



# Análise de Processos Construtivos do Palacete Marechal 50 e Acompanhamento de Gestão de Obra

**ISABEL MARIA PEREIRA SALGADO**

julho de 2023

# **Análise de Processos Construtivos do Palacete Marechal 50 e Acompanhamento de Gestão de Obra**

ISABEL MARIA PEREIRA SALGADO

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Professor Doutor Tiago André Martins de Azevedo Abreu

Supervisor : Engenheiro Luís Silva (“Telhabel Construções, S.A.”)

**JULHO DE 2023**

Eu , Isabel Maria Pereira Salgado, estudante nº 1170867, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, declaro que não fiz plágio nem auto-plágio, pelo que o trabalho intitulado “Análise de Processos Construtivos do Palacete Marechal 50 e Acompanhamento de Gestão de Obra” é original e da minha autoria, não tendo sido usado previamente para qualquer outro fim. Mais declaro que todas as fontes usadas estão citadas, no texto e na bibliografia final, segundo as regras de referência adotadas na instituição.

Porto e ISEP, 2023/07/06

# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Glossário.....	xvii
Abreviaturas .....	xix
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Empresa Acolhedora de Estágio .....	7
CAPÍTULO 3    Descrição da Obra .....	11
CAPÍTULO 4    Análise dos Processos Construtivos de Construção Nova e de Reabilitação .....	23
CAPÍTULO 5    Gestão de Obra .....	59
CAPÍTULO 6    Considerações Finais.....	69
Referências Bibliográficas .....	71



## RESUMO

O principal objetivo da realização deste estágio, realizado na empresa “Telhabel Construções, S.A.” consistiu no acompanhamento de uma obra que é composta por reabilitação e pela construção de um novo edifício. O edifício existente era um antigo palacete e a sua reabilitação também compreendeu a reconversão de um edifício de habitação para um edifício de serviços.

O palacete é constituído por 3 pisos, assim como o novo edifício. O terreno é formado por 2220 m<sup>2</sup> e a área bruta de construção é de 1712 m<sup>2</sup>.

Neste trabalho é apresentada uma descrição da obra, onde é referida a sua localização e é feito um enquadramento histórico do palacete. São ainda abordados alguns processos construtivos utilizados aquando da construção do palacete e também alguns processos construtivos utilizados na construção do novo edifício e na reabilitação do palacete.

Os processos construtivos relacionados com a construção nova que se destacam são: utilização de betão branco à vista aprofundando o processo construtivo dos elementos construtivos; tecnologia de construção utilizada na execução de lajes no edifício novo; sistemas de impermeabilização utilizados quer no edifício novo quer no palacete; técnicas de reparação e de reforço no palacete; barramento armado utilizado nas fachadas do palacete.

Foram ainda acompanhados trabalhos de gestão de obra. Em particular são referidos quatro: o estaleiro de obra, o controlo de betonagens, o fecho de atividade de betão armado e os trabalhos complementares.

**Palavras-chave:** Reabilitação; Processos Construtivos; Gestão de Obra



## **ABSTRACT**

The main objective of this internship, carried out in the company “Telhabel Construções, S.A.”, was to monitor a construction site, which involved the rehabilitation of an existing building and the construction of a new one. The existing building was an old mansion, and its rehabilitation involved converting it from a residential building to a services building.

The old mansion consists of 3 floors, as the new building. The plot covers of 2220 m<sup>2</sup> and the gross construction area is 1712 m<sup>2</sup>.

The report includes a description of the construction site, including its location and a historical background of the old mansion. It also discusses various construction processes employed during the construction of the old mansion, as well as those used for the new building and the rehabilitation of the mansion.

The construction processes related to the new building mentioned in this report include the use of exposed white concrete, with a detailed explanation of the construction process for the structural elements. It also covers, the construction technology used for the slabs in the new building, the waterproofing systems employed in both the new building and the mansion, repair and reinforcement techniques applied to the mansion, and the use of armored busbars on the mansion's facade.

Additionally, the report covers the supervision of construction management tasks, specifically focusing on four aspects: the construction site management, concrete pouring control, closure of reinforced concrete activities, and supplementary works.

**Keywords:** Rehabilitation; Construction Processes; Construction Management



## **AGRADECIMENTOS**

Quero começar por agradecer à empresa “Telhabel Construções, S.A.” pela oportunidade de estágio, assim como a toda a equipa que me acompanhou no decorrer de estágio, de modo especial ao Engenheiro Luís Silva, à Engenheira Mariana Almeida, à Engenheira Paula Penêda e ao encarregado de obra senhor José Oliveira, por toda a ajuda e transmissões de conhecimentos prestados.

Quero também agradecer ao meu orientador do ISEP, Professor Doutor Tiago Abreu, por toda a ajuda que me deu, pela sua inteira disponibilidade e acompanhamento prestado.

Um especial obrigado aos meus companheiros da faculdade, por todas as horas passadas juntos a estudar, pela paciência que tiveram comigo, pela partilha de conhecimentos e pela amizade que criamos.

Um obrigado muito grande ao meu namorado, por toda a força que me deu nos momentos mais difíceis, pela compreensão, pelo apoio e por ter estado sempre lá.

Um obrigado à minha família, em especial à minha avó por todas as velas que acendeu por mim, por todas as orações que fez por mim, por todos os pedidos que fez ao meu avô que está a olhar por todos nós.

Por fim, agradecer com muito amor e carinho aos grandes impulsionares e que permitiram a continuação dos meus estudos, os meus pais. À minha irmã por me ter apoiado e ter tratado sempre do almoço e jantar durante o meu estágio. Sem vocês os três isto não tinha sido possível.

Um obrigado enorme, do fundo do meu coração, a todos vocês!



# ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais.....	1
1.2	Objetivos.....	4
1.3	Estrutura do Relatório .....	4
CAPÍTULO 2	Empresa Acolhedora de Estágio .....	7
CAPÍTULO 3	Descrição da Obra.....	11
3.1	Localização.....	11
3.2	Enquadramento Histórico do Palacete .....	12
3.3	Processos Construtivos Utilizados em 1944 .....	17
3.3.1	Alicerces.....	17
3.3.2	Alvenarias .....	18
3.3.3	Pavimentos .....	20
CAPÍTULO 4	Análise dos Processos Construtivos de Construção Nova e de Reabilitação .....	23
4.1	Betão Branco à Vista .....	23
4.1.1	Armaduras .....	25
4.1.2	Cofragem .....	27
4.1.3	Betonagem .....	30
4.1.4	Descofragem.....	31
4.2	Laje do Edifício Novo.....	32
4.3	Sistemas de Impermeabilização .....	38
4.3.1	Fundações.....	39
4.3.2	Muros de Suporte.....	39

## ÍNDICE DE TEXTO

4.3.3	Platibandas, Coberturas, Varandas e Floreiras.....	41
4.4	Técnicas de Reparação.....	46
4.5	Técnicas de Reforço .....	50
4.6	Barramento Armado .....	54
CAPÍTULO 5	Gestão de Obra .....	59
5.1	Estaleiro de Obra .....	59
5.2	Controlo de Betonagens .....	63
5.3	Fechos de Atividades de Betão Armado .....	65
5.4	Trabalhos Complementares.....	67
CAPÍTULO 6	Considerações Finais.....	69
6.1	Conclusões .....	69
6.2	Desenvolvimentos Futuros .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 – Pormenor arquitetónico da chaminé .....	2
Figura 1-2 – Pormenor arquitetónico da moldura nas portas da varanda.....	3
Figura 1-3 – Pormenor arquitetónico de uma janela .....	3
Figura 1-4 – Desenho isométrico 3D do exterior do Palacete Marechal 50 (Extraído de: Telhabel, 2023b)4	
Figura 2-1 – Logótipo da empresa “Telhabel Construções, S.A.” .....	7
Figura 2-2 – Organograma da empresa.....	9
Figura 3-1 – Localização da obra (google.pt/maps) .....	11
Figura 3-2 – Planta original da cave .....	13
Figura 3-3 – Planta original do rés-do-chão .....	14
Figura 3-4 – Planta original do 1º andar.....	15
Figura 3-5 – Corte da cobertura do palacete (Coelho, 2023).....	16
Figura 3-6 – Comparação entre o projeto original com o estado atual das chaminés .....	17
Figura 3-7 – Camada de asfalto em fundações (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	18
Figura 3-8 – Esquema de classificação dos tipos de paredes de alvenaria de pedra.....	19
Figura 3-9 – Esquema de classificação de uma alvenaria em relação à argamassa.....	19
Figura 3-10 – Parede de enxilharia (Extraído de: Telhabel, 2023b) .....	20
Figura 3-11 – Elementos constituintes de uma “placa de tijolo armado” (Extraído de: Telhabel, 2023b) 21	
Figura 3-12 – Vista inferior de uma “placa de tijolo armado” .....	21
Figura 3-13 – Cimento armado(Extraído de: Telhabel, 2023b) .....	22
Figura 4-1 – Esquema representativo do processo de execução de elementos verticais em betão .....	24
Figura 4-2 – Betão Branco com diferente pigmentação .....	25
Figura 4-3 – Pintura das armaduras .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-4 – Acondicionamento das armaduras pintadas.....	26
Figura 4-5 – Parede em betão branco sem primário nas armaduras.....	26
Figura 4-6 – Espaçador em betão branco.....	27
Figura 4-7 – Cofragem metálica com revestimento de contraplacado marítimo .....	28
Figura 4-8 – Cofragem de madeira.....	29
Figura 4-9 – Cofragem de cartão.....	29
Figura 4-10 – Cofragem utilizada em zonas redondas .....	29
Figura 4-11 – Cubos para Ensaio de Compressão .....	30
Figura 4-12 – Ensaio <i>Slump</i> .....	30
Figura 4-13 – Elementos em betão branco com filme plástico.....	32
Figura 4-14 – Módulo de cofragem perdida “Nautilus” .....	33
Figura 4-15 – Colocação do escoramento e cofragem de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	34
Figura 4-16 – Colocação e amarração de armaduras inferiores de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	34
Figura 4-17 – Colocação dos módulos de “Nautilus” de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	35
Figura 4-18 – Colocação e amarração de armaduras superiores de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	35
Figura 4-19 – Betonagem da 1.ª fase na lâmina inferior de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	36
Figura 4-20 – Tempo de espera entre fases de betonagem de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	36
Figura 4-21 – Betonagem da 2.ª fase de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b) .....	37
Figura 4-22 – Aspeto da face inferior de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos.....	37
Figura 4-23 – Sapata com emulsão betuminosa (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	39
Figura 4-24 – Muro de suporte com sistema de impermeabilização.....	40
Figura 4-25 – Aplicação de “Primer Wet” .....	42

Figura 4-26 – Aspetto final da aplicação do primário “Primer Wet” .....	42
Figura 4-27 – Aplicação de poliureia pura.....	43
Figura 4-28 – Poliureia pura aplicada.....	43
Figura 4-29 – “Tecnotop 2C” em varandas .....	43
Figura 4-30 – “Tecnotop 2C” em floreiras.....	43
Figura 4-31 – Esquema de aplicação das membranas TPO (Extraído de: Koster, 2023).....	44
Figura 4-32 – Parede antes de começar o processo de reparação (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	47
Figura 4-33 – Parede com os revestimentos retirados (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	47
Figura 4-34 – Aplicação das armaduras nas paredes (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	48
Figura 4-35 – Aplicação de betão projetado (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	48
Figura 4-36 – Parede com betão projetado (Extraído de: Telhabel, 2023b).....	49
Figura 4-37 – Primeira fase descrita em projeto sobre a aplicação de lâminas de betão sobre paredes de alvenaria existentes .....	49
Figura 4-38 – Segunda fase descrita em projeto sobre a aplicação de lâminas de betão sobre paredes de alvenaria existentes .....	50
Figura 4-39 – Viga exposta antes da aplicação do microbetão.....	51
Figura 4-40 – Colocação de armadura na viga .....	51
Figura 4-41 – Aplicação da primeira camada de microbetão.....	52
Figura 4-42 – Segunda camada de microbetão aplicada .....	52
Figura 4-43 – Fachada antes do preenchimento de fissuras.....	53
Figura 4-44 – Fachada depois do preenchimento das fissuras .....	53
Figura 4-45 – Introdução de uma viga metálica na estrutura (Extraído de: Telhabel, 2023b) .....	54
Figura 4-46 – Mistura do produto “Webertherm Pro” com água.....	55
Figura 4-47 – Aplicação da 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro” .....	55
Figura 4-48 – Aplicação da rede sobre a 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro” .....	56
Figura 4-49 – Incorporar a “Webertherm rede normal” na argamassa “Webertherm Pro” .....	56
Figura 4-50 – Aplicação da 2.ª camada de “Webertherm Pro” .....	57
Figura 4-51 – Aplicação do primário “Weberprim Regulador” .....	57

*ÍNDICE DE FIGURAS*

Figura 4-52 – Aplicação do “Weberplast Decor M” .....	58
Figura 5-1 – Planta de estaleiro.....	61
Figura 5-2 – Planta de estaleiro.....	62
Figura 5-3 – Mapa de controlo de betonagens .....	63
Figura 5-4 – Mapa de fecho de atividades de betão armado .....	65
Figura 5-5 – Exemplo de trabalhos complementares .....	67

## **GLOSSÁRIO**

Apiloamento – Compactação de material manual ou mecanicamente.

Betume – Substância mineral escura e viscosa, resultante da decomposição de matéria orgânica.

Caramanchão – Construção ligeira de ripas, ferro ou pedra revestida de plantas trepadeiras, formando cobertura.

Dispersão – Mistura uniforme de pequenas partículas de uma substância num fluido no qual não é solúvel.

Logradouro – Terreno ou espaço anexo a uma habitação, usado para serventia ou com outras funcionalidades.

Perpianho/Perpeanho – Parede executada em pedra aparelhada de todos os lados.

Tixotrópica – fluidos que possuem tixotropia, a tixotropia é uma propriedade que têm certas soluções (especialmente coloidais) de exibir uma viscosidade menor quando aumenta o gradiente de velocidade e, portanto, de poder passar a um estado de maior fluidez por agitação mecânica, sem variação da temperatura, voltando ao estado primitivo logo que acaba essa ação.

Travertino – Variedade de pedra calcária porosa, empregada nos edifícios romanos.



## **ABREVIATURAS**

APP – Polipropileno atático

FRP – Polímero reforçado com fibras

PDM – Plano diretor municipal

PVC – Policloreto de vinila

SBS – Estireno – butadieno- estireno

SI – Sistema internacional de unidades

TPO – Poliolefinas termoplásticas

UV – Ultravioleta

XPS – Poliestireno extrudido



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Dissertação/ Projeto/ Estágio, do 2º semestre, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil no Ramo de Construções, no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O estágio decorreu na empresa “Telhabel Construções S.A.”, com início a 23 de fevereiro de 2023 e término a 26 de junho de 2023. Este consiste no acompanhamento de uma obra, que contempla a reabilitação e reconversão de um antigo palacete num edifício de serviços assim como a construção de um novo edifício de serviços.

O trabalho tem como tema a análise de processos construtivos do palacete Marechal 50 e acompanhamento de gestão de obra.

A reabilitação está cada vez mais presente na realidade portuguesa, e a cidade do Porto não é exceção. O termo reabilitar pode ser confundido com outros termos como restaurar e reconstruir. Através da Carta de Lisboa sobre a Reabilitação Urbana Integrada (1995), é possível fazer a distinção de conceitos:

«Reabilitação de um edifício – Obras que têm por fim a recuperação e beneficiação de uma construção, resolvendo as anomalias construtivas, funcionais, higiénicas e de segurança acumuladas ao longo dos anos, procedendo a uma modernização que melhore o seu desempenho até próximo dos actuais níveis de exigência.

Restauro de um edifício – Obras especializadas, que têm por fim a conservação e consolidação de uma construção, assim como a preservação ou reposição da totalidade ou de parte da sua concepção original ou correspondente aos momentos mais significativos da sua história.

Reconstrução de um edifício – Qualquer obra que consista em realizar de novo, total ou parcialmente, uma instalação existente, no local de implantação ocupado por esta e mantendo, nos aspectos essenciais a traça original.»

O Palacete Marechal 50 estudado neste trabalho é classificado como um imóvel de valor patrimonial. Logo, não é possível fazer demolições de fachadas nem alterações na estética do edifício, sendo

obrigatório preservar as características arquitetónicas do palacete. Um exemplo de uma das obrigatoriedades é a de manter a caixilharia em madeira.

No Plano Diretor Municipal (PDM) da Câmara Municipal do Porto no artigo 82.º esclarece o âmbito do sistema patrimonial preconizando que “O sistema patrimonial inclui os bens culturais imóveis de interesse arquitetónico, urbanístico, arqueológico e natural que, pela sua particular importância, contribuem para preservar a identidade da cidade e valorizar os seus tecidos urbanos e recursos materiais simbólicos”. No artigo 83.º descreve os princípios orientadores, sendo os seguintes:

1. As intervenções que incidam sobre o património, quer seja privado ou público e no qual se inclui o espaço público, integrado em qualquer das componentes referidas no artigo anterior, devem respeitar as suas características e ter presente as possibilidades de fruição pela comunidade, num processo de contínua adaptação.
2. Qualquer intervenção no edificado deve preservar a identidade cultural e histórica dos aglomerados ou conjuntos, assente não apenas nos bens isolados, mas também nos conjuntos edificados e no espaço público envolvente.
3. A adaptação a novas funcionalidades deve ter em conta o significado histórico do imóvel ou do conjunto, o estudo estrutural do edificado, a compatibilização de materiais e a utilização de uma linguagem arquitetónica que promova a harmonização com a envolvente.

O novo edifício será construído numa zona de logradouros. Como estes não possuem grande importância histórica, podem ser demolidos.

A obra em análise é bastante interessante, uma vez que é possível observar dois tipos de construções distintas, uma construção mais moderna e uma construção mais antiga. A construção moderna rege-se por linhas mais simples e retas, o contrário da construção antiga. Nesta existem muitos detalhes na ornamentação, desde a existência de floreiras nas varandas, as guardas de ferro nas janelas até à existência de beirais nas portas.

Na Figura 1-1, Figura 1-2 e Figura 1-3 apresentam-se alguns dos pormenores arquitetónicos do palacete.



Figura 1-1 – Pormenor arquitetónico da chaminé



Figura 1-2 – Pormenor arquitetónico da moldura nas portas da varanda



Figura 1-3 – Pormenor arquitetónico de uma janela

Na Figura 1-4 observa-se o conjunto dos dois tipos de construções, i.e., moderna e antiga. A cota final da construção nova é mais baixa do que a do palacete. Deste modo, o impacto visual é menor e o palacete continua a destacar-se.



Figura 1-4 – Desenho isométrico 3D do exterior do Palacete Marechal 50 (Extraído de: Telhabel, 2023b)

Ao longo do relatório de estágio são abordados alguns processos construtivos, da altura em que o palacete foi construído e processos construtivos utilizados no decorrer da obra na construção do edifício novo e na reabilitação do palacete.

São ainda abordadas questões de gestão de obra, uma vez que o estágio foi realizado em direção de obra e foram executadas algumas tarefas de gestão.

## 1.2 OBJETIVOS

Através da realização do estágio em ambiente empresarial pretendeu-se adquirir os seguintes objetivos:

- Obter conhecimentos práticos sobre as etapas envolvidas tanto na construção de um edifício novo, bem como na reabilitação de um edifício antigo.
- Adquirir conhecimentos no âmbito dos processos construtivos, técnicas e materiais utilizados;
- Acompanhar o processo de soluções construtivas implementadas em obra;
- Adquirir e desenvolver conhecimentos ao nível de direção e gestão de obra.

