

# **Controlo de prazos e de produtividades de Subempreitadas – Estudo de caso**

**ANDRÉ CARVALHO AMARAL**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

---

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria

MARÇO DE 2023

## **MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2022/2023**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [dec@fe.up.pt](mailto:dec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia Civil - 2022/2023 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2023.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais, Irmã e Amigos

*We shape our buildings and, afterwards, our buildings shape us.*

WINSTON CHURCHILL





## **AGRADECIMENTOS**

Na fase final do que provavelmente foi o maior desafio da minha vida, queria agradecer especialmente aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio que me prestaram ao longo destes anos, sem nunca duvidarem do meu êxito.

Aos meus avós que sempre confiaram no meu sucesso e especialmente ao meu avô, que desde sempre me ensinou com sabedoria como tudo funciona na vida, incluindo as obras.

Aos amigos que conheci na faculdade, por todas as conversas e momentos, que com toda a certeza serão para a vida e que me ensinaram o verdadeiro significado da palavra resiliência.

Ao Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria por todo o acompanhamento prestado nestes meses e pela forma que me preparou para o futuro como Engenheiro.

Ao Eng.º Vítor Cruz por toda a disponibilidade, por todo o conhecimento e sabedoria que me transmitiu durante o período de estágio.

Ao Eng.º Miguel Mandim por acreditar na minha capacidade e pela forma que me tentou tranquilizar em relação ao futuro.



## RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo contribuir com um estudo aplicado em uma obra real para a melhoria do processo de gestão de subempreitadas na Direção de Obras, visto exclusivamente na perspetiva dos interesses do empreiteiro geral. Este tem uma dependência crescente de outras empresas, os subempreiteiros, por isso é essencial estabelecer novos princípios e metodologia de colaboração e parceria conjuntas.

A dissertação é baseada numa obra de ampliação, um pavilhão industrial construído pela empresa Garcia, Garcia S.A., e teve por base um estágio profissional desenvolvido em contexto empresarial com o objetivo principal de produzir esta dissertação.

O controlo de prazos e produtividade em obras é essencial para garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo e orçamento estabelecidos. Isso inclui a monitorização dos trabalhos em andamento, a identificação de possíveis atrasos e a implementação de medidas para os minimizar. Algumas das técnicas utilizadas para controlar prazos e produtividade incluem a criação de um planeamento detalhado do projeto, evidenciando em detalhe as tarefas a realizar e as durações e datas representativas de início e fim previstos para cada uma delas.

A utilização de ferramentas, como o gráfico de Gantt, para visualizar o progresso do projeto e identificar possíveis atrasos e o controlo diário dos trabalhos em curso, incluindo a verificação do decorrer das tarefas, garantindo que sejam concluídas dentro do prazo estabelecido, é essencial.

Como medidas de melhoria de gestão de subempreiteiros, decorrentes deste estudo, foi possível identificar as seguintes mais significativas:

- Identificar rapidamente os problemas mais importantes e implementar de imediato medidas para corrigi-los, a fim de evitar atrasos;
- Medir a produtividade dos trabalhadores e dos equipamentos de apoio, para identificar problemas e soluções para aumentar a sua eficácia;
- Tornar a comunicação entre todas as partes envolvidas no projeto mais eficiente, incluindo o dono de obra, os projetistas e a fiscalização da obra e, pelo lado do empreiteiro geral, a direção de obra e os executivos, chefias e trabalhadores dos subempreiteiros, para garantir que todos estejam cientes do progresso do projeto e das expectativas reais de cada um.

Em conclusão, o estudo visa contribuir para uma gestão mais eficiente e rentável da Construção Civil em Portugal, tornando-a mais competitiva. Para isso, são necessárias uma postura cooperante e uma parceria estratégica entre o empreiteiro geral e os seus subempreiteiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Planeamento e Controlo de prazos; Empreiteiro geral; Controlo de produtividade; Gestão de subempreitadas; Estudo de caso



## **ABSTRACT**

The present dissertation aims to contribute with an applied study in a real construction site for the improvement of the subcontracts management process in the Construction Management, seen exclusively from the perspective of the interests of the general contractor. They have an increasing dependence on other companies, the subcontractors, so it is essential to establish new principles and methodology of collaboration and partnership.

The dissertation is based on an extension work, an industrial building built by the company Garcia, Garcia S.A., and was based on a professional internship developed in a business context with the main objective of producing this dissertation.

The control of deadlines and productivity on construction sites is essential to ensure that the project is completed on time and within budget. This includes monitoring work in progress, identifying possible delays and implementing measures to minimise them. Some of the techniques used to control deadlines and productivity include the creation of a detailed project plan, showing in detail the tasks to be carried out and the durations and representative start and finish dates planned for each one of them.

The use of tools, such as the Gantt chart, to visualise the progress of the project and identify possible delays and the daily monitoring of work in progress, including checking the progress of tasks, ensuring that they are completed within the established deadline is essential.

As measures for improving subcontractor management, arising from this study, it was possible to identify the following most significant ones:

- Identify quickly the most important problems and immediately implement measures to correct them in order to avoid delays;
- Measuring the productivity of workers and support equipment, to identify problems and solutions to increase their effectiveness;
- Make communication between all parties involved in the project more efficient, including the project owner, designers, site supervision and, on the general contractor's side, the site management and the executives, managers and workers of subcontractors, to ensure that everyone is aware of the progress of the project and the real expectations of each other.

In conclusion, the study aims to contribute to a more efficient and profitable management of Civil Construction in Portugal, making it more competitive. This requires a cooperative attitude and a strategic partnership between the general contractor and its subcontractors.

**KEYWORDS:** Planning and Scheduling; General Contractor; Productivity Control; Management of subcontracting; Case Study.



## ÍNDICE GERAL

|                      |     |
|----------------------|-----|
| AGRADECIMENTOS ..... | i   |
| RESUMO .....         | iii |
| ABSTRACT .....       | v   |

## 1. INTRODUÇÃO..... 1

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1.1. OBJETO, ÂMBITO E OBJETIVOS ..... | 1 |
| 1.2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO.....    | 2 |
| 1.3. METODOLOGIA SEGUIDA.....         | 2 |
| 1.4. SÍNTESE DE CONTEÚDOS .....       | 3 |

## 2. Gestão de Subempreitadas ..... 5

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. INTRODUÇÃO .....                                                                 | 5  |
| 2.2. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A MELHORIA NA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL .....               | 6  |
| 2.3. SUBEMPREENHEIROS COMO A FORÇA PRODUTIVA PRINCIPAL DOS EMPREENHEIROS GERAIS ..... | 7  |
| 2.4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL MAIS IMPORTANTE.....                                        | 8  |
| 2.5. PAPEL E RESPONSABILIDADES DO SUBEMPREENHEIRO .....                               | 9  |
| 2.6. PROBLEMAS FREQUENTES NAS SUBEMPREENHADAS .....                                   | 10 |
| 2.7. MEDIDAS PARA MODERNIZAR A CONSTRUÇÃO CIVIL EM PORTUGAL.....                      | 12 |
| 2.7.1. APLICAR OS CONCEITOS DA FILOSOFIA LEAN .....                                   | 13 |
| 2.7.2. LEAN CONSTRUCTION.....                                                         | 15 |
| 2.7.3. REDUZIR OS DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO .....                                    | 15 |
| 2.7.4. AUMENTAR A PRODUTIVIDADE DOS SUBEMPREENHEIROS.....                             | 15 |
| 2.7.4.1 CONCEITO DE PRODUTIVIDADE .....                                               | 16 |
| 2.7.4.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE .....                                 | 16 |
| 2.7.4.3 FORMAS DE CONTROLO.....                                                       | 16 |
| 2.8. AUMENTAR O USO DE SOFTWARE DE CONTROLO DE PRAZOS - MSPROJECT.....                | 17 |

## 3. CASO DE ESTUDO .....19

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 3.1. A EMPRESA ACOlhEDORA .....                        | 19 |
| 3.2. DESCRIÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA OBRA EXISTENTE ..... | 20 |
| 3.3. ARQUITETURA DO NOVO EDIFÍCIO .....                | 23 |
| 3.4. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DA AMPLIAÇÃO .....          | 26 |
| 3.4.1. ESTRUTURA .....                                 | 26 |
| 3.4.2. COBERTURAS.....                                 | 27 |
| 3.4.3. PAREDES .....                                   | 27 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3.4.4. PAVIMENTO TÉRREO.....     | 27 |
| 3.4.5. CAIXILHARIA E VÃOS.....   | 28 |
| 3.4.6. ARRANJOS EXTERIORES ..... | 28 |

## **4. GESTÃO DE SUBEMPREITADAS NA GG .....31**

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 4.1. INTRODUÇÃO.....                                  | 31 |
| 4.2. LISTA DE SUBEMPREITADAS.....                     | 31 |
| 4.3. PROCESSO DE CONTRATAÇÃO DE SUBEMPREITEIROS ..... | 34 |
| 4.4. CONTROLO DE SUBEMPREITADAS EM OBRA .....         | 34 |
| 4.4.1. PLANEAMENTO DE TAREFAS.....                    | 34 |
| 4.4.2. CONTROLO DA QUALIDADE DAS TAREFAS .....        | 34 |
| 4.4.3. AUTOS DE MEDIÇÃO .....                         | 35 |
| 4.4.4. ATRASOS E IMPREVISTOS.....                     | 36 |

## **5. CONTROLO DE PRAZOS E PRODUTIVIDADE .....37**

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 5.1. INTRODUÇÃO.....                                  | 37 |
| 5.2. PLANEAMENTO DA OBRA .....                        | 37 |
| 5.2.1. PROCESSO.....                                  | 37 |
| 5.2.2. CCS CANDY .....                                | 38 |
| 5.2.3. PLANEAMENTO BASE .....                         | 38 |
| 5.3. DESENVOLVIMENTO DO PLANEAMENTO EXISTENTE .....   | 39 |
| 5.3.1. INTRODUÇÃO – PLANEAMENTO DE PORMENOR.....      | 39 |
| 5.3.2. ESTRUTURA METÁLICA .....                       | 39 |
| 5.3.3. PAVIMENTO .....                                | 41 |
| 5.4. BALIZAMENTO DO PLANEAMENTO INICIAL .....         | 41 |
| 5.5. BALIZAMENTO DO PLANO DA ESTRUTURA METÁLICA ..... | 43 |
| 5.6. BALIZAMENTO DO PLANO DO PAVIMENTO .....          | 44 |
| 5.7. PLANEAMENTO VISUAL USADO NESTA OBRA .....        | 44 |
| 5.7.1. DESENHOS LEGENDADOS COM DATAS.....             | 44 |
| 5.7.2. LAST PLANNER SYSTEM (LPS).....                 | 48 |
| 5.8. SÍNTESE DO CAPÍTULO .....                        | 49 |

## **6. CONTROLO DE PRODUTIVIDADE DAS SUBEMPREITADAS ..... 51**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 6.1. INTRODUÇÃO..... | 51 |
| 6.2. FUNDAÇÕES.....  | 51 |



|                                                                              |               |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>6.3. ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA DE BETÃO ARMADO .....</b>                    | <b>53</b>     |
| <b>6.4. ESTRUTURA METÁLICA .....</b>                                         | <b>57</b>     |
| 6.4.1. APLICAÇÃO DE PAINÉIS SANDWICH EM FACHADAS .....                       | 57            |
| 6.4.2. APLICAÇÃO DAS MADRES DE COBERTURA .....                               | 59            |
| <b>6.5. SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>                                  | <b>60</b>     |
| <b>6.6. PAVIMENTO .....</b>                                                  | <b>63</b>     |
| 6.6.1. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA TAREFA - SÍNTESE.....                            | 63            |
| 6.6.2. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA TAREFA – TAREFAS PRINCIPAIS.....                 | 64            |
| A) APLICAÇÃO DE GEOTÊXTIL .....                                              | 64            |
| B) APLICAÇÃO DO TOUT-VENANT.....                                             | 64            |
| C) APLICAÇÃO DA CAMADA DE PLÁSTICO .....                                     | 64            |
| D) PROTEÇÃO ENTRE PAVIMENTO E ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....                     | 65            |
| E) INSTALAÇÃO DE REDE ELETROSSOLDADA .....                                   | 66            |
| F) BETONAGEM DO PAVIMENTO INTERIOR.....                                      | 66            |
| 6.6.3. CONTROLO DE PRODUTIVIDADE.....                                        | 69            |
| <b>6.7. REDE DE AR COMPRIMIDO .....</b>                                      | <b>71</b>     |
| <b>6.8. SÍNTESE DO CAPÍTULO .....</b>                                        | <b>74</b>     |
| <br><b>7. CONCLUSÃO .....</b>                                                | <br><b>75</b> |
| 7.1. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS .....                                     | 75            |
| 7.2. REFLEXÃO SOBRE O CUMPRIMENTO DE OBJETIVOS .....                         | 76            |
| 7.3. SUGESTÕES PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE SUBEMPREITADAS ..... | 76            |
| 7.4. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....                               | 77            |
| <br>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                         | <br>79        |
| <br><b>ANEXOS.....</b>                                                       | <br><b>81</b> |
| ANEXO A – REPORTAGEM FOTOGRÁFICA REALIZADA NA OBRA.....                      | 83            |
| ANEXO B – PLANTA DE ESTALEIRO .....                                          | 109           |



## Índice de Figuras

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Requisitos ideais para subempreiteiros e empreiteiros [2] .....                         | 9  |
| Figura 2 - Distribuição de opiniões para melhorar as práticas de pagamento [4] .....               | 10 |
| Figura 3 - Distribuição de opiniões para melhorar as práticas de segurança [4] .....               | 11 |
| Figura 4 - Benefícios da parceria entre subempreiteiros e prestadores de serviços gerais [4] ..... | 11 |
| Figura 5 - Distribuição das opiniões relativas a práticas para melhorar a produtividade [4] .....  | 12 |
| Figura 6 - Características da construção vs características da produção [7] .....                  | 13 |
| Figura 7 - Diferenças entre a construção Lean e a construção tradicional [8] .....                 | 14 |
| Figura 8 - Modelo de processo de Lean Construction [6] .....                                       | 14 |
| Figura 9 - Produtividade [9] .....                                                                 | 16 |
| Figura 10 - Planeamento Geral .....                                                                | 17 |
| Figura 11 - Logótipo da Empresa .....                                                              | 20 |
| Figura 12 - Áreas de Construção .....                                                              | 20 |
| Figura 13 - Edifício Existente (Proposta) .....                                                    | 21 |
| Figura 14 - Edifício Existente (Street View) .....                                                 | 21 |
| Figura 15 - Representação dos limites do terreno .....                                             | 22 |
| Figura 16 - Disposição dos edifícios no terreno .....                                              | 22 |
| Figura 17 - Caso de Estudo .....                                                                   | 23 |
| Figura 18 - Planta da Cobertura .....                                                              | 24 |
| Figura 19 - Planta do Pavimento .....                                                              | 24 |
| Figura 20 - Pormenores Construtivos .....                                                          | 25 |
| Figura 21 - Estrutura em metal e betão pré-fabricado .....                                         | 26 |
| Figura 22 - Vista 3D do novo Edifício .....                                                        | 27 |
| Figura 23 - Terreno uniformizado .....                                                             | 28 |
| Figura 24 - Fachadas do Novo Edifício .....                                                        | 29 |
| Figura 25 – Ficha de inspeção de Trabalhos da Estrutura Metálica .....                             | 35 |
| Figura 26 - Planeamento Geral .....                                                                | 39 |
| Figura 27 - Planeamento da Estrutura Metálica .....                                                | 40 |
| Figura 28 - Planeamento do Pavimento .....                                                         | 41 |
| Figura 29 - Balizamento 1 do Plano Geral em 9/12/2022 .....                                        | 42 |
| Figura 30 - Balizamento 2 do Plano Geral .....                                                     | 42 |
| Figura 31 - Balizamento da Estrutura Metálica em 9/1/2023 .....                                    | 43 |
| Figura 32 - Balizamento do Pavimento em 25/1/2023 .....                                            | 44 |
| Figura 33 - Planeamento Visual da Estrutura Metálica .....                                         | 45 |
| Figura 34 - Planeamento Visual das Fundações .....                                                 | 45 |

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 35 - Planeamento Visual da Estrutura pré-fabricada (vigas) .....                            | 46 |
| Figura 36 - Planeamento Visual da Estrutura pré-fabricada (pilares) .....                          | 47 |
| Figura 37 – LPS - Informação Geral do Projeto .....                                                | 48 |
| Figura 38 - Quadro de tarefas diárias do sistema LPS da GG – exemplo aplicado nesta obra [13]..... | 49 |
| Figura 39 - Gráfico da Produtividade acumulada da realização das Fundações .....                   | 53 |
| Figura 40 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação dos pilares .....                      | 55 |
| Figura 41 - Gráfico da Produtividade acumulada da realização das Asnas e Caleiras.....             | 55 |
| Figura 42 - Gráfico da produtividade acumulada da aplicação de painéis de fachada .....            | 56 |
| Figura 43 - Características dos Painéis .....                                                      | 57 |
| Figura 44 - Pormenor construtivo do alçado poente .....                                            | 58 |
| Figura 45 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação de painéis de fachada .....            | 58 |
| Figura 46 - Vista 3D da estrutura em betão armado com as madres.....                               | 59 |
| Figura 47 – Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação de madres de cobertura .....           | 59 |
| Figura 48 - Planta do sistema sifónico .....                                                       | 61 |
| Figura 49 - Imagem representativa - Geberit Pluvia .....                                           | 61 |
| Figura 50 – Gráfico da produtividade acumulada da instalação do sistema de águas pluviais .....    | 62 |
| Figura 51 - Check-List de Pavimento (pontos 1 a 6) .....                                           | 63 |
| Figura 52 - Check-List de Pavimento (continuação – pontos 7 a 10) .....                            | 63 |
| Figura 53 - Aplicação de Geotêxtil e Tout-venant .....                                             | 64 |
| Figura 54 - Aplicação da camada plástica.....                                                      | 65 |
| Figura 55 - Espuma de polietileno .....                                                            | 65 |
| Figura 56 - Rede Eletrossoldada .....                                                              | 66 |
| Figura 57 - Betonagem do Pavimento.....                                                            | 67 |
| Figura 58 - Adição de fibras de aço no local da obra.....                                          | 67 |
| Figura 59 - Gráfico da produtividade acumulada da aplicação do tout-venant.....                    | 69 |
| Figura 60 - Gráfico da produtividade acumulada da betonagem .....                                  | 70 |
| Figura 61 - Localização no pavilhão da rede de ar comprimido .....                                 | 72 |
| Figura 62 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação da rede de ar comprimido.....          | 72 |

## Índice de Tabelas

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Lista de Subempreitadas .....                                   | 32 |
| Tabela 2 - Lista de equipamentos da obra.....                              | 33 |
| Tabela 3 - Auto emitido .....                                              | 36 |
| Tabela 4 - Mapa de Quantidades da Estrutura Metálica .....                 | 40 |
| Tabela 5 - Produtividade da realização das fundações.....                  | 52 |
| Tabela 6 - Produtividade da aplicação de pilares .....                     | 54 |
| Tabela 7 - Produtividade da aplicação de Asnas e Caleiras .....            | 54 |
| Tabela 8 - Produtividade da aplicação de Painéis de Betão .....            | 56 |
| Tabela 9 - Produtividade da aplicação de painéis sandwich .....            | 57 |
| Tabela 10 - Produtividade da aplicação das madres de cobertura.....        | 60 |
| Tabela 11 - produtividade da instalação do sistema de águas pluviais ..... | 62 |
| Tabela 12 - Produtividade da aplicação de tout-venant .....                | 70 |
| Tabela 13 - Produtividade da Betonagem .....                               | 71 |
| Tabela 14 - Produtividade da aplicação da rede de ar comprimido .....      | 73 |



# 1.

# INTRODUÇÃO

## 1.1. OBJETO, ÂMBITO E OBJETIVOS

Esta dissertação foi realizada em contexto empresarial em que o autor assumiu o papel de Adjunto de Diretor de Obra em contexto real de obra.

A Direção de Obra é o grande tema de carácter geral da dissertação, o desenvolvimento de contributos para uma gestão eficiente e rentável dos recursos produtivos é o tema aplicado integrado nos objetivos da dissertação e que mais à frente se explicitam.

Provavelmente este será sempre o principal desafio enfrentado pelas empresas construtoras em Portugal e nunca é demais realizar estudos académicos sobre o tema. Entende-se que é sobretudo importante melhorar os processos de gestão da mão-de-obra subcontratada, todo o processo de gestão dos materiais e componentes colocados em obra, e da estrutura produtiva fundamental materializada nos equipamentos de apoio à construção da obra e nas subempreitadas.

A melhoria da gestão de subempreiteiros é crucial, pois eles representam a maior parte da força produtiva na construção e há muitas oportunidades de melhoria com retorno imediato.

A dissertação aplica-se a uma obra de construção de um pavilhão industrial e foi realizada no contexto de um estágio profissional realizado na empresa Garcia, Garcia S.A. (GG) durante a fase inicial da obra, imediatamente após a realização das fundações do edifício.

O trabalho que aqui se apresenta é totalmente aplicado com foco nas áreas de Planeamento e Gestão de Obra, visando a melhoria da eficiência da gestão de subempreiteiros. A dissertação pretende identificar ações concretas para melhorar os processos de gestão de obras em Portugal, a partir da análise da produtividade de tarefas realizadas pelos subempreiteiros e do controlo de produção dos mesmos ao nível do planeamento e controlo das tarefas realizadas.

O controlo de prazos e produtividade em obras é uma parte importante da gestão de obra, que envolve o planeamento, monitorização e controlo das atividades (tarefas) da obra. Isso inclui gerir recursos, como mão de obra, equipamentos de apoio e materiais e componentes a incorporar na obra, além de acompanhar o progresso da sua incorporação nos trabalhos.

A utilização de ferramentas de planeamento e controlo de prazos, como por exemplo o Gráfico de Gantt, é essencial para o sucesso no controlo de prazos e da produtividade em obras. Gantt apresenta o projeto sob a forma de gráfico de barras, onde cada tarefa é representada por uma barra horizontal. A barra mostra o período durante o qual a tarefa deve ser concluída, assim como o progresso real da tarefa.

O objetivo deste controlo em obra é garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo estabelecido e dentro do orçamento, além de assegurar que a qualidade do trabalho é realizada de acordo com o previsto em normas e regulamentos aplicáveis, respeitando integralmente o projeto em termos de conformidade com o nele se especifica.

Em síntese, o objetivo geral desta dissertação é contribuir de alguma forma para encontrar medidas de melhoramento no âmbito da Direção de Obra em Portugal, incidindo de modo aplicado sobre as áreas do planeamento e controlo de prazos e sobre o controlo de produtividade.

Em termos de âmbito, aplica-se a uma obra real usando-se assim a metodologia de usar um exemplo real para demonstrar que a melhoria dos processos de gestão de subempreiteiros muito beneficia do desenvolvimento de técnicas específicas de gestão como as exploradas nesta dissertação que possam ser usadas como “língua-franca” entre as partes no sentido de todos obterem sucesso em sentido lato ao nível dos lucros, cumprimento de prazos e realização de obras com qualidade e sem defeitos.

## **1.2. ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO**

No âmbito da realização da dissertação do Mestrado em Engenharia Civil, na especialidade de Construções, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, este trabalho foi desenvolvido em ambiente de estágio empresarial como atrás se refere.

Foi decisão do autor realizar esta investigação em ambiente empresarial, para ganhar experiência e conhecimento em ambiente de obra, para que o resultado do trabalho realizado pudesse ser vantajoso para o estagiário e também para a empresa.

A empresa escolhida foi a Garcia, Garcia S.A., em que o aluno foi enquadrado numa obra de ampliação de uma fábrica (SISMA) na zona da Maia. Esta obra já tinha sido iniciada quando o aluno compareceu pela primeira vez no local e foi diariamente acompanhada até ao seu fim e conseqüente entrega ao cliente final.

O período de estágio foi cerca de 4 meses, em que foi possível presenciar e analisar todas as especialidades presentes na construção de pavilhões industriais.

