vontade e disponibilidade para a minha formação tanto pessoal como profissional.

Aos restantes colegas e amigos na empresa, com quem aprendo diariamente e que me ensinaram os valores de companheirismo e trabalho em equipa.

A todos os meus amigos, à minha mãe, aos meus tios, à minha prima e em especial ao meu irmão, pela motivação, presença incondicional e por me ensinarem o que é ser uma família. Muito obrigado a todos.

Esta também é por ti João Afonso!

RESUMO

Com este estágio curricular a que me propus, desempenhei funções de Fiscalização e Gestão de Projeto de obra. A referida obra fica situada em Melides, concelho de Grândola e consiste num empreendimento turístico, pelo que representa diversas áreas do plano de estudos de Engenharia Civil: infraestruturas exteriores, estrutura em betão armado, estrutura em madeira, alvenarias, acabamento, muitos de elevada complexidade de execução, incluindo ainda vários tipos de instalações técnicas no interior dos edifícios. Além do acompanhamento e fiscalização de trabalhos desenvolvi competências na gestão/compatibilização dos projetos das diversas especialidades (gestão de dependências) que representa uma das maiores causas de atrasos de uma empreitada.

No caso particular da referida construção destaco a forte componente na medição de toda a obra para fazer frente ao Plano de Trabalhos e Cronograma Financeiro associado, algo que considero um importante pilar de aprendizagem e crescimento na área de Engenharia Civil. É também da responsabilidade da empresa de fiscalização a elaboração de diversas revisões de projeto (pré execução) e cadernos de encargos, onde tenho dado forte apoio no decorrer deste Estágio Curricular.

Aproveito ainda para referir a importância do domínio de ferramentas digitais (e.g. AutoCAD) que é trabalhada ao longo do plano de estudos, e que se revelou essencial para o bom desempenho das minhas funções, tendo as minhas competências saído bastante reforçadas.

ABSTRACT

As I enrolled for this Internship, my core roles were of Construction Supervision and Project Management. The construction is in Melides (Grândola) and consists of a luxury resort, representing key areas of the Civil Engineering study plan: exterior infrastructure, reinforced concrete structure, wooden structure, masonry and finishing, most of which of complex execution level including a wide range of interior technical installations. Along to monitoring and supervising works, I also developed skills in the management/compatibility of projects in the various fields (internal demand management) known as a top contract delay motive.

In this construction, I must highlight the complex and numerous measurement element of the entire construction site in order to respect work plan financial schedule, something that I consider a basic learning pillar for Civil Engineering. It is also the responsibility of the supervision company to prepare several project reviews (pre-execution) and specifications, to which I have given strong support during this Curricular Internship.

I would also like to take this opportunity to mention the importance of mastering digital tools (e.g., AutoCAD) as we worked on throughout the study plan, and which proved to be essential for my professional performance, having improved and cemented my software skills.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE QUADROS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2. OBJETIVOS E CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTÁGIO	2
1.2.1. OBJETIVOS.....	2
1.2.2. INSTITUIÇÃO DE ACOLHIMENTO.....	2
1.2.3. DURAÇÃO.....	3
1.3. FASES DA EMPREITADA	3
1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO	3
2. O EMPREENDIMENTO	5
2.1. DESCRIÇÃO GERAL	5
2.2. FASEAMENTO DE UM EMPREENDIMENTO.....	5
2.3. INTERVENIENTES DE UM EMPREENDIMENTO.....	8
2.4. LISTA DE TRABALHOS DA EMPREITADA.....	10
3. INFRAESTRUTURAS EXTERIORES	12
3.1. INFRAESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	12
3.1.1. INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CONSUMO.....	12
3.1.1.1 CONCEÇÃO GERAL	12
3.1.1.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA	12
3.1.1.3 ADUÇÃO	13
3.1.1.4 SISTEMA DE TRATAMENTO	13
3.1.1.5 RESERVA PRIVATIVA	13
3.1.2. INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIOS	15
3.1.3. INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGA.....	15
3.2. INFRAESTRUTURAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS	16
3.2.1. CONCEÇÃO GERAL	16
3.2.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES	16

3.2.3.	INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM	18
3.3.	INFRAESTRUTURA DE ELÉTRICAS (MÉDIA E BAIXA TENSÃO)	18
3.4.	INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES.....	20
3.5.	INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS	20
4.	ARQUITETURA.....	23
4.1.	ALVENARIAS.....	23
4.1.1.	TIPOS DE ALVENARIAS	23
4.1.2.	EXECUÇÃO DE ALVENARIAS.....	24
4.1.3.	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS	27
4.2.	IMPERMEABILIZAÇÕES.....	28
4.3.	ACABAMENTOS EM BETÃO À VISTA	31
5.	BETÃO ESTRUTURAL BRANCO APARENTE	32
5.1.	DESCRIÇÃO	32
5.2.	AMOSTRA REALIZADA	33
5.2.1.	DESCRIÇÃO DA AMOSTRA.....	33
5.2.2.	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	34
5.2.3.	BASE/MACIÇO	36
5.2.4.	PAREDES EM BLOCOS DE BETÃO	36
5.2.5.	PAREDE EM PEDRA RÚSTICA	37
5.2.6.	COFRAGEM.....	38
5.2.6.1	COFRAGEM PARA PAREDE DE ACABAMENTOS.....	38
5.2.6.2	COFRAGEM PARA CAPEAMENTO DE BETÃO SOBRE PAREDE DE PEDRA RÚSTICA	40
5.2.6.3	COFRAGEM PARA COBERTURA INCLINADA	43
5.2.7.	BETONAGEM.....	44
5.2.8.	DESCOFRAGEM.....	46
5.2.9.	ACABAMENTOS FINAIS	47
5.2.9.1	BUJARDADO MANUAL	48
5.2.9.2	BUJARDADO MECÂNICO TIPO I	49
5.2.9.3	BUJARDADO MECÂNICO TIPO II	50
5.2.9.4	BUJARDADO MANUAL A PICO	51
5.2.9.5	JATO DE AREIA SUAVE	51
5.2.9.6	JATO DE AREIA FORTE.....	52
5.2.9.7	BETÃO LISO	53
5.2.9.8	COBERTURA INCLINADA.....	54
5.2.9.9	CAPEAMENTO DE BETÃO NA PAREDE EM PEDRA RÚSTICA.....	56
5.2.10.	RODAPÉ	56
5.2.11.	ANCORAGENS.....	57
6.	CONCLUSÕES	59
6.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
6.2.	TRABALHOS FUTUROS.....	60

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
----------------------------------	----

Versão Provisória

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Diagrama representativo do estudo de viabilidade de um empreendimento (Pereira, Telmo Dias, 2014b)	6
Figura 2.2 – Diagrama de representação dos intervenientes e relações entre eles (Pereira, Telmo Dias e Mateus, Diogo, 2014a).	9
Figura 3.1 – Aplicação de tubagem de abastecimento em vala aberta.	14
Figura 3.2 – Compatibilização de projeto de elétricas e telecomunicações.	19
Figura 3.3 – Análise aos raios de curvatura para implantação de caixas.	19
Figura 3.4 – Execução de infraestruturas viárias.	21
Figura 4.1 – Pormenor de alvenaria em pedra rústica.	23
Figura 4.2 – Pormenor de parede de alvenaria interior.	24
Figura 4.3 – Aplicação de chumbadouros.	25
Figura 4.4 – Representação de ligação do pano de alvenaria à estrutura.	26
Figura 4.5 – Verificação de primeira fiada de alvenaria e imbricamento entre panos.	26
Figura 4.6 – Abertura de roços e passagem de tubagens.	27
Figura 4.7 – Execução de rebocos com integração de caixas de aparelhagem.	28
Figura 4.8 – Aplicação de geodreno e camada britada.	29
Figura 4.9 – Pormenor para execução de parede.	29
Figura 4.10 – Demonstração da aplicação do sistema: aglomerado negro de cortiça, rede fibra de vidro e impermeabilização à base de cimento.	30
Figura 5.1 – Amostra final (face de acabamentos de betão).	33
Figura 5.2 – Amostra final (face de remate de betão com pedra).	34
Figura 5.3 - Bujarda para acoplamento a equipamento de ar-comprimido.	35
Figura 5.4 - Bujarda para execução de acabamento em bujardado manual.	35
Figura 5.5 - Execução de parede em blocos de betão.	36
Figura 5.6 - Amostra final de parede em pedra rústica emparelhada.	37
Figura 5.7 – Painéis de cofragem com zero utilizações.	38
Figura 5.8 - Execução de negativo para o rodapé.	39
Figura 5.9 – Cofragem final para betonagem.	39
Figura 5.10 – Amostra pronta a betonar.	42

Figura 5.11 – Preenchimento de vazios em juntas.	42
Figura 5.12 - Cofragem (1º painel) de cobertura inclinada.	43
Figura 5.13 - Cofragem (2º painel) de cobertura inclinada.	44
Figura 5.14 – Execução do ensaio SLUMP ao betão.	45
Figura 5.15 – Registo fotográfico durante betonagem.	45
Figura 5.16 – Fuga de betão por defeito de cofragem.	46
Figura 5.17 – Processo de descofragem.	47
Figura 5.18 - Acabamento de betão em Bujardado Manual com bujarda.	48
Figura 5.19 - Acabamento de betão em Bujardado Mecânico Tipo I - Bujarda Fina.	49
Figura 5.20 - Acabamento de betão em Bujardado Mecânico Tipo II - Bujarda Grossa.	50
Figura 5.21 - Acabamento de betão em Bujardado a Pico manual.	51
Figura 5.22 - Acabamento de betão em jato de areia suave.	52
Figura 5.23 - Acabamento de betão em jato de areia forte.	53
Figura 5.24 – Acabamento de betão aparente liso.	54
Figura 5.25 - Acabamento de betão na cobertura menos inclinada.	55
Figura 5.26 - Acabamento de betão na cobertura mais inclinada.	55
Figura 5.27 – Amostra final de ligação de betão branco com muro de pedra rústica emparelhada.	56
Figura 5.28 – Produção dos rodapés em betão pré-fabricado.	57
Figura 5.29 – Fixação dos rodapés.	57
Figura 5.30 – Produção dos tampões de ancoragem.	58
Figura 5.31 - Fixação dos tampões de ancoragem.	58

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Quadro síntese de lista de especialidades.	7
Quadro 5.1 – Apresentação fotográfica dos troços mencionados.	41
Quadro 5.2 - Tempos de betonagem.	44
Quadro 5.3 – Quadro síntese de processo de acabamento bujardado manual.	48
Quadro 5.4 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado mecânico tipo I.	49
Quadro 5.5 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado mecânico tipo II.	50
Quadro 5.6 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado manual a pico.	51
Quadro 5.7 - Quadro síntese de processo de acabamento a jato de areia suave.	52
Quadro 5.8 - Quadro síntese de processo de acabamento a jato de areia forte.	53

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento Geral

A componente principal do meu estágio curricular foi o desempenho de funções de Fiscalização e Coordenação de obra numa empreitada de construção de um empreendimento turístico. Tive oportunidade de acompanhar várias áreas dentro da construção civil, desde a execução de infraestruturas hidráulicas (rede de abastecimento, incêndio, rega e drenagem), infraestruturas de telecomunicações, infraestruturas de média e baixa tensão, estruturas em betão armado, estruturas em madeira e todos os trabalhos de construção civil para acabamentos interiores e exteriores.

Relativamente às infraestruturas foi desafiante observar as dificuldades na prática do trabalho que não nos é perceptível na componente teórica. No caso de aberturas de valas, tive presente as questões relativas a entivações, raios de curvatura para que não prejudicassem a passagem da cablagem, ajuste de implantações de caixas de visita de forma a tornar os trabalhos mais fáceis/rápidos (sempre com o cumprimento da regulamentação). Apercebi-me que uma simples alteração de projeto, tem impacto em vários outros pontos do projeto, tornando assim fundamental a compatibilização entre todas as especialidades dos projetos.

Quando se iniciaram os trabalhos de fundações e estruturas de construções em betão armado entende-se que existe toda uma aplicabilidade dos Eurocódigos que nos foram introduzidos ao longo do curso. Existe a aprovação do betão a aplicar em obra, onde tive que verificar a receita do mesmo e verificar os diversos componentes do betão. A realização da verificação do pormenor de armaduras do projeto de estabilidade e por muitas vezes para possível execução em obra, o redimensionamento da peça para diâmetros diferentes. O ensaio do Slump sempre que chega um camião de betão à obra para avaliar o estado do betão e recolha de amostra/cubos para ensaio à compressão.

Toda a construção civil que vem com os acabamentos interiores e exteriores foi um dos grandes desafios porque para além de não apresentar a responsabilidade dos trabalhos estruturais, o estudo de soluções e boa prática de execução, são essenciais para o bom funcionamento/desempenho do edifício.

Durante o Estágio Curricular realizei também trabalhos de revisão de projeto (pré execução) onde se pretende efetuar uma análise de compatibilização às soluções adotadas pela Equipa Projetista, quer ao nível da conceção, sua exequibilidade e adequação às necessidades de um Edifício com esta utilização e dimensão, quer ao nível da sua conformidade com as normas existentes.

Nesta revisão são analisadas várias componentes de um projeto: Peças Desenhadas, Condições Técnicas Especiais, Memória Descritiva, Mapa de Trabalhos e Mapa de Quantidades. Este trabalho revelou-se um trabalho de alta importância à medida que ao longo da empreitada que acompanhei durante o estágio apresentou vários problemas de incompatibilizações entre especialidades devido a diversas alterações de projeto no desenvolvimento da mesma. Todos estes problemas representam-se em atrasos na conclusão da empreitada e “defeitos” na sua conceção.

Assim, entende-se o porquê da nossa formação académica servir de base para toda uma aprendizagem que nos irá acompanhar ao longo do percurso profissional, onde é necessário ter um espírito de curiosidade, quer para acompanhar e compatibilizar as diferentes especialidades, quer para acompanhar a atualização/inação da nossa área (novos métodos construtivos, novos equipamentos, novos materiais, etc.).

1.2. Objetivos e contextualização do Estágio

1.2.1. Objetivos

Os objetivos fundamentais no estágio realizado são os seguintes:

- Análise e verificação da compatibilidade entre especialidades de projeto;
- Acompanhamento de obra e verificação do cumprimento de projeto;
- Medições de obra;
- Análise de custos e prazos no decorrer da obra.

1.2.2. Instituição de acolhimento

A empresa Rui Prata Ribeiro, Lda., sediada em Coimbra, foi responsável pelo meu acolhimento no âmbito do estágio curricular para conclusão do meu percurso académico.

Trata-se de uma empresa de Fiscalização e Coordenação de Segurança em obras, com obras por todo o país, tendo ficado destacado, tendo em conta o que disse anteriormente, numa obra em Melides, concelho de Grândola.

1.2.3. Duração

O Estágio curricular teve a duração de seis meses, decorrendo formalmente entre o dia 10 de janeiro de 2022 e o dia 10 de julho de 2022.

1.3. Fases da Empreitada

A empreitada que tive oportunidade de acompanhar foi dividida em várias fases dada a sua dimensão e valor:

- 1ª Fase: execução das infraestruturas de hidráulicas (rede de abastecimento, rede de drenagem, rede de incêndio e rede de rega), rede elétricas (média e baixa tensão), de ITUR, rede viária, estruturas e acabamentos de um Edifício Técnico Enterrado;

- 2ª Fase e 3ª Fase (em simultâneo/complementares): fundações e estruturas de um edifício em betão armado, estruturas dos edifícios em madeira maciça, acabamentos exteriores e interiores dos edifícios, redes de abastecimento de água, esgotos, pluviais e domésticos, redes de energia, redes de telecomunicações e instalações de AVAC;

- 4ª Fase: Arranjos exteriores.

1.4. Estrutura do relatório

O relatório encontra-se dividido em seis capítulos, começando pela introdução onde é feito um enquadramento do trabalho desenvolvido, juntamente com os objetivos e motivações que levaram a opção de estágio curricular.

No capítulo 2 é feita uma breve introdução ao trabalho proposto de construção de um empreendimento, onde apresento o mesmo e explico como se desenvolve o empreendimento: intervenientes, fases de projeto, mapa de quantidades.

No capítulo 3 decidi-se aprofundar uma das primeiras fases que decorreu na empreitada, as infraestruturas exteriores. Aqui é abordado várias especialidades como abastecimento de água,

rede de drenagens, rede elétrica, rede de telecomunicações e infraestruturas viárias. Com a conclusão destas, deu-se início à construção dos edificadados.

No capítulo 4, dentro do capítulo da arquitetura do mapa de quantidades, apresenta-se os que considero mais importantes numa construção, como a boa execução de panos de alvenaria e as impermeabilizações e revestimentos. São três temáticas fundamentais para a qualidade de uma construção e duração da mesma.

No capítulo 5, apresento uma amostra realizada de acabamentos de betão aparente branco. Este era o ponto chave para a equipa de arquitetura do projeto, tendo sido um ponto bastante aprofundado e ensaiado ao longo do decorrer da empreitada.

No capítulo 6, e de forma conclusiva, resumo o trabalho realizado ao longo de estágio realizado, indicando a importância do trabalho desenvolvido e a sua influência na minha pessoa como formação profissional e pessoal.

Por fim, acrescenta-se uma lista para referências bibliográficas, onde constam não só as que apresento ao longo do relatório, mas também apresento um trabalhos e material de apoio que julgo importantes.

2. O EMPREENDIMENTO

2.1. Descrição Geral

O Empreendimento alvo do estágio, conforme mencionado no capítulo inicial, diz respeito à execução de fundações e estruturas do edifício principal em betão armado, estrutura de edifícios em madeira, acabamentos exteriores e interiores dos edifícios, redes de abastecimento de água, rede de esgotos pluviais e domésticos, rede de elétricas, rede de telecomunicações e instalações AVAC.

Dada sua dimensão e volume económico, o empreendimento foi dividido em várias fases de execução, que se complementam. Conforme referido anteriormente na primeira fase foram executadas as infraestruturas exteriores, seguida de uma segunda fase de construção dos edificandos e posterior arranjos exteriores.

Este faseamento originou desta forma diferentes empreitadas, que resulta em termos legais em várias obras. Assim, não existe apenas um projeto, mas sim vários, tendo múltiplos documentos associados, que irei explicar mais a frente.

2.2. Faseamento de um Empreendimento

Na elaboração de um empreendimento existem várias fases até a exploração/utilização do mesmo, podendo ser separadas em:

- Estudos de viabilidade;
- Projeto;
- Execução da obra;
- Exploração/utilização.

Inicialmente e conforme ilustrado na Figura 2.1 são elaborados diversos estudos, quer técnicos, quer financeiros, para justificar a motivação/elaboração de um empreendimento. Todo este processo é elaborado antes do pedido de execução do projeto (Pereira, Telmo Dias, 2014a).

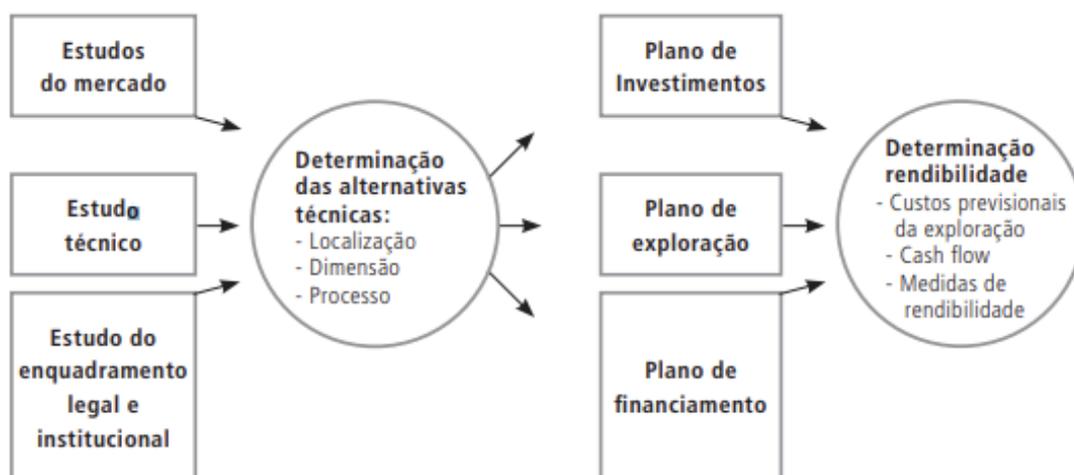


Figura 2.1 – Diagrama representativo do estudo de viabilidade de um empreendimento (Pereira, Telmo Dias, 2014b)

Numa fase seguinte, temos a elaboração do projeto de execução, sendo constituído por um conjunto coordenado de elementos e de fácil interpretação por parte das entidades intervenientes na execução de obra, obedecendo à legislação e regulamentação aplicável. No conjunto de elementos, idealmente deve constar:

- Memória descritiva;
- Caderno de Encargos (também designado por Condições Técnicas Especiais);
- Mapa de quantidades;
- Medições detalhadas;
- Peças desenhadas;
- Estimativa orçamental;
- Plano de Segurança e Saúde (PSS);
- Estudos complementares (p.e. estudo geotécnico).

No desenvolvimento de um projeto global temos a intervenção de várias Equipas Projetistas para cada especialidade, sendo fundamental a coordenação entre todas para que o projeto final esteja compatibilizado. No Quadro 2.1 apresento as especialidades existentes nesta empreitada:

Quadro 2.1 – Quadro síntese de lista de especialidades.

Especialidades do Projeto	Elaborador
Arquitetura	Arquiteto
Estruturas	Eng.º Civil
Infraestruturas e Instalações de Abastecimento de Água de Consumo	Eng.º Civil
Infraestruturas e Instalações de Drenagem de Águas Residuais	Eng.º Civil
Instalações Elétricas	Eng.º Eletrotécnico
Instalações de Comunicações	Eng.º Eletrotécnico
Instalações de Segurança	Eng.º Eletrotécnico
Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)	Eng.º Mecânico
Instalações de Gás	Eng.º Civil
Infraestruturas Viárias	Eng.º Civil
Arquitetura Paisagista	Arquiteto Paisagista
Segurança contra intrusão (*)	Eng.º Eletrotécnico
Comportamento térmico (*)	Eng.º Civil
Condicionamento acústico (*)	Eng.º Civil
Áudio e Multimédia (*)	Eng.º Eletrotécnico
Gestão Técnica Centralizada (GTC) (*)	Eng.º Eletrotécnico

(*) Especialidades sem mapa de quantidades que serviram sobretudo como apoio ao projeto de arquitetura e pontualmente a outras especialidades.

Para prosseguir para a próxima fase de execução de obra é necessária a celebração de um contrato entre a Entidade Executante e o Dono de Obra. Para além do contrato é necessário também elaborar o auto de consignação e aprovação do PSS, para que os trabalhos se possam iniciar (Pereira, Telmo Dias, 2014c).

Associado ao início da execução de obra é solicitado à Entidade Executante a elaboração de um Cronograma Financeiro e um Plano de Trabalhos adaptado ao projeto de execução.

Um Plano de Trabalhos, é definido pelo Decreto-Lei nº 18/2008 de 29-01-2008, artigo 361.º pela “fixação da sequência e dos prazos parciais de execução de cada uma das espécies de trabalhos previstas e à especificação dos meios com que o empreiteiro se propõe executá-los,

bem como à definição do correspondente plano de pagamentos”. Através deste documento é realizado um Cronograma Financeiro, que serve como base para o pagamento mensal em função dos trabalhos executados durante esse período. Estes documentos são de elevada importância para o Dono de Obra porque possibilita um controlo dos prazos de execução da obra.

Na grande parte das obras, para além de existir um Técnico de Segurança (associado à Entidade Executante) é também obrigatório que exista uma entidade que desempenhe funções de coordenação de segurança (CSO) (Pereira, Telmo Dias, 2014d).

Durante a execução da obra deverão ter sido em conta sempre, para a execução dos trabalhos, aprovação de materiais, sistemas e equipamentos a aplicar, o seguinte conjunto de documentos de referência:

- Caderno de Encargos;
- Legislação aplicável;
- NP EN ISO 9001:2008.

Finalmente, as obras terminam com a sua receção provisória, que acontece quando é cumprido todo o Plano de Trabalhos. Nesta altura é realizada uma vistoria para fazer um levantamento de todos os defeitos de construção, onde é imediatamente solicitada a sua devida correção/melhoria para se proceder a nova vistoria. Neste momento a obra é entregue ao Dono de Obra que usufrui de um prazo de 5 anos de garantia até receção definitiva.

2.3. Intervenientes de um Empreendimento

Nas várias fases de um empreendimento como descrito anteriormente, existem diversas entidades intervenientes (Figura 2.2): Dono de Obra, Equipa Projetista, Empreiteiro, Fiscalização e Coordenação de Segurança.

O Dono de Obra estabelece relação contratual com todas as outras entidades, sendo a parte interessada da execução do projeto. Numa fase inicial o projeto é desenvolvido pela Equipa Projetista, podendo já nesta altura a Fiscalização ter um papel ativo em revisões de projeto e no apoio à coordenação de projeto.

Quando se inicia a obra, a Fiscalização como representante legal do Dono de Obra é a entidade que estabelece uma relação entre todas as outras. Sendo a principal via de comunicação,

estabelece a ligação entre a obra e a Equipa Projetista sempre que necessário assistência técnica para resolução de problemas, bem como transmissão do estado da obra, para o Dono de Obra.

A Entidade Executante, representada pelo seu Diretor de Obra, deverá fazer total gestão dos seus subempreiteiros e apenas comunicar com a Fiscalização no decorrer da obra. Na composição da sua equipa deve constar um Técnico de Segurança que acompanhe a execução dos trabalhos e cumprimento do PSS fiscalizado pela Coordenação de Segurança em obra.

Idealmente deverão existir reuniões semanais entre a Fiscalização e o Empreiteiro de forma promover a via de comunicação para solucionar eventuais problemas/fraquezas do projeto.

Cabe à Fiscalização o acompanhamento da obra, controlo mensal dos prazos de execução, aprovação de materiais, aprovação dos planos de atuação, medição e aprovação dos autos de medição mensais e controlo de execução dos trabalhos.

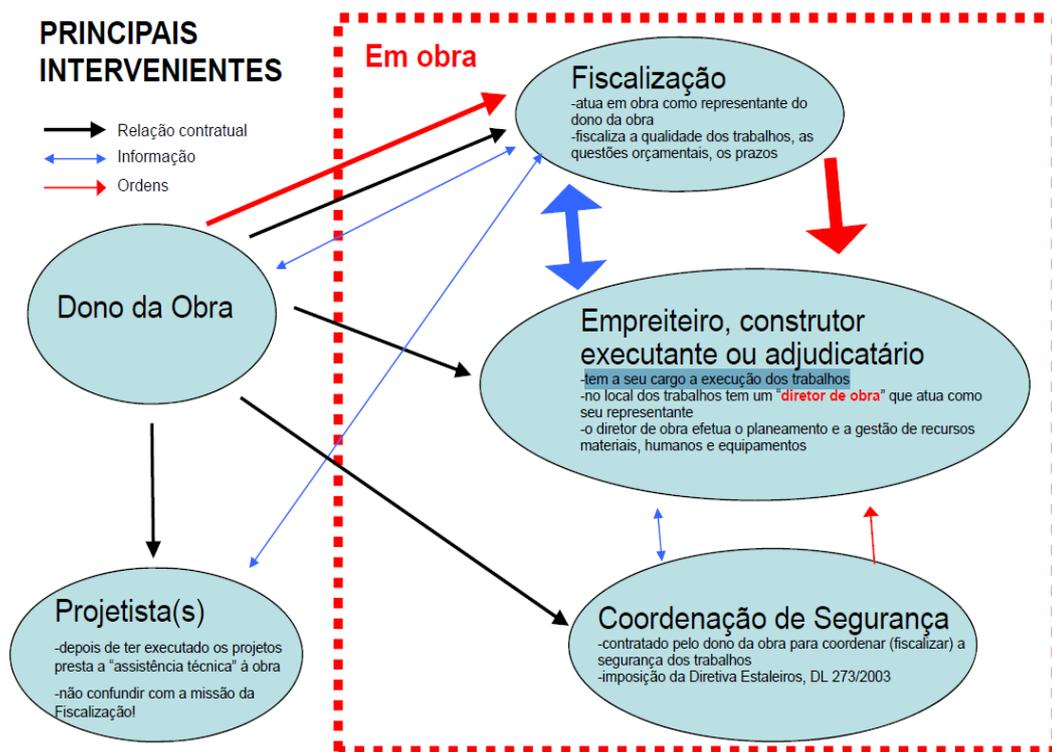


Figura 2.2 – Diagrama de representação dos intervenientes e relações entre eles (Pereira, Telmo Dias e Mateus, Diogo, 2014a).

2.4. Lista de Trabalhos da empreitada

Os trabalhos que constituem a empreitada são descritos e quantificados no Mapa de Quantidades, que conforme já descrito, é uma peça escrita existente na elaboração do projeto. Este documento é essencial para uma correta orçamentação, elaborar um planeamento de execução, determinação das quantidades de recursos, elaboração dos restantes documentos associados como cronograma financeiro e plano de trabalhos e, finalmente, para um controlo de faturação e prazos (Pereira, Telmo Dias e Mateus, Diogo, 2014b).

Conforme explicado no subcapítulo introdutório, devido ao faseamento do projeto de execução existem três mapas de quantidades, associados a cada uma das fases de execução e com auto de medição para cada um.

De seguida vou apresentar resumo de mapa de quantidades, relativo à segunda fase de execução, sendo a mais completa:

Cap. 0 – Condições Gerais de Empreitada (incluindo trabalhos preparatórios e estaleiro)

Cap. 1 – Arquitetura

- 1.1 – Paredes
- 1.2 – Impermeabilizações e Isolamentos
- 1.3 – Cantarias
- 1.4 – Carpintarias
- 1.5 – Serralharias
- 1.6 – Revestimento de pavimentos
- 1.7 – Revestimento de paredes
- 1.8 – Vãos
- 1.9 – Betão pré-fabricado
- 1.10– Betão decorativo
- 1.11– Diversos
- 1.12– Piscina

Cap. 2 – Estruturas

- 2.1 – Edifício principal
- 2.2 – Cabanas

Cap. 3 – Hidráulicas

- 3.1 – Infraestrutura e instalações de abastecimento de água de consumo
 - 3.1.1 – Infraestrutura exterior
 - 3.1.2 – Edifício principal
 - 3.1.3 – Cabanas
- 3.2 – Infraestrutura e instalações de drenagem de águas residuais
 - 3.2.1 – Infraestrutura exterior
 - 3.2.2 – Edifício principal
 - 3.2.3 – Cabanas

Cap. 4 – Elétricas Tipo B

- 4.1 – Edifício principal
- 4.2 – Cabanas

Cap. 5 – Instalações de Telecomunicações

- 5.1 – Edifício principal
- 5.2 – Cabanas

Cap. 6 – Instalações de Segurança

- 6.1 – Edifício principal
- 6.2 – Cabanas

Cap. 7 – AVAC

- 7.1 – Edifício principal
- 7.2 – Cabanas

Cap. 8 – Gás

Associado a cada especialidade e consequência de serem entidades diferentes a realizar os projetos de execução, existe um mapa de medições detalhado para cada artigo. Nestes devem estar contemplados todos os trabalhos previstos em projeto.

No seguimento do relatório serão desenvolvidos temas referentes ao capítulo 1 de Arquitetura desta fase de execução, bem como infraestruturas exteriores da primeira fase de execução. Uma última abordagem será relativa ao capítulo 1.10 de betão decorativo em parceria com o capítulo 2 de estruturas, quando o próprio betão estrutural é aparente (betão à vista).

3. INFRAESTRUTURAS EXTERIORES

3.1. Infraestruturas de abastecimento de água

3.1.1. Infraestrutura de abastecimento de água de consumo

3.1.1.1 Conceção Geral

O sistema para o abastecimento de água de consumo neste empreendimento pode-se dividir em 4 grupos:

- Captação de água;
- Adução e tratamento;
- Reserva privativa;
- Infraestrutura de distribuição.

O sistema de abastecimento de água de consumo ao empreendimento será totalmente independente das restantes, quer abastecimento de água de rega, quer a rede incêndios. Foi desenvolvido de forma a assegurar a continuidade do fornecimento e garantir as pressões mínimas estabelecidas.

De uma forma geral, a infraestrutura inicia-se num furo de captação de água, com cerca de 110 metros de profundidade, estando a bomba de captação apenas nos 40 metros. Após a captação, a mesma é conduzida para um reservatório a partir do qual se desenvolve uma rede de distribuição que alimenta todos os edifícios do empreendimento. O reservatório é constituído por duas células, tendo sempre que funcionar a pares, para garantir a descarga total para efeitos de limpeza e manutenção.

3.1.1.2 Captação de água

A necessidade de um furo de captação de água no empreendimento é devido à inexistência de infraestrutura pública de distribuição de água potável nas imediações.

A solução do projeto seria um sistema constituído por vários furos de captação, mas após a execução do primeiro furo e realizados os ensaios de caudal do mesmo, os valores de apenas um seria suficiente para o dimensionamento existente.

3.1.1.3 Adução

A conduta adutora vai desde o furo de captação até à estação de água (ETA) existente num edifício técnico, sendo depois encaminhada para os reservatórios de acumulação depois de respetivo tratamento.

3.1.1.4 Sistema de tratamento

Para avaliar a potabilidade da água procedeu-se a uma análise bacteriológica da mesma após a utilização do furo por 60 dias.

Neste caso em concreto, os valores concluíram que todos os parâmetros se encontravam nos intervalos admissíveis. Mas, em todo o caso, seguiu-se com o sistema de tratamento previsto em projeto, composto por pré filtração multimédia e osmose inversa, para uma garantia de tratamento e filtração que permite reduzir a cor e reter alguns metais, bem como a necessidade de um sistema de descalcificação.

Nos sistemas de desinfecção de água, é assumido que a qualidade se mantém constante, existindo pequenas variações na passagem por diferentes estações do ano, prevendo assim bombas de controlo automático de dosagem.

3.1.1.5 Reserva Privativa

Para o armazenamento da água, como supramencionado, foi previsto a construção de um reservatório com duas células em betão armado, com dimensões de forma a garantir a continuidade durante manutenções e limpezas.

Junto ao mesmo, situam-se a central hidropressora constituído por 3 eletrobombas com variador de velocidade integrado.

O enchimento do reservatório é feito automaticamente com o apoio de válvulas de controlo de nível, que de uma forma geral, é apenas uma boia flutuadora, que controla o nível de água.

Tratando-se assim de um funcionamento totalmente hidráulico, de forma lenta, minimizando assim as perturbações bruscas na rede.

Todo o dimensionamento, vai de encontro com o projeto de dimensionamento que foi lecionado no perfil de construções, na cadeira de Instalações e Sistemas Técnicos em Edifícios.

3.1.1.2 Infraestrutura de Distribuição

A rede de abastecimento de água tem então início na área técnica, junto do reservatório, terminando na entrada dos diversos edificadros do empreendimento. O traçado exterior desta infraestrutura acompanha todo o traçado de infraestrutura viária, tendo sido implantada sob a berma da mesma a uma profundidade entre 1,00-0,80 metros da cota da rasante das vias, conforme se pode verificar na Figura 3.1.



Figura 3.1 – Aplicação de tubagem de abastecimento em vala aberta.

As preocupações/dificuldades que foram surgindo durante a execução da mesma prenderam-se na compatibilização deste traçado com o perfil longitudinal das infraestruturas viárias de forma a ajustar a aplicação de equipamentos no local correto. Por exemplo, as instalações das ventosas terão de ser nos máximos relativos do perfil longitudinal das estradas, bem como as descargas de fundo e respetivas caixas de infiltração nos pontos mais baixos de forma a recolher todas as águas.

Na execução tive a oportunidade de acompanhar vários tipos de ligações, com recurso a acessórios de soldadura topo a topo, eletrosoldáveis conforme o diâmetro da conduta ou de aperto mecânico.

3.1.2. Infraestrutura de abastecimento de água de combate a incêndios

Na rede de incêndios o sistema é semelhante ao anteriormente descrito, pelo que terá a mesma origem no furo de captação de água freática, sendo que se centra em apenas dois capítulos: reserva privativa e infraestrutura de distribuição.

O sistema de reserva rege-se pelos mesmos princípios e a infraestrutura de distribuição é também através de um sistema de bombagem que está dimensionado para garantir a pressão de serviço dos marcos de incêndio instalados ao longo do lote.

3.1.3. Infraestrutura de abastecimento de água de rega

Na semelhança dos subcapítulos anteriores o sistema desenvolve-se com as mesmas características de reserva. Sendo a sua origem também proveniente do reaproveitamento das águas residuais cinzentas de origem doméstica após devido tratamento, que irei explicar mais abaixo.

Em relação ao dimensionamento da infraestrutura de abastecimento rege-se não pelas pressões mínimas de serviço, mas sim pelo caudal médio diário necessário para a área prevista de rega.

3.2. Infraestruturas de Drenagem de Águas Residuais

3.2.1. Conceção Geral

O sistema de drenagem de águas residuais no empreendimento divide-se em 4 fases:

- Recirculador de águas cinzentas;
- Estação elevatória de efluentes;
- Estação de Tratamento de Águas Residuais (águas negras);
- Infraestrutura de saneamento.

Tendo em conta que à semelhança da rede de abastecimento, não existe infraestrutura pública de saneamento próximo do empreendimento, as águas residuais domésticas serão alvo de separação, sendo as águas cinzentas tratadas para utilização na rede de rega e as águas negras direcionadas para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).

As águas negras direcionadas para a ETAR, depois do tratamento serão introduzidas no meio ambiente sem prejudicar o mesmo.

3.2.2. Estação de Tratamento de Efluentes

Neste projeto foi considerado redes separativas para as águas cinzentas e negras.

Como referido anteriormente estava previsto um tratamento para reaproveitamento das águas residuais cinzentas provenientes de chuveiros e lavatórios.

Normalmente este uso está relacionado com o aproveitamento dessas águas para sistemas de rega, descargas de sanita e não para consumo porque o tratamento não é tão completo que o permita transformar os resíduos em água potável para consumo.

Assim, o sistema recirculador de águas cinzentas consiste:

Numa primeira fase diz respeito ao pré-tratamento. Nesta etapa as águas residuais produzidas são encaminhadas passam por uma decantação primária, onde são filtrados os resíduos sólidos de maior dimensão e posteriormente para uma rede, com malha inferior a 2mm onde são

recolhidos os resíduos de dimensão inferior que normalmente se acumulam no fundo dos tanques enquanto à superfície escoam a parte líquida, como cabelos, resíduos de lavagens, etc. De seguida existe a adição de lamas ativadas e de agentes desinfetantes permitem eliminar o desenvolvimento de agentes patogénicos.

Nesta altura a água tratada é encaminhada para a rede secundária que irá ser reutilizada para o sistema de rega e/ou lavagem.

À semelhança do que acontece com as águas cinzentas, também as águas negras são sujeitas a tratamento através de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), de forma a serem devolvidas ao meio natural, sem interferir com o mesmo.

Uma ETAR atualmente é considerada uma infraestrutura de grande importância para a despoluição de diversos cursos de água, onde, todos os dias são encaminhadas grandes quantidades de efluentes poluentes. Com o crescimento das cidades a sua importância tem vindo a ganhar destaque nas infraestruturas de drenagem.

O sistema é baseado na introdução de lamas ativadas, podendo ser dividido em três fases:

Numa primeira fase, o processo de transporte por gravidade até à entrada da ETAR, constituída por uma câmara com dois canais em paralelo, uma vez mais por motivos de manutenção, onde se inicia um processo de gradagem que vai reter os sólidos de maiores dimensões presentes no efluente produzido.

De seguida, o efluente é direcionado para um reator de tratamento biológico que se divide em duas zonas: zona de arejamento e zona de decantação. Nesta fase entra em ação o conceito das lamas ativadas, anteriormente referidas, onde se desencadeia um conjunto de reações bioquímicas que permitem a transformação de matéria orgânica do efluente em materiais mineralizados, denominados por lamas ativadas. São sujeitas a uma decantação secundária, onde o líquido obtido segue para um tratamento terciário e as lamas em excesso são depositadas para mais tarde serem retiradas por uma entidade certificada.

No tratamento terciário supramencionado, o efluente é sujeito a filtrações de baixas velocidades e desinfecção.

Nesta altura a água tratada já apresenta características para ser devolvida ao meio ambiente através de poços de infiltração nas vizinhanças da ETAR.

3.2.3. Infraestrutura de Drenagem

A infraestrutura de drenagem de águas residuais consiste num troço de drenagem gravítica dos coletores prediais colocados juntos aos edificadados, que encaminham os efluentes até ao interior de um edifício técnico onde as águas cinzentas são encaminhadas para o sistema de recirculação explicado anteriormente.

Devido à topografia do terreno, a rede é bombada até certo ponto onde volta a ser gravítica até entrada na ETAR.

Toda a rede é acompanhada por caixas de visita/caixas de saneamento, tendo sido realizados ensaios de carga em todos os troços entre caixas.

3.3. Infraestrutura de Elétricas (Média e Baixa Tensão)

No empreendimento estava prescrito a instalação/execução de um posto de seccionamento à entrada do lote que ligou diretamente a uma linha aérea de Média Tensão pública que atravessa o interior do lote. Este liga a um posto de transformação adjacente, para alimentações aos equipamentos da entrada do lote, e distribui através de uma infraestrutura (enterrada e entubada), à semelhança das águas, executada na berma das infraestruturas viárias até a um posto de transformação secundário. A partir deste segundo posto de transformação é realizada a distribuição da rede de baixa tensão para todos os edificadados do empreendimento com o apoio de armários de distribuição implantados ao longo do lote.

Na execução das infraestruturas, a rede de média tensão e de baixa tensão regem aos mesmos cuidados e princípios. Ao longo da execução dos trabalhos deparou-se com várias fraquezas do projeto, nomeadamente na compatibilização de especialidades (Figura 3.2). No caso da localização de implantação de caixas de visita, a maior parte houve necessidade de ser reajustadas em obra de forma a controlar os raios de curvatura de tubagem nos vários troços, bem como de entrada nas próprias caixas.

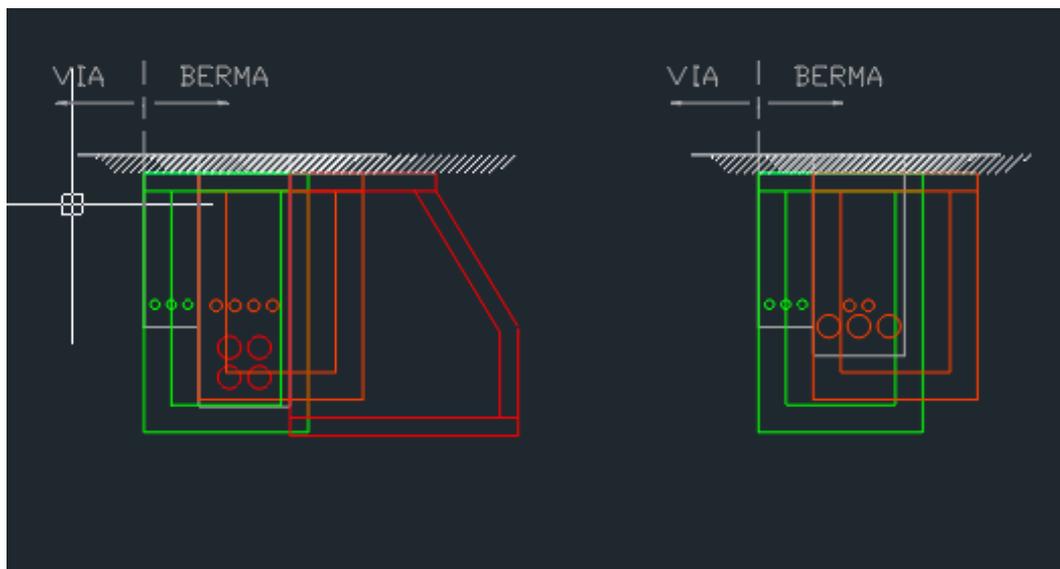


Figura 3.2 – Compatibilização de projeto de elétricas e telecomunicações.

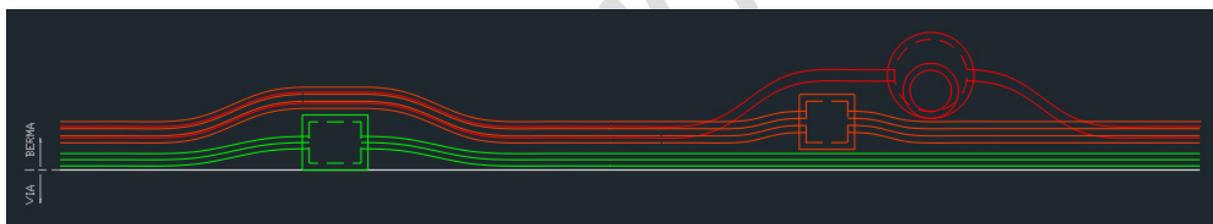


Figura 3.3 – Análise aos raios de curvatura para implantação de caixas.

A própria tubagem, apesar de serem de uma classe de resistência N450, apresentaram algumas preocupações. Neste caso os cabos de média propostos e aprovados eram um conjunto único de 4 cabos com 900 metros de comprimento, por isso o cuidado aquando da aplicação da tubagem é de demasiada importância para não provocar entraves no seguimento dos trabalhos.

Também alguns diâmetros não existiam disponíveis acessórios de fixação para garantir o correto traçado do tubo, existindo assim cuidados redobrados para a não ocorrência de “s” na tubagem que impossibilita a passagem de cabos.

Grandes destas adversidades indicadas devem-se ao facto de ter sido executada toda a infraestrutura (incluindo aterro das valas) e só depois a passagem de cabos. Por este mesmo motivo, aquando da realização de ensaios à infraestrutura, nomeadamente na passagem de guias, fomos deparados por troços com lixo no interior das tubagens.

3.4. Infraestrutura de Telecomunicações

A infraestrutura exterior de telecomunicações é bastante semelhante à descrita no subcapítulo anterior.

A rede é enterrada e entubada, tendo origem no início do lote (limite com a via pública) e o seu traçado desenvolve-se ao longo de toda a infraestrutura viária alimentando todos os edificadados.

Também as adversidades que apareceram na infraestrutura de elétricas se refletiram nesta, sendo os cabos de telecomunicações mais sensíveis que os anteriores.

3.5. Infraestruturas viárias

A estrutura viária do projeto consiste numa via principal que dá acesso deste o início/limite do lote até à zona dos edificadados e vias secundárias que criam um anel em torno de todos os edificadados.

Existiu uma grande condicionante a nível altimétrico que consistiu em minimizar os movimentos de terra, de forma a minimizar ao máximo o impacto ambiental e a vegetação envolvente. Foram também garantidas inclinações transversais de 2,5% para permitir a drenagem dos pavimentos.

Para garantir que a degradação do pavimento no decorrer da empreitada, a execução foi dividida em duas fases:

1ª fase construtiva:

- Execução de terraplanagens;
- Execução de todas as infraestruturas exteriores enterradas;
- Execução das camadas de base e sub-base dos pavimentos.

2ª fase construtiva:

- Execução de modelação paisagista;
- Reposição de material da camada de base dos pavimentos (por motivos de degradação durante a empreitada);
- Execução da camada final de acabamento.

Sendo o solo existente um solo arenoso com poucos finos e para não se recorrer a uma sobre escavação para colocação de uma camada de qualidade superior, foi proposta uma solução de aplicação de um sistema de geotêxtil e geogrelha rígida triaxial (Figura 3.4). Este sistema confere uma estabilização mecânica, uniformizando ao máximo as cargas provenientes da superfície.



Figura 3.4 – Execução de infraestruturas viárias.

No final da empreitada deverão ser realizados todos os ensaios regulamentares de forma a verificar a sua estabilidade para tráfego de ligeiros e de um veículo pesado de passagens esporádicas.

Versão Provisória

4. ARQUITETURA

4.1. Alvenarias

No caso do edifício de betão armado, dada a exigência da arquitetura, todas as paredes exteriores são em betão armado, bem como a maior parte das paredes interiores.

Apesar da maioria das paredes serem em betão armado, as mesmas são revestidas com uma forra em alvenaria de forma a permitir a aplicação de isolamento/impermeabilização.

4.1.1. Tipos de alvenarias

Neste projeto existem vários tipos de alvenaria aplicados:

- Alvenaria em pedra rústica emparelhada, com junta visível seca. Alvenaria aplicada para revestimento exterior do edifício, a formar parede dupla com caixa de ar com a parede estrutural de betão (Figura 4.1);

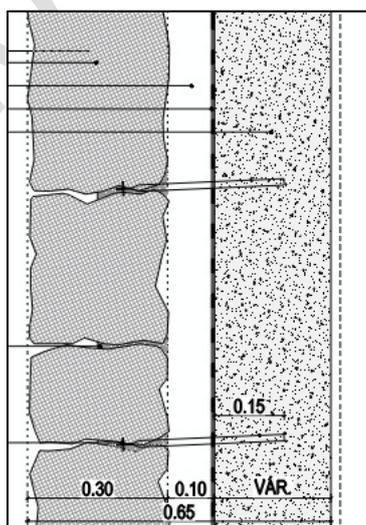


Figura 4.1 – Pormenor de alvenaria em pedra rústica.

- Alvenaria de tijolo tradicional com várias espessuras, utilizado para execução de paredes interiores e revestimento das paredes exteriores de betão armado do lado interior (Figura 4.2);

- Blocos de alvenaria de betão. Solução adotada em paredes interiores onde está prevista fixação de peças de grande peso nas paredes, desta forma é possível maciçar os blocos e garantir maior resistência à parede (Figura 4.2);

- Alvenaria de tijolo refratário, a aplicar nas forras interiores das lareiras existentes em projeto.

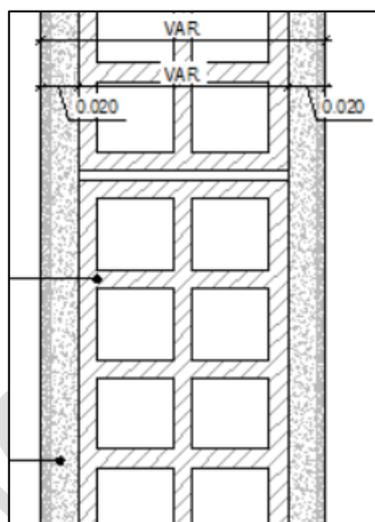


Figura 4.2 – Pormenor de parede de alvenaria interior.

4.1.2. Execução de alvenarias

Para a boa prática de paredes em alvenaria é necessário antes da sua execução avaliar as dimensões dos vãos livres que se pretendem executar, bem como a sua composição / pormenor de forma a se proceder a uma análise de procedimentos de forma a evitar problemas futuros ou de mau funcionamento.

Tendo em conta o regulamento atual, sempre que o vão livre excedeu os 4 metros de comprimento, foram executados pilares de betão armado. Outra situação que se verificou foi

em certas paredes que o pé direito era superior a 3,70 metros, foram executados lintéis em betão armado ao nível da padieira das aberturas.

Sempre que existe uma abertura / vão numa parede de alvenaria foi também executado uma padieira em betão armado pré-fabricado em alguns casos e nos restantes no próprio local, com entregas entre os 0,20 a 0,30 metros.

No caso de paredes duplas com caixa de ar foram sempre utilizados chumbadouros de ancoragem de 3 em 3 fiadas e espaçadas cerca de 1 metro no eixo horizontal, com o efeito de ligar os dois panos (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Aplicação de chumbadouros.

Todas as paredes foram imbricadas com as suas ortogonais em todas as fiadas e quando em encontro com estrutura de betão armado foram ligadas à estrutura através de aço de 3 em 3 fiadas, para garantir o seu travamento (Figura 4.4).

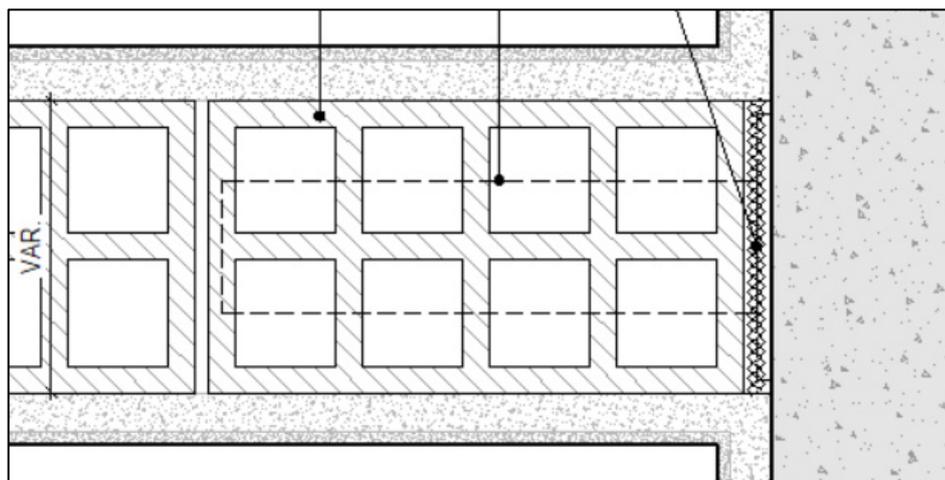


Figura 4.4 – Representação de ligação do pano de alvenaria à estrutura.

Apesar da ligação dos panos de alvenaria à estrutura de betão armado, para cumprir com os requisitos do projeto de acústica, foi sempre aplicada uma manta resiliente própria para assentamento de alvenaria, de forma a desligar os panos de alvenaria da estrutura de betão armado e minimizar a propagação de ruído através de reverberação.



Figura 4.5 – Verificação de primeira fiada de alvenaria e imbricamento entre panos.

4.1.3. Execução de revestimentos

Após a conclusão dos panos de alvenaria e abertos todos os roços para as instalações (hidráulicas, elétricas e outros) executaram-se os rebocos nas paredes e em alguns tetos, para servir de base ao acabamento final.



Figura 4.6 – Abertura de roços e passagem de tubagens.

Para evitar fendilhação no futuro, em todos os momentos de transição de materiais (p.e. alvenaria – betão armado) foi aplicada uma rede, em fibra de vidro, em toda a sua extensão de forma a melhorar a resistência dos revestimentos de paredes. Consiste numa redistribuição das tensões, evitando a concentração das mesmas na fronteira entre materiais. A mesma rede foi aplicada ao longo dos roços que foram abertos e posteriormente preenchidos.

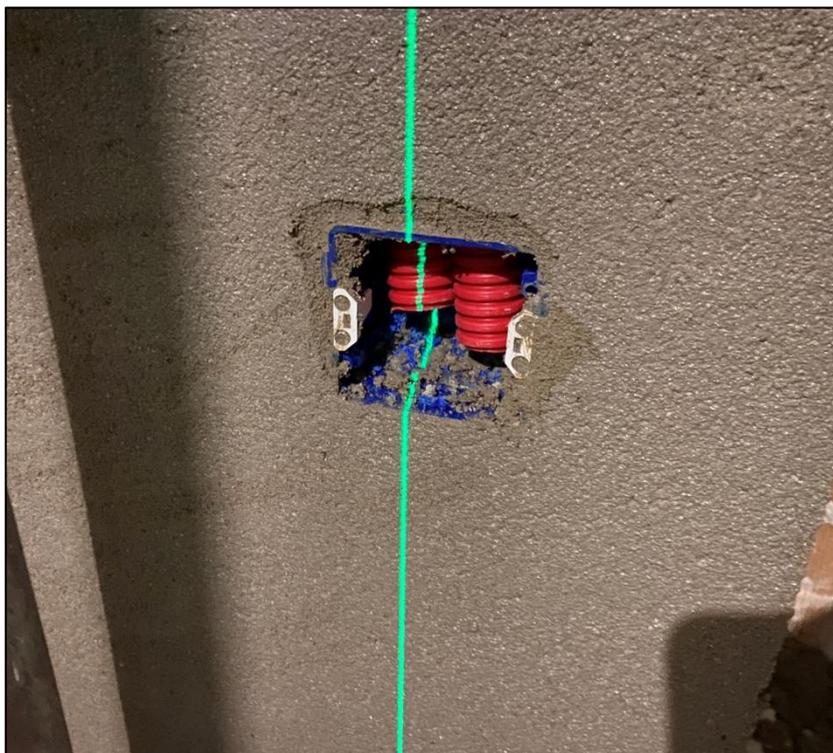


Figura 4.7 – Execução de rebocos com integração de caixas de aparelhagem.

4.2. Impermeabilizações

Sendo um tópico bastante importante na área da construção para o bom funcionamento de um edifício, vou enumerar os diferentes tipos / sistemas de impermeabilização previstos e executados neste projeto:

- Impermeabilização exterior em paredes enterradas: sistema composto por tela betuminosa aplicada diretamente na parede de betão armado enterrada, em solidariedade com uma tela drenante para encaminhamento das águas para geodreno junto às fundações do edifício (Figura 4.8);



Figura 4.8 – Aplicação de geodreno e camada britada.

- Impermeabilização interior em paredes enterradas: em complemento ao sistema indicado no ponto anterior, no interior do edifício entre a parede estrutural de betão armado e o pano de alvenaria foram aplicadas uma camada de aglomerado negro de cortiça e uma tela drenante. No fundo entre os dois panos foi executada uma meia cana, onde estão previstos pontos de recolha de águas para a caixa de águas pluviais mais próxima (Figura 4.9);

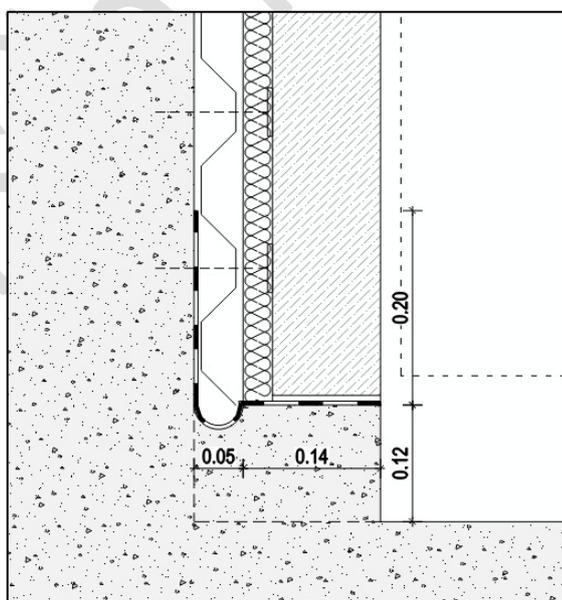


Figura 4.9 – Pormenor para execução de parede.

- Impermeabilizações interiores: em paredes interiores em contacto com exterior foi sempre aplicada uma camada de aglomerado negro de cortiça solidário com uma argamassa de impermeabilização à base de cimento, reforçada com rede fibra de vidro. O mesmo sistema foi aplicado em alguns tetos de áreas técnicas (Figura 4.10);



Figura 4.10 – Demonstração da aplicação do sistema: aglomerado negro de cortiça, rede fibra de vidro e impermeabilização à base de cimento.

- Impermeabilizações em zonas húmidas interiores: em zonas húmidas como casas de banho, tanques de água foi também previsto um reforço do sistema de impermeabilização por causa das humidades.

4.3. Acabamentos em betão à vista

O betão sempre foi considerado um material estrutural que servia de base para diversos tipos de revestimentos. Mas com o evoluir dos tempos, alguns arquitetos começaram a considerar o próprio betão como acabamento final, porque este permite vários tipos de acabamentos na sua superfície (Gerardo, 2013).

E este projeto é um exemplo claro dessa opção, a Equipa Projetista prescreveu um betão branco com a finalidade de que este seja aparente. A receita será sempre a mesma, o tipo de acabamento é que irá variar entre três: acabamento liso, bujardado e jateado. No próximo capítulo irei desenvolver este tema e apresentar uma amostra realizada.

5. BETÃO ESTRUTURAL BRANCO APARENTE

5.1. Descrição

O grande desafio desta obra é o aspeto final a que a Arquitetura obriga, então temos toda a estrutura do Edifício Principal em betão armado. Isto tem impacto tanto nos custos como nos prazos da empreitada. Para além da estrutura ser toda em betão armado, temos a particularidade de que tudo o que seja betão aparente seja em betão colorido (cor branca).

No decorrer da empreitada deparei-me com diversos problemas: qualidade da cofragem; proteção de armaduras; processo de descofragem e proteção dos elementos após descofragem.

Relativamente à qualidade da cofragem, foi exigido que está teria que ser nova e só poderia ser usada 2 a 3 vezes. Em zonas mais delicadas do edifício foi também solicitado que a armadura fosse sujeita a uma pintura contra a corrosão de forma a não interferir com a cor final, bem como o recobrimento que teve de ser controlado e não permitir que nada ficasse nos últimos 5 cm periféricos (como por exemplo o arame queimado que se utiliza na aplicação do aço, estas pontas são por muitas vezes pontos fracos que permite corrosão visível na parede).

No processo de descofragem, de forma a manter homogeneidade entre as diversas peças, existiu controlo nos tempos entre betonagem e descofragem, bem como todos os cuidados para não danificar.

Outro grande obstáculo foi também a quantidade de ferro prescrita em projeto devido às atividades sísmicas, que por vezes dificultou a qualidade da vibração de paredes em zonas de fecho, tendo sido todas as paredes vibradas também com pancadas de martelo como se fazia antigamente.

5.2. Amostra Realizada

5.2.1. Descrição da amostra

No âmbito de preparar as dificuldades futuras no decorrer da empreitada, foi proposta a realização de uma amostra de parede em pedra rústica e betão branco aparente, de forma a reproduzir um pormenor do projeto.

A amostra prevê duas faces com finalidades diferentes, a primeira para testar diversos tipos de acabamentos de betão (bujardados e jatos de areia), assim como testar a solução de rodapé e de tratamento dos pontos de ancoragem das cofragens, e a segunda para se testar a ligação entre o muro de pedra e o capeamento de betão.

O betão utilizado foi previamente estudado numa central, e aprovado pela Equipa Projetista, fabricado com um pigmento branco, agregados locais e cimento local, e que se pretende que seja usado no projeto para que a amostra fosse o mais próximo possível da cor final pretendida.



Figura 5.1 – Amostra final (face de acabamentos de betão).



Figura 5.2 – Amostra final (face de remate de betão com pedra).

5.2.2. Materiais e Equipamentos

Durante toda a execução desta amostra foram utilizados diversos materiais, dos quais os seguintes merecem destaque:

- Pedra Rústica;
- Betão Branco C40/50 S4 XA2(P) D22 C10,2;
- Cal Hidráulica;
- Areia;
- Cortiça;
- Malhasol;
- Cofragens.

Foram também utilizados os seguintes equipamentos:

- Compressor + bujardas de diferentes dimensões para funcionamento a ar-comprimido;
- Bujarda manual;
- Picareta (pico);
- Equipamento do jato de areia.



Figura 5.3 - Bujarda para acoplamento a equipamento de ar-comprimido.



Figura 5.4 - Bujarda para execução de acabamento em bujardado manual.

5.2.3. Base/Maciço

O ponto de partida da amostra foi a execução de um maciço de betão (mistura feita em obra) com 6,20m x 2,80m, para servir de base a amostra a realizar.

5.2.4. Paredes em blocos de betão

Para a execução da amostra e de forma a simular uma parede estrutural do edifício principal, foram utilizados blocos de betão 50x20x20 e foi executado um muro com 6,6m², para posteriormente ser revestido com pedra rústica.



Figura 5.5 - Execução de parede em blocos de betão.

5.2.5. Parede em pedra rústica

Na fase da aplicação da pedra rústica, foi também o momento em que os Arquitetos responsáveis pelo projeto, queriam aprovar o seu emparelhamento. Toda a pedra foi trabalhada de forma a apresentar o mínimo de junta entre elas e teve uma duração de 13 horas com 3 homens destacadas, para os 6,6m² indicados anteriormente.



Figura 5.6 - Amostra final de parede em pedra rústica emparelhada.

5.2.6. Cofragem

5.2.6.1 Cofragem para parede de acabamentos

Foram utilizados taipais/cofragens novas (zero utilizações) na face dos acabamentos da parede, sendo os restantes já reutilizados como processo habitual.

Nesta fase foram tidos todos os cuidados para não danificar o taipal, bem como a aplicação de uma tábua de madeira para negativo do rodapé, bem como o posicionamento e execução de todos os pontos de ancoragens (tijes).



Figura 5.7 – Painéis de cofragem com zero utilizações.



Figura 5.8 - Execução de negativo para o rodapé.



Figura 5.9 – Cofragem final para betonagem.

5.2.6.2 Cofragem para capeamento de betão sobre parede de pedra rústica

Para a aplicação dos taipais na face do muro em pedra rústica a grande dificuldade encontrada foram os vazios entre a pedra e o taipal provocados pela irregularidade da pedra. Tendo sido uma nota importante na execução do edifício principal para ter um controlo acrescido nas dimensões das pedras da última fiada.

Para ultrapassar esta dificuldade na amostra foram testadas duas soluções distintas, sendo que em cada uma delas foi ainda testada a execução de uma junta seca entre a pedra e o capeamento de betão.

Relativamente aos materiais utilizados entre a última fiada de pedra e o capeamento de betão foram criados 4 troços distintos (Quadro 5.1):

Solução 1:

Troço A – **Papel + Areia** + Argamassa (para criar a junta referida)

Troço B – **Papel + Areia**

Solução 2:

Troço C – **Papel** + Argamassa (para criar a junta referida)

Troço D – **Papel**

Sendo que:

Papel - Saco de cimento molhado.

Argamassa - De cal hidráulica e areia.

Quadro 5.1 – Apresentação fotográfica dos troços mencionados.

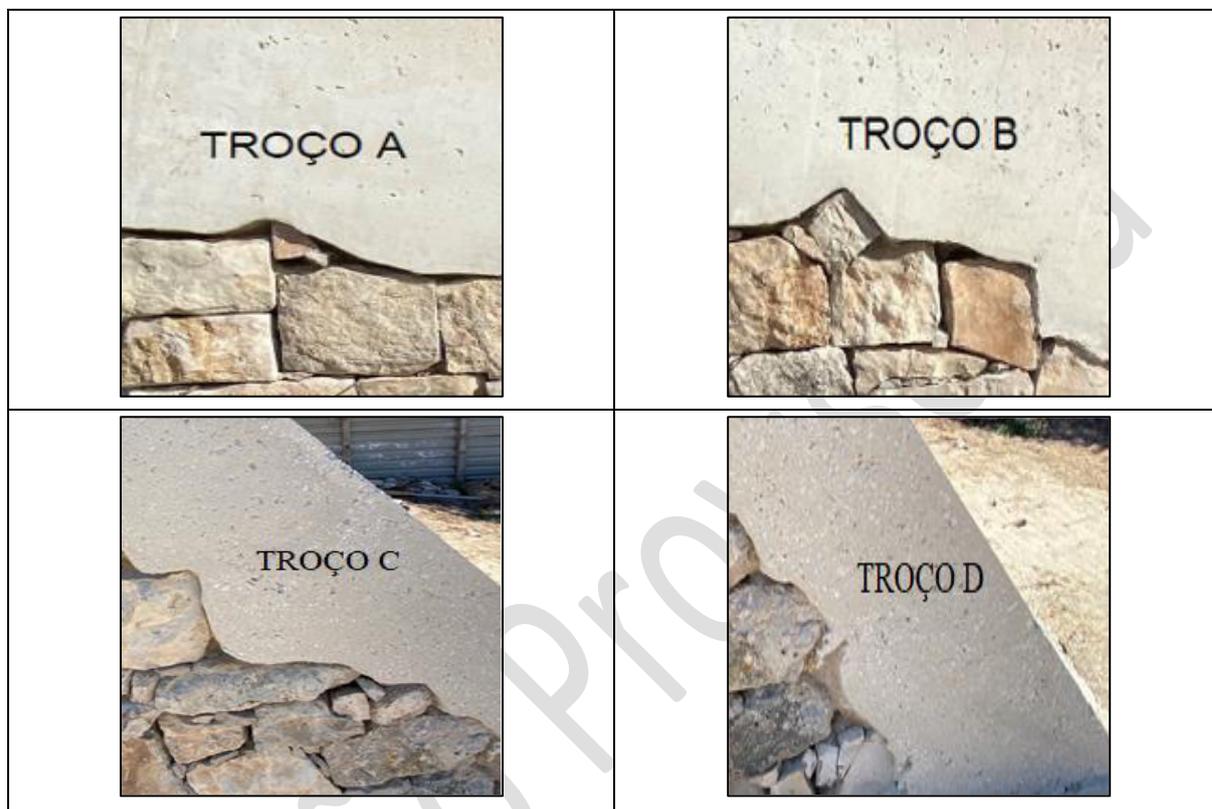




Figura 5.10 – Amostra pronta a betonar.



Figura 5.11 – Preenchimento de vazios em juntas.

5.2.6.3 Cofragem para cobertura inclinada

Para o troço de cobertura menos inclinada (Troço A + B), não existiu preocupação e realizou-se uma betonagem a superfície livre. Para o troço de cobertura mais inclinado (Troço C + D), já foi necessário aplicar um taipal para poder conter o betão, dividido em dois painéis para se conseguir trabalhar com o vibrador durante a betonagem. Quando se encheu de betão até ao primeiro nível de cofragem e após sua vibração foi aplicado o segundo nível de cofragem.



Figura 5.12 - Cofragem (1º painel) de cobertura inclinada.



Figura 5.13 - Cofragem (2º painel) de cobertura inclinada.

5.2.7. Betonagem

Como supramencionado, o betão escolhido para o projeto foi o C40/50 S4 XA2(P) D22 C10,2 (BRANCO). Foi executado o SLUMP em obra com um valor de 210mm, de um intervalo admissível compreendido entre 160mm e 210mm.

Quadro 5.2 - Tempos de betonagem.

	Início	2º linha de Ancoragens	Interrupção por fuga de betão pela base da cobertura inclinada	Retomou	Interrupção para aplicação de 2º painel na cobertura inclinada	Retomou	3ª Linha de Ancoragens	Conclusão
Tempo	08:15	08:21	08:24	08:58	09:03	09:29	09:34	09:55
Duração	9 Minutos			5 Minutos		26 Minutos		

A betonagem não foi sempre contínua, existiram duas interrupções que merecem destaque: durante a vibração na cobertura mais inclinada (Troço D) existiu uma fuga de betão; tempo para aplicação do segundo painel da cofragem da cobertura mais inclinada.

A operação de betonagem foi então de 100 minutos, sendo que considerando apenas o tempo útil (betonagem + aplicação do 2º painel) seria de apenas 66 minutos.



Figura 5.14 – Execução do ensaio SLUMP ao betão.

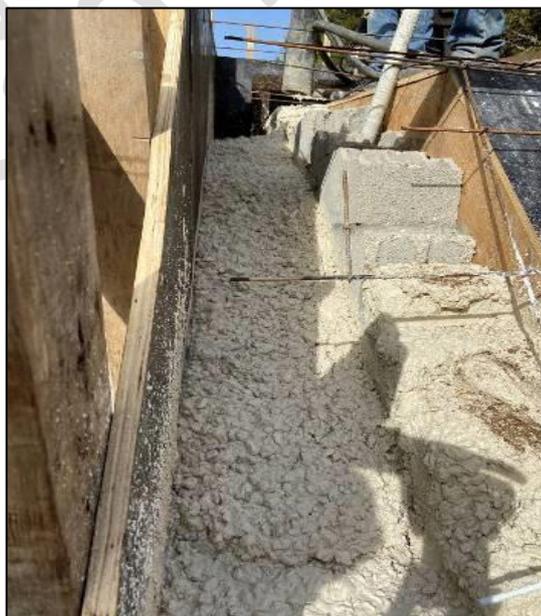


Figura 5.15 – Registo fotográfico durante betonagem.

Para evitar fugas como aconteceram na betonagem da amostra foi avaliada em obra uma solução que passa pela aplicação de pontos de ancoragem semelhantes aos existentes na parede de acabamentos de betão.

Conforme indicado pela central de betão não se pode alterar a classe de consistência do Betão para S3 sem alterar a cor do mesmo, uma vez que o mesmo possui elevadas quantidades de cimento para permitir conferir a cor pretendida, o que obrigatoriamente lhe atribui uma classe de consistência S4.



Figura 5.16 – Fuga de betão por defeito de cofragem.

5.2.8. Descofragem

O processo de descofragem decorreu no dia imediatamente a seguir (21 a 22 horas após a betonagem) para se executarem alguns dos acabamentos desejados. Após análise do acabamento do betão após cofragem, foi proposto executar novo ensaio com diferentes tempos entre betonagem e descofragem para verificar se tem impacto na tonalidade do betão. Sendo um betão branco aparente existe um estudo aprofundado para que no projeto final, todo o betão apresente a mesma tonalidade.



Figura 5.17 – Processo de descofragem.

5.2.9. Acabamentos finais

Deve ter-se em atenção que todos os registos aqui apresentados são relativos a uma amostra de pequena dimensão: as durações em obra para grandes superfícies irão ser sempre maiores, isto é, a produtividade de executar um acabamento num painel durante 2 horas é diferente que estar o dia completo a executar o mesmo trabalho. Isto é: a produtividade ao longo do dia diminui.

5.2.9.1 Bujardado Manual

Este acabamento foi executado por apenas 1 homem com uma bujarda de 5x5cm, tendo sido iniciada 50 horas após a betonagem, revelando boa trabalhabilidade por parte do betão.

Quadro 5.3 – Quadro síntese de processo de acabamento bujardado manual.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>0.992 m²</u></p> <p>Duração <u>1h42</u></p> <p>Tempo amostra/m² <u>1h25/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>1h50/m²</u></p>	 <p>Figura 5.18 - Acabamento de betão em Bujardado Manual com bujarda.</p>
--	---

5.2.9.2 Bujardado Mecânico tipo I

Este acabamento foi executado por apenas 1 homem com uma bujarda de 5x5cm, mas com o apoio de um compressor/martelo pneumático. A sua execução teve início também 50 horas após a betonagem, revelando boa trabalhabilidade por parte do betão.

Importante referir que este acabamento teve a sua duração prolongada devido a problemas técnicos do compressor que obrigou a várias paragens durante a sua execução.

Quadro 5.4 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado mecânico tipo I.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>0.74 m²</u></p> <p>Duração <u>1h00</u></p> <p>Tempo/m² <u>1h20/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>1h30/m²</u></p>	 <p>Figura 5.19 - Acabamento de betão em Bujardado Mecânico Tipo I - Bujarda Fina.</p>
---	---

5.2.9.3 Bujardado Mecânico tipo II

Este acabamento é semelhante ao anterior apresentado apenas alterando para uma bujarda de diferente dimensão dos "picos", executado por apenas 1 homem, com o apoio de um compressor/martelo pneumático. A sua execução teve início cerca de 52 horas após a betonagem, revelando ainda uma boa trabalhabilidade por parte do betão.

Importante referir que este acabamento teve a sua duração prolongada devido a problemas técnicos do compressor que obrigou a várias paragens durante a sua execução.

Quadro 5.5 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado mecânico tipo II.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>0.72 m²</u></p> <p>Duração <u>1h00</u></p> <p>Tempo/m² <u>1h20/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>1h30/m²</u></p>	 <p>Figura 5.20 - Acabamento de betão em Bujardado Mecânico Tipo II - Bujarda Grossa.</p>
---	--

5.2.9.4 Bujardado Manual a pico

Este acabamento foi executado por apenas 1 homem, mas com uma picareta (pico), que lhe confere um tipo de acabamento diferente. Foi iniciado 60 horas após a betonagem, revelando ainda boa trabalhabilidade por parte do betão.

Quadro 5.6 - Quadro síntese de processo de acabamento bujardado manual a pico.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>0.40 m²</u></p> <p>Duração <u>1h00</u></p> <p>Tempo/m² <u>2h30/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>3h00/m²</u></p>	 <p>Figura 5.21 - Acabamento de betão em Bujardado a Pico manual.</p>
---	--

5.2.9.5 Jato de areia suave

Este acabamento permite optar pelo grau de exposição de agregado pretendido, podendo variar o tempo de incidência e a distância entre o jato e o betão.

O trabalho de jato de areia suave foi executado por apenas 1 homem e teve início 144 horas após a sua betonagem.

Consegue-se manter com alguma facilidade a homogeneidade do acabamento ao longo de todo o painel, comparativamente com o acabamento a jato de areia forte apresentado a seguir.

Quadro 5.7 - Quadro síntese de processo de acabamento a jato de areia suave.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>1.66 m²</u></p> <p>Pressão 5.5 – 6 bar</p> <p>Distância do jato 20/30 cm</p> <p>Duração <u>6 minutos</u></p> <p>Tempo/m² +- <u>4 minutos/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>10 minutos/m²</u></p>	 <p>Figura 5.22 - Acabamento de betão em jato de areia suave.</p>
---	--

5.2.9.6 Jato de areia forte

O que distingue este acabamento do anterior (jato de areia suave), é o tempo de incidência do jato no mesmo local da parede, até se tornarem visíveis as britas do betão.

Após a execução deste acabamento é notório que não é possível manter toda a parede homogénea, tornando-se visível os locais onde o jato teve maior tempo de incidência, porque nem toda a brita se encontra à mesma distância da face.

O trabalho de jato de areia suave foi executado por apenas 1 homem e teve início 144 horas após a sua betonagem.

Quadro 5.8 - Quadro síntese de processo de acabamento a jato de areia forte.

<p>Aplicado em painel da amostra com <u>1.80 m²</u></p> <p>Pressão 5.5 – 6 bar</p> <p>Distância do jato 20/30 cm</p> <p>Duração <u>14 minutos</u></p> <p>Tempo/m² +- <u>8 minutos/m²</u></p> <p>Tempo estimado real/m² <u>15 minutos/m²</u></p>	 <p>Figura 5.23 - Acabamento de betão em jato de areia forte.</p>
--	--

5.2.9.7 Betão Liso

As bolhas são pequenos orifícios à superfície do betão, originados por bolhas de ar ou água que permaneceram no betão, mesmo após a compactação deste. Este fenómeno ocorre com mais regularidade nas camadas superiores do elemento de betão, uma vez que nas camadas inferiores a pressão sobre a cofragem é mais elevada, expulsando assim as bolhas de ar. Aconteceu também com maior relevo nas áreas onde a parte superior também se encontra cofrada, impedindo a saída do ar.

Outro ponto de relevo é a idade dos painéis de cofragem: os painéis novos são mais estanques à saída de ar e criam mais bolhas à superfície que no caso de painéis já com algum uso.



Figura 5.24 – Acabamento de betão aparente liso.

5.2.9.8 Cobertura inclinada

Na cobertura inclinada foi aplicado apenas um acabamento: jato de areia suave.

A olho nu foi possível observar diferenças entre o mesmo acabamento na parede e na cobertura: na última ficou com um acabamento mais próximo do jato de areia forte porque a brita tem tendência a subir e bastou este jato de areia suave para ficar à vista.

Este acabamento na semelhança dos anteriores em jato de areia foi executado por apenas 1 homem e teve início 144 horas após a sua betonagem.



Figura 5.25 - Acabamento de betão na cobertura menos inclinada.



Figura 5.26 - Acabamento de betão na cobertura mais inclinada.

5.2.9.9 Capeamento de betão na parede em pedra rústica

Na parede em pedra rústica com capeamento de betão foram repetidos novamente os seguintes acabamentos executados na superfície oposta para avaliação da combinação com a parede de alvenaria em pedra rústica emparelhada.

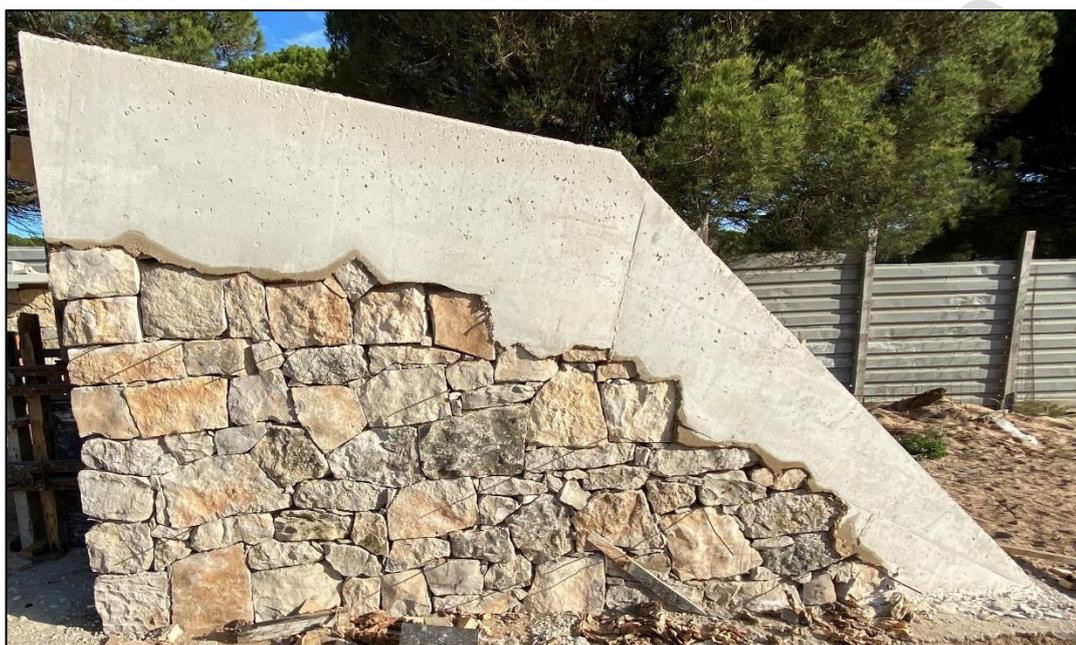


Figura 5.27 – Amostra final de ligação de betão branco com muro de pedra rústica emparelhada.

5.2.10. Rodapé

Foram executados em obra dois moldes com o mesmo betão da amostra e com 0,80 metros de comprimento para se ensaiar a sua aplicação. Num deles foi aplicado o acabamento em jato de areia forte e o outro ficou em betão liso. Na sua aplicação foi utilizada uma argamassa de cal hidráulica para tentar chegar a uma tonalidade parecida à do betão da amostra. Foi também testado dois tipos de juntas em cada um dos moldes: aberta e preenchida.



Figura 5.28 – Produção dos rodapés em betão pré-fabricado.



Figura 5.29 – Fixação dos rodapés.

5.2.11. Ancoragens

Os tampões de ancoragens foram realizados alguns com cimento branco, outros com o betão utilizado na amostra e posteriormente alguns com uma argamassa de cal hidráulica (tentar dar um acabamento mais liso).

Apresentou dificuldades em dar o acabamento nas peças de pequenas dimensões onde uma solução em obra seria aproveitar o mesmo betão de fases de betonagem diferentes para preencher os pontos de ancoragem da parede. Foi apenas executada uma solução, sendo que os tampões em fibrocimento não foram realizados.



Figura 5.30 – Produção dos tampões de ancoragem.



Figura 5.31 - Fixação dos tampões de ancoragem.

6. CONCLUSÕES

6.1. Considerações Finais

Terminado o período relativo ao Estágio Curricular do Mestrado em Engenharia Civil e exposto o trabalho desenvolvido ao longo deste período é de realçar o impacto que o mesmo teve na minha formação, quer académica/profissional, quer pessoal.

A possibilidade de ter acompanhado um projeto desta dimensão, onde tive a oportunidade de acompanhar um projeto em várias fases de execução, com várias especialidades foi evidentemente enriquecedor para consolidar todos os conceitos abordados ao longo do meu percurso académico.

Na primeira fase da obra, infraestruturas exteriores, foi notório que até os trabalhos menos complexos e exigentes necessitam de ser bem planeados e executados de forma a não dificultar os trabalhos sequenciais. O exemplo de se executar apenas uma abertura de vala na berma e executar as infraestruturas na sua totalidade ao longo das vias é economicamente e temporalmente mais vantajoso que executar as especialidades em separado, apesar de por vezes ser complicado quando envolve subempreiteiros.

No que diz respeito aos acabamentos interiores, apesar de estar muito ligado ao projeto de arquitetura, são estes que nos garantem o bom funcionamento e utilização do projeto final. Por isso é fundamental identificar e estudar as possíveis causas que estão habitualmente na origem de patologias, quer estruturais, quer não estruturais, e tomar medidas durante a execução dos trabalhos, no sentido de evitar o aparecimento futuro de patologias nos edifícios.

A interligação de betão estrutural com a arquitetura de acabamento final foi um desafio gigante. Compatibilizar a componente estrutural de uma parede e os cuidados necessários para que não exista fissura, quer por demasiadas concentrações de aço, falha no processo de cofragem e escoramento, falta de vibração do betão contribui para uma pesquisa/estudo sobre betão estrutural que foi bastante enriquecedora.

Mas também, não só a componente técnica, mas diversas competências que ultrapassam o contexto profissional foram desenvolvidas, como o trabalho em equipa, capacidade de comunicação, gestão do tempo e acima de tudo a capacidade de resolução de problemas.

Por todas estas razões, pretendo seguir um caminho profissional que passe por estar ligado a uma obra e na execução da mesma.

6.2. Trabalhos Futuros

Com o crescente aumento das exigências técnicas, quer regulamentares quer relacionadas com requisitos de projeto, e da necessidade de controlo de custos e de prazos, sou da opinião de que o trabalho de Fiscalização de Obra vem a ganhar mais importância e destaque nos projetos de execução nos dias de hoje.

Este serviço dispõe de várias valências que em tudo melhora a execução de um projeto. Existe uma garantia de cumprimento de projeto e de qualidade. Garante ainda um acompanhamento em fase de execução que permite a compatibilização entre especialidades e propostas de melhorias ao projeto à Equipa Projetista, sempre em prol do projeto final.

Como representante do Dono de Obra existe um acompanhamento especializado nas questões orçamentais e de controlos de prazos, que por muitas vezes se tornam problemas indiretos que provocam atrasos/interrupções no decorrer da obra. Nos dias de hoje, com o aparecimento de crises económicas, pandemias, guerras, etc, que provocam quebras de produção e aumento de preços, cada vez mais é necessário existir uma gestão ainda mais rigorosa de projeto para fazer frente a estas inconstantes do dia-a-dia.

Para terminar, julgo importante que as Equipas Projetistas que desenvolvem os projetos de execução façam o maior acompanhamento de obra possível, incluindo deslocações mensais ao local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pereira, Telmo Dias (2015). "Gestão de projeto e contratação de empreitadas de obras". Imprensa da Universidade de Coimbra, 2ª edição, 2015.
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2008). "Diário da República n.º 20/2008, Série I de 2008-01-29, Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro".
- Pereira, Telmo Dias e Mateus, Diogo (2014). "Apontamento de apoio à disciplina de Direção, gestão e Fiscalização de Obras", Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra.
- Gerardo, Sandra (2013). "Betão Arquitectónico", Cadeira de Construção de Edifícios, Mestrado em Construção e Reabilitação, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Sebenta "Elementos de Estudo de Direcção, Gestão e Fiscalização de Obras", Telmo Dias Pereira, 2016.
- Livro "Diretiva Estaleiros - Segurança na Construção", Telmo Dias Pereira, Imprensa da Universidade de Coimbra, Janeiro de 2013.
- Livro "Manual de Gestão da Construção", Telmo Dias Pereira, Verlag Dashofer 2003.
- Livro "Manual de Estaleiros de Construção de Edifícios", Brazão Farinha e Paz Branco, LNEC.
- Livro "Construction Management", Halpin, Daniel W.
- Filipe Bandeira; Diogo Mateus (2007) Textos de apoio à disciplina de Processos Gerais de e cópia das apresentações das aulas de Processos gerais de construção.
- Mascarenhas, Jorge – "Sistemas de Construção", Volumes I, II, III e IV, Livros Horizonte, 2003 / 2004.

- Coutinho, Sousa – “Fabrico e Propriedades do Betão”, Volumes I, II e III, LNEC, Lisboa, 1988.
- Silva, J.R.M.; Sousa, A.V.S. - “Manual de Alvenaria de Tijolo”, APICER, CTCV, DEC-FCTUC, Coimbra, 2000.
- Silva, J.R.M.; Sousa, A.V.S. - “Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos”, APICER, CTCV, DEC-FCTUC, Coimbra, 2003.