



Direção de Obra e Controlo de Materiais

JULIANA PINTO RIBEIRO

julho de 2025

**Direção de Obra e Controlo de
Materiais**

**Controlo da Qualidade e do
Desperdício de Betão**

Juliana Pinto Ribeiro

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil, Área de Especialização em
Gestão da Construção**

Orientador: Professora Doutora Maria Rosário Oliveira

Supervisor: Engenheiro Rui Caldas (Telhabel Construções S.A.)

Júri:

Presidente: Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro, Professor Coordenador, ISEP

Vogal: Maria do Rosário Santos Oliveira, Professora Adjunto, ISEP

Vogal: Jaime António Pires Gabriel Silva, Professor Adjunto Convidado, ISEP

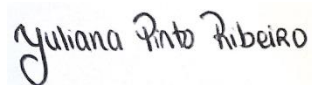
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 12 de julho de 2025



Juliana Pinto Ribeiro

Resumo

Este relatório descreve o estágio curricular realizado na empresa Telhabel Construções, S.A., no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil – ramo de Gestão da Construção. O estágio decorreu na obra de construção dos edifícios do Lote 2 - Edifício Lake, empreendimento The Garden, em Matosinhos, e teve como principal objetivo a consolidação de conhecimentos técnicos e práticos através do acompanhamento de atividades relacionadas com o controlo de materiais.

Foi dada especial atenção ao controlo da qualidade de materiais como betão, aço, agregados, aditivo hidrófugo e calda de cimento, com base em ensaios laboratoriais, ensaios em obra e nos procedimentos internos da empresa. Adicionalmente, realizou-se um estudo sobre o desperdício de betão em obra, incluindo a análise de desvios entre o betão previsto e o efetivamente utilizado, bem como a identificação das suas causas e potenciais medidas corretivas.

O relatório inclui ainda a caracterização da obra, as funções da equipa de direção de obra, o perfil do Diretor de Obra, os métodos de medição e monitorização aplicados, e as boas práticas observadas em termos de sustentabilidade e gestão eficiente de recursos.

A experiência contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento de competências técnicas, pessoais e interpessoais, num contexto real de obra.

Palavras-chave: Estágio curricular, Engenharia Civil, Direção de obra, Controlo de materiais, Desperdício de betão, Qualidade em obra.

Abstract

This report describes the curricular internship carried out at Telhabel Construções, S.A., as part of the Master's Degree in Civil Engineering – Construction Management branch. The internship took place on the construction site of the Lote 2 – Edifício Lake, The Garden project, in Matosinhos, and aimed to consolidate technical and practical knowledge through the supervision of activities related to materials control.

Special attention was given to the quality control of materials such as concrete, steel, aggregates, waterproofing admixture, and cement grout, based on laboratory tests, on-site tests, and the company's internal procedures. Additionally, a study was carried out on concrete waste on site, including the analysis of deviations between the planned and actually used concrete, as well as the identification of causes and possible corrective measures.

The report also includes the characterization of the project, the responsibilities of the site management team, the profile of the Site Manager, the measurement and monitoring methods applied, and good practices observed in terms of sustainability and efficient resource management.

The internship experience contributed significantly to the development of technical, personal, and interpersonal skills, within a real construction site context.

Keywords: *Curricular internship, Civil Engineering, Site management, Materials control, Concrete waste, Quality on site*

Agradecimentos

Neste momento tão esperado e tão perto do fim, tenho de me dirigir:

Ao ISEP, que há 5 anos se tornou na minha segunda casa e me viu crescer.

Aos Professores e Engenheiros, desde a Licenciatura até ao Mestrado que me transmitiram todo o conhecimento técnico e que orientaram esta caminhada.

À Engenheira Maria Rosário, orientadora do meu estágio da Licenciatura e orientadora do estágio do Mestrado, por toda a ajuda prestada ao longo destes dois momentos tão importantes no meu caminho académico. Deu sempre o seu melhor e nunca me deixou ficar para trás.

Ao Engenheiro Rui Caldas e ao Engenheiro Aires Santos e a toda a equipa em obra da Telhabel, por toda a ajuda e acompanhamento diário ao longo do estágio, por me receberem de braços abertos e por toda a disponibilidade para me guiarem e ajudarem. Tenho a certeza de que esta experiência me enriqueceu profissionalmente e pessoalmente.

Ao Núcleo de Estudantes de Engenharia Civil, do qual fiz parte durante praticamente todo o meu percurso, por todas as pessoas incríveis com quem me pude cruzar e por todos os momentos inesquecíveis.

Aos melhores amigos que o ISEP me deu: Fontes, Ângelo, Gonçalo, Ricardo, Silva e João Vítor. Marcaram a minha caminhada com os momentos mais positivos e felizes. Por estarem sempre ao meu lado e por cuidarem sempre da menina do grupo.

Ao Gonçalo, que me viu chorar por aqui ter entrado e me vê chorar por agora sair. Por toda a paciência, por todos os conselhos, e pelo companheiro de vida excepcional que é.

E o mais importante, à minha família. Ao meu pai e à minha mãe que tornaram tudo isto possível e que sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos, por acreditarem sempre em mim e nas minhas capacidades e me apoiarem em todos os momentos mais difíceis.

Um obrigado nunca será suficiente!

Fui muito feliz aqui, ISEP.

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Considerações iniciais	1
1.2	Motivação	1
1.3	Objetivos	2
1.4	Estrutura do Relatório	2
2	Direção de Obra	5
2.1	Enquadramento do tema	5
2.2	Controlo de materiais	7
2.3	Funções da Equipa de Direção de Obra	12
3	Empresa de Acolhimento	17
3.3	A Telhabel Construções S.A.	17
3.4	Objetivos da Política da Qualidade, Segurança e Ambiente	18
4	Caso de Estudo - Obra Acompanhada.....	21
4.1	Introdução	21
4.2	Caracterização da obra.....	21
4.3	Organização e funções da entidade executante	24
4.4	Trabalhos em curso de obra	26
4.4.1	Planos de Medição e Monitorização das atividades.....	27
4.4.2	Montagem de estaleiro	33
4.4.3	Movimentação de terras.....	35
4.4.4	Execução de fundações indiretas	38
4.4.5	Contenção periférica	39
4.4.6	Estruturas de betão armado	45
5	Controlo de materiais em obra	53
5.1	Enquadramento.....	53
5.2	Controlo da Qualidade.....	59
5.2.1	Aço	59
5.2.2	Aditivo hidrófugo	67
5.2.3	Betão.....	67
5.2.4	Agregados	82
5.2.5	Calda de cimento.....	83
5.3	Controlo do desperdício de betão	87
5.3.1	Metodologia	87
5.3.2	Resultados.....	89
5.3.3	Análise de resultados	97

6	Conclusões.....	101
	Referências	103
	Anexo 1 - Captações 3D do edifício Lake.....	106
	Anexo 2 - Boletim de Não-Conformidade.....	110
	Anexo 3 - Ficha Técnica PENETRON.....	111
	Anexo 4 - Acreditação Laboratório Central da CONDURIL	117

Lista de Figuras

Figura 1 - Marcação CE (CE Marking Nordic, 2025)	9
Figura 2 - Soft skills e hard skills do Diretor de Obra	16
Figura 3 - Logótipo da empresa Telhabel	17
Figura 4 - Localização da sede da empresa Telhabel.....	18
Figura 5 - Lote 1 vs. Lote 2 do empreendimento.....	22
Figura 6 - Envolvente do Lote 2	22
Figura 7 - Blocos B1, B2, B3 e B4 do edifício Lake	23
Figura 8 - Captação 3D do edifício Lake.....	23
Figura 9 – Organograma da obra 198 – Edifício Lake	24
Figura 10 - Cronograma Macro dos trabalhos da obra.....	26
Figura 11 - PMM Movimentação de Terras.....	29
Figura 12 - PMM Fundações e Estruturas.....	30
Figura 13 – PMM Fundações e Estruturas (continuação).....	31
Figura 14 - Mod.02/DP – Registo de Obra.....	33
Figura 15 - Estaleiro afeto à Equipa de Direção de Obra.....	33
Figura 16 - Depósito de sobras de aço.....	34
Figura 17 - Depósito de resíduos comuns.....	35
Figura 18 – Escavação para abertura de plataforma de projeto	36
Figura 19 - Carga das terras provenientes da escavação.....	36
Figura 20 - Mistura de inertes aplicada no solo.....	37
Figura 21 - Execução de estacas com Vara Kelly	38
Figura 22 - Execução de estacas em trado contínuo	38
Figura 23 - Método 1 de saneamento de estacas	39
Figura 24 - Método 2 para saneamento de estacas	39
Figura 25 - Cortinas impermeáveis e permeáveis(Sousa, 2023).....	40
Figura 26 - Estaca fêmea e estaca macho da cortina de estacas secantes.....	40
Figura 27 - Execução da viga de coroamento	41
Figura 28 - Componentes da ancoragem(Santa, 2010)	42
Figura 29 - Viga provisória pré-fabricada.....	43
Figura 30 - Contenção norte do lote.....	43
Figura 31 - Corte da ancoragem da contenção Sul.....	44

Figura 32 - Aplicação do esforço na ancoragem.....	45
Figura 33 - Cofragem da sapata do núcleo de escadas.....	46
Figura 34 - Sapata do núcleo de escadas betonada	46
Figura 35 - Armazenamento do PENETRON em obra.....	47
Figura 36 - Armadura da galeria técnica.....	48
Figura 37 - Cofragem da galeria técnica	48
Figura 38 - Laje de ensoleiramento betonada.....	48
Figura 39 - Muro de contenção lateral do bloco B4	49
Figura 40 - Junta de dilatação	50
Figura 41 - Verificação da execução dos quebra-cantos em pilares.....	50
Figura 42 - Quebra-cantos em pilares	50
Figura 43 - Betonagem da laje superior do piso -2.....	51
Figura 44 - Fluxograma de controlo de materiais.....	54
Figura 45 - Planos de betonagem semanais	55
Figura 46 - Medição do betão da galeria técnica.....	56
Figura 47 - Excerto do 198_Controlo.....	57
Figura 48 - Guias de betão.....	57
Figura 49 - Excerto do 198_RMAT	58
Figura 50 - Códigos dos materiais no 198_RMAT.....	58
Figura 51 - Acumulados financeiros mensais no 198_RMAT.....	58
Figura 52 - PMM Aço para armaduras.....	60
Figura 53 - PMM Aço para armaduras (continuação).....	60
Figura 54 - Gráfico tensão - deformação do ensaio de tração do aço (Garcia, 2025).....	62
Figura 55 - Rotura do varão de aço (Garcia, 2025).....	62
Figura 56 - Boletim de Ensaio: Ensaio de Tração ao aço	64
Figura 57 - Boletim de Ensaio: Determinação da geometria de nervuras ao aço	65
Figura 58 - Boletim de Análise de Resultados dos ensaios ao aço	66
Figura 59 - PMM Betão	69
Figura 60 - PMM Betão (continuação).....	69
Figura 61 - PMM Betão (continuação).....	70
Figura 62 - PMM Betão (continuação).....	70
Figura 63 - Certificado de betão SECIL.....	71
Figura 64 - Certificado de betão SECIL (continuação).....	72
Figura 68 - Slump test (9º passo do procedimento).....	75

Figura 67 – Slump test (7º passo do procedimento)	75
Figura 65 – Slump test (2º passo do procedimento)	75
Figura 66 – Slump test (4º passo do procedimento)	75
Figura 69 - Medição do Abaixamento (NP EN 12350-2)	76
Figura 70 - Abaixamento máximo consoante a classe do betão (NP EN 206)	76
Figura 71 – Moldes para cubos de betão.....	77
Figura 72 - Cubos desenhados e identificados.....	77
Figura 73 - 198_RENB Compilador de Ensaio ao betão	79
Figura 74 - Rotura satisfatória (NP EN 12390-3:2021).....	79
Figura 75 - Rotura não satisfatória (NP EN 12390-3:2021).....	80
Figura 76 – Boletim de registo do Ensaio de resistência à compressão de provetes de betão da laje de encoleiramento.....	81
Figura 77 - PMM Agregados	83
Figura 78 - Boletim de Registo de Ensaio de resistência à compressão de provetes da calda de cimento	86
Figura 79 - Plano de betonagem semanal da semana de 26 a 30 de maio	88

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Documentos utilizados para o controlo de materiais em obra	53
Tabela 2 – Resistência mínima exigida para os provetes de betão (EN 447)	84
Tabela 3 - Controlo de desperdício do betão C30/37.....	90
Tabela 4 - Controlo de desperdício do betão C35/45.....	91
Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50.....	92

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Desperdício de betão	98
--	----

Acrónimos

Lista de Acrónimos

BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelo da Informação da Construção)
PMM	Plano de Medição e Monitorização
CE	<i>Conformité Européenne</i>
NP	Norma Portuguesa
DO	Dono de Obra
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
DGAE	Direção-Geral das Atividades Económicas
IPQ	Instituto Português da Qualidade
IPAC	Instituto Português de Acreditação

1. Introdução

1.1 Considerações iniciais

O presente relatório resulta do estágio curricular realizado em ambiente empresarial no âmbito da unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio (DIPRE), do Mestrado em Engenharia Civil, no Ramo de Gestão da Construção, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A realização do estágio foi fruto da parceria entre o DEC – Departamento de Engenharia Civil do ISEP e a empresa Telhabel Construções S.A. Estas parcerias têm promovido o contacto direto com o mundo do trabalho na área de especialização escolhida, o que é muito enriquecedor e útil para a entrada no mercado de trabalho dos recém-mestres em Engenharia Civil.

Neste relatório serão então abordados os aspetos mais relevantes das tarefas desenvolvidas em obra ao longo do estágio.

O estágio desenvolvido na empresa acolhedora Telhabel Construções, S.A. consistiu na função de Diretora de Obra Adjunta na execução do Lote 2 - Edifício Lake, empreendimento The Garden, localizado na Senhora da Hora em Matosinhos.

1.2 Motivação

A principal motivação deste trabalho de estágio curricular advém do interesse pessoal de integrar o mundo do trabalho na área de Direção de Obra de modo a ser confrontada com todos os desafios, questões e problemáticas associadas a esta função. Havia a necessidade por parte da mesma de colocar em prática todo o conhecimento adquirido ao longo da Licenciatura e Mestrado na área de Engenharia Civil e, desta forma, desenvolver capacidades práticas ao encontrar soluções e ao executar tarefas exigidas pela empresa.

O setor da construção civil encontra-se em constante evolução e com isso, também advém certas preocupações com o meio ambiente. O interesse pessoal pela sustentabilidade e o impacto ambiental significativo associado ao setor, levaram à necessidade de abordagem dos assuntos infra. Adicionalmente, a escolha do tema específico relacionado com o controlo da qualidade e do

desperdício materiais surge da crescente necessidade de promover uma construção mais racional e sustentável. Apesar de os processos estarem cada vez mais rápidos e eficazes considera-se que tem de haver preocupação com os pontos negativos que surgem através disso.

É indispensável o cuidado com o meio ambiente assim como a satisfação plena das necessidades dos clientes. Assim sendo, deve-se praticar uma boa gestão de recursos, materiais e resíduos de modo a obter os resultados desejados, com qualidade e com o mínimo de desperdício possível.

1.3 Objetivos

Os principais objetivos do estágio curricular desenvolvido e da realização deste relatório consistem em:

- Ter o primeiro contacto com o mundo da Direção de Obra e da Engenharia Civil em ambiente empresarial;
- Conhecer os desafios associados à Direção de Obra, assim como encontrar soluções colocando em prática os conhecimentos adquiridos;
- Desenvolver capacidades técnicas e práticas, adquirindo competências;
- Estimular o desenvolvimento do pensamento crítico construtivo associado a soluções e propostas plausíveis e adequadas aos problemas.

1.4 Estrutura do Relatório

O presente documento encontra-se segmentado em 6 capítulos.

No primeiro capítulo encontra-se a Introdução onde é realizada uma contextualização rápida do estágio, da motivação e dos objetivos do mesmo.

No segundo há um enquadramento do tema, assim como dos temas a abordar ao longo relatório, como o Controlo de materiais e Direção de Obra com a descrição das funções da Equipa de Direção de Obra, assim como das tarefas e trabalho desenvolvido pela mesma.

No terceiro capítulo encontra-se uma breve apresentação da empresa de acolhimento e dos objetivos

da Política da QSA.

No quarto que se intitula de Caso de Estudo – Obra Acompanhada é feita uma caracterização da obra, aborda-se a organização e funções da empresa na obra e os trabalhos em curso que foram acompanhados ao longo do estágio.

No quinto é desenvolvido o Controlo de materiais, onde é feita a análise do controlo da qualidade e a análise do desperdício de betão.

Por fim, o sexto capítulo corresponde às Conclusões, onde é discutido tudo o que foi abordado ao longo do relatório e os principais pontos a reter do estudo feito.

2 Direção de Obra

2.1 Enquadramento do tema

A construção civil é um setor essencial e presente em todo o mundo. Este setor encontra-se em constante desenvolvimento e crescimento e sujeito a uma competitividade elevada. Assim sendo, as empresas procuram continuamente a melhoria dos seus processos de gestão e controlo.

A Equipa de Direção de Obra tem um papel fulcral numa organização do setor da construção civil. Esta detém uma posição fundamental na estrutura de qualquer empresa do setor, uma vez que é o ponto de contacto direto com a produção.

A Direção de Obra tem um papel importante na mitigação dos impactos ambientais em fase de construção, pois é nele que estão as responsabilidades e tomadas de decisão em obra. Logo, é importante entender quais são as áreas de influência da Direção de Obra e como é o padrão de trabalho deste, além de entender em que áreas o trabalho pode contribuir para a diminuição dos impactos ambientais. (Hanna Cidade Mello, 2023)

Em (Ribeiro, 2017), o Diretor de Obra é sempre descrito como “Gestor” e isso reflete, assim como todo o livro, o papel da Equipa de Direção de Obra numa obra. Esta equipa é um conjunto de pessoas que gerem a obra de modo que esta seja realizada com o menor prazo e custo possível. Segundo (Ribeiro, 2017), podemos admitir que qualquer obra poderá ser concluída sem a participação de um gestor, mas, a mesma obra só terá os seus objetivos de qualidade, prazo e rentabilidade concretizados se contar na sua organização com gestores competentes.

A gestão de obras tem como propósito assegurar a verificação da execução da obra em conformidade com o projeto de execução. (L. G. M. Domingues, 2021)

O planeamento é uma parte crucial da execução de uma obra e a Equipa de Direção de Obra tem uma grande responsabilidade no mesmo. É o planeamento inicial que permite delimitar a meta que se pretende alcançar, isto é, o prazo e preço esperado para a obra. E é o planeamento realizado ao longo do decorrer da obra que permite obter os resultados pretendidos com eficiência, gerindo recursos e

garantindo que a obra se execute no prazo e preço planejados inicialmente.

Para (Limmer, 1997) o planejamento de um projeto é definido como o processo por meio do qual se estabelecem objetivos, discutem-se expectativas de ocorrências de situações previstas, veiculam-se informações e comunicam-se resultados pretendidos entre pessoas, unidades de trabalho, departamentos de uma empresa e até mesmo entre empresas.

O planejamento é a arte (ou capacidade) de prever como tudo deve acontecer e seus condicionalismos, para podermos depois definir as ações adequadas que nos levem aos objetivos. (Ribeiro, 2017)

O Planejamento da construção deverá englobar:

- O plano de trabalhos;
- O planejamento dos recursos necessários, ou seja: recursos humanos (mão de obra), equipamentos e máquinas, materiais, recursos financeiros, quando pela dimensão ou delegação de competências se exija à obra;
- O planejamento de fornecimento de subempreitadas;
- O planejamento de stocks;
- Outros aspetos de interesse, função da tipologia de obra e sua localização, como é o caso por exemplo da logística. (Ribeiro, 2017)

Fazem parte do planejamento da obra, as seguintes tarefas:

- Cronograma de Recursos Humanos necessários ao longo da obra;
- Cronograma de necessidades de equipamentos, referindo com detalhe a data da sua mobilização e desmobilização;
- Plano de necessidades de materiais, nomeadamente o planejamento dos stocks;
- Plano de mobilização dos vários subempreiteiros e fornecedores, definindo com clareza as respetivas datas em que se deve proceder ao *procurement* e contratualização;
- Plano de necessidades financeiras, quando necessário, ou quando aplicável. (Ribeiro, 2017)

Na elaboração do plano de trabalhos temos que:

- Definir o âmbito do trabalho;
- Definir as atividades;
- Estimar a duração das atividades a partir dos respetivos rendimentos;

- Desenvolver a calendarização das atividades.

Segundo (Oliveira, 2025) os principais processos presentes no Mapa de Processos de uma empresa são:

- Processos Operacionais;
- Processos de Suporte;
- Processos de Gestão;

Os Processos de Gestão são obtidos respondendo á pergunta: “Quais são os Processos que permitem dirigir e controlar o conjunto dos outros processos?”. (Oliveira, 2025a) A Equipa de Direção de Obra deve implementar Processos de Gestão garantindo assim a direção e controlo dos restantes processos da empresa.

Torna-se fundamental na gestão de uma obra ou negócio, que o diretor de obra mantenha uma atitude de rigor, níveis de exigência elevados e persistência, tendo sempre por base um planeamento bem executado. É também realçado o importante trabalho de equipa em que todos são comprometidos pelo resultado, ou seja, o cumprimento dos objetivos, em particular a segurança, qualidade, o prazo e a rentabilidade. (Ribeiro, 2017)

Assim como é importante planear é também muito importante monitorizar e controlar.

Uma ferramenta bastante útil nesta fase são os Planos de Medição e Monitorização (PMM's) que nos permitirão garantir a execução dos processos e/ou procedimentos com a qualidade desejada.

2.2 Controlo de materiais

O controlo de materiais corresponde ao acompanhamento de um produto, desde a sua seleção e compra até á sua utilização em atividades de uma obra garantindo a qualidade e conformidade com o projeto e requisitos do Dono de Obra (DO).

Segundo (Santa, 2010) o controlo de todo o material utilizado é executado em campo pelos seguintes procedimentos:

- Examinação visual de defeitos devido a mau fabrico, contaminação ou provenientes do transporte;
- Certificação do fabricante ou fornecedor que os materiais cumprem todos os requisitos;
- Amostras de ensaios laboratoriais dos materiais entregues no campo.

O termo qualidade é um termo muito subjetivo e muito difícil de definir pois um produto com qualidade para uma certa pessoa pode corresponder a um produto sem qualidade para outra. Este termo depende muito das expectativas das pessoas e principalmente do meio em que estão inseridas. Relativamente à construção, as Normas ISO 9000 definem o termo qualidade como o “grau com que um conjunto de características inerentes (a um produto ou serviço) cumpre os requisitos”. Isto é, a qualidade de um produto irá depender dos requisitos do consumidor do produto, assim como dos seus objetivos e necessidades.

A NP EN ISO 9001:2015 define os requisitos de melhoria contínua dos processos de modo a assegurar satisfação dos clientes e é aplicada aos fornecedores de materiais de construção, garantindo que os materiais utilizados em obra atendem aos requisitos de qualidade estabelecidos.

A família ISO 14000 serve para orientar e garantir a melhoria do desempenho ambiental das organizações. Relativamente aos produtos de construção e à sustentabilidade na construção são aplicáveis as normas ISO 22057 – Modelos de dados para o uso de declarações de produtos ambientais (EPDs) para produtos de construção em modelagem de informações de construção (BIM) - e ISO 21930 – Sustentabilidade na construção de edifícios – Declaração ambiental de produtos de construção.

O controlo de materiais é uma componente crucial na gestão da obra, especialmente em grandes construções de edifícios. A direção de obra é uma área da Engenharia Civil desafiante e envolve a coordenação de atividades, gestão de recursos e materiais, supervisão de modo a garantir e assegurar a qualidade e segurança e cumprimento de prazos controlando continuamente os custos. O controlo de materiais na direção de uma obra garante a conformidade dos consumos dos materiais, minimizando desperdícios e assegurando a integridade estrutural, este, em obra, passa pela verificação da qualidade dos materiais e visa garantir a disponibilidade dos mesmos verificando o desperdício ao longo do projeto.

Segundo (Ribeiro, 2018), os principais aspetos do controlo de materiais incluem:

- Seleção de materiais: Avaliação técnica e económica dos materiais a serem utilizados;
- Armazenamento e logística: Organização dos materiais para evitar perdas e deterioração;
- Inspeção e ensaios: Verificação da conformidade dos materiais com normas e especificações;
- Redução do desperdício: Estratégias para otimizar o uso dos materiais e minimizar sobras.

No estágio realizado em obra acompanharam-se os aspetos de seleção de materiais, de Inspeção e ensaios e Redução do desperdício, pois os restantes aspetos não se destinam a ser assegurados pela Equipa de direção de obra.

No que diz respeito á qualidade dos materiais é essencial referir a importância da marcação CE. O Regulamento Europeu (EU) Nº 305/2011 de 09 de março de 2011 fixa as condições de colocação no mercado dos produtos de construção, estabelece regras harmonizadas sobre a forma de expressar: o desempenho dos produtos de construção correspondente às suas características essenciais e a utilização da marcação CE nesses produtos. (M. R. Oliveira, 2025)

Muitos produtos vendidos na EU ostentam a marcação CE. As duas letras maiúsculas CE significam “*Conformité Européenne*”, que significa em conformidade com a legislação europeia. Com a marcação CE afixada, o produto pode ser comercializado livremente no Espaço Económico Europeu (EEE), pois atende aos requisitos das diretivas ou regulamentos da UE.(CE Marking Nordic, 2025)



Figura 1 - Marcação CE (CE Marking Nordic, 2025)

Desde a entrada da marcação CE verifica-se uma melhoria, tanto no funcionamento do mercado interno quanto na harmonização de todo o Espaço Económico Europeu (EEE), no que diz respeito à segurança, à saúde e ao meio ambiente. (D. A. S. Domingues, 2018)

A marcação CE simboliza e declara que a conformidade do produto foi avaliada e está de acordo com a legislação de saúde, segurança e proteção ambiental aplicável, sob responsabilidade do fabricante.(TUV Rheinland, 2025)

Segundo o Art.º 8 do RPC - Nº305/2011 denominado Princípios gerais e utilização da marcação CE, a marcação CE deve ser aposta nos produtos de construção que forem objeto de declaração de desempenho feita pelo fabricante nos termos dos artigos 4. e 6. No que se refere a produtos de construção abrangidos por normas harmonizadas ou para os quais tenha sido emitida uma Avaliação Técnica Europeia, a marcação CE é a única marcação que atesta a conformidade do produto de construção com o desempenho declarado relativamente às características essenciais abrangidas por

essas normas harmonizadas ou pela Avaliação Técnica Europeia.

No Art.º94 é dito que se um produto de construção for abrangido por uma norma harmonizada ou estiver conforme uma Avaliação Técnica Europeia emitida para esse produto, o fabricante deve elaborar uma declaração de desempenho para esse produto aquando da sua colocação no mercado. O Art.º96 clarifica o conteúdo que deve estar presente nessa declaração de desempenho, sendo esse:

- A referência do produto-tipo para o qual foi feita a declaração de desempenho;
- O sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto de construção;
- O número de referência e a data de emissão da Norma Harmonizada ou da Avaliação Técnica Europeia utilizadas para a avaliação de cada característica essencial;
- A utilização ou utilizações previstas do produto de construção, de acordo com a especificação técnica harmonizada aplicável;
- A lista das características essenciais determinadas na especificação técnica harmonizada para a utilização ou utilizações previstas declaradas;
- O desempenho de pelo menos uma das características essenciais do produto de construção que seja relevante para a utilização ou utilizações previstas declaradas;
- Para as características essenciais constantes da lista relativamente às quais não seja declarado nenhum desempenho, o acrónimo «NPD» (Desempenho Não Determinado).

Se a declaração de desempenho não tiver sido feita pelo fabricante nos termos dos artigos 4. e 6., a marcação CE não deve ser aposta segundo o Artº8 do RPC – Nº305/2011.

O cumprimento da execução da legislação em vigor é garantido pela fiscalização do mercado. Há autoridades instituídas para a realização da fiscalização e isto obriga o fabricante a colocar o seu produto em conformidade com as diretrizes aplicáveis. Os organismos envolvidos na avaliação e verificação da regularidade do desempenho são, segundo (Oliveira, 2025b), os seguintes:

- Organismo de certificação dos produtos: um organismo notificado, governamental ou não, com a competência e a responsabilidade necessárias para proceder à certificação da conformidade de um produto de acordo com as regras processuais e de gestão estabelecidas.
- Organismo de certificação do controlo da produção em fábrica: um organismo notificado, governamental ou não, com a competência e a responsabilidade necessárias para proceder à certificação do controlo da produção em fábrica de acordo com as regras processuais e de gestão estabelecidas.
- Laboratório de ensaios: um laboratório notificado, que mede, examina, ensaia, calibra ou

determina de qualquer outro modo as características ou o desempenho dos materiais ou dos produtos de construção.

O Decreto-Lei nº 130/2013 de 10 de setembro estabelece as competências destes organismos, nomeadamente da ASAE (Entidade de Fiscalização do Mercado Português), do IPQ (Instituto Português da Qualidade, DGAE (Direção Geral das Atividades Económicas), LNEC (Entidade Competente para Prestação de Informações ao Ponto de Contacto para Produtos de Construção).

O Sistema Português da Qualidade (SPQ), segundo o Art.º 4 do Decreto-Lei nº71/2012 de 21 de março, é a estrutura que engloba, de forma integrada, as entidades que dinamizam a qualidade em Portugal e que assegura a coordenação de 3 subsistemas:

- Normalização: enquadra as atividades de elaboração de normas e outros documentos de carácter normativo de âmbito nacional, europeu e internacional.
- Qualificação: enquadra as atividades da acreditação, da certificação e outras de reconhecimento de competências e de avaliação da conformidade, no Âmbito do SPQ.
- Metrologia: é o subsistema do SPQ que garante o rigor e a exatidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e rastreabilidade, a nível nacional e internacional, e a realização, manutenção e desenvolvimento dos padrões das unidades de medida.

O Regulamento (CE) n.º 765/2008, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 Julho de 2008, estabelece os requisitos de acreditação e fiscalização do mercado relativos à comercialização de produtos (e revoga o Regulamento (CEE) n.º 339/93). Este diploma contém as regras relativas à organização e ao funcionamento da acreditação de organismos de avaliação da conformidade quer no âmbito regulamentar quer no âmbito voluntário.