A obra inicialmente consistia na construção de dois pavilhões industriais, o que acabou por ser reduzido para apenas um, nesta fase, por conveniência do cliente final.

O estudante ao acompanhar todo o processo construtivo deste edifício, observou e calculou a produtividade de vários tipos de tarefas em especialidades distintas, o que permitiu auxiliar a Direção de Obra no controlo de prazos e produtividades, funcionando no fundo como um Diretor de Obra adjunto.

## **1.3. METODOLOGIA SEGUIDA**

O acompanhamento contínuo no decorrer da obra permitiu que todas as atividades fossem testemunhadas, o que levou a uma gestão mais ativa do estado geral da mesma, permitindo intervir em certas situações, levando a um aumento da produtividade na realização das tarefas acompanhadas por parte dos subempreiteiros envolvidos.



Diariamente o aluno fazia várias análises ao trabalho a ser desenvolvido, com o objetivo de garantir a produtividade prevista e, ao mesmo tempo, a qualidade do produto final.

Tratando-se de um Edifício Industrial, foi necessário ter em atenção sobretudo a especialidade de Estruturas para que a data de conclusão desta intervenção não fosse afetada. Devido às más condições climáticas ocorridas no mais recente Inverno e também às más condições geotécnicas do terreno de implantação da obra, tornou-se essencial fechar o mais cedo possível a estrutura do pavilhão e a sua envolvente exterior, com o intuito de realizar todos os trabalhos no interior do edifício, sem qualquer tipo de contratempo e consequentemente atrasos.

A interação constante com a Direção de Obra possibilitou uma grande aquisição de conhecimentos não só a nível técnico, mas também a nível socioeconómico. Graças a esta facilidade, a disponibilidade de documentos por parte da Empresa era quase instantânea, agilizando bastante o processo de gestão e planeamento.

Em termos de metodologia de realização desta dissertação, esta pode assim ser sinteticamente definida como um processo desenvolvido em “contexto real de trabalho”, em que em paralelo se procuraram fazer análises e reflexões com valor académico ao nível do registo numérico e estatístico de situações concretas de obra.

#### **1.4. SÍNTESE DE CONTEÚDOS**

No capítulo 1 está descrito o objetivo da realização desta dissertação, o respetivo enquadramento do estágio na Empresa acolhedora, a metodologia seguida durante todo este processo e por fim, a organização de conteúdos da mesma.

O capítulo 2 é de estado da arte sobre o tema Gestão de subempreiteiros, o tema geral da dissertação. Para realizar este capítulo, foi feita uma consulta de diversos documentos académicos, relacionados com o tema da dissertação, dando ênfase à Gestão de Subempreitadas, que normalmente está na raiz dos atrasos na Construção Civil em Portugal e, fez-se uma síntese de algumas medidas de melhoria, essencialmente baseadas na Lean Construction.

No capítulo 3 é feita uma apresentação da Empresa acolhedora, uma descrição geral do edifício já existente da fábrica e uma memória descritiva do novo pavilhão industrial, resultante da ampliação.

No capítulo 4 é realizada uma análise macro ao planeamento deste projeto, com a respetiva listagem de todos os subempreiteiros em obra, o planeamento realizado pela GG e o seu método de trabalho relacionado com a fase de planeamento.

No capítulo 5 é realizado o Controlo de Prazos e Produtividade com o desenvolvimento do planeamento geral nas especialidades mais importantes da obra, com os respetivos balizamentos de todas as tarefas e a identificação das principais causas responsáveis pelo atraso da obra, ao nível da gestão corrente e concretização de tarefas das subempreitadas mais importantes.

No capítulo 6 está descrita uma análise micro do controlo de produtividade das subempreitadas mais importantes presentes em obra, envolvendo as diferentes especialidades e tipos de tarefas, os materiais utilizados e os vários rendimentos associados a cada uma delas.

No capítulo 7 final apresentam-se as conclusões finais da dissertação, identificando-se algumas soluções de melhoria, inspiradas nas dificuldades encontradas no acompanhamento da obra exemplo.



## 2.

# Gestão de Subempreitadas

### 2.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve técnicas para contribuir para a melhoria do processo de “Gestão de subempreitadas”, referindo simultaneamente a situação atual da indústria da construção em termos de controlo de produtividade e de custos no local da obra.

À medida que os empreiteiros recrutam subempreiteiros para realizar o trabalho, a gestão de subempreitadas tornou-se uma componente crucial na gestão da construção.

Mesmo quando se contratam empresas do mesmo grupo empresarial, o processo deverá passar pelo mesmo processo de seleção e tratamento que as outras empresas externas, potencialmente também fornecedoras dos trabalhos em questão.

Existem numerosas pequenas empresas no sector da construção, e uma parte significativa delas é gerida por indivíduos que não possuem as qualificações necessárias para os cargos que ocupam. Sem a utilização destas empresas, o trabalho não pode ser concluído porque é completamente impossível assegurar este recurso através da contratação direta, já que estas pequenas empresas especializadas concentram a maioria da mão-de-obra disponível para executar as tarefas específicas em que se especializaram.

É fundamental que as empresas subempreiteiras tenham a capacidade de inovar, para que o setor da Construção Civil se torne num setor mais produtivo e eficaz.

A adoção de novas tecnologias de construção, nomeadamente a implementação de equipamento de apoio (pequenas ferramentas), que resultam num aumento das taxas de produtividade durante a execução dos trabalhos, constitui um passo importante nestas empresas.

Estes fatores são cruciais para abordar a questão da escassez de mão-de-obra que a indústria da construção está atualmente a sofrer. Por um lado, a inovação está a reduzir a sua necessidade, por outro, está a melhorar as condições dos trabalhadores da construção e a tornar a indústria mais atrativa para os jovens em geral.

Este capítulo oferece sugestões para aumentar a eficiência do processo de construção de edifícios, com um enfoque específico na melhoria do processo de gestão de subempreitadas.

A gestão dos subcontratados feita de forma integrada e participativa, com um foco direcionado para o controlo da produtividade e o consequente controlo de custos e dos prazos de realização das tarefas pelos subempreiteiros, são os pontos chave para esse aumento.

O capítulo baseia-se na consulta de vários documentos académicos evidenciados no seu texto e elencados no final nas referências bibliográficas.

## **2.2. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A MELHORIA NA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL**

Na Construção Civil, as empresas têm como principal objetivo obter receitas e lucros, assim como qualquer empresa noutra ramo, na realização de projetos com diversos tipos de utilização.

Para que este grande objetivo seja cumprido é necessário fazer a gestão de forma eficiente de todos os recursos à sua disposição, sejam na mão-de-obra, nos equipamentos, nos contratos e subcontratos, nos materiais e essencialmente no dinheiro.

É necessário reunir as condições ideais para que uma obra seja considerada um sucesso. O processo é mais fácil quando não existe atraso no prazo previsto inicialmente, as condições de segurança estão reunidas, a qualidade do produto final é satisfatória, o que vai minimizar os custos do projeto, sendo indispensável respeitar as condições ambientais, de acordo com a legislação aplicável.

Outro fator de análise com uma importância cada vez mais elevada é a qualidade da construção. Ao longo dos anos foi possível entender que uma construção de boa qualidade ajuda bastante na redução de custos, comparativamente com uma construção de má qualidade.

A melhoria da qualidade da obra construída pode ser obtida através da implementação de um sistema de garantia de qualidade, adequado e que apenas conseguirá ser introduzido em obra recorrendo a uma ampla colaboração entre as estruturas de direção de obra do empreiteiro geral e as estruturas de gestão de todos os subempreiteiros envolvidos na obra

Construir de forma errada ou com qualidade insuficiente implica “retrabalho” de que resultam inevitavelmente aumentos significativos de custos. Os processos de “Gestão da Qualidade” permitem a minimização dos riscos de anomalias em obras e o consequente controlo e redução de custos com retrabalho.

A segurança é algo indispensável no decorrer de qualquer tipo de obra, em qualquer que seja a sua localização, dentro ou fora do país.

É essencial completar as tarefas de acordo com os recursos financeiros disponíveis, algo que nem sempre tem a atenção devida na Construção Civil Portuguesa.

Normalmente o custo real de uma obra em Portugal, excede sempre o orçamento previsto inicialmente.

Para que este problema seja evitado, é extremamente importante uma cuidada análise na elaboração do orçamento de um projeto de construção, para que seja obtida uma previsão real dos custos de obra. Para além da necessidade de uma orçamentação mais cuidada, a produtividade vai também influenciar bastante a margem de lucro obtida pelo Empreiteiro Geral e respetivos Subempreiteiros.

A questão Ambiental é algo que hoje é inevitável falar e deve ser considerado como um parâmetro que é necessário respeitar num projeto de Construção Civil. Consequentemente a Construção Sustentável é cada vez mais falada, de onde resulta por exemplo a necessidade de usar materiais recicláveis, a diminuição dos desperdícios dos mesmos, o que só é possível se a sua utilização for feita de modo racional e eficiente.

### **2.3. OS SUBEMPREENHEIROS COMO A FORÇA PRODUTIVA PRINCIPAL DOS EMPREENHEIROS GERAIS**

As empresas de Construção Civil em Portugal são obrigadas a recorrer aos serviços das subempreitadas, quando assim se justifica. Existem situações que a empresa não tem a capacidade de corresponder às necessidades de um determinado projeto, seja em termos de mão de obra ou equipamento, que não justifica a aquisição destes recursos apenas para uma situação pontual.

A grande razão que leva os Empreiteiros a recorrer a estes subcontratos, é a falta de mão de obra especializada, seja para a realização de trabalhos em que não têm capacidade própria ou de empresas do grupo, como por exemplo na área das carpintarias, impermeabilizações, instalações elétricas, pichelaria ou até mesmo serralharia, seja para obter melhores preços e aumentar a competitividade das suas estruturas próprias, normalmente empresas do grupo.

A decisão de recorrer a terceiros para desempenhar uma determinada tarefa, traduz-se numa redução de recursos próprios por parte do Empreiteiro geral, que não terá a necessidade de aumentar a sua estrutura administrativa, muito menos o número de trabalhadores e logo reduz muito o seu risco ao nível dos custos fixos próprios.

Graças à experiência por parte dos Subempreiteiros em realizarem trabalhos que requerem uma mão-de-obra tão específica, acabam por desenvolver algum tipo de técnicas ou soluções que acabam por ser mais económicas do que as utilizadas pelo Empreiteiro Geral, caso fosse desempenhar a mesma tarefa.

Após a realização de uma análise, em que se conclui que será necessário recorrer a uma Subempreitada, terá de se iniciar um concurso, recolher e analisar todas as propostas recebidas e finalmente proceder à adjudicação da Subempreitada.

O contrato realizado entre o Empreiteiro Geral e o Subempreiteiro, vai passar o controlo das tarefas realizadas durante o decorrer da obra para o subempreiteiro, tornando o processo de controlo das margens de lucro da subempreitada num processo menos técnico e mais comercial, envolvendo a otimização da faturação junto do cliente e a minimização da maior parte dos custos de produção operacionais junto dos subempreiteiros.

Esta gestão é feita com o acordo prévio dos prazos para a realização das tarefas propostas pelos subempreiteiros, de todas as condições de segurança necessárias respeitar, os requisitos de qualidade, da produtividade desejada e os métodos de pagamento disponíveis.

O principal papel desenvolvido pelo Empreiteiro durante a presença do Subempreiteiro na realização das tarefas que foram acordadas, é o acompanhamento do processo, como se de um Dono de Obra se tratasse.

Este acompanhamento é algo realmente indispensável a fazer, para que todos os problemas originados pelas subempreitadas sejam minimizados. Exemplos desses problemas são por exemplo a falta de qualificação dos trabalhadores usados e falhas de comunicação entre Empreiteiro geral e Subempreiteiro de que resultam trabalhos feitos de forma não compatível com o projeto da obra.

## **2.4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL MAIS IMPORTANTE**

A legislação portuguesa relativamente a subempreitadas baseia-se nos documentos [1] e [2].

De acordo com [1]:

- Só é permitida a subcontratação de trabalhos a empresas de construção que estejam devidamente habilitadas para o exercício da atividade nos termos da presente lei;
- A empresa de construção à qual tenha sido adjudicada uma obra pode, salvo disposição contratual em contrário, recorrer à subcontratação;
- A empresa subcontratante aproveita das habilitações detidas pelas empresas subcontratadas;
- As empresas de construção que pretendam recorrer à subcontratação devem previamente comprovar, mediante consulta no sítio na Internet do IMPIC, I. P., ou no balcão único eletrónico dos serviços, as habilitações detidas pelas empresas que pretendam subcontratar, e manter posteriormente em estaleiro o comprovativo dessas habilitações;
- Os contratos de empreitada e subempreitada de obra particular sujeitos à lei portuguesa, de acordo com [1], devem ter:
  - a) Identificação completa de ambas as partes;
  - b) Identificação dos alvarás, certificados ou registos das empresas de construção intervenientes;
  - c) Identificação do objeto do contrato, incluindo as peças escritas e desenhadas, quando presentes;
  - d) Valor do contrato;
  - e) Prazo de execução da obra.
- Cada entidade executante deve ainda garantir a existência de um horário de trabalho para cada obra, validado pela ACT (Autoridade para as condições de trabalho) da região e deve possuir alvará adequado à obra em questão.

O aspeto mais importante de [2] é a referência à segurança, onde se menciona que todos os subempreiteiros devem difundir as regras aplicáveis à Segurança e Saúde dos seus colaboradores, antes de se iniciarem os trabalhos (formação mínima de cada trabalhador);

## 2.5. PAPEL E RESPONSABILIDADES DO SUBEMPREITEIRO

Qualquer que seja o serviço prestado por um subempreiteiro, o seu relacionamento com a Empresa construtora é sempre muito delicado. Esta situação é causada pelo facto de a construtora ser a responsável pela obra, aos olhos do cliente, mas na contratação dos subempreiteiros, as responsabilidades dos próprios não serem muitas vezes definidas com clareza.

Para que seja evitado qualquer tipo de imprevisto, é necessário que fique bem definido desde início o papel dos Subempreiteiros.

No sentido de elevar a competitividade apresentada pelas Empresas do setor com estatuto de Empreiteiro geral, na atualidade, as empresas subcontratadas passaram a desenvolver um papel bastante importante no seu processo de produção e mesmo de angariação de obras.

De acordo com [1], os requisitos ideais para o sucesso de uma obra, por parte da empresa contratada e da subcontratada são os evidenciados na Figura 1.

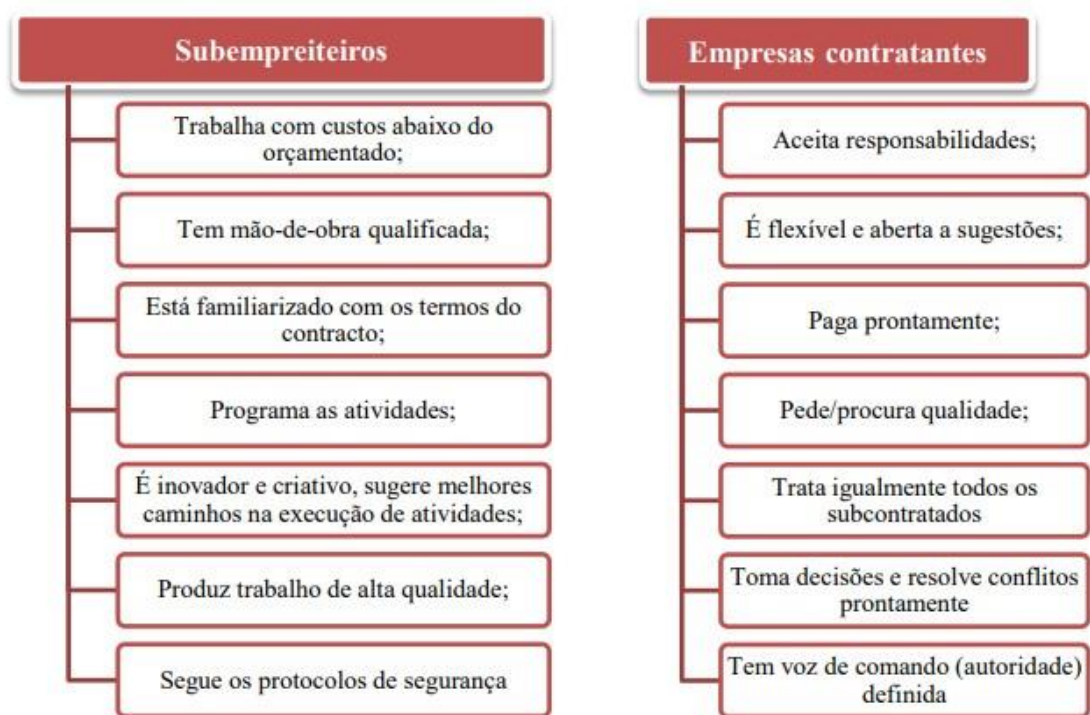


Figura 1 - Requisitos ideais para subempreiteiros e empreiteiros [2]

## 2.6. PROBLEMAS FREQUENTES NAS SUBEMPREITADAS

Na atualidade, as Empreitadas podem ter o número que pretenderem de empresas subcontratadas, embora nas obras públicas haja limites percentuais a respeitar (75% no máximo). Para além destes contratos, os contratantes têm acordos com fornecedores de materiais, fabricantes, representantes de fabricantes e distribuidores.

Para além de um projeto de Construção Civil ser maioritariamente desenvolvido por empresas subcontratadas, os pormenores da subcontratação são poucas vezes conhecidos e a procura de medidas para melhoramento dos mesmos não são discutidas.

Num estudo realizado em Portugal, [3], onde se investigaram as relações de cooperação entre contratantes e empresas subcontratadas do ponto de vista dos subempreiteiros. Após este estudo “inicial”, foi realizado um em 2005, descrito em [4], que teve como objetivo atualizar este estudo feito anteriormente.

Nesta nova versão, foi tido em conta não só o ponto de vista dos subempreiteiros, mas também o dos Empreiteiros gerais e Donos de Obra. Com a realização deste inquérito em 2005, os principais problemas detetados foram os evidenciados abaixo:

- a) Pagamentos: Conforme figura 2 abaixo, é possível concluir que as generalidades das respostas a este inquérito, por parte do Subempreiteiro, da Empresa Geral e dos Donos de Obra, referem que os Donos de Obra devem pagar às empresas a tempo;

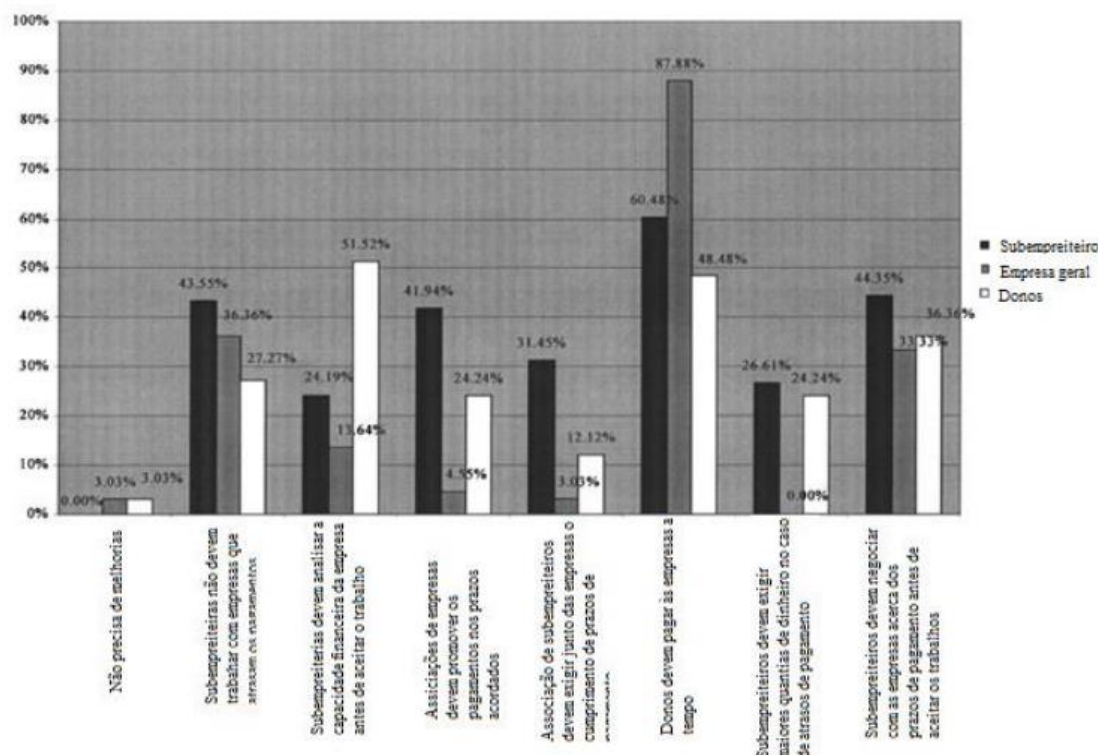


Figura 2 - Distribuição de opiniões para melhorar as práticas de pagamento [4]

- b) Comunicação: Deve ser feito um esforço para melhorar a comunicação entre o Empreiteiro Geral e os Subempreiteiros, para que o desenrolar dos trabalhos seja mais fácil e a qualidade do produto final seja superior.



- c) Segurança: Relativamente à Segurança, os inquiridos responderam na sua maioria que as Empresas devem apostar na melhoria dos seus programas de Segurança, ver figura 3;

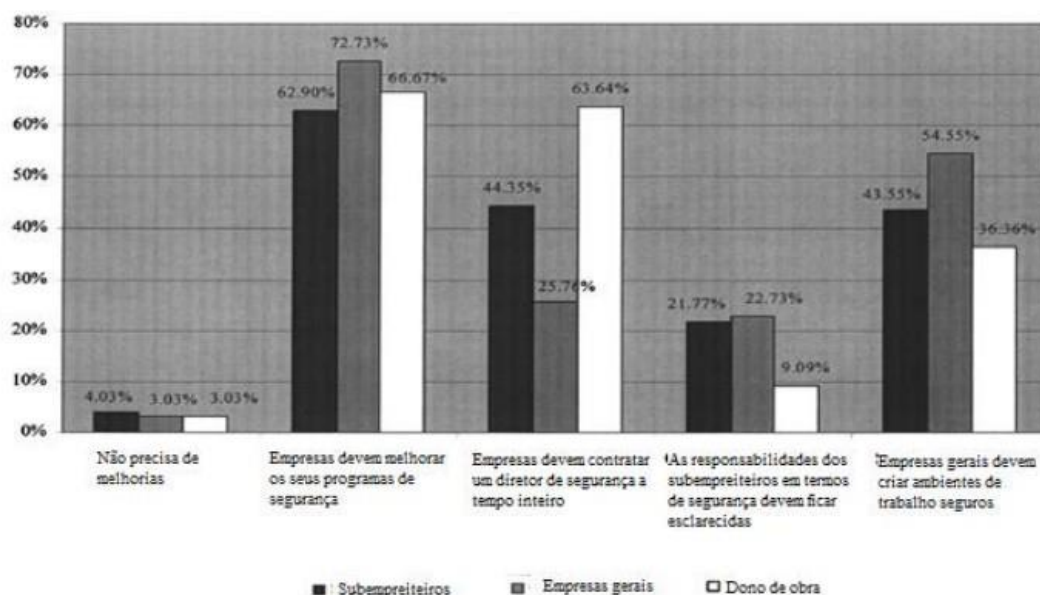


Figura 3 - Distribuição de opiniões para melhorar as práticas de segurança [4]

- d) Questões de parceria: Em termos de parceria, as Empresas e os Donos de Obra defendem que o envolvimento anterior em fase pré-contratual por parte dos Subempreiteiros seria vantajoso, ver Figura 4. Este envolvimento poderia ser realizado na fase de Planeamento de Obras, para que os Subempreiteiros estejam preparados a nível de recursos produtivos, cumprindo assim com os prazos e produtividades previstos.

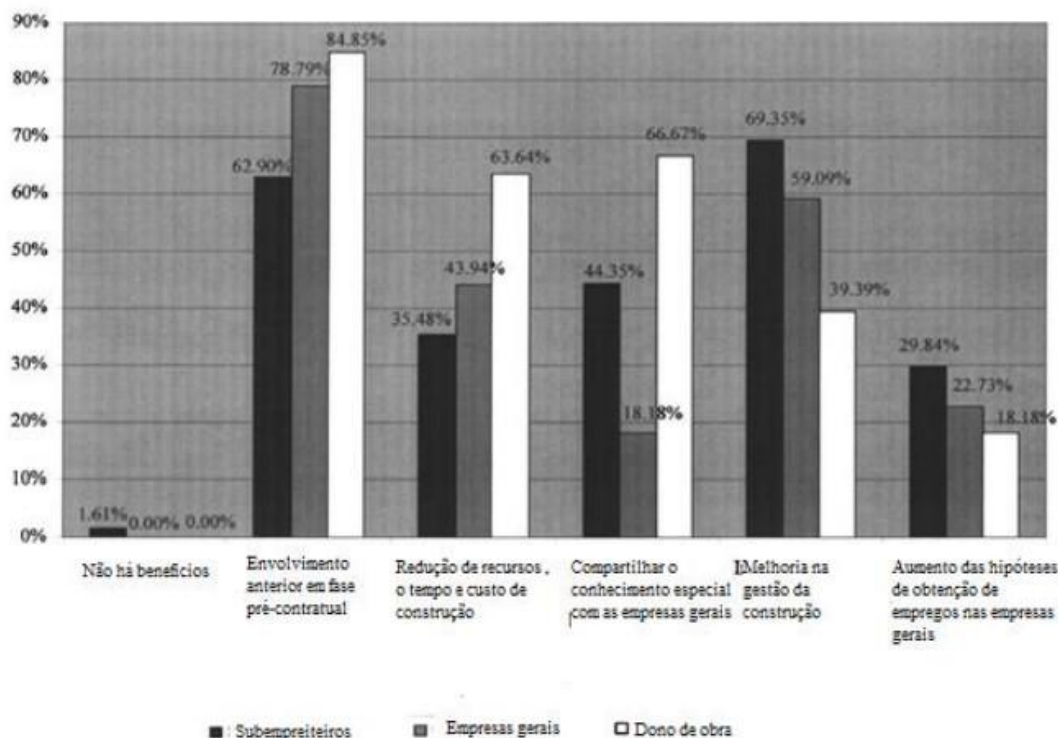


Figura 4 - Benefícios da parceria entre subempreiteiros e prestadores de serviços gerais [4]

- e) Produtividade: Os Donos de Obra, as Empresas Gerais e os Subempreiteiros estão de acordo em relação ao melhoramento da produtividade, que todos devem estar familiarizados com a construção/métodos modernos de construção, ver figura 5;

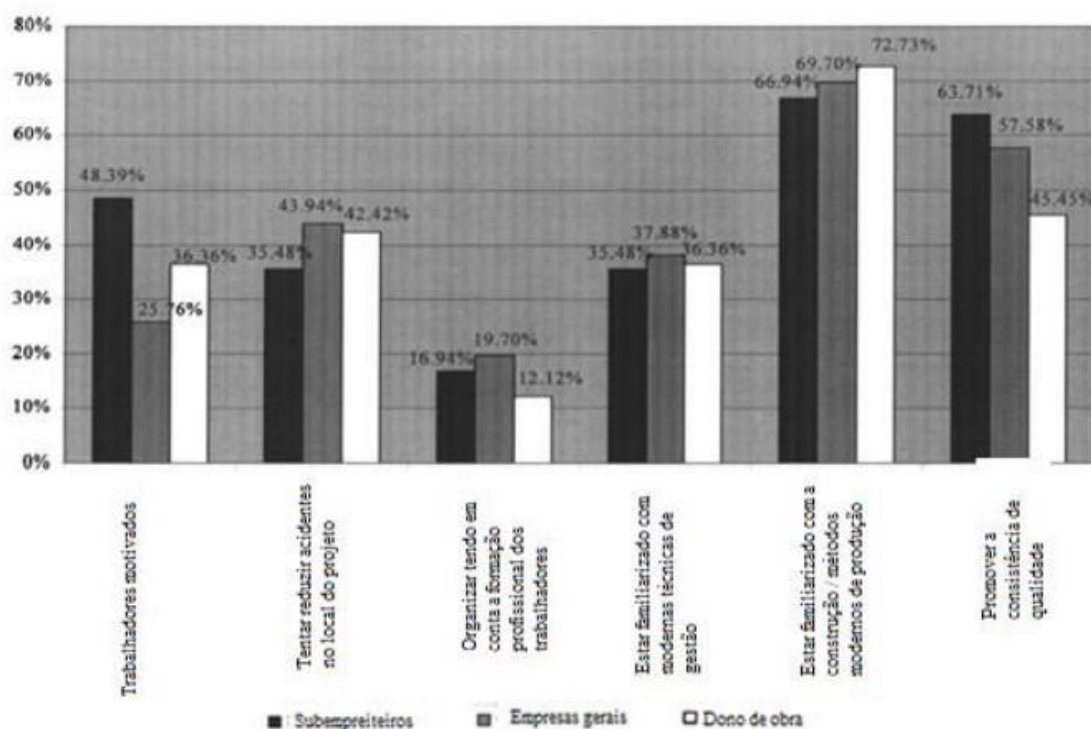


Figura 5 - Distribuição das opiniões relativas a práticas para melhorar a produtividade [4]

## 2.7. MEDIDAS PARA MODERNIZAR A CONSTRUÇÃO CIVIL EM PORTUGAL

### 2.7.1. APLICAR OS CONCEITOS DA FILOSOFIA LEAN

Qualquer Empresa necessita de se adaptar às mudanças do setor, para que seja capaz de manter maior competitividade no mercado em que se encontra e alcançar os objetivos pretendidos.

Atualmente é usual recorrerem a métodos suportados pela Filosofia Lean, seguindo o exemplo da cultura e economias japonesa, em que se inspira, que através deste modelo de produção, conseguiram alcançar uma vantagem de mercado, garantindo uma produção de máxima qualidade, ao preço mais baixo. Esta metodologia tem como base filosófica fundamental o respeito para com as pessoas e o ambiente, focando-se na aposta nos trabalhadores, mudando comportamentos, mentalidades e culturas.

Este modelo de produção começou por ser o modelo da Empresa Toyota Motor Company, e originou um grande conjunto de técnicas e ferramentas que podem ser implementadas em qualquer empresa, independentemente do setor, que pretenda melhorar a sua eficiência de produção, de forma a ter mais variedade, qualidade, a uma maior velocidade, com uma redução de custos associados, que originou mais tarde o termo Lean Production.

Segundo [5], escrito pelos criadores do termo Lean Thinking (Pensamento Lean), existem 5 princípios que sustentam a filosofia Lean e que abaixo se discriminam:

- Identificar o valor de cada produto;
- Identificar a cadeia de valor para cada produto;
- Criar um Fluxo de Valor;
- Deixar o cliente puxar o valor do produto;
- Perseguir a Perfeição.

### 2.7.2. LEAN CONSTRUCTION

A grande necessidade de otimizar a produção na Engenharia Civil, levou à adaptação dos princípios da Lean Production à Construção Civil, que originou uma filosofia própria do setor, a Lean Construction [6].

O setor da Construção Civil é bastante diferenciado dos restantes setores, em termos de produção e mercado de trabalho. A construção está sujeita a uma mudança constante, em que a competitividade e a demonstração de resultados são essenciais, sendo assim a gestão e o planeamento necessários para o setor.

A fase de planeamento é indispensável para que todas as questões relacionadas com a segurança sejam respeitadas, e o projeto em si seja produtivo.

O conceito Lean Construction pode influenciar uma melhoria na estruturação de uma organização, no trabalho de equipa, na eliminação de desperdícios e na utilização eficiente de recursos.

Como é possível observar no quadro da figura 6 abaixo, o setor da Construção Civil apresenta um conjunto de características que o tornam diferente dos outros setores.

O conceito de Lean Construction pode influenciar uma melhoria na estruturação de uma organização, no trabalho de equipa, na eliminação de desperdícios e na utilização eficiente de recursos.

|                                | Indústria da construção                                                                                                                                                     | Indústria da transformação                                                              |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Natureza das atividades</b> | Uma de cada tipo                                                                                                                                                            | Repetitiva / sequencial                                                                 |
| <b>Local de trabalho</b>       | Provisório                                                                                                                                                                  | Fixo / estável                                                                          |
| <b>Materiais necessários</b>   | Não estandardizados                                                                                                                                                         | Estandarizados                                                                          |
| <b>Fornecedores</b>            | Orientados pelo planeamento                                                                                                                                                 | Orientados pelas ordens de produção                                                     |
| <b>Stock de segurança</b>      | Pouco reforçado                                                                                                                                                             | Muito reforçado                                                                         |
| <b>Corpo de trabalho</b>       | Sazonal                                                                                                                                                                     | Não sazonal                                                                             |
| <b>Remuneração</b>             | Dependente das competências, experiência e da entidade empregadora                                                                                                          | Políticas salariais mais estáveis                                                       |
| <b>Ambiente</b>                | Produtividade influenciada pelas mudanças ambientais                                                                                                                        | Produtividade não tão dependente das mudanças ambientais                                |
| <b>Produção e montagem</b>     | <i>In-situ</i>                                                                                                                                                              | Dentro da fábrica                                                                       |
| <b>Tecnologia</b>              | Baixo nível de automação                                                                                                                                                    | Automação dos processos mais presente e mais avançada                                   |
| <b>Qualidade</b>               | Relacionado com a conformidade do produto. A necessidade de voltar a fazer o trabalho é comum                                                                               | Controlo próximo do nível de qualidade dos produtos. A duplicação do trabalho é evitada |
| <b>Envolvimento do cliente</b> | Acompanhamento próximo da produção                                                                                                                                          | Menos envolvido                                                                         |
| <b>Cultura</b>                 | Indefinida, os colaboradores de obra pouco sabem sobre a cultura de gestão da empresa                                                                                       | Claramente definida, estando os trabalhadores conscientes da mesma                      |
| <b>Intervenção reguladora</b>  | As soluções de <i>design</i> de um projeto de construção são, durante as suas fases, várias vezes sujeitas a verificações e aprovações por parte de autoridades reguladoras | Menos sujeito a fiscalizações/ verificações e aprovações                                |

Figura 6 - Características da construção vs características da produção [7]

Foram identificados onze princípios essenciais do processo da Lean Construction, [6], ver figuras 7 e 8. Esses princípios são os seguintes:

- Redução e eliminação de atividades que não acrescentam valor ao cliente;
- Aumentar o valor do produto conforme as necessidades do cliente;
- Reduzir a variedade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Redução do número de etapas de um processo;
- Aumentar a transparência do processo;
- Controlar o Processo Global;
- Melhoria contínua no processo;
- Equilibrar melhorias de fluxo de conversão;
- Benchmarking.

|                                  | <i>Lean</i>                               | Tradicional                              |
|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Liderança</b>                 | Acompanhamento                            | Perseguir                                |
| <b>Otimização</b>                | O projeto todo                            | Uma atividade em específico              |
| <b>Perspetiva de planeamento</b> | Puxar o planeamento                       | Empurrar o planeamento                   |
| <b>Sistema de produção</b>       | Sistema de produção que flui              | Sistema de produção que converge         |
| <b>Processo de produção</b>      | Eficaz                                    | Eficiente                                |
| <b>Medida de avaliação</b>       | Percentagem de planeamento concluído      | WBS, CPM, <i>Earned Value</i>            |
| <b>Satisfação do cliente</b>     | Sucessor do processo satisfeito           | Dono de obra ou cliente final satisfeito |
| <b>Planeamento</b>               | "Vai-se aprendendo"                       | "Faz-se como se sabe"                    |
| <b>Incerteza</b>                 | Interna                                   | Externa                                  |
| <b>Coordenação</b>               | Mantém-se as promessas                    | Seguem-se ordens                         |
| <b>Objetivo da supervisão</b>    | Reduzir a variabilidade e gerir os fluxos | Acelerar o processo e produzir           |

Figura 7 - Diferenças entre a construção Lean e a construção tradicional [8]

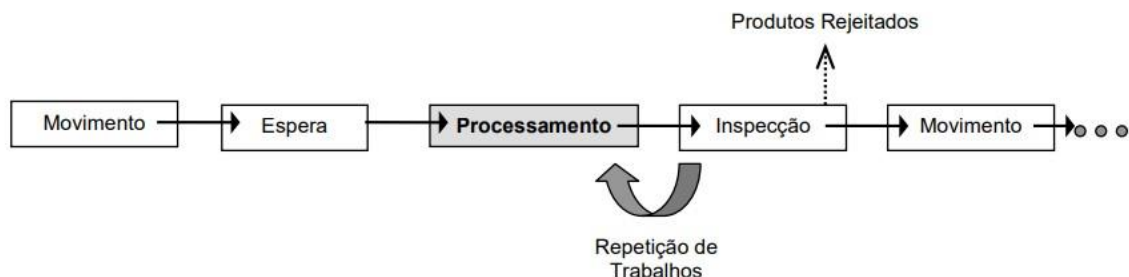


Figura 8 - Modelo de processo de Lean Construction [6]

### **2.7.3. REDUZIR OS DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO**

A filosofia Lean tem como objetivo fornecer os produtos desenvolvidos aos compradores, garantindo o seu máximo valor. Como qualquer tipo de cliente, estes apenas demonstram o seu interesse no valor que lhes é pedido na compra de um produto, desprezando a quantidade de esforço que a Empresa responsável pela sua produção aplica. Os sistemas de produção foram criados para satisfazer as necessidades dos clientes e das entidades responsáveis pela sua conceção. Os produtores têm como principal objetivo maximizar os seus lucros e minimizar qualquer tipo de desperdício na produção.

Este desperdício é visto como um dos pontos fulcrais da metodologia Lean, que tem como propósito a sua mitigação. Esta filosofia defende que o desperdício resulta na produção excessiva, o que pode levar a retrabalho e até mesmo ao desperdício dos materiais em questão.

### **2.7.4. AUMENTAR A PRODUTIVIDADE DOS SUBEMPREENHEIROS**

#### **2.7.4.1. CONCEITO DE PRODUTIVIDADE**

A produtividade é a relação entre as saídas geradas por um sistema, compreendido por Ambiente de Trabalho, e as Entradas exigidas por esse sistema, considerando-se um determinado período, ver figura 9 abaixo. Numericamente é calculada por expressões do tipo da equação 1.

O conceito nunca foi suficientemente creditado, e como resultado, a mão-de-obra barata foi utilizada para assegurar a competitividade na Construção Civil em Portugal.

$$Produtividade\ no\ trabalho = \frac{Produção}{Número\ de\ horas\ de\ trabalho} \quad (1)$$

Esta relação é fundamental para que seja possível medir a utilização de recursos humanos e financeiros, para que haja uma redução de custos de produção numa determinada obra, o que significa uma redução do uso de recursos naturais e humanos.

Tem como objetivo avaliar e melhorar o desempenho das empresas, aumentando a produtividade, sendo indispensável para o sucesso das mesmas.

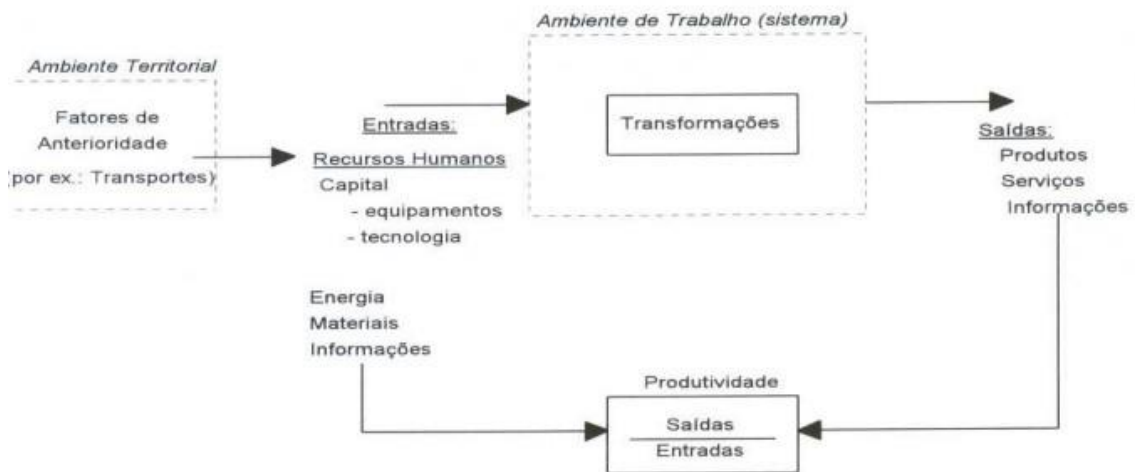


Figura 9 - Produtividade [9]

#### 2.7.4.2. Fatores que influenciam a Produtividade

Após a realização de alguns estudos em diferentes tipos de obras, estes foram os fatores que mais vezes se verificaram, de acordo com [18]:

- Falta de supervisão;
- Segurança no trabalho;
- Falta de materiais;
- Mão de obra não qualificada;
- Layout do estaleiro;
- Processo Construtivo;
- Clareza das especificações técnicas;
- Falta/Inadequação de ferramentas e equipamentos;
- Estrutura organizacional;
- Congestionamento do local de trabalho.

Com um maior controlo durante o processo construtivo é possível minimizar o efeito negativo destes fatores, que resultam num aumento de produção num certo intervalo de tempo, aumentando assim a produtividade de uma obra.

#### 2.7.4.3. FORMAS DE CONTROLO

Na Construção Civil é possível avaliar a produtividade de equipamentos ou mão de obra, através dos seus próprios rendimentos.

O rendimento da mão de obra pode ser calculado individualmente (oficial, servente), ou em termos de equipa. Para determinar estes valores, é necessário observar os trabalhadores durante a realização de uma determinada tarefa no decorrer da obra.



O documento [12], nos seus capítulos 5, 7 e 8, (“O Controle da Produtividade consiste então na comparação entre os rendimentos reais e previstos do fator de produção MÃO-DE-OBRA. Pode ser feito de modo global ou ao nível de cada categoria profissional.”), indica fórmulas e metodologias para calcular a produtividade de homens e máquinas a realizar trabalhos de construção civil.

## 2.8. AUMENTAR O USO DE SOFTWARE DE CONTROLO DE PRAZOS – POR EXEMPLO DO MSPROJECT

O MS Project é um programa criado pela Microsoft que permite a simplificação da gestão de projetos, que permite planear e programar todo o tipo de atividades, fazer o controlo de prazos, associar custos, e ainda permite atribuir um grau de relevância num projeto com o uso de balizamentos.

Para além de ser possível realizar estas etapas na fase de planeamento, também permite acompanhar o decorrer da obra e fazer qualquer tipo de ajuste em tempo real, conforme os atrasos do projeto.

O Planeamento da obra em estudo foi realizado de uma forma geral, ou seja, as tarefas não se encontram todas descritas ao pormenor, devido ao facto de se tratar de uma obra sem grande complexidade.

Apresenta-se abaixo na figura 11 esse plano com forma de exemplificar o que é correntemente feito nas obras como plano base de controle de prazos, usando o MS Project.

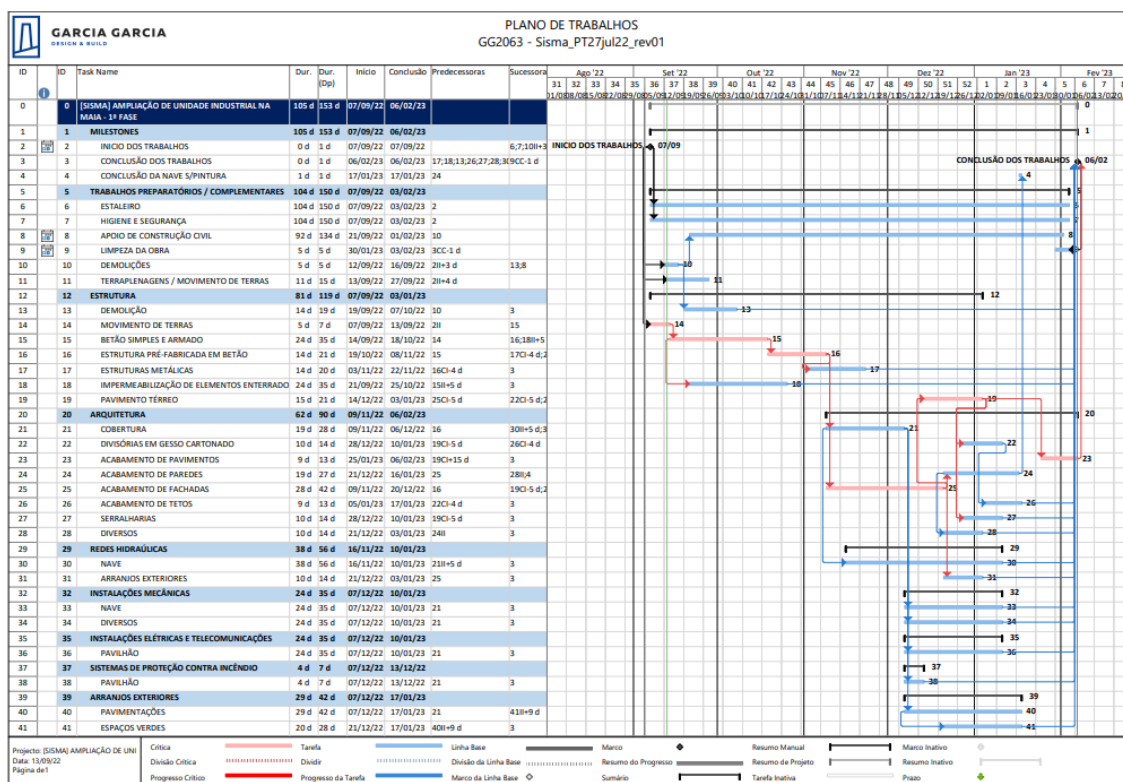


Figura 10 - Planeamento Geral





# Caso de Estudo

## 3.1. A EMPRESA ACOLHEDORA

A Garcia, Garcia S.A. (GG) é uma empresa do setor da construção civil que atua em Portugal há mais de 100 anos e está localizada em Moreira de Cónegos e Santo Tirso.

Apresenta um vasto portefólio na área, iniciando a sua atividade em construção de chaminés de fábricas da Indústria Têxtil, mas atualmente o seu modelo de negócio está mais focado em construção de parques industriais e empresariais.

O facto de ter uma preferência pela construção de edifícios industriais, faz com que apresente uma grande experiência nesse setor, como assim foi possível observar durante o estágio curricular.

O grande número de obras realizadas nesta área, permitiu a esta empresa desenvolver diversas ferramentas para que todo o processo de execução de um projeto seja agilizado e o mais eficiente possível. Esta medida passa pela criação de várias Check-Lists e de outros documentos de verificação, para que toda a “receita” seja seguida, minimizando ao máximo possíveis imprevistos do futuro.

Estas medidas começaram a ser aplicadas no início do séc. XXI, altura em que a GG iniciou uma nova dinâmica e fase de vida. O constante crescimento económico da GG desde os anos 80, deve-se à aposta recorrente a nível tecnológico e de recursos, com o objetivo de desenvolver e modernizar os métodos de produção da empresa.

A GG recorre quase exclusivamente a subempreiteiros, ficando apenas a direção de obra e o encarregado de obra a cargo da própria empresa.

Na obra em estudo, o aluguer de mão-de-obra (tarefeiros), ficou sempre a cargo dos subempreiteiros, ficando apenas o aluguer de equipamentos sobre a responsabilidade da GG.

Como se trata de uma obra com a presença abundante de empresas subcontratadas, a gestão dos trabalhos desempenhados pelas mesmas deve ser monitorizada, para que o prazo seja cumprido e a qualidade do produto final esteja de acordo com o planeado.



Figura 11 - Logótipo da Empresa

### 3.2. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA OBRA EXISTENTE

O caso estudado, onde foi realizado o estágio a que se refere esta dissertação, diz respeito a uma empreitada de ampliação de um edifício Industrial destinado à produção de produtos de metal não especificados, situado no concelho da Maia, num terreno com uma área total de 19 166.0 m<sup>2</sup>.

A obra em estudo nesta dissertação é uma obra particular, em que o Dono de Obra denomina-se de SA COUTO & MONTEIRO S.A (SISMA), que tem como propósito aumentar a sua produção de componentes metálicos, para dar resposta à atual grande procura pelos seus produtos.

A equipa projetista está integrada na Empresa Multiprojectus, que pertence ao grupo da GG.

A Figura 12 abaixo evidencia as características mais importantes da obra ao nível de áreas e volumes de construção e tipologias a construir e respetivas áreas.

Esta tabela foi retirada da proposta deste projeto, numa fase inicial, que contabilizava também a construção de um segundo pavilhão industrial, assim como um primeiro piso de escritórios, o que não corresponde à realidade.

|                                          | Edificado existente        | Ampliação                  | Final                      |
|------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Superfície do terreno final:             | 21 291.1m <sup>2</sup>     | 19 166.0m <sup>2</sup>     | 19 166.0m <sup>2</sup>     |
| Área de implantação:                     | 3675 m <sup>2</sup>        | 5281 m <sup>2</sup>        | 8956.0 m <sup>2</sup>      |
| Área de construção do piso 1             | 413m <sup>2</sup>          | 173,6m <sup>2</sup>        | 586,6 m <sup>2</sup>       |
| Área de Construção total:                | 4088 m <sup>2</sup>        | 5454,6 m <sup>2</sup>      | 9 542,6 m <sup>2</sup>     |
| Volumetria:                              | 32 370 m <sup>3</sup>      | 62 895,24 m <sup>3</sup>   | 95 265,24 m <sup>3</sup>   |
| Cércea:                                  | 9,20m                      | 9,20m + 12,81m             | 9,20m + 12,81m             |
| Números de Pisos:                        | 2 acima da cota de soleira | 2 acima da cota de soleira | 2 acima da cota de soleira |
| ESTACIONAMENTO                           |                            |                            |                            |
| Estacionamento Ligeiros (Privado)        |                            |                            | 119 lugares                |
| Estacionamento Pesado (Privado)          |                            |                            | 20 lugares                 |
| Estacionamento Público                   |                            |                            | 27 lugares                 |
| ARRANJOS EXTERIORES                      |                            |                            |                            |
| Passeios (em pedra chão)                 |                            |                            | 509,44 m <sup>2</sup>      |
| Circulação / Estacionamento (betuminoso) |                            |                            | 5422.00 m <sup>2</sup>     |
| Estacionamento em grelha de enrelvamento |                            |                            | 640.80 m <sup>2</sup>      |
| Pavimento em Betão                       |                            |                            | 284,62 m <sup>2</sup>      |
| Jardim (hidrossementeira do prado)       |                            |                            | 2 074.20 m <sup>2</sup>    |
| Relva                                    |                            |                            | 1 113.20 m <sup>2</sup>    |
| Cedência                                 |                            |                            | 2 482 m <sup>2</sup>       |

Figura 12 - Áreas de Construção

Esta obra foi dividida em duas fases distintas, apesar do planeado previamente.

Esta é a razão para a existência de valores de área superiores ao previsto, na Figura 12, pois apenas foi presenciada a realização da primeira fase do projeto, que consistiu na construção do primeiro pavilhão.



Figura 13 - Edifício Existente (Proposta)

Na Figura 13 e 14 está representado o edifício existente da fábrica SISMA, em formato digital e real respetivamente.

É ainda possível observar a vermelho a entrada principal à esquerda e a entrada secundária à direita, que foi a utilizada por todos os veículos relacionados com a Garcia no decorrer desta obra.



Figura 14 - Edifício Existente (Street View)





Figura 15 - Representação dos limites do terreno

Visto que o Google Maps ainda não se encontra atualizado nesta área, foi realizado um esboço dos limites do terreno, representados a preto.

A fábrica está localizada na zona da Maia e encontra-se ao lado da Autoestrada (A3), de acordo com as figuras desta página.



Figura 16 - Disposição dos edifícios no terreno

Nesta figura 16 está representado a preto os limites do terreno, as vias de acesso no interior do mesmo, o edifício existente, a vermelho o novo pavilhão industrial e as respetivas dimensões do terreno a cinzento.



### 3.3. ARQUITETURA DO NOVO EDIFÍCIO

Apresenta-se abaixo um excerto da memória descritiva da proposta da GG para esta empreitada e que define em termos gerais o conceito arquitetônico associado à empreitada acompanhada.

“Estava previsto a realização de um edifício que seria uma ampliação das instalações já existentes, que inicialmente era constituído por 2 áreas funcionais distintas: uma área administrativa e uma nave para armazém. Esta organização funcional reflete-se na implantação e volumetria do edifício, tendo-se optado pela continuidade do existente, sendo esta dada pelo prolongamento das 3 primeiras “sheds” a norte do pavilhão, enquanto a restante construção é definida por um volume mais alto por necessidades operacionais e de armazenamento. Respeitou-se o alinhamento do pavilhão existente relativamente ao volume que corresponde à produção, permitindo que no futuro o bloco existente correspondente ao bloco administrativo possa também ser ampliado. Assim, em termos de planeamento embora inseridos no mesmo volume, o edifício novo a construir desenvolve-se em 2 áreas funcionais distintas, sendo elas a área de armazenagem e uma área administrativa na fachada norte do terreno. Esta localização permitirá que, aquando da ampliação, estas áreas estejam associadas. “[14]

A figura 17 abaixo apresentam respetivamente fotografias gerais da obra durante o período de estágio, em diferentes fases do projeto.



Figura 17 - Caso de Estudo

Na Figura 18 está representado a planta da cobertura de ambos os edifícios, sendo o novo edifício o que tem menores dimensões. Está assinalado nesta figura os diferentes cortes construtivos do pavilhão, que estão presentes na figura 21.

A Figura 19 apenas apresenta o novo pavilhão industrial, assim como a sua planta de pavimento.

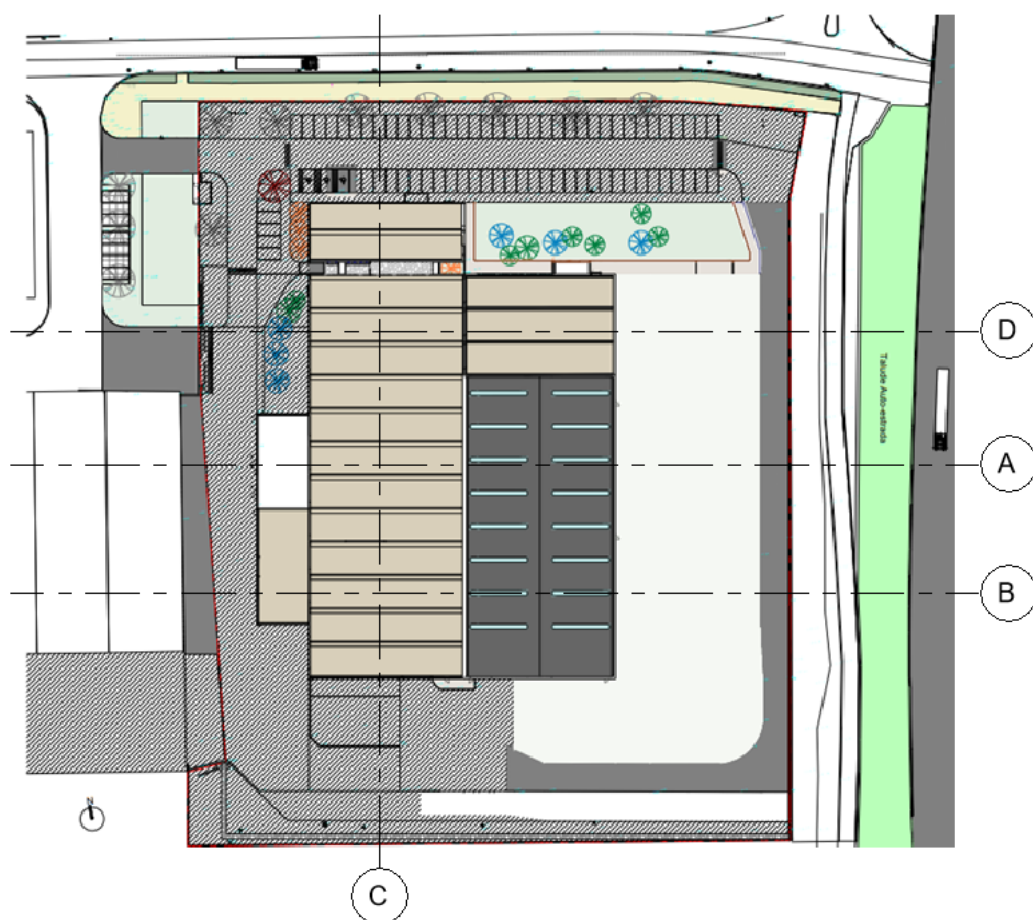


Figura 18 - Planta da Cobertura

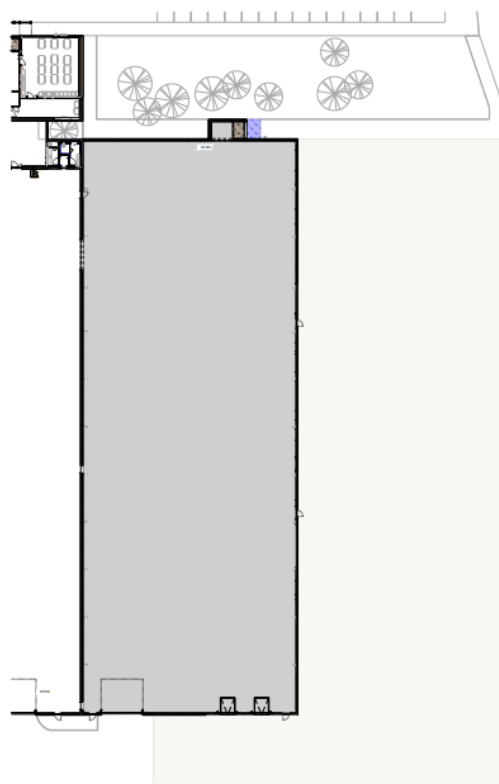


Figura 19 - Planta do Pavimento

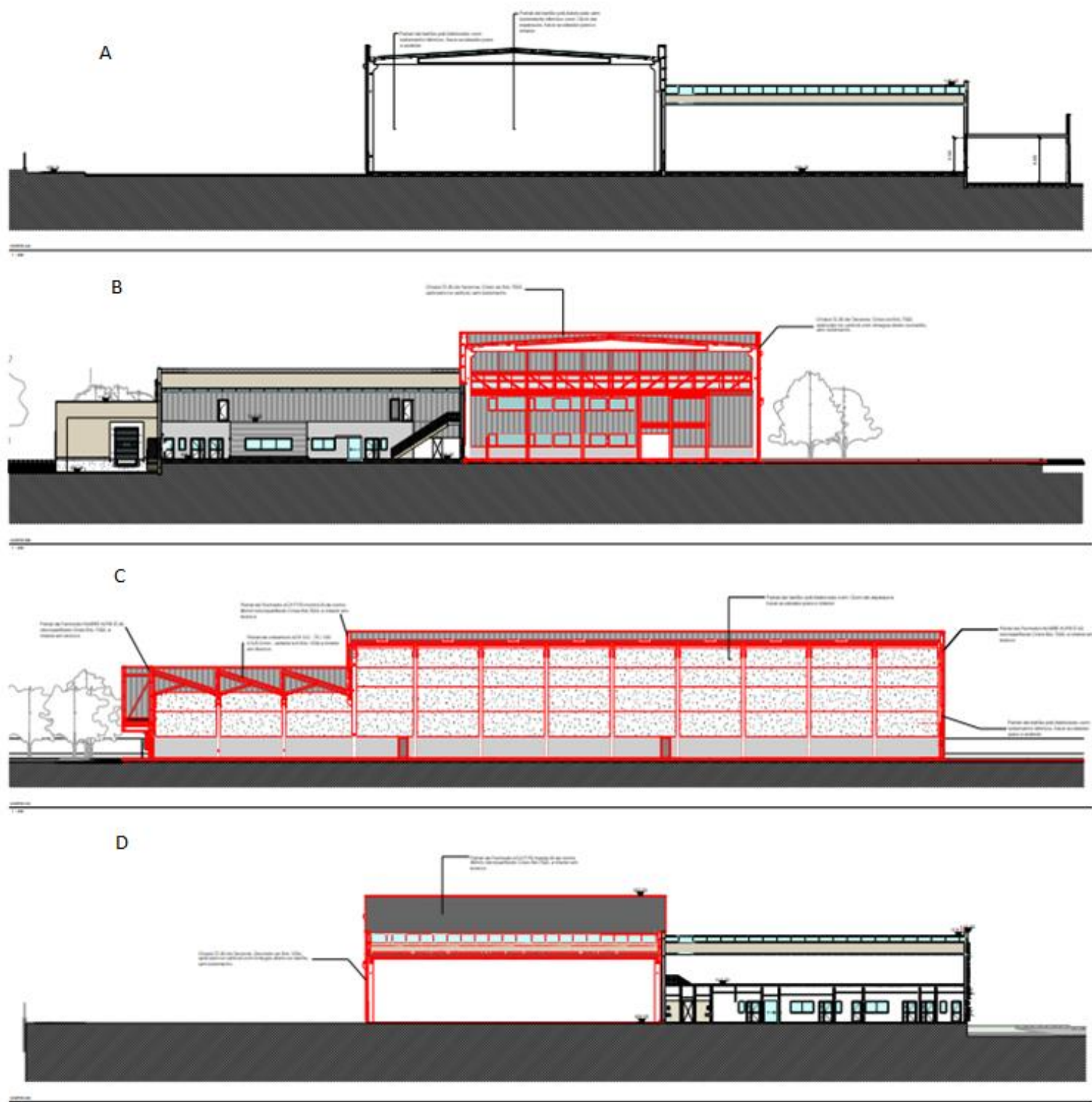


Figura 20 - Pormenores Construtivos

Na figura 20 estão representados os cortes construtivos do edifício industrial em estudo, de acordo com a representação na figura 18.

O corte A e D representa uma vista do Alçado Norte, o corte B do Alçado Sul e o corte C do Alçado Poente respetivamente.



A localização da área administrativa a norte, prevista inicialmente, com frente para a via de acesso ao lote e com visibilidade da Autoestrada, pretendia servir de recepção. A Este encontra-se uma via de apoio à produção de ligação ao cais de carga e descarga. O edifício da produção existente e o armazém a ampliar assim como o bloco administrativo, são contíguos e interligados ao nível do piso térreo. O edifício desenvolve-se maioritariamente ao nível do piso térreo. Em termos de áreas de Implantação, no seu conjunto o edifício tem 5 281 m<sup>2</sup>. A área de construção contempla toda a área de implantação do edifício e o 1º piso de escritórios com 173.6 m<sup>2</sup>, perfazendo uma área total de 5 454.6 m<sup>2</sup>. O pé direito do bloco administrativo/ social e do armazém é de 9.20m e 12.81 m, respetivamente. A volumetria da ampliação edifício é de 62 895,24 m<sup>3</sup>.

Devido à redução orçamental, em que o segundo pavilhão industrial foi retirado do plano de trabalhos, assim como o bloco administrativo, ou seja, todo o edifício servirá para apoio à produção e armazenamento. Futuramente este bloco administrativo e o segundo edifício de ampliação serão também realizados pela Garcia.

No exterior já existe um parque de estacionamento privado para funcionários, administradores e clientes, com o número de lugares necessários ao uso do edifício, e de modo a dar resposta ao exigido pelo PDM da Maia face à área de construção total, apenas foram feitos pequenos acertos de forma a adequar a sua localização à implantação da ampliação. O lote manterá as duas entradas, uma principal, exclusiva a ligeiros, e uma secundária como entrada de serviço para pesados e ligeiros. Ao nível dos arranjos exteriores, estes serão mantidos na sua essência, sendo apenas feitos pequenos acertos associados às áreas de cais criados nesta nova ampliação.

### **3.4. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DA AMPLIAÇÃO**

#### **3.4.1. ESTRUTURA**

Toda a imagem do edifício estará de acordo com o do edifício existente, respeitando a arquitetura e os materiais existentes. Este terá uma estrutura com pórticos metálicos, constituídos por pilares e treliças, e sapatas de betão armado, de acordo com o projeto de estabilidade. O Bloco técnico terá estrutura em pórticos, lajes e sapatas de betão. A profundidade das fundações será executada de acordo com as características que o terreno apresentar, conforme definido em projeto de especialidade.



Figura 21 - Estrutura em metal e betão pré-fabricado



### 3.4.2. COBERTURAS

A estrutura da cobertura do pavilhão (incluindo zona do cais) será em 2 águas na zona mais alta e em “sheds” na zona que dá continuidade ao existente, e será metálica, com revestimento em painel sandwich, como é possível observar na figura 23, e o bloco técnico terá cobertura em betão, isolamento térmico em lã de rocha, impermeabilização em dupla tela impermeabilizante, salvaguardando-se a compartimentação corta-fogo e a Resistência ao Fogo da envolvente dos locais de risco.

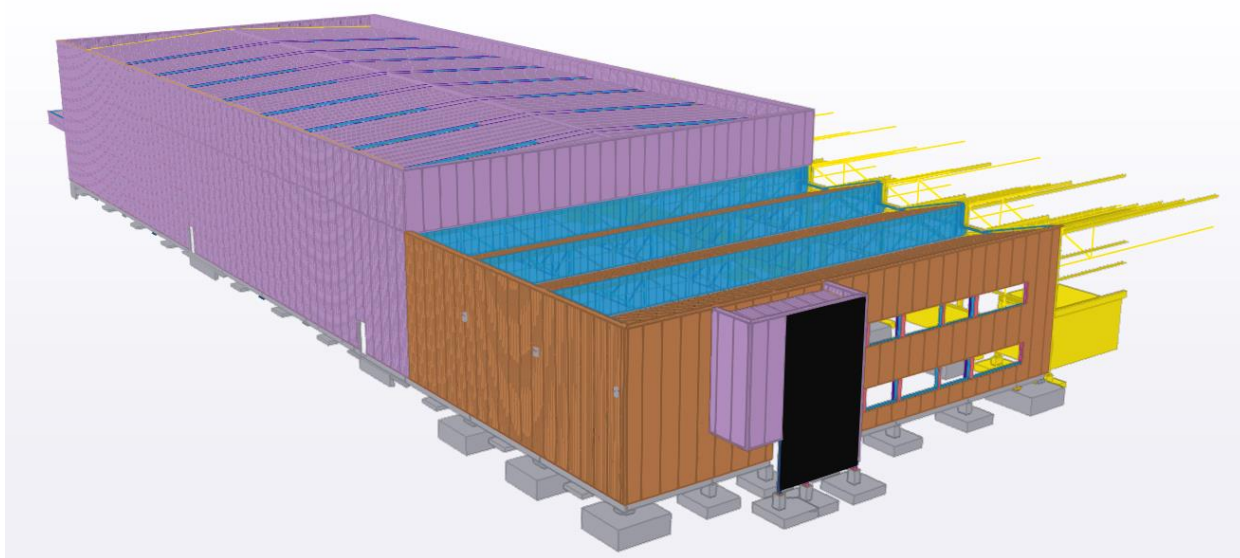


Figura 22 - Vista 3D do novo Edifício

### 3.4.3. PAREDES

As paredes exteriores do pavilhão serão constituídas por um soco de betão, com painel sandwich pelo exterior.

Pelo interior será criado um rodapé em tijolo com 20cm e aplicação de pintura epoxy igual ao pavimento, painel sandwich até à cota 2,85m e chapa perfilada no restante pano de parede até à cobertura. As paredes exteriores do existente serão prolongadas pela fachada do novo edifício a construir e terão o mesmo revestimento exterior (painel sandwich).

As paredes interiores do pavilhão serão em painel sandwich, igual às paredes exteriores e paredes em bloco revestido com o mesmo painel, no interior do pavilhão. Serão aplicados lambrins e rodapés de proteção das paredes e remate, em MDF lacado a branco, barra de alumínio lacada a branco, cerâmico e vinil de acordo com Mapa de acabamentos de paredes, definido no projeto de arquitetura.

### 3.4.4. PAVIMENTO TÉRREO

O pavimento térreo do pavilhão será executado em betonilha com 0.17m de espessura, reforçado com fibras metálicas à razão de 35kg/m<sup>3</sup>, sem juntas, e terão acabamento superficial com pintura epoxy.

#### **3.4.5. CAIXILHARIA E VÃOS**

Os vãos interiores serão em fenólico nas zonas sociais, em alumínio nas zonas de apoio direto à produção e em MDF lacado nas zonas administrativas. Os vãos exteriores serão em alumínio, com corte térmico e vidro duplo, de acordo com o definido no mapa de vãos.

Será assegurada a ventilação e iluminação naturais através dos vãos de portas e janelas dos alçados.

#### **3.4.6. ARRANJOS EXTERIORES**

Serão executados os arranjos exteriores necessários na envolvente do edifício, nomeadamente na zona do cais onde existe intervenção. Os muros de vedação não sofrerão alterações assim como as zonas verdes envolventes, havendo apenas intervenção na zona frontal da ampliação, com a criação de um jardim. Todo o terreno foi decapado e uniformizado conforme estava antes de qualquer intervenção, como demonstra a figura 23.



Figura 23 - Terreno uniformizado

Na figura 24 abaixo estão demonstrados os diferentes alçados do pavilhão industrial existente e o realizado na ampliação. Apenas o edifício existente anteriormente possui zona de escritórios, localizada na zona em que a fachada é em vidro, para além da área de produção, ao contrário do novo, que apenas tem produção e armazenamento de materiais.

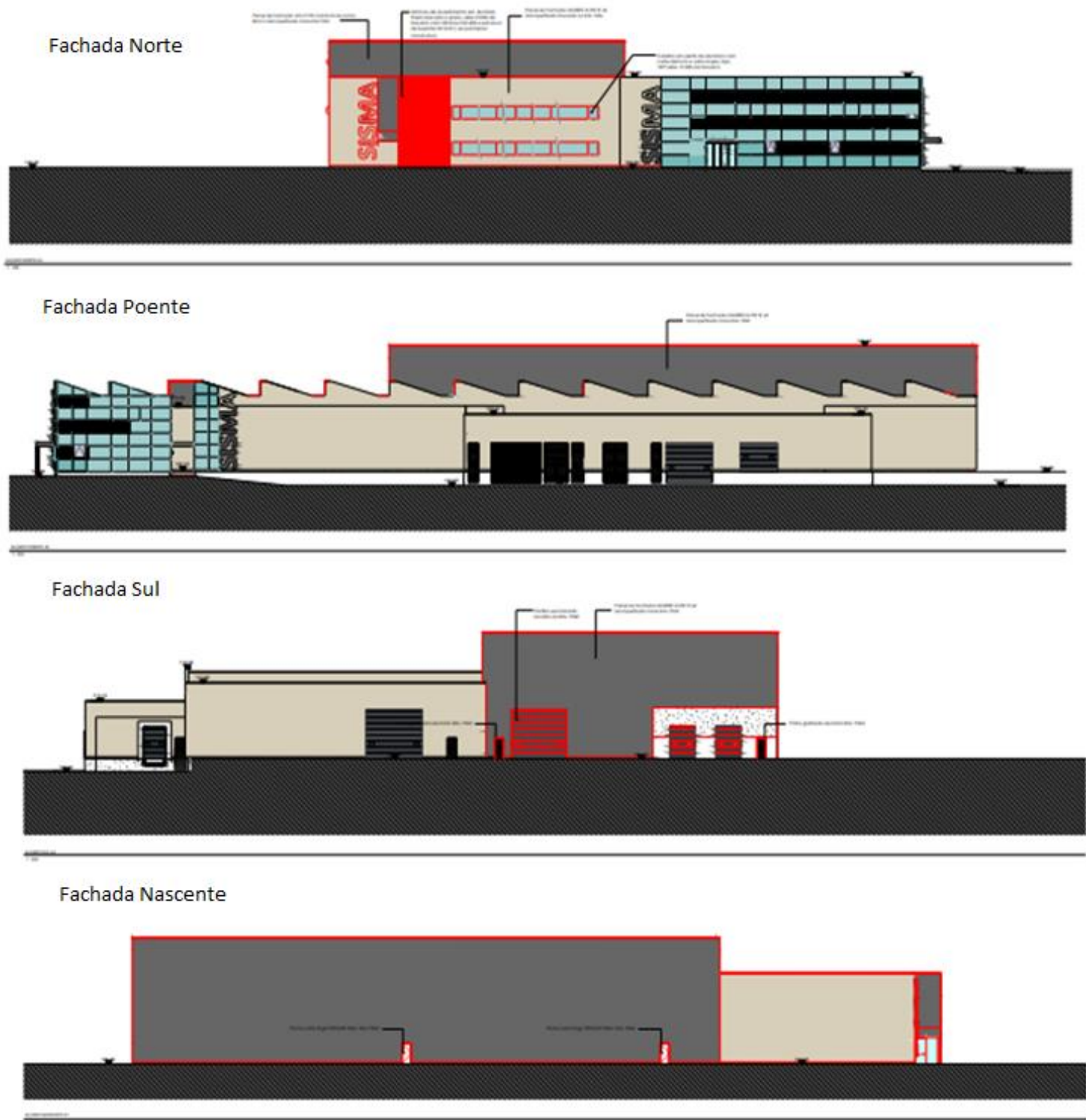


Figura 24 - Fachadas do Novo Edifício



# Gestão de subempreitadas na GG

## 4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita a descrição do modus operandis da Empresa acolhedora no que se refere à gestão de subempreitadas. A descrição é feita no contexto das ações correntes de Direção de obra, de acordo com o modelo seguido na GG.

A GG recorre quase exclusivamente a subempreiteiros, na obra em questão, para a realização das tarefas. Apenas tem à sua responsabilidade a direção de obra e o encarregado de obra, no local, e a partir do escritório o apoio na realização de diversas tarefas correntes de gestão, através de colaboradores que se poderão deslocar esporadicamente à obra, no contexto da realização dessas missões de apoio.

Uma das empresas subcontratadas, a GARSTEEL, embora pertença ao grupo da GG, age no decorrer do projeto como uma subempreitada e está responsável pela instalação de toda a estrutura metálica, que inclui o revestimento metálico da fachada e da cobertura da nave. Apesar de ser uma empresa do mesmo grupo, não recebe qualquer tipo de tratamento especial. A adjudicação da obra é feita como se de uma empresa usual se tratasse.

Relativamente ao aluguer de máquinas para a realização dos trabalhos, a direção de obra apenas faz um pedido à parte logística da empresa do que necessita, funcionando como um pedido de material, não sendo visto como uma subempreitada. Este é um exemplo das “tarefas de apoio” atrás genericamente descrita.

Nesta obra em específico não foi necessário recorrer a aluguer de mão-de-obra (correntemente designada por “tarefeiros”) para concretizar qualquer tipo de tarefa, visto que toda a mão-de-obra necessária é assegurada pelos respetivos subempreiteiros.

#### 4.2. LISTA DE SUBEMPREITADAS

Apresenta-se na Tabela 1 abaixo uma lista das tarefas que os Subempreiteiros vão desempenhar ao longo desta obra.

A GG está também representada na tabela, para demonstrar a dependência pelas empresas subcontratadas na realização deste projeto, realizando apenas as instalações hidráulicas.

São também discriminadas abaixo as máquinas e equipamentos utilizados no decorrer da obra em questão, ver Tabela 2.

Tabela 1 - Lista de Subempreitadas

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Subempreitadas Contratadas</b>                        |
| <b>Demolições</b>                                        |
| <b>Movimento de Terras</b>                               |
| <b>Betão Armado</b>                                      |
| <b>Estrutura Pré-Fabricada de Betão Armado</b>           |
| <b>Paredes Pré-Fabricada de Betão Armado</b>             |
| <b>Impermeabilizações</b>                                |
| <b>Estrutura Metálica</b>                                |
| <b>Revestimentos Metálicos de Cobertura e de Fachada</b> |
| <b>Pavimentos de Betão</b>                               |
| <b>EPOXY</b>                                             |
| <b>Portas Corta Fogo</b>                                 |
| <b>Portões Seccionados</b>                               |
| <b>Portas Automáticas Vidro</b>                          |
| <b>Sistema Sifónico</b>                                  |
| <b>Instalações Hidráulicas</b>                           |
| <b>Instalações Elétricas e Afins</b>                     |
| <b>Rede de Ar Comprimido</b>                             |
| <b>Serralharia Alumínio + Vidro</b>                      |
| <b>Niveladores</b>                                       |
| <b>Gesso Cartonado</b>                                   |
| <b>Sinalética e Extintores</b>                           |
| <b>Logótipo SISMA</b>                                    |
| <b>Tapetes</b>                                           |
| <b>Limpeza da Obra</b>                                   |

Tabela 2 - Lista de equipamentos da obra

| NÚMERO | DESIGNAÇÃO DA MÁQUINA                          |
|--------|------------------------------------------------|
| 1      | Escavadora Giratória DX235 LC-5                |
| 2      | Empilhador Manitou de 18 m                     |
| 3      | Máquina de dobrar/cortar ferro – ICARO CP30/35 |
| 4      | Serra de mesa KAPRIOL SL315T                   |
| 5      | Grupo Hidráulico PP20RRP                       |
| 6      | Serra hidráulica CR-L                          |
| 7      | Giratória de Rodas DX210_06-ZM-89              |
| 8      | Cilindro CB214E                                |
| 9      | Escavadora Giratória DX235 LC-3                |
| 10     | Plataforma Elevatória 0594                     |
| 11     | Plataforma Elevatória 0140                     |
| 12     | Auto Grua 13-XB-71                             |
| 13     | Auto Grua 20-MR-80                             |
| 14     | Empilhador Manitou T665                        |
| 15     | Plataforma elevatória 0110                     |
| 16     | Plataforma elevatória 0208                     |
| 17     | Plataforma elevatória GG 3-210                 |
| 18     | Auto Grua LTM 1060-3.1 (AI-93-DN)              |
| 19     | Torre de Escada Handy 130TR                    |
| 20     | Plataforma elevatória 0392                     |
| 21     | Plataforma elevatória 0717                     |
| 22     | Plataforma elevatória 0743                     |
| 23     | Empilhador Manitou T694                        |
| 24     | Plataforma Elevatória 0021                     |
| 25     | Plataforma Elevatória GG 3-209                 |
| 26     | Plataforma Elevatória GG 3-203                 |
| 27     | Giratória CAT308E                              |
| 28     | Auto Niveladora BLF4L913                       |
| 29     | Pá Carregadora JCB 411 HT T4F                  |
| 30     | Cilindro Bomag 138 AD                          |

### **4.3. PROCESSO DE CONTRATAÇÃO DE SUBEMPREITEIROS**

A Direção de Obra fornece os dados necessários das tarefas para a Subempreitada, Mapa de Quantidades, Caderno de Encargos e todas as peças escritas referentes aos trabalhos a realizar.

Depois da receção de todo o material escrito por parte do Departamento de Compras, são lançadas as consultas para o mercado, com o intuito de obter propostas para a concretização dos trabalhos.

Depois de recebidas todas as propostas e serem devidamente analisadas e comparadas, são tomadas decisões conjuntas, para cada tipo de consulta, entre a Direção de Obras e o Departamento de Compras no que se refere às decisões de adjudicação.

Normalmente o orçamento mais reduzido é o escolhido, já que as empresas consultadas já foram alvo de pré-seleção anterior e fazem parte de um conjunto de “parceiros correntes” da GG. No entanto, podem também ser tidos em conta outros fatores de decisão tais como a experiência anterior e os projetos realizados no passado pelos subempreiteiros, GG e esta direção de obra específica, bem como a avaliação média anterior existente sobre cada subempreiteiro potencial. Esta avaliação tem como base o desempenho de uma determinada Empresa subcontratada em obras anteriores, comparando a qualidade do produto final apresentado, com o orçamento proposto, sempre com o enfoque de chegar ao melhor equilíbrio possível na análise de propostas.

### **4.4. CONTROLO DE SUBEMPREITEIROS EM OBRA**

#### **4.4.1. PLANEAMENTO DE TAREFAS**

O início e o fim da atividade de uma Subempreitada no decorrer de uma obra é sempre definido previamente, na fase de planeamento de uma determinada tarefa, com os planos base.

É evidente que estas datas estão sempre sujeitas a mudanças, devido a eventuais atrasos de outros trabalhos precedentes que condicionem a sua realização. Estas eventuais mudanças serão definidas pelos respetivos balizamentos mensais de todas as tarefas em curso.

#### **4.4.2. CONTROLO DA QUALIDADE DAS TAREFAS**

É a Direção de Obra que é responsável pela Inspeção e Ensaios relacionados com os trabalhos executados pelas empresas subcontratadas. Este controlo é feito com o objetivo de verificar se o que foi definido anteriormente no projeto e no caderno de encargos está de acordo com a realidade produzida pelo subempreiteiro em questão.

O controlo de Qualidade é assegurado com o recurso a Planos de Inspeções e a fichas de Controlo de Qualidade, que permitem consultar todos os parâmetros base de um determinado trabalho concreto.

A figura 25 abaixo apresenta um exemplo de ficha de inspeção de trabalhos com estrutura metálica.



| <br>Garcia, Garcia, S.A. |                                                                                               | PMM 23 - ESTRUTURA METÁLICA                      |                       |                                                    |                                       | Data                                                                                                                                  | Modelo                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                           |                                                                                               |                                                  |                       |                                                    |                                       | 15/10/2012                                                                                                                            | MOD.004_DQL2                              |
| Nº                                                                                                        | OPERAÇÃO                                                                                      | O QUE CONTROLA                                   | COMO CONTROLA         | RESPONSÁVEL                                        | QUANDO (FREQUÊNCIA)                   | CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO / REJEIÇÃO                                                                                                     | Registo Emitido                           |
| ESTRUTURA METÁLICA                                                                                        |                                                                                               |                                                  |                       |                                                    |                                       |                                                                                                                                       |                                           |
| 1                                                                                                         | Localização do Chumbadores                                                                    | Confirmação de Cotas                             | Fita Métrica          | Director de Obra<br>Encarregado<br>Chefe de Equipa | 100%                                  | De acordo com os Desenhos de Implantação                                                                                              | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
|                                                                                                           | Elementos Metálicos                                                                           | Nivelamento                                      | Nível de Bolha        | Chefe de Equipa                                    | 10%                                   | Todos os elementos nivelados<br>De acordo com projecto de execução<br><b>+/- 5 mm</b>                                                 | Registo de Controlo de Obra<br>Mod.015_DP |
|                                                                                                           |                                                                                               | Alinhamento                                      | Nível Laser           |                                                    | 10%                                   | De acordo com os Desenhos de Implantação<br><b>+/- 5 mm</b>                                                                           |                                           |
| 3                                                                                                         | Controlo dos componentes (Ligações Aparafusadas)                                              | Parafusos                                        | Visual                | Chefe de Equipa                                    | 100%                                  | Sobressair pelo menos um filete das respectivas porcas                                                                                | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
|                                                                                                           |                                                                                               | Momento de Aperto das Ligações Aparafusadas      | Chave Dinamométrica   |                                                    | 5%                                    | Os apertos especificados nos desenhos de montagem                                                                                     |                                           |
|                                                                                                           | Ligações soldadas Críticas                                                                    | Aspecto Visual                                   | Visual                | Trabalhador que executa a operação                 | 100%                                  | Soldas sem impurezas ou fissuras                                                                                                      |                                           |
| REVESTIMENTOS                                                                                             |                                                                                               |                                                  |                       |                                                    |                                       |                                                                                                                                       |                                           |
| 4                                                                                                         | Coberturas / Fachada (Chapa Simples / Chapa Dupla / Chapa Translúcida / Painel)               | Fixação das Chapas                               | Visual                | Director de Obra<br>Chefe de Equipa                | 100%                                  | Parafusos no Enfiamento das Madres no canalado alto                                                                                   | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
|                                                                                                           |                                                                                               | Sobreposição da Chapa                            | Fita Métrica          |                                                    | 3 Registos por vão Início; Meio; Fim; | De acordo com o Projecto de Execução Plano de Montagem, garantindo a perfeita vedação e fixação                                       | Registo de Controlo de Obra<br>Mod.015_DP |
|                                                                                                           |                                                                                               | Acabamento Superficial                           | Visual                |                                                    | 100%                                  | Sem danos Visíveis ( Riscos / Mossas / Empenos)                                                                                       | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
| 5                                                                                                         | Caleiras                                                                                      | Limpeza                                          | Visual                | Director de Obra<br>Chefe de Equipa                | 100%                                  | Sem sujidades, resíduos ou limalhas                                                                                                   |                                           |
| 6                                                                                                         | Rufos (capacetes / cantos / cumes / ombreiras / padieiras / soleiras / babetes / platibandas) | Sobreposição longitudinal                        | Fita Métrica          | Director de Obra<br>Chefe de Equipa                | 3 por alçado Início; Meio; Fim;       | Mínimo 20 cm                                                                                                                          | Registo de Controlo de Obra<br>Mod.015_DP |
|                                                                                                           |                                                                                               | Sobreposição de rufo de platibanda com o telhado | Fita Métrica          |                                                    | 3 por água cume e caleiro             | Mínimo 20 cm                                                                                                                          |                                           |
|                                                                                                           |                                                                                               | Colocação de cordão de silicone                  | Visual                |                                                    | 100%                                  | Colocação de cordão de silicone na zona de sobreposição longitudinal dos rufos (zona de esmagamento)                                  | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
|                                                                                                           |                                                                                               | Rebites Parafusos                                | Visual                |                                                    | 100%                                  | Utilizar rebites com anilha vedante                                                                                                   |                                           |
| PINTURA                                                                                                   |                                                                                               |                                                  |                       |                                                    |                                       |                                                                                                                                       |                                           |
| 7                                                                                                         | Pinturas                                                                                      | Micragem                                         | Medidor de espessuras | Director de Obra                                   | 10% da área sujeita a pintura         | De acordo com definido no Plano de Pintura<br>Valor médio medido e 90% dos valores individuais medidos superior ao valor especificado | Registo de Micragem                       |
|                                                                                                           |                                                                                               | Aplicação de tinta                               | Visual                | Director de Obra<br>Chefe de Equipa                | Final da pintura                      | Pintura uniforme sem escorimento, gotas, etc.<br>Tinta bem introduzida nas fendas e reentrâncias.                                     | Registo de Ponto<br>Mod.008_DP            |
| 8                                                                                                         | Pós-Montagem                                                                                  | Aspecto Visual                                   | Visual                | Director de Obra<br>Chefe de Equipa                | 100%                                  | Sem danos visíveis (Riscos / Mossas / Empenos)                                                                                        |                                           |

Figura 25 – Ficha de inspeção de Trabalhos da Estrutura Metálica

#### 4.4.3. AUTOS DE MEDIÇÃO

Os autos de medição são documentos emitidos mensalmente e que têm o propósito de registar o controlo da quantidade de trabalho realizado, por unidade de medida, das tarefas executadas por parte dos subempreiteiros.

Primeiro é emitido um Auto para o Dono de Obra aprovar e apenas depois se procede à emissão do mesmo para os subempreiteiros.

Estes documentos servem para os próprios subempreiteiros efetuarem a faturação, para que sejam pagos pelo trabalho desenvolvido em cada mês, dependendo da produção do mês em questão. Permitem também fazer um controlo do estado geral da obra, com a ajuda dos balizamentos e a análise da quantidade de trabalho.

A Tabela 3 apresenta um exemplo de um Auto de medição.

Tabela 3 - Auto emitido

| <div>  <b>GARCIA GARCIA</b><br/> <small>DESIGN &amp; BUILD</small> </div> |                                    |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----|-------|----------|-------|--------------------|-------|--------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| Artigo                                                                                                                                                       | Descrição                          | Un | Preço | Contrato |       | Faturação          |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              |                                    |    |       |          |       | Acumulado Anterior |       | Mensal |       | Acumulado à Data |       | Saldo |       |
|                                                                                                                                                              |                                    |    |       | Quant    | Total | Quant              | Total | Quant  | Total | Quant            | Total | Quant | Total |
| OBRA                                                                                                                                                         | PROPOSTA BASE                      |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | REDES HIDRÁULICAS                  |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS          |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | Total do sistema pluvial.....      | 18 |       |          |       |                    |       | 0,25   |       | 0,25             |       | 0,75  |       |
|                                                                                                                                                              | Fixações adicionais pluvial        | un |       |          |       |                    |       | 0,25   |       | 0,25             |       | 0,75  |       |
|                                                                                                                                                              | REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | REDES HIDRÁULICAS                  |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              | PROPOSTA BASE                      |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |
|                                                                                                                                                              |                                    |    |       |          |       |                    |       |        |       |                  |       |       |       |

#### 4.4.4. ATRASOS E IMPREVISTOS

Como qualquer projeto na Construção Civil, existem sempre imprevistos que podem originar atrasos no decorrer da obra e alterações nos prazos definidos previamente com o Dono de Obra.

Apesar desta realidade, é responsabilidade da Direção de Obra gerir estes atrasos de forma a conseguir cumprir todas as datas estipuladas.

Um dos maiores inimigos da Construção são as condições climáticas que, com a ocorrência de precipitação ou de temperaturas extremas, vão condicionar o desenrolar de algumas tarefas na obra.

O atraso no fornecimento de materiais por parte de um fornecedor também pode afetar toda a produção, assim como o trabalho desempenhado pelos subempreiteiros.

Na obra em questão, a precipitação condicionou bastante o cumprimento dos prazos, assim como o atraso no fornecimento de materiais. A fachada e a cobertura do armazém foram atrasadas por falta de material que, com a chuva constante do mês de novembro, originou um grande alagamento do solo no interior do armazém, prejudicando assim o início da atividade de betonagem do pavimento do mesmo.

Este imprevisto obrigou a Direção de Obra a tomar uma decisão e cobrir parte da estrutura que falta concluir com tela, para que o solo não fique sujeito à precipitação e ventos contantes.

# Controlo de Prazos e Produtividade

## 5.1. INTRODUÇÃO

No projeto em questão, foi realizado um Planeamento Inicial em que está descrito todo o desenrolar da obra, quer em termos de prazos, quer em datas início e fim e durações previstas para as tarefas.

Estes Planos são fundamentais para fazer um controlo da entrada e saída dos subempreiteiros, dos materiais e dos equipamentos de suporte a colocar em obra para que operários e equipamentos possam ser usados na realização da obra sem descontinuidades ou perdas de produtividade dos diversos fornecedores/subempreiteiros e obviamente também do empreiteiro geral.

É com base neste Planeamento que os contratos com os subempreiteiros são definidos e as datas a cumprir são estabelecidas.

O controlo de produtividade é realizado mensalmente, com o recurso a Autos, onde são discriminadas as quantidades de trabalho realizadas por tarefa e o valor do trabalho devido ao correspondente subempreiteiro.

Este controlo permite também averiguar o estado da obra e se os respetivos prazos estão a ser respeitados ou não. Na eventualidade de ser detetado algum imprevisto, terão de ser feitos ajustes com o subempreiteiro, para que não seja afetada a data de fim da tarefa ou até da obra em questão.

## 5.2. PLANEAMENTO DA OBRA

### 5.2.1. PROCESSO

O planeamento de um projeto de Construção Civil tem representado toda a sequência de tarefas e as datas e durações em que serão realizadas. Para que sejam evitados atrasos, falhas de comunicação ou interrupções, de que resultará um inevitável agravamento de custos de produção, a fase de Planeamento de uma obra é bastante importante para que todos estes imprevistos sejam minimizados ou até mesmo evitados.

O fator climatérico também é importante, especialmente na zona Norte do país que, por exemplo, manifestou uma elevada taxa de precipitação no fim do ano de 2022. Todo este Planeamento tem de estar associado a um controlo regular das tarefas, para que os balizamentos sejam atualizados, sendo assim mais fácil criar soluções para eventuais percalços na obra.

### **5.2.2. CCS CANDY**

O planeamento inicial das tarefas da obra em estudo foi realizado com recurso ao software CCS Candy, que é uma ferramenta de planeamento utilizada na Garcia & Garcia (GG) e em outras empresas da indústria da Construção Civil, podendo ser considerado o programa de orçamentos mais usado em Portugal. Muitas empresas começaram mais recentemente a usar o Candy também na área do planeamento, o que é o caso da GG.

As características de controlo de custos do programa incluem a Análise do Valor acrescentado (AVA – EVM em inglês), que permite às empresas monitorizar e avaliar o sucesso do projeto.

Com a utilização do sistema de gestão de subcontratados do programa, as empresas podem atualizar e analisar em permanência o estado dos subcontratos em curso e monitorizar o respetivo progresso obtendo, por exemplo, informações sobre reclamações, despesas e encargos.

A administração de subempreiteiros, o planeamento de projetos e o mapa de quantidades constituem assim as principais funcionalidades do CCS Candy.

### **5.2.3. PLANEAMENTO BASE**

Como é possível observar na imagem abaixo, foi realizado o Plano de Trabalhos da obra de ampliação da SISMA, tendo este plano já sido atualizado, visto que o anterior não tinha os feriados contabilizados, ver figura 26.

O projeto inicial tinha como objetivo construir 2 novos armazéns, mas devido a cortes no orçamento, apenas um vai ser construído, o que causou algumas implicações com os fornecedores, pois alguns materiais já tinham sido encomendados.

O plano base está bastante simplificado, já que está associado também a uma obra simples. O início dos trabalhos foi no dia 7 de setembro de 2022 e o fim está previsto para 6 de fevereiro de 2023.

O balizamento das tarefas foi realizado conforme a duração de cada atividade e a ordem mais favorável para que não afete o decorrer global da obra. Este processo permite verificar com rapidez e clareza quais são as tarefas a serem realizadas em qualquer momento durante a realização da obra.

Este planeamento vai determinar as datas em que serão precisas as quantidades específicas previstas de material, de mão de obra e de equipamentos para cada tarefa, podendo ser evitado excesso de recursos disponíveis na obra, que podem implicar que a concretização de algumas tarefas é feita com desperdício de recursos e logo com custos acrescidos.

As previsões desta obra eram bastante otimistas e a realidade ocorrida durante a execução veio rapidamente evidenciar isso. Assim, a chegada das más condições climatéricas, juntamente com a falha de alguns fornecedores na disponibilização de materiais para o desenrolar normal previsto da obra, levaram a uma derrapagem acentuada dos prazos de realização da obra.

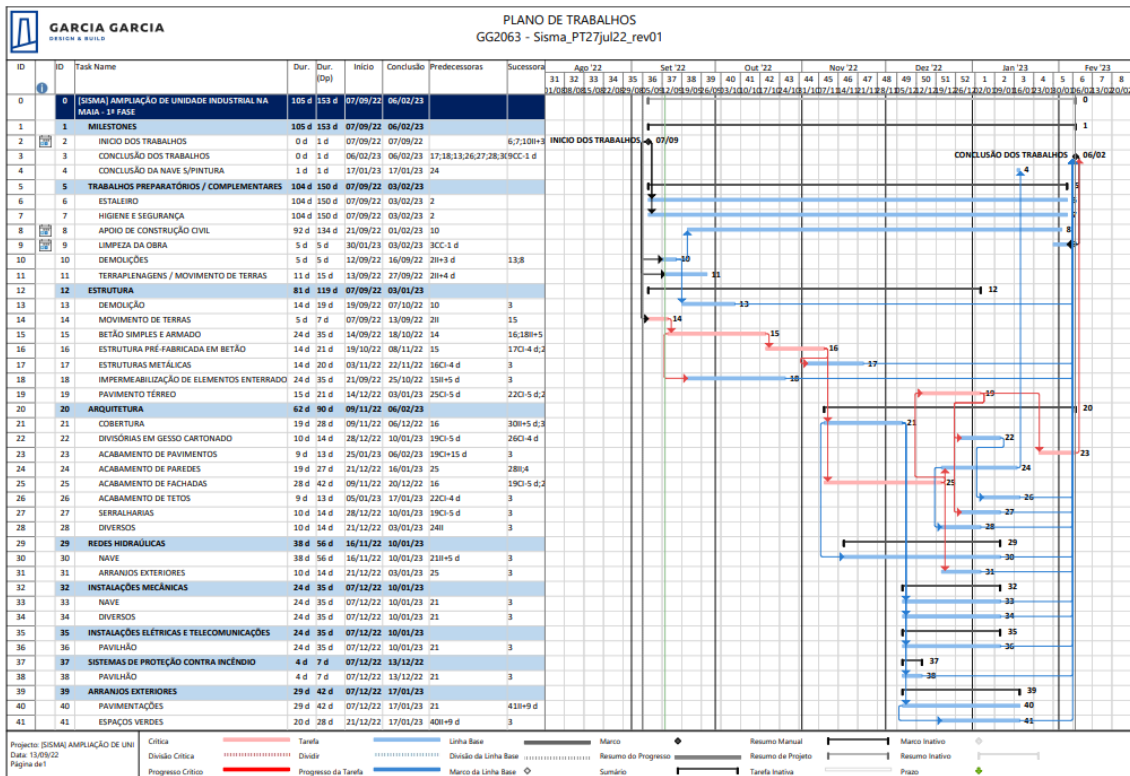


Figura 26 - Planeamento Geral

## 5.3. DESENVOLVIMENTO DO PLANEAMENTO EXISTENTE

### 5.3.1. INTRODUÇÃO - PLANEAMENTO DE PORMENOR

Devido ao facto do planeamento deste projeto ser bastante simplificado, foi necessário desenvolver este mesmo plano inicial, para ser possível entrar mais em detalhe nas tarefas de obra.

Fez mais sentido desenvolver o planeamento da estrutura metálica e dos pavimentos, pois foram as fases de obra que foram mais acompanhadas ao detalhe. A partir destes planeamentos, será possível analisar e localizar potenciais anomalias no projeto em estudo.

### 5.3.2. ESTRUTURA METÁLICA

A Tabela 4 apresenta o mapa de Quantidades da Estrutura Metálica, tal como negociado com o subempreiteiro e que serviu de base à produção do planeamento específico deste trabalho, ver mais abaixo a figura 27.

Tabela 4 - Mapa de Quantidades da Estrutura Metálica

Construtora Garcia S.A.  
CONSTRUTORA DE OBRAS DE CONCRETO

REGISTO PRODUÇÃO  
MAPA DE QUANTIDADES

PROJETO DE OBRAS DE CONCRETO

multiprojects

MOD-016\_001\_0

| Estrutura metálica             |                                                                                                                                                                                      |       |  |              |  |  |  |  |  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|--------------|--|--|--|--|--|
| Obra:                          | Sítio                                                                                                                                                                                | Data: |  | Responsável: |  |  |  |  |  |
| INFORMAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO |                                                                                                                                                                                      |       |  |              |  |  |  |  |  |
| Peso próprio                   | Toda a estrutura                                                                                                                                                                     |       |  |              |  |  |  |  |  |
| Cargas Permanentes             | Cobertura: 26 Kg/m2 (peso próprio revestimento + madres de cobertura) + 10 Kg/m2 (necessárias cargas permanentes); Fachada: 26 Kg/m2 (peso próprio revestimento + madres de fachada) |       |  |              |  |  |  |  |  |
| Sobrecargas                    | Cobertura = 30 Kg/m2 (R54)                                                                                                                                                           |       |  |              |  |  |  |  |  |
| Ação da Neve                   | N/A                                                                                                                                                                                  |       |  |              |  |  |  |  |  |
| Ação do Vento                  | Zona A e Tipo I (BSA) - Fachadas: 10-12,81 m -> Wk = 0,951 N/m2; Cobertura: 10-11,38 m -> Wk = 0,961 N/m2                                                                            |       |  |              |  |  |  |  |  |

| Tipo | Número | Comprimento | Peso Unitário [kg/m] | Peso Peça [kg] | Peso Total [kg] | Área de pintura [m2] | Observações: |
|------|--------|-------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|--------------|
|------|--------|-------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|--------------|

## RESUMO POR PERFIL

### S 235 Madres / S 275 Restantes / S 355-GG (Madres Mex)

| MADRES DE FACHADA                         |         |      |                              |              |           |                             |
|-------------------------------------------|---------|------|------------------------------|--------------|-----------|-----------------------------|
| C 150*45*20*1,5                           | 335,98  | 3,70 | 1242,00                      | -            |           |                             |
| C 220*45*20*2,0                           | 232,50  | 6,00 | 1395,00                      | -            |           |                             |
| C 250*45*20*2,0                           | 89,85   | 6,86 | 665,00                       | -            |           |                             |
| C 270*75*20*2,0                           | 408,35  | 2,50 | 2880,00                      | -            |           |                             |
| C 300*88*20*2,0                           | 30,83   | 7,88 | 246,00                       | -            |           |                             |
| MADREMAX 200*2,00                         | 217,20  | 8,49 | 1844,00                      | -            |           |                             |
| <b>TOTAL</b>                              |         |      | <b>6294,00</b>               | <b>0,00</b>  |           |                             |
| MADRES DE COBERTURA                       |         |      |                              |              |           |                             |
| MADREMAX 200*1,50                         | 1410,89 | 6,27 | 8845,00                      | -            |           |                             |
| Z 230*60*20*2,0                           | 400,33  | 6,00 | 2402,00                      | -            |           |                             |
| <b>TOTAL</b>                              |         |      | <b>11247,00</b>              | <b>0,00</b>  |           |                             |
| TRAVAMENTOS BANZO INFERIORES (TRILUÇAS)   |         |      |                              |              |           |                             |
| L 40*4,0                                  | 37,19   | 2,42 | 90,00                        | 5,76         |           |                             |
| <b>TOTAL</b>                              |         |      | <b>90,00</b>                 | <b>5,76</b>  |           |                             |
| TRILUÇAS MADRES DE FACHADA E DE COBERTURA |         |      |                              |              |           |                             |
| L 40*3,0                                  | 78,38   | 1,85 | 145,00                       | 12,15        |           |                             |
| <b>TOTAL</b>                              |         |      | <b>145,00</b>                | <b>12,15</b> |           |                             |
|                                           |         |      | <b>Peso Sem Desperdício:</b> | <b>15973</b> | <b>18</b> | <b>Área Pintura Parcial</b> |

### S 275

| PILARES              |        |       |                                |               |            |                                                       |
|----------------------|--------|-------|--------------------------------|---------------|------------|-------------------------------------------------------|
| HEA 200              | 25,18  | 42,30 | 1065,00                        | 28,70         |            |                                                       |
| HEA 220              | 21,31  | 50,50 | 1076,00                        | 26,85         |            |                                                       |
| HEA 240              | 48,44  | 50,30 | 2460,00                        | 60,80         |            |                                                       |
| HEB 180              | 2,40   | 51,30 | 123,00                         | 2,50          |            |                                                       |
| HEB 240              | 4,94   | 83,20 | 411,00                         | 6,82          |            |                                                       |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>5385,00</b>                 | <b>125,75</b> |            |                                                       |
| VIGAS                |        |       |                                |               |            |                                                       |
| HEA 180              | 32,62  | 35,50 | 1158,00                        | 33,27         |            |                                                       |
| HEA 200              | 36,88  | 42,30 | 1560,00                        | 42,04         |            |                                                       |
| HEA 240              | 62,67  | 30,70 | 1934,00                        | 57,78         |            |                                                       |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>4652,00</b>                 | <b>133,10</b> |            |                                                       |
| TRILUÇAS             |        |       |                                |               |            |                                                       |
| HEA 140              | 95,69  | 24,70 | 2340,00                        | 72,05         |            |                                                       |
| HEA 180              | 91,69  | 35,50 | 3231,00                        | 94,65         |            |                                                       |
| SHS 40*3,0           | 134,67 | 3,23  | 438,00                         | 20,20         |            |                                                       |
| SHS 60*3,0           | 88,91  | 5,17  | 459,00                         | 19,53         |            |                                                       |
| SHS 80*3,0           | 75,58  | 6,84  | 512,00                         | 23,43         |            |                                                       |
| SHS 90*3,0           | 81,59  | 7,82  | 638,00                         | 28,55         |            |                                                       |
| SHS 100*3,0          | 85,73  | 8,90  | 763,00                         | 33,43         |            |                                                       |
| SHS 100*5,0          | 77,49  | 14,36 | 1104,00                        | 27,78         |            |                                                       |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>9384,00</b>                 | <b>319,18</b> |            |                                                       |
| CONTRAVENTAMENTOS    |        |       |                                |               |            |                                                       |
| CHS 114.3*4,8        | 20,91  | 10,59 | 211,00                         | 7,51          |            |                                                       |
| CHS 114.3*10,0       | 34,65  | 25,51 | 884,00                         | 12,44         |            |                                                       |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>1095,00</b>                 | <b>19,95</b>  |            |                                                       |
| PLATIBANDAS          |        |       |                                |               |            |                                                       |
| IPC 140              | 9,38   | 12,90 | 121,00                         | 5,17          |            |                                                       |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>121,00</b>                  | <b>5,17</b>   |            |                                                       |
| LIGAÇÕES             |        |       |                                |               |            |                                                       |
| CHAPAS E CHUMBADORES |        |       | 5588,00                        | -             |            | NÃO FOI CONSIDERADO O PESO DOS PARAFUSOS E DAS BUCHAS |
| <b>TOTAL</b>         |        |       | <b>5588,00</b>                 | <b>0,00</b>   |            |                                                       |
|                      |        |       | <b>Peso Sem Desperdício:</b>   | <b>70415</b>  | <b>606</b> | <b>Área Pintura Parcial</b>                           |
|                      |        |       | <b>8% Desperdício:</b>         | <b>2089</b>   | <b>81</b>  | <b>12% Área Pintura Parcial</b>                       |
|                      |        |       | <b>PESO TOTAL NA ESTRUTURA</b> | <b>47077</b>  | <b>717</b> | <b>Área Pintura Total</b>                             |

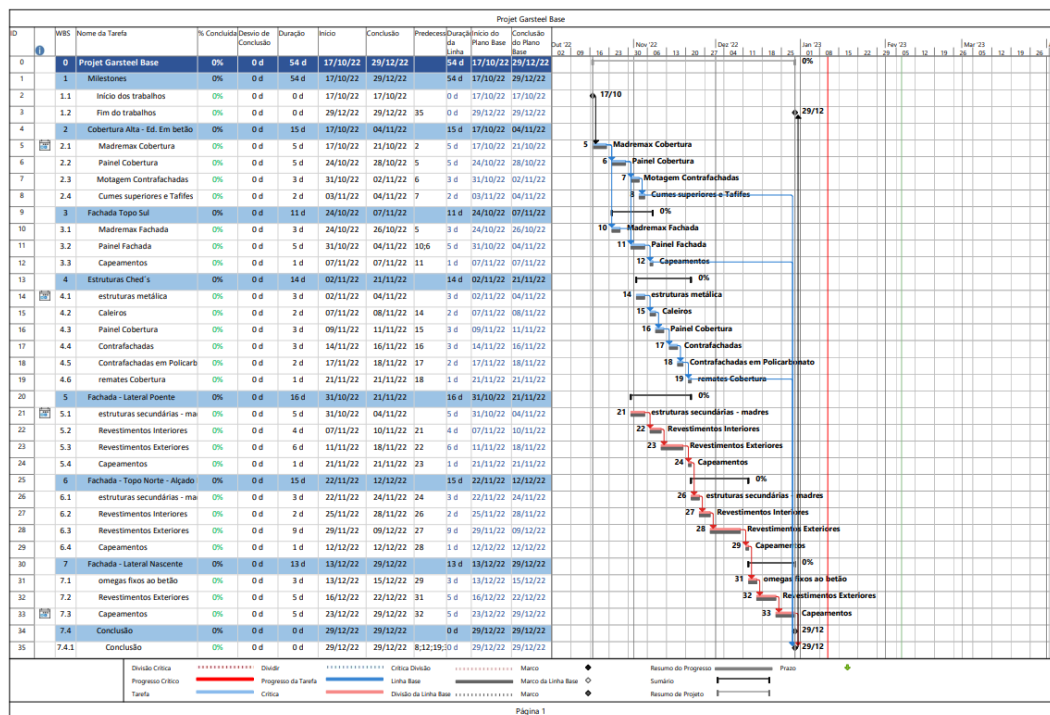


Figura 27 - Planeamento da Estrutura Metálica

### 5.3.3. PAVIMENTO

A figura 28 abaixo o planeamento específico do trabalho de execução do pavimento térreo em betão, com características de pavimento estrutural para cargas correntes em unidade industrial.

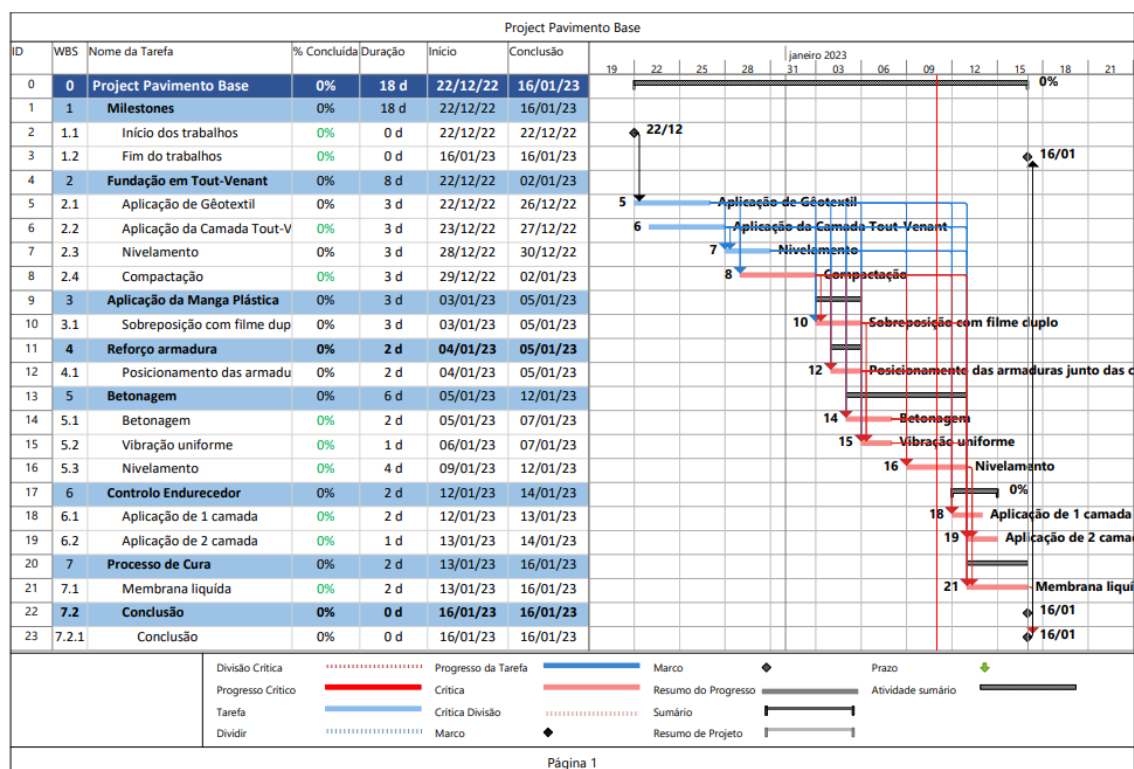


Figura 28 - Planeamento do Pavimento

### 5.4. BALIZAMENTO DO PLANEAMENTO INICIAL

Foram feitos balizamentos dos tempos, com recurso ao MsProject, com o objetivo de determinar o estado de execução dos trabalhos ao longo do decorrer da obra.

Este trabalho teve como base os autos emitidos pelas diferentes tarefas realizadas pelos subempreiteiros, que demonstram a quantidade de trabalho que foi feito até à data do balizamento.

Transforma-se dinheiro faturado em percentagem de trabalho executado e usa-se esse indicador para estimar o tempo de trabalho já realizado e o tempo ainda em falta, transformando finalmente essa análise em datas reais e previstas para cada tarefa.

Apresentam-se abaixo imagens de dois balizamentos efetuados respetivamente em 9/12/2022 e 10/1/2023, ver figuras 29 e 30.



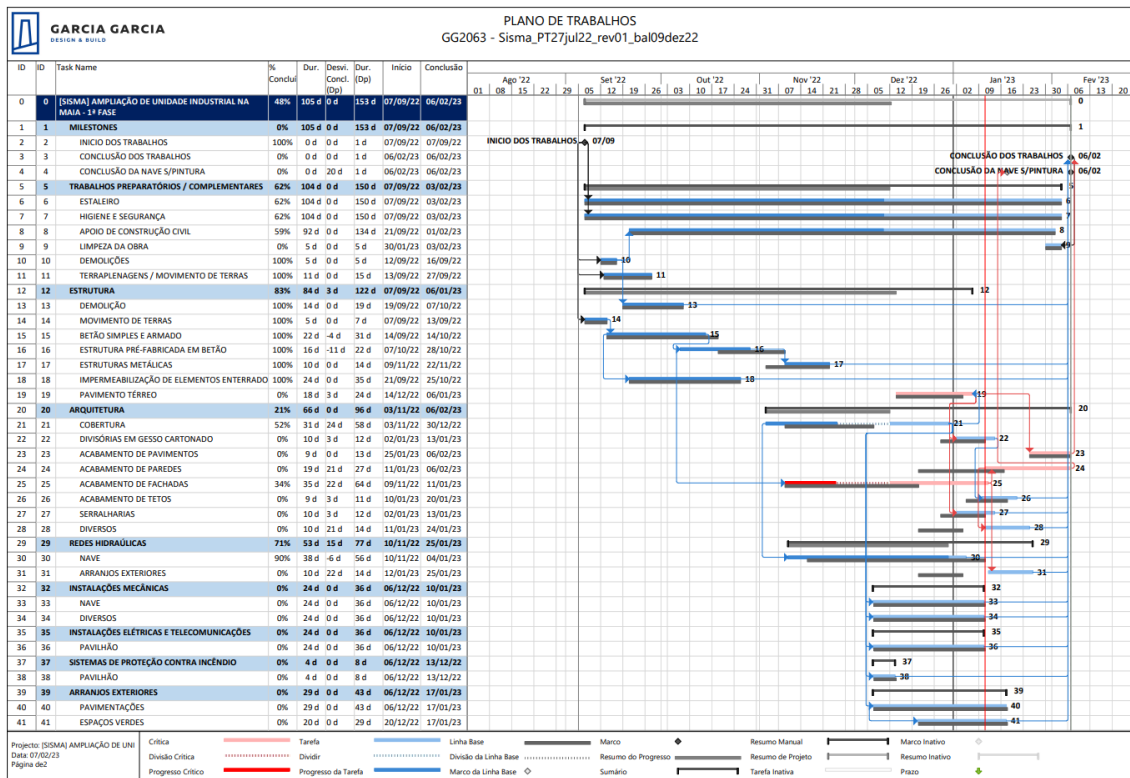


Figura 29 - Balizamento 1 do Plano Geral em 9/12/2022

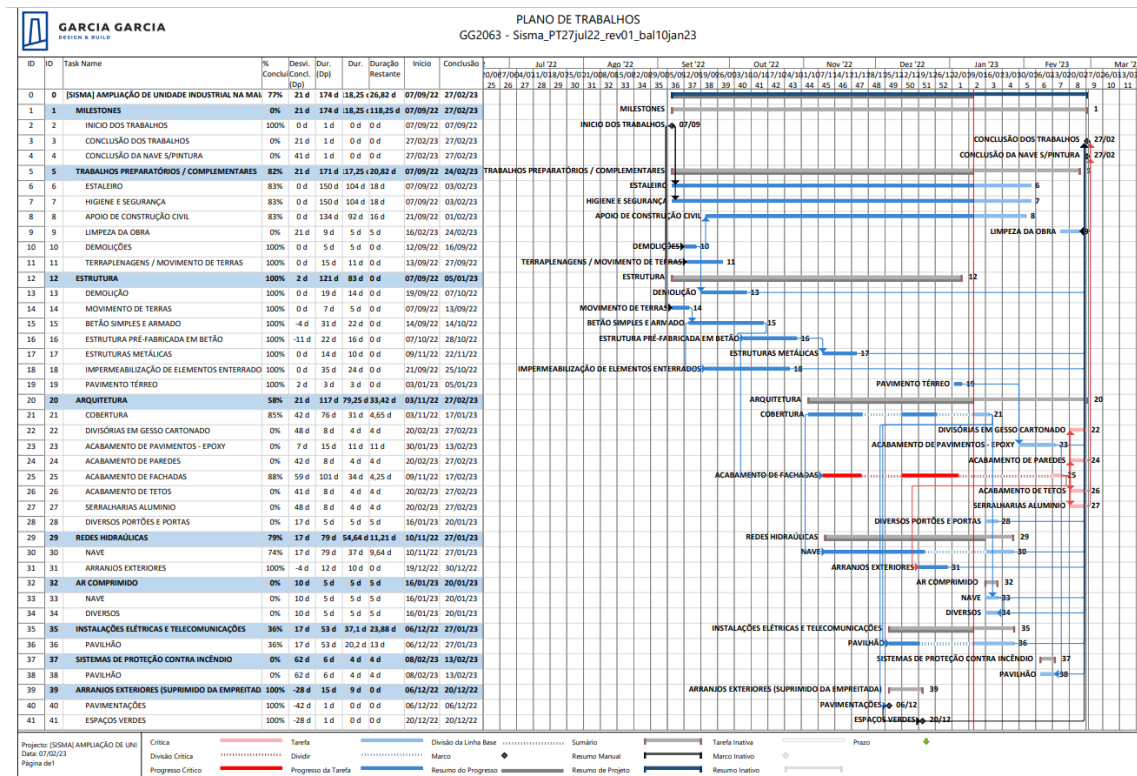


Figura 30 - Balizamento 2 do Plano Geral



Como é possível observar nos balizamentos do plano geral da obra, houve um atraso considerável devido à falta de materiais, às condições climáticas desfavoráveis (vento e chuva forte), e à má organização por parte da subempreitada responsável pela estrutura metálica, na concretização de todos os trabalhos adjudicados.

Nesta altura já foi possível admitir que o prazo de fim de obra (6 de fevereiro), não seria concretizado.

### 5.5. BALIZAMENTO DO PLANO DA ESTRUTURA METÁLICA

A estrutura metálica foi o que prejudicou realmente a realização da obra no prazo estabelecido previamente com o Dono de Obra. A má organização da equipa responsável pela instalação de todos os componentes metálicos foi um dos problemas encontrados na análise desta tarefa, que pode ser considerada a tarefa mais importante e significativa desta empreitada.

Apesar deste problema, a falha do fornecimento de materiais, por parte do fornecedor dos painéis de chapa perfilada, para a fachada principal, foi o que realmente afetou todo o projeto em si. O constante adiamento da data de chegada dos materiais, levou a que o fecho físico da envolvente da obra (cobertura e fachadas) fosse atrasado, o que determinou também que quase todas as atividades precedentes e sucessoras foram também afetadas.

A figura 31 abaixo apresenta o balizamento realizado em 9/1/2023.

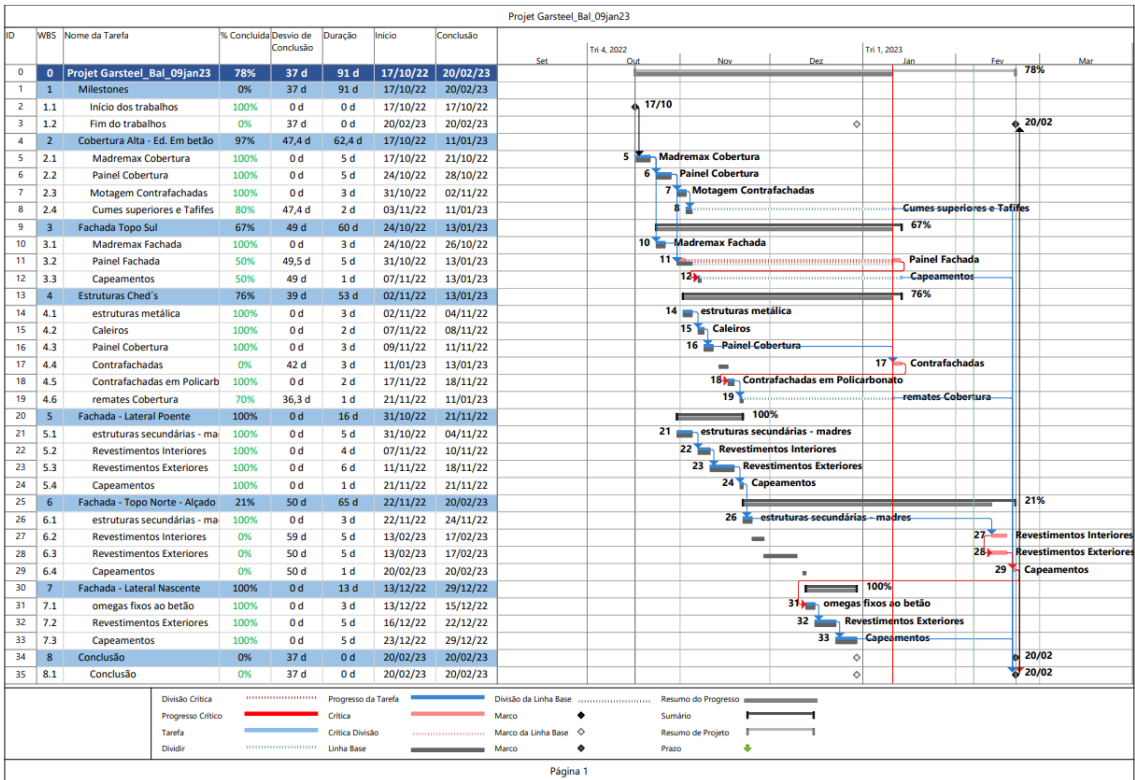


Figura 31 - Balizamento da Estrutura Metálica em 9/1/2023

## 5.6. BALIZAMENTO DO PLANO DO PAVIMENTO

A realização de todas as fases ligadas ao pavimento, decorreram sem qualquer tipo de imprevisto, e de acordo com o planeado anteriormente com a Direção de Obra.

A figura 32 abaixo apresenta uma imagem representativa do balizamento realizado em 25 de janeiro de 2023.

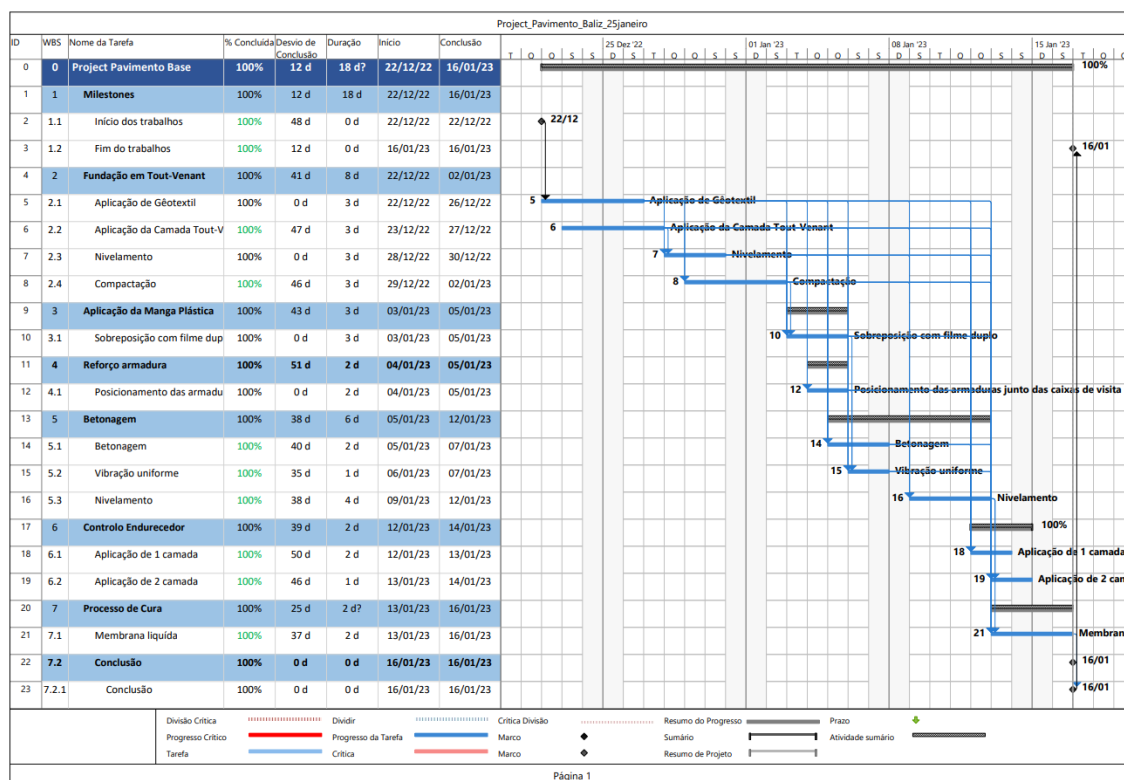


Figura 32 - Balizamento do Pavimento em 25/1/2023

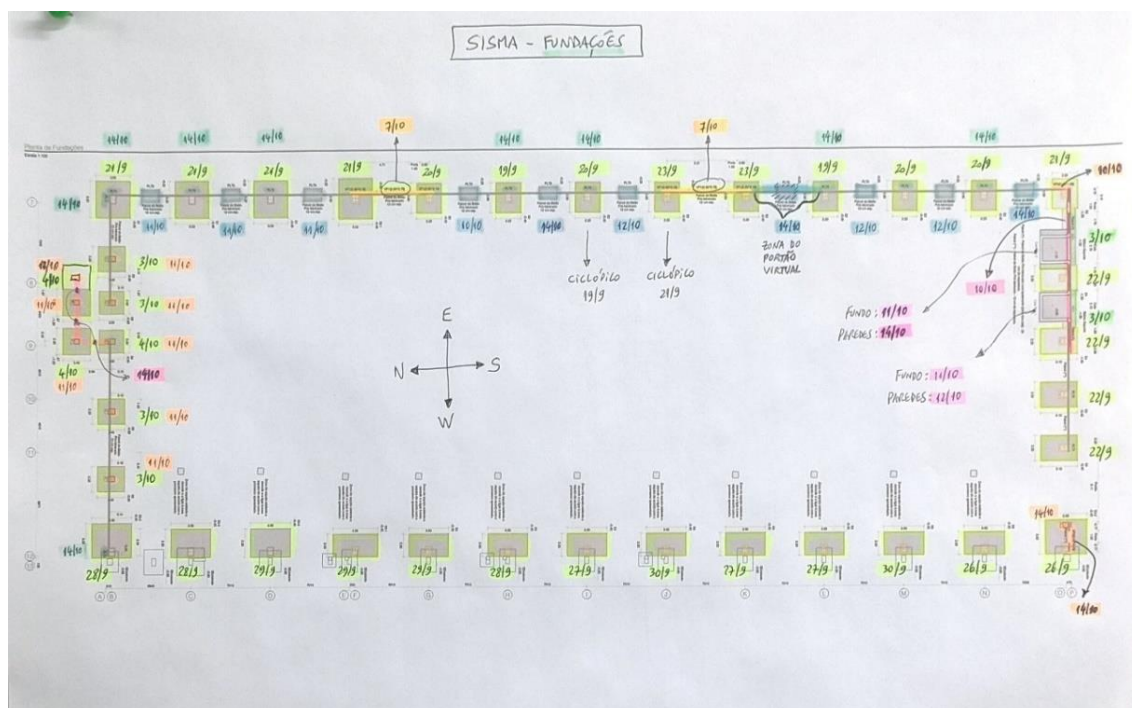
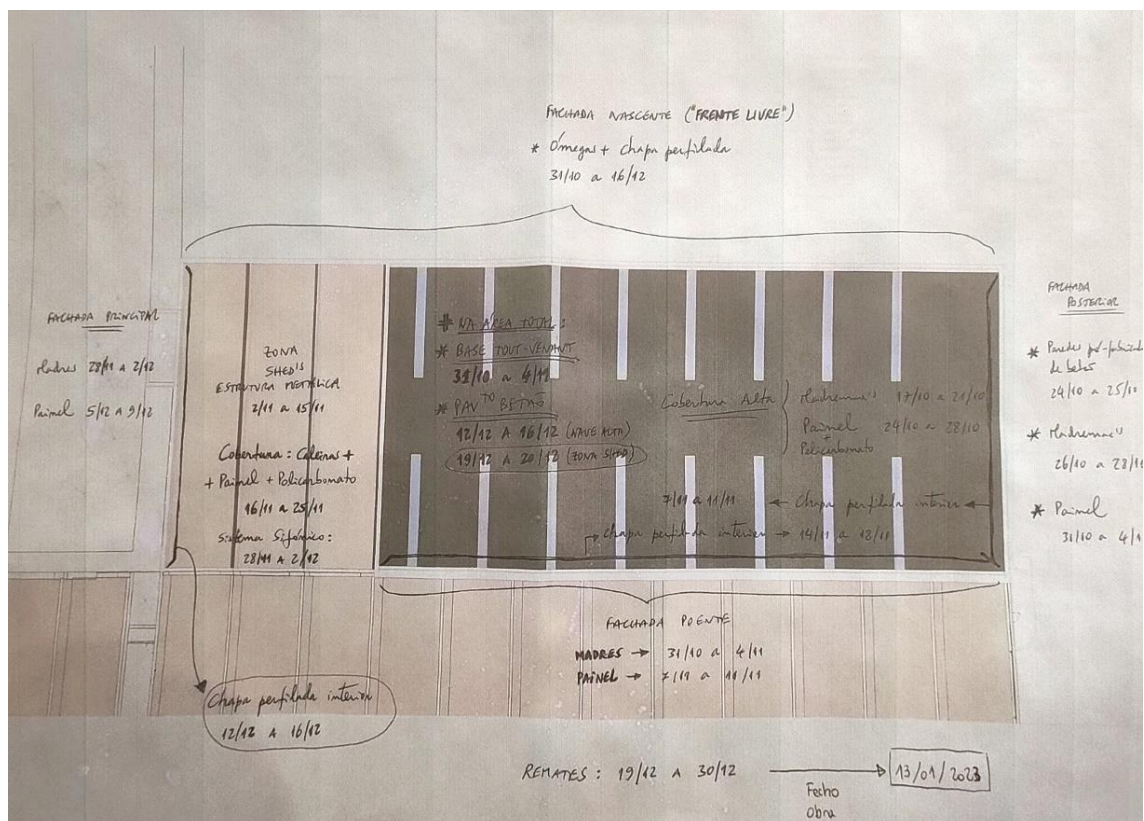
## 5.7. PLANEAMENTO VISUAL USADO NESTA OBRA

### 5.7.1. DESENHOS LEGENDADOS COM DATAS

Para as subempreitadas responsáveis pela estrutura metálica, pela realização das fundações e pela estrutura em betão pré-fabricado, foram realizadas reuniões em que foram apresentados Planeamentos Visuais, em que estava discriminada a organização dos trabalhos, com as respetivas datas objetivo e o trabalho a realizar por fases.

As figuras 33 a 36 abaixo representam a forma de comunicar com os subempreiteiros usada nesta obra ao nível de datas objetivo.

Consegue-se constatar que os objetivos a concretizar são facilmente percebidos olhando para os desenhos que no fundo associam cada elemento da obra a construir a um período de tempo e a uma data a concretizar. Esta metodologia representa uma das metodologias mais correntemente usadas na GG para comunicar com os subempreiteiros ao nível de prazos objetivo.



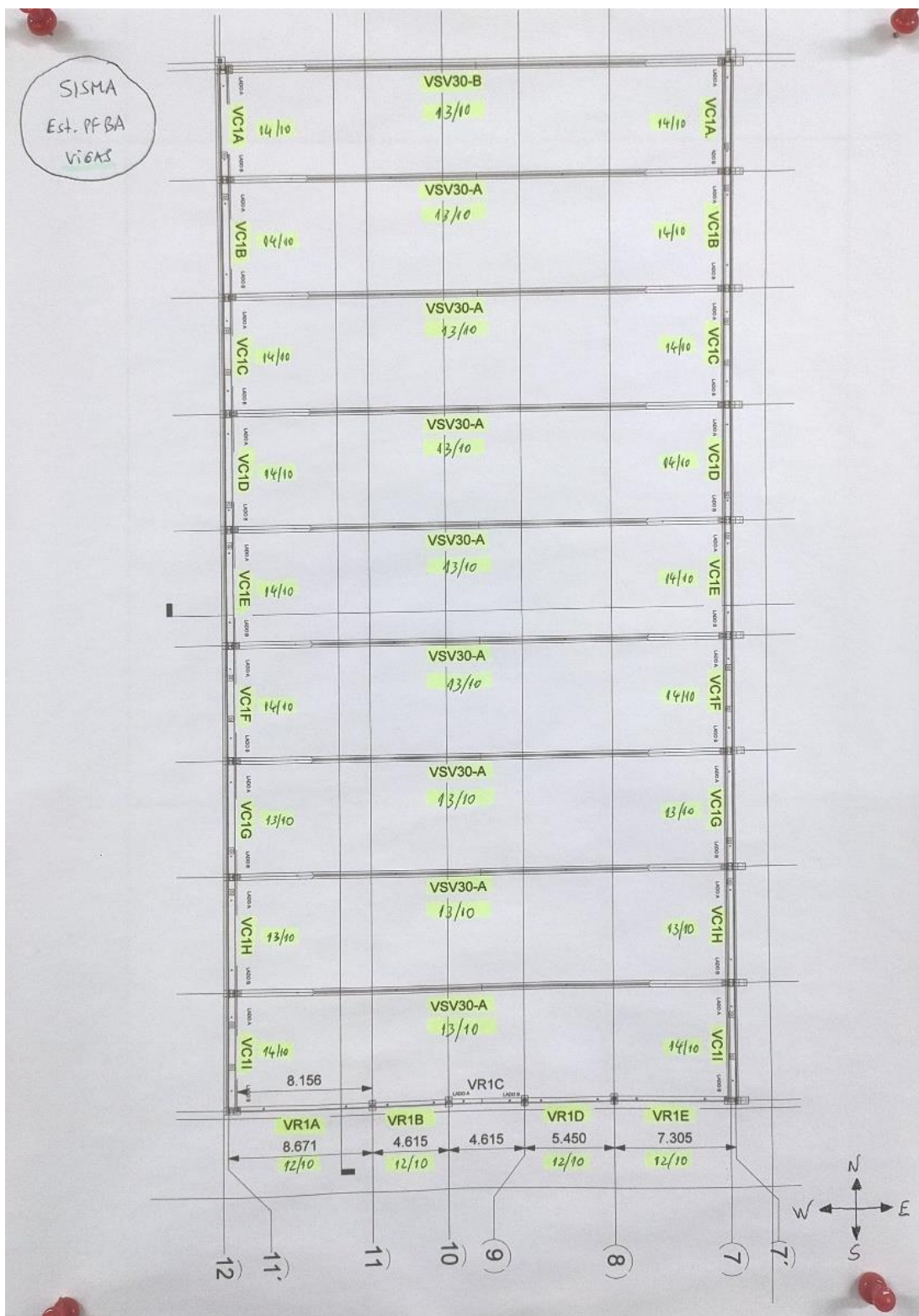
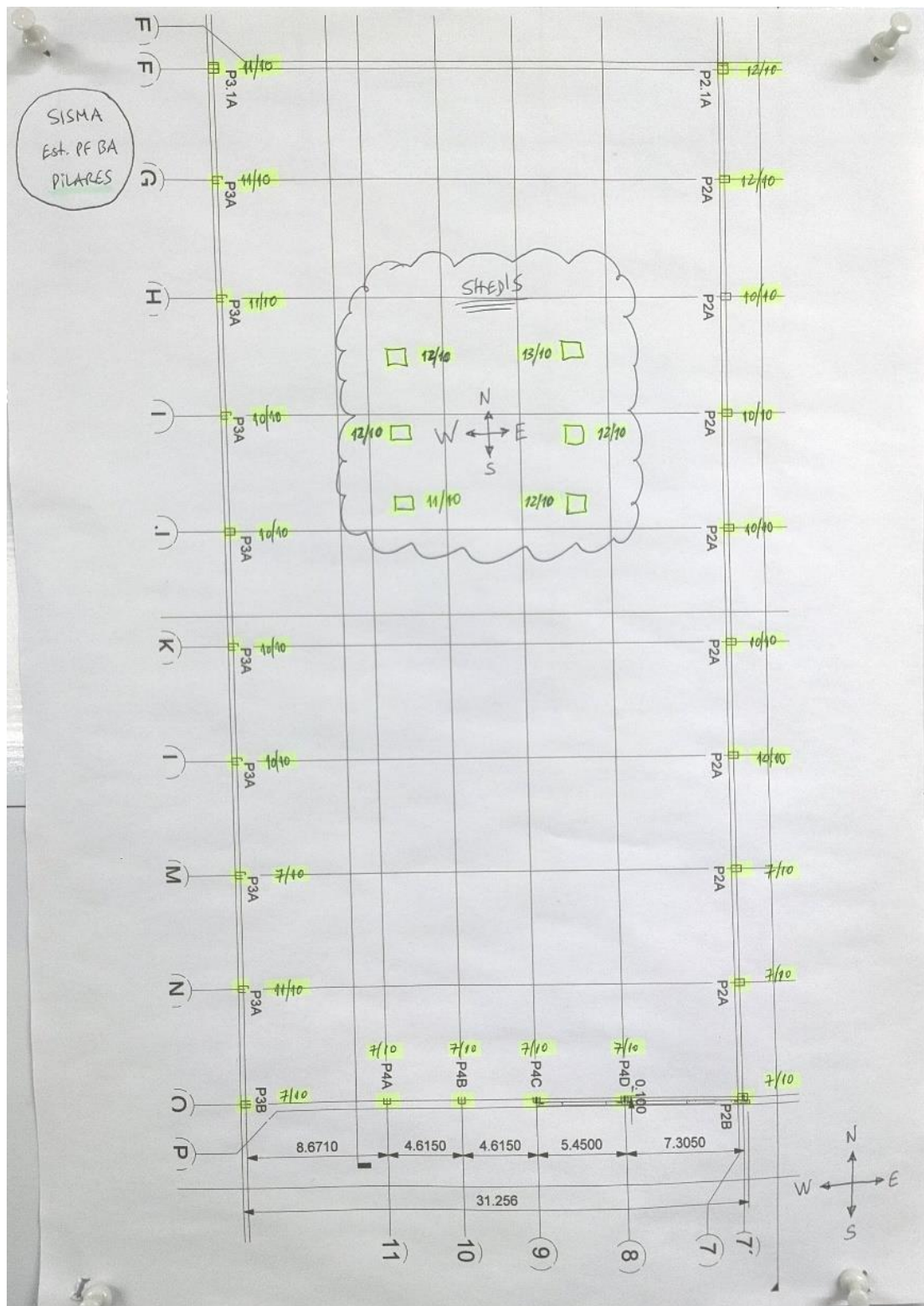


Figura 35 - Planeamento Visual da Estrutura pré-fabricada (vigas)





### 5.7.2. LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

A empresa GG já implementou nos seus processo de produção a metodologia LPS, e dispõe neste momento de normas e procedimentos padronizados internos para apoiar a sua utilização, e que se encontram em vigor em todas as obras.

Nesse contexto, a GG fornece à produção (direções de obra) um guia, que produziu em parceria e com o apoio de consultoria da consultora Kaizen Institute. Este guia define um procedimento padrão para as necessidades específicas da empresa na área do planeamento visual a aplicar na obra (alternativo e complementar ao procedimento definido no subponto anterior). Esse guia é adaptado conforme necessário e é usado na fase de execução, quando o LPS é mais visível, [13].

A figura 37 apresenta uma imagem de um dos quadros do LPS usados no sistema da GG.

O diagrama representa um quadro de planejamento visual dividido em seis seções principais:

- A3 DE INICIO**: Dividido em quatro sub-seções: 1. ÂMBITO E OBJETIVOS, 2. ESTRUTURA ENTREGÁVEIS E PRAZOS, 3. EQUIPA OBRA, e 4. INDICADORES DE OBRA.
- NORMA REUNIÕES**: Uma seção para normas de reunião.
- MAPA CONTATOS**: Uma seção para o mapa de contatos.
- REGRAS ESTALEIRO**: Uma seção para regras de estaleiro.
- PRESENCAS REUNIÕES**: Uma seção para o registro de presenças em reuniões, com uma tabela de 10 linhas e 20 colunas.
- CONTATOS EMERGÊNCIA**: Uma seção para contatos de emergência.

Na base do quadro, há duas seções adicionais: **RESPONSÁVEL ATUALIZAÇÃO** e **ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO**.

Figura 37 – LPS - Informação Geral do Projeto

Em conformidade com as normas fornecidas pela Kaizen Institute em sua parceria com a GG, o quadro da figura 37 apresenta uma visão geral do projeto, dividida em seis partes: "A3 de início", "Norma reuniões", "Mapa contatos", "Contatos emergência", "Regras estaleiro" e "Presenças reuniões".

O "A3 de início" é um documento de comunicação que se concentra nos objetivos da obra, permitindo uma compreensão clara dos requisitos do cliente. Também promove uma comunicação eficaz entre todas as partes envolvidas e ajuda a mitigar possíveis riscos de problemas tais como por exemplo atrasos, retrabalho e custos acrescidos.

Na figura 38 abaixo é possível observar um outro quadro do sistema que é usado com o propósito de produzir um planeamento diário de todas as tarefas de obra, que se materializa nos "post-its" coloridos fixados no quadro.

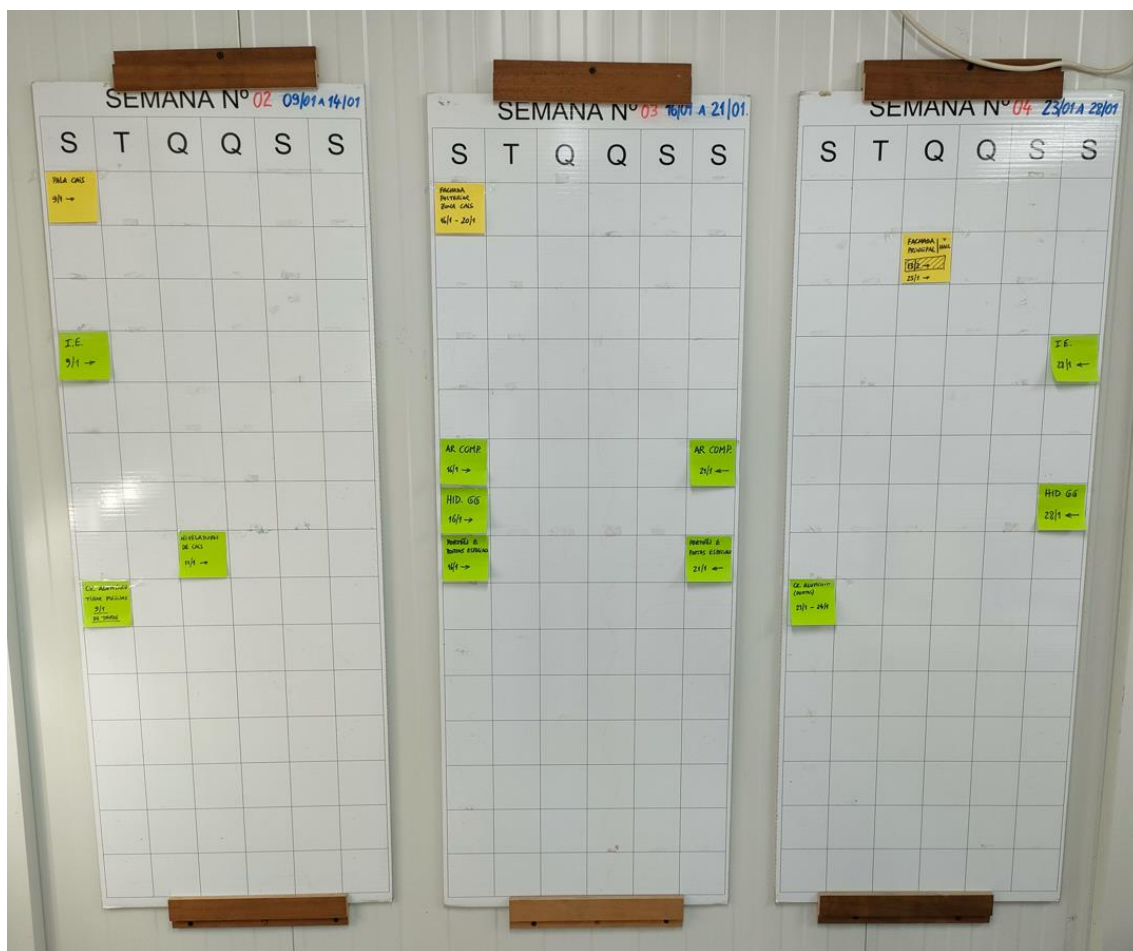


Figura 38 - Quadro de tarefas diárias do sistema LPS da GG – exemplo aplicado nesta obra [13]

Nesta imagem é possível observar que a metodologia Kaizen foi utilizada em formato de quadros, que tiveram como propósito o planeamento diário de todas as tarefas de obra desde o seu início.

Cada post-it representa uma determinada tarefa com o início e fim representados em diferentes papéis. Cada linha está assim apenas associada a uma única tarefa.

## 5.8. SÍNTESE DO CAPÍTULO

Com a realização deste capítulo, pretendeu-se ilustrar o trabalho desenvolvido pelo autor na área do planeamento e controlo dos prazos de realização da obra, usando os procedimentos, metodologias e ferramentas usadas correntemente na GG.

Estudaram-se os planos gerais existentes em MS Project, realizaram-se em MS Project planos específicos de tarefas fundamentais da empreitada e realizaram-se balizamentos de controlo de tempos sobre os planos gerais existentes e os planos específicos desenvolvidos no âmbito do estágio.

Este acompanhamento contínuo levou a uma melhor organização por parte da Direção de Obra, que conseguiu manter um controlo mais focado e rigoroso das subempreitadas mais importantes da obra, o que se veio a revelar fundamental para iniciar o processo de recuperação de atrasos e de adaptação a condições atmosféricas muito adversas.

Apesar de todos os imprevistos, a metodologia implementada levou a que fosse possível mitigar os atrasos na realização dos trabalhos, devido à análise mais fácil e a uma resposta mais célere às circunstâncias desfavoráveis existentes em cada momento.





# Controlo de produtividade das subempreitadas

## 6.1. INTRODUÇÃO

O controlo dos prazos de execução das tarefas executadas por subempreiteiros é essencial para que todos os prazos sejam cumpridos e para que tudo seja realizado de acordo com o planeado, já que atualmente em Portugal quase toda a produção é efetuada por subempreiteiros, como é o caso da GG.

Caso haja sobreposição e encadeamento de atividades entre subempreiteiros, tanto ao nível físico (ocuparem os mesmos locais nas mesmas datas) como de interdependência (dependerem uns dos outros ao nível de tarefas que se complementam ou que são feitas em sequência), esse controlo ainda é mais importante, para que seja assegurado o enquadramento mais adequado de cada uma das tarefas e a coordenação entre as várias equipas das diferentes subempreitadas.

Para que seja possível realizar o referido controlo de prazos de forma mais efetiva, é essencial trabalhar de forma mais próxima do terreno e para isso a preparação cuidada dos trabalhos e o controlo da produtividade de operários e de equipamentos é essencial.

Neste capítulo, apresentam-se alguns exemplos de controlo de produtividade das equipas de mão-de-obra e de equipamentos dos subempreiteiros na realização de diversas tarefas da empreitada acompanhada.

## 6.2. FUNDAÇÕES

Neste ponto apresenta-se o controlo de produtividade realizado sobre a tarefa “Fundações”. A Tabela 5 resume os principais elementos usados nesse controlo.

Tabela 5 - Produtividade da realização das fundações

|                        |                                                                                  |                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Fundações              |                                                                                  |                                                                                    |
| Material               | <b>Elementos estruturais em betão armado: C25/30, XC2, Cl0,40, D22, S3.</b>      |  |
| Equipa                 | <b>8 Trabalhadores</b>                                                           |                                                                                    |
| Equipamento            | <b>1 Escavadora de rastos, 1 Manitou telescópio de 16 m e 1 Camião Betoneira</b> |                                                                                    |
| Quantidade             | <b>31859,27 kg</b>                                                               |                                                                                    |
| Produtividade Prevista | <b>1448,149 kg/dia</b>                                                           |                                                                                    |
| Produtividade Real     | <b>1327,47 kg/dia</b>                                                            |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa   | <b>0,054 Hh/kg</b>                                                               |                                                                                    |

Nesta fase de obra, a precipitação abundante do mês de outubro foi sentida no solo. Como se trata de um solo argiloso bastante impermeável, toda a água derivada da chuva mantém-se à superfície, originando várias poças, bem como locais com muita lama.

Contudo, existiram dias de trabalho com bastante Sol, onde no entanto o solo não permitia qualquer melhoria nas condições de trabalho, por não ter ocorrido a drenagem natural prévia dos locais afetados. Sendo assim, foi necessário recorrer a bombas de água, para que as sapatas fossem realizadas e o prazo de fim de obras não fosse afetado.

A Figura 39 abaixo apresenta a comparação entre a produtividade acumulada prevista e a produtividade real ocorrida na realização deste trabalho.

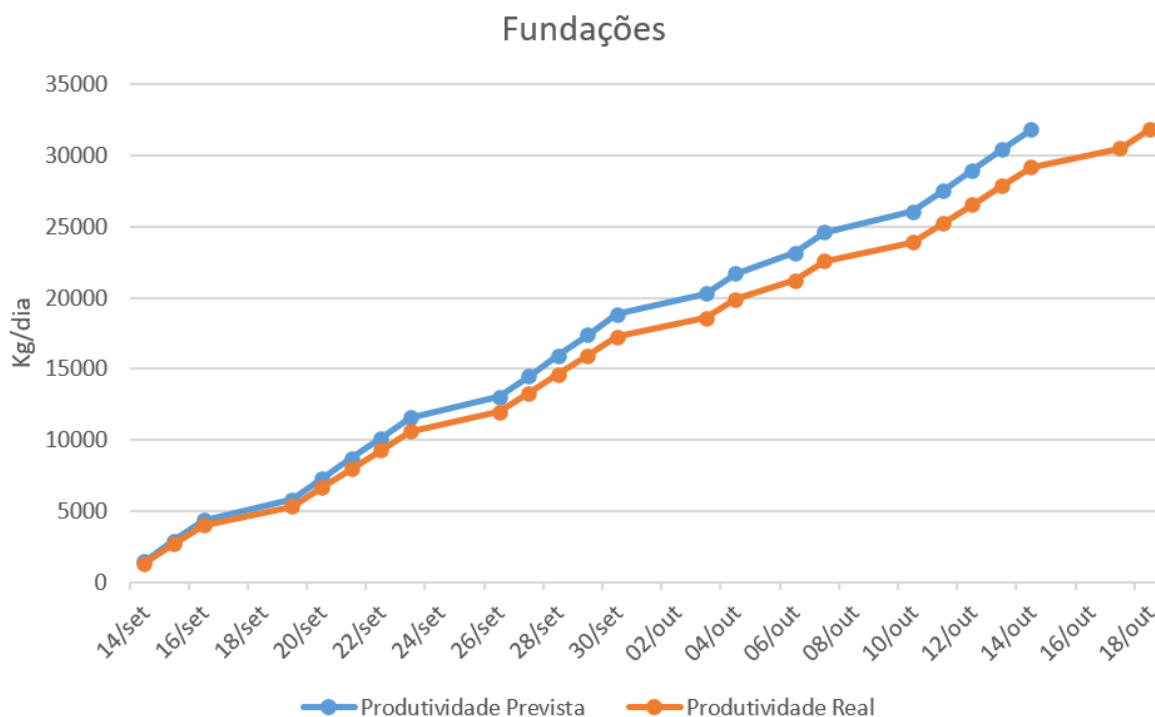


Figura 39 - Gráfico da Produtividade acumulada da realização das Fundações

### 6.3. ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA DE BETÃO ARMADO

Neste ponto apresenta-se o controlo de produtividade realizado sobre a tarefa “Execução da montagem da estrutura pré-fabricada em betão armado”.

Esse controlo foi dividido no controlo das sub-tarefas seguintes:

- “Montagem de pilares pré-fabricados em betão armado”, ver Tabela 6 e figura 40;
- “Montagem de asnas e caleiras pré-fabricadas em betão armado, em coberturas”, ver Tabela 7 e figura 41;
- “Montagem de painéis pré-fabricados em betão armado”, ver Tabela 8 e figura 42.

A colocação da estrutura de betão armado prefabricado, foi concluída sem qualquer tipo de imprevisto, como tinha sido estipulado previamente, graças às condições climáticas favoráveis. Tanto os pilares, como as asnas e as caleiras foram tarefas que decorreram em simultâneo, para economizar tempo e recursos.

Os painéis de fachada foram montados em momento diferente.

Tabela 6 - Produtividade da aplicação de pilares

|                               |                                                                      |                                                                                    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instalação de Pilares</b>  |                                                                      |                                                                                    |
| <b>Material</b>               | Sapatas, Plintos, muros de suporte do cais e vigas de fundação       |  |
| <b>Equipa</b>                 | 8 Trabalhadores                                                      |                                                                                    |
| <b>Equipamento</b>            | 1 Autogrua, 1 Platafaforma Elevatória de 16m e 1 Manitou telescópico |                                                                                    |
| <b>Quantidade</b>             | 31859,27 kg                                                          |                                                                                    |
| <b>Produtividade Prevista</b> | 1448,149 kg/dia                                                      |                                                                                    |
| <b>Produtividade Real</b>     | 1327,47 kg/dia                                                       |                                                                                    |
| <b>Rendimento da Equipa</b>   | 0,054 Hh/kg                                                          |                                                                                    |

Tabela 7 - Produtividade da aplicação de Asnas e Caleiras

|                                       |                                                                      |                                                                                      |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instalação de Asnas e Caleiras</b> |                                                                      |                                                                                      |
| <b>Material</b>                       | Asnas de Betão Armado Pré-fabricado com 31 m de vão                  |  |
| <b>Equipa</b>                         | 8 Trabalhadores                                                      |                                                                                      |
| <b>Equipamento</b>                    | 1 Autogrua, 1 Platafaforma Elevatória de 16m e 1 Manitou telescópico |                                                                                      |
| <b>Quantidade</b>                     | 31859,27 kg                                                          |                                                                                      |
| <b>Produtividade Prevista</b>         | 1448,149 kg/dia                                                      |                                                                                      |
| <b>Produtividade Real</b>             | 1327,47 kg/dia                                                       |                                                                                      |
| <b>Rendimento da Equipa</b>           | 0,054 Hh/kg                                                          |                                                                                      |

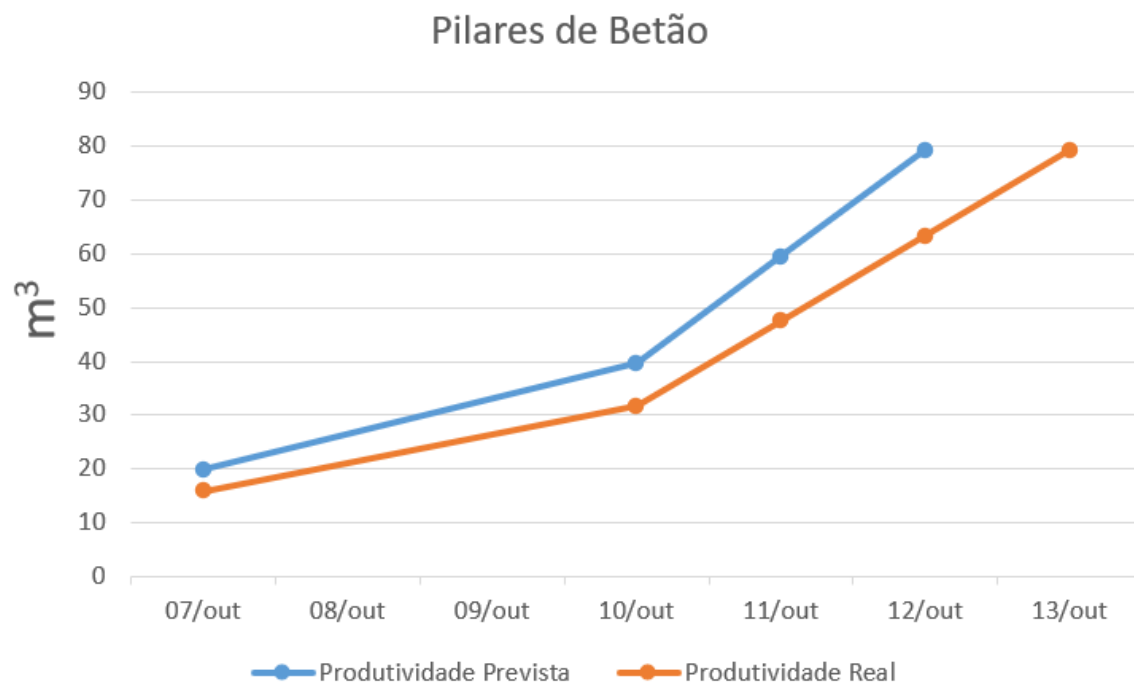


Figura 40 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação dos pilares

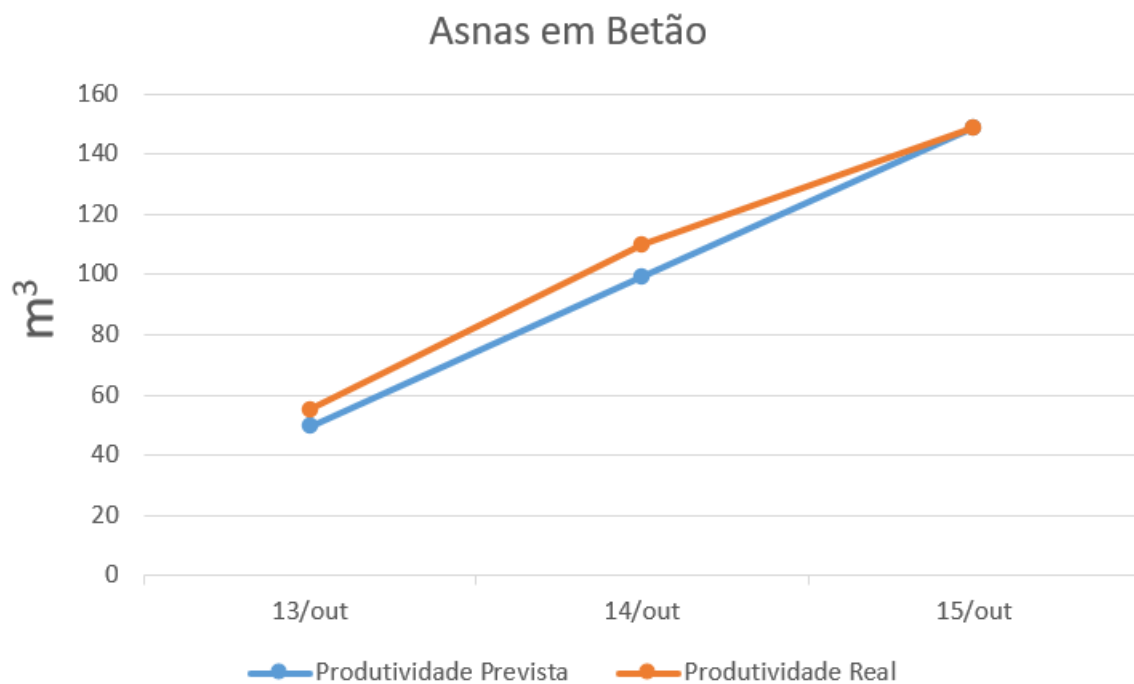
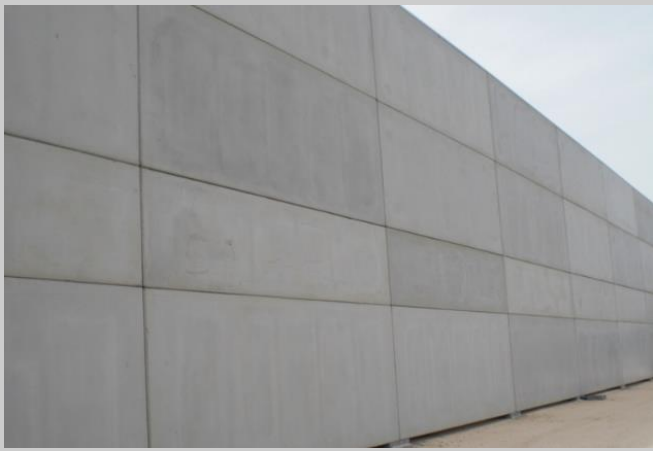


Figura 41 - Gráfico da Produtividade acumulada da realização das Asnas e Caleiras

Tabela 8 - Produtividade da aplicação de Painéis de Betão

|                               |                                                      |                                                                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Painéis de Betão para Fachada |                                                      |                                                                                    |
| Material                      | <b>Betão Pré-Fabricado da Prenorte</b>               |  |
| Equipa                        | <b>3 Trabalhadores</b>                               |                                                                                    |
| Equipamento                   | <b>1 Autogrua e 1 Platafaforma Elevatória de 16m</b> |                                                                                    |
| Quantidade                    | <b>1131 m<sup>2</sup></b>                            |                                                                                    |
| Produtividade Prevista        | <b>282,75 m<sup>2</sup>/dia</b>                      |                                                                                    |
| Produtividade Real            | <b>226,2 m<sup>2</sup>/dia</b>                       |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa          | <b>0,12 Hh/m<sup>2</sup></b>                         |                                                                                    |

Os painéis de fachada foram aplicados em relativamente pouco tempo, de acordo como previsto na fase de planeamento, e não terminaram mais cedo devido à falta da estrutura metálica da fachada norte do edifício. As boas condições meteorológicas permitiram que os trabalhos associados a esta tarefa fossem realizados sem qualquer tipo de atraso, relacionado com esta condicionante.

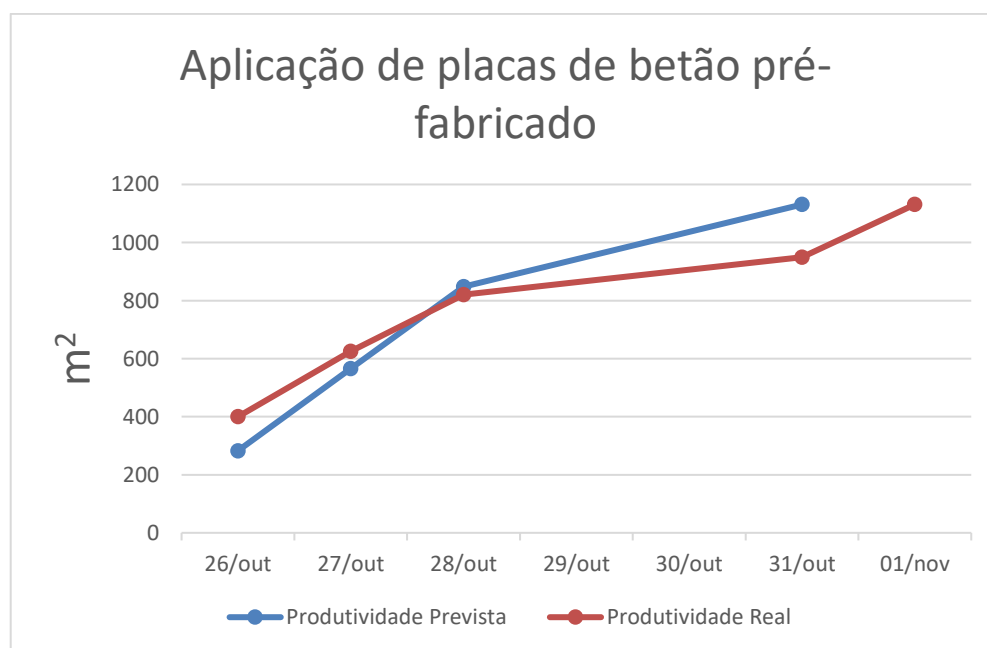


Figura 42 - Gráfico da produtividade acumulado da aplicação de painéis de fachada

## 6.4. ESTRUTURA METÁLICA

### 6.4.1. APLICAÇÃO DE PAINÉIS SANDWICH EM FACHADAS

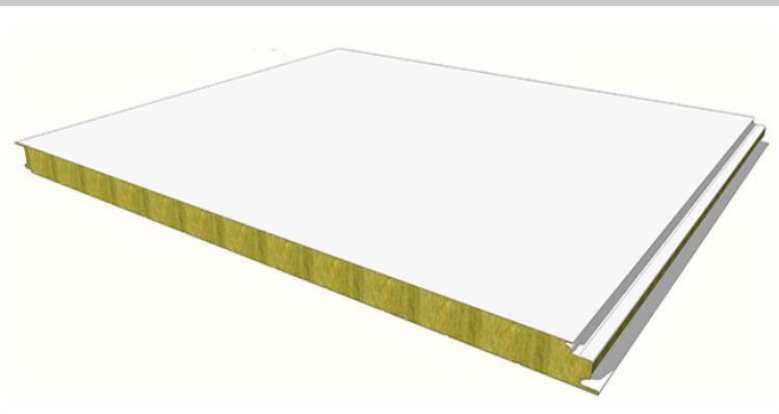
A análise da produtividade da estrutura metálica da obra em questão divide-se em várias tarefas diferentes que incluem: a instalação dos painéis da cobertura, da fachada, das madres da fachada, das caleiras da cobertura, dos pilares e das vigas da fachada principal.

A subempreitada responsável pela realização destes trabalhos é a Garsteel, uma empresa do grupo GG, que deu entrada em obra no dia 3 de novembro de 2022 e tinha data prevista para conclusão dos trabalhos no dia 22 de novembro de 2022. Estes prazos não foram respeitados, devido à falta de componentes metálicos para aplicar nas diferentes secções do projeto.

Esta empresa recorre a tarefeiros, aluguer de mão de obra, para conseguir concretizar todo o trabalho adjudicado. Cada trabalhador da empresa trabalha em média 9 horas por dia, 5 dias por semana.

A Tabela 9, abaixo, resume os principais elementos usados no controlo desta tarefa. A figura 43 apresenta as características técnicas principais dos painéis aplicados.

Tabela 9 - Produtividade da aplicação de painéis sandwich

|                        |                                                                       |                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Painéis Sandwich       |                                                                       |  |
| Material               | <b>PAINÉIS SANDWICH ACH F1FO Microperfilado 80mm</b>                  |                                                                                     |
| Equipa                 | <b>6 Trabalhadores</b>                                                |                                                                                     |
| Equipamento            | <b>2 Plataformas Elevatórias de 16 m + Manitou telescópio de 16 m</b> |                                                                                     |
| Quantidade             | <b>283 m<sup>2</sup></b>                                              |                                                                                     |
| Produtividade Prevista | <b>56,6 m<sup>2</sup>/dia</b>                                         |                                                                                     |
| Produtividade Real     | <b>94,3 m<sup>2</sup>/dia</b>                                         |                                                                                     |
| Rendimento de equipa   | <b