## 1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório é constituído por seis capítulos.

O primeiro capítulo é composto pelas considerações gerais, objetivos e estrutura do relatório que juntos perfazem a introdução.

O segundo capítulo é constituído pela descrição da empresa. Como o próprio nome indica, é feita a apresentação da empresa acolhedora deste estágio – “Telhabel Construções, S.A.”.

O terceiro capítulo apresenta o caso de estudo, realçando a localização, o enquadramento histórico do palacete e os processos construtivos utilizados na altura da construção do palacete.

O quarto capítulo contempla a análise dos processos construtivos utilizados em obra, quer na construção do edifício novo quer na reabilitação do palacete. Neste capítulo a nível dos processos construtivos utilizados na construção do edifício novo aborda-se a construção com betão branco, o tipo de laje escolhido e os sistemas de impermeabilização. No que diz respeito aos processos utilizados no palacete também é contemplada a impermeabilização, assim como técnicas de reparação e de reforço e ainda o barramento armado.

O quinto capítulo aborda a gestão de obra, realçando alguns dos trabalhos desenvolvidos em obra, como a organização do estaleiro de obra, o controlo de betonagens, o fecho de atividades de betão armado e os trabalhos complementares.

Por fim, apresenta-se o sexto capítulo que é referente às considerações finais. Deste derradeiro capítulo, salienta-se a síntese do trabalho e os desenvolvimentos futuros.



## CAPÍTULO 2

### EMPRESA ACOLHEDORA DE ESTÁGIO

A história da empresa acolhedora do estágio remonta à data de 15 de março de 1973, data da sua fundação, pelo Engenheiro Manuel Sampaio Couto. A origem do percurso da empresa está associada à pré-fabricação de betão, mais particularmente ao fabrico de telhas em betão, por esse mesmo motivo o primeiro nome da empresa era “Telhabel – Fábrica de Telha de Betão, Lda.”

Desde muito cedo, a empresa efetuou uma boa análise de mercado, tendo-se dedicado na década de 80 ao fabrico de estruturas pré-fabricadas. É nesta altura que a empresa altera o seu nome para “Telhabel – Pré-fabricados de Betão, S.A.”.

Ainda na década de 80 a empresa diversifica o seu negócio passando a construir naves industriais (centros de armazenagem). Em meados da mesma década a empresa volta a expandir o negócio, passando a atuar no mercado da construção de edifícios para habitação. Em 1996 dá-se o ingresso da empresa no setor das obras públicas.

Atualmente a empresa é denominada de “Telhabel Construções, S.A.”, representando-se na Figura 2-1 o logótipo atual da empresa.



Figura 2-1 – Logótipo da empresa “Telhabel Construções, S.A.”

A “Telhabel Construções, S.A.” faz parte do Telhabel *Group*, estando associada dentro do grupo ao setor da engenharia e construção civil. Para além deste setor, o grupo possui mais áreas de negócios, tais como: imobiliário, educação, turismo e eventos, agricultura e energias renováveis.

## CAPÍTULO 2

No setor em que a empresa atua, são abrangidas diferentes áreas da construção civil, tais como: educação, desporto, reabilitação, saúde, serviços, industrial, residencial, infraestruturas e obras de arte.

De acordo com (Telhabel, 2023a), os fatores de competitividade são: qualidade do serviço prestado, cumprimento dos prazos, aplicação de tecnologias atuais, qualificação contínua dos recursos humanos, cumprimento de normas de segurança e respeito pelas questões ambientais.

A empresa ainda salienta os valores que possuem, tais como:

- Ética, Responsabilidade e Transparência – desta forma posicionam-se no negócio com integridade, devoção e determinação;
- Compromisso e Dedicção com os clientes – compreendendo as necessidades e expectativas dos clientes ajudando-os no sucesso do seu negócio;
- Vida acima de tudo – cuidando bem das pessoas, trabalhadores e meio ambiente. Segurança, estabilidade e bem-estar pela responsabilidade nas gerações futuras.

A empresa assume como lema “HOJE, CONSTRUÍMOS O FUTURO!” e acrescenta “tendo sempre presente a POLÍTICA DA QUALIDADE, SEGURANÇA E AMBIENTE”.

A empresa está organizada hierarquicamente, como é possível observar na Figura 2-2 através de um organograma.

De acordo com Faria (2008), um organograma é um esquema representativo da organização de uma empresa onde se identificam as ligações horizontais de comunicação/informação e as verticais de chefia. Um organograma identifica os órgãos da empresa, estando organizada a hierarquia de modo decrescente.

O estágio enquadra-se no órgão da “Direção de Obra” (Figura 2-2).

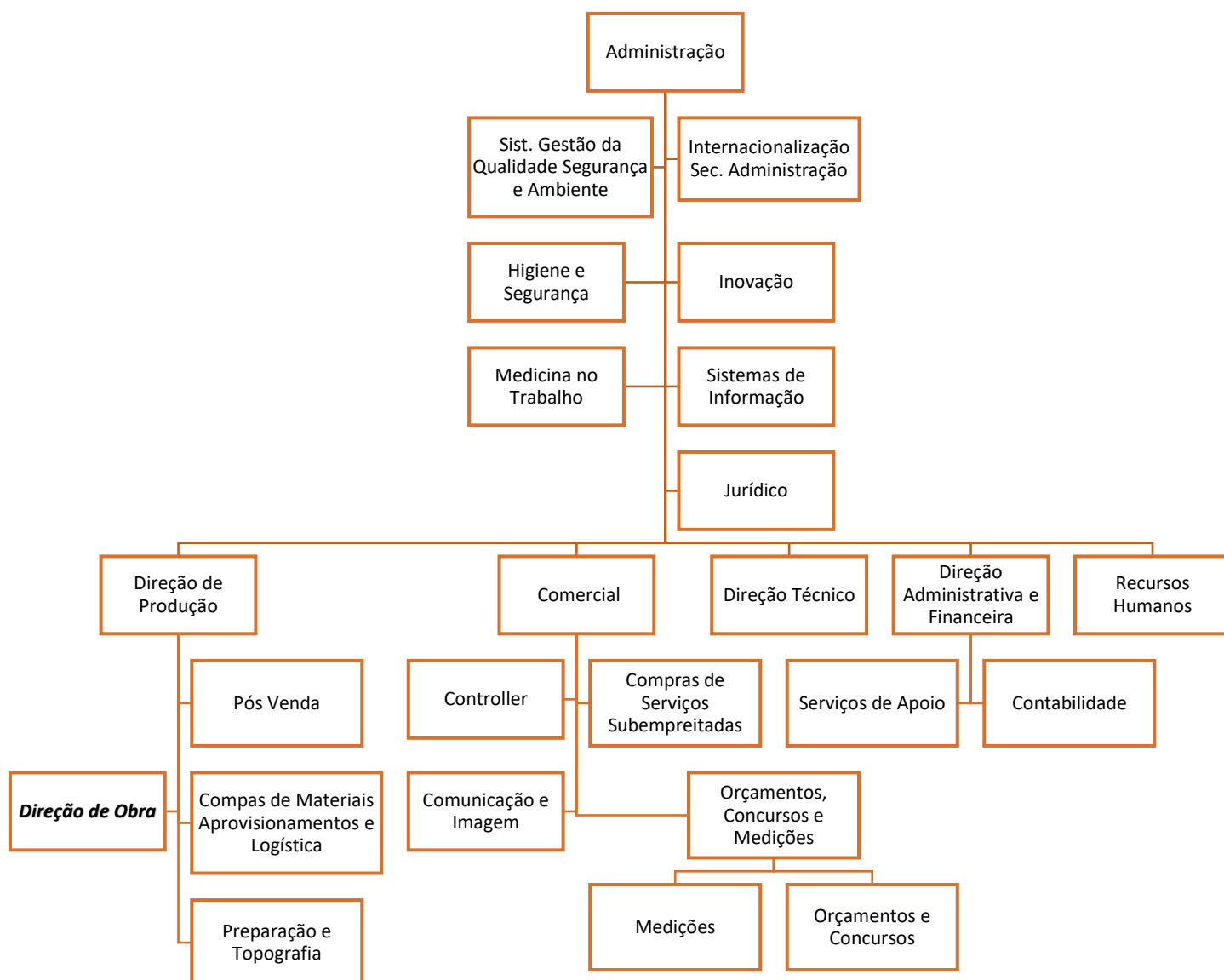


Figura 2-2 – Organograma da empresa



## CAPÍTULO 3

### DESCRIÇÃO DA OBRA

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

A obra de reconversão de um antigo palacete num edifício de serviços, bem como a construção de um novo edifício de serviços, situa-se na Avenida do Marechal Gomes da Costa n.º 50, no Porto.

Esta está confinada entre a Avenida da Boavista, a Rua Jorge Reinel e a Avenida do Marechal Gomes da Costa como é possível observar na Figura 3-1. A propriedade onde se insere a obra está delimitada através de linhas amarelas.



Figura 3-1 – Localização da obra (google.pt/maps)

### **3.2 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DO PALACETE**

Os primeiros documentos que fazem referência à construção do palacete encontram-se no arquivo da Câmara Municipal do Porto. Através dos documentos guardados no arquivo, como o pedido de construção, o projeto de construção e as diversas memórias descritivas, é possível conhecer e entender o tipo de construção original utilizado, as técnicas construtivas implementadas e os materiais escolhidos na época. Através das plantas é possível observar ainda as características arquitetónicas que estão presentes no palacete.

O Palacete foi mandado edificar por António Rodrigues Serrano, os arquitetos responsáveis foram Francisco Fernandes da Silva Granja e Carlos Neves e o engenheiro responsável foi Francisco Jacinto Sarmento Correia de Araújo.

A construção do Palacete remonta aos anos 40 do século XX, tendo dado entrada na câmara o pedido de construção a 7 de março de 1944. A 4 de maio de 1944 deu entrada na câmara o pedido de abertura de caboucos e assentamento de alicerces, tendo sido deferido a 15 de maio de 1944, marcando o início da construção do Palacete. A licença de habitação foi passada a 15 de abril de 1946, quase dois anos depois da entrada do pedido na câmara. Esta diferença de tempo é explicada pelos aditamentos que a obra sofreu.

Na Figura 3-2, Figura 3-3 e Figura 3-4 estão apresentadas as plantas originais do palacete, sendo constituído por três pisos: cave, rés-do-chão e primeiro andar.

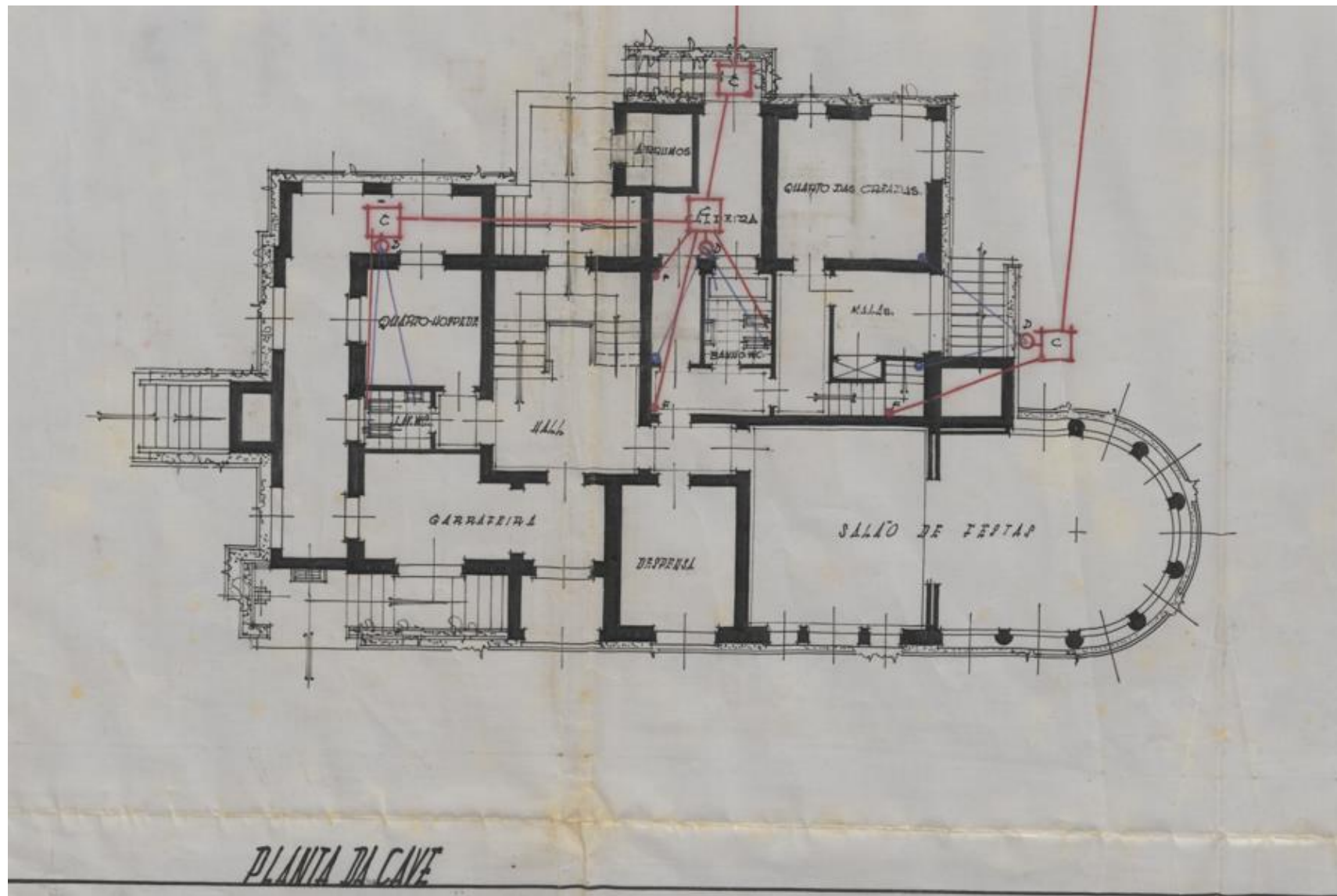


Figura 3-2 – Planta original da cave

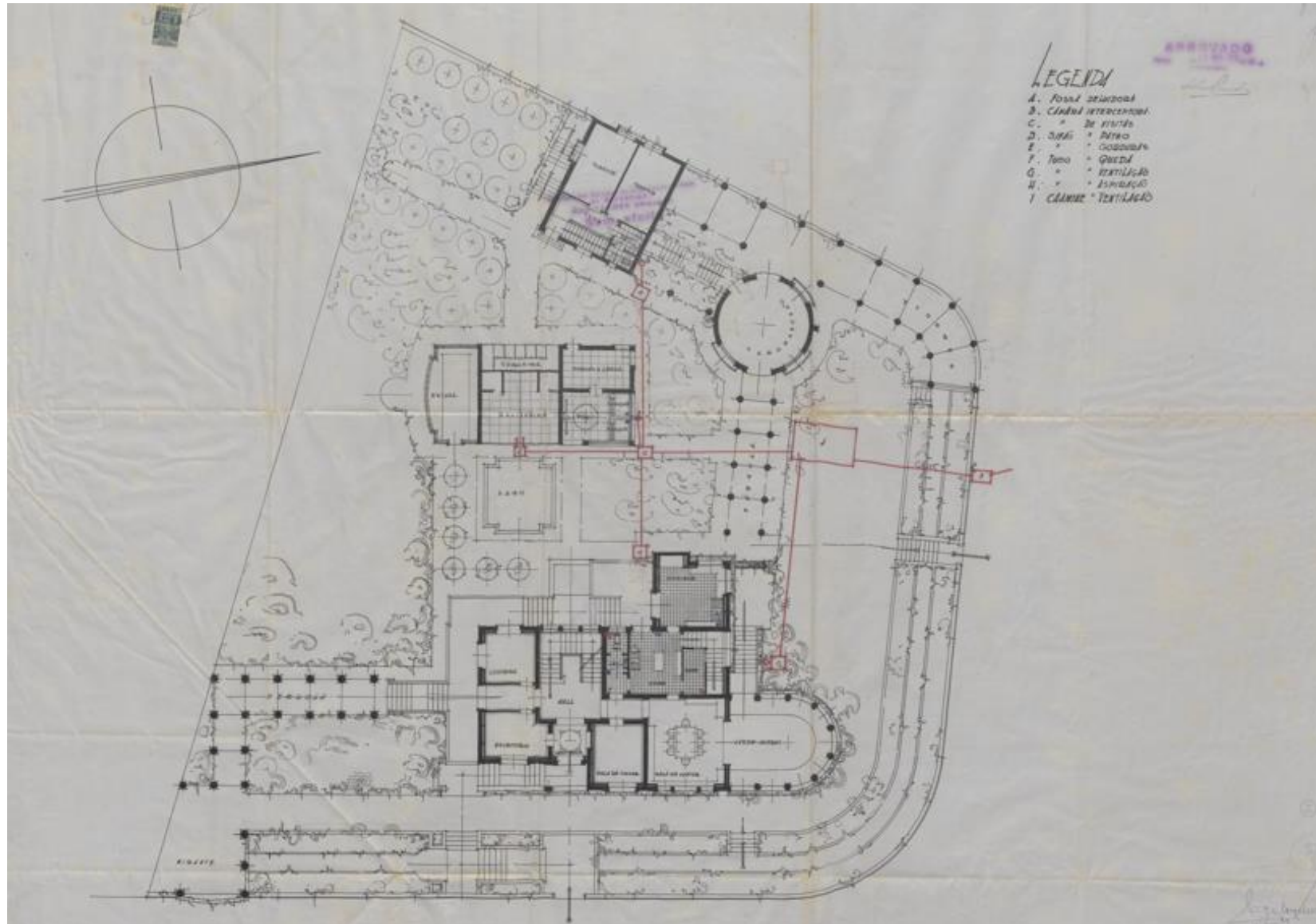


Figura 3-3 – Planta original do rés-do-chão

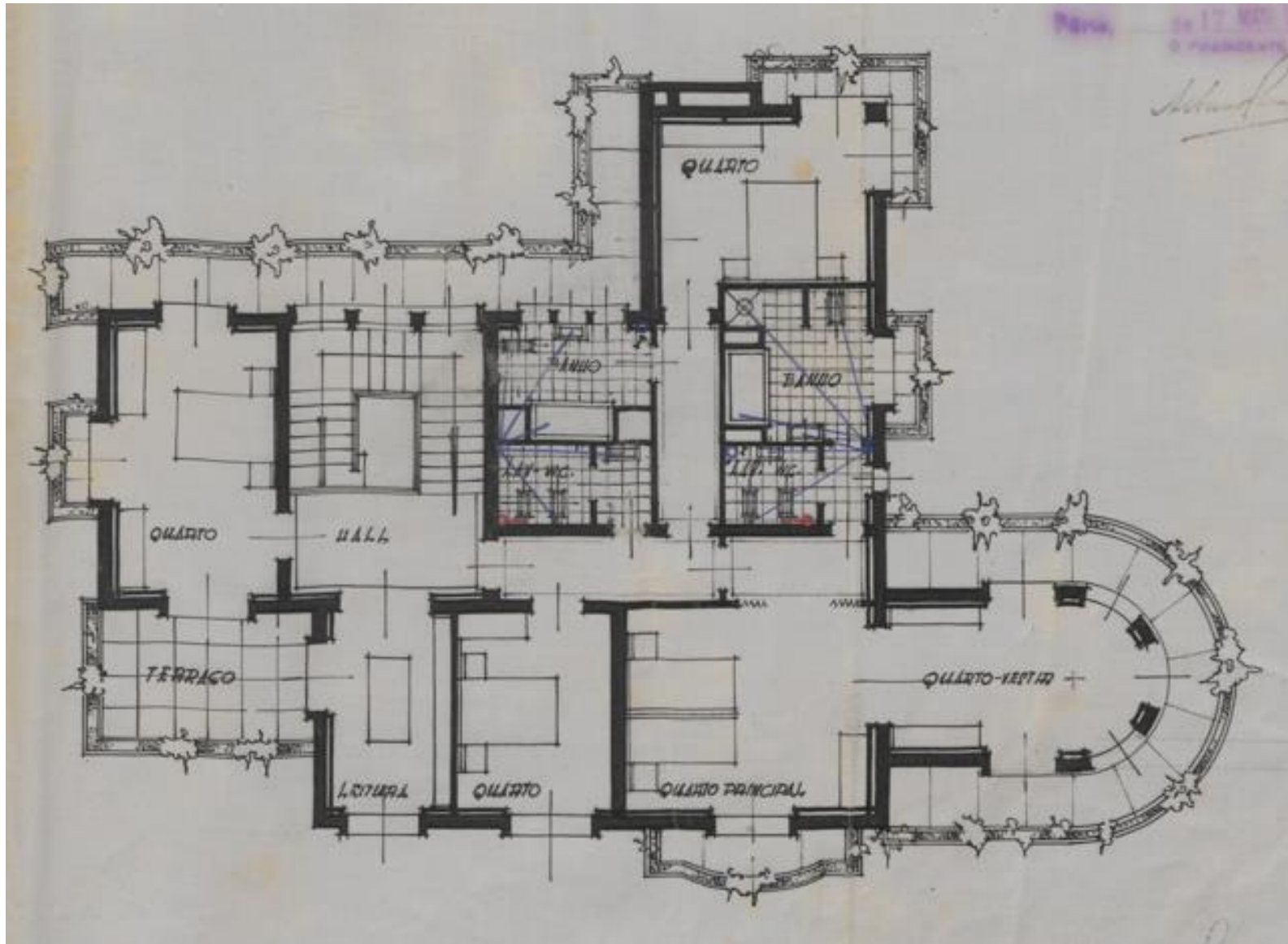


Figura 3-4 – Planta original do 1º andar

O Palacete será alvo de uma reconversão, passando de um edifício de habitação para um edifício de serviços. Um dos objetivos da reabilitação do palacete passa pela reposição das características originais, marcadas em projeto, que com o passar dos anos se foram perdendo, tais como:

- O telhado – originalmente na cobertura do edifício existiam platibandas em torno do edifício, de modo a ocultar o telhado. Com o passar dos anos este foi alterado. Na Figura 3-5, estão representadas as coberturas antes e depois da reabilitação. O que está a amarelo é o telhado a demolir e a vermelho é o telhado a construir, com vista a repor a traça original.

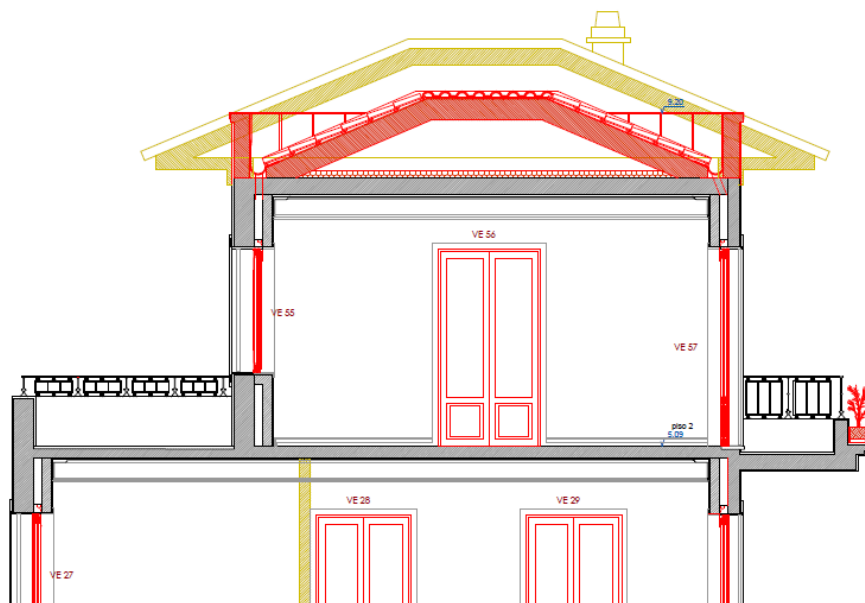
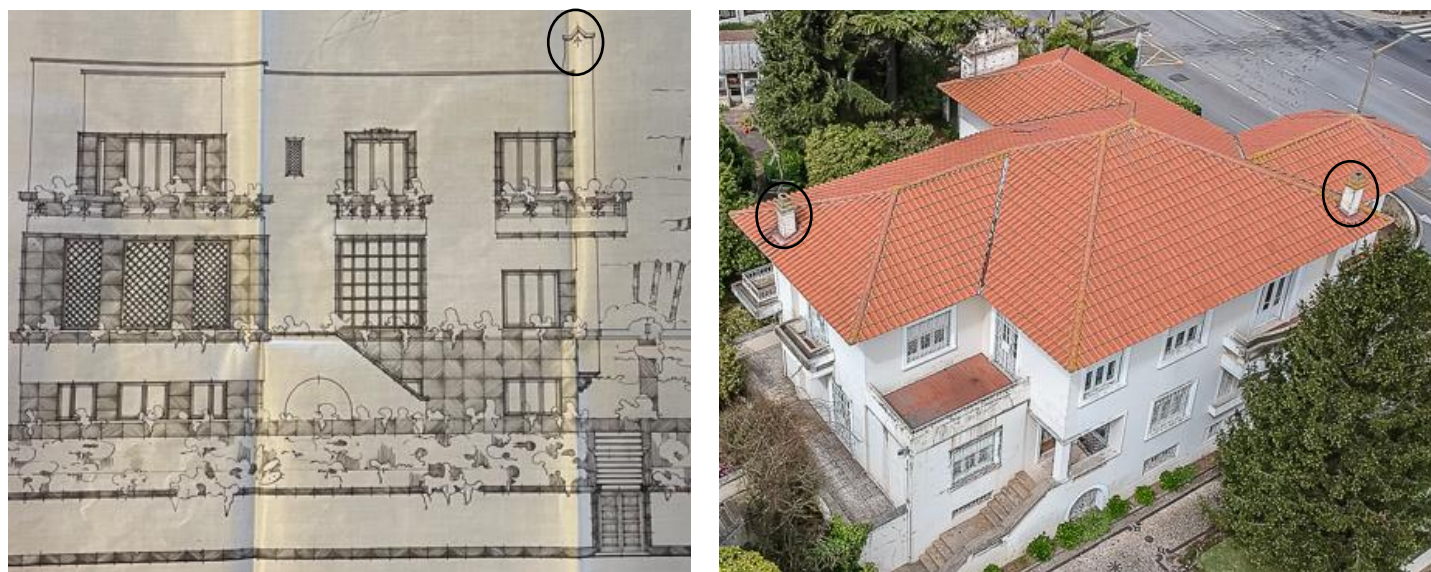


Figura 3-5 – Corte da cobertura do palacete (Coelho, 2023)

- Chaminé – No projeto inicial existia apenas uma chaminé, que era a da zona da cozinha, mas com o passar dos anos foram adicionadas mais. Com vista a manter o projeto original do palacete, foram demolidas as chaminés que não estavam contempladas originalmente. Na Figura 3-6 a) está apresentado o projeto original e rodeada a única chaminé existente. Na Figura 3-6 b) é possível observar uma imagem aérea da cobertura onde são visíveis as chaminés que foram construídas ao longo dos tempos, e as que foram alvo de demolição, estando as mesmas representadas com uma circunferência.



a) Alçado do projeto do palacete com a única chaminé projetada

b) Telhado do palacete com três chaminés (Extraído de: Telhabel, 2023b)

Figura 3-6 – Comparação entre o projeto original com o estado atual das chaminés

### 3.3 PROCESSOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS EM 1944

São considerados edifícios antigos aqueles que foram construídos antes do aparecimento das construções que utilizavam o betão armado como material estrutural dominante. São todos aqueles cujos diferentes elementos constitutivos recorrem a técnicas e materiais tradicionais que têm origem na tradição romana (Appleton, 2011).

Nessa época os materiais mais utilizados eram a pedra, a madeira, a cal e o vidro. No entanto, nessa altura já se utilizava também o betão armado. O palacete é um exemplo de um edifício antigo, com introdução do betão armado na sua construção. As paredes exteriores e interiores são construídas em pedra assim como as fundações.

#### 3.3.1 Alicerces

Os alicerces, nos dias de hoje denominados de fundações, de acordo com a memória descritiva são “construídos de perpeanho ao baixo, todos os alicerces das paredes de elevação, os quais assentarão em terreno firme, levando no respaldo uma camada de asfalto, preservando-se assim, as paredes de elevação da humidade do solo.” (Granja & Neves, 1944).

Segundo Guedes (2010, p. 12), as fundações, de edifícios antigo, são maioritariamente de três géneros: diretas, semi-diretas e indiretas. No caso da obra em questão, as fundações classificam-se como diretas,

ou seja, “constituindo um simples prolongamento, até ao terreno, das próprias paredes resistentes com a mesma largura ou com ligeiro alargamento” (Guedes, 2010).

Nos alicerces, é de salientar a utilização de uma camada de asfalto como prevenção para humidades. O uso desta camada não era muito comum nesta época. Nos dias de hoje essa camada poderá equiparar-se a uma emulsão betuminosa. “As emulsões betuminosas são uma dispersão de betume (convencional ou modificado) em água. A sua grande vantagem reside no facto de permitirem a aplicação de betume à temperatura ambiente, mediante várias técnicas a frio.” (Sotecnisol, 2023).

Na Figura 3-7 é possível observar-se vestígios na camada de asfalto.



Figura 3-7 – Camada de asfalto em fundações (Extraído de: Telhabel, 2023b)

### 3.3.2 Alvenarias

De acordo com Flores-Colen et al. (sem data), uma alvenaria é um conjunto de elementos de pequena dimensão, que podem ser de pedra, tijolo ou blocos, sobrepostos e arrumados, ligados ou não por argamassa, formando paredes. Quando este conjunto sustenta a construção, denomina-se por alvenaria estrutural.

De acordo com a memória descritiva do projeto original “As paredes exteriores e interiores do prédio e anexos, indicadas no projecto com a espessura de 3m/m serão construídas de perpeanho ao alto e assentes em argamassa de cimento e areia. Todas as outras serão de tijolo e assentes com a mesma argamassa.”(Granja & Neves, 1944).

A classificação do tipo de alvenaria varia com a regularidade das pedras que e se é ou não utilizada argamassa na ligação das pedras que constituem a alvenaria. Na obra em questão as paredes são maioritariamente em pedra, como a memória descritiva acima refere “construídas de perpeanho”.

De acordo com Henriques (2019), retiram-se as conclusões apresentadas na Figura 3-8 e Figura 3-9, que esclarecem as classificações dos tipos de paredes de alvenaria de pedra e a classificação em relação à argamassa, respetivamente.

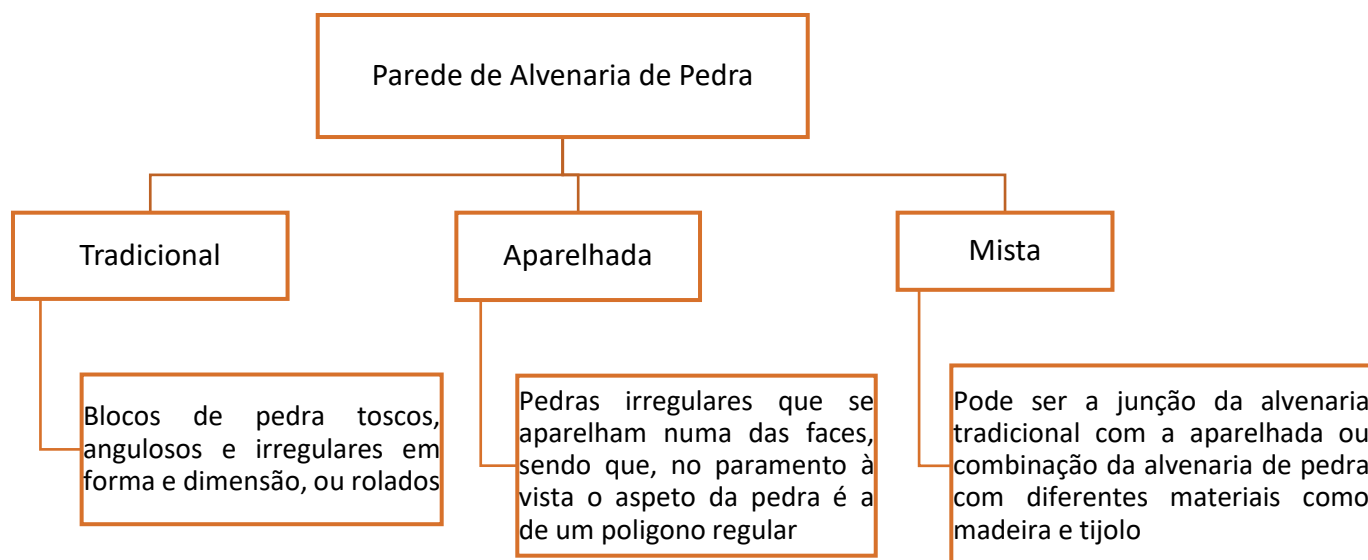


Figura 3-8 – Esquema de classificação dos tipos de paredes de alvenaria de pedra

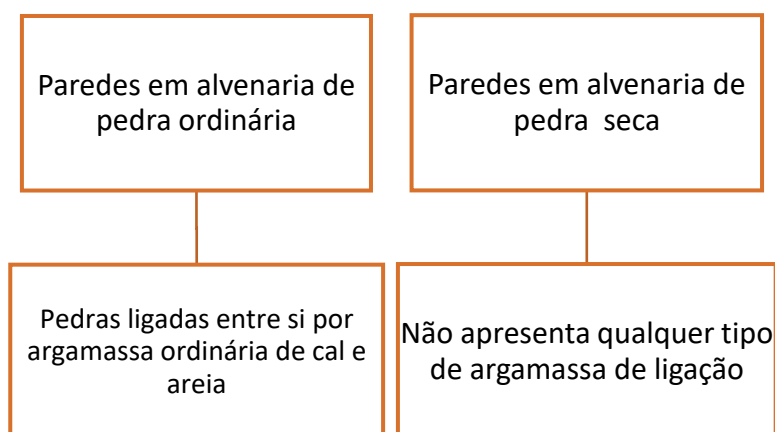


Figura 3-9 – Esquema de classificação de uma alvenaria em relação à argamassa

Através do excerto “construída de perpeanho” é também possível fazer a classificação do tipo de parede, sendo esta aparelhada, em relação à argamassa é uma parede em alvenaria de pedra ordinária. De acordo com Flores-Colen et al. (sem data), as alvenarias de pedra aparelhada podem subdividir-se em duas:

- Cantaria – pedras regulares assentes em argamassa, esta técnica é utilizada em paredes interiores e exteriores;
- Paredes de Enxilharia – pedras com forma de prismas retangulares de dimensões variadas e aparelho pouco cuidado.

A principal diferença entre estes dois tipos de alvenarias foca-se na regularidade de dimensões da pedra, ou seja, a enxilharia apresenta uma dimensão menor da cantaria o que conduz a uma diferença na altura das fiadas.

A Figura 3-10 representa uma amostra, do palacete, de alvenaria de pedra aparelhada, mais concretamente, uma parede de enxilharia.



Figura 3-10 – Parede de enxilharia (Extraído de: Telhabel, 2023b)

### 3.3.3 Pavimentos

Também de acordo com a memória descritiva original do palacete, “Os pavimentos da cave do prédio, depedneias caramanchão, garagem, pergolas e mirante, serão em betonilha devidamente impermeabilizada. As dependeneias da cave destinadas a salão de festas, quarto de creadas e hospedes e malas, serão para soalhar, assim como todas as salas e quartos de dormir do prédio e casa do motorista. Os pavimentos de rez-do-chão e 1º andar do prédio de habitação, o pavimento de habitação da casa do motorista, e cobertura da pergola voltada a norte e caramanchão, serão construídos em placas de tijolo armado. O pavimento das varandas e terraços serão construídos em cimento armado. Este serviço será executado de acôrdo com os calculos apresentado. Os pavimentos da cosinha, copa, lavabos, e dependeneias sanitárias levarão mosaico, assim como o jardim de inverno.” (Granja & Neves, 1944).

Deste excerto salienta-se a utilização de “betonilha”, as “placas de tijolo armado” e o “cimento armado”.

Na descrição dos cálculos de betão armado é possível compreender as “placas de tijolo armado”, sendo descritas da seguinte forma:

“Os pavimentos serão aligeirados pela utilização de tejos furados nas placas, com a largura de 22 cm. e com a altura de 8 cm. no terraço e de 12 cm. nos restantes pavimentos. A armadura será colocada na ranhura compreendida entre as abas dos tejos e envolvida de betão, que também os encherá superiormente na espessura de 4 cm., de modo a constituir pequenas vigas T, com a fibra neutra no banzo. A laje será, dêste modo, calculada como se tivesse secção rectangular de 22cm. de largura. Os pavimentos apoiar-se-ão em paredes de alvenaria e em vigas de betão armado” (Araújo, 1944).

Através da Figura 3-11 é possível observar a “placa de tijolos armado”, onde se consegue distinguir os tijolos, as armaduras e o betão. Já na Figura 3-12 observa-se o aspeto final, da zona inferior, da placa de tijolo armado.



Figura 3-11 – Elementos constituintes de uma “placa de tijolo armado” (Extraído de: Telhabel, 2023b)



Figura 3-12 – Vista inferior de uma “placa de tijolo armado”

Nos dias de hoje, essa laje que antigamente se designava por “placa de tijolo armado” já não é utilizada. Esta é idêntica a uma laje aligeirada de abobadilhas cerâmicas, “visto que a argila seria o material disponível, tinham uma forma que permitiu a realização do aligeiramento, faltando aos pavimentos da altura o pré-esforço que hoje possuímos nas vigotas pré-esforçadas e pré-fabricadas.” (Magalhães, 2015). A este pavimento também faltava a armadura de distribuição que é utilizada atualmente.

Outra solução construtiva utilizada na altura era denominada de “cimento armado” (Figura 3-13), que nos dias de hoje significa betão armado. No documento do cálculo do betão também se especifica a dosagem mínima regulamentar utilizada na altura, passando a citar “a dosagem normal, de 300 kg. de cimento, 400 l. de areia e 800 l. de gôdo, ou a necessária para se obter, aos 28 dias de endurecimento, a resistência específica mínima de 225 kg/cm<sup>2</sup>. A amassadura será feita mecanicamente e o apiloamento será normal.”(Araújo, 1944).



Figura 3-13 – Cimento armado(Extraído de: Telhabel, 2023b)

De acordo com Garcia (2018), a dosagem típica do betão é de 230 kg/m<sup>3</sup> de cimento, 760 kg/m<sup>3</sup> de areia e 1140 kg/m<sup>3</sup> de agregado grosso. Comparando com as dosagens de projeto pode-se observar uma diferença na dosagem de cimento.

## CAPÍTULO 4

# ANÁLISE DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE CONSTRUÇÃO NOVA E DE REABILITAÇÃO

A construção nova dará lugar a um edifício com três pisos. Sendo dois pisos para serviços e um para estacionamento. Esta construção contou com a utilização de processos construtivos mais modernos, como o betão à vista.

Num projeto de reabilitação, podem distinguir-se dois tipos de ações: ações de reparação/consolidação e ações de reforço. Na implementação destas técnicas, é preferível a utilização de técnicas tradicionais. Caso sejam aplicadas técnicas modernas, estas devem ser bem ponderadas tendo sempre em consideração a compatibilidade de materiais (Henriques, 2019).

Os edifícios antigos diferenciam-se das construções recentes/atuais, sobretudo pela utilização de materiais predominantemente naturais e pouco transformados, bem como pelas tecnologias construtivas tradicionais, em que a pedra, a madeira, a cal e o vidro são materiais dominantes (Pimenta, 2015).

Em complemento aos materiais tradicionais – como a pedra, a madeira, a terra, a cal e o gesso – surgem os materiais modernos – como o ferro, o vidro, o cimento e o betão – que permitem modernizar os processos construtivos, explorar novas expressões estéticas e definir espacialidades que respondem a necessidades de novos usos (Andrade et al., 2019).

### 4.1 BETÃO BRANCO À VISTA

De acordo com Almeida e Carretero (2016), a aplicação de betão à vista requer um grande conhecimento do material e do seu comportamento bem como das técnicas de fabrico e aplicação. Desta forma, e de modo que se consiga um resultado com elevada qualidade em termos visuais será necessária uma grande dose de cuidados durante todas as fases do processo construtivo. Na aplicação de betão à vista, a presença de anomalias que apesar de não ter a nível estrutural relevância, poderão colocar em causa a aceitação do trabalho em termos estéticos.

O betão branco utilizado na obra é da “Unibetão – Indústrias de Betão Preparado S.A.”, denominado de UNIBRANCO®. De acordo com a Secil (2023), o UNIBRANCO® é um betão estrutural branco, para aplicação à vista, fabricado com cimento branco. Resistente e elegante, concilia funções de estrutura, revestimento, dispensa a utilização de outros materiais, revelando-se uma solução sustentável. A utilização de cimento branco oferece soluções versáteis permitindo assumir as mais variadas formas e texturas, conjugando diferentes efeitos luz/sombra.

O processo de construção de elementos em betão, quer seja à vista ou não, é o mesmo. O que os diferencia são os cuidados necessários e a escolha dos materiais.

Na Figura 4-1 está representado um esquema que exemplifica as etapas de construção de elementos verticais em betão. Quando se trata da construção de elementos horizontais como lajes e vigas a ordem dos procedimentos não é a mesma. Depois do fabrico das armaduras ocorre a cofragem do elemento sucedendo-se a colocação de armaduras sobre a cofragem.

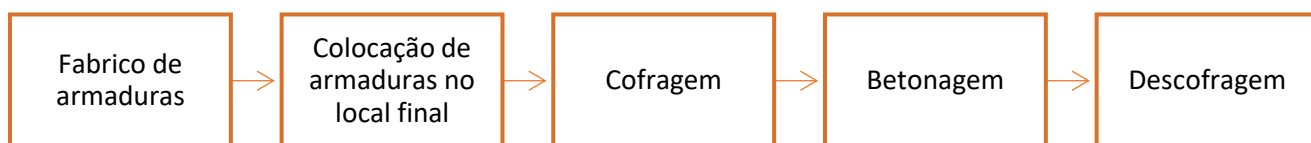


Figura 4-1 – Esquema representativo do processo de execução de elementos verticais em betão

Todas estas etapas são muito importantes na construção de elementos de betão à vista. No entanto quando se trabalha com betão branco os cuidados são acrescidos quando comparados com outros betões cinza ou com pigmento.

Durante os processos de execução, acima descritos, existem muitos cuidados essenciais. Contudo, também são necessários cuidados pela parte do fabricante do betão, nomeadamente nas quantidades dos constituintes do betão e na necessidade de limpeza da central de betão antes do fabrico do betão branco. Quando existem falhas na central de fabrico de betão, poderão existir problemas de cor como se pode observar na Figura 4-2. Esta figura demonstra uma falha na central, que resultou da má lavagem da central.



Figura 4-2 – Betão Branco com diferente pigmentação

Uma solução para este tipo problema seria a aplicação da técnica da cosmética no betão. Esta técnica consiste na reparação do betão, tendo como intuito o mesmo que a maquilhagem, esconder imperfeições. Neste caso seria repor a cor pretendida, branco, ao elemento betonado. A cosmética também pode ser utilizada para preencher vazios (chochos) no betão, preenchimento de zonas que tiveram perdas de finos, manchas no betão e, como referido correções de cor.

#### 4.1.1 Armaduras

O primeiro cuidado a ter traduz-se no acondicionamento dos varões de aço. Quando estes dão entrada na obra, devem ser acondicionados em locais abrigados e não colocados diretamente no chão, evitando desta forma a contaminação e a oxidação dos varões.

Para existir o “aproveitamento das características do betão branco e para que se evite não conformidades de alguns elementos, o aço deve-se encontrar completamente limpo sem presença de quaisquer substâncias que possam contaminar a superfície de betão.” (Santos, 2015, p. 69). Para além do uso do aço limpo, foi também aplicado um primário em todos os varões de aço utilizados em betão branco, de modo a proteger os varões contra a oxidação e corrosão.

O primário utilizado foi “SX-100 PRIMARIO SINT. S/R CINZA 7042 15 LT”. De acordo com a ficha técnica do produto, este é um “primário industrial sintético mate de secagem rápida de utilização geral para ferro e aço.” (Titantech, 2023). A aplicação deste produto foi feita através de pistola. Por isso, foi necessária a utilização de um diluente para diluir o primário. O diluente usado foi o “DILUENTE SINTÉTICO DX830 5 LT”.

Na Figura 4-3 está demonstrada a aplicação de primário nas armaduras com recurso a uma pistola. Na Figura 4-4 representa-se o acondicionamento das armaduras com o primário colocado, sendo possível

observar que estas estão assentes sobre três barrotos de madeira, de forma a não contactar com o pavimento.



Figura 4-3 – Pintura das armaduras



Figura 4-4 – Acondicionamento das armaduras pintadas

Para além dos cuidados suprarreferidos, é também necessário a utilização de arame zincado, em vez de arame recozido, pois este possui uma elevada resistência à oxidação.

Quando as armaduras não são pintadas com primário, os elementos poderão ficar com o aspeto da Figura 4-5. O primeiro painel de parede não tinha armaduras pintadas nem o plástico que está colocado sobre as armaduras do segundo painel de parede. Isso levou à existência de marcas de escorrência na parede.

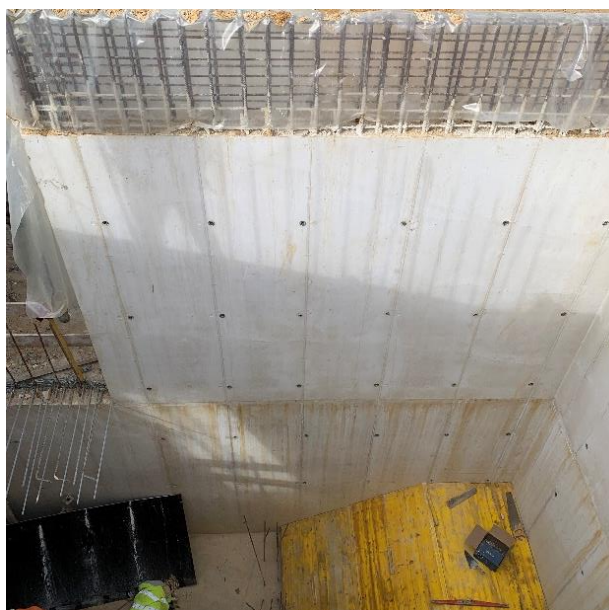


Figura 4-5 – Parede em betão branco sem primário nas armaduras

É importante realçar a necessidade de utilização de espaçadores nas armaduras, também denominados de calços de armaduras, para garantir os recobrimentos das peças. Os espaçadores a utilizar no betão branco podem ser em betão branco ou de plástico, no entanto os espaçadores de betão branco são mais aconselháveis, uma vez que são mais rígidos. Em obra, os espaçadores utilizados foram os de betão branco, sendo a média de consumo de 1,88 unidades por metro quadrado. Na Figura 4-6, é possível observar um espaçador em betão branco.

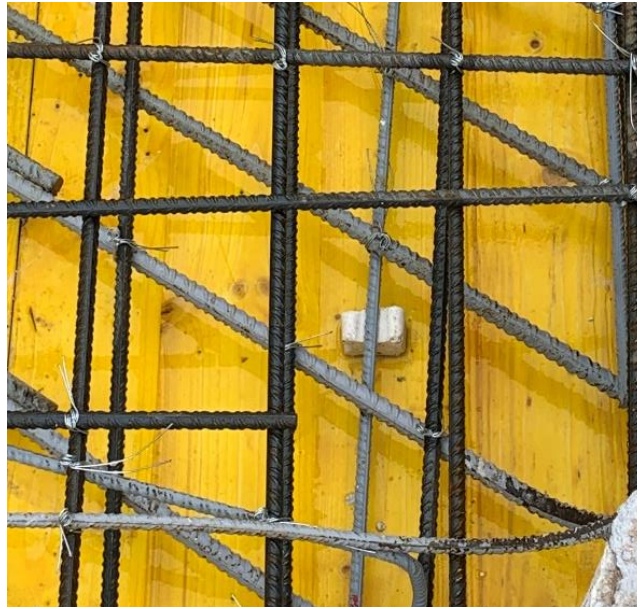


Figura 4-6 – Espaçador em betão branco

#### 4.1.2 Cofragem

“Cofragem é o termo que designa o “molde” que sustenta o betão fresco e lhe confere a forma final pretendida para a obra a realizar enquanto este não tem resistência para se auto-sustentar. É uma construção provisória, que deve ser facilmente montável, desmontável e reutilizável, pois é montada rapidamente, solicitada durante algumas horas durante a colocação do betão e passado poucos dias é desmontada para preferencialmente ser reutilizada.” (Correia, 2008).

De acordo com Fonseca & Nunes (1998), a cofragem é um verdadeiro negativo de extrema precisão que marca definitivamente o paramento das peças em betão aparente desmoldado. No caso do betão branco, a sua importância torna-se primordial e todos os cuidados na sua concepção, tratamento, aplicação e desmontagem são determinantes.

Fonseca & Nunes (1998) referem que a escolha do tipo de cofragem a utilizar dependerá essencialmente do tipo de peças a betonar e do tipo de acabamento pretendido. No caso de betão aparente desmoldado, é fundamental assegurar a qualidade das superfícies, portanto tem de haver grande rigor na definição da

estereotomia e na vedação das ligações entre painéis das juntas, de modo a evitar a perda de leitada. A utilização de mástiques, silicones e juntas de borracha é então imprescindível.

Existem vários tipos de cofragem, tais como:

- Cofragem em madeira (contraplacado marítimo e aglomerados de partículas de madeira);
- Cofragem metálica (em aço ou alumínio), estas podem ser com a face em aço (utilizada em pilares) ou então podem ser revestidas a contraplacado marítimo (utilizadas em muros);
- Cofragem em PVC;
- Cofragem em fibra de vidro;
- Cofragem de cartão.

Em obra, foram utilizadas as cofragens em madeira, metálicas e de cartão. As cofragens de madeira foram utilizadas nas lajes e nas caixas de escadas. As cofragens metálicas revestidas a contraplacado marítimo foram utilizadas em elementos verticais, como paredes, pilares e muros de suporte. Por fim a cofragem de cartão foi utilizada nos pilares redondos em betão branco. Na Figura 4-7, Figura 4-8, Figura 4-9 e Figura 4-10 apresentam-se diversas imagens de diferentes tipos de cofragem utilizadas na obra em questão.



Figura 4-7 – Cofragem metálica com revestimento de contraplacado marítimo

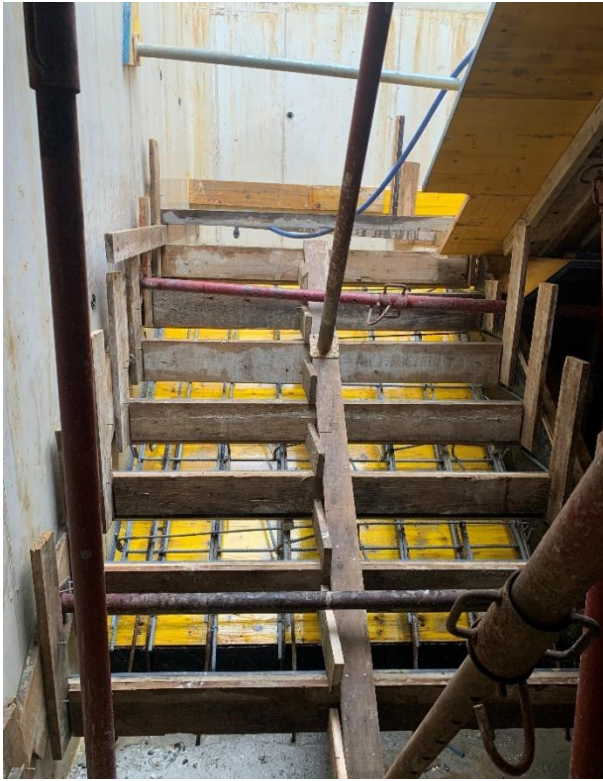


Figura 4-8 – Cofragem de madeira



Figura 4-9 – Cofragem de cartão



Figura 4-10 – Cofragem utilizada em zonas redondas

No relatório de Santos (2015), estão destacadas soluções para a construção em betão branco, tais como: utilização de pregos de cabeça lisa; vedação das juntas de cofragens garantindo a estanqueidade dos moldes; colocação de silicone nas *tiges* para evitar a perda de goma.

Em suma, nas cofragens é necessário ter os seguintes cuidados: definição da estereotomia pretendida para a posterior escolha do tipo de cofragem, antes da aplicação do óleo descofrante deve-se verificar se a cofragem está isenta de óleos descofrantes provenientes de utilizações anteriores e de poeiras, por fim deve-se colocar silicone entre as juntas dos painéis de cofragem e nas *tiges*, de modo a minimizar a perda de leitada.

### 4.1.3 Betonagem

No caso das betonagens realça-se a importância nos cuidados a ter durante este processo, uma vez que da má execução podem resultar anomalias. Para tal, existe um conjunto de medidas que são aconselháveis, tais como:

- As betonagens devem ocorrer apenas em condições climatéricas adequadas, isto é, sem chuva, com temperaturas ambiente entre os 10° e os 30°C. Na impossibilidade de reunir estas condições e para não prejudicar o bom andamento dos trabalhos, podem-se realizar betonagens mediante a adopção de medidas construtivas específicas a aprovar (Secil, 2008);
- Realizar ensaios de compressão e de *Slump* (Figura 4-11 e Figura 4-12, respetivamente). Estes ensaios servem para conferir a resistência e o índice de abaixamento da classe de betão;



Figura 4-11 – Cubos para Ensaio de Compressão



Figura 4-12 – Ensaio *Slump*

- O betão deve ser betonado tanto mais baixo como mais vertical possível, utilizando uma manga de descarga ou tubo *tremi*. Através deste cuidado previne-se a segregação de inertes;

- A vibração do betão é importante para homogeneizar o elemento, no entanto o excesso de vibração pode queimar o betão e a falta de vibração pode conduzir ao aparecimento de chochos. Através deste processo, existe o envolvimento do betão nas armaduras (não se deve encostar o vibrador às armaduras pois colocará em causa a aderência do betão às mesmas) e a expulsão de ar que está no betão permitindo que este fique sem vazios.

#### **4.1.4 Descofragem**

Existem cuidados a ter na descofragem de elementos em betão branco, como por exemplo, a descofragem após vinte e quatro horas da betonagem, sendo que estes não devem ser descofrados à base de choques ou de pancadas, desta forma evita-se possíveis arrancamentos de betão, quebras de cantos e/ou de arestas.

A escolha do óleo descofrante, quando se trata de betão branco à vista, traduz-se num ponto importante. De acordo com Santos (2015), o descofrante deve ser solúvel em água, branco ou incolor, de origem parafínica sendo a sua aplicação feita à pistola, de modo a garantir uma fina película uniforme e quase impercetível (em quantidades não excessivas). No caso da obra em questão, o óleo descofrante foi aplicado, através de um pano.

O óleo descofrante utilizado foi o “Demotec® 200” que é uma mistura líquida à base de hidrocarbonetos. Para se conseguir diminuir a quantidade de poeiras numa cofragem, o espaço de tempo entre a montagem das cofragens e a betonagem deve ser o mais curto possível. A cofragem depois de ser utilizada deve ser bem limpa, de modo a retirar os óleos descofrantes anteriores.

No fim da descofragem os elementos em betão à vista foram protegidos como se pode constatar através da Figura 4-13, em que os pilares foram protegidos com filme de plástico, deste forma protegeu-se contra sujidades.



Figura 4-13 – Elementos em betão branco com filme plástico

## 4.2 LAJE DO EDIFÍCIO NOVO

A memória de cálculo do projeto define que “Os pavimentos do novo edifício são constituídos por lajes fungiformes aligeiradas do tipo “Nautilus” e lajes maciças.”. Neste subcapítulo, irá proceder-se ao estudo da laje fungiforme aligeirada do tipo “Nautilus”. Este tipo de laje é denominado de laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos.

De acordo com Carvalho (2008), este tipo de laje surge com o objetivo de diminuir o peso próprio, incorporando-se blocos de aligeiramento na laje. As lajes aligeiradas de espessura constante têm pequenas nervuras nas duas direções entre os blocos de aligeiramento, que permitem obter resistência às trações na face inferior. Correntemente na zona do pilar define-se uma zona maciça, para aumentar a resistência às forças de corte. Este tipo de solução permite um acabamento direto na face inferior.

Na Figura 4-14 é possível observar um módulo de cofragem perdida do tipo “Nautilus” e um esquema técnico de cada módulo, este esquema foi retirado de Geoplast (2022). Este tipo de cofragem é comercializado em Portugal pela “Fercanorte – Estruturas, Lajes e Cofragens Lda” (Fercanorte, 2014) e é produzido pela empresa “Geoplast S.p.A.” de origem italiana.

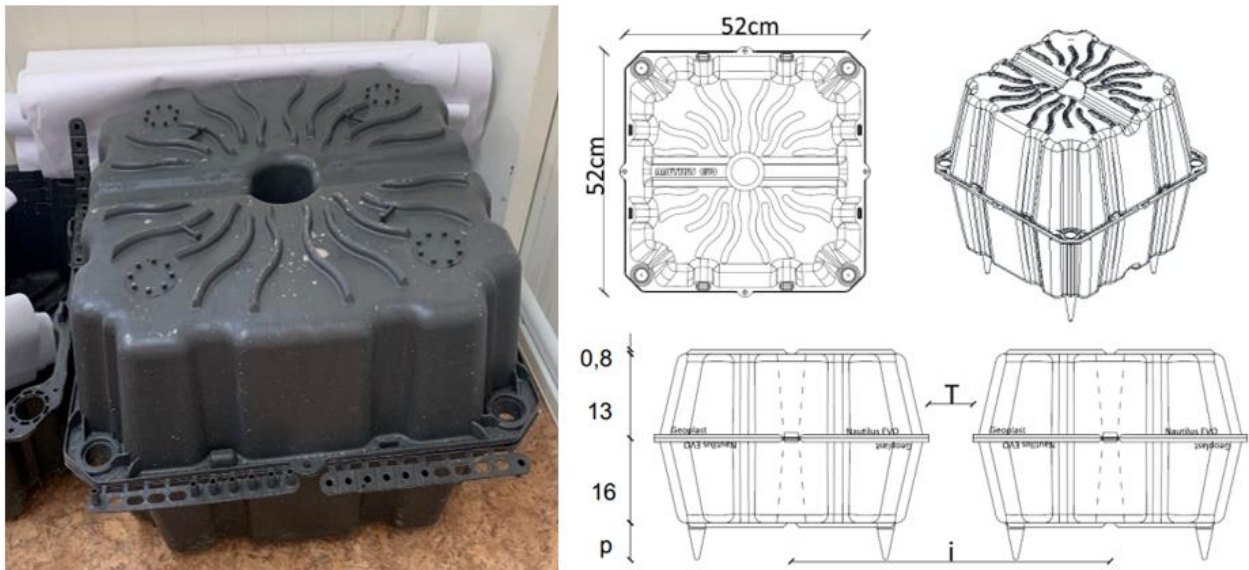


Figura 4-14 – Módulo de cofragem perdida “Nautilus”

Segundo a Fercanorte (2014), o sistema Nautilus consiste numa cofragem modular perdida, em polipropileno reciclado (PP), estudada para obtenção de elevado aligeiramento de lajes. A aplicação de módulos Nautilus origina uma laje com lâminas inferior e superior interligadas por uma malha ortogonal de nervuras, configurando uma secção com forma em "I". O sistema Nautilus é prático, fácil e de rápida colocação em obra. Apresenta uma estabilidade própria que permite a execução de todas as tarefas das armaduras e das betonagens sem dificuldades ou instabilidades.

A empresa, Fercanorte (2014) destaca ainda as seguintes características:

- Peso próprio reduzido;
- Elevada inércia da laje;
- Flexibilidade estrutural de localização de pilares;
- Funcionamento como diafragma infinitamente rígido no plano (ações sísmicas);
- Possibilidade de grandes vãos (eventualmente associado a pré-esforço);
- Superfícies inferiores planas, sem vigas (tetos planos).

Este tipo de laje foi utilizado no edifício novo e conta com uma espessura de 41 centímetros. No piso -1 foi empregue o betão cinza e no piso 1 foi usado o betão branco. Ambos os tetos são para ficar à vista.

**Processo Construtivo, segundo o manual de instalação da Fercanorte (2016)**

1. Colocação do escoramento e cofragem – Montagem da cofragem da laje, de modo idêntico ao das lajes maciças, representado na Figura 4-15.



Figura 4-15 – Colocação do escoramento e cofragem de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

2. Colocação e amarração de armaduras inferiores – Procede-se à colocação das armaduras inferiores, juntamente com os espaçadores, de modo a garantir o recobrimento necessário (Figura 4-16);

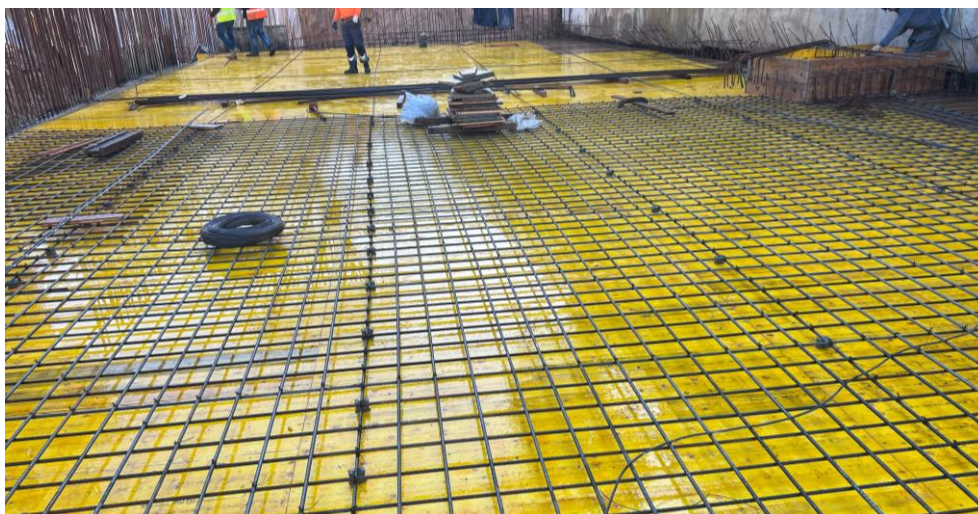


Figura 4-16 – Colocação e amarração de armaduras inferiores de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

3. Colocação dos módulos de “Nautilus” – Colocação e alinhamento dos módulos sobre as armaduras. A montagem dos módulos tem de ser feita antes da sua colocação *in situ*. No caso desta obra em específico, como se tratava de lajes em betão branco, optou-se por não se colocar os pés de apoio dos “Nautilus”, uma vez que a laje é para ficar à vista e não existem apoios brancos, apenas pretos (Figura 4-17);



Figura 4-17 – Colocação dos módulos de “Nautilus” de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

4. Colocação e amarração de armaduras superiores – Colocação da armadura superior da laje (Figura 4-18);



Figura 4-18 – Colocação e amarração de armaduras superiores de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

5. Betonagem da 1.<sup>a</sup> fase na lâmina inferior – A primeira fase da betonagem tem como objetivo formar a lâmina inferior da laje. Esta deve cobrir completamente a armadura inferior e garantir o envolvimento da face inferior do módulo. A empresa refere ainda que nesta fase se deve utilizar um betão de classe S5. A betonagem deve ser feita nas nervuras e nunca sobre os módulos. A vibração do betão deve ser feita com cuidado de modo a não colocar a agulha do vibrador em contacto com os módulos (Figura 4-19);



Figura 4-19 – Betonagem da 1.ª fase na lâmina inferior de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

6. Tempo de espera entre fases de betonagem – O tempo de espera serve para o betão ganhar presa. A empresa indica tempos *standard* como 45 a 60 minutos no verão e 90 a 120 minutos no inverno. Este tempo pode variar e deverá ser adaptado em obra pelo diretor de obra (Figura 4-20);



Figura 4-20 – Tempo de espera entre fases de betonagem de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

7. Betonagem da 2.ª fase – Após decorrer a etapa do tempo de espera, procede-se à betonagem da segunda fase. Nesta fase, a betonagem é realizada até à lâmina superior formando as nervuras. Se existir tendência dos módulos para levantar, deve-se aguardar um pouco. A empresa indica que nesta fase pode-se utilizar um betão de classe S4 (Figura 4-21);



Figura 4-21 – Betonagem da 2.ª fase de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos (Extraído de: Telhabel, 2023b)

8. Descofragem – Poderá existir uma descofragem precoce da laje com aprovação do diretor de obra. No entanto, o escoramento deve ser mantido durante a cura completa, ou seja, 28 dias. Na Figura 4-22 é possível observar o aspeto final de uma face inferior da laje após a descofragem e a remoção do escoramento;



Figura 4-22 – Aspeto da face inferior de uma laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos

### **Análise do custo da laje fungiforme aligeirada de “Nautilus”**

Cada módulo de “Nautilus”, tem como dimensões 0,52 x 0,52 x 0,29 metros e a laje tem 0,41 metros de espessura. A poupança de betão associada à utilização de cada módulo de “Nautilus” é de 0,06 m<sup>3</sup>.

Atualmente, o preço de cada módulo é de 11,07 € e o custo dos betões cinza e branco aplicados em obra é cerca de 85 €/m<sup>3</sup> e 197 €/m<sup>3</sup>, respetivamente.

Apesar de se poupar betão e de se aligeirar o peso da laje, não significa que se economizem custos. Analisando cada caso de acordo com o tipo de betão:

- Betão cinza – a poupança de 0,06 m<sup>3</sup> de betão traduz-se numa minimização de custo de 5,10€ de betão por cada módulo de “Nautilus” utilizado. No entanto, o preço de cada módulo é de 11,07€. Comparando a poupança de betão com a utilização de módulos, este sistema fica cerca de duas vezes mais caro;
- Betão branco – a poupança de 0,06 m<sup>3</sup> de betão traduz-se numa minimização de custo de 11,82€ de betão por cada módulo de “Nautilus” utilizado. No entanto, o preço de cada módulo é de 11,07€. Comparando a poupança de betão com a utilização de módulos este sistema fica mais barato, mas sem importância significativa quando analisado individualmente. Porém, atendendo à quantidade de todas as unidades encomendadas, traduz-se numa poupança de cerca de 1350€.

### **4.3 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

De acordo com Reis (2010), uma correta impermeabilização é extremamente importante na conservação das estruturas da construção civil. Esta é fundamental na proteção contra humidades, quer provenham das águas do solo quer de precipitação, devendo atuar em várias zonas como na proteção de fundações (evitando que a humidade do solo atinja as estruturas superiores de construção), em lajes, paredes, coberturas e floreiras.

A impermeabilização consiste na formação de “uma barreira que protege os edifícios da passagem de líquidos ou vapores evitando a infiltração de água nas estruturas do imóvel. Esta solução passa pelo ato de isolar e proteger os materiais de construção de um edifício.” (Prudêncio, 2023).

Pode-se concluir que “a função de um sistema de impermeabilização é a de proteger a integridade estrutural e visual da edificação onde está inserido, devendo para tal ser formada uma membrana estanque que evite a entrada ou a saída de água de zonas molhadas para zonas secas.” (Reis, 2010).

Nos dias de hoje, são muitas as soluções apresentadas para sistemas de impermeabilização. Estes sistemas podem variar desde telas asfálticas até aplicação de hidrorrepelentes. A utilização de qualquer tipo de sistema ajuda na longevidade de vida útil de um edifício, assim como na redução de custos de

manutenção com o edifício. Existem soluções de impermeabilização mais benéficas do que outras, apesar do custo inicial ser mais elevado a durabilidade será maior e a necessidade de manutenção menor.

Em obra, os sistemas de impermeabilização utilizados não foram sempre os mesmos, tendo-se adotado diferentes soluções para fundações, muros de suporte, platibandas, coberturas, varandas e floreiras.

#### 4.3.1 Fundações

Nas fundações utilizou-se como impermeabilizante a emulsão betuminosa “Emufal D” da Soprema.

Esta emulsão apresenta uma viscosidade tixotrópica, facilitando a aplicação em superfícies verticais ou inclinadas. Depois de completamente seca, forma um revestimento plástico impermeável e resistente ao reemulsão após imersão prolongada em água (Bastos, 2014).

Estas emulsões são normalmente utilizadas em fundações, como sapatas, caves enterradas e muros de suporte. A sua aplicação é pelo lado exterior, ou seja, o que estará em contacto com o solo, e devem ser aplicadas, pelo menos, duas demãos do produto.

Na Figura 4-23 está presente uma sapata com a emulsão aplicada.



Figura 4-23 – Sapata com emulsão betuminosa (Extraído de: Telhabel, 2023b)

#### 4.3.2 Muros de Suporte

Em muros de suporte foram colocadas membranas betuminosas, XPS e por fim uma lâmina drenante com geotêxtil. Na Figura 4-24 pode observar-se a composição do sistema de impermeabilização.



a) Aplicação de membrana de betume

b) Aplicação de XPS

c) Aplicação de lâmina drenante com geotêxtil

Figura 4-24 – Muro de suporte com sistema de impermeabilização

As membranas betuminosas são também conhecidas como telas asfálticas. Estas são constituídas por uma mistura betuminosa modificada por uma resina, plastomérica (membrana APP) ou elastomérica (membrana SBS). Esta mistura envolve as armaduras que podem ser de feltros de poliéster, de polietileno ou fibras de vidro. O revestimento pode ser feito pela superfície inferior ou superior, através de filme de polietileno, granulado mineral, folhas refletoras ou com areias finas (Bastos, 2014; Gonçalves et al., 2005). Em obra a membrana utilizada foi a “Esterdan 40 P POL.” da Danosa, esta é uma membrana plastomérica, com uma armadura de feltro de poliéster e com o revestimento nas duas faces de filme de polietileno.

Este tipo de membrana é usado contra a ascensão capilar da água do terreno e como impermeabilização de estruturas enterradas, como é o caso.

De acordo com Butikk (2023) , “O XPS tem uma estrutura celular fechada, isso torna-o num produto insensível à água e com boas propriedades como barreira de vapor; isso significa uma grande vantagem para o isolamento de (...) muros enterrados.”

A lâmina drenante com geotêxtil é comumente chamada de tela pitonada com geotêxtil, a utilizada em obra foi a “Danodren H15 PLUS” da Danosa. Esta resulta da colagem da tela com a manta geotêxtil, impedindo que o aterro ocupe o espaço dos pitons, mantendo os vazios necessários ao escoamento da água e assegurando o remate do drenante. Uma das vantagens do uso das lâminas drenantes com geotêxtil é o facto de impedirem que a água que escorre fique presa contra a estrutura enterrada, facilitando a evacuação rápida da água para outras áreas do solo (Figueiredo, 2021).

É necessária a verificação da colocação das lâminas drenantes, uma vez que estas são colocadas de forma errada muitas vezes. A zona do geotêxtil fica virada para o terreno, pois desta forma a água irá escorrer entre o geotêxtil e a lâmina drenante.

### 4.3.3 Platibandas, Coberturas, Varandas e Floreiras

Inicialmente em projeto não estava contemplada nenhuma solução de impermeabilização para as platibandas, coberturas, varandas e floreiras.

Uma condicionante para a escolha do tipo de solução de impermeabilização a aplicar nas platibandas e coberturas é o facto de esta ser em betão branco à vista, o que implica a necessidade da solução ser em cor branca ou transparente. Em projeto passou-se a prever a solução “Sikagard®-706 Thixo”. No entanto foi proposto e adotado em obra alterar a solução para poliureia pura.

Uma alternativa ao uso de poliureias puras é a membrana poliolefinas termoplásticas (TPO). Neste caso de estudo, analisou-se a membrana TPO da KÖSTER que é uma marca alemã. No entanto, a utilização da membrana não é aconselhável em betão à vista porque este é valorizado pela sua aparência estética e, ao serem colocadas membranas TPO, a sua aparência seria afetada de modo negativo. A solução para o uso destas membranas passaria pela aplicação desta solução nas coberturas e floreiras.

A solução “Sikagard®-706 Thixo” faz parte da gama dos hidrorrepelentes. Como o próprio nome indica este produto tem o objetivo de repelir a água. Uma vez que a aplicação da solução de impermeabilização é para ser implementada em elementos horizontais, esta hipótese teve de ser descartada porque “o tratamento hidrorrepelente é preferencialmente aplicado em superfícies verticais ou muito inclinadas, de forma a evitar o contacto prolongado com a água.” (Oliveira, 2013).

Deste modo, não se procedeu à comparação da solução acima referida, efetuando-se apenas uma comparação entre as soluções de poliureia pura (aplicadas em obra pela empresa “Imperbau , Lda”) e das membranas TPO da KÖSTER.

#### **Poliureia Pura**

A poliureia pura é uma membrana elástica impermeável, que se aplica por projeção, através de uma mistura de amina com isocianato. Devido à sua reação química e secagem rápidas (quinze segundos), o sistema adquire uma ótima resistência química e mecânica (Ribeiro, 2018).

As principais características deste produto são: resistência mecânica, química e abrasão.

A poliureia pura possui uma durabilidade que pode ser superior a 25 anos, pode ser utilizada em diferentes materiais tais como: betão, madeira, metal e plástico.

Esta solução, quando escolhida, foi pensada para ser aplicada em platibandas, coberturas, varandas e floreiras. Contudo, foi também utilizada para impermeabilizar as soleiras das portas do edifício antigo, onde posteriormente serão assentadas as pedras de travertino originais das portas.

Antes de se aplicar os produtos, deve-se garantir as seguintes condições: isenção de revestimentos anteriores, superfícies regulares, não existência de fissuras, limpeza do local onde se aplicará o produto

removendo poeiras, sujidade, eflorescências e tudo o que possa colocar em causa a aderência da poliureia ao local. Uma vez que a aplicação é em betão, existem cuidados acrescidos antes da aplicação do produto, tais como: apenas aplicar depois dos vinte e oito dias de cura do betão e a verificação do teor máximo admissível de humidade.

A poliureia pura será aplicada sobre uma camada de betonilha, utilizada para regularizar os pavimentos. Depois de garantidas as condições acima descritas, coloca-se um primário (*primer*). Inicialmente o primário que seria utilizado era o “Primer PU1050” da Tecnopol, no entanto por causa de condições climatéricas, que elevaram o teor de humidade, foi necessário alterar o primário para o “Primer Wet” da Tecnopol. A aplicação do produto é feita através de um rolo e em grandes comprimentos poderá ser aplicado através de um rodo. Tem um tempo de secagem de cerca de quatro horas após. A utilização do primário conduz ao aumento da aderência e ao melhoramento do nivelamento das superfícies antes da impermeabilização.

Na Figura 4-25 e Figura 4-26 demonstram a aplicação do “Primer Wet” sobre a betonilha e o aspeto final, respetivamente.



Figura 4-25 – Aplicação de “Primer Wet”



Figura 4-26 – Aspeto final da aplicação do primário “Primer Wet”

A membrana de poliureia pura é formada pela aplicação do produto “Tecnocoat P-2049” da Tecnopol. Este é aplicado através de pulverização, formando uma membrana única sem juntas. Deve-se repetir o processo de pulverização as vezes necessárias para se atingir a espessura pretendida. O tempo de secagem deste produto é de cerca de cinco segundos. Este produto é estanque, impermeável, tem altas propriedades mecânicas e forma uma superfície dura.

Na Figura 4-27 e Figura 4-28 estão apresentadas imagens durante o processo de aplicação da poliureia e da poliureia já aplicada. Quando aplicada esta tem a cor cinzenta uma vez que foi a cor escolhida. No mercado existem mais opções de cor para a poliureia.



Figura 4-27 – Aplicação de poliureia pura



Figura 4-28 – Poliureia pura aplicada

Por fim, é aplicado o “Tecnotop 2C” da Tecnopol. Este produto é utilizado como proteção das membranas de poliureia aos raios UV, formando uma película dura, resistente, com boas propriedades mecânicas e de aderência, resistindo a intempéries e temperaturas extremas. A este produto é adicionado pigmento, e o mesmo é aplicado através de rolo e/ou trincha.

Na Figura 4-29 e Figura 4-30 apresentam-se imagens do “Tecnotop 2C” aplicado nas varandas e nas floreiras.



Figura 4-29 – “Tecnotop 2C” em varandas



Figura 4-30 – “Tecnotop 2C” em floreiras

### **Membrana TPO da KÖSTER**

A KÖSTER é uma empresa conhecida por fornecer soluções de impermeabilização de alta qualidade. Segundo, Koster (2023) a membrana TPO é derivada de uma composição de diferentes polímeros, tais como: polietileno, polipropileno e poliuretanos. As membranas são isentas de PVC, betuminosos, isocianetos e não contêm plastificantes. Como resultado, não libertam plastificantes no meio ambiente. Este tipo de membrana é resistente a intempéries, a raios UV, produtos químicos e temperaturas extremas.

Dentro deste tipo de membranas, optou-se pela escolha da membrana KÖSTER TPO 2.0 F, uma vez que esta é aplicada por colagem total da superfície. A outra opção de aplicação existente seria por fixação mecânica. O material que constitui este tipo de membrana é essencialmente o polietileno.

A impermeabilização é constituída por uma única camada e a ligação entre camadas feita por soldadura térmica.

Na Figura 4-31 está representado o esquema de aplicação deste tipo de membrana da KÖSTER. O número um representa a subestrutura, o dois o isolamento térmico, o três a membrana e o quatro a cola “KÖSTER Membrane Adhesive”.

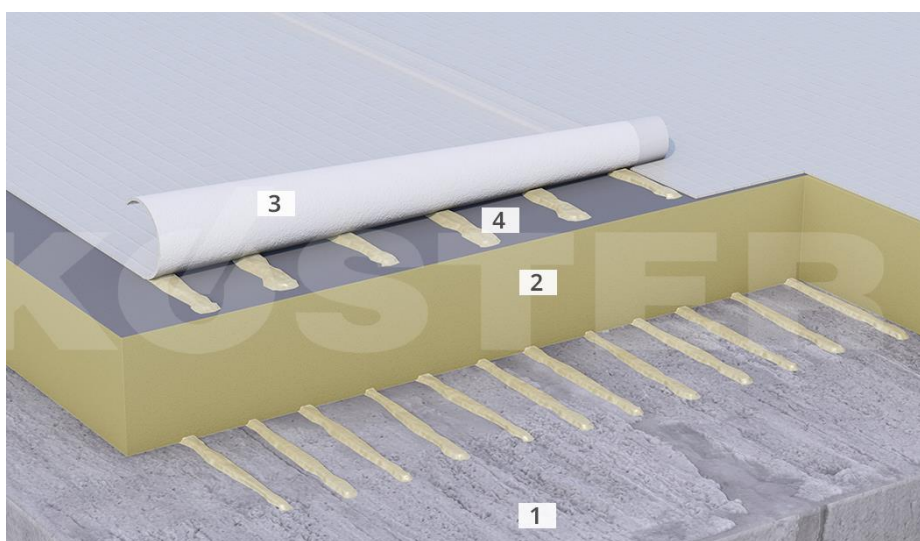


Figura 4-31 – Esquema de aplicação das membranas TPO (Extraído de: Koster, 2023)

Este tipo de membrana possui uma característica específica. A membrana da colagem possui uma camada de *polyester* com 250g na face interior, criando uma excelente aderência e força entre a membrana e o substrato.

De acordo com a ficha técnica da membrana de TPO, a união das juntas é realizada através do auxílio de máquinas robotizadas. Também poderão ser realizadas em máquinas manuais de ar quente. Durante a passagem de temperatura nas telas estas são plasticizadas e fundidas permanentemente entre si. Ao

longo do processo descrito é formada uma pequena costura de soldagem. O pormenor da junta indica que a união das juntas foi realizada de forma correta.

### **Comparação entre os sistemas de impermeabilização de poliureia pura e membrana TPO da Köster**

Apesar dos sistemas de impermeabilização serem distintos é possível fazer uma breve comparação.

- **Composição e propriedades:** Ambos os sistemas são diferentes na composição. Como referido anteriormente, as membranas são constituídas de polietileno e as poliureias puras resultam da mistura de isocianato com aminas.
- **Aplicação:** A membrana TPO é aplicada em rolos e as juntas são costuradas através de um processo de soldagem. A poliureia pura é um líquido aplicado através de pulverização.
- **Resistência e durabilidade:** As duas soluções têm em comum a resistência aos raios UV. A membrana TPO possui uma boa resistência à fissuração, assim como a poliureia pura, uma vez que a mesma é conhecida pela sua elasticidade e capacidade de adaptação a movimentos estruturais. Em relação à durabilidade as soluções já são mais distintas. No caso da membrana TPO a sua durabilidade poderá ser superior a 40 anos e necessita de cerca de 2 manutenções por ano. Já a poliureia pura possui de durabilidade que poderá ser superior a 25 anos e a sua manutenção deverá ser realizada conforme seja necessária a renovação da camada protetora da superfície.
- **Tempo de cura:** A membrana TPO possui um tempo de cura muito superior à da poliureia pura, sendo de 2 a 3 horas e de cerca de 5 segundos, respetivamente. A principal vantagem de o tempo de cura ser reduzido é a menor restrição de inatividade da área.
- **Custo:** O custo das membranas é mais baixo em relação às poliureias. Atualmente, as membranas TPO rondam os 20€/m<sup>2</sup> e as poliureias (conforme os produtos descritos anteriormente) rondam os 32€/m<sup>2</sup>.

Uma das condicionantes encontradas em obra relativamente ao uso da poliureia pura esteve relacionada com a escolha do primário a utilizar. Inicialmente foi escolhido o “Primer PU1050”. No entanto, para este primário poder ser aplicado, a taxa de humidade na betonilha dever ser no máximo de 4%. As medições foram realizadas com o aparelho “Protimeter MMS3”, durante cerca de três semanas os valores foram sempre superiores a 4%, ou seja, não cumpriam os requisitos para a aplicação do primário. De modo a não atrasar mais a obra, foi necessário, como anteriormente referido, alterar o primário para o “Primer Wet” que funciona como uma barreira para-vapor. Para aplicar este produto é necessário existir uma taxa de humidade de 98%. Para isso, antes da aplicação do primário, os locais eram humedecidos com água.

Procurou-se realizar uma breve análise a nível de custos, entre os dois tipos de primários. Atualmente, o “Primer PU1050” tem um custo de 23€/kg e o “Primer Wet” 25,5€/kg. Em primeira análise a diferença não parece muito evidente, mas quando analisada com mais pormenor a diferença torna-se muito acentuada porque existe uma diferença de consumos. O “Primer PU1050” tem um consumo de 0,20kg/m<sup>2</sup> e o “Primer Wet”, no mínimo, um consumo de 0,40kg/m<sup>2</sup>.

Pressupondo que serão impermeabilizados 100 m<sup>2</sup>:

- “Primer PU1050” –  $0,20 \times 100 = 20$  kg e  $20 \times 23 = 460$ €
- “Primer Wet” –  $0,40 \times 100 = 40$  kg e  $40 \times 25,5 = 1020$ €

Logo, a utilização do “Primer Wet” traduz-se num aumento, pelo menos, de um pouco mais do dobro a nível de custos.

A utilização das membranas TPO nas coberturas e floreiras poderia ter sido utilizada em obra, visto que não ficarão à vista. Deste modo, esta solução teria permitido minimizar custos.

#### 4.4 TÉCNICAS DE REPARAÇÃO

A realização de reparações pode ter vários objetivos tais como: aumentar a capacidade resistente (ou a rigidez) residual da estrutura até esta atingir de novo o nível correspondente ao cálculo inicial; melhorar o aspeto visual da estrutura; melhorar o seu desempenho funcional; garantir a impermeabilidade; aumentar a durabilidade (Correia, 2011) (Brito, 2002).

De acordo com Correia (2011), a técnica de reparação pode ser utilizada em fendas, vazios e zonas porosas, descasques e zonas fragmentadas, desagregações e zonas contaminadas ou com corrosão acentuada.

A técnica de reparação utilizada em obra foi em zonas de descasques e zonas fragmentadas. O tipo de reparação nessas zonas pode variar entre: betão aplicado manualmente, betão de agregados pré-colocados e betão projetado. De entre os três tipos descritos, utilizou-se o betão projetado. Este é constituído pela mistura de betão seco da Secil “Betão – S Proj 30” com água.

A técnica de projeção de betão é um processo contínuo de colocação de betão normal por projeção que dispensa o uso de cofragem. A força de impacto do jato de betão contra a superfície aumenta a aderência e também compacta o betão ao mesmo tempo. As vantagens deste processo são a excelente aderência do betão, a elevada compactação e a baixa relação água-cimento aumentando assim as propriedades mecânicas e a durabilidade do betão. No entanto, também apresenta algumas desvantagens como o efeito de ricochete dos agregados grossos, a necessidade de mão-de-obra especializada e equipamento específico, baixo rendimento (m<sup>3</sup>/h) e o desperdício de algum material (Correia, 2011).

Os procedimentos para a reparação através de betão projetado são os seguintes:

1. Remoção dos revestimentos/betão deteriorado. Na Figura 4-32 encontra-se uma das paredes antes da iniciação do processo de reparação. Na Figura 4-33 apresenta-se a parede sem os revestimentos;



Figura 4-32 – Parede antes de começar o processo de reparação (Extraído de: Telhabel, 2023b)



Figura 4-33 – Parede com os revestimentos retirados (Extraído de: Telhabel, 2023b)

2. Aplicação de armaduras na parede. Na Figura 4-34 encontra-se a figura que demonstra esta aplicação.



Figura 4-34 – Aplicação das armaduras nas paredes (Extraído de: Telhabel, 2023b)

3. Aplicação por projeção da camada de argamassa. Esta deve ser aplicada por várias camadas finas, esperando sempre o tempo de presa entre camadas. A projeção deve ser realizada da zona inferior para a zona superior, com um metro de afastamento e sempre de modo perpendicular. Na Figura 4-35 e Figura 4-36 observa-se o betão projetado numa parte da parede e a parede com a totalidade do betão projetado já aplicado, respetivamente.



Figura 4-35 – Aplicação de betão projetado (Extraído de: Telhabel, 2023b)



Figura 4-36 – Parede com betão projetado (Extraído de: Telhabel, 2023b)

Em projeto existiam pormenores sobre a aplicação de lâminas de betão sobre as paredes de alvenaria existentes. Na Figura 4-37 apresenta a primeira fase do processo, a picagem do revestimento existente e na Figura 4-38 a aplicação da amadura e da lâmina de betão.

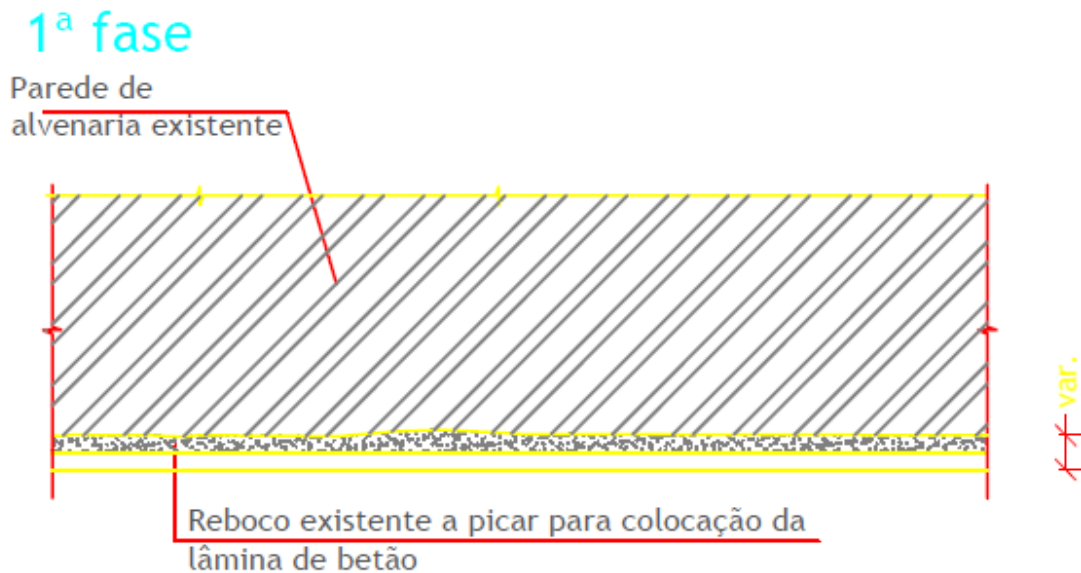


Figura 4-37 – Primeira fase descrita em projeto sobre a aplicação de lâminas de betão sobre paredes de alvenaria existentes

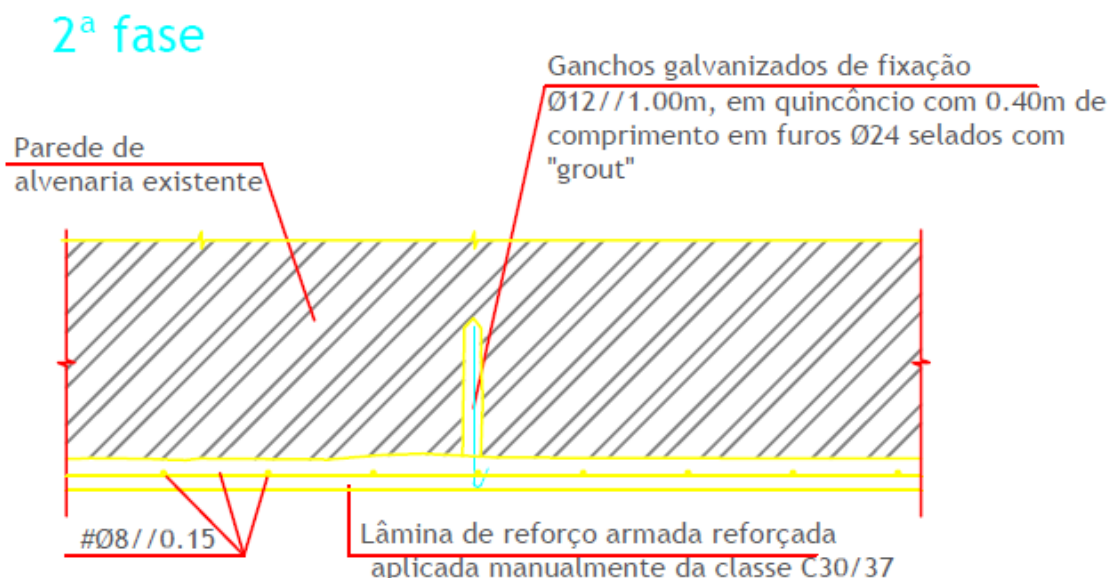


Figura 4-38 – Segunda fase descrita em projeto sobre a aplicação de lâminas de betão sobre paredes de alvenaria existentes

O principal objetivo da utilização desta técnica foi para aumentar a capacidade resistente residual da estrutura de modo a atingir o nível correspondente ao cálculo inicial, tendo a mesma sido utilizada em descasques e zonas fragmentadas.

#### 4.5 TÉCNICAS DE REFORÇO

As técnicas de reforço têm como objetivo aumentar a capacidade resistente e/ou rigidez em relação ao seu nível inicial de projeto (Correia, 2011).

Correia (2011) enumera as seguintes técnicas de reforço: encamisamento do betão; colagem de chapas metálicas; colagem de materiais compósitos (sistemas FRP) pelo exterior; introdução de perfis metálicos; pré-esforço exterior; inserção de novos elementos estruturais; criação ou eliminação de ligações internas; introdução de deslocamentos impostos.

Das técnicas anteriores referidas, em obra foram aplicadas duas técnicas de reforço: o encamisamento do betão e a introdução de perfis metálicos.

O encamisamento do betão é uma técnica de reforço muito comum. Esta consiste na utilização de materiais cimentícios mais ou menos tradicionais e armadura em varão para conferir maior resistência e/ou rigidez aos elementos existentes danificados e/ou com deficiências estruturais (Correia, 2011).

A argamassa utilizada foi o microbetão "Betão – S Proj 30" da Secil misturado com água.

Nas seguintes figuras é possível ver o decorrer do processo, iniciando com a Figura 4-39 da fachada com a viga exposta antes da aplicação do microbetão.



Figura 4-39 – Viga exposta antes da aplicação do microbetão

A Figura 4-40 apresenta a armadura colocada na viga.



Figura 4-40 – Colocação de armadura na viga

A próxima Figura 4-41 e Figura 4-42 demonstram a aplicação do microbetão, a primeira camada e a segunda camada, respetivamente.



Figura 4-41 – Aplicação da primeira camada de microbetão

É importante que a primeira camada não fique lisa, ou seja, deve apresentar alguma rugosidade para ser possível a aplicação da segunda camada, quando a primeira estiver seca.

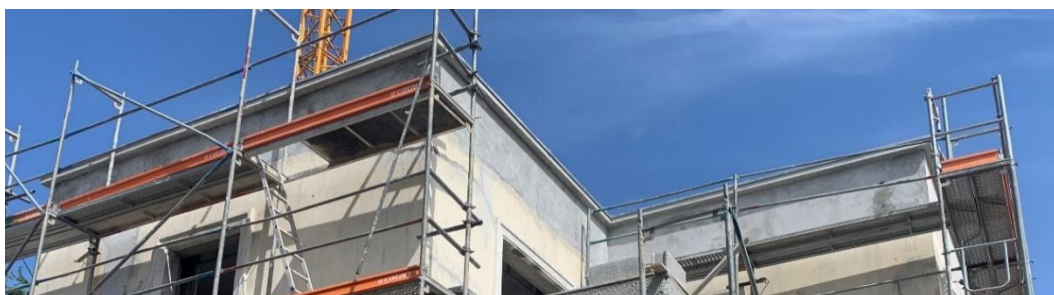


Figura 4-42 – Segunda camada de microbetão aplicada

Como o edifício é antigo, este apresentava algumas fissuras. O procedimento utilizado em obra para a reparação consistiu na picagem em torno da fenda, criando uma superfície rugosa, para a posterior aplicação do microbetão nas mesmas. Na Figura 4-43 e Figura 4-44 estão apresentadas as imagens do edifício antes e depois do tratamento das fissuras.



Figura 4-43 – Fachada antes do preenchimento de fissuras



Figura 4-44 – Fachada depois do preenchimento das fissuras

A outra técnica de reforço aplicada em obra foi a introdução de perfis metálicos. Correia (2011) apresenta como vantagens a melhoria da capacidade resistente e da ductilidade da peça, a rapidez de execução e de colocação em carga da estrutura reforçada e a possibilidade de manter em serviço a estrutura a reforçar e como desvantagens apresenta o elevado custo, a necessidade de mão de obra especializada,

necessidade de proteger as peças metálicas contra o fogo e a corrosão através da colocação de revestimentos exteriores de materiais adequados.

Na Figura 4-45 está apresentada uma viga metálica utilizada como reforço estrutural no palacete.



Figura 4-45 – Introdução de uma viga metálica na estrutura (Extraído de: Telhabel, 2023b)

## 4.6 BARRAMENTO ARMADO

De acordo com ISOLAMAIS (2023), “Este sistema consiste na aplicação de uma rede de fibra de vidro com 160gr/m<sup>2</sup> com argamassa impermeável que se caracteriza pela sua longa duração, oferecendo ao edifício uma boa protecção contra a intempérie, evitando o aparecimento de fissuras.”

O barramento armado distingue-se do reboco armado através da armadura utilizada, o reboco utiliza uma armadura metálica, enquanto no barramento armado é utilizada uma rede de fibra de vidro.

Esta técnica é utilizada com regularidade em reabilitação de fachadas envelhecidas e com fissuras, conferindo resistência mecânica às fachadas. Usualmente é utilizada sobre rebocos degradados.

Após a reparação das paredes, como referido no capítulo 4.4, é necessário fazer uma limpeza na mesma. A limpeza consiste na raspagem de tintas antigas e depois na lavagem de toda a superfície através de uma máquina de pressão, onde posteriormente será aplicado o barramento armado. A aplicação deste sistema foi realizado pela empresa “Versátil Construção e Reabilitação Lda”.

Os materiais utilizados no barramento armado foram o “Webertherm Pro” e “Webertherm rede normal”. De acordo com a ficha técnica da rede, esta tem como objetivo conferir resistência e estabilidade ao revestimento, evitando o aparecimento de fissuras decorrentes das variações de temperatura ou de microfissuras no suporte (Weber, 2017).

**Procedimentos para a aplicação do barramento armado:**

- Misturar o “Webertherm Pro” com água limpa, na proporção de 5,5 a 6,5 litros por cada saco de produto (Figura 4-46);



Figura 4-46 – Mistura do produto “Webertherm Pro” com água

- Aplicação da 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro” com o auxílio de uma talocha metálica de inox. A argamassa deve ser aplicada com a parte dentada da talocha, ficando com o aspeto demonstrado na Figura 4-47;



Figura 4-47 – Aplicação da 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro”

- Aplicação da “Webertherm rede normal” sobre a 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro”, enquanto a mesma ainda se encontra fresca. A rede deve ficar bem esticada e sem vincos (Figura 4-48);



Figura 4-48 – Aplicação da rede sobre a 1.ª camada de argamassa “Webertherm Pro”

- Incorporar bem a “Webertherm rede normal” na argamassa “Webertherm Pro” com auxílio de uma talocha (Figura 4-49);



Figura 4-49 – Incorporar a “Webertherm rede normal” na argamassa “Webertherm Pro”

- Aplicar a 2.ª camada da argamassa “Webertherm Pro” (Figura 4-50);



Figura 4-50 – Aplicação da 2.ª camada de “Webertherm Pro”

- Aplicação do primário “Weberprim Regulador” com a cor 4057. A aplicação é feita através de rolo e/ou trincha (Figura 4-51);



Figura 4-51 – Aplicação do primário “Weberprim Regulador”

- Aplicação do “Weberplast Decor M”, o M significa textura média e a cor é 4057 e nas varandas a cor é 0919. Não foi possível acompanhar esta última fase do barramento armado, uma vez que, o estágio acabou. No entanto, foi feita uma amostra do resultado, representado na Figura 4-52, sendo também apresentada na figura uma aproximação, de modo a ser perceptível a textura final.

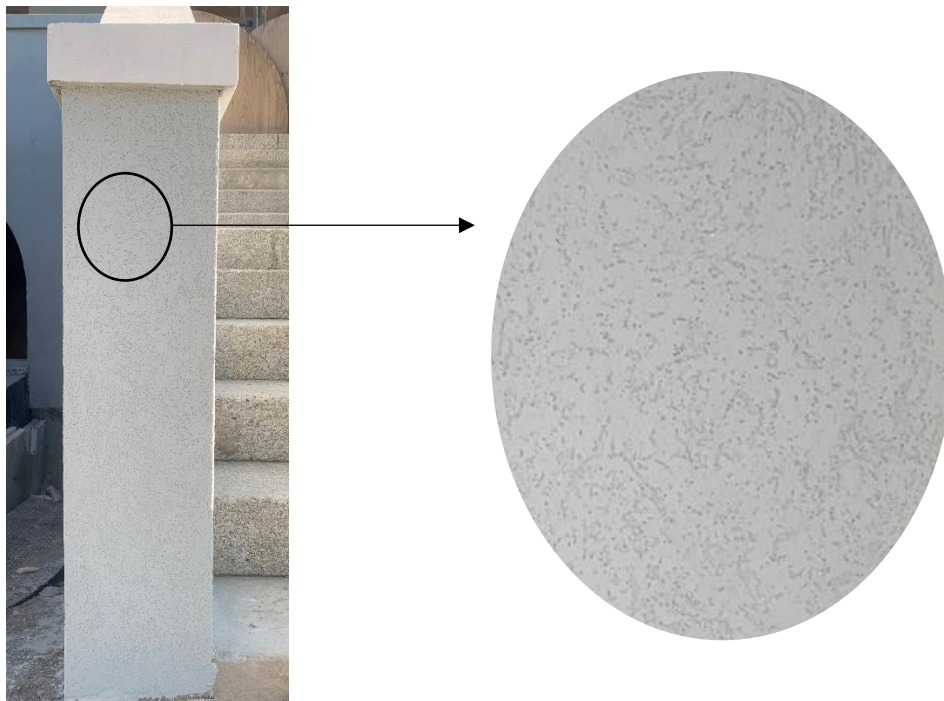


Figura 4-52 – Aplicação do “Weberplast Decor M”

## CAPÍTULO 5

### GESTÃO DE OBRA

Faria (2014) considera que em qualquer construção é fundamental controlar de forma eficiente os principais recursos básicos: mão-de-obra, materiais, equipamentos e subcontratos. Na construção o principal objetivo consiste em construir com um nível de qualidade e segurança adequados, no prazo previsto, com o mínimo de custo (como em qualquer outro tipo de empresa) e garantindo um respeito absoluto por condicionantes ambientais e de gestão de terreno definidos na devida legislação.

#### 5.1 ESTALEIRO DE OBRA

Lauria (2005) define estaleiro de obra como um conjunto de meios mobilizados (recursos humanos, materiais, equipamentos, instalações e serviços) para a execução de uma obra, que representa uma das fases de um empreendimento.

A classificação dos tipos de estaleiro não é totalmente uniforme. Lauria (2005), defende a existência do estaleiro central e do estaleiro de frente. Contudo, Moreira (2009) altera o nome de estaleiro de frente para estaleiro local. Apesar do nome dos tipos de estaleiro não serem totalmente consensuais, as definições são.

- Estaleiros Centrais – são estaleiros permanentes normalmente implantados em terrenos de propriedades das empresas de construção (Lauria, 2005). Neste localizam-se instalações de utilização geral (que servem as diversas obras que a empresa realiza), tais como centrais de fabrico de betão e oficinas especializadas de serralharia e de carpintaria (Moreira, 2009).
- Estaleiros de Frente/ Local – são estaleiros provisórios ou temporários de cada obra, cuja vida útil é igual ao prazo de execução dessa obra (Lauria, 2005). Neste localizam-se os componentes necessários à satisfação das exigências de execução da obra (Moreira, 2009), constituindo o melhor e o maior apoio logístico à concretização da mesma (Lauria, 2005). Geralmente, o estaleiro localiza-se no terreno do dono de obra, mas também pode ocupar terrenos limítrofes públicos ou privados (havendo, nestes casos, que proceder às diligências necessárias para a sua ocupação) (Moreira, 2009).

O arranjo físico do estaleiro de frente consiste na escolha do tipo de instalações fixas e meios de apoio a deslocar para cada obra e respetivas áreas, respetiva localização física (Faria, 2014).

Este tipo de estaleiro não é fixo ao longo da execução da obra, ou seja, vai sofrendo alterações consoante a fase em que a obra se encontra.

Na Figura 5-1 está representada a planta de estaleiro que estava em vigor aquando do início de estágio. A obra encontrava-se a meio da fase de betão armado e já existiam algumas especialidades em curso. Desta forma, faziam parte da planta as seguintes instalações: Grua; 1 – Contentor de Direção de Obra; 2 – Sala de Reuniões; 3 – WC; 4 – Contentor vestiário/refeitório; 5 – Contentor ferramentaria; 6 – WC Químico; 7 – Vitrine; 8 – Bacia de retenção (Zona Coberta); 9 – Contentor Encarregado. Para além destas instalações também existia a área para a limpeza de rodados, bacia para lavagem de caleiras e contentor de resíduos.

Na Figura 5-2 está presente a planta de estaleiro que se encontra atualmente em vigor. Esta planta foi uma das tarefas desempenhadas pela autora durante este estágio. Ao longo do processo de renovação da planta, foi necessário conciliar tanto as fases que se seguiam da ordem de trabalhos como todos os elementos de estaleiro necessários para permitir o bom funcionamento de obra.

É necessário ter em atenção potenciais condicionantes que existam ou que possam surgir. No caso teve-se em consideração:

- O reduzido espaço disponível para a implantação do estaleiro. Atenderam-se aos seguintes trabalhos: levantamento do pavimento existente para a posterior colocação de Pavidren, aplicação de betonilhas, aplicação de poliureias, montagem de andaimes em torno do edifício existente para a aplicação do barramento armado.
- O local a colocar as instalações sanitárias. As instalações teriam de ser ligadas nas caixas de saneamento existentes e com alguns dos trabalhos que a realizar, existiam caixas que deixavam de ser viáveis para a colocação das instalações sanitárias.

As instalações implantadas em obra são as seguintes: Grua; 1 – Contentor de Direção de Obra; 2 – Sala de Reuniões; 3 – WC; 4 – Contentor vestiário; 5 – Contentor ferramentaria; 6 – Contentor Zona Social; 7 – Vitrine; 8 – Bacia de retenção (Zona Coberta); 9 – Contentor Encarregado. Para além destas instalações também existe o contentor de resíduos.

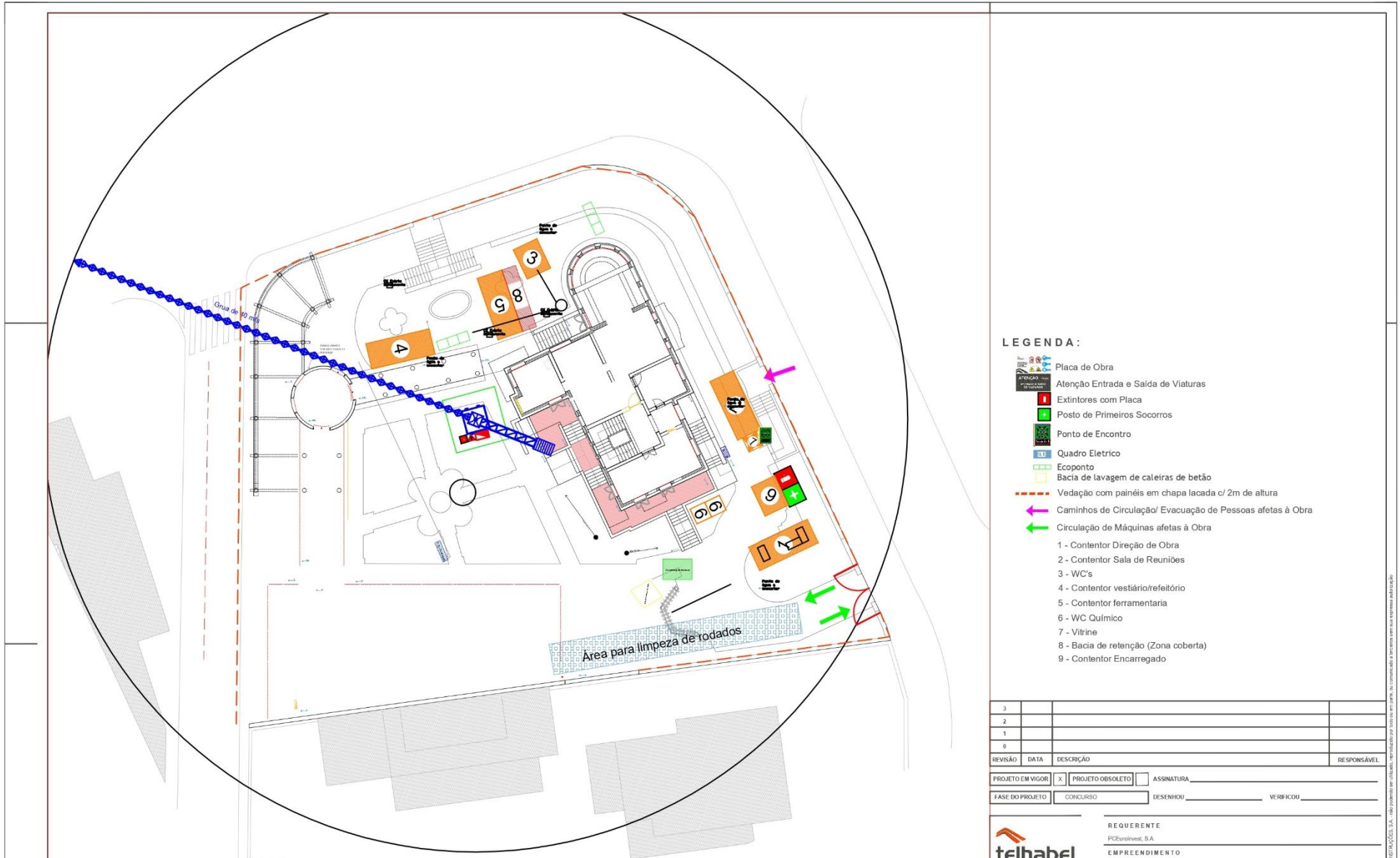


Figura 5-1 – Planta de estaleiro

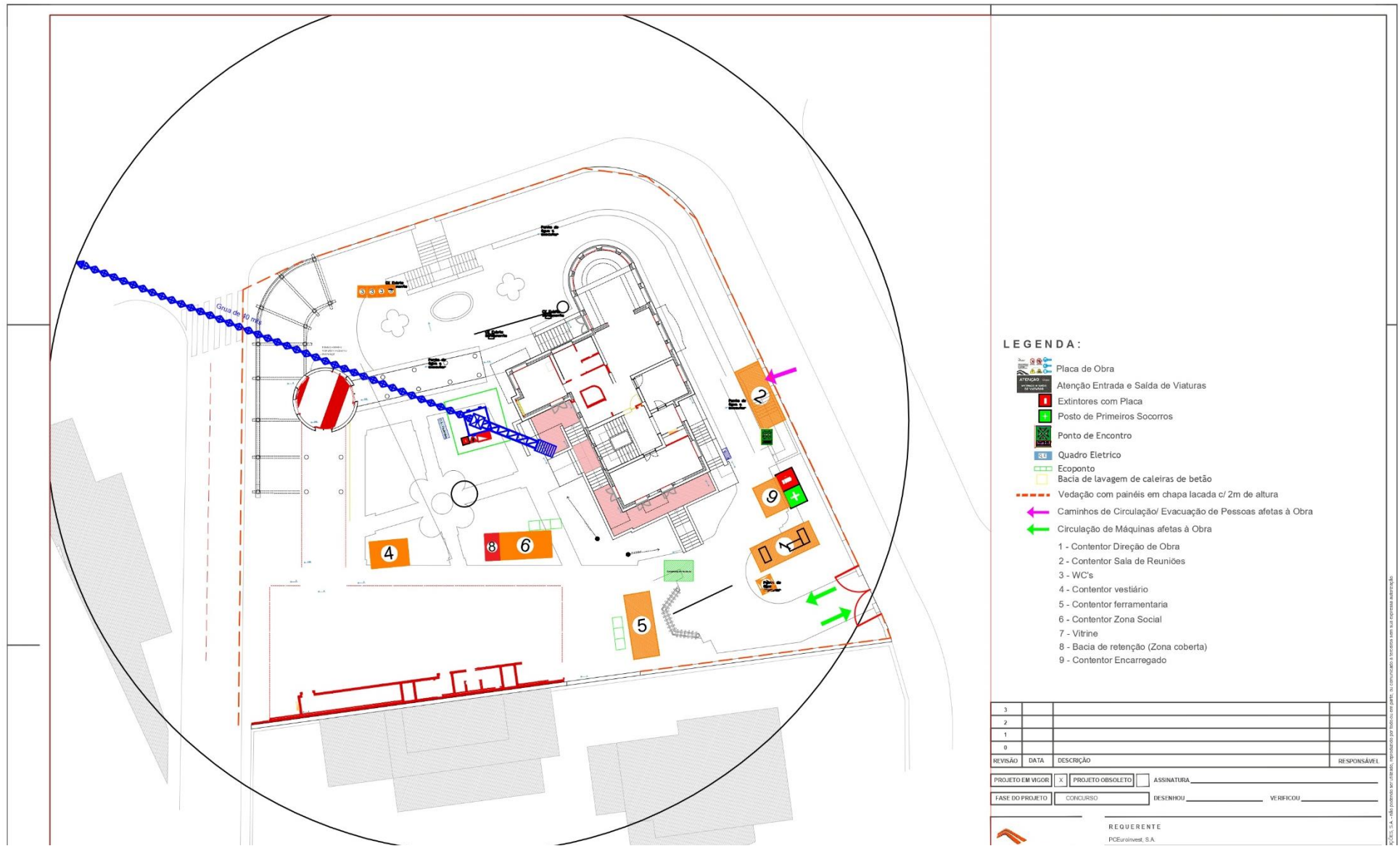


Figura 5-2 – Planta de estaleiro

## 5.2 CONTROLO DE BETONAGENS

No decorrer de uma obra é necessário fazer um controlo dos recursos já utilizados e dos que ainda se vão utilizar, evitando a existência de desperdícios desnecessários e de compras de materiais em excesso. O controlo de recursos é essencial para manter a obra dentro do orçamento estimado.

Em obra existe betão branco e betão cinza, o betão branco apresenta um preço cerca de 2,45 vezes superior quando comparado com o betão cinza com a mesma classe de resistência à compressão, classe de exposição ambiental e classe de abaixamento, diferindo apenas no diâmetro máximo dos agregados.

Na Figura 5-3 está apresentado um excerto do documento de controlo de betonagens.

	BETONAGENS											Totais	ELEMENTO	LOCAL
	DATA	VOLUME ENCOMENDADO	Diferença (<6m <sup>3</sup> )	Bombagem	Utilização de Linha	DIFERENÇA	Comp. (m)	Larg. (m)	Altura de Betona	Volume Betão (m <sup>3</sup> )				
C30/37; XC2; CL 0,4; Dmáx: 22; S3	9/ago	8,00				0,12	32,82	0,30	0,80	7,88	7,88	Viga de coroamento	Alçado rua Jorge Reinel	
C30/37; XC2; CL	12/ago	12,50				-1,06	7,80	0,70	0,70	3,82	13,56	Sapata	VF - Edifício existente	
							6,00	0,30	0,85	1,53		Viga Coroamento	Muro JM canto	
							5,20	0,60	1,30	4,06		Viga Coroamento	Muro JM canto	
							4,50	0,30	1,30	1,76		Viga Coroamento	Muro JM canto	
							3,80	0,45	1,40	2,39		Sapata	muro MS2 - garagem G2	
C30/37; XC2; CL	17/ago	9,00				0,13	3,00	1,00	0,40	1,20	8,87	Sapata	muro MS2 - G1	
							12,00	0,30	1,30	4,68		Viga coroamento	Muro JM	
							3,25	1,00	0,50	1,63		Sapata	JR PP 1	
							3,00	0,35	1,30	1,37		Viga coroamento	Muro JM árvore	
C30/37; XC2; CL	19/ago	10,00				0,07	3,25	0,35	2,40	2,73	9,93	Muro	JR PS1	
							4,25	1,10	0,50	2,34		Sapata	JR PS2	
							4,25	1,10	0,50	2,34		Sapata	JR PS3	
							6,00	0,30	1,40	2,52		Viga coroamento	Muro JM	
C30/37; XC2; CL	23/ago	8,00				0,31	4,30	1,00	0,45	1,94	7,69	Sapata	PS4	
							3,25	0,30	2,90	2,83		Muro	PS2	
							3,25	0,30	2,40	2,34		Muro	PS3	
							3,25	0,30	0,60	0,59		Muro	PS1 (continuação)	
C30/37; XC2; CL	25/ago	15,50				-0,09	3,25	0,30	3,00	2,93	15,59	Muro	PS 4	
							4,00	3,00	0,70	8,40		Sapata	S3 PP7	
							5,30	0,40	1,25	2,65		Viga coroamento	JM	
							1,50	0,50	1,50	1,13		Muro	JM (Sapata grua)	
							3,25	0,30	0,50	0,49		Muro	PP3 (continuação)	
C30/37; XC2; CL	26/ago	8,50				0,20	0,40	3,25	3,50	4,55	8,30	Muro	PS7	
							5,00	1,50	0,50	3,75		Sapata	Redondo entrada E1	
C30/37; XC2; CL	30/ago	5,00	1,00			0,17	4,60	1,70	0,40	3,13	4,83	Sapata	garagem G3	
							3,10	1,00	0,55	1,71		Sapata	PP8	

Figura 5-3 – Mapa de controlo de betonagens

Através do mapa apresentado, é possível comparar a quantidade de betão encomendada com a quantidade de betão necessária, sabendo sempre a diferença, neste caso, quanto betão sobra ou quanto betão falta.

O mapa de controlo de betonagens é composto por:

- Identificação do tipo de betão – É identificado o betão rececionado em obra;
- Data – É colocada a data da receção do betão que corresponde também à data da betonagem;

- “Volume encomendado” – Como o próprio nome indica é o volume encomendado à central. Este volume resulta do apresentado na coluna dos “Totais”. Contudo os valores podem divergir, uma vez que, apenas se pode encomendar quantidades em valor absoluto ou então com a casa decimal de 5, por exemplo 7 m<sup>3</sup> ou 7,5 m<sup>3</sup>, respetivamente;
- “Diferença (<6m3)” – Contabilização da quantidade de betão encomendada quando essa é inferior a 6 m<sup>3</sup>. Os fabricantes de betão pronto (betão produzido em central e não em obra) impõem limites mínimos de encomendas de betão. O limite mínimo imposto, pelo fornecedor de betão em obra, foi de 6 m<sup>3</sup>. Esta coluna não constava inicialmente na tabela, tendo sido acrescentada durante a realização do estágio. Este apresentava ser um ponto a necessitar de controlo, uma vez que, é faturado cada m<sup>3</sup> em falta até perfazer os 6 m<sup>3</sup> mínimos impostos. Esses m<sup>3</sup> pagos que não entram em obra representam uma despesa não prevista;
- “Bombagem” – Esta coluna contabiliza os m<sup>3</sup> que foram bombados. A utilização de bomba para bombear betão apresenta um custo de 8€ por m<sup>3</sup> de betão bombado. Logo é necessário saber a quantidade precisa de betão que foi bombado;
- “Utilização de linha” – Por vezes quando o betão é bombado é necessário montar uma linha de tubos para bombagem do betão, quando é necessário vencer grandes vãos. A linha apresenta um custo de cerca 10€ por metro;
- “Diferença” – Através desta coluna é obtida a previsão se o betão sobra ou se foi encomendado a menos. Normalmente o betão tende a sobrar. No entanto, poderá acontecer de estar previsto sobrar betão e este não chegar, isto é explicado por problemas na central de produção de betão;
- “Com. (m)”, “Larg. (m)”, “Altura de betonagem” – Correspondem às medidas dos elementos que serão betonados;
- “Volume betão (m<sup>3</sup>)”, “Totais” – O volume corresponde ao volume de betão que cada elemento individual precisa, o total consiste na soma do volume de betão de cada elemento;
- “Elemento”, “Local” – O elemento refere qual o peça a ser betonada e o local indica o local onde o elemento de encontra.

Para além dos parâmetros anteriores descritos, uma possível alteração seria o acrescento de duas colunas. Uma das colunas resultaria do preenchimento dos valores obtidos no ensaio Slump. Apesar de existir uma tabela onde estes valores estão demonstrados juntamente com os valores do ensaio de compressão, se os valores estivessem presentes nesta, no eventual caso de ser necessário realizar uma análise ou reparações, a leitura seria muito mais rápida. A outra coluna indicaria as pessoas da equipa,



- “Resumo” – Este representa a primeira coluna do mapa, encontrando-se a informação da atividade, que se irá analisar, conforme o discriminado em contrato.
- “Proposta” – Esta coluna é constituída pelas quantidades contratuais, quantidades de erros e omissões e quantidade de trabalhos a mais e/ou menos. Estas quantidades são depois multiplicadas pelo valor unitário contratual obtendo-se desta forma o valor total que a atividade representa.
- “Facturado” – Nesta coluna é acrescentada a quantidade faturada ao dono de obra, multiplicando-se depois pelo valor unitário contratual.
- “Adjudicado” – Numa obra é comum existirem subcontratações. Na obra em questão foi adjudicada a mão de obra para a aplicação do betão, corte, moldagem e aplicação de armaduras e a aplicação e material de cofragem. Neste caso é multiplicada a quantidade executada pelo preço unitário contratual com o subempreiteiro.
- “Custos” – Esta coluna indica os custos associados à execução da atividade, desde cubos de compressão até à utilização de bombagem. Neste caso são os valores do adjudicado, supondo que a empresa “Constroi Lda” teria executado todos os pilares e que as quantidades de medição em orçamento estariam bem calculadas. Para além do custo da mão de obra e do material de cofragem é necessário entrar com os custos de betão e de aço que na obra foram suportados pela “Telhabel Construções, S.A.”.
- “Desvio” – Como referido na tabela, esta coluna indica o proveito do custo que consiste na diferença entre o valor total faturado e o valor total de custo. Deste modo, obtém-se o lucro ou prejuízo retirado dessa atividade. No caso do betão, foram faturados 700€ e o custo total foi de 600€ o que reflete num proveito de 100€.

Também, através da tabela, é possível obter o custo da atividade por metro, para tal são somadas as quantidades de materiais, não importando a unidade em que se encontram, na coluna do valor unitário o resultado é obtido através da divisão do custo total (4194,75 €) pela quantidade total de material (1994,90), obtendo o valor de 2,10 € que significa o valor por cada metro linear de construção de pilar.

Por fim, com o mapa é possível ainda retirar a percentagem de lucro ou prejuízo da atividade. Para tal, é feita a divisão entre o valor total faturado (5177,20 €) e o valor total de custos (4194,75 €), obtendo um valor de 1,23. Como o resultado é superior a 1 quer dizer que existe lucro, os 23 significa que o lucro foi de cerca de 23%.

## 5.4 TRABALHOS COMPLEMENTARES

De acordo com o artigo 370 do Dec. Lei nº 78/2022 “São trabalhos complementares aqueles cuja espécie ou quantidade não esteja prevista no contrato e cuja realização se revele necessária para a sua execução.”

Na Figura 5-5 está apresentado um excerto de um trabalho complementar executado em obra.


		<b>PROPOSTA DE T.M. N.º 22</b> DECOMPOSIÇÃO CUSTOS UNITÁRIOS			
		DATA: 18-03-2020			
DESIGNAÇÃO		TELHABEL S.A.			
Art.º	Descrição	Un	Qtyd	P. UNIT.	TOTAL
	Aumento de 0,30 m da altura de viga V5 - Edf. Novo	ml	58,90		2 652,10 €
	Mão de obra	h	114,0	14,00 €	1 596,00 €
	Betão	m3	3,5	160,00 €	565,44 €
	Aço	kg	551,3	0,89 €	490,66 €
<b>TOTAL DE CUSTOS DIRECTOS</b>					<b>2 652,10 €</b>
CUSTOS INDIRECTOS				8%	
ENCARGOS DE SEDE				15%	
LUCROS E IMPREVISTOS				7%	
				<u>30%</u>	795,63 €
<b>PREÇO DE VENDA</b>					<b>3 447,73 €</b>

Figura 5-5 – Exemplo de trabalhos complementares

Como é possível observar na Figura 5-5, este trabalho complementar consistiu num aumento de uma viga. Por vezes é necessário fazer alterações ao projeto. Neste caso, a cota indicada em projeto estava errada, tendo sido necessário construir um aumento de 30 cm na viga.

Quando se trata de reabilitação de edifícios é comum existirem trabalhos complementares ou, por vezes, trabalhos a menos. Isto porque nem sempre se consegue dizer exatamente o estado real do edifício. Podem estar previstos a reutilização de elementos estruturais ou de outro tipo de elementos, desde janelas até corrimões, e concluir-se posteriormente não ser possível o seu aproveitamento, levando a que existam trabalhos complementares.



## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### 6.1 CONCLUSÕES

A possibilidade de realizar a unidade curricular em ambiente empresarial é bastante enriquecedora, no sentido em que é permitido existir um contacto direto com obra, existindo desta forma a possibilidade de observar procedimentos construtivos de perto.

A realização deste estágio possibilitou o acompanhamento de dois tipos de construção: a construção de um edifício novo e a reabilitação e reconversão de um antigo palacete num edifício de serviços.

Em relação à construção do novo edifício abordaram-se os processos construtivos de elementos com betão branco à vista e a construção de lajes com o sistema de blocos de aligeiramento do tipo “Nautilus”.

O uso de betão à vista, pode por vezes traduzir-se numa redução de custos, uma vez que não é necessária a utilização de algum tipo de acabamento. No entanto, na obra em questão, essa redução não foi verificada, porque o betão à vista utilizado foi o betão branco que apresenta um custo muito mais elevado quando comparado ao betão cinza. Durante o processo de construção, é necessário existirem uma série de cuidados construtivos, uma vez que o betão é o responsável pelo aspeto final. Qualquer desleixo, durante a fase de execução, ficará perpetuado no elemento construtivo a não ser que seja utilizada a técnica de cosmética no betão para reparar o mesmo. No entanto, seriam imputados novos custos à obra.

O avanço de novas tecnologias e técnicas de construção é notório no setor da construção. No âmbito das lajes um dos avanços remete-se à possibilidade de obter vãos maiores. Para tal, é necessário recorrer a soluções de aligeiramento. Neste caso, a solução adotada foi a laje fungiforme aligeirada com moldes perdidos, em que os moldes utilizados são os “Nautilus”.

Ao nível da impermeabilização foram analisadas soluções distintas: a emulsão betuminosa nas fundações, as membranas betuminosas com o XPS e a lâmina drenante nos muros de suporte e, por fim, a poliureia pura nas platibandas, coberturas, varandas e floreiras. No caso da solução da poliureia pura foi feita uma pesquisa de uma possível alternativa, através do uso das membranas TPO, sendo que estas membranas podem ser uma solução mais económica. No entanto, não ficam bem quando aplicadas em elementos de

betão à vista, como é o caso das platibandas e varandas. A solução passaria pela utilização de poliureia pura nas platibandas e varandas e nas coberturas e floreiras pela aplicação das membranas.

Reabilitar é uma palavra cada vez mais presente na construção portuguesa. Através deste processo de recuperação de edifícios e espaços é possível manter a história do nosso país. Para tal é necessário existir uma compatibilização de materiais e de técnicas construtivas. Existem ainda classificações de património, como é o caso do palacete que é classificado como imóvel de valor patrimonial. Neste caso, a classificação não permite demolições e obriga a manter características arquitetónicas e de materiais.

## **6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

O conceito da sustentabilidade deve estar a cada dia que passa mais presente na construção. A indústria da construção consome cerca de 75% dos recursos naturais extraídos e consome cerca de metade da energia produzida no mundo.

É necessário adotar práticas que visem a mitigação de consumos desnecessários de materiais assim como escolhas de materiais sustentáveis, reutilização de materiais e recursos naturais, técnicas de construção sustentável, entre outros.

Inicialmente em projeto não estava contemplada a utilização de água não potável nos sistemas de rega. No entanto, em obra foi proposta essa alteração, tendo a mesma sido aceite.

Seria interessante, numa futura continuação deste trabalho, efetuar uma análise de soluções que contribuíssem para um edifício mais sustentável, como a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para as bacias de retrete, uma vez que estas não carecem da necessidade de uso de águas tratadas.

Outro ponto que seria também interessante de abordar seria a realização de uma avaliação de sustentabilidade através dos métodos existentes, por exemplo o sistema LiderA. Desta forma, seria possível saber a classificação do edifício através de um sistema de avaliação da sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, Elson; Carretero, Narciso - Revisão dos sistemas de classificação *da qualidade superficial do betão à vista*. Encontro Nacional Betão Estrutural. (2014) 1–11. [Consult. 13 Mar. 2023]. Disponível em WWW:<URL:[https://sapiencia.ualg.pt/bitstream/10400.1/8918/1/Artigo\\_BE2016.pdf](https://sapiencia.ualg.pt/bitstream/10400.1/8918/1/Artigo_BE2016.pdf)>
- Andrade, Luís; Aleixo, Sofia; Faustino, Patrícia - *Materiais e técnicas de construção do início do século XX em Portugal na revista Construção Moderna*. 3º Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira. (2019) 1–14. [Consult. 4 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL:<http://ric.slii.pt/docs/Extras/0000002457.pdf>>
- Appleton, J. (2011). *Reabilitação de Edifícios Antigos: Patologias e Tecnologias de Intervenção*. 2.ª ed. Editora Orion, 2011. 730p. ISBN 9789728620035.
- Araújo, F. (1944). Memória Descritiva: *Cálculos de Betão Armado*.
- Bastos, L. F. B. F. (2014) *Análise Comparativa de Sistemas de Impermeabilização*. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 80 p. Dissertação de mestrado.
- Brito, de J. (2002). *Inspecção e Reabilitação de Construções. Elementos de apoio*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Butikk, B. (2023). *O que é XPS?*. [Consult. 3 Abr. 2023]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.bricobutikk.pt/pages/o-que-e-xps>>
- Carta de Lisboa sobre a Reabilitação Urbana Integrada 1º Encontro Luso-Brasileiro de Reabilitação Urbana Lisboa, 21 a 27 de Outubro*. (1995).
- Carvalho, N. R. F. (2008) *Metodologias de Análise de Lajes Fungiformes - Aplicação no Projecto de Edifícios*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 164 p. Dissertação de mestrado.
- Coelho, A. (2023). *Projeto de Sobreposições - Corte GT*.
- Correia, J. I. R. de S. (2008) *Dimensionamento de Cofragens para Estruturas de Betão Armado*. Aveiro: Universidade de Aveiro. 101 p. Dissertação de mestrado.

- Correia, J. R. (2011). *Proteção, Reparação e Reforço de Estruturas de Betão Armado*. Apontamentos da cadeira de Reabilitação de Edifícios Contemporâneos, FUNDEC 7 e 8 de junho.
- Decreto-Lei n.º 78/2022 de 7 de novembro. (2022). Diário da República nº 214/2022, Série I. *Presidência do Concelho de Ministros*.
- Faria, J. A. (2008). *Organização de Empresas de Construção Civil*. Apontamentos teóricos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Faria, J. A. (2014). *Gestão de Obras e Segurança*. Sebenta da cadeira de gestão de Obras e Segurança. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Fercanorte. (2014). *Módulos Nautilus*. [Consult. 24 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.fercanorte.com.pt/produtos.php?id=4>>
- Fercanorte. (2016). *Manual de instalação – Nautilus*. 4 p.
- Figueiredo, E. (2021). *Tela Pitonada: O que é, Aplicação e Vantagens desta Opção de Drenagem*. [Consult. 3 Abr. 2023]. Disponível em WWW:<URL: [https://www.homify.pt/livros\\_de\\_ideias/7786599/tela-pitonada-o-que-e-aplicacao-e-vantagens-desta-opcao-de-drenagem](https://www.homify.pt/livros_de_ideias/7786599/tela-pitonada-o-que-e-aplicacao-e-vantagens-desta-opcao-de-drenagem)>
- Flores-Colen, I., Ferreira, V., Gaspar, F., Santos, S., Oliveira, F. S., Cravinho, A., Gomes, J., Serrado, D., Cabaça, S., & Lourenço, P. (n.d.). *Paredes*. Apontamentos teóricos da cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Fonseca, A. A., & Nunes, Â. (1998). *Betão Branco - Fabrico, Características e Utilização Estrutural*. [Consult. 16 Mar. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <http://issuu.com/globept/docs/bbfabcarutilestl>>
- Garcia, M. da L. (2018). *Betão*. Apontamentos teóricos da cadeira de Materiais de Construção. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Geoplast S.p.A. (2022, Fevereiro). *Ficha técnica de New Nautilus Evo*. [Consult. 24 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.geoplastglobal.com/en/download/new-nautilus-evo/geoplast-new-nautilus-evo-double-h29-1613-technical-sheet-english/>>
- Gonçalves, M., Grandão, J. L., Brito, J. de, & Lopes, M. da G. (2005). *Características das Membranas de Impermeabilização de Coberturas em Terraço*. Artigo nº 22 da Universidade do Minho.
- Granja, F., & Neves, C. (1944). *Memória descritiva*.
- Guedes, R. J. de O. (2010). *Reabilitação de uma Estrutura de Alvenaria de Pedra*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 176 p. Dissertação de mestrado.
- Henriques, B. A. S. (2019). *Aplicação da técnica de reboco armado na reabilitação de edifícios antigos*. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. 106p. Dissertação de mestrado.

- Isolamais. (2023). *Recuperação de fachadas*. [Consult. 26 Abr. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.isolamais.com/servicos/recuperacao-de-fachadas/>>
- Koster. (2023). *Sistemas de Impermeabilização*. [Consult. 12 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.koster.pt>>
- Lauria, A. L. (2005). *Construção de empreendimentos na prática - Manual dirigido à aplicação e desenvolvimento de processos e métodos de uma construção*. Coord. Manuel Brazão Darinha; [ed. lit] Verlag Dashöfer - Edições Profissionais. 1ª ed., 4ª actualiz. Lisboa: Verlag Dashöfer – Edições Profissionais.
- Magalhães, A. P. de. (2015). *Pavimentos Aligeirados de Vigotas*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 132 p. Dissertação de mestrado.
- Moreira, A. M. (2009). *Organização de estaleiros*. Apontamentos da cadeira de Gestão e Segurança de Obras e Estaleiros. Instituto Politécnico de Tomar - Escola Superior de Tecnologia de Tomar.
- Oliveira, J. M. P. de. (2013). *Estudo da Durabilidade e Eficácia da Ação de Repelentes de Água em Fachadas de Edifícios Recentes*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 174 p. Dissertação de mestrado.
- Pimenta, A. A. (2015). *Intervenção em Edifícios Antigos de Arquitetura Corrente*. Vila Nova de Cerveira: Escola Superior Gallaecia. 266 p. Dissertação de mestrado.
- Prudêncio, J. (2023). *Coberturas*. [Consult. 11 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://prudencio.pt/pt/reabilitacao-coberturas/>>
- Reis, D. J. P. H. dos. (2010). *Sistemas de Impermeabilização de Caves: Aplicação a dois casos de estudo*. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 127 p. Dissertação de mestrado.
- Ribeiro, D. A. (2018). *Sistemas de Impermeabilização para Coberturas Planas - Análise de mercado, contributo para a melhoria no processo de seleção e de aplicação*. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. 105 p. Dissertação de mestrado.
- Santos, A. I. B. R. dos. (2015). *Acompanhamento da construção do edifício Focus Lx na Avenida António Augusto de Aguiar*. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 214 p. Dissertação de mestrado
- Secil. (2008). *Cimento Branco - Elementos para a Preparação de Cláusulas Técnicas de Cadernos de Encargos de Obras em Betão Branco*. [Consult. 21 Mar. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://issuu.com/globept/docs/cl-usulas-t-cnicas-book/2>>

- Secil. (2023). *Unibranco*. [Consult. 16 Mar. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.secil.pt/pt/produtos/betao/betao-arquitetonico/unibranco->>
- Sotecnisol. (2023). *Emulsões Betuminosas*. [Consult. 11 Mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.sotecnisol.pt/materiais/produtos/solucoes-de-impermeabilizacao-isolamentos-e-drenagens/impermeabilizacoes/emulsoes-betuminosas/>>
- Telhabel. (2023a). *Sobre nós*. [Consult. 28 Fev. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://telhabel.net>>
- Telhabel. (2023b). *Arquivo do registo fotográfico da obra*.
- Titantech. (2023). *Ficha Técnica de SX-100 Primário Sintético Secagem Rápida*. [Consult. 16 Mar. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.titantech.pt/pt/produtos/sx-100-primario-sintetico-secagem-rapida>>
- Weber, S.-G. (2017). *Weber.therm rede normal*. 2 p. [Consult. 15 Jun. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://construir.saint-gobain.pt/Documentos/ficha-tecnica/ficha-tecnica-webertherm-rede-normal.pdf-0>