O IPAC é membro das organizações internacionais de acreditação existentes e é signatário dos seguintes Acordos de Reconhecimento Mútuo:

- EA (*European cooperation for Accreditation*): ensaios, calibrações, inspeções, certificação de sistemas de gestão, certificação de produtos, certificação de pessoas e validação e verificação de gases de efeito de estufa - este reconhecimento abrange os certificados e relatórios emitidos pelas entidades acreditadas com o símbolo de acreditação IPAC perante os restantes organismos de acreditação da EA, tendo portanto o âmbito geográfico dos países da União Europeia, EFTA e países com acordos bilaterais com a EA – adicionalmente, por via do disposto no Regulamento (CE) 765/2008, este reconhecimento é obrigatório para as autoridades

nacionais da União Europeia e EFTA;

- ILAC (*International Laboratory Accreditation Cooperation*): ensaios, calibrações e inspeções; este reconhecimento abrange os certificados e relatórios emitidos pelas entidades acreditadas com o símbolo de acreditação IPAC perante os restantes organismos de acreditação do ILAC, tendo, portanto, um âmbito de reconhecimento mundial;
- IAF (*International Accreditation Forum*): certificação de sistemas de gestão, certificação de produtos, certificação de pessoas e validação e verificação. Este reconhecimento abrange os certificados e relatórios emitidos pelas entidades acreditadas com o símbolo de acreditação IPAC perante os restantes organismos de acreditação do IAF, tendo, portanto, um âmbito de reconhecimento mundial. (Instituto Português de Acreditação (IPAC), 2025)

Dentre os materiais mais utilizados, o betão e o aço representam uma parcela significativa dos custos e impactos ambientais do setor. (Ferreira, 2011)

Segundo (Andrade, 2012), as principais causas de desperdício de betão incluem sobras de mistura, transporte ineficiente e erros de execução.

Várias abordagens podem ser implementadas para minimizar o desperdício de betão e aço na construção. A utilização de BIM (*Building Information Modeling*) permite uma gestão mais eficiente dos materiais, reduzindo erros de planeamento (Barbosa, 2019).

A implementação de políticas Lean Construction também tem mostrado bons resultados na redução de desperdício (Viana, 2010)

A implementação de tecnologias e metodologias adequadas pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e rentabilidade das obras.

2.3 Funções da Equipa de Direção de Obra

Ao diretor de obra pede-se que seja um verdadeiro “todo terreno”, atendendo à grande variedade de tarefas que tem de desempenhar, nomeadamente exercer atividades que só a experiência vivida lhe proporcionará os ensinamentos necessários. (Ribeiro, 2017)

O diretor de obra é o responsável máximo pela empreitada, desde a fase de concurso até à fase de conclusão da mesma. Ele tem um papel crucial na execução do projeto, garantindo que todas as atividades sejam realizadas de forma a cumprir o contrato, o caderno de encargos e as demais normas e disposições legais em vigor. É o principal responsável de gerir a obra em todos os aspetos administrativos, técnicos e económicos, para além disso, assume também que seja cumprida a sua segurança bem como a segurança dos seus trabalhadores na execução da obra. (Gomes, 2023)

Segundo o Art.º 3º da Lei 40/2015 o Diretor de Obra é o técnico habilitado a quem incumbe assegurar a execução da obra, cumprindo o projeto de execução e, quando aplicável, as condições da licença ou comunicação prévia, bem como o cumprimento das normas legais e regulamentares em vigor.

Há muitas responsabilidades abrangidas pela direção de obra que são fundamentais para o sucesso da construção de um empreendimento. De acordo com (Antunes, 2013), as principais funções da Direção de Obra incidem em:

- Planear e programar: Estabelecer cronogramas, sequenciar atividades e alocar eficientemente os recursos.
- Coordenar equipas: Garantir que os trabalhadores e subempreiteiros seguem as diretrizes estabelecidas.
- Fiscalização de qualidade: Monitorar a execução dos serviços para assegurar conformidade com normas técnicas.
- Gestão de custos: Controlo orçamental para evitar desvios financeiros.
- Segurança no trabalho: Implementação de medidas de segurança para prevenir acidentes.

De acordo com (Ribeiro, 2017) as principais tarefas que um Diretor de Obra tem de exercer durante a fase de construção são:

- Replaneamento, ou seja, rever permanentemente o que foi planeado em comparação com o que foi realmente executado, definindo as ações a seguir para recuperar os atrasos, ou em caso de se verificar avanços relativamente ao que estava previsto, como potenciar novos adiantamentos.
- Monitorização, controlando: O plano de trabalhos; os desvios á produção e custos previstos.
- Executar adequado controlo de gestão/rentabilidade.
- Desenvolver a gestão da relação com o cliente.

- Gerir os vários recursos, como: humanos, equipamentos, materiais e financeiros.
- Desenvolver e monitorizar ações condizentes à otimização do projeto e que possam garantir a melhoria da margem.
- Proceder às negociações necessárias com o cliente e fornecedores.
- Gerir o seu tempo e da sua equipa.
- Manter observação cuidada sobre a gestão do contrato.
- Gerir o cash-flow da obra.
- Promover o retorno da informação importante à área comercial da empresa.

Compete ao Diretor de Obra colaborar com a Direção da Qualidade, designadamente:

- Facultar os relatórios de Não Conformidade. Decidir as ações corretivas e verificar a sua implementação.
 - Colaborar e fornecer toda a informação pedida, na preparação e condução de auditorias á obra.
- (António Silva, 2013)

O negócio de uma obra consiste na relação entre três entidades, sendo estas: o Dono de Obra (DO) e fiscalização, o Projetista e o Empreiteiro. Segundo (Ribeiro, 2017) estas três entidades têm em comum um objetivo: a construção da obra com a qualidade e no prazo definido no contrato. Por outro lado, cada uma das entidades tem os seus próprios objetivos e nem sempre compatíveis com os demais. É importante abordar esta relação devido ao facto de a Equipa de Direção de Obra ter a função de garantir uma boa gestão de pessoas, outra das inúmeras funções que lhe são atribuídas.

Como se pode constatar, as funções inerentes á Equipa de Direção de Obra são imensas, daí o Diretor de Obra ser considerado um “todo terreno” segundo (Ribeiro, 2017). É também inerente que este adquira *soft skills* (competências interpessoais) ao dirigir obras, alcançando um perfil de gestor que deve:

- Ter uma boa capacidade de planeamento e organização;
- Ter uma boa capacidade de gestão e coordenação;
- Ter a capacidade de apreender o essencial dos problemas técnicos;
- Garantir o rigor, nomeadamente quanto à prestação de contas;
- Ser um bom negociador;
- Ser um bom gestor de recursos humanos;
- Gerir bem o tempo;

- Ter capacidade para tomar decisões com rapidez em situações de contingência;
- Manter um rigoroso cumprimento dos procedimentos, ser leal e honesto;
- Ter uma boa capacidade de comunicação, evidenciado facilidade na comunicação e ser um bom ouvinte;
- Ter capacidade de liderança e ser um líder reconhecido pela equipa.(Ribeiro, 2017)

Para além das *soft skills* este também deve ser portador de *hard skills* (competências técnicas) e tem de dominar:

- A legislação que o liga ao cliente, a fornecedores e subempreiteiros;
- Profundamente o contrato que o liga ao cliente, a fornecedores e subempreiteiros;
- Os prazos, nomeadamente os prazos parcelares;
- As obrigações do dono de obra e do empreiteiro

Em suma, o Diretor de Obra deve possuir ou adquirir com a experiência um perfil rico em *soft* e *hard skills* que podem ser sumariamente definidos como podemos ver na figura 2.

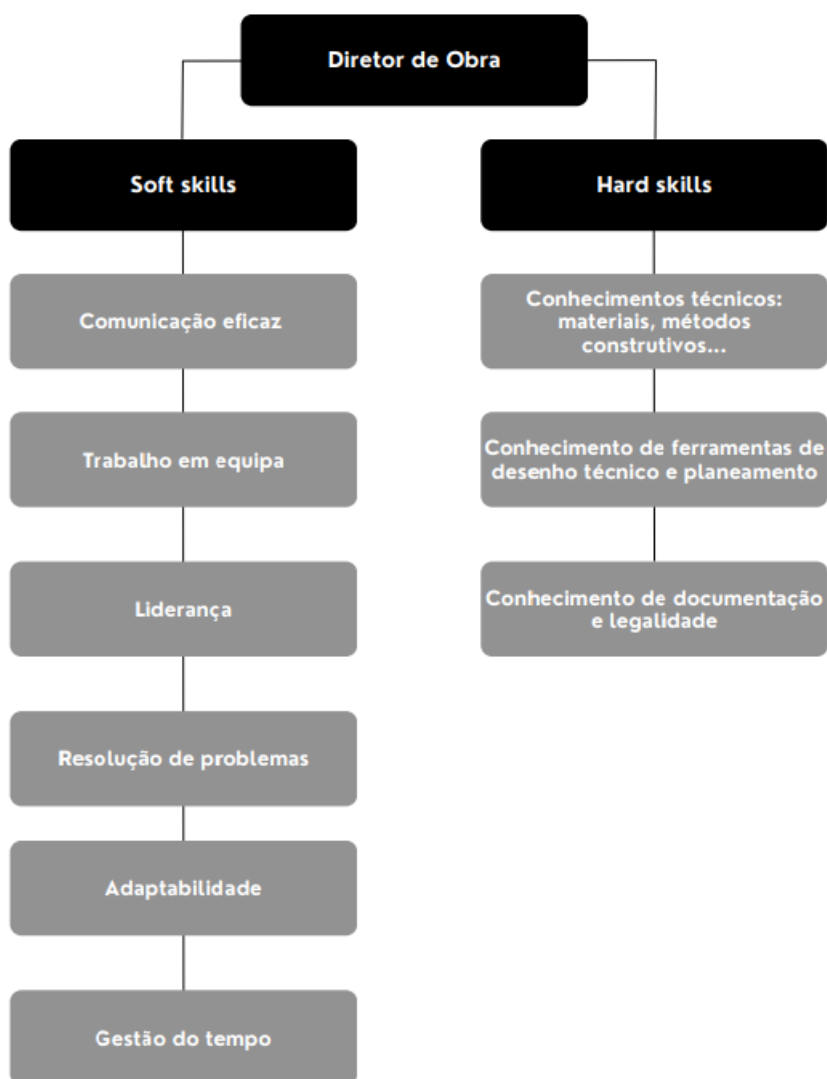


Figura 2 - Soft skills e hard skills do Diretor de Obra

3 Empresa de Acolhimento

3.3 A Telhabel Construções S.A.

A Telhabel Construções, S.A. (figura 3) é uma empresa portuguesa de construção civil fundada em 1973, sendo considerada uma empresa de referência no setor. A sede da empresa é localizada em Vila Nova de Famalicão (figura 4). A empresa apresenta uma trajetória consolidada ao longo de décadas de atuação e é reconhecida pela sua experiência, qualidade e inovação.



Figura 3 - Logótipo da empresa Telhabel

Com um compromisso firme com a sustentabilidade e a eficiência, a Telhabel aposta na utilização de tecnologias avançadas e em metodologias construtivas modernas, garantindo elevados padrões de segurança e respeito pelo meio ambiente. O seu portfólio diversificado inclui projetos nas áreas residencial, industrial, comercial e de reabilitação urbana, destacando-se pela capacidade de adaptação às exigências do mercado e pela excelência dos seus serviços.

A empresa valoriza o desenvolvimento contínuo dos seus colaboradores e a aposta na inovação, posicionando-se como um parceiro estratégico na construção de um futuro mais sustentável e resiliente. Na Telhabel Construções S.A. são notáveis valores como o compromisso e a dedicação que exercem sobre os seus clientes e empenho em atender a todas as expectativas e necessidades de cada cliente.

Os valores da empresa resumem-se em:

- Ética, Responsabilidade e Transparência – o “estar” no negócio com integridade, devoção e determinação;
- Compromisso e Dedicção com os clientes e partes interessadas – compreensão pelas necessidades e expectativas dos clientes ajudando-os no sucesso do seu negócio;
- Vida acima de tudo - o cuidado pelas pessoas, trabalhadores e meio ambiente. Segurança, estabilidade e bem-estar pela responsabilidade nas gerações futuras.

A empresa rege-se pelo slogan *"vida acima de tudo"*, com um propósito de prezar pela segurança e bem-estar das pessoas e do meio ambiente. (Telhabel, 2024)

A visão da Telhabel traduz-se na frase: *"Juntos seremos melhores"*. Esta pequena frase caracteriza perfeitamente a necessidade de melhoria contínua em todos os serviços e produtos, sendo esta alcançada trabalhando com empenho para se tornarem os melhores no que fazem, com rigor, qualidade, inovação e uma vasta diversidade de soluções ao dispor dos clientes.

Por fim, a Telhabel assume como a sua principal missão *"Construir o futuro de uma melhor sociedade e gerações vindouras"*.

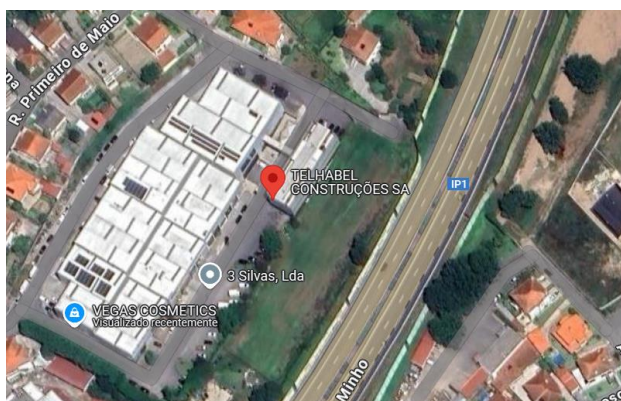


Figura 4 - Localização da sede da empresa Telhabel

3.4 Objetivos da Política da Qualidade, Segurança e Ambiente

A Telhabel Construções, S. A. que certos aspetos como: qualidade, segurança e ambiente são fundamentais para o sucesso da empresa. E, por isso, na Política de Qualidade, Ambiente e Segurança é retratado isso mesmo. A empresa reconhece a necessidade de qualidade nos serviços e produtos prestados, da defesa do ambiente e da segurança do trabalho.

Os objetivos da PQSA da empresa Telhabel são:

- Trabalhar com dedicação;
- Melhoria contínua do SGQSA, a fim de melhorar o desempenho da organização;
- Cumprimento das obrigações de conformidade (legislação e outros requisitos aplicáveis);
- Fomentar a prevenção de acidentes, eliminar os perigos, reduzir os riscos e proteção do ambiente;

- Fidelizar os clientes;
- Satisfação dos requisitos aplicáveis;
- Racionalizar o consumo de energia, recursos naturais e matérias-primas;
- Reduzir e gerir adequadamente os resíduos;
- Aumentar a produtividade, assegurando a rentabilidade da empresa;
- Respeitar o ambiente e toda a sociedade envolvente;
- Organizar, desenvolver, coordenar e controlar as atividades disponibilizando locais e condições de trabalho seguros e saudáveis para assegurar a prevenção das lesões e afeções da saúde dos colaboradores.
- Envolver os colaboradores para o compromisso de consulta e participação em matéria de SST. (Telhabel. 2025)

4 Caso de Estudo – Obra Acompanhada

4.1 Introdução

Este capítulo apresenta o contexto e descrição da obra acompanhada ao longo do estágio. O acompanhamento consistiu nas fases de execução das fundações e estruturas de betão armado. O ingresso no estágio ocorreu na semana 8 da obra, sendo esta uma fase ainda inicial, onde estariam poucos elementos executados e betonados.

Assim sendo, através deste capítulo pretende-se uma melhor perceção e entendimento de todo o trabalho executado no decorrer do estágio como Diretora de Obra Adjunta, assim como de todas as tarefas realizadas e atividades da obra acompanhadas.

4.2 Caracterização da obra

A obra na qual decorre o estágio é o Lote 2 – Edifício Lake do empreendimento The Garden, que sita na Senhora da hora, Avenida Manuel Pinto Azevedo, em Matosinhos. O novo edifício, inserido no empreendimento The Garden, é um projeto residencial com um jardim privativo de 30.000 m² localizado num condomínio exclusivo em Matosinhos cujo requerente é Prédios Privados, Imobiliária S.A. Este conjunto de edifícios de habitação coletiva denominado de “Lake”, titulado pelo alvará nº 955/095, destaca-se pela sua arquitetura contemporânea e elegante e é composto por quatro edifícios interligados pelos pisos inferiores. O empreendimento é composto por apartamentos T0 a T5. Os edifícios do Lote 1 do empreendimento The Garden, que podemos ver figura 5 situados á direita, estão terminados e o acompanhamento da obra e a função de Diretora de Obra Adjunta será realizada no Lote 2 como já foi referido.

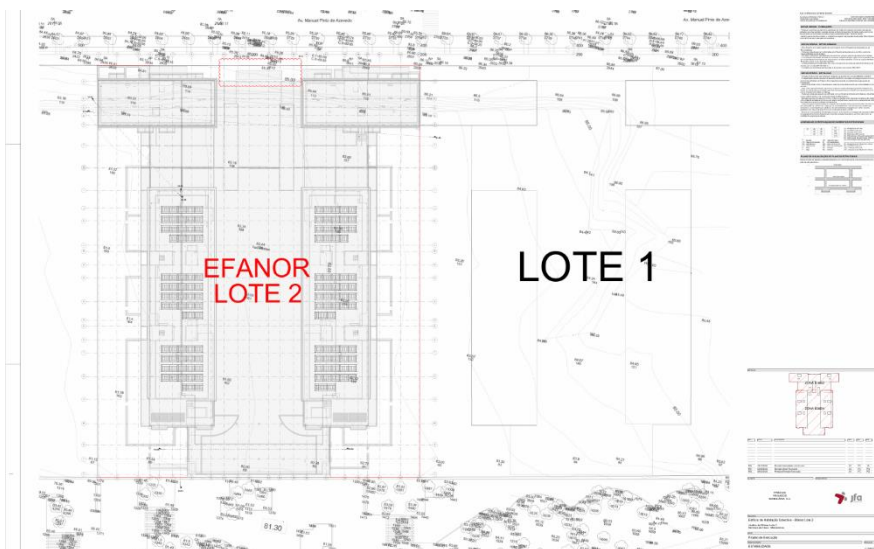


Figura 5 - Lote 1 vs. Lote 2 do empreendimento

A envolvente do Lote que irá ser acompanhado (Lote 2) está identificado pelas linhas a amarelo na figura 6.



Figura 6 - Envolvente do Lote 2

O edifício Lake do empreendimento The Garden será constituído por quatro edifícios visíveis em altura, sendo estes: B1, B2, B3 e B4 presentes na figura 7. Os edifícios B1 e B2 apresentam três pisos elevados, enquanto os B3 e B4 apresentam oito pisos elevados. Os dois pisos subterrâneos, pisos -1 e -2 são comuns a estes 4 edifícios elevados, o que torna então estes 4 edifícios num só, daí advém a denominação de edifício Lake no singular.

O piso -2 corresponde na sua totalidade a lugares de estacionamento e a boxes de estacionamento pertencentes aos apartamentos a construir.



Figura 7 - Blocos B1, B2, B3 e B4 do edifício Lake

Na figura 8 onde podemos ver uma captação do modelo 3D é perceptível que os edifícios da frente são referentes aos B1 e B2 enquanto os que se encontram atrás são os B3 e B4. No Anexo 1 encontram-se mais captações do modelo 3D do edifício onde conseguimos perceber a dimensão e contexto deste edifício no restante empreendimento The Garden.



Figura 8 - Captação 3D do edifício Lake

4.3 Organização e funções da entidade executante

Segundo a lei nº 273/2003, a entidade executante é definida como sendo a pessoa singular ou coletiva que executa a totalidade ou parte da obra, de acordo com o projeto aprovado e as disposições legais ou regulamentares aplicáveis.

A entidade executante desta obra é então, como já foi referido, a empresa Telhabel Construções, S.A.

Deste empreendimento fazem parte colaboradores com os seguintes cargos:

- Diretor de Produção;
- Diretor de Obra;
- Diretor de Obra Adjunto;
- Técnica de Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS);
- Topógrafo;
- Encarregado.

A obra está organizada segundo o organograma apresentado de seguida (figura 9).



Figura 9 – Organograma da obra 198 – Edifício Lake (Telhabel, 2025)

O Diretor de Produção encontra-se com o nível hierárquico superior e a sua presença em obra é pontual. Este comparece nas reuniões realizadas quinzenalmente, na qual participa a Equipa de Direção de Obra, o Dono de Obra ou seu representante, o arquiteto e a entidade fiscalizadora. Nestas reuniões quinzenais

é analisado o estado atual da obra e dos trabalhos que estão a ser realizados, assim como são discutidos possíveis erros de projeto e pedidos de alterações devido a incompatibilidades que possam surgir no decorrer dos trabalhos. Sendo assim, o Diretor de Produção apresenta-se como órgão máximo na tomada de decisões e garante que as obras da empresa fluem como planeado.

De modo a garantir a execução da obra com qualidade e no prazo pretendido, move-se uma Equipa de Direção de Obra para o local da obra permanentemente. É garantida a coordenação técnica da obra e são implementados Processos de Gestão, como mencionado no Capítulo 2 – Direção de Obra.

Para além das funções descritas no Capítulo 2 – Direção de Obra, compete também á Equipa de Direção de Obra:

- Planear continuamente, ajustando e revisando as atividades consoante possíveis atrasos ou adiantos de trabalhos;
- Definir métodos construtivos a aplicar em obra;
- Realizar registo de trabalhos executados em obra, incluindo o registo fotográfico semanal;
- Efetuar os Autos mensais;
- Elaborar o planeamento semanal, designadamente o Planeamento de Betonagem semanal, na fase da obra acompanhada;
- Estudar e propor soluções para possíveis incompatibilidades de modo a serem posteriormente analisadas e aprovadas pela Equipa Projetista;
- Organizar reuniões semanais com representantes de subempreiteiros presentes em obra;
- Comparecer e participar nas reuniões quinzenais com o Diretor de Produção, Dono de Obra, Arquiteto e Fiscalização;
- Comparecer e participar nas reuniões mensais de produção na sede da empresa.

O empreiteiro é obrigado a cumprir o estipulado em todos os documentos de prevenção de riscos profissionais (nomeadamente o Plano de Segurança e de Saúde (PSS)) e na legislação aplicável em matéria de segurança e saúde. O Empreiteiro deve instalar proteções coletivas para a obra, em função dos riscos potenciais, incluindo iluminação, sinalização, e instalação de material de combate a incêndios consoante os riscos inerentes aos trabalhos em curso. É responsabilidade do empreiteiro e dos subempreiteiros a manutenção de um técnico responsável pela Higiene, Segurança e Saúde no trabalho aceite pelo Dono de Obra. É também da responsabilidade da entidade executante a garantia dos seguros de acidentes de trabalho e outros que devam ser exigidos face a riscos especiais.

Na obra acompanhada a técnica de segurança esteve presente a tempo inteiro no mês de março. No entanto durante os meses de abril, maio e junho assume uma presença parcial em obra. Deve ser fornecido semanalmente os dados relativos ao pessoal em obra, nomeadamente nº de trabalhadores,

nº de horas de trabalho, listagem de incidentes, bem como verificada a apresentação de documentos de legalização de permanência e autorização de trabalho em Portugal para os novos trabalhadores não nacionais.

4.4 Trabalhos em curso de obra

Segundo o Cronograma Macro dos trabalhos apresentado na figura 10, aquando do início do estágio (março de 2025) estariam a terminar a contenção periférica e estariam a ser executadas as seguintes atividades: movimento de terras, fundações indiretas e estrutura de betão armado.

	Nome da Tarefa	Início	Conclusão
1	"JARDINS EFANOR - LOTE 2"	04/11/24	04/05/27
2	Início de obra	04/11/24	04/11/24
3	Montagem de Estaleiro	04/11/24	30/04/27
4	Movimento de Terras	25/11/24	26/03/25
5	⌘ Contenção periférica	09/12/24	07/03/25
8	Fundações indiretas	27/01/25	04/07/25
9	Estrutura de Betão Armado	17/02/25	19/12/25
10	Alvenarias	15/09/25	13/03/26
11	Caixilharias	04/05/26	02/10/26
12	Especialidades	29/09/25	09/04/27
13	Acabamentos	02/02/26	09/04/27
14	Ensaios e Ligações Definitivas	08/02/27	09/04/27
15	Vistorias de entidades externas	12/04/27	04/05/27
16	Entrega de apartamentos	04/05/27	04/05/27

Figura 10 - Cronograma Macro dos trabalhos da obra

Os trabalhos acompanhados foram maioritariamente relativos aos edifícios B3 e B4 pois, por variadas razões como alocação dos estaleiros e acesso de viaturas á obra, era a hipótese mais viável. Assim sendo, não houve acompanhamento de variadas atividades relativas aos edifícios B1 e B2 no decorrer do estágio.

Foram efetivamente esses os principais trabalhos acompanhados que irão ser descritos nos subcapítulos seguintes.

4.4.1 Planos de Medição e Monitorização das atividades

Para as atividades foram realizados PMM's que nos permitiram acompanhar os trabalhos garantindo que eram executadas em conformidade incluindo ações de correção em caso de não conformidade das mesmas.

Abaixo, nas figuras, podemos encontrar os PMM's relativos às atividades: Movimentação de terras e Fundações e Estruturas. Estes Planos identificam os parâmetros a controlar, quem os controla, como e quando, assim como a percentagem de amostragem necessária, o critério de aceitação e o registo. Também faz parte deste Plano o Registo em caso de não conformidade assim como a ação de correção aplicável à mesma.

O PMM relativo á atividade Movimentação de Terras apresentado na figura 11 é dividido em 3 fases, sendo estas: Movimentação de Terras, Abertura de caboucos de fundação e Abertura e fecho de válvulas de infraestruturas.

Relativamente á primeira fase, Movimentação de terras, é importante verificar os seguintes parâmetros:

- Levantamento topográfico, verificação de cotas e volume de escavação e aterro: este levantamento é feito na fase inicial da obra e posteriormente no fim da mesma e é competência do topógrafo da empresa Telhabel, S.A., utilizando a estação total. A verificação de cotas e volume de escavação e aterro também é competência do topógrafo e executa-se da mesma forma. Os critérios de aceitação das amostragens encontram-se no PMM abaixo (figura) e o registo pretende-se que seja informático.
- Compactação: a verificação do parâmetro compactação é responsabilidade do Encarregado em obra e é realizado cada vez que há uma compactação, no fim da mesma. A amostragem corresponde a 20% do número total de compactações executadas em obra e o critério de aceitação consiste na compactação por camadas inferiores a 50 cm. O registo é executado no Mod.02/DP – Registo de obra, assim como nas restantes fases.

No que diz respeito á Abertura de caboucos de fundação, esta fase encontra-se dividida em 2 parâmetros de medição e monitorização, sendo estes os seguintes:


- Localização/cotas: consiste na averiguação do correto posicionamento dos caboucos para as fundações relativamente ao projeto. Esta parâmetro é verificado com recurso á estação total pelo topógrafo durante a execução das respetivas aberturas. Esta verificação deve ser executada em 20% da amostragem total, ou seja, em 20% das aberturas de caboucos de fundação. Este parâmetro aceita que a localização tenha um desvio de até 2 cm e que as cotas

tenham um desvio de até 5 cm.

- Aspeto do solo: o aspeto do solo é um parâmetro a monitorizar visualmente pelo Encarregado de modo a garantir que o solo está em condições para a atividade em questão. Esta tarefa também deve ser executada em 20% das aberturas de caboucos de fundação. O critério de aceitação a ser registado é que o solo seja sem raízes e terra vegetal.

Por fim, relativamente ao PMM de Movimentação de Terras, é necessário monitorizar a Abertura e fecho de valas de infraestruturas. Esta fase está dividida também em duas fases de monitorização e medição, sendo estas:

- Localização/cotas: como já referido anteriormente, esta tarefa consiste na averiguação do correto posicionamento das valas para posterior execução de infraestruturas. Este parâmetro deve ser monitorizado pelo Encarregado, durante a abertura e fecho das valas, com recurso a fita métrica e nível em 20% das valas executadas.
- Solo a colocar e Compactação: de modo a executar o fecho das valas é necessária a colocação de solo nas mesmas, assim como a compactação do mesmo. Assim sendo, o Encarregado deve visualmente monitorizar este parâmetro numa amostragem de 20% das valas executadas, verificando se o solo não tem raízes, terra vegetal e pedras e se a compactação é efetuada em camadas inferiores a 30 cm.

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO – MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS	Revisão: 0 Data: 27 / 09 / 2022 Página: 1 de 3
---	--	--

FASE	PARÂMETROS	QUEM	COMO	QUANDO	AMOSTRAGEM	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE	
								REGISTO	AÇÃO DE CORREÇÃO
Movimentação de terras	Levantamento topográfico	Topógrafo	Estação Total	Início e fim da obra	-100% -10% C/ topógrafo em obra	As diferenças entre as cotas de projecto e reais ± 5 cm	Suporte informático	Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade	Corrige de imediato. Caso não seja possível as medidas a adoptar são estabelecidas e acompanhadas no Boletim de Não Conformidade (Mod.16/SGQ) por quem a desencadeou.
	Verificação de cotas					Admite-se 2% em relação ao real em projecção horizontal			
	Volume de escavação e aterro					Compactação efectuada por camadas inferiores a 50 cm.			
Compactação	Encarregado	Fita métrica	Fim da obra	20%	Mod.02/DP –				
Abertura de caboucos de fundação	Localização/cotas	Topógrafo	Estação Total	Durante a actividade	20%	Localização ± 2 cm Cota ± 5 cm	Registo de obra		
	Aspecto do solo	Encarregado	Visualmente			Solo sem raízes e sem terra vegetal			
Abertura e fecho de valas de infra-estruturas	Localização/cotas	Encarregado	Fita métrica e nível	Durante a actividade	20%	Localização ± 2 cm Cota ± 5 cm	Registo de obra		
	Solo a colocar		Visualmente			Solo sem raízes e sem terra vegetal isento de pedras. Compactação efectuada por camadas inferiores a 30 cm.			

Elaborado:	Aprovado:	Mod.19/SGQ,2
------------	-----------	--------------

Figura 11 - PMM Movimentação de Terras


Relativamente às Não Conformidades, como é descrito no PMM desta tarefa, pretende-se que sejam registadas no Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade (Anexo 2) e a ação de correção para estas é corrigir de imediato. Caso não seja possível deve se proceder como está descrito no PMM.

Passando para outra fase acompanhada em obra, as Fundações e Estruturas, temos 5 parâmetros que é necessário medir e monitorizar até ao momento da descofragem, como podemos ver na figura 12, sendo esses:

- **Implantação/cotas:** compete ao topógrafo verificar a correta implantação dos elementos de fundação e estruturas ao nível da localização e cotas com o auxílio da estação total. Compete ao Diretor de Obra e ao Encarregado de verificar visualmente e com recurso ao nível e á fita métrica esse mesmo parâmetro. A amostragem deste parâmetro necessita-se que seja 100% da área de fundação, pois é daqui que o edifício cresce e é extremamente importante que cresça alinhado e com as cotas de projeto. Nos restantes elementos estruturais pretende-se que a amostragem seja de 10% do total de elementos. Estas tarefas têm que ser executadas na implantação do edifício e aquando da abertura de caboucos, assim como ao longo da execução de toda a estrutura.
- **Cofragem:** é necessário verificar a cofragem quanto á sua geometria e posicionamento de

acordo com o projeto, com tolerância de desvio de 1 cm. Quanto ao nivelamento, este também tem que ser verificado e tem tolerância de desvio de 5 mm. As cofragens têm que ser estanques e estáveis, em conformidade com o projeto. Isto tem de ser monitorizado pelo Encarregado e/ou preparador, visualmente e através de fita métrica e nível de bolha

- **Moldagem e colocação do aço:** este parâmetro exige que seja controlada a moldagem do aço, de acordo com o projeto em 20% do aço moldado com tolerância de desvio de 2 cm. Também é necessário verificar a colocação do aço com o recobrimento previsto em projeto. Estas tarefas têm que ser realizadas antes da betonagem do elemento, pelo Encarregado e/ou preparador visualmente e através de fita métrica.
- **Betonagem:** durante a betonagem é necessário monitorizar o uniforme espalhamento do betão assim como a integridade da cofragem e armaduras. É também necessário verificar a correta vibração de todo o volume de betão aplicado nos elementos. Este parâmetro deve ser monitorizado visualmente, durante a betonagem, pelo Encarregado e Diretor de Obra em 20% dos elementos betonados.
- **Descofragem:** esta atividade deve ser verificada pelo Encarregado visualmente de modo a garantir que os elementos estão íntegros e não danificados. Este parâmetro também deve ser monitorizado em 20% dos elementos betonados.

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO – FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	Revisão: 0 Data: 27 / 09 / 2022 Página: 1 de 2
---	--	--

FASE	PARÂMETROS	QUEM	COMO	QUANDO	AMOSTRAGEM	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE	
								REGISTO	AÇÃO DE CORREÇÃO
FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	Implantação/cotas	Topógrafo Director de Obra Encarregado	Estação total Visualmente Fita métrica Nível	Na implantação do edifício e aquando da abertura de caboucos. Ao longo da execução da estrutura.	-100% da área de fundação -10% da área da fundação C/ topógrafo em obra -10% da estrutura	± 1 cm	Mod.02/DP – Registo de Obra	Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade	Corrige de imediato. Caso não seja possível as medidas a adoptar são estabelecidas e acompanhadas no Boletim de Não Conformidade (Mod.16/SGQ) por quem a desencadeou.
	Cofragem	Encarregado/ Preparador	Visualmente Fita métrica Nível de bolha	Durante a execução dos trabalhos e antes da betonagem	20% da cofragem	Geometria, posicionamento/moldagem, de acordo com o projecto, tolerâncias de ± 1cm; Nivelamento - tolerância de ± 5mm/comprimento total. Cofragens estanques e estáveis (cumprindo o projeto caso exista).			
	Moldagem e colocação aço	Encarregado/ Preparador	Visualmente Fita métrica	Antes da betonagem	20% do aço moldado	O aço moldado, de acordo com o definido no projecto; tolerâncias de ± 2cm. A colocação do aço respeitar sempre o recobrimento previsto em projecto com ± 5 mm			

Elaborado:	Aprovado:	Mod.19/SGQ.2
------------	-----------	--------------

Figura 12 - PMM Fundações e Estruturas

Após a descofragem (figura 13) será necessário monitorizar os seguintes parâmetros pelo Encarregado, em 20% dos elementos:

- Aspeto visual dos elementos betonados: durante a descofragem proceder á verificação visual da integridade do elemento e da sua não danificação.
- Verificação geométrica: verificação, após a descofragem, com recurso a fita métrica e nível de bolha, de acordo com a NP ENV 13670-1.

FASE		PARÂMETROS	QUEM	COMO	QUANDO	AMOSTRAGEM	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE	
									REGISTO	AÇÃO DE CORREÇÃO
		Betonagem	Encarregado Director de obra	Visualmente	Durante a betonagem	20%	Não existir danificação das armaduras e cofragem O espalhamento do betão tem que ser feito com meios adequados. Vibração homogénea	Mod.02/DP – Registo de Obra		
		Descofragem	Encarregado	Visualmente	Durante a descofragem	20%	Não existe danificação dos elementos betonados			
APÓS DESCOFRAGEM		Aspecto Visual dos elementos betonados	Encarregado	Visualmente	Durante a descofragem	20%	Não existe danificação dos elementos betonados		Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade	Corrige de imediato. Caso não seja possível, as medidas a adoptar são estabelecidas e acompanhadas no Boletim de Não Conformidade (Mod.16/SGQ) por quem a desencadeou.
		Verificação Geométrica		Fita métrica Nível de Bolha	Após a descofragem	20%	De acordo com a NP ENV 13670-1 Em anexo: pág. 31 a 34 e pág. 56 a 60			

Elaborado:	Aprovado:	Mod.19/SGQ.2
------------	-----------	--------------


Figura 13 – PMM Fundações e Estruturas (continuação)

Todos os parâmetros abordados anteriormente devem ser medidos e monitorizados de acordo com os PMM's apresentados, verificando os critérios de aceitação. Estes devem ser registados no Mod.02/DP-Registo de Obra (figura 14), documento afeto á empresa Telhabel, S.A. Em caso de não conformidade, em todos os parâmetros, recorre-se ao registo no Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade presente no Anexo 2 e procede-se á correção de imediato. Caso essa correção imediata não seja possível, devem-se adotar as medidas descritas no Mod.16/SGQ por quem desencadeou as respetivas não conformidades.

De seguida encontra-se preenchido o documento Mod.02/DP – Registo de Obra das Fundações relativo

ao mês de maio de 2025. Este documento permitiu registrar a conformidade ou não conformidade dos parâmetros apresentados no PMM de Fundações e Estruturas identificando os elementos efetivamente verificados, segundo a amostragem pretendida no PMM. Podemos verificar que no mês de maio de 2025, todos os parâmetros estão em conformidade. Assim sendo, não foi necessário o preenchimento do documento Mod.16/SGQ – Boletim de Não Conformidade.

		REGISTO DE OBRA									
		Obra: 198					Mês/Ano: maio/2025				
FUNDAÇÕES		R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data
Implantação	Dimensões										
Cotas	Dimensões										
Cofragem	Geometria	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Posicionamento /Alinhamento	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Nivelamento	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Escoramento	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Limpeza	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
Armaduras	Moldagem	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Recobrimento	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
Betonagem	Armaduras não danificadas	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025

REGISTO DE OBRA											
		Obra: 198						Mês/Ano: maio/2025			
FUNDAÇÕES		R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data	R	Local/Data
	Espalhamento do betão	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
	Vibração	✓	Sapata das estacas nº387 06-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 06-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 08-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 09-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 09-05-2025
Após Descobragem	Elementos betonados	✓	Sapata das estacas nº387 07-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 07-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 09-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 10-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 10-05-2025
	Verificação geométrica dos elementos betonados	✓	Sapata das estacas nº387 07-05-2025	✓	Sapata das estacas nº502 07-05-2025	✓	Ensoleiramento eixo T-Z e 15-20 e 7-14 W-Z 09-05-2025	✓	Pilar P11 eixo V-17 10-05-2025	✓	Pilar P7 eixo W-11 10-05-2025

R - Resultado	X - Não Conforme	V - Conforme	
Observações:			


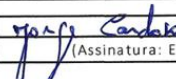
 (Assinatura: Director de Obra)	 (Assinatura: Encarregado)	(Assinatura: Outro)
---	--	---------------------

Figura 14 - Mod.02/DP – Registo de Obra

4.4.2 Montagem de estaleiro

Aquando do início do estágio o estaleiro já se encontrava montado como podemos ver na figura 15.



Figura 15 - Estaleiro afeto à Equipa de Direção de Obra

A montagem do estaleiro inclui a montagem das vedações da zona de estaleiro, das instalações para fiscalização e gestão da obra (figura 15), sanitárias e de convívio, montagem e desmontagem de máquinas, sinalização de redes, entre outras. Também faz parte do estaleiro ocupando uma enorme

área do lote o estaleiro para preparação de armaduras.

A manutenção do estaleiro é uma atividade muito importante inerente á obra, como podemos ver no cronograma macro dos trabalhos (figura 10) a tarefa “Montagem do estaleiro” estende-se do início ao fim da obra devido a isso mesmo, á sua importante manutenção. A manutenção inclui os fornecimentos necessários à conservação do estaleiro e equipamentos associados à execução da empreitada, incluindo todos os elementos ao seu correto funcionamento, de acordo com o plano de estaleiro.

Foi necessária a implementação do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPG RCD) que inclui todos os trabalhos e operações de gestão de resíduos resultantes de obras, demolições, construção, arranjos urbanísticos ou derrocadas, tudo conforme definido no plano e legislação em vigor. Em obra, é muito importante o controlo de resíduos e este é verificado pelo Encarregado em parâmetros como: organização dos materiais e respetivos resíduos, organização do estaleiro e limpeza dos locais de trabalho em obra de modo que todos os resíduos produzidos sejam obrigatoriamente depositados nos devidos locais adequados.

Nas figuras seguintes podemos ver os locais de depósito de sobras de aço do estaleiro ferrageiro (figura 16) e de depósito de resíduos comuns (figura 17).



Figura 16 - Depósito de sobras de aço



Figura 17 - Depósito de resíduos comuns

4.4.3 Movimentação de terras

Os trabalhos de movimentos de terras consistiram em:

- Decapagens – decapagem de terra vegetal, calçada, vegetação, árvores e outros elementos existentes da área de implantação dos edifícios e dos espaços exteriores incluindo desmatamento, carga e transporte dos materiais escavados a vazadouro autorizado e licenciado;
- Escavação para abertura de plataforma do projeto (figura 18), para implantação dos elementos de fundação e arranjos exteriores - escavação do terreno com recursos a meios mecânicos (ripper, balde e martelo pneumático) em abertura de plataforma do projeto, para implantação dos elementos de fundação, e arranjos exteriores, considerando carga (figura 19), transporte e descarga a vazadouro autorizado e licenciado.



Figura 18 – Escavação para abertura de plataforma de projeto



Figura 19 - Carga das terras provenientes da escavação

Visto que fomos alvo de algumas tempestades e condições adversas nos meses do estágio, o solo por vezes encontrava-se muito húmido e até lamacento então, de modo a possibilitar uma melhor circulação em obra tanto de veículos como de pessoas, foi aplicado no solo uma mistura de inertes como podemos ver na figura 20, que permite estabilizar a área onde é colocado melhorando a drenagem superficial, reduzir o teor de humidade do solo e criar uma superfície firme e transitável temporariamente.



Figura 20 - Mistura de inertes aplicada no solo

As atividades a ter em conta quando realizamos trabalhos de movimentação de terras são as seguintes, segundo (Sousa, 2023):

- Topografia (Implantações, levantamentos, controlo de trabalhos);
- Entivações;
- Tratamento dos solos, saneamentos e impermeabilizações;
- Medições e orçamentos;
- Coeficiente de empolamento;
- Destino dos materiais movimentados;
- Natureza do terreno;
- Equipamentos a utilizar.

A nível de topografia foram efetuados previamente levantamentos topográficos pelo topógrafo da empresa Telhabel e, desta forma foi possível calcular o volume de escavação necessário para atingir as cotas previstas no projeto.

Foi também efetuada numa fase muito inicial da obra uma prospeção geotécnica. A prospeção geotécnica define-se como um conjunto de operações com vista a averiguar a constituição, características mecânicas e outras propriedades do solo e do ou dos locais de interesse para um dado trabalho de engenharia. Foi realizada prospeção mecânica (furos de sondagem complementados pela execução de ensaios SPT), a instalação de piezómetros e a realização de ensaios laboratoriais –, procedeu-se à respetiva interpretação e conseqüente processamento, o que permitiu definir um modelo geológico-geotécnico do maciço e estimar as suas propriedades físicas e as características de resistência e de deformabilidade. A campanha de prospeção geológico-geotécnica decorreu entre os dias 28 de setembro e 11 de outubro de 2023, tendo consistido na execução dos seguintes trabalhos: sete sondagens à rotação complementadas pela realização de ensaios SPT (*Standard Penetration Test*); e sete

piezómetros.

4.4.4 Execução de fundações indiretas

A execução de fundações indiretas consistiu na execução de estacas. As fundações indiretas são executadas quando: o solo superficial é fraco ou instável, há necessidade de alcançar grandes profundidades para atingir um solo resistente ou quando as cargas da estrutura são muito elevadas, que é o nosso caso. Esta atividade sofreu um atraso substancial devido ao facto do solo não se tratar do solo esperado inicialmente e, por isso, houve a necessidade de execução de bastantes estacas com o método Vara Kelly ao contrário do planeado inicialmente – estacaria em trado contínuo. A estacaria em trado contínuo é de rápida execução relativamente á estacaria com Vara Kelly, só que apresenta limitações em termos de profundidades e tipo de solo. Para executar estacas em trado contínuo, como podemos ver na figura 21, temos que garantir que estamos a lidar com solos moles a medianamente compactos, o que não seria o caso de toda a área da obra em estudo. A estacaria com Vara Kelly, apresentada na figura 22, apesar de mais lenta, barulhenta e de requerer mais espaço para manobra e transporte do solo escavado permite a execução de estacas em solos mais resistentes.



Figura 22 - Execução de estacas em trado contínuo



Figura 21 - Execução de estacas com Vara Kelly

Depois de executadas as estacas e de realizada a escavação até á cota pretendida, procedemos ao saneamento das cabeças das estacas. Este processo consiste na demolição do betão que ficou á superfície retirando-o, pois este encontra-se contaminado pelas impurezas do solo e isso confere uma menor resistência á estaca. De modo a executar esta tarefa foram adotados dois métodos diferentes em obra. O primeiro método consiste na utilização do martelo pneumático. Este pica a superfície das estacas e o betão vai fissurando e desagregando, removendo assim por completo o betão contaminado. (figura 23) O segundo método adotado consistiu em efetuar um corte na parte inferior da estaca em

todo o seu perímetro tentando alcançar os varões de aço sem os atingir e posteriormente com auxílio da grua, uma das opções, extrai-se a cabeça da estaca, como podemos ver na figura 24.



Figura 23 - Método 1 de saneamento de estacas



Figura 24 - Método 2 para saneamento de estacas

4.4.5 Contenção periférica

A definição de contenção segundo (Sousa, 2023) é a introdução de uma estrutura ou de elementos estruturais compostos, que apresentam rigidez distinta daquela do terreno que conterà. São obras que têm a finalidade de conter maciços de solos ou terrenos. É todo elemento ou estrutura destinado a suportar impulsos ou tensões, geradas num maciço cuja condição de equilíbrio foi alterada por algum tipo de escavação, corte ou aterro.

A elaboração de um projeto de escavação e contenção periférica em meio urbano, passa por uma sucessão das seguintes operações, segundo (Hanna Cidade Mello, 2023)

O planeamento é uma parte crucial da execução de uma obra e a Equipa de Direção de Obra tem uma grande responsabilidade no mesmo. É o planeamento inicial que permite delimitar a meta que se pretende alcançar, isto é, o prazo e preço esperado (Sousa, 2023) devido ao facto de todas as estacas apresentarem função resistente e tempos de betonagem e armaduras compatíveis, ao contrário das cortinas tipo “hard/soft” que apresentam estacas com função resistente e de selagem. No esquema abaixo (figura 25) de (Sousa, 2023) podemos ver os diferentes tipos de cortinas de estacas e como estas diferem entre si.

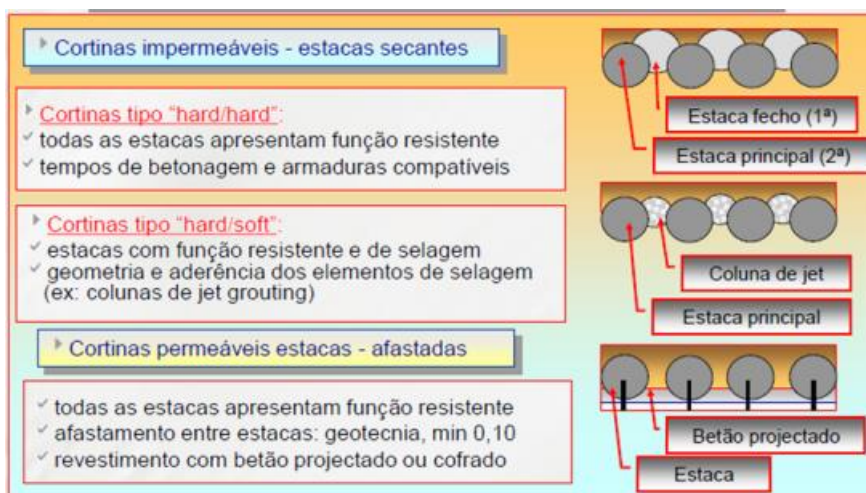


Figura 25 - Cortinas impermeáveis e permeáveis(Sousa, 2023)

A cortina de estacas secantes caracteriza-se pelo facto de as estacas se intersetarem umas nas outras, sendo o conjunto constituído por dois tipos de estacas executadas de forma alternada: estacas fêmeas e estacas macho, como podemos ver na figura 26, que seguem o alinhamento da parede e garantem a estanquidade á água. (Pinto, 2008)

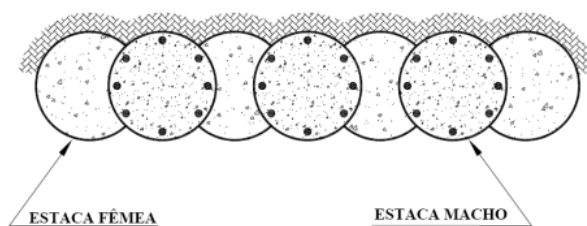


Figura 26 - Estaca fêmea e estaca macho da cortina de estacas secantes

O processo construtivo da cortina de estacas secante envolve mais do que a execução das estacas em si. Antes da execução das estacas é necessária a execução de muros guia que delimitem a área das estacas, e depois da betonagem e cura das mesmas é necessário proceder ao saneamento das cabeças das estacas, processo já descrito anteriormente, e posterior execução da viga de coroamento que nos

permitirá terminar assim o procedimento, tal como é ilustrado na figura 27.

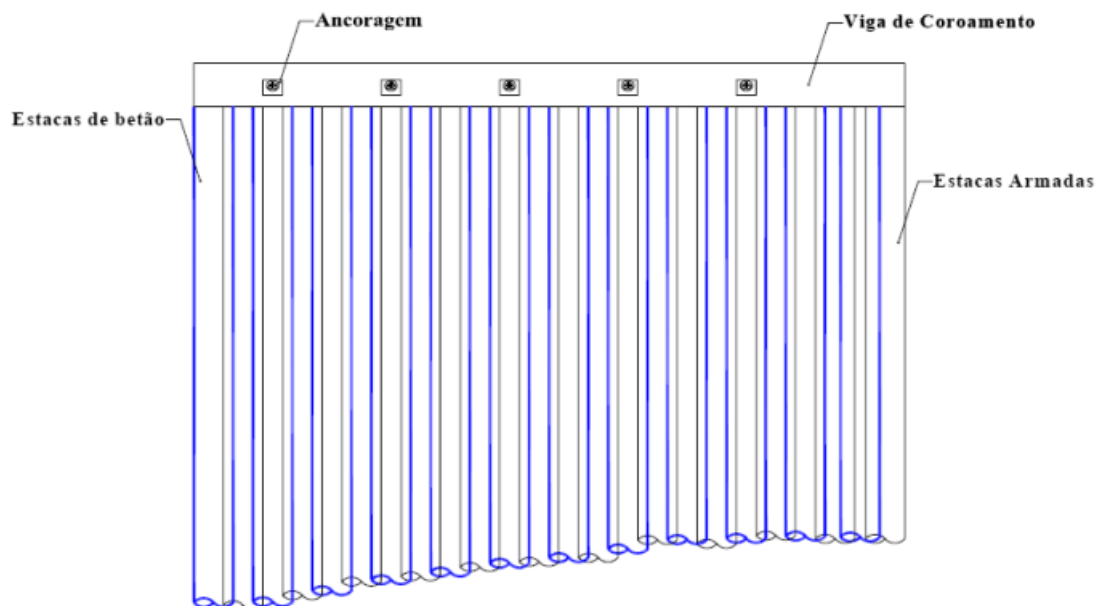


Figura 27 - Execução da viga de coroamento

Depois de executadas as cortinas de estacas foram executadas as escavações até á cota de projeto e a execução das ancoragens previstas em projeto.

A ancoragem é considerada um reforço ativo, ou seja, com pós-tensionamento do terreno através da instalação de um reforço normalmente em cordões em aço ou barras em aço que é revestido com calda de cimento e posteriormente tensionado. A constituição das ancoragens depende de vários fatores como, o tempo de vida especificado no projeto, as características construtivas e o meio envolvente, nomeadamente no que diz respeito à proteção contra a corrosão e aos possíveis fenómenos de fluência. (Santa, 2010)

A figura 28 ilustra os principais componentes de uma ancoragem, destacando-se os seguintes elementos-chave:

- Cabeça da ancoragem: localizada na extremidade externa da ancoragem, junto ao elemento estrutural a ser ancorado. Este elemento é responsável pela transmissão das forças de tração para o elemento de apoio. De acordo com a (CEN – Comité Europeu de Normalização, 2013), a cabeça da ancoragem deve ser protegida contra agentes externos como água, CO₂ e cloretos, através de elementos como: chapa de descarga, caixa de proteção e trompete e cordão de selagem e O´rings.
- Comprimento livre: é a zona onde a armadura se encontra isolada do contacto direto com o terreno. Segundo a (CEN – Comité Europeu de Normalização, 2013) o comprimento livre deve

permitir o alongamento elástico necessário para a aplicação do pré-esforço e a bainha deve ser estanque e compatível com a calda de injeção.

- Comprimento de selagem: a zona de selagem ou zona ancorada é onde ocorre a aderência entre a armadura, a calda de injeção e o solo. De acordo com a EN 1537 deve ser garantido o preenchimento total do furo com calda de cimento, especialmente no bolbo de selagem e a injeção da calda deve ser executada sob pressão controlada e pode ser necessária a realização de injeções adicionais.

Sendo a capacidade de carga condicionada pela preservação da resistência intrínseca de cada uma das suas componentes, pelas reações mobilizadas no terreno ao longo do comprimento de selagem e na zona da cabeça ao nível do suporte. (Santa, 2010)

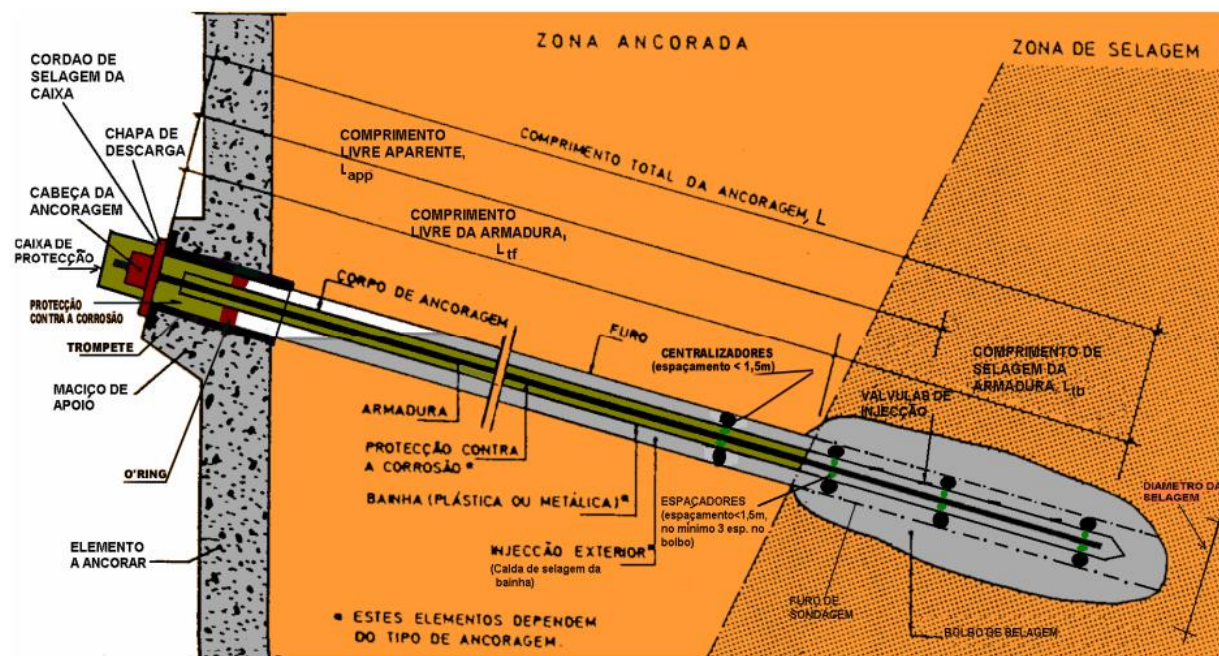


Figura 28 - Componentes da ancoragem(Santa, 2010)

As ancoragens poderão estar diretamente ligadas às estacas, ou entre as estacas. No caso da obra em estudo, foi aplicada uma viga provisória pré-fabricada no nível onde iriam ser executadas as ancoragens (figura 29), como podemos ver na figura, pois necessário que haja um dispositivo de fixação que permita a instalação ancoragem e posterior aplicação do pré-esforço.



Figura 29 - Viga provisória pré-fabricada

Os muros guia, as cortinas de estacas e aplicação de ancoragens foram executadas em duas zonas da obra, duas zonas limite a Norte e a Sul. A Contenção Norte diz respeito á contenção relativamente ao arruamento, enquanto a contenção Sul diz respeito á contenção relativamente ao parque e ao lago do parque, como poderemos ver abaixo. Na figura seguinte (figura 30) é apresentada uma planta da contenção Norte do lote.

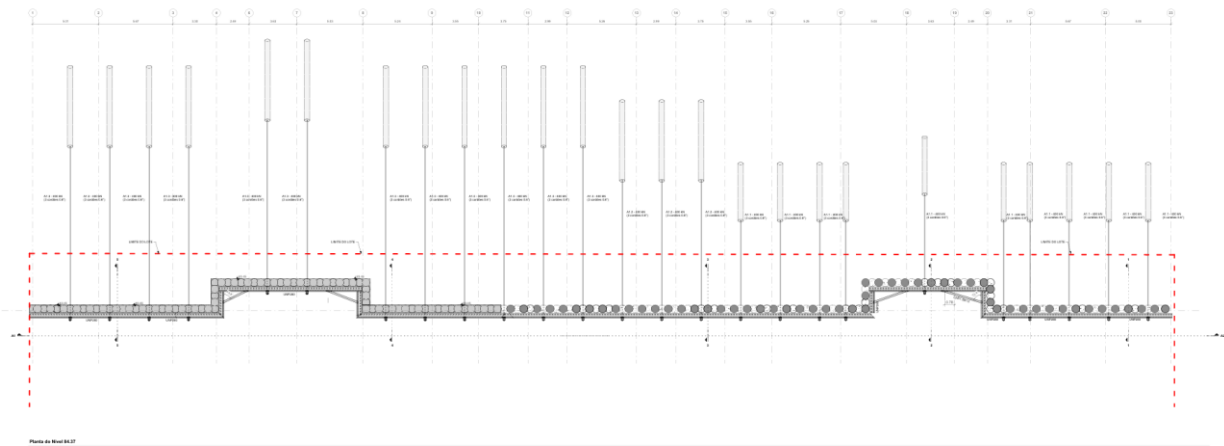
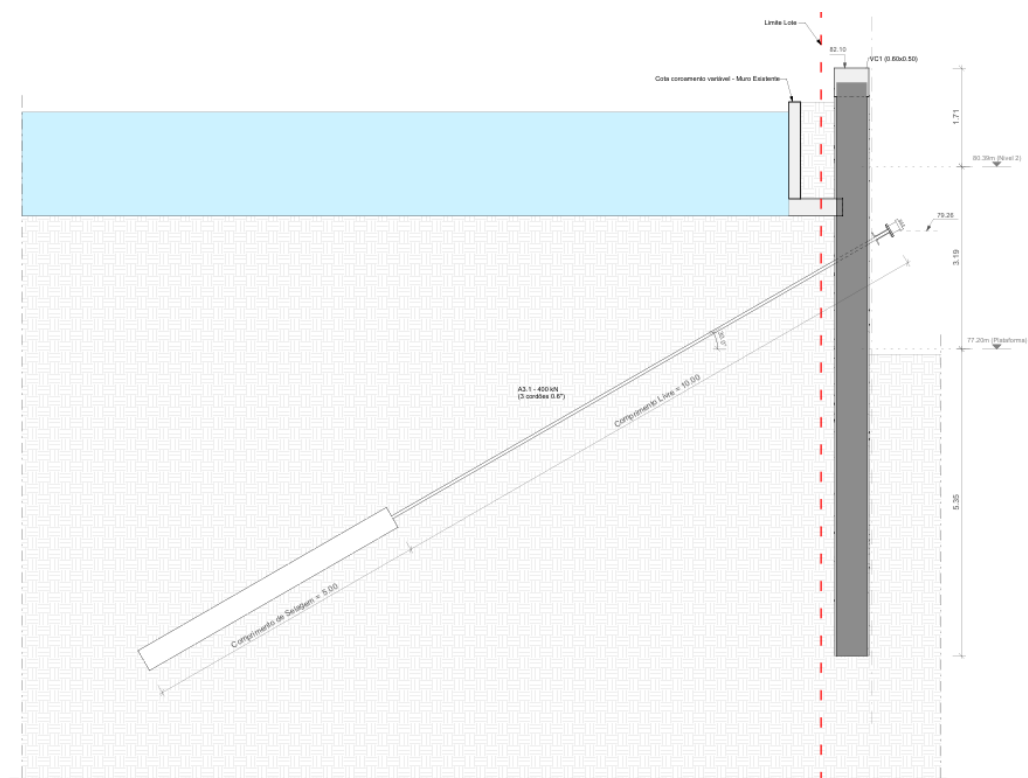


Figura 30 - Contenção norte do lote

Na contenção Sul, que podemos ver no corte apresentado na figura 31, foram executadas então ancoragens e aplicado o pré-esforço nas mesmas, com a especial atenção que do outro lado do muro encontra-se um lago que se pretende preservar.



Corte Estrutural 6-6
Escala 1 : 50

Figura 31 - Corte da ancoragem da contenção Sul

A aplicação de pré-esforço é um processo que nos permite melhorar a resistência e o comportamento das ancoragens. A ancoragem é preparada para a aplicação do pré-esforço envolvendo a instalação de dispositivos de fixação, que no caso da obra acompanhada foram vigas de contenção provisórias, como podemos ver na figura 32, e a força aplicada é uma força controlada gerando assim a tensão necessária.

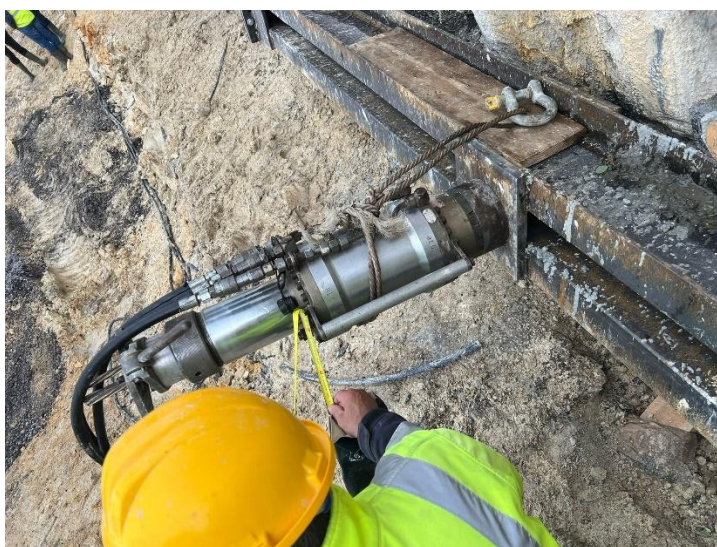


Figura 32 - Aplicação do esforço na ancoragem

É também importante que, após a aplicação da força, seja monitorizada a tensão e o possível deslizamento da ancoragem para garantir a correta aplicação do pré-esforço e a sua manutenção ao longo do tempo. São normais possíveis perdas de tensão devido ao relaxamento do aço e à fluência e retração do betão, isto são, deformações lentas sob cargas constantes ou diminuição do volume de betão com o tempo.

Através da aplicação de pré-esforço conseguimos melhorar a resistência e reduzir ou até mesmo prevenir a formação de fissuras.

4.4.6 Estruturas de betão armado

Como já foi dito anteriormente, este edifício é composto por 4 blocos unidos pelos pisos -2 e -1: B1, B2, B3 e B4 e foi decidido que a zona do bloco B4 seria o ponto de partida para a obra. Enquanto decorriam estas atividades e se executavam as restantes estacas nas restantes zonas da obra, a zona relativa ao futuro Bloco B4 do edifício avançava e foram executadas as fundações.

As figuras seguintes apresentam as fases de execução de cofragem, betonagem e descofragem das fundações, onde mais concretamente nas figuras 33 e 34 podemos verificar a execução da cofragem e betonagem respetivamente da sapata de um dos núcleos de escadas.

Simultaneamente continuavam as atividades de movimentação de terras. Como já foi dito, o Bloco B4 foi o primeiro edifício a crescer e como podemos ver nas imagens toda a envolvente encontra-se na fase de execução de estacaria, saneamento da estacaria e movimentação de terras.

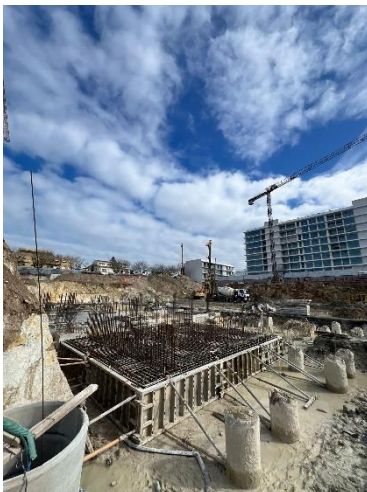


Figura 33 - Cofragem da sapata do núcleo de escadas



Figura 34 - Sapata do núcleo de escadas betonada

No Lote 2 foi decidida a implementação de um sistema de impermeabilização diferente a nível das fundações, através de um produto aditivo ao betão. O Penetron é um sistema de impermeabilização cristalina utilizado no betão para aumentar a sua durabilidade e resistência à água. Este produto é á base de cimento, sílica e agentes químicos ativos e, quando aplicado ao betão por adição à mistura (quando este entra em obra), os seus componentes reagem com a água e com os compostos livres do cimento formando cristais preenchendo assim os poros e microfissuras. Este produto é comprado e armazenado em obra até à sua utilização, como podemos ver na figura 35.

Este produto apresenta as principais vantagens, segundo (PENETRON IBERICA, 2025):

- Resiste a pressões hidrostáticas extremas tanto do lado positivo quanto do negativo da estrutura;
- Torna-se parte integrante do betão, resultando numa estrutura resistente e durável;
- Altamente resistente a substâncias químicas agressivas;
- Pode selar fissuras até 0,4 mm;
- Permite que o betão respire;
- Não é tóxico;
- Melhor custo/benefício;
- Ação permanente adicionado ao betão no momento da sua produção e, portanto, não está sujeito às restrições climáticas;
- Flexibiliza o planeamento da obra.



Figura 35 - Armazenamento do PENETRON em obra

Com as fundações desta zona executadas e com o avanço dos trabalhos de contenção e estacaria na restante envolvente da obra, é executada parcialmente a galeria técnica e laje de ensoleiramento. Nas figuras apresentadas abaixo, é perceptível a grandiosa quantidade de aço utilizada na galeria (figura 36), assim como a imensa dimensão da mesma. Na figura 37, podemos observar a cofragem da galeria que permitiu a betonagem da mesma até á cota de desejada



Figura 36 - Armadura da galeria técnica



Figura 37 - Cofragem da galeria técnica

A betonagem da laje de ensoleiramento foi realizada parcialmente devido á sua extensão. Como podemos ver na figura 38, a laje de ensoleiramento na zona do bloco B4 encontrava-se agora betonada e após esta atividade seria possível o desenvolvimento em altura desta zona.

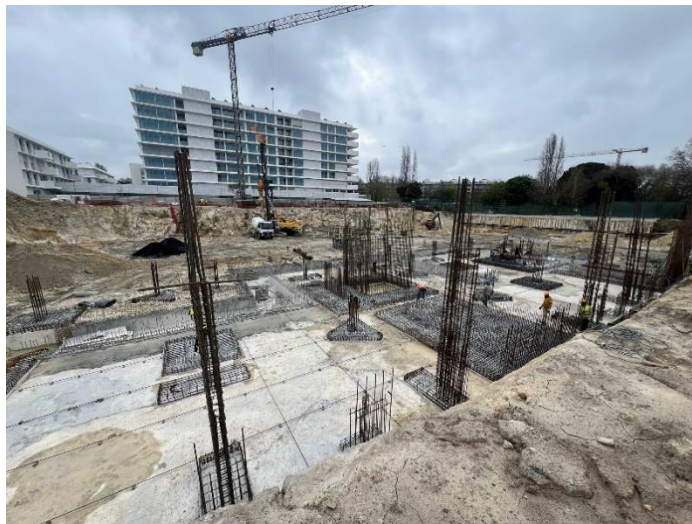


Figura 38 - Laje de ensoleiramento betonada

Depois de executada a laje de ensoleiramento o edifício começou a crescer através de pilares, muros e paredes e o piso -2 do edifício B4 começou a ganhar forma.

Foi executado o muro de contenção lateral referente ao edifício B4 (figura 39), de modo a dar suporte às restantes atividades seguintes. Após a realização deste muro foi possível a construção de pilares e posteriormente a construção de paredes e lajes intermédias, que dizem respeito às lajes das boxes de estacionamento.



Figura 39 - Muro de contenção lateral do bloco B4

Devido ao facto de a construção do empreendimento ter sido dividida em duas partes: sendo a primeira os blocos B3 e B4 e a segunda os blocos B1 e B2, houve a necessidade da execução de uma junta de dilatação que divide exatamente essas duas partes. O que vemos na figura 40 é a junta de dilatação em PVC do tipo “*waterstop*”, embutida no muro de contenção lateral. Esta junta foi posicionada a meio da espessura total do muro antes da betonagem do mesmo, de modo a ficar integrada. Este tipo de junta permite a impermeabilização, evitando a passagem de água através da junta e a absorção de movimentos, permitindo ligeiros deslocamentos. Esta junta permite então a divisão da execução em duas fases e foi acompanhada a aplicação da mesma durante a betonagem do muro de contenção.



Figura 40 - Junta de dilatação

Durante a execução do piso -2 foi verificada a conformidade com todos os detalhes do projeto, nomeadamente a aplicação de quebra-cantos em pilares. No projeto é especificada a execução de quebra-cantos em todos os cantos visíveis dos pisos -2 e -1 (figura 42) e, para isso, em obra foi realizada uma medição de metros lineares de quebra-cantos necessários para esse efeito e estes foram identificados numa planta, entregue aos subempreiteiros. Assim sendo, verifica-se a aplicação de quebra-cantos na cofragem e, posteriormente no momento da descofragem, verificam-se os pilares que haviam sido identificados na planta anteriormente de forma a garantir a conformidade com o projeto. Fez parte das tarefas da Diretora de Obra Adjunta estagiária esta verificação, como podemos ver na figura 41, assim como as medições necessárias associadas a este aspeto.



Figura 41 - Verificação da execução dos quebra-cantos em pilares



Figura 42 - Quebra-cantos em pilares

O volume de betão por semana foi aumentando e o edifício foi crescendo, semana após semana e gradualmente o bloco B3 foi atingindo as cotas do bloco B4. A conclusão do estágio deu-se aquando da betonagem da laje superior do piso -2 que une os blocos B3 e B4 (figura 43).



Figura 43 - Betonagem da laje superior do piso -2

Não foram acompanhadas quaisquer atividades relativas aos blocos B1 e B2.

5 Controlo de materiais em obra

5.1 Enquadramento

O controlo de materiais envolve a identificação, medição, seleção, compra, armazenamento, transporte, ensaios e uso de todos os materiais necessários para a construção.

Durante o estágio realizado foi possível controlar a qualidade dos seguintes materiais: aço, betão, agregados e calda de cimento de injeção para ancoragens. No que diz respeito ao desperdício, só irá ser abordado o desperdício do betão, que foi possível identificar e quantificar.

É importante a perceção de que o procedimento é completamente acompanhado por documentos de enorme importância para a gestão da obra. De seguida, é apresentada a tabela 1 com a síntese dos documentos utilizados no controlo de qualidade e desperdício realizado pela empresa Telhabel.

Documentos utilizados
198_RMAT: Documento para registo de guias de materiais
PMM: Plano de medição e monitorização do material
Plano de betonagem semanal: elaborado após a reunião semanal com os subempreiteiros semanalmente, permite obter a quantidade de betão "Previsto"
198_Controlo: Documento que permite controlar o desperdício de betão através do "Previsto" e do "Usado"
198_RENB: Registo de ensaios de betão e calda de cimento e verificação da conformidade

Tabela 1 - Documentos utilizados para o controlo de materiais em obra

De forma a ser mais intuitiva a perceção do trabalho realizado em obra no que diz respeito ao controlo de materiais é apresentado de seguida um Fluxograma de Controlo de materiais (figura 44). Este fluxograma apresenta um procedimento a seguir de modo a garantir o eficaz controlo da qualidade dos materiais designados anteriormente e desperdício de betão.

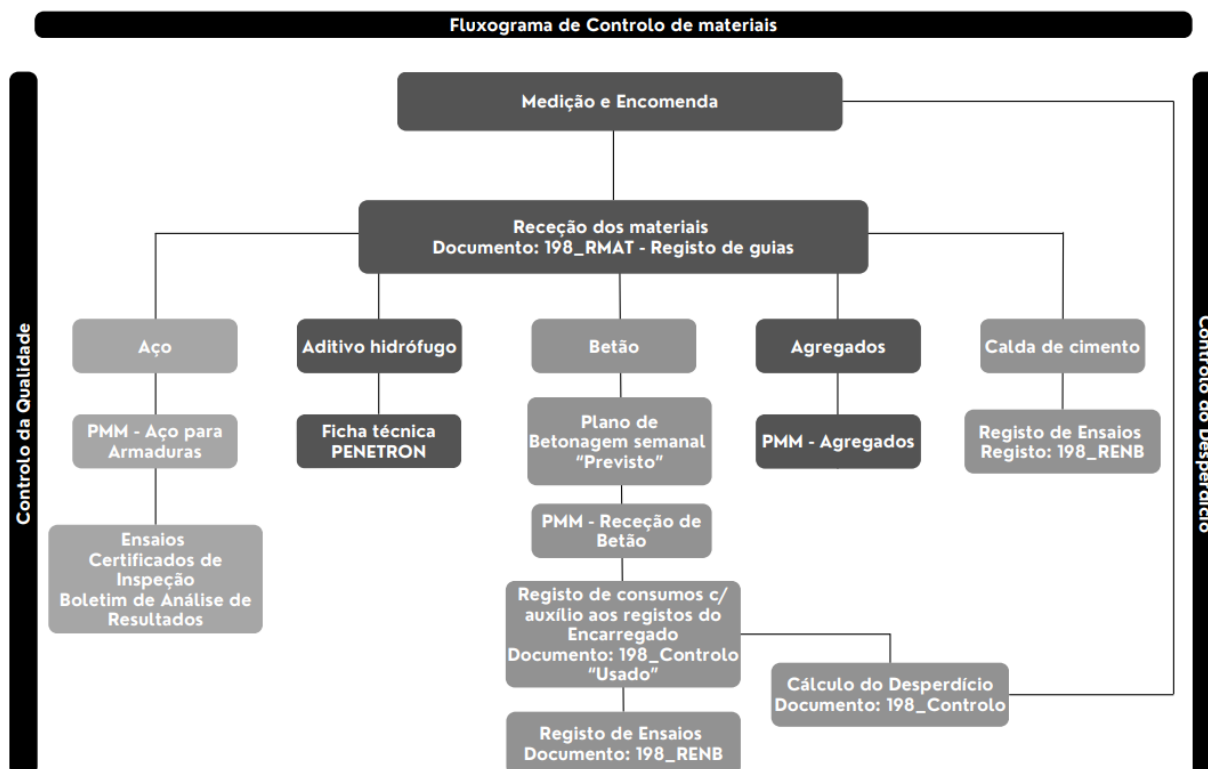


Figura 44 - Fluxograma de controlo de materiais

O controlo da qualidade é garantido pelos PMM's de cada produto, pelos ensaios realizados, pelos Certificados de Inspeção e Fichas Técnicas. Serão abordados todos os documentos referentes a cada produto.

De seguida serão apresentados os documentos utilizados em obra para efetivamente realizar o controlo de materiais. Serão apresentados os dados relativos a abril e maio de 2025, meses em que foi possível o acompanhamento integral deste processo de controlo.

A medição dos materiais é o primeiro procedimento a realizar. Esta tarefa que por vezes se torna repetitiva para a imensidão de apartamentos a construir, é das tarefas mais importantes da Equipa de Direção de Obra. Na execução de medições é necessário um alto rigor e concentração para que a quantidade de material prevista seja a mais próxima possível da quantidade realmente utilizada. Através das medições e dos resultados das mesmas podemos realizar as encomendas de todos os produtos. Relativamente ao aditivo hidrófugo para o betão, o Penetron, este é encomendado faseadamente à medida que é utilizado o betão pois este é um aditivo ao mesmo. Os agregados também são encomendados faseadamente consoante a necessidade dos mesmos. Por fim, a calda de cimento é realizada em obra através de uma mistura de cimento com água quando é planeada a injeção da mesma

no sistema de ancoragem para o dia em que se vai realizar o procedimento.

No que diz respeito ao betão, obtemos as quantidades previstas a utilizar em obra - “Previsto”, apresentadas no documento 198_Controlo após a reunião semanal com os subempreiteiros. A quantidade de betão a encomendar para cada dia da semana é medida após ser discutido semanalmente na reunião os elementos a betonar na semana seguinte. A medição dos elementos tem como objetivo realizar o Plano de Betonagem semanal (figura 45) que permite o planeamento e encomenda da quantidade de betão para cada dia da semana.

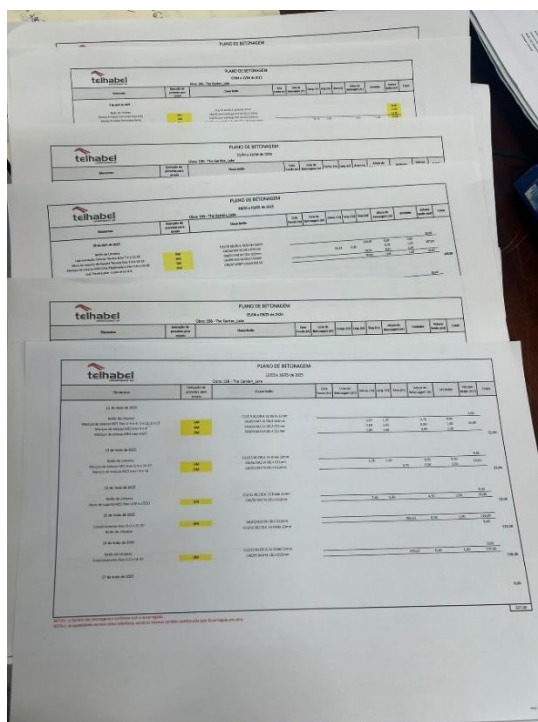


Figura 45 - Planos de betonagem semanais

Na figura 46 está um excerto de uma das folhas do documento 198_Controlo onde é feito o cálculo do betão “Previsto” através das dimensões do elemento a betonar, decidido no Plano de betonagem semanal, quantificando exemplificativamente o betão de limpeza e o betão estrutural utilizado para o elemento Galeria técnica.

Elemento	Piso	Dimensões (m)				Betão Limpeza		Betão Estrutural		
		Com.	Largura	Altura	Área	Limpeza S N.A.	Quantidade	%	Data	Quantidade
Eixo O-T e 15-20	Fundações			0,30	241,98		24,19842	1	14/mai	72,60
Eixo T/W e 4/10	Fundações			0,30	215,74		21,57365	1	16/mai	64,72
Eixo T/V e 10/14	Fundações			0,30	140,29		14,02902	1	16/mai	42,09
Eixo F/O e 15/20	Fundações			0,30	290,50		29,05029	1	21/mai	87,15
	Fundações			0,30						0,00
	Fundações									0,00
	Fundações									0,00
Galeria técnica										
Eixo I-P e 7-11		12,81	3,47	0,30		S	2,30	1	27/mar	13,33
Eixo I-P e 7-11		8,98	3,04	0,30		S	1,43	1	27/mar	8,19
Eixo I-P e 7-11		18,13	3,42	0,30		S	3,21	1	27/mar	18,62
Eixo I-P e 7-11		11,32	2,75	0,30		S	1,63	1	27/mar	9,34
Eixo P-U e 7-11		17,40	3,42	0,30		S	3,08	1	28/mar	17,87
Eixo P-U e 7-11		11,16	2,75	0,30		S	1,60	1	28/mar	9,20
Eixo G/I e 8		6,16	3,47	0,30		S	1,12	1	07/abr	6,41
Eixo T-X e 15-18		26,00	2,92	0,30		S	3,93	1	29/abr	22,74
Eixo T-U e 14-18		11,67	2,75	0,30		S	1,68	1	29/abr	9,62
Eixo V-W e 15-17		6,81	2,88	0,30		S	1,03	1	29/abr	5,87
Eixo O-S e 14-18		15,09	2,92	0,30		S	2,29	1	30/abr	13,20
Eixo V-W e 10-14		14,01	2,88	0,30		S	2,10	1	30/abr	12,08
Eixo V-W e 10-14		9,42	2,93	0,30		S	1,44	1	02/mai	8,27
Eixo V-X e 9-11		8,40	3,42	0,30		S	1,50	1	02/mai	8,63
Eixo O-P e 14-18		14,58	2,75	0,30		S	2,09	1	02/mai	12,03
Eixo O-G e 14-17		12,68	2,92	0,30		S	1,93	1	09/mai	11,09
Eixo O-G e 14-17		12,45	3,04	0,30		S	1,97	1	09/mai	11,35
Eixo O-G e 14-17		17,64	3,47	0,30		S	3,17	1	09/mai	18,36
Eixo T-Y e 16		9,66	3,42	0,30		S	1,72	1	09/mai	9,92

Figura 46 - Medição do betão da galeria técnica

O 198_Controlo é o documento que permite controlar as quantidades de aço e betão.

Na figura 47 encontra-se um excerto do 198_Controlo, relativo aos dias 2 a 19 de maio, onde podemos verificar os elementos betonados, incluindo a Galeria técnica, e as respetivas quantidades previstas – “Previsto”, as quantidades realmente utilizadas em obra – “Usado” e a diferença entre estes dois valores que dará origem ao desperdício – “Diferença”. A coluna referente ao “Usado” é a quantidade efetivamente utilizada em obra naquele elemento e é obtida através da soma dos valores das guias onde o Encarregado identificou o elemento betonado.

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Observações	Previsto	Usado	Diferença (m3)
02/mai	P599/0032440	C40/50	7,00	Galeria Eixo V-X e 8-11; ME2 STK160+162; ME4 STK164+168		42,24	44,50	2,26
02/mai	P502/0140124	C40/50	7,00					
02/mai	P599/0032434	C40/50	9,00					
02/mai	P502/0140118	C40/50	9,00					
02/mai	P502/0140122	C40/50	8,00					
02/mai	P502/0140120	C40/50	8,00					
05/mai	P502/0140184	C40/50	9,00	ME1 STK 195+196; ME2 STK242; ME4 STK238+197		18,65	19,00	0,35
05/mai	P502/0140175	C40/50	10,00					
06/mai	P599/0032499	C40/50	8,00	ME1 STK558+559+560+529+502+387+446		7,06	7,00	-0,06
08/mai		C40/50	252,00	Ensoleiramento T-Z e 8-20		255,22	252,00	-3,22
09/mai		C40/50	81	Galeria Eixo T/V e 10; O/G e 14/17 ME3 STK555; ME4 STK551		83,93	81,00	-2,93
09/mai		C35/45	8	Pilares P11 V-17 e V-18; P18 U-16; P12 U-17 e U-18; P7 W-11 e W-12/13		5,89	8,00	2,11
12/mai		C40/50	14,5	ME1 STK544,575,527,528; ME2 STK545; ME4 STK547		13,61	14,50	0,89
13/mai		C40/50	60	Caleira reservatório de abastecimento; Pilares P7 W-14; P18 V-16; ME3 STK232, 235; MS1 T/X e 17/20		57,30	60,00	2,70
14/mai		C40/50	123	Ensoleiramento Eixo O/T e 15/20; ME1 STK230,231,361 ME1 STK299, 300; MS1 O/T e 20;		121,20	121,50	0,30
16/mai		C40/50	189	Nu1.B escadas + elevador; Pilares P18 T-16; P12 T-16/17, P-18; Ensoleiramento 4/9-T/W, 10/14-T/Y		187,78	189,00	1,22
19/mai		C35/45	26	Pilares P12 P-16/17, U-7, U-7/8; P11 V-6/7, V-7/8; P18 U-9, V-9		24,30	26,00	1,70

Figura 47 - Excerto do 198_Controlo

O 198_RMAT a que se refere o Fluxograma de Controlo de materiais diz respeito á receção dos materiais e respetivo registo das guias dos mesmos.

As guias são recebidas por um Responsável em obra ou pelo Encarregado no momento de chegada do material e são realizados os registos necessários nas mesmas como, por exemplo, nas guias de betão, o resultado do Ensaio *Slump* e os cubos para o Ensaio de Compressão, como podemos ver na figura 48.

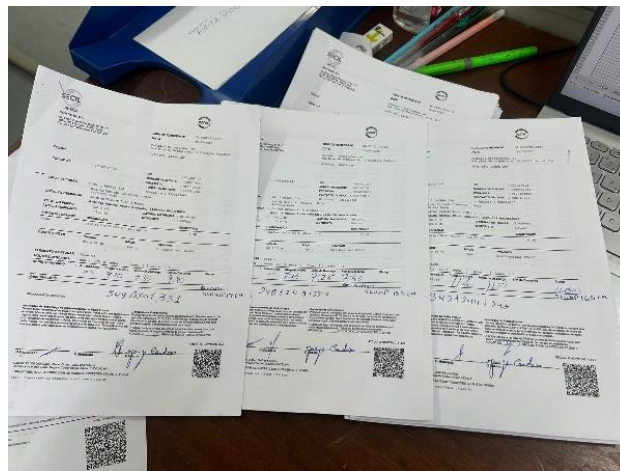


Figura 48 - Guias de betão

No 198_RMAT (figura 49) são então registadas todas as guias entregues á Equipa de Direção de Obra, de modo a controlar todos os materiais e produtos que entram em obra, a quantidade, o valor, a data, o número da guia, o fornecedor e as tarefas e observações quando estas existirem. Este Registo é realizado todos os dias. Nas observações são registadas informações como: os cubos do Ensaio à Compressão, o resultado do Ensaio *Slump*, a quantidade de betão utilizada como betão de limpeza e o betão utilizado para maciços de estacas (M.E).

REGISTO ENTRADA DE MATERIAIS											
Obra: EFANOR LOTE 2											Cod. Obra
											198
Código	Descrição do Material	Quantidade	Un	P. Unitário	Valor	Data	N.º Guia	Fornecedor	Tarefa	Observaç	
20,120	Bombagem	63,00	m3	9,21	580,47 €	02 mai	GBP50210044	SECOL BETÃO			
20,010	Betão C12/15 X0(P) C10,4 D22 S3	6,00	m3	67,06	402,33 €	02 mai	P5020140126	SECOL BETÃO			
20,110	Adição de aditivo hidrófugo no betão	6,00	m3	2,30	13,82 €	02 mai	P5020140126	SECOL BETÃO			
20,010	Betão C12/15 X0(P) C10,4 D22 S3	9,00	m3	67,06	603,50 €	02 mai	P5020140126	SECOL BETÃO			
20,110	Adição de aditivo hidrófugo no betão	9,00	m3	2,30	20,73 €	02 mai	P5020140126	SECOL BETÃO			
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	7,00	m3	92,17	645,18 €	02 mai	P5990032461	SECOL BETÃO		M.E. 3,5m betão de limpeza	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	7,00	m3	92,17	645,18 €	02 mai	P5020140124	SECOL BETÃO		M.E.	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	9,00	m3	92,17	829,51 €	02 mai	P5990032434	SECOL BETÃO		M.E.	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	9,00	m3	92,17	829,51 €	02 mai	P5020140118	SECOL BETÃO	CUBOS	M.E. CUBOS 271+272+273	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	8,00	m3	92,17	737,35 €	02 mai	P5020140122	SECOL BETÃO		M.E.	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	8,00	m3	92,17	737,35 €	02 mai	P5020140120	SECOL BETÃO		M.E.	
2,191	Brita 20/32	25,80	ton	0,00	0,00 €	02 mai	8429	ABVI			
35,016	Tinta em spray	5,00	un	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/530	TELHABEL		ECF2025A/606	
28,435	Grout - Palha aço 1kg	1,00	un	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/530	TELHABEL		ECF2025A/606	
27,445	Penetron admix 18kg	2 376,00	kg	0,00	0,00 €	05 mai	GR_A22471	Nacionalrev		ECF2025/100	
20,010	Betão C12/15 X0(P) C10,4 D22 S3	9,00	m3	67,06	603,50 €	05 mai	P5020140194	SECOL BETÃO		Betão de limpeza	
20,110	Adição de aditivo hidrófugo no betão	9,00	m3	2,30	20,73 €	05 mai	P5020140194	SECOL BETÃO			
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	9,00	m3	92,17	829,51 €	05 mai	P5020140184	SECOL BETÃO		M.E.	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	10,00	m3	92,17	921,68 €	05 mai	P5020140175	SECOL BETÃO	CUBOS	M.E. CUBOS 274+275+276	
28,207	Bandeiras	4,00	un	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/527	TELHABEL		GR N°17/2025	
28,208	Mastros	1,00	un	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/527	TELHABEL		GR N°17/2025	
31,040	Rede sanitadora	6,00	nó	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/527	TELHABEL		GR N°17/2025	
28,436	Caminho de mão	2,00	un	0,00	0,00 €	05 mai	GTO 2025/527	TELHABEL		GR N°17/2025	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	8,00	m3	92,17	737,35 €	05 mai	P5990032459	SECOL BETÃO	CUBOS	M.E. CUBOS 277+278+279	

Figura 49 -Excerto do 198_RMAT

Deste documento faz parte uma folha com todos os códigos dos materiais (figura 50), com os respetivos preços unitários e unidades, como podemos ver no excerto da mesma apresentado de seguida. Desta forma, basta colocar o código do material pretendido e a quantidade e o valor do mesmo vai ser calculado automaticamente no Registo.



CODIGOS DOS TIPOS DE MATERIAL				
Obras Construção Civil e Outras				
Tipo	Descrição do Material	Preço	Un	
20,000	Betão Pronto			
20,010	Betão C12/15 X0(P) C10,4 D22 S3	67,06 €	m3	
20,020	Betão C16/20 X0(P) C10,4 D22 S3	69,62 €	m3	
20,030	Betão UniPiso C25/30 XC2(P) C10,4 D22 S3	81,90 €	m3	
20,040	Betão UniPiso C25/30 XC2(P) C10,4 D22 S4	82,41 €	m3	
20,050	Betão C30/37 XC2(P) C10,4 D22 S3	80,88 €	m3	
20,060	Betão C30/37 XC3(P) C10,4 D22 S3	80,88 €	m3	
20,061	Betão UniPiso C30/37 XC3(P) C10,4 D22 S3		m3	
20,070	Betão C30/37 XC4(P) C10,4 D22 S3	80,88 €	m3	
20,080	Betão C35/45 XC3(P) C10,2 D22 S3	87,35 €	m3	
20,090	Betão C40/50 XA2(P) C10,4 D22 S4	90,09 €	m3	
20,100	Betão C40/50 XA3(P) C10,4 D22 S4	92,17 €	m3	
20,101	Betão UniGeo Hidrófugo Trado C40/50 XA3 (P) C10,4 D12,5 S5	102,78 €	m3	
20,102	Betão UniGeo Trado C30/37 XC2 (P) C10,4 D12,5 S5	93,70 €	m3	
20,110	Adição de aditivo hidrófugo no betão	2,30 €	m3	
23,119	Juntas de borracha para tubos de betão		un	

Figura 50 - Códigos dos materiais no 198_RMAT

Desta forma, tem se acesso sempre que necessário às quantidades dos materiais em obra e aos custos diários e mensais da obra relativos aos produtos e materiais adquiridos. No documento 198_RMAT também se encontra uma folha com os Acumulados financeiros mensais que incluem os custos mensais e os custos mensais acumulados (figura 51).

	Acumulados Financeiros Materiais					
	set/24	out/24	nov/24	dez/24	jan/25	fev/25
Custo mensal	19 212,38 €	36 249,71 €	16 035,60 €	123 942,71 €	204 736,48 €	354 178,90 €
Custo mensal acumulado	19 212,38 €	55 462,09 €	71 497,69 €	195 440,40 €	400 176,88 €	754 355,78 €

Figura 51 -Acumulados financeiros mensais no 198_RMAT

Dando continuidade ao procedimento de controlo de materiais, são utilizados documentos que nos permitem garantir a qualidade dos materiais assim como são utilizados os documentos já apresentados neste capítulo que nos permitem controlar o desperdício de betão.

5.2 Controlo da Qualidade

O controlo da qualidade dos materiais é garantido pela empresa Telhabel Construções, S.A. através do cumprimento dos procedimentos previstos nos PMM's dos respetivos materiais. Os Planos de Medição e Monitorização da empresa apresentam os parâmetros a verificar, quem, como e quando se verificam, a quantidade de amostragem, o critério de aceitação, o respetivo registo e ações de correção em caso de Não Conformidade.

O controlo da qualidade do aço, do betão e da calda de cimento passa pela realização de ensaios regularmente, de acordo com os PMM's. Relativamente aos restantes materiais em estudo a qualidade é garantida pelas Fichas técnicas, certificados e marcação CE.

A fase de execução acompanhada consistiu nas fundações e estruturas de betão armado e, por isso, os ensaios acompanhados foram os ensaios ao betão e ao aço.

5.2.1 Aço

De forma a controlar a qualidade do aço é necessário seguir os procedimentos apresentados no PMM Aço para Armaduras (figuras 52 e 53). Neste Plano os parâmetros a verificar são: o peso, o aspeto visual, a dimensão, a certificação do produto e os Ensaio previstos na Norma NP EN 13670. Todos estes parâmetros têm de ser monitorizados por um Responsável em Obra/Responsável Logística. Assim sendo, devem ser garantidas as seguintes tarefas:

- O peso do aço que chega á obra tem de ser monitorizado com auxílio a uma balança antes de descarregar o camião. Este procedimento deve ser realizado em 30% dos camiões de aço que entrem em obra.
- O aspeto visual consiste na verificação dos atados, de modo a identificar se estes não têm empenos e é realizada em 100% dos atados.
- A dimensão é verificada através da medição do comprimento de um varão de aço por atado com o auxílio da fita métrica.
- O produto tem de ser certificado e tem de se verificar a sua certificação antes da compra do mesmo. Em obra também é importante a verificação da certificação na etiqueta de cada atado e em todas as guias.
- São realizados os ensaios previstos na norma NP 13670. Estes ensaios são realizados por um

Laboratório Externo Acreditado e a amostragem depende da utilização das armaduras: se estas forem para betão armado a sua amostragem é de 1 em cada 50 toneladas enquanto se forem de pré-esforço é de 1 em cada 25 toneladas.

telhabel construções sa		PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos						Revisão: 1 Data: 04 / 01 / 2022 Página: 5 de 25	
PRODUTO	Parâmetro	Quem	Como	Quando	Amostragem	Critério de Aceitação	Registo	Em caso de Não Conformidade	
								Registo	Ação de Correção
Aço para Armaduras	Peso	Responsável em Obra/ Responsável Logística	Balança mais próxima da obra	Antes de descarregar o camião	30 % dos camiões	A quantidade recepcionada, tem de ser igual à da guia.	O.K. no documento do fornecedor Mais de 3 atados registar " Material sujeito a verificação "	Mod.16/SGQ - Boletim de Não Conformidade	Estabelecidas no Boletim de Não Conformidade (Mod.16/SGQ) por quem a desencadeou. O Responsável da Logística tem que ter conhecimento das NC associadas aos produtos /materiais.
	Aspecto visual		Visualmente	Chegada à obra	10% dos atados.	Não pode apresentar empenos			
	Dimensão		Fita métrica		1 por atado	Medida recepcionada, tem de ser igual à mencionada na guia			
	Produto Certificado		Verificar se o documento do fornecedor possui marca produto certificado em cada atado. Antes da compra verificar se o produto é certificado		Todas as guias. Todas as compras	Possuir evidência do certificado do produtor			

Figura 52 - PMM Aço para armaduras

telhabel construções sa		PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos						Revisão: 1 Data: 04 / 01 / 2022 Página: 6 de 25	
	Ensaio previsto na Norma NP EN 13670 (Aplicável apenas nas classes de execução 2 e 3) NOTA: Sempre que o projeto não indicar a classe de execução, considerar classe de execução 2		Ensaio em Laboratório Externo Acreditado			Para armaduras para betão armado: 1 amostra por cada 50 ton a recolher em obra, de varão em atado ou armadura fabricada; sendo o lote a divisão do fornecimento constituída por, simultaneamente, provir do mesmo produtor e ser do mesmo tipo de aço. Para armaduras de pré-esforço: 1 amostra por cada 25 Ton; sendo o lote a divisão do fornecimento constituída por, simultaneamente, provir do mesmo produtor e ser do mesmo tipo de aço e do mesmo diâmetro	De acordo com a Norma NP EN 13670		

Figura 53 - PMM Aço para armaduras (continuação)

5.2.1.1 Ensaios ao aço

Os Ensaios realizados ao aço são os seguintes: Ensaio de tração e Determinação da geometria das nervuras e são ambos realizados pelo CINFU - Centro de Formação Profissional da Indústria de Fundição. São enviadas para a realização destes ensaios as quantidades requeridas no PMM acima apresentado: 1 amostra a cada 50 toneladas para armaduras para betão armado e 1 amostra a cada 25 toneladas para armaduras de pré-esforço. Serão apresentados os boletins de ensaio relativos aos ensaios referidos.

O Ensaio de tração é realizado segundo a NP EN 10002-1 e consiste na seguinte metodologia, segundo(Garcia, 2025):

- Solicitar o provete de geometria definida a um esforço crescente uniaxial de tração;
- O esforço é aplicado continuamente até à rotura;
- Regista-se em simultâneo o alongamento do provete em função da força aplicada.

Segundo a norma NP EN ISO 6892-1:2019, o ensaio de tração em temperatura ambiente consiste na aplicação de uma carga axial crescente a um corpo de prova metálico, de forma controlada, até à sua rotura. Através desta metodologia, é possível obter o gráfico tensão-deformação, o qual permite analisar as diferentes fases do comportamento do aço: zona elástica, escoamento, endurecimento por deformação plástica e rotura. (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2019)

O ensaio mede a resistência do provete por aplicação de uma força uniaxial de tração continuamente crescente. Dentro de certos limites, a deformação é proporcional à tensão (a Lei de Hooke é obedecida). (Garcia, 2025). A Lei de Hooke traduz-se pela equação:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Onde:

- σ é a tensão;
- E é o módulo de elasticidade ou módulo de young;
- ε é a deformação, calculada através do comprimento inicial (l_0) e o comprimento final (l_f) do provete pela equação $\frac{l_f - l_0}{l_0}$

Como já foi dito anteriormente, através do ensaio de tração é possível obter o gráfico tensão-deformação (figura 54) onde é possível verificar a proporcionalidade entre a tensão σ e a deformação ε até ao ponto P.

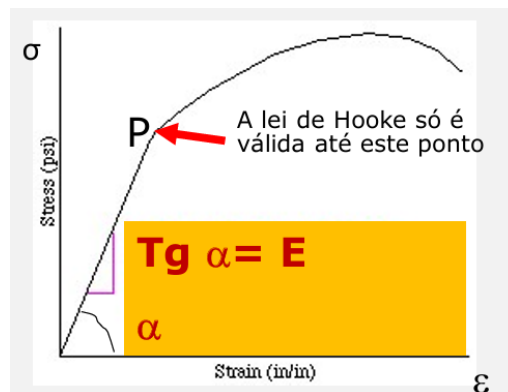


Figura 54 - Gráfico tensão - deformação do ensaio de tração do aço (Garcia, 2025)

O ensaio de tração termina quando ocorre a rotura do provete, daí este ensaio denominar como destrutivo. Ocorre a rotura e é registada a tensão de rotura (R_m) e o alongamento até á força máxima (A_{gt}) como podemos ver no gráfico abaixo (figura 55).

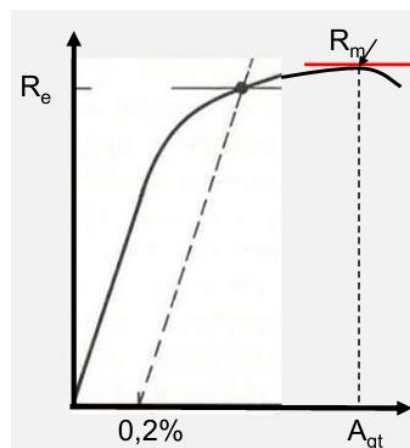


Figura 55 - Rotura do varão de aço (Garcia, 2025)

Através do Ensaio de tração realizado em laboratório resulta um Boletim de Ensaio que dita os resultados do mesmo. Na figura 56 podemos ver um Boletim de ensaio exemplificativo o que nos permite interpretar melhor este ensaio.

O ensaio de tração foi realizado no Laboratório de Ensaio Mecânicos do CINFU, utilizando a máquina Shimadzu UH1000kNX, de acordo com a norma NP EN ISO 6892-1:2019 (IPQ, 2019), que define os procedimentos de ensaio à temperatura ambiente para materiais metálicos.

A amostra ensaiada corresponde a varão de aço A500NR SD de 20 mm de diâmetro, proveniente da obra "Lote 2 Efanor", encomendada pela Telhabel Construções, S.A. A preparação e execução do

provetes foram da responsabilidade do requerente, e os ensaios realizaram-se a 12/03/2025.

Durante o ensaio, foi registada a curva tensão-deformação, permitindo extrair parâmetros mecânicos fundamentais:


- Diâmetro inicial: $d_o = 20.00$ mm
- Comprimento inicial: $L_o = 100.00$ mm
- Força máxima: $F_m = 211\,555$ N
- Limite de elasticidade ($R_{p0,2}$): 558 MPa
- Tensão de rutura (R_m): 673 MPa
- Alongamento total após rutura: $A = 23.3$ %
- Alongamento até força máxima: $A_{gt} = 10.1$ %

Complementarmente, os ensaios incluíram a verificação da geometria das nervuras e a relação entre resistência máxima e limite elástico (R_m/ReH), conforme ISO 15630-1:2019, fundamental para verificar a conformidade com os requisitos de ductilidade definidos na regulamentação europeia. Na figura 57 encontra-se um Boletim de ensaio exemplificativo do Ensaio de determinação da geometria das nervuras.


Os valores obtidos no boletim de ensaio indicam que o aço testado apresenta comportamento mecânico adequado ao uso estrutural, cumprindo os requisitos mínimos de ductilidade e resistência definidos nas normas em vigor. Podemos concluir assim que:

- A tensão de rutura (R_m) de 673 MPa está significativamente acima do mínimo exigido para aço A500NR SD (tipicamente >500 MPa), o que confirma a elevada resistência mecânica do material.
- A relação R_m/ReH foi de 1,21, dentro do intervalo normativo de 1,15 a 1,35, conforme demonstrado no boletim de análise (Ref. 06903/2025etr01), validando a conformidade com os critérios de ductilidade.
- O alongamento total após rutura ($A = 23,3\%$) e o alongamento até à força máxima ($A_{gt} = 10,1\%$) demonstram que o material possui boa capacidade de deformação plástica antes da rutura, característica essencial para garantir comportamento dúctil em situações de carga excessiva, como sismos.
- A força máxima registada ($F_m = 211\,555$ N), aliada à área da secção transversal do varão ($A = \pi \cdot (d_o/2)^2 \approx 314$ mm²), confirma a consistência do valor de tensão de rutura calculado ($R_m = F_m / A \approx 673$ MPa).
- O fator de nervura ($f_r = 0,079$), apresentado no Boletim Determinação da Geometria de

Nervuras (figura 57) cumpre também o mínimo exigido ($fr \geq 0,056$), assegurando a aderência ao betão, critério essencial para a transferência de esforços nas armaduras.



BOLETIM DE ENSAIO / Testing Bulletin
CINFU - Centro de Formação Profissional da Indústria de Fundição
R. Delém Ferreira, 800 - 4100-199 Porto



Tele. 351 (22) 6175760/80
Fax. 351 (22) 6103160

LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS
(Mechanical Test Laboratory)

ENSAIO DE TRAÇÃO

EQUIP. DE ENSAIO / Testing Apparatus: **Maquina SHIMADZU UH1000KNX**

NORMAS DE REFª/Standard Methods: DE ENSAIO/Testing: **NP EN ISO 6892-1:2022B** PROVETES/Test Specimens: **ISO 15630-1:2019 (Secção 5)**

AMOSTRA / Sample: * **Vaz..98398 Siderurgica Sevillana Obra:"198 - Lote 2 Efanor"**

REQUISITANTE / Client: **Telhabel Construções, S.A.** Nº DE CONTR. / Vat Number: **500282013**

ENDEREÇO /Address: **Rua Nova da Nespereira nº14, 470-287 V.N.Famalicao**

DATA DE ENTR./ Entrance date: **25/2/2025** VOSSA REF.*/Your Order Number: **198-001**

NOSSA REFª / Our Reference: **06903/2025etr01** DATA DE ENSAIO / Testing Date: **12/03/2025**

Refª Provete: *	Varao Ø 20 A500NR SD	Incerteza (%)
a	(mm)	
b	(mm)	
d0	20.00 (mm)	
Fp 0,2%	175383 (N)	
Fm	211555 (N)	
L0	100.00 (mm)	
Lu	123.32 (mm)	
A (Alongamento)	23.3 (%)	0,6
Rp 0,2% (Limite Elástico)	558 (MPa)	0,5
Rm (Tensão de Rotura)	673 (MPa)	2,8
Agt (Along. Força máx.)	10.1 (%)	1,9


OBSERVAÇÕES

- 1) A amostragem e execução do provete é da responsabilidade do requerente;
- 2) * Informação fornecida pelo cliente;
- 3) Os resultados referem-se apenas ao item ensaiado;
- 4) A rotura do provete localizou-se entre as marcas de referência;
- 5)
- 6)
- 7) A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza combinada multiplicada pelo fator de expansão de K=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%

Remarks


O TÉCNICO

Responsible Technician


Manuel Alberto

RESPONSÁVEL SERVIÇOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS

Technological and technical services responsible


Fernando Barbosa (Eng.)

DATA

Date

12/03/2025

Figura 56 - Boletim de Ensaio: Ensaio de Tração ao aço

BOLETIM DE ENSAIO / Testing Bulletin

CINFU - Centro de Formação Profissional da Indústria de Fundição
R. Delfim Ferreira, 800 - 4100-199 Porto
Tele. 351 (22) 6175760/80
Fax. 351 (22) 6103180

LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS DETERMINAÇÃO DA GEOMETRIA DE NERVURAS (Mechanical Test Laboratory)

EQUIP. DE ENSAIO / Testing Apparatus: **Paquímetro digital / Régua / Suta universal** Tipo ensaio: **Geometria das Nervuras**
NORMAS DE REF*/Standard Methods: **DE ENSAIO/Testin ISO 15630-1 : 2019 (Secção 10)** PROVETES/Test Spécimens: **E 460**
AMOSTRA / Sample: * **Varão Ø20 A500NR SD Vaz.98398 Siderurgica Sevillana "Obra:198 - Lote 2 Efanor"**

REQUISITANTE / Client: **Telhabel Construções S.A.** Nº DE CONTR./vat Number: **500282013**

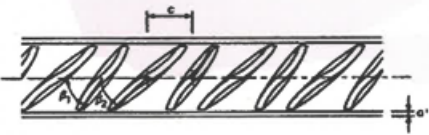
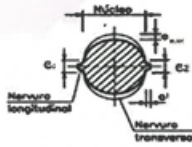
ENDEREÇO /Address: **Rua Nova da Nespereira, nº14 4770-287 V.N.Famalicao**

DATA DE ENTR./ Entrance date: **25-02-2025** VOSSA REF.* / Your Order Number: **198-001**

NOSSA REF* / Our Reference: **06903/2025egn**

DATA DE ENSAIO / Testing Date: **12-03-2025**

REF*. PROVETE/Sample Reference *	Varão Ø20 A500 NR SD		Incerteza (%)
ALTURA DA NERVURA (a_{max}) / height of transverse ribs or depth of indentations (a_{max})	1,47 (mm)	5	
ANGULO (β_1) / Transverse rib or indentation angle (β_1)	70 (°)	1	
ANGULO (β_2) / Transverse rib or indentation angle (β_2)	53 (°)	1	
AFASTAMENTO DAS NERVURAS (c) / Transverse rib or indentation spacing (c)	11,5 (mm)	1	
PERIMETRO SEM NERVURAS TRANSVERSAIS (ei) / Circumference without ribs or indentations (ei)	4,4 (mm)	1	
ALTURA DA NERVURA (a') / height of longitudinal ribs or depth of indentations (a')	0,9 (mm)	8	

OBSERVAÇÕES

- 1) A amostragem e execução do provete é da responsabilidade do requerente.
- 2) * Informação fornecida pelo cliente
- 3) A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza combinada multiplicada pelo fator de expansão de $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%.

Remarks

TÉCNICO RESPONSÁVEL
Responsible Technician

Paulino Sousa

RESPONSÁVEL SERVIÇOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS
Technological and technical services responsible

Fernando Barbosa (Eng.)

DATA
Date
12-03-2025

Este boletim só pode ser reproduzido na íntegra, salvo autorização expressa do CINFU.
Os resultados de ensaio apresentados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.
O período de reclamação dos itens ensaiados é de trinta dias, findo o qual o CINFU não se responsabiliza pelo destino dos mesmos.


Figura 57 - Boletim de Ensaio: Determinação da geometria de nervuras ao aço

Com base nos resultados obtidos, como podemos ver no Boletim de Análise de Resultados (figura 58) conclui-se que o aço A500NR SD ensaiado cumpre integralmente os requisitos normativos de:

- Resistência mecânica (R_m)
- Limite elástico ($R_{p0,2}$)
- Relação R_m/ReH
- Ductilidade (A e Agt)

- Geometria das nervuras (fr)

O parecer final é “Conforme” em todos os parâmetros avaliados, o que valida o uso deste aço no contexto da obra.



BOLETIM DE ANÁLISE DE RESULTADOS
CINFU - Centro de Formação Profissional da Indústria de Fundição de Aço. 351 (22) 6175760/80
R. Delfim Ferreira, 800 - 4100-199 Porto Fax. 351 (22) 6103160

LABORATÓRIO DE ENSAIOS MECÂNICOS **ENSAIO DE TRACÇÃO/GEOMETRIA NERVURAS**

EQUIP. DE ENSAIO / Testing Apparatus **Maquina Shimadzu UH 1000kN/Paquímetro digital/Régua/Suta**

NORMAS DE REF: DE ENSAIO: **ISO 15630-1/ISO 6892-1 : 2019B** PROVETES/Test Spécimens: **E460-2017**

AMOSTRA / Sample: **Obra: "198 - Lote 2 Efanor"**

REQUISITANTE / Client: **Telhabel** Nº DE CONTR. / Vat Number: **500 282 013**

ENDEREÇO /Address: **Rua Nova da Nespereira, nº 14 . 4770-287 V.N.Famalicão**

DATA DE ENTR./ Entrance date: **25/2/2025** VOSSA REF. / Your Order Number: **198-001**

Ref. Boletim	ReH/500 <small>(entre 1,00 e 1,20)</small>	Rm/ReH <small>(entre 1,15 e 1,35)</small>	fr <small>(min. 0,056)</small>	Parecer
06903/2025etr01	1,12	1,21		Conforme
06903/2025etr02	1,10	1,20		Conforme
06903/2025egn01			0,079	Conforme



OBSERVAÇÕES

1)

2)

3)

4)

<p style="text-align: center;">O TÉCNICO Responsible Technician</p> <p style="text-align: center;"> Manuel Alberto</p>	<p style="text-align: center;">RESPONSÁVEL SERVIÇOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS Technological and technical services responsible</p> <p style="text-align: center;"> Fernando Barbosa (Eng.)</p>	<p style="text-align: center;">DATA Date</p> <p style="text-align: center;">12/3/2025</p>
---	---	---

Este boletim só pode ser reproduzido na íntegra, salvo autorização expressa do CINFU. Os resultados de ensaio apresentados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Esta folha deverá ter o símbolo CINFU na cor vermelha. Caso contrário trata-se de uma cópia não autorizada.

Figura 58 - Boletim de Análise de Resultados dos ensaios ao aço

5.2.2 Aditivo hidrófugo

Relativamente ao aditivo hidrófugo a aplicar no betão, o Penetron, é garantida a conformidade e qualidade através da sua Ficha técnica. Este material não requer a verificação da sua qualidade em obra pois já é certificado pela empresa que o produz e pelas normas europeias aplicáveis. Como podemos ver no Anexo 3, onde está presente a Ficha Técnica do Produto, este possui a marcação CE, o que garante que está em conformidade com a legislação europeia e que o produto pode ser comercializado livremente no Espaço Económico Europeu (EEE).

5.2.3 Betão

O Plano de Medição e Monitorização da Telhabel Construções, S.A. para a receção do betão, presente nas figuras 59,60,61 e 62, é um instrumento de controlo da qualidade para o produto recebido em obra, com foco nos parâmetros fundamentais do mesmo: a consistência, a homogeneidade e a resistência á compressão do betão. Este plano tem como objetivo garantir a conformidade do produto betão com as especificações técnicas exigidas no projeto promovendo assim o cumprimento dos requisitos legais e normativos. De modo a seguir o Plano, são medidos e monitorizados os seguintes parâmetros:

- A guia de remessa do betão deve ser verificada em cada entrega, independentemente da classe do betão (1, 2 ou 3). Esta verificação é realizada por um Diretor de Obra ou por um colaborador designado através de uma inspeção visual. O objetivo é confirmar a conformidade da entrega com os requisitos especificados, nomeadamente no que diz respeito à origem, tipo de betão, e à certificação do fornecedor (em particular, o controlo por central com Produto Certificado segundo a norma ISO 9001 no caso de betões de classe 2 e 3).
- A consistência do betão é avaliada através do Ensaio de abaixamento (*Slump test*). Esta verificação é feita pela Equipa de Direção de obra ou por um colaborador designado e aplica-se da seguinte forma: Para betões de Classe 1, o ensaio só é realizado em caso de dúvida quanto à consistência. Para betões de Classes 2 e 3, o ensaio é feito sempre que se recolhem amostras para ensaios ou em caso de dúvida. A amostragem ocorre em cada entrega, e o critério de aceitação baseia-se na conformidade com a classe de consistência definida em projeto. O resultado do ensaio é registado na guia de remessa do betão. As não conformidades são tratadas através do Mod.16/SGQ–BLNC.
- A homogeneidade do betão é verificada visualmente pelo DO ou colaborador designado, em cada entrega de betão. A avaliação consiste na inspeção do aspeto do betão, que deve ser homogéneo. Qualquer segregação ou alteração visual pode indicar uma falha na qualidade da mistura ou no transporte. A conformidade é registada com uma rubrica na guia de remessa. Em caso de não conformidade, também é usado o Mod.16/SGQ–BLNC.

- Ensaio de Determinação da Resistência à compressão: Estes ensaios são realizados com base na norma NP EN 206, por laboratórios de ensaio ou fornecedores acreditados, dependendo da classe atribuída: Classe 1: laboratório/fornecedor; Classe 2: laboratório/fornecedor com acreditação; Classe 3: laboratório acreditado. A amostragem é feita de acordo com a classe. Classe 1: 1 amostra por cada 150 m³, mínimo 1 por dia. Classe 2: 1 amostra por cada 75 m³, mínimo 1 por dia. Classe 3: 1 amostra por cada 50 m³, mínimo 1 por dia. O lote de betão a ensaiar pode ser definido de três formas: Volume de betão com a mesma composição entregue numa semana (máximo 400 m³), volume entregue em 3 dias consecutivos de betonagem e volume contínuo de grande betonagem. A aceitação depende da conformidade com a classe de resistência definida no projeto. Os resultados são registados e sujeitos a tratamento estatístico. São usados os modelos Mod.16/SGQ–BLNC e Mod.67/DP.
- O registo da hora de chegada de cada camião-betoneira é feito pelo DO ou colaborador designado, de acordo com as especificações do projeto. Este controlo é importante para garantir a frescura do betão e prevenir atrasos na colocação. A informação é registada no Mod.05/DP e também na guia de betão.
- Tal como a hora de chegada, a hora de colocação do betão é registada conforme as especificações do projeto. Este parâmetro é essencial para o controlo do tempo útil de utilização (tempo de vida útil em fresco) do betão. O registo é feito nos mesmos moldes: Mod.05/DP e guia de remessa.
- A temperatura do betão pode ser medida quando necessário, sobretudo em condições climatéricas extremas, para garantir que se encontra dentro dos limites adequados à aplicação.
- No final da betonagem, é emitida uma Declaração do Construtor que atesta que o betão colocado cumpre os requisitos de resistência. Esta declaração deve ser assinada pelo Diretor de Obra, conforme o Decreto-Lei n.º 90/2021.

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos						Revisão: 1
							Data: 04 / 01 / 2022
							Página: 7 de 25

PRODUTO	Parâmetro	Quem	Como	Quando		Amostragem	Critério de Aceitação	Registo	Em caso de Não Conformidade
									Registo
Receção de Betão	Guia de remessa (origem, tipo, no caso de classe 2 e 3 implica central com controlo de Produto Certificado ou ISO 9001	DO / Colaborador designado	Visual	Cada entrega (independentemente da classe)		Cada entrega (independentemente da classe)	Conformidade com a especificação	Rubrica na Guia de Remessa do Betão	Mod.16/SGQ - BLNC
	Consistência do betão	DO / Colaborador designado	Visual	Cada entrega (independentemente da classe)		Cada entrega (independentemente da classe)	Consistência conforme exigido	Rubrica na Guia de Remessa do Betão	Mod.16/SGQ - BLNC
		DO / Colaborador designado	Ensaio de Slump	Classe 1	Classe 2 e 3	Cada entrega (independentemente da classe)	Conformidade com a classe de consistência	Valor obtido do slump na Guia de Remessa	
Homogeneidade do betão	DO / Colaborador designado	Visual	Cada entrega (independentemente da classe)		Cada entrega (independentemente da classe)	Aspeto homogéneo	Rubrica na Guia de Remessa do Betão	Mod.16/SGQ - BLNC	

Figura 59 - PMM Betão

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos						Revisão: 1
							Data: 04 / 01 / 2022
							Página: 8 de 25

PRODUTO	Parâmetro	Quem	Como	Quando			Amostragem	Critério de Aceitação	Registo	Em caso de Não Conformidade
				Classe 1	Classe 2	Classe 3				
Ensaio de determinação da resistência à compressão	Ensaio de acordo com a norma NP EN 206	DO	Ensaio por comparação de propriedades de amostra individuais colhidas de partes diferentes da mesma amasadura	Em caso de dúvida (independentemente da classe)			Em caso de dúvida (independentemente da classe)	Amostras iguais devem ter as mesmas propriedades	Registo de ensaio	Mod.16/SGQ - BLNC
				Classe 1	Classe 2	Classe 3				
	<p>Classe 1: Laboratório ensaios/fornecedor</p> <p>Classe 2: Laboratório ensaios/fornecedor. A partir de 06/12/2023: laboratório ensaios acreditado</p> <p>Classe 3: Laboratório Ensaio acreditado</p>			<p>Betão com certificação NP 206 ou 9001: 1 amostra cada 150 m3 com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem</p> <p>Betão sem certificação 206 ou 9001: 1 amostra cada 50 m3</p>	<p>Betão com certificação NP 206 ou 9001: 1 amostra a cada 75 m3 com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem</p>	<p>Betão com certificação NP206 ou 9001: 1 amostra cada 50m3, com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem</p>	<p>O Lote deverá ser definido pelo projetista. No entanto o utilizador poderá propor, um dos 3 volumes seguintes:</p> <p>1- Volume de betão relativo à mesma composição, entregue no local da obra durante uma semana, mas não mais de 400m3</p> <p>2- O volume de betão entregue numa obra durante 3 dias de betonagem consecutivos (podendo</p>	Conformidade do lote com a classe de resistência especificada VER NOTA 1	Registos de ensaios Tratamento Estatístico (Mod.67/DP)	

Figura 60 - PMM Betão (continuação)

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos		Revisão: 1 Data: 04 / 01 / 2022 Página: 9 de 25

				com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem		ser descontinuado em termos de calendário, mas não mais de 400m ³				
	Hora de chegada	DO / Colaborador designado	De acordo com especificações de projeto		Quando requerido	Quando requerido	Registro betão (Mod.05/DP)	Guia de betão	Mod.16/SGQ - BLNC	
	Hora de colocação	DO / Colaborador designado			Quando requerido	Quando requerido	Registro betão (Mod.05/DP)	Guia de Remessa		
	Temperatura	DO / Colaborador designado			Quando requerido	Quando requerido	Registro betão (Mod.05/DP)	Guia de Remessa		
	Verificação da resistência à compressão do betão	DO	Declaração do Construtor	No final da betonagem	-----	Emissão da Declaração do construtor subscrita pelo Diretor de Obra (Mod.66/DP)	Declaração do Construtor, no âmbito do DL 90/2021 (Mod.66/DP)	-----		

Figura 61 - PMM Betão (continuação)

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos		Revisão: 1 Data: 04 / 01 / 2022 Página: 10 de 25

NOTA 1: Critério de conformidade para a Resistência a compressão

Quadro NAM - Critérios de para a resistência característica à compressão. Betão com certificação do controlo da produção ^{b)}

Número <i>n</i> de resultados de ensaio da resistência à compressão do lote	Critério 1	Critério 2
	Média de " <i>n</i> " resultados (f_{cm}) N/mm ²	Qualquer resultado individual (f_{ci}) N/mm ²
1	Não aplicável	$\geq f_{ck}$
2	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$
3 - 4	$\geq f_{ck} + 3$	
5 - 6	$\geq f_{ck} + 4$	

Para mais de 6 resultados, devem considerar-se grupos de 6, efetuando, se necessário, a sobreposição de resultados, respeitando a sequência temporal da colheita das amostras para a sua ordenação.

b.3 - Critérios de conformidade para a resistência à compressão - betão sem certificação do controlo da produção^{a,b)}

Devem ser colhidas pelo menos 3 amostras para ensaio do volume de betão em análise. Presume-se que o betão de um lote é conforme no que respeita à resistência característica à compressão se forem satisfeitos os seguintes critérios:

- cada resultado individual $f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2$
- a resistência média das amostras $f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2$

Figura 62 - PMM Betão (continuação)

A qualidade do betão que entra em obra é garantida pela central de betão que o fornece que, neste caso é a SECIL BETÃO, S.A. A central, no início da obra, garante que o betão que irá fornecer tem

qualidade e cumpre todos os requisitos normativos através de um Relatório de Betão que contém um certificado. Esta certificação (figuras 63 e 64) é realizada pelo IPAC e pelo IAF garantindo que os materiais utilizados em obra atendem aos requisitos de qualidade estabelecidos na NP EN ISO 9001:2015.



Zona Norte/2024/309
Central da Maia/Gaia

Data: 25 de Novembro 2024

RELATÓRIO DE BETÃO

CLIENTE: TELHABEL CONSTRUÇÕES, S.A.

OBRA: JARDINS EFANOR LOTE 2 - MATOSINHOS.

TIPOS DE BETÃO (NP EN 206)

UniGeo Trado C30/37 XC2(P) C10,40 D12,5 S5

UniGeo Trado C40/50 XA3(P) C10,40 D12,5 S5

UniGeo Trado C40/50 XA3(P) C10,40 D22 S5

UniGeo Hidrófugo Trado C40/50 XA3(P) C10,40 D12,5 S5

UniGeo Hidrófugo Trado C40/50 XA3(P) C10,40

Relatório de Betão

Figura 63 - Certificado de betão SECIL



Figura 64 - Certificado de betão SECIL (continuação)

O registo da receção do betão é realizado quando se recebe o betão em obra com as respetivas guias associadas. As guias dão-nos a informação do volume de betão que entrou em obra, e das horas a que este chegou. Neste documento o Encarregado regista também se houve cubos para ensaio e o resultado do Ensaio do Abaixamento (*Slump Test*).

5.2.3.1 Ensaio ao betão

A qualidade dos ensaios realizados ao betão na obra em questão é garantida pelo laboratório da empresa CONDURIL através da Acreditação realizada pelo IPAC. A acreditação encontra-se no Anexo 4, e essa é aplicável para os agregados, betão e solos. Relativamente ao betão, este laboratório rege-se pelas normas NP EN 12390-2, NP EN 12350-1, NP EN 12350-2 e NP EN 12390-3, podendo então executar o ensaio pretendido: Resistência á compressão dos provetes segundo a NP EN 12390-3. A categoria destes ensaios é categoria 2, o que segundo a Acreditação identifica os ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas, que é o caso do Ensaio de Compressão do Betão que é preparado ainda no local da obra.

A NP EN 206 é uma norma que especifica os requisitos para os materiais constituintes do betão, as propriedades de betão fresco e endurecido e a sua verificação, as limitações à composição do betão, as especificações do betão, entre outros. Assim sendo, os ensaios realizados terão de atender aos requisitos impostos por esta norma.

Ensaio de Abaixamento

O Ensaio de Abaixamento (*Slump test*) é realizado em obra pelo Encarregado ou Responsável em Obra, este ensaio é um dos 12 ensaios que são possíveis realizar ao betão fresco. Estes 12 ensaios fazem parte da NP EN 12350 e cada um deles é uma parte desta mesma norma. A NP EN 12350-2 refere-se então ao *Slump test* e descreve o objetivo e campo de aplicação deste ensaio, assim como aos aparelhos a utilizar, a amostragem, o procedimento, o resultado e a fidelidade desse mesmo resultado. Esta norma especifica um método para a realização do ensaio de modo a determinar a consistência do betão fresco. Para realizar este ensaio segundo (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2009) são necessários os seguintes aparelhos e utensílios:

- Molde em metal para moldar o provete em forma tronco-cónica com a base e o topo abertos e paralelos entre si, com as dimensões dispostas na norma;
- Varão de compactação com secção transversal circular com diâmetro de 16 mm com possível desvio de 1 mm e comprimento de 600 mm com possível desvio de 5 mm;
- Funil feito de material não absorvente (este utensílio é opcional);
- Escala graduada de 0 a 300 mm com divisões menores ou iguais a 5 mm com o zero marcado na extremidade final da escala;
- Placa/ superfície não absorvente e plana, sobre a qual será colocado o molde;
- Tabuleiro plano para homogeneizar integralmente o betão com auxílio de uma pá;

- Pá de secção quadrada;
- Pano molhado;
- Colher com aproximadamente 100 mm de largura;
- Cronómetro ou relógio com resolução de 1s.

O procedimento deste ensaio segundo (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2009) consiste nos seguintes passos:

- 1º. Humedecer o molde e a placa/superfície e colocar o molde na placa/superfície horizontal.
- 2º. Durante o enchimento do molde, manter o molde fixo contra a placa/superfície com os elementos de fixação ou com os pés sobre as abas. (figura 65)
- 3º. Encher o molde em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde quando compactado.
- 4º. Compactar cada camada com 25 pancadas através do varão de compactação. Distribuir uniformemente as pancadas sobre a secção transversal de cada camada. Para a camada do fundo será necessário inclinar ligeiramente o varão e dar aproximadamente metade das pancadas em espiral até ao centro. Compactar a segunda camada e a camada do topo em toda a sua espessura, de forma que o varão penetre no interior da camada imediatamente adjacente. No preenchimento e compactação da camada do topo, amontoar betão acima do molde antes de iniciar a compactação. Se a operação de compactação da camada do topo originar assentamento do betão abaixo do bordo superior do molde, adicionar mais betão de modo a manter sempre uma quantidade de betão acima do topo do molde. (figura 66)
- 5º. Depois da camada de topo ter sido compactada, rasar a superfície de betão através de movimentos de rolamento com o varão de compactação.
- 6º. Remover o excesso de betão da placa/superfície. Remover o molde subindo-o cuidadosamente na vertical.
- 7º. Executar toda a operação de desmoldagem em 2 s a 5 s, através de um movimento firme para cima sem transmitir movimentos laterais ou torsionais ao betão. (figura 67)
- 8º. Efetuar a operação, desde o início do enchimento até à remoção do molde, sem interrupção, durante 150 s no máximo.
- 9º. Imediatamente após remover o molde, medir e registar o abaixamento h , como mostra na figura 68, determinando a diferença entre a altura do molde e o ponto mais alto do provete que assentou, como representado na figura 69.



Figura 67 – Slump test (2º passo do procedimento)



Figura 68 – Slump test (4º passo do procedimento)



Figura 66 – Slump test (7º passo do procedimento)



Figura 65 - Slump test (9º passo do procedimento)

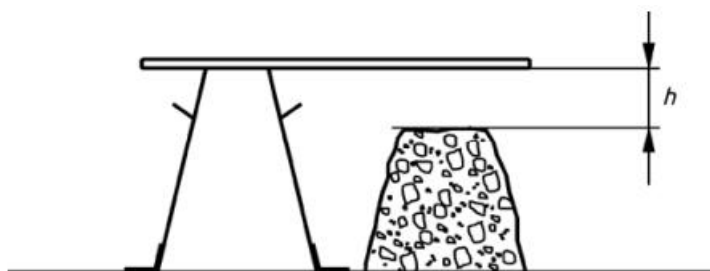


Figura 69 - Medição do Abaixamento (NP EN 12350-2)

Segundo (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2021) o Ensaio de Abaixamento tem de cumprir o abaixamento respetivo para cada classe de betão, como podemos ver na figura 70. No ensaio em estudo, realizado em obra, e demonstrado acima nas figuras 65 a 68, o abaixamento deu um resultado de 165 mm para um betão de classe S4. Assim sendo, podemos verificar que este ensaio está verificado e cumpre os requisitos normativos, garantindo que o betão tem a consistência requerida.

Classe	Abaixamento em mm
S1	10 a 40
S2	50 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5 ¹⁾	≥ 220

Figura 70 - Abaixamento máximo consoante a classe do betão (NP EN 206)

Ensaio de compressão do betão

O ensaio de compressão do betão é o ensaio mais recorrente e é inicialmente preparado em obra. O ensaio de compressão é fundamental para garantir a conformidade com os requisitos do projeto estrutural. As normas aplicáveis a este ensaio são as seguintes com os seguintes objetivos:

- NP EN 12390-1 – Ensaio de betão endurecido parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes define dimensões padrão dos provetes (cubos ou cilindros), material e rigidez dos moldes.
- NP EN 12390-2- Ensaio de betão endurecido parte 2: Execução e cura de provetes para ensaios de resistência mecânica descreve o processo de cura, controlo da temperatura e humidade, bem como a sequência de ensaios.

- NP EN 12390-3: detalha o equipamento (máquina de compressão), taxa de carregamento ($0,6 \pm 0,2$ MPa/s), posicionamento do provete, procedimento e modo de leitura dos resultados.

O procedimento deste ensaio envolve várias tarefas e em obra são realizadas as seguintes:

- São formados 3 cubos de betão com recurso aos moldes apresentados na figura 71 enquanto ocorre a betonagem de elementos;



Figura 71 – Moldes para cubos de betão

- Quando estes estiverem secos são imersos em água limpa durante cerca de 24 horas devidamente identificados com o seu número e dia de desenformação, como podemos ver na figura 72. Estes são os procedimentos realizados em obra;



Figura 72 - Cubos desenformados e identificados

- Após isso, os cubos são transportados até ao laboratório que efetivamente realiza o Ensaio de Compressão de Betão, que como já foi dito é o laboratório da Conduril. Relativamente á preparação dos provetes, temos de seguir principalmente 2 normas: NP EN 12390-1 – Ensaio de betão endurecido parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes e NP EN 12390-2 - Ensaio de betão endurecido parte 2: Execução e cura de

provetes para ensaios de resistência mecânica.

A execução do Ensaio de Compressão do Betão tem de ocorrer de acordo com a NP EN 12390-3:2011 e atender aos requisitos da NP EN 206. A NP EN 206 é uma norma que especifica os requisitos para os materiais constituintes do betão, as propriedades de betão fresco e endurecido e a sua verificação, as limitações à composição do betão, as especificações do betão, entre outros.

Em laboratório é realizado efetivamente o ensaio e o procedimento passa pelas seguintes fases:

- Os provetes são colocados de forma centrada nas máquinas, que se apresentam conforme com a NP EN 12390-4.
- Previamente ao posicionamento dos mesmos na prensa, devem ser removidos quaisquer resíduos ou material estranho das superfícies dos pratos da máquina de ensaio.
- A carga aplicada perpendicularmente à direção de moldagem, deve ser aplicada a uma velocidade constante, dentro do intervalo $(0,6 \pm 0,2)$ MPa/s, sem choques, aumentando-a de forma contínua, até à rotura e por fim registar a carga máxima de rotura F (N) e tipo de rotura.

A resistência à compressão é dada pela relação entre a carga máxima de rotura (F) e a área da secção transversal na qual foi aplicada a força de compressão (A_c), dando origem à seguinte equação:

$$f_c = \frac{F}{A_c}$$

Onde:

- f_c é a resistência à compressão;
- F é a carga máxima de rotura;
- A_c é a área da secção transversal do provete na qual foi aplicada a força de compressão.

Os resultados dos Ensaios de Compressão são enviados para a empresa por correio eletrónico e é da responsabilidade da Equipa de Direção de Obra o registo dos resultados no documento 198_RENB – Compilador de Ensaio ao betão (figura 73). A conformidade da resistência à compressão é confirmada se forem satisfeitos ambos os critérios impostos pela NP EN 206-1, para a produção contínua, sendo esses:

- Critério 1: $f_{cm} \geq f_{ck} + 2$
- Critério 2: $f_{ci} \geq f_{ck} - 4$

Destes dois critérios resulta a verificação da conformidade como OK. Em caso de não conformidade apresenta-se como KO e é necessário perceber a causa dessa não conformidade. Em casos extremos deve-se demolir o elemento que tenha sido betonado com o betão do respetivo provete pois há o comprometimento da segurança do mesmo.

No 198_RENB – Compilador de Ensaio ao betão são registados os números dos provetes, a data de fabrico, a data de ensaio, a secção que é constante, a carga de rotura e tensão de rotura (resistência á compressão) resultantes do ensaio e registadas no Boletim de Registo de Ensaio.

COMPILADOR DE ENSAIOS AO BETÃO

Obra nº198

C40/50 XA3(P) CL0.4 S6 D12.5 c/ Hidrófugo													Resistência característica (fck)		50		Abaixamento:		>210 mm	
Nº PROVETE		DATA DE FABRICO	DATA DE ENSAIO	IDADE	ABAX (mm)	SECÇÃO CM2	CARGA ROTURA (KN)	TENSÃO ROTURA (Mpa)	MÉDIA DOS PROJETES	Laboratório Ensaio	OBSERVAÇÕES	Nº Amostras	Critério 1 fcm/fck+2	Critério 2 fca ≥ fck -4	Verificação de Conformidade					
198-202	3	31/03/2025	06-04-25	7		225	1215.6	54.0	54.0	Condulil		3								
198-203	4	31/03/2025	29-04-25	28	250	225	1376.7	61.2	61.4	Condulil										
198-204	4	31/03/2025	28-04-25	28		225	1385.9	61.6		Condulil		52		46.0	OK					
198-205	3	01/04/2025	06-04-25	7		225	1064.6	47.3	47.3	Condulil										
198-206	4	01/04/2025	29-04-25	28	250	225	1312.6	58.3	58.6	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-207	4	01/04/2025	29-04-25	28		225	1325.0	58.9		Condulil				46.0						
198-208	3	02/04/2025	09-04-25	7		225	1229.3	54.6	54.6	Condulil										
198-209	4	02/04/2025	30-04-25	28	250	225	1385.1	61.6	61.7	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-210	4	02/04/2025	30-04-25	28		225	1387.2	61.7		Condulil				46.0						
198-211	3	03/04/2025	10-04-25	7		225	1257.2	55.9	55.9	Condulil										
198-212	4	03/04/2025	02-05-25	29	250	225	1305.0	58.0	59.8	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-213	4	03/04/2025	02-05-25	29		225	1384.3	61.5		Condulil				46.0						
198-214	3	04/04/2025	11-04-25	7		225	1208.6	53.7	53.7	Condulil										
198-215	4	04/04/2025	02-05-25	28	250	225	1286.4	57.2	56.8	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-216	4	04/04/2025	02-05-25	28		225	1266.4	56.3		Condulil				46.0						
198-217	3	04/04/2025	11-04-25	7		225	1169.1	52.0	52.0	Condulil										
198-218	4	04/04/2025	02-05-25	28	250	225	1149.7	51.1	52.5	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-219	4	04/04/2025	02-05-25	28		225	1209.8	53.8		Condulil				46.0						
198-220	3	04/04/2025	11-04-25	7		225	1090.4	48.5	48.5	Condulil										
198-221	4	04/04/2025	02-05-25	28	250	225	1251.9	55.6	57.0	Condulil		3	52	46.0	OK					
198-222	4	04/04/2025	02-05-25	28		225	1311.7	58.3		Condulil				46.0						

Figura 73 - 198_RENB Compilador de Ensaio ao betão

Também há a necessidade de verificar o tipo de rotura dos provetes, isto é, se a rotura é satisfatória e todas as quatro fazes expostas estão fissuradas aproximadamente da mesma maneira (figura 74) ou não satisfatória (figura 75).

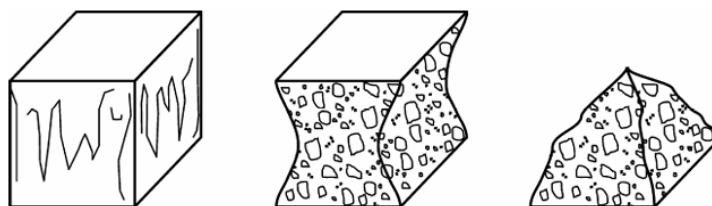


Figura 74 - Rotura satisfatória (NP EN 12390-3:2021)

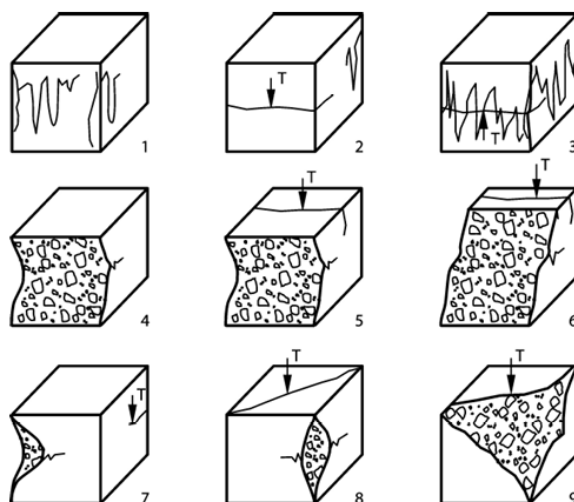


Figura 75 - Rotura não satisfatória (NP EN 12390-3:2021)

A Equipa de Direção de Obra recebe os Boletins relativos ao ensaio realizado aos 7 dias a um provete e aos ensaios realizados aos 28 dias aos restantes 2 provetes da mesma amostra. No âmbito do controlo da qualidade dos materiais em obra, foi analisado o Boletim de Registo de Ensaio do ensaio de Resistência à compressão dos provetes (figura 76) conforme a norma NP EN 12390-3:2021 – Ensaio para determinação da resistência à compressão de provetes de betão endurecido. O ensaio foi solicitado pela empresa Telhabel e refere-se ao betão aplicado no ensoleiramento do Lote 2 – Efanor. A classe de resistência do betão era C40/50 XA3(P), correspondente a uma resistência característica de 40 Mpa em provetes cilíndricos e 50 Mpa em provetes cúbicos, com classe de exposição XA3, classe que exige uma elevada durabilidade face a ambientes agressivos quimicamente. Foram ensaiados provetes cúbicos com dimensões de 150x150x150 mm, moldados em obra a 04/04/2025 e ensaiados a 02/05/2025, 28 dias após a sua moldagem. Os provetes foram curados em água à temperatura $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até ao momento do ensaio, garantindo as condições necessárias para o desenvolvimento das propriedades mecânicas do betão. Os resultados de resistência à compressão aos 28 dias consideram-se conformes, pois foram obtidos valores de 51,1 Mpa e 53,8 Mpa o que confirma que o betão cumpre a resistência característica exigida (50 MPa em provetes cúbicos). Relativamente aos critérios do Compilador de Ensaio (figura 61) também são verificados os dois critérios, pois a média dos resultados dos dois ensaios apresentou o valor de 52,5 MPa, valor superior a 52 MPa (Critério 1) e 46 MPa (Critério 2). O tipo de foi classificado como satisfatório, o que significa que o provete é isento de defeitos.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PROVETES
NP EN 12390-3:2021

Cliente: Telhabel Construções SA **Nº:** 13/2021

Morada: Rua Nova da Nespereira , Edf. " Telhabel", 14
4770-287 Vila Nova de Famalicão

(1) Classe de resistência: C40/50 XA3(P) CL0.40 S4 D22 com aditivo penetron

(1) Local de colheita: Obra de Lote 2 - Efanor - Ensoleiramento (J/T; 4/10)

Data de recepção da amostra: 08/04/2025

Defeitos no provete ou no revestimento: Não detetados

Condição da superfície do provete na altura do ensaio: Saturada

Ref. do provete (1)	Data de moldagem (1)	Data do ensaio de compressão	Dimensões designadas ou reais (mm)			Massa (kg)	Carga máxima de rotura F (kN)	Massa volumétrica (kg/m ³)	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Incerteza
			Zm	Xm	Ym				DIAS	7 DIAS	28 DIAS	
198.218	04/04/2025	02/05/2025	150	150	150	8,256	1149,7	2450			51,1	±0,59
198.219	04/04/2025	02/05/2025	150	150	150	8,390	1209,8	2490			53,8	±0,62

Tipo de rotura		Análise da rotura se não satisfatória (número de acordo com a norma)	Identificar desvios ao método (se aplicável)	Condições dos provetes na receção (se relevante)
Satisfatória	X			
Não satisfatória			Não aplicável	-

(1) - Dados fornecidos pelo Cliente
Os provetes, ensaiados em data posterior à data de receção, são curados em água a 20°C ± 2°C

Observações : _____

Os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados. A incerteza de medição expandida reportada está expressa pela incerteza-padrão, multiplicada por um fator de expansão k=2 que para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Figura 76 – Boletim de registo do Ensaio de resistência à compressão de provetes de betão da laje de encoleuramento

O controlo sistemático deste ensaio permite detetar atempadamente falhas de produção e/ou aplicação do betão. Os documentos de registo e a rastreabilidade realizada aos ensaios é essencial para garantir a conformidade e transmite a importância do controlo da qualidade para a gestão da qualidade em obra.

5.2.4 Agregados

O controlo da qualidade dos agregados é garantido pelo seu respetivo PMM (figura 77). Os parâmetros a verificar são, nomeadamente:

- A marcação CE: é denotar que a marcação CE assim como a Declaração de Desempenho do produto tem de ser verificada antes da compra do material pois este tem de cumprir com as normas e requisitos aplicáveis. Esta verificação é realizada pelo Responsável da Logística da empresa. Caso este parâmetro apresente uma Não-conformidade, ou seja, o produto não possua marcação CE deve-se alertar o fornecedor para o cumprimento dos requisitos. Este parâmetro tem de ser verificado em 100% dos produtos que entrarem na obra.
- A quantidade e origem do material: este parâmetro é monitorizado através da cubicagem ao material, isto é, quando este entra em obra o material já deve vir cubicado. Caso não venha, é necessário cubicar na chegada do camião. Também é necessária a execução da pesagem ao camião, de modo a verificar se o peso da guia corresponde ao peso realmente fornecido e se este vem do fornecedor pretendido e pedido inicialmente. Este parâmetro tem de ser verificado em 100% dos agregados recebidos e aceita-se um desvio de 1% na cubicagem e pesagem.
- Aspeto visual: como o próprio nome indica, este parâmetro é de monitorização visual e realiza-se antes da descarga do camião, a 100% dos camiões de agregados que descarregarem na obra e permite verificar se o produto está em conformidade e sem contaminação.

É importante, em caso de Não-Conformidades que o Responsável pela Logística tenha conhecimento das mesmas, pois este, sendo o responsável pela seleção dos produtos e fornecedores, precisa de averiguar o porquê dessas Não-conformidades e como corrigi-las. Como nos restantes PMM's, as Não-conformidades devem ser registadas no Boletim de Não-conformidade – Mod.16/SGQ presente no Anexo 2.

	PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO - Produtos Adquiridos	Revisão: 0 Data: 15 / 10 / 2019 Página: 14 de 25
---	---	--

PRODUTO	Parâmetro	Quem	Como	Quando	Amostragem	Critério de Aceitação	Registo	Em caso de Não Conformidade	
								Registo	Ação de Correção
Agregados	Marcação CE	Responsável Logística	Antes da compra verificar se o produto a fornecer possui marcação CE e comprovativo do mesmo	Compra	100%	Possuir Marcação CE Declaração de Desempenho	Fax/Email		Comunicação ao fornecedor para regularizar a anomalia e sensibilizá-lo para o cumprimento dos requisitos.
	Quantidade e origem do material	Responsável em obra	Por cubicagem verifica se o camião está cubicado. Caso não esteja, efetua a cubicagem do mesmo e regista na tabela de cubicagem. Antes e após descarregar deve analisar a caixa de carga. Por peso (qd justificar) verifica na balança, se o peso mencionado na guia corresponde ao valor apresentado na balança.	Antes de descarregar o camião	Todos os camiões	Quantidade de acordo com o documento do fornecedor. Aceita-se um desvio de 1%. Origem do material de acordo com o aprovado	OK no documento do fornecedor	Mod.16/SGQ - Boletim de Não Conformidade,	Estabelecidas no Mod.16/SGQ por quem a desencadeou. O Responsável pela logística tem que ter conhecimento das NC associadas aos produtos/materiais.
	Aspecto visual		Visualmente						

Figura 77 - PMM Agregados

5.2.5 Calda de cimento

Este produto corresponde ao produto aplicado na injeção das ancoragens. A garantia da qualidade deste material é um fator determinante para a segurança, durabilidade e desempenho estrutural da obra. Estas caldas têm como principal função a transmissão de esforços entre a armadura de ancoragem e o maciço envolvente (solo ou rocha). O processo construtivo já foi descrito e detalhado anteriormente nos Trabalhos acompanhados. A qualidade deste produto é garantida através de ensaios às caldas utilizadas.

A aplicação da EN 1537:2013 fornece diretrizes para a execução e controlo técnico de ancoragens, sendo essencial no contexto de gestão da construção:

- Controlo de qualidade da armadura: rastreabilidade, armazenamento, proteção contra corrosão.
- Monitorização do consumo de calda de injeção: medição de volumes, densidade, pressão de injeção.
- Documentação técnica obrigatória: fichas técnicas, fichas de controlo, relatórios de execução e ensaios.

Neste caso, já foi abordada a garantia da qualidade da armadura em obra e irá ser abordada a garantia da qualidade da calda de cimento da ancoragem. Como já foi dito, em obra a monitorização da qualidade da calda de cimento foi realizada através de ensaios. Para assegurar a conformidade das caldas com os

requisitos técnicos do projeto, é imperativo implementar um plano de controlo de qualidade rigoroso, baseado em ensaios normalizados e em boas práticas de execução. Entre os ensaios mais relevantes destacam-se:

- Ensaio de resistência à compressão, ensaio realizado também ao betão. Este ensaio é realizado seguindo exatamente o mesmo procedimento descrito anteriormente no produto betão conforme a NP EN 12390-3:2021. O valor mínimo admissível de resistência à compressão é definido na EN 447:2008 - Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço - Requisitos básicos.
- Estabilidade e segregação: garantir, segundo a NP EN 445:2007, durante e injeção da calda, que esta não tem vazios e que não há separação dos seus componentes de modo a garantir a aderência e integridade da ancoragem.
- Ensaio de fluidez: este ensaio encontra-se descrito na NP EN 445:2007, através do tempo de escoamento no cone de Marsh, permite avaliar a trabalhabilidade da calda de modo a assegurar uma boa injetabilidade e coesão.

A resistência mecânica obtida deve estar de acordo com os requisitos do projeto e das normas técnicas aplicáveis, como a EN 447. Esta norma estabelece os requisitos para caldas de cimento utilizadas em ancoragens.

Segundo a EN 447, a calda deve cumprir com os seguintes critérios de resistência mínima:

Idade do provete	Resistência mínima exigida
7 dias	≥ 30 MPa
28 dias	≥ 50 MPa

Tabela 2 – Resistência mínima exigida para os provetes de betão (EN 447)

Podem ser realizados ensaios de controlo in situ adicionais diretamente em obra, como o ensaio de integridade por ultrassons ou ensaios de tração das ancoragens após cura da calda, conforme as recomendações da norma NP EN 1537:2013.

Procedeu-se á análise de um ensaio de resistência à compressão de provetes de calda de cimento, realizado pelo LCC – Laboratório Central da CONDURIL de acordo com a NP EN 12390-3:2021 de forma a integrar o controlo de qualidade dos materiais utilizados em obra. O material corresponde a uma calda

de cimento CEM | 42,5R utilizada na ancoragem da obra Lote 2 – Efanor com a referência “Ancoragem_CC_A21_1.1”. A preparação dos provetes, á semelhança do ensaio de resistência à compressão do betão, é executada em obra pelo responsável da Telhabel.

No Boletim de Registo de Ensaio (figura 78) podemos verificar a execução do ensaio a dois provetes cúbicos com dimensões de 100x100x100 mm, moldados no dia 13/05/2025 e ensaiados a 22/05/2025, 9 dias após a moldagem. Tal como previsto na norma, e novamente à semelhança do ensaio ao betão, os provetes foram curados em água a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até à data do ensaio.

Apesar do ensaio ter sido realizado aos 9 dias ao invés de aos 7 dias, podemos verificar que o valor da resistência obtido para os dois provetes, 30,0 MPa e 32,2 MPa, é superior ao mínimo exigido aos 7 dias (30 MPa) logo está verificada a conformidade dos ensaios.

Nas observações do boletim é apresentada a relação água/cimento (A/C) de 0,5, esta sugere uma formulação equilibrada entre trabalhabilidade e resistência e promove uma boa aderência da calda de cimento em espaços mais confinados, que é o caso dos furos de ancoragens, sem comprometer o desempenho mecânico.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PROVETES
NP EN 12390-3:2021

Cliente: Telhabel Construções SA **Nº:** 13/2021

Morada: Rua Nova da Nespereira , Edf." Telhabel", 14
4770-287 Vila Nova de Famalicão

(1) Classe de resistência: Calda cimento, CEM I 42,5R

(1) Local de colheita: Obra de Lote 2 - Efanor - Ancoragem_CC_A21_1.1

Data de receção da amostra: 22/05/2025

Defeitos no provete ou no revestimento: Não detetados

Condição da superfície do provete na altura do ensaio: Saturada

Ref. do provete (1)	Data de moldagem (1)	Data do ensaio de compressão	Dimensões designadas ou reais (mm)			Massa (kg)	Carga máxima de rotura F (kN)	Massa volúmica (kg/m ³)	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Incerteza
			Zm	Xm	Ym				9 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	
198.CC.005	13/05/2025	22/05/2025	100	100	100	1,843	300,3	1840	30,0			±0,35
198.CC.006	13/05/2025	22/05/2025	100	100	100	1,840	322,4	1840	32,2			±0,37

Tipo de rotura		Análise da rotura se não satisfatória (número de acordo com a norma)	Identificar desvios ao método (se aplicável)	Condições dos provetes na receção (se relevante)
Satisfatória	X			
Não satisfatória			Não aplicável	-

(1) - Dados fornecidos pelo Cliente
Os provetes, ensaiados em data posterior à data de receção, são curados em água a 20°C ± 2°C

Observações : Composição A/C: 0,5

Os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados. A incerteza de medição expandida reportada está expressa pela incerteza padrão, multiplicada por um fator de expansão k=2 que para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Figura 78 - Boletim de Registo de Ensaio de resistência à compressão de provetes da calda de cimento


5.3 Controlo do desperdício de betão

O controlo de desperdício de materiais em obra está diretamente relacionado com a sustentabilidade no setor da construção civil.

O desperdício é controlado através de documentos de registo criados pela empresa. Estes documentos têm o registo da quantidade de material que entra em obra da quantidade de material que foi efetivamente utilizado. A diferença entre o previsto no MQ e o que foi realmente utilizado fornece-nos a informação da quantidade de desperdício de betão.

5.3.1 Metodologia

De forma a ser possível a realização de uma análise completa e real é necessário definir uma metodologia para a mesma. Atrás neste relatório já foram abordadas as atividades que dão origem ao cálculo do desperdício. São executados Planos de Betonagem semanalmente e estes são elaborados após a reunião semanal com os subempreiteiros. Esta reunião ocorre á quinta-feira e após a mesma é realizado o Plano de Betonagem para a semana seguinte averiguando sempre o que será possível betonar dadas as circunstâncias atuais e trabalhos executados, daí ser muito importante este momento de comunicação que nos permite ter a perceção mais próxima dos trabalhos que estão a ser executados. Este Plano relata todos os elementos que se pretende betonar detalhado para todos os dias. Na figura 79 podemos ver um Plano de Betonagem semanal exemplificativo relativo á semana de 26 a 30 de maio, este permite um planeamento mais real e eficaz.

 PLANO DE BETONAGEM 26/05 a 30/05 de 2025 Obra: 198 - The Garden Lake											
Elementos	Execução de provetes para ensaio	Classe Betão	Cota Fundo (m)	Cota de Betonagem (m)	Comp. (m)	Larg. (m)	Área (m ²)	Altura de Betonagem (m)	Unidades	Volume Betão (m ³)	Totais
26 de maio de 2025											
Pilar P12_P-2 (eixo O-16/17)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,30	0,80		3,20	1,00	0,77	
Pilar P12_P-2 (eixo O-18; U/K-18; J/K-18/19)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,30	0,80		4,30	3,00	3,10	
Pilar P18_P-2 (eixo O-16; L-16)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,30	0,60		3,20	2,00	1,15	
Pilar P17_P-2 (eixo J/K-17/18)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,40	0,60		4,30	1,00	1,03	
Pilar P14_P-2 (eixo I-19)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,30	1,00		3,20	1,00	0,96	
Pilar P14_P-2 (eixo I-17/18)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,30	1,00		4,30	1,00	1,19	
Pilar P80+L_P-2 (eixo H-17/18; U-17/18; J/L-17/18)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			0,20	0,25		4,30	4,00	0,86	
Muro de suporte M51 Eixo P-L e 20	SIM	C40/50 XA3 S4 C10,4 D22mm					7,14	4,30	1,00	31,00	41,00
27 de maio de 2025											
Núcleo_P-2 (Nu2_B, elevador)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			2,90	0,25		4,30	2,00	7,00	
Núcleo_P-2 (Nu2_B, elevador)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			3,99	0,25		3,20	1,00	4,00	
Núcleo_P-2 (Nu2_B, elevador)	SIM	C35/45 XC3 C10,20 S3 D22mm			3,01	0,25		3,20	1,00	3,00	
Muro de suporte M51 Eixo L-G e 20	SIM	C40/50 XA3 S4 C10,4 D22mm					6,97	4,30	1,00	30,00	44,00
28 de maio de 2025											
Laje maciça P-1 eixos T/K-7/18	SIM	C30/37 XC3(P) C10,40 D22 S3					785,93	0,25	1,00	197,00	197,00
29 de maio de 2025											
30 de maio de 2025											
Reservatório Abastecimento (Laje inferior)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			2,50	4,80		0,20	3,00		
Reservatório Abastecimento (Laje inferior)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			2,65	4,80		0,20	1,00		
Reservatório Abastecimento (Paredes)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			5,20	0,20		3,00	2,00		38,00
Reservatório Abastecimento (Paredes)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			10,75	0,20		3,00	2,00		
Reservatório Abastecimento (Paredes)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			4,80	0,20		3,00	3,00		
Reservatório Abastecimento (Paredes, Negativas)	SIM	C30/37 XC4(P) C10,40 D22 S3			1,20	0,20		0,47	-0,00		
Laje Técnica piso -2 eixo K/L e 17-20	SIM	C30/37 XC3(P) C10,40 D22 S3			7,42	3,32		0,18	1,00	5,00	43,00
31 de maio de 2025											
											0,00
											325,00

NOTA 1: o horário das betonagens a confirmar com o encarregado.

NOTA 2: as quantidades servem como referência, sendo as mesmas também confirmadas pelo Encarregado em obra.

Figura 79 - Plano de betonagem semanal da semana de 26 a 30 de maio

Como já foi dito anteriormente neste relatório, relativamente ao betão que entra em obra, este é controlado através do registo de Guias de betão, registadas pela Diretora de Obra estagiária no documento 198_RMAT e assinadas pelo Encarregado Geral e pelo Diretor de Obra. Após esse registo resta-nos a informação da quantidade de betão que realmente entrou em obra e será efetivamente utilizado. O volume de betão que entra é somado e dá origem ao “Usado”. O Usado é obtido pela quantidade de betão que efetivamente foi utilizada na betonagem daquele elemento que advém das guias de betão e do controlo da betonagem por parte do Encarregado Geral, que especifica nas guias os elementos betonados. O Encarregado recebe o betão e verifica qual será o elemento a betonar com o mesmo e é realizada a medição do volume de betão desse elemento pela Equipa de Direção de obra, o que dá origem ao “Previsto”. As medições das quantidades de betão são realizadas para todos os elementos, obtendo assim a quantidade de betão prevista, designado como “Previsto” no Mapa de Controlo (198_Controlo).

De seguida serão abordados os desperdícios de betão das várias classes de resistência utilizadas em obra associados a algumas fases e elementos da obra. A análise será relativa aos meses de março, abril e maio, onde foi possível o acompanhamento integral das atividades que envolvem esta metodologia.

Nesta análise será efetuado o cálculo do desperdício de betão para as 3 classes de resistência utilizadas em obra: C30/37, C35/45 e C40/50. Estas classes distinguem os diferentes níveis de resistência do betão

e de desempenho mecânico do betão, sendo aplicadas em diferentes elementos estruturais com diferentes exigências.

No estudo do desperdício de betão por classes, através do documento 198_Controlo já apresentado anteriormente, será possível averiguar os elementos com maior desperdício devido ao facto de a cada elemento estar associada uma classe, desta forma:

- Betão C30/37: aplicado em vigas de coroamento, vigas padieiras, lajes técnicas e lajes duplas.
- Betão C35/45: aplicado em pilares e núcleos de elevadores.
- Betão C40/50: aplicado em maciços de estacas, galeria técnica, ensoleiramento, muros de suporte, núcleos de escadas, vigas de soleiras e padieiras e reservatórios de abastecimento.

O cálculo do desperdício em percentagem será calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Desperdício (\%)} = \frac{\text{Usado} - \text{Previsto}}{\text{Previsto}} * 100$$

Sabendo que o “Usado” e o “Previsto” são valores calculados no documento 198_Controlo.

5.3.2 Resultados

5.3.2.1 Betão C30/37

A análise do desperdício de betão da classe de resistência C30/37 foi realizada nos registos extraídos do documento 198_Controlo da empresa. Este controlo, apresentado de seguida na tabela 3, baseou-se na comparação entre os volumes “Previstos” e os volumes “Usados” discriminados por guia e tipo de elemento.

Durante o período estudado, foram utilizados 478,00 m³ de betão C30/37 face a um volume previsto de 467,85 m³, o que corresponde a um excedente de 10,15 m³. Isto traduz-se numa percentagem de desperdício de 2%.

A análise permite identificar que há maiores valores de desperdício nos seguintes elementos:

- Viga de coroamento com um valor de +2,39 m³ que se traduz numa percentagem de desperdício de 18% do dia 7 de abril;
- Incêndio (paredes/lajes) com um valor de +3,60 m³ que se traduz numa percentagem de desperdício de 11% no dia 23 de maio;

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
07/abr	P502/0139068 P502/0139062	C30/37	13,00	Viga de coroamento 15/23 e A	10,61	13,00	2,39	18%
17/abr	P502/0139572 P502/0139596	C30/37	16,50	Viga de coroamento Eixo A e 10/15 Laje Dupla Eixo P/R e 4/7	13,09	14,00	0,91	6%
23/abr	P502/0139729	C30/37	10,00	Vigas padieira Nucleo 1A e 2A Piso -2 escadas + elevador Laje técnica Eixo K/L e 4/8	9,50	10,00	0,50	5%
30/abr	P502/0140056 P502/0140059	C30/37	18,00	Laje Dupla Eixo K/L e 4/8	17,26	18,00	0,74	4%
22/mai	P502/0140088	C30/37	7,00	Laje Dupla Eixo P/R e 18/20	6,81	7,00	0,19	3%
23/mai	P599/0032898 P502/0141262 P502/0141263 P502/0141264	C30/37	35,00	Incêndio (laje); Incêndio (paredes); Incêndio (paredes negativo)	29,40	33,00	3,60	11%
28/mai	P599/0032969 P502/0141475 P599/0032968 P502/0141474 P502/0141469 P502/0141426 P502/0141428 P502/0141431 P502/0141434 P502/0141437 P502/0141439 P502/0141441 P502/0141449 P502/0141451 P502/0141452 P502/0141462 P502/0141465 P502/0141466 P599/0032970	C30/37	206,00	V2.-1; V2.-1; V2.-1; V2.-1; V2.-1; V3.-1; V3.-1; Laje Dupla Eixo P/R e 18/20; Laje Maciça Eixo T/X e 7/17;	208,26	206,00	-2,26	-1%
30/mai	P502/0140365 P502/0141647 P502/0141630 P599/0033017 P502/0141637 P502/0141632 P502/0141629 P502/0141648 P502/0141645 P502/0141646 P599/0033026 P502/0141642 P599/0033025	C30/37	103,00	V2.-1; V2.-1; V2.-1; V3.-1; Laje Maciça Eixo T/Y e 16/20; Escadas Acesso Apt T4 eixo W/X e 16/17; Escadas Nu1A Lanço 1; Patamar Nu1A Lanço 1; Escadas Nu1A Lanço 2; Degraus Lanço 2; Patamar Nu1A Lanço 2; Escadas Nu1A Lanço 3; Patamar Nu1A Lanço 3; Abastecimento (laje inferior); Abastecimento (paredes grandes); Abastecimento (paredes pequenas); Incêndio (laje superior)	99,29	103,00	3,71	4%
03/jun	P502/0141733 P502/0141752 P502/0141757 P502/0141759 P502/0141760 P502/0141763 P502/0141762	C30/37	74,00	Parede Junto elevador; Parede Junto elevador Negativo; V2.-1; V2.-1; V2.-1; V2.-1; V3.-1; Laje Maciça Eixo T/Y e 4/8; Abastecimento (paredes interiores)	73,64	74,00	0,36	0%
TOTAL					467,85	478,00	10,15	2%

Tabela 3 - Controlo de desperdício do betão C30/37

5.3.2.2 Betão C35/45

A análise do consumo de betão C35/45 teve igualmente por base os registos extraídos do 198_Controlo da empresa, onde há registos dos meses de abril e maio na íntegra (tabela 4). Este tipo de betão foi predominantemente utilizado em pilares estruturais e em pilares de box's, núcleos de elevadores, muros e paredes.

Durante o período estudado foram utilizados 111,50 m³ de betão C35/45 para um volume previsto de 106,72 m³, o que resulta numa diferença de 4,78 m³ e uma percentagem de desperdício de 4%.

A análise da diferença por elementos revela-nos pequenas flutuações entre o previsto e o usado com destaque no sobreconsumo dos seguintes elementos:

- Pilares no dia 8 de abril com uma diferença de 0,62 m³. Apesar deste valor de diferença ser baixo, traduz-se numa percentagem de desperdício de 21%.
- Pilares no dia 17 de abril com uma diferença de 0,99 m³, diferença igualmente baixa, no entanto traduz-se num desperdício de 25%.

- Pilares no dia 9 de maio com uma diferença de 2,11 m³ que se traduz num desperdício de betão C35/45 de 26%.

Também é importante destacar o caso pontual de subconsumo:

- Pilares no dia 23 de maio com uma diferença de -2,30 m³ que se traduz num desperdício negativo de 38%. Este valor permite-nos identificar que foi usado menos betão do que o previsto e, por isso, podemos dizer que houve eficiência na betonagem destes elementos através de uma possível otimização na betonagem.

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m ³)	Desperdício (%)
07/abr	P502/0139080	C35/45	9,50	Pilares P12 Eixo J/K e 6/7; K/L e 7; O e 7; P e 7; P e 8/9; T e 8/9 P17 Eixo J/K e 7/8 P18 Eixo L e 9; T e 9; P e 9; Q/R e 9 PBOX1 Eixo K-L e 7-8	9,17	9,50	0,33	3%
08/abr	P502/0139125	C35/45	3,00	Pilares P18 Eixo O e 9 P12 Eixo O e 8/9; T e 7	2,38	3,00	0,62	21%
10/abr	P502/0139265	C35/45	9,00	Núcleo Nu1.A Elevador	9,58	9,00	-0,58	-6%
11/abr	P502/0139325 P502/0139323	C35/45	16,00	Núcleos Nu1.A elevador e Nu2.A elevador	15,44	16,00	0,56	3%
17/abr	P502/0139583	C35/45	4,00	Pilares P8 Eixo H e 7/8; P14 Eixo I e 6 + Eixo I e 7/8; PBox1 Eixo I e 7/8	3,01	4,00	0,99	25%
09/mai	P502/0140486	C35/45	8,00	Pilares P11 V-17 e V-18; P18 U-16; P12 U-17 e U-18; P7 W-11 e W-12/13	5,89	8,00	2,11	26%
19/mai	P502/0140953 P502/0140955 P502/0140945	C35/45	26,00	Pilares P12 P-16/17,U-7, U-7/8; P11 V-6/7, V-7/8; P18 U-9, V-9	24,11	26,00	1,89	7%
20/mai	P599/0032820	C35/45	6,00	Muro MS1 Eixo 4 e U-V; Pilares P12 Eixo T-18; P13 Eixo W e 9, Eixo W e 16; Nu1.B Parede Junto elevador, Parede Junto elevador Negativo	5,18	6,00	0,82	14%
23/mai	P599/0032820	C35/45	6,00	Pilares P9 Eixo Y-10/11,Eixo Y/Z-9/10 P12 Eixo O-18, Eixo O-16/17,Eixo K/L-18, Eixo J/K-18/19	8,30	6,00	-2,30	-38%
27/mai	P502/0141424	C35/45	10,00	Elevador Laterais; Elevador Fundo	9,58	10,00	0,42	4%
30/mai	P502/0141648	C35/45	4,00	Pilares P7 Eixo U-11, Eixo V-11, Eixo U-12/13, Eixo V-12/13 P12 Eixo U-8/9 P.box3 Eixo T/U e 11/14, Eixo U/V e 11/12	4,40	4,00	-0,40	-10%
02/jun	P502/0141700	C35/45	10,00	Pilares P7 Eixo W-10/11,Eixo W-12/13,Eixo W-14/15,Eixo U-14,Eixo V-14 P12 Eixo U-16/17; P13 Eixo W e 9, Eixo W e 15/16 P18 Eixo U-8, Eixo V-8, Eixo U-16, Eixo U-16 P.box3 Eixo U/V e 14	9,70	10,00	0,30	3%
TOTAL					106,72	111,50	4,78	4%

Tabela 4 - Controlo de desperdício do betão C35/45

5.3.2.3 Betão C40/50

O betão C40/50 foi aplicado, no mês de março, essencialmente em maciços de estacas e na galeria técnica, desempenhando um papel estrutural importante em fundações profundas e zonas técnicas da obra, como podemos verificar na tabela 5. No mês de abril, este tipo de betão foi aplicado em maciços de estacas, ensoleiramento, núcleos de escadas e alguns pilares e vigas enquanto no mês de maio para além desses elementos, também foi aplicado em muros de suporte, vigas padieiras e laje de fundo.

Este betão revelou um desempenho misto, com desperdícios positivos e negativos. O volume total de betão previsto correspondeu a 2332,49 m³ e o volume total de betão usado correspondeu a 2387,17 m³ apresentando assim uma diferença de 54,67 m³. Em termos de percentagem de desperdício esta diferença corresponde a 2%. Este valor é um valor aceitável dados os grandes volumes de betão em análise.

Em destaque, como podemos ver nas tabelas de 5 a 10, temos os seguintes elementos com maior desperdício:

- Galeria técnica no dia 7 de abril com uma percentagem de desperdício de 24%, apresentando uma diferença de 5,92 m³ entre o betão usado e o previsto. (Tabela 7)
- Pilares, paredes e muro de suporte no dia 26 de maio com uma diferença de 4,18 m³ correspondente a uma percentagem de desperdício de 25%. (Tabela 10)
- Muro de suporte, pilares e núcleo de escadas com o maior valor registado de 56% de desperdício correspondente a 18,17 m³ de diferença entre o volume usado e o volume previsto. (Tabela 10)

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
05/mar	P599/0031301 P502/0137481	C40/50	16,00	Maciço estacas STK372;STK248,349,293,357;STK251	15,34	16,00	0,66	4%
07/mar	P599/0031332 P502/0137565 P502/0137590 P502/0137579 P599/0031335 P599/0031333 P502/0137572 P502/0137581	C40/50	67,50	Maciço de estacas Nu.2A+STK373+375+401+379+383+442+	67,50	69,91	2,41	3%
11/mar	P599/0031392	C40/50	9,00	Maciço de estacas STK 352+354	9,00	8,50	-0,50	-6%
13/mar	P502/0137860 P502/0137855 P502/0137868 P502/0137857 P502/0137866 P502/0137871	C40/50	54,00	Maciço de estacas STK211+212+247+ Nu.1A (escadas)	51,77	52,00	0,23	0%
14/mar	P599/0031503 P599/0031500 P502/0137939	C40/50	20,00	Maciço de estacas STK178+179+187+220	19,37	20,00	0,63	3%
17/mar	P599/0031529	C40/50	7,50	Maciço de estacas STK183	7,06	7,50	0,44	6%
18/mar	P502/0138015 P502/0138017 P599/0031539 P502/0138014 P502/0138011 P502/0138013	C40/50	52,00	Maciço de estacas STK214+216+Nu.2A(elevador)	54,50	52,00	-2,50	-5%
19/mar	P599/0031577	C40/50	9,00	Maciço de estacas STK226+224+227+295+296	8,28	9,00	0,72	8%
20/mar	P502/0138149 P502/0138150 P502/0138152 P599/0031607 P502/0138160 P599/0031604	C40/50	54,00	Maciço de estacas SKT359+385+444+500+498+Nu.1A (elevador)	48,95	50,00	1,05	2%
21/mar	P502/0138211 P502/0138218	C40/50	11,00	Maciço estacas STK495+492+491	11,02	11,00	-0,02	0%
27/mar	P599/0031772 P502/0138570 P599/0031773 P599/0031775 P599/0031778 P502/0138587 P599/0031779 P599/0031780	C40/50	72,00	Galeria Técnica Eixo I-P e 7-11	71,01	72,00	0,99	1%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
28/mar	P502/0138639 P599/0031799 P502/0138649 P502/0138653 P599/0031805	C40/50	38,00	Galeria Técnica Eixo P-U e 7-11	39,07	38,00	-1,07	-3%
	9,00		Maciço de estacas STK508+511	6,77	7,00	0,23	3%	
31/mar	P502/0138731 P502/0138726 P599/0031841 P502/0138730 P502/0138734 P502/0138736	C40/50	50,00	Maciço de estacas STK612+613 e Nu.1B	49,25	50,00	0,75	2%
01/abr	P502/0138797 P502/0139020 P502/0138786	C40/50	26,00	Maciço de estacas STK143+177+147+537+542	24,70	26,00	1,30	5%
02/abr	P502/0138855 P502/0138877 P502/0138869	C40/50	24,00	Maciço de estacas STK513+514+516+520+524+541	22,90	24,00	1,10	5%
03/abr	P502/0138941 P502/0138940 P502/0138942 P502/0138949 P502/0138946	C40/50	43,00	Maciço de estacas Nu.1B (elev)	44,92	43,00	-1,92	-4%
04/abr	P502/0138974 P599/0031946 P502/0138992 P502/0139005 P502/0138969 P502/0138967 P502/0138989 P502/0138991 P502/0138961 P502/0138955 P502/0138994 P599/0031949 P599/0031951 P502/0138996 P599/0031955 P599/0031963 P502/0138982 P599/0031959 P599/0031944 P502/0138988 P502/0138958 P502/0138964 P599/0031960 P502/0139020	C40/50	212,00	Ensoleiramento J-T e 4-10 + Maciço de estacas (STK505+604+605+614)	218,33	212,00	-6,33	-3%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50 (continuação)

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
07/abr	P502/0139087 P502/0139086 P502/0139084	C40/50	25,00	Galeria Técnica Eixo G/I e 8	19,08	25,00	5,92	24%
08/abr	P502/0139133	C40/50	9,50	Maciço de estacas STK600+601+602+606+607+608+616	7,06	8,26	1,20	15%
09/abr	P502/0139198	C40/50	9,00	Maciço de estacas STK611+615+592+594+596	9,07	9,00	-0,07	-1%
10/abr	P599/0032080 P502/0139239 P502/0139255 P502/0139267 P599/0032090	C40/50	36,50	Maciços de estacas STK578+579+581+610+572+574+598 Pilar P15 Eixo O-4 e P-4 Muro Suporte MS1 Eixo K-P	35,03	36,50	1,47	4%
11/abr	P599/0032109 P599/0032106 P599/0032118 P502/0139317 P599/0032108 P502/0139292 P599/0032105	C40/50	56,50	Ensoleiramento Eixo H/J e 3/8	47,31	56,50	9,19	16%
14/abr	P502/0139393 P502/0139399 P502/0139397 P502/0139390 P502/0139383 P502/0139380	C40/50	42,50	Nu1.A escadas + MS1 eixo 4 e Q-S Maciços de estacas ME1 STK587 ; ME2 STK388+447 ; ME3 STK587+530 ; ME4 STK391	41,17	42,50	1,33	3%
15/abr	P599/0032166 P599/0032170 P599/0032178 P599/0032176 P502/0139467 P502/0139462	C40/50	48,00	Nu2.A escadas + MS1 eixo 4 e K-N Maciços de estacas ME1 STK398+469 ; ME2 STK576+400+371 ; ME3 STK583 ; ME4 STK395	49,30	48,00	-1,30	-3%
16/abr	P502/0139530 P502/0139531 P599/0032214 P599/0032213 P502/0139525	C40/50	39,00	Maciços de estacas ME2 STK503; ME3 STK367; ME4 STK569 Pilares P10 Eixo 4 e H; P15 Eixo J/K e 4 MS1 Eixo H/K e 4 Viga Soleira Vpad1 Nu2.A e Nu1.A	36,91	37,00	0,09	0%
17/abr	P502/0139599	C40/50	7,00	Maciços de estacas ME2 STK328; ME3 STK325	6,77	7,00	0,23	3%
22/abr	P599/0032270 P502/0139659	C40/50	15,00	Maciços de estacas ME4 STK565; ME2 STK246; ME1 STK326+244+210+205	13,61	15,00	1,39	9%
23/abr	P502/0139748 P502/0139754 P599/0032309 P599/0032308 P502/0139755 P502/0139756 P599/0032310 P502/0139757	C40/50	68,00	Maciços de estacas ME2 STK301; ME3 STK364+561; ME4 STK206; ME12 STK329	65,30	66,00	0,70	1%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50 (continuação)

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
24/abr	P599/0032347 P599/0032345	C40/50	13,50	Maciços de estacas ME1 STK192; ME2 STK156; ME4 STK173	13,10	13,50	0,40	3%
29/abr	P599/0032379 P599/0032378 P599/0032377 P599/0032372 P599/0032370 P502/0139900 P502/0139894 P502/0139891 P502/0139886 P502/0139826 P599/0032376 P599/0032375 P599/0032380	C40/50	117,00	Maciços de estacas ME4 STK204; ME12 (Nu2.B elev); Galeria Eixo T/X e 14/18	108,83	113,00	4,17	4%
30/abr	P502/0140045 P502/0140067 P502/0140065 P502/0140063 P502/0140061 P502/0140043 P502/0140051	C40/50	58,00	Galeria Eixo O-S e 14-18 e Eixo V-W e 10-14; ME2 STK160+162; ME4 STK164+168	56,66	58,00	1,34	2%
02/mai	P599/0032440 P502/0140124 P599/0032434 P502/0140118 P502/0140122 P502/0140120	C40/50	48,00	Galeria Eixo V-X e 8-11; ME2 STK160+162; ME4 STK164+168	42,24	44,50	2,26	5%
05/mai	P502/0140184 P502/0140175	C40/50	19,00	ME1 STK 195+196; ME2 STK242; ME4 STK238+197	18,65	19,00	0,35	2%
06/mai	P599/0032499	C40/50	8,00	Maciços de estacas ME1 STK558+559+560+529+502+387+446	7,06	7,00	-0,06	-1%
08/mai	P502/0140345 P599/0032544 P502/0140342 P599/0032568 P502/0140394 P599/0032569 P502/0140387 P599/0032564 P599/0032563 P599/0032562 P599/0032561 P502/0140377 P599/0032560 P502/0140375 P502/0140372 P599/0032557 P502/0140363 P502/0140361 P599/0032551 P502/0140355 P599/0032547 P599/0032572 P502/0140397 P599/0032543 P502/0140364 P599/0032545 P502/0140351 P502/0140344	C40/50	252,00	Ensoleiramento T-Z e 8-20	255,22	252,00	-3,22	-1%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50 (continuação)

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
09/mai	P502/0140419 P502/0140423 P502/0140425 P502/0140430 P502/0140433 P502/0140435 P502/0140438 P502/0140446 P502/0140452	C40/50	81,00	Galeria Eixo T/V e 10; O/G e 14/17 Maciços de estacas ME3 STK555; ME4 STK551	83,93	81,00	-2,93	-4%
12/mai	P502/0140581 P502/0140588 P502/0140588	C40/50	14,50	Maciços de estacas ME1 STK544,575,527,528; ME2 STK545; ME4 STK547	13,61	14,50	0,89	6%
13/mai	P599/0032664 P502/0140670 P502/0140653 P599/0032656 P502/0140662 P599/0032663 P599/0032665	C40/50	60,00	Caleira reservatório de abastecimento; Pilares P7 W-14; P18 V-16; Maciços de estacas ME3 STK232, 235; Muro de suporte MS1 T/X e 17/20	57,30	60,00	2,70	5%
14/mai	P502/0140738 P599/0032684 P502/0140707 P502/0140706 P502/0140705 P599/0032683 P502/0140704 P599/0032680 P502/0140700 P599/0032678 P599/0032677 P599/0032675 P502/0140689 P599/0032673	C40/50	123,00	Ensoleiramento Eixo O/T e 15/20; Maciços de estacas ME1 STK230,231,361	121,20	121,50	0,30	0%
16/mai	P502/0140881 P502/0140877 P502/0140878 P502/0140876 P502/0140875 P599/0032768 P502/0140874 P502/0140873 P599/0032766 P502/0140870 P599/0032765 P502/0140869 P502/0140879 P599/0032757 P502/0140853 P502/0140868 P502/0140880 P599/0032758 P502/0140855 P502/0140861 P599/0032761	C40/50	189,00	Maciços de estacas ME1 STK299, 300; Muro de suporte MS1 O/T e 20; Nu1.B escadas + elevador; Pilares P18 T-16; P12 T-16/17, P-18; Ensoleiramento 4/9-T/W, 10/14-T/Y	187,78	189,00	1,22	1%
19/mai	P502/0140957 P502/0140956	C40/50	15,00	Muro de suporte MS1 Eixo 17-18 e X-Y; Paredes Pa1 Eixo Y/Z e 17, Eixo Y/Z e 17	14,12	15,00	0,88	6%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50 (continuação)

Data	Guia	Tipo	Quantidade	Elementos (estimativa)	Previsto	Usado	Diferença (m3)	Desperdício (%)
21/mai	P502/0141035 P502/0141059 P502/0141072 P502/0141092 P599/0032832 P502/0141076 P502/0141073 P502/0141071 P502/0141070 P502/0141069 P502/0141067 P502/0141066 P502/0141061 P502/0141060 P502/0141055 P502/0141051 P502/0141045 P502/0141041 P502/0141038 P502/0141036 P502/0141077	C40/50	184,00	Maçiços de estacas ME1; ME2; ME2;ME2;ME2;ME2;ME2; ME3;ME3;ME3;ME4;ME4;ME4;ME4; ME12 NU.1B Escadas; ME12.1 NU.1B Escadas; Laje de fundo Eixo F/O e 15/20; Galeria técnica MS.GT; Muros de suporte MS1 Eixo 4 e V-W, Eixo 4-8 e W, Eixo 7 e W-Z; Vigas Vpad3 -1 Nu1.B, Vpad3 -1 Nu1.B Negativo, Vpad1 -1 Nu2.A, Vpad5 -1 Nu1.A	181,05	184,00	2,95	2%
22/mai	P502/0141173 P502/0141176	C40/50	16,00	Muros de suporte MS1 Eixo 4 e R-U, Eixo 4 e U-V Reservatório Incêndio caleira, Incêndio caleira, Incêndio caleira	12,83	13,00	0,17	1%
26/mai	P502/0141347 P599/0032924	C40/50	17,00	Pilares P.box1 Eixo H e 17-18, Eixo I e 17-18; P14 Eixo I e 19; P8 Eixo H e 17/18; Paredes Pa1 Eixo Y/Z e 8; Muro de suporte MS1 Eixo 7 e W-Z	12,82	17,00	4,18	25%
27/mai	P599/0032952 P599/0032954 P502/0141416 P502/0141423	C40/50	32,50	Muro de suporte MS1 Eixo 20 e K-O; Pilares P15 Eixo O e 20; Núcleo Nu2.B Escadas	14,33	32,50	18,17	56%
29/mai	P502/0141568 P502/0141570 P599/0032996 P502/0141562	C40/50	34,00	ME1;MS1 Eixo 20 e H-K, Eixo 20 e J-L, Eixo 20 e K-O; Pilares P10 Eixo H e 19-20; P15 Eixo J/K e 19/20 e 20, Eixo K/L e 19/20 e 20; P.box1 Eixo K/L e 19/20	31,45	34,00	2,55	8%
TOTAL					2332,49	2387,17	54,67	2%

Tabela 5 - Controlo de desperdício do betão C40/50 (continuação)

5.3.3 Análise de resultados

O levantamento e análise de desperdício de betão foi dividido por diferentes classes de betão (C30/37, C35/45, C40/50), permitiu relacionar o desperdício com os tipos de elementos estruturais mais relevantes:

- C30/37 – Aplicado em vigas, lajes, paredes e encontros, com um desperdício de 2%;
- C35/45 – Predominantemente utilizado em pilares e muros, com desperdício de 4%;
- C40/50 – Destinado a fundações (maciços de estacas), galerias técnicas e zonas técnicas, com desperdício de 2%.

No gráfico 1 podemos observar as percentagens de desperdício de betão associadas a cada tipo, verificando que a maior está associada ao betão C35/45 que, por sua vez, é o betão aplicado em elementos como pilares e muros. Podemos assim, através desta análise, concluir que os elementos que apresentaram mais desperdício nesta obra foram os pilares e muros.

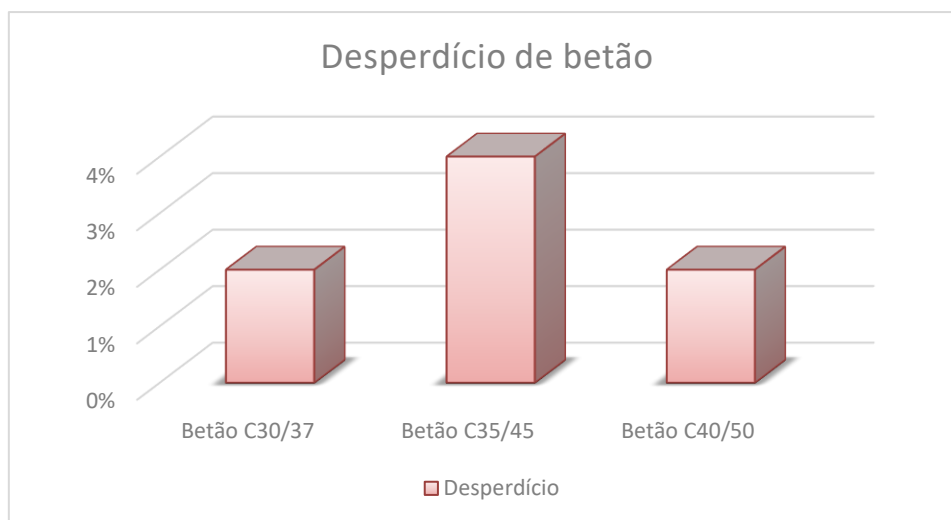


Gráfico 1 – Desperdício de betão

Estes valores podem ser facilmente relacionados com os trabalhos acompanhados em obra, abordados anteriormente neste relatório, devido á aplicação dos diferentes tipos betão em diferentes elementos.

Podemos concluir que o valor global do desperdício de betão na obra 198 – Edifício Lake corresponde a 2%.

Existiram alguns valores relativos a subconsumos – valores de desperdício negativos - em todos os tipos de betão. Isto quer dizer que o betão usado foi inferior ao previsto. Estes resultados podem estar associados a:

- Maior eficiência na betonagem vertical, no caso de pilares, onde o controlo da altura e volume é mais preciso;
- Boa execução dos elementos de cofragem, evitando perdas por fugas ou deformações;
- Possível otimização no planeamento das betonagens, evitando excedentes.
- Sobras de betonagens anteriores de outros elementos que são aproveitadas parcialmente nestes elementos. Assim, o volume que deveria ser aplicado efetivamente no elemento traduz-se num volume menor, enquanto em elementos anteriores esse volume apresenta-se como desperdício. É desta forma que existe uma compensação do desperdício para o subconsumo.

O desempenho positivo do betão através de taxas de desperdício nulas ou negativas indica boas práticas ao nível da preparação e execução destes elementos e uma boa capacidade de controlo e otimização do consumo de betão. O facto de o consumo real ter sido inferior não indica a falta de segurança estrutural,

mas sim uma eficaz gestão de recursos.

Esta abordagem e análise permite não só uma melhor gestão do material betão nas próximas atividades da obra como também contribui para a redução de custos e a sustentabilidade dos processos construtivos.

5.3.3.1 Betão C30/37

O betão C30/37, aplicado em elementos horizontais e mistos, como lajes, vigas padieiras, paredes de incêndio e abastecimentos, apresentou um desperdício de 2%, coincidente com o valor médio da obra.

As perdas aqui podem ser atribuídas a:

- Margens de segurança nas encomendas, comuns em elementos horizontais;
- Uso de bomba de betonagem o que implica pequenas perdas de betão na tubagem e no balde.

O desperdício de 2% registado para o betão C30/37 demonstra um controlo eficiente da execução e do planeamento de betonagens. Para além disso, a maior percentagem de desperdício para este tipo de betão foi de 18%, correspondente a 2,39 m³, valor bastante aceitável para uma obra desta dimensão.

5.3.3.2 Betão C35/45

Relativamente ao betão C35/45, utilizado em pilares, blocos de fundação e elementos verticais estruturais verificou-se uma percentagem de desperdício de 4%, logo utilizou-se mais betão do que o previsto.

A maior percentagem de desperdício para este tipo de betão foi de 26% correspondendo a 2,11 m³, aplicado em pilares. Este valor não é preocupante, mas torna-se necessária a monitorização da betonagem de pilares, visto que este tipo de betão é utilizado em pilares e muros e é o que apresenta a maior taxa de desperdício global (4%).

No entanto, para este tipo de betão, houve um caso de subconsumo com a percentagem de 38%. Apesar de positivo, este subconsumo requer alguma vigilância para garantir que não resultou de subutilização ou falhas no preenchimento do volume total dos elementos. A correlação com os registos de qualidade (ensaios de resistência, inspeções visuais, etc.) deve ser assegurada para validar o desempenho do betão aplicado.

5.3.3.3 Betão C40/50

O betão C40/50, aplicado na execução dos maciços de estacas, foi o tipo de betão que apresentou maior volume de diferença entre o usado e o previsto em termos absolutos. Este tipo de betão, com elevada resistência, é exigido para elementos estruturais sujeitos a elevadas cargas e solicitações, como é o caso da fundação profunda.

O elevado desperdício neste caso pode ser explicado por:

- O solo ser bastante heterogéneo, isto é, o solo apresenta bolsas de ar e linhas de água, que não foram possíveis de visualizar anteriormente a sua existência. Isto implica que, durante a betonagem das estacas, essas bolsas de ar e linhas de água consumam quantidades de betão exageradas, utilizando assim muito mais betão do que o previsto no Mapa de Quantidades para aquele elemento;
- O possível desnivelamento da camada de betão dos elementos betonados anteriormente, especificando as sapatas. Este desnivelamento causa a necessidade de preenchimento e nivelamento o que obriga á utilização de mais betão para esse mesmo efeito.
- O volume necessário de segurança – volume extra de betão para garantir que a estaca seja completamente preenchida – pode resultar em desperdício caso esse betão não seja efetivamente necessário;
- A própria margem que tem de ser dada aquando da cubicagem dos elementos a betonar (exemplo: elementos cubicados $8,7 \text{ m}^3$, sendo encomendado 9 m^3).
- A execução de betonagens com recurso a bomba, que diretamente implica desperdício do betão que fica na bacia da bomba.
- Falta de betão de limpeza, por esquecimento ou indisponibilidade do mesmo, o que obriga á utilização de mais betão compensando assim a altura que deveria ser de limpeza.
- Sobras no camião de betão que não pode ser descarregado completamente, resulta em perdas.

6 Conclusões

O estágio curricular realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil – no ramo de Gestão da Construção – permitiu a consolidação e aplicação, em ambiente de obra, dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação académica. Este contribuiu significativamente para o desenvolvimento de capacidades técnicas principalmente de gestão essenciais para o futuro exercício da profissão. A nível pessoal permitiu melhorar aspetos muito importantes para o futuro como a organização e a resiliência.

A integração na Equipa de Direção de Obra da Telhabel Construções, S.A., na execução dos edifícios do Lote 2 – Edifício Lake do empreendimento The Garden, proporcionou uma visão ampla do funcionamento de uma empreitada de grande dimensão. Foram acompanhadas diversas atividades desde a organização do estaleiro e planeamento dos trabalhos até à execução de fundações e estruturas de betão armado. Foi possível compreender a complexidade da coordenação de trabalhos e tarefas, bem como a importância do planeamento e cumprimento de prazos e normas de segurança e qualidade.

Um dos principais focos do estágio foi o controlo de materiais, nomeadamente no que diz respeito ao betão, aço, agregados, calda de cimento e aditivo hidrófugo do betão. O controlo de materiais permitiu avaliar a eficácia dos procedimentos de controlo da qualidade e de controlo do desperdício de betão em obra. Através da análise dos resultados dos ensaios realizados aos materiais garantiu-se a conformidade da qualidade dos materiais com os requisitos técnicos definidos em projeto.

Destaca-se o estudo sobre o desperdício de betão, no qual foram analisados quantitativamente os desvios entre betão usado e previsto, identificando as causas recorrentes. A análise de desperdício de betão demonstrou uma gestão eficaz dos recursos de betão na obra, com controlo rigoroso das quantidades previstas e efetivamente utilizadas através de registos práticos e eficientes elaborados pela empresa e pela estagiária. O valor global de desperdício (2%) indica-nos que a betonagem foi alvo de boas práticas de planeamento, execução e medição. Esta vertente do estágio permitiu verificar, na prática, a aplicação dos princípios de qualidade, ambiente e segurança seguidos pela empresa alinhados com os compromissos estratégicos deste setor da construção.

Recomenda-se, no entanto, a continuidade do acompanhamento sistemático das betonagens, com especial atenção aos elementos com maiores desvios, de forma a:

- Reduzir perdas em futuras fases da obra;
- Contribuir para a sustentabilidade da construção, através da minimização do desperdício de materiais.

Considera-se interessante pela autora o posterior estudo do desperdício de aço que não foi possível averiguar ao longo deste estágio pelo desenvolvimento de outros assuntos.

Referências

- ANDRADE, A. P. M. M. - Optimização da gestão de resíduos de construção e demolição em obras de grande dimensão. Universidade Católica Portuguesa, 2011. Tese de Mestrado.
- ANTÓNIO SILVA - Direcção e Gestão de Obra - Obra de Arte. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), jun. 2013. Relatório de Estágio.
- ANTUNES, Rui Pedro Guerreiro Jacinto - Direcção de obra numa empreitada do ramo de hidráulica. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil do Ramo de Hidráulica.
- BARBOSA, S. C. - Análise e otimização de processos na construção. Caso de estudo: produção de betão pronto. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2019. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- CE MARKING NORDIC - What is CE marking? (22 de março 2025). Obtido de <https://cemarking.net/>
- CEN – COMITÉ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO - EN 1537:2013 – Execution of special geotechnical works – Ground anchors. Bruxelas.
- DOMINGUES, David André Santos - Metodologia para obtenção de marcação CE de uma máquina agrícola. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2018. Dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.
- DOMINGUES, Luís Gustavo Martins - Planeamento e Gestão de Obras - Estudo de caso. Guarda: Escola Superior de Tecnologia e Gestão, set. 2021. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- FERREIRA, P. M. S. - Análise comparativa da sustentabilidade de diferentes tipos de betões com a incorporação de resíduos de construção e demolição
- GARCIA, Maria Da Luz - Apontamentos da Unidade Curricular de Materiais de Construção
- GOMES, Mariana Pimentel - O papel do diretor de obra no processo de reporting e gestão de obras. Obtido de <https://pt.primaverabss.com/pt/blog/diretor-de-obra/>
- HANNA CIDADE MELLO - Direcção de obra: Proposta de Procedimentos para Melhorar a Sustentabilidade das Construções. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2023. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO (IPAC) - Reconhecimento Internacional, atual. 2025. Obtido de <http://www.ipac.pt/ipac/recint.asp>
- IPQ - INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - NP EN 12350-2:2009 – Ensaio ao betão fresco –

- Parte 2: Ensaio de abatimento. Lisboa: [s.n.]
- IPQ - INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - NP EN ISO 6892-1:2019 – Materiais Metálicos – Ensaio de Tração – Parte 1: Método de Ensaio à Temperatura Ambiente. Lisboa: [s.n.]
- IPQ - INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - NP EN 206:2013+A2:2021 - Betão - Especificação, desempenho, produção e conformidade. Lisboa: [s.n.]
- JUNIOR, José Cordeiro Barbosa - BIM (Building Information Modeling) aplicado a gestão de materiais. 2023. Obtido de LinkedIn em <https://www.linkedin.com/pulse/bim-building-information-modeling-aplicado-gest%C3%A3o-de-jos%C3%A9/>
- LIMMER, Carl V. - Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. LTC, 1997. ISBN 978-852-161-084-7.
- OLIVEIRA, Maria Rosário - Apontamentos da Unidade Curricular de Gestão da Qualidade na Construção.
- OLIVEIRA, Maria Rosário - Apontamentos da Unidade Curricular de Gestão da Qualidade na Construção: Regulamento Europeu: «Produtos da Construção» (RCP)
- PENETRON IBERICA - IMPERMEABILIZANTE DE CRISTALIZAÇÃO INTEGRAL POR PINTURA, atual. 2025.
- PINTO, Ricardo - Sistemas Construtivos de Estruturas de Contenção Multi-Apoiadas em Edifícios. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008. Relatório de Projeto.
- RIBEIRO, Cândido - Organização e Gestão de Obras: Otimizar Resultados. Porto:Publindústria, Edições Técnicas, 2017. ISBN 978-989-723-213-8.
- RIBEIRO, Júlio Nuno Rodrigues De Freitas - A gestão de projetos na construção/indústria em Portugal: a direção de obra face à gestão de projeto. Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, 2018.
- SANTA, Vitor Bruno Bodas - Controlo de Qualidade de Ancoragens Passivas e Activas. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2010. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- SOUSA, José Manuel - Apontamentos da Unidade Curricular de Tecnologia das Construções Telhabel -, atual. 2024. Obtido em <https://telhabel.net/>
- TUV RHEINLAND - Certipedia - *Certificate Database from TUV Rheinland*, atual. 2025. Obtido em <https://www.certipedia.com/>
- VIANA, A. F. S. - Melhoria contínua no controlo de materiais críticos. Porto: Universidade do Porto, 2010. Dissertação de Mestrado.

Anexo 1 – Captações 3D do edifício Lake










Anexo 2 – Boletim de Não-Conformidade

	BOLETIM DE NÃO CONFORMIDADE	Número: 01
		Data: _____
Não Conformidade Interna (Causas internas à Telhabel) <input type="checkbox"/>		Não Conformidade (NC)/ Oportunidade de Melhoria (OM) <input type="checkbox"/>
Reclamações de Clientes / Partes Interessadas <input type="checkbox"/>		Nome Clientes/ Partes Interessadas : _____
Não Conformidade Externa (Causas externas à Telhabel) <input type="checkbox"/>		Nome Cliente / Fornecedor/ Subemp. : _____
Descrição da Não Conformidade / Observação: _____		

Data: _____	Rubrica: _____	
Causas: _____		

Ações de Correção (NC)/ Ações de Melhoria (OM): _____		

Responsável: _____	Prazo: _____	
	Data: ___/___/___	
É necessário reavaliar os riscos/oportunidades? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Ass.(RQSA/THS): _____ Data: ___/___/___		
Ações Corretivas (NC)/Ações de Melhoria (OM): _____		

Prazo de Implementação: _____		
Prazo para análise da eficácia: _____		
Responsável: _____	Data: ___/___/___	
É necessário reavaliar os riscos/oportunidades? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Ass.(RQSA/THS): _____ Data: ___/___/___		
Verificação da Implementação : _____		

Data: ___/___/___	Rubrica: _____	
Análise da Eficácia: _____		

Data: ___/___/___	Rubrica: _____	

Anexo 3 – Ficha Técnica PENETRON

IMPERMEABILIZANTE DE CRISTALIZAÇÃO INTEGRAL POR PINTURA

DESCRIÇÃO

O **Penetron Standard** é um material de impermeabilização por cristalização integral, aplicado superficialmente, que impermeabiliza e protege o betão em profundidade. Ele consiste em cimento Portland, areia de quartzo especialmente tratada e compostos químicos ativos. O **Penetron Standard** necessita somente de ser misturado com água antes da aplicação. Quando o **Penetron Standard** é aplicado na superfície do betão, os componentes químicos ativos reagem com os compostos da pasta de cimento e com a humidade presente nos capilares do betão para formar uma estrutura cristalina insolúvel. Esses cristais preenchem os poros e fissuras de retração do betão para prevenir qualquer ingresso de água, mesmo sob pressão. Contudo, **Penetron Standard** ainda permitirá a passagem de vapor de água através da estrutura, ou seja, o betão será capaz de respirar. Além de promover a impermeabilização da estrutura, o **Penetron Standard** protege o concreto contra a água do mar, afluentes domésticos e industriais, águas agressivas do solo e muitas outras soluções químicas agressivas. O **Penetron Standard** é aprovado para uso em contato com a água potável e é, portanto, apropriado para uso em reservatórios de água, barragens, estações de tratamento de água, etc. O **Penetron Standard** não é um material decorativo.

RECOMENDADO PARA

O **Penetron Standard** pode ser aplicado em todo o betão estruturalmente sã, seja novo ou velho. Também pode ser aplicado nos lados positivos ou negativos das faces do betão.

As áreas típicas de aplicação são:

- Paredes diafragmas;
- Estacionamentos;
- Lajes de concreto;
- Túneis;
- Juntas de construção e de dilatação;
- Fundações;
- Estruturas de contenção de água como barragens;
- Lajes de subsolo de garagens;
- Piscinas;
- Estações de tratamento de água e efluentes;
- Canais;
- Reservatórios;
- Pontes, etc.

VANTAGENS

- Torna-se parte integrante do betão, resultando em uma estrutura resistente e durável. O **Penetron Standard** não deve ser confundido com uma pintura ou membrana;
- Pode ser aplicado na face positiva ou negativa do betão;
- As propriedades de impermeabilização e resistência química mantêm-se intactas mesmo se a estrutura for danificada;
- Altamente eficaz contra pressões hidrostáticas elevadas;
- Melhor relação custo/ benefício do que as membranas hidrolíticas e sistemas com painéis de argila;
- Fácil de aplicar;
- Não pode ser separado nas juntas, rasgado ou perfurado;

TOTAL CONCRETE PROTECTION®

Ficha Técnica do Produto

- Não requer proteção durante os aterros e nem durante a colocação de barras de aço ou de tela soldada, e outras operações habituais;
- Sela fissuras até 0,4 mm de abertura. Não se limita a disfarçar ou cobrir as fissuras;
- Permite a respiração do betão, evitando o acúmulo de vapor e deixando o betão completamente seco;
- Resistente aos ataques químicos - pH de 3 a 11 em contato permanente, e pH de 2 a 12 em contato esporádico - e assegura uma vasta gama de proteção contra os ciclos de gelo e degelo, águas subterrâneas agressivas, água do mar, carbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos;
- Pode ser aplicado em betão húmido ou durante a fase plástica;
- Protege as armaduras;
- Não é tóxico. Aprovado para aplicações em água potável (NSF 61).

INSTRUÇÕES DE USO

Consumo:

Estruturas de contenção de água, superfícies internas da parede de betão: duas camadas de **Penetron Standard** com consumo de 0,65kg a 0,80kg/m² por demão ou uma camada 1,3kg a 1,6kg/m² aplicados com equipamento de projeção.

Lajes: consumo de 1kg/m², aplicado em uma demão na consistência de pasta fluida sobre o betão endurecido ou aspergindo o pó seco sobre o betão fresco e dando acabamento com uma espátula quando este tiver atingido o tempo de pega inicial.

Juntas de dilatação: consumo de 1,5kg/m², aplicado com consistência de pasta fluida ou pó seco, porém, imediatamente antes do lançamento do próximo betão.

Betão da sub-base (betão magro): consumo de 1,2kg/m², aplicado na consistência de pasta fluida ou pó seco, porém, imediatamente antes do lançamento do betão da laje final.

Preparação da Superfície:

Todo o betão a ser tratado com uma impermeabilização por cristalização total **Penetron Standard** deve ser limpo e ter a porosidade superficial aberta. Deve-se remover resíduos de pasta de cimento, pó, sujeiras, óleo desmoldante e agentes de cura mediante hidrojateamento de alta pressão, jato de areia húmida ou escova de aço. Ao longo das fissuras, deve-se abrir uma calha através de apicoamento e, deve-se remover o betão segregado. Aplicar ponte de aderência de **Penetron Standard** com consistência de pasta fluida e preencher o restante com **Penecrete Mortar**. As superfícies devem ser cuidadosamente humedecidas antes da aplicação do **Penetron Standard**. A condição ideal da superfície é saturada com superfície seca.

Mistura:

- **Aplicação manual:** a relação de mistura é de 5 partes de **Penetron Standard** para 2,5 partes de água (em volume).

- **Aplicação por projeção:** a relação de mistura é de 5 partes de **Penetron Standard** para 3 partes de água (em volume).

Recomenda-se a mistura mecânica do **Penetron Standard** com água limpa até a completa homogeneização. Misturar somente a quantidade de material necessária para ser usada dentro de 20 minutos e mexer a mistura frequentemente. Não adicionar água além do recomendado.

Aplicação:

Consistência de pasta fluida: aplicar o **Penetron Standard** em uma ou duas demãos de acordo com as recomendações para aplicação manual ou por projeção. Quando são especificadas duas demãos, aplicar a segunda demão enquanto a primeira ainda estiver fresca.

STANDARD

Ficha Técnica do Produto

Consistência de pó seco (somente para superfícies horizontais): A quantidade especificada de **Penetron Standard** é distribuída na forma de pó através de uma peneira e espátula sobre o concreto fresco lançado uma vez que ele tenha atingido a pega inicial.

Após a aplicação: As áreas tratadas devem ser mantidas húmidas por um período de 5 dias e devem ser protegidas contra o sol e vento cobrindo a região com lonas de polietileno ou mantas específicas para a cura ou algo similar.

OBSERVAÇÃO

Não aplicar o **Penetron Standard** a temperaturas iguais ou abaixo do congelamento. O **Penetron Standard** não pode ser usado como um aditivo do betão ou reboco. O **Penetron Admix** deve ser considerado para essas aplicações.

DADOS TÉCNICOS

Estado do agregado	pó
Cor	cinza
Densidade aparente do pó	1,450gr/cm ³

*Todos os dados são valores médios de muitos testes realizados em laboratório. Na prática, variações climáticas tais como temperatura e humidade, bem como a porosidade do substrato podem afetar esses valores.

SUPORTE TÉCNICO

Para mais instruções, métodos de aplicação alternativos ou informação quanto à compatibilidade do **Penetron Standard** com outros produtos e tecnologias, entrar em contato com o Departamento Técnico da PENETRON INTERNATIONAL ou o representante local.

EMBALAGEM

Este produto está disponível em baldes de 25kg.

VALIDADE

Validade de 12 meses quando armazenado na embalagem original.
Manter em local seco e ventilado e evitar exposição ao calor e luz solar direta.

SAÚDE E SEGURANÇA

O **Penetron Standard** contém cimento. Pode provocar irritação aos olhos e pele. O **Penetron Standard** pode causar sensibilização pelo contato com a pele. Manter longe do alcance das crianças. Evitar contato com olhos e pele.

Em caso de contato com os olhos, enxaguar imediatamente com água e procurar conselhos médicos.
Usar luvas adequadas. Para mais informações, consultar a ficha de segurança.

GARANTIA

A PENETRON INTERNATIONAL garante que os produtos fabricados por ela estarão isentos de defeitos no material e estarão consistentes com sua elevada qualidade. Se algum dos produtos for comprovadamente defeituoso, a responsabilidade para a PENETRON INTERNATIONAL será limitada à substituição do material comprovadamente defeituoso e em nenhum caso ela será responsabilizada de outra forma por danos acidentais ou consequenciais. A fabricante não dá nenhuma garantia quanto à comercialização ou adequação para uma finalidade em particular e esta garantia substitui todas as outras garantias expressas ou implícitas. O utilizador deverá determinar a adequação do produto para o seu uso pretendido e assumir todos os riscos e

TOTAL CONCRETE PROTECTION®

Ficha Técnica do Produto

responsabilidades em relação ao mesmo. Não nos responsabilizamos por aplicações que não tenham seguido as orientações descritas nessa ficha técnica.

Advertência: As informações e as recomendações relacionadas com a aplicação e utilização final do produto, são fornecidas de boa fé e estão baseadas na nossa experiência e no melhor do nosso conhecimento, porém devem ser ajustadas a cada projeto, aplicação e principalmente às condições locais de aplicação no campo, das superfícies e do estado do material. Não nos responsabilizamos pela aplicação dos produtos Penetron em construções que não atendam às práticas aceitas na engenharia e que não atendam ao projeto estrutural. Recomendações verbais diferentes das contidas aqui, não são válidas sem a confirmação por escrito da PENETRON INTERNATIONAL.



004aCPR2013-07-10
EN 934-2
Penetron International, Ltd.
601 South Tenth Street,
Unit 300
Allentown, PA 18103

PENETRON STANDARD
Reparação estrutural e
não estrutural
Força compressiva:
Classe R3 (≥ 25 Mpa)

Conteúdo de cloreto:
<0,05% em massa
Ligação adesiva: NPD
Contração restrita,
expansão: NPD
Módulo Elástico: NPD
Compatibilidade térmica: NPD
Comportamento de corrosão:
considerado
nenhum efeito corrosivo
Reactão para disparar: NPD
Substâncias perigosas: NPD

PENETRON
IBÉRICA
TOTAL CONCRETE PROTECTION

Z. I. do Entroncamento, E.N. 3 – Lote 20
2330-210 Entroncamento

Telf: (+351) 249 728 448
geral@penetroniberica.pt
www.penetroniberica.pt

TOTAL CONCRETE PROTECTION®

Anexo 4 – Acreditação Laboratório Central da CONDURIL



Informação geral

Acreditação	L0289
Referencial	NP EN ISO/IEC 17025
Entidade	CONDURIL, Engenharia, S.A. - Laboratório Central da Conduril
Sigla	CONDURIL - LCC
Data de Concessão	2001-12-21
Certificado em vigor	2020-10-11
Contacto	Dr. Sérgio Silva

Locais abrangidos

Endereço	Av Engº Duarte Pacheco nº 1835 4445-416 ERMESINDE
Distrito	Porto
Telefone	229773920
Fax	229748668
E-mail	ssilva@conduril.pt

Âmbito de acreditação - Local: 4445-416 ERMESINDE
Anexo técnico em vigor: 2023-10-09

Produto	Ensaio	Método	Categoria
	[Agregados e inertes]		
Agregados Aggregats	Análise granulométrica. Método de peneiração. Dimensões inferiores ou iguais a 63 mm. Determination of particle size distribution. Sieving method. Dimensions less than or equal to 63 mm	NP EN 933-1	0
Agregados Aggregats	Avaliação dos finos. Ensaio de equivalente de areia Assessment of fines. Sand equivalent test	NP EN 933-8	0
Agregados Aggregats	Avaliação dos finos. Ensaio do azul-de-metileno Assessment of fines. Methylene blue test	NP EN 933-9	0
Agregados Aggregats	Determinação da absorção de água (cálculo) Determination of water absorption (calculus)	NP EN 1097-6 (Exceto Anexos E e G) (Except Annexes E and G)	0
Agregados Aggregats	Determinação da baridade Determination of loose bulk density	NP EN 1097-3	0
Agregados Aggregats	Determinação da forma das partículas - Índice de achatamento	NP EN 933-3	0

Agregados Aggregats	Determination of particle shape – Flakiness index Determinação da forma das partículas - Índice de forma. Determination of particle shape – Flakiness index	EN 933-4	0
Agregados Aggregats	Determinação da massa volúmica Determination of particle density	NP EN 1097-6 (Exceto Anexos E e G) (Except Annexes E and G)	0
Agregados Aggregats	Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos. Determination of percentage of crushed and broken surfaces in coarse aggregate particles	NP EN 933-5	0
Agregados Aggregats	Determinação do teor de humidade por secagem em estufa ventilada. Determination of water content by drying in a ventilated oven	NP EN 1097-5	0
Agregados Aggregats	Determinação do volume de vazios (cálculo) Determination of voids (calculus)	NP EN 1097-3	0
Agregados Aggregats	Métodos para a determinação da resistência à fragmentação - "Método de Los Angeles" Methods for the determination of resistance of fragmentation – "Los Angeles method"	NP EN 1097-2 (Exceto Anexo A) (Except Annex A)	0
Balastro Ballast	Métodos para a determinação da resistência à fragmentação – "Método de Los Angeles" Determination of resistance to fragmentation of aggregates for railway ballast - Los Angeles method	EN 1097-2 (Anexo A e H) (Anex A and H)	0
[Betões, cimentos e argamassas]			
Betão endurecido Concrete	Execução e cura dos provetes para ensaios de resistência mecânica Making and curing specimens for strength tests	NP EN 12390-2	2

- A acreditação para uma dada norma internacional abrange a acreditação para as correspondentes normas regionais adotadas ou nacionais homologadas (i.e., "ISO abc" equivale a "EN ISO abc" e "NP EN ISO abc" ou UNE EN ISO abc, NF EN ISO abc, etc...).

- The standard documents marked with (*) have been cancelled and their technical validity is not in question.

- This laboratory has a scope of accreditation with intermediate flexible description, which allows him to implement new versions of normative documents in the scope of accreditation.

Tests covered are identified by omission of the correspondent normative document version in column "Test Method".

The Laboratory has available for consultation a list of Accredited Tests under Intermediate Flexible Accreditation permanently updated, specifying the tests covered.

- The responsible for approving the List of Accredited Tests under Intermediate Flexible Accreditation is Sérgio Silva.

- Accreditation to a given international standard includes accreditation to the corresponding adopted regional or national standards (i.e. or national homologated standards (i.e. "ISO abc" is equivalent to "EN ISO abc" and "NP EN ISO abc" or UNE EN ISO abc, NF EN ISO abc, etc...)).

Este Anexo Técnico foi emitido em versão bilingue, sendo que o texto em português prevalece para todos os efeitos legais.

Categorias

- 0 - ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
- 1 - ensaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
- 2 - ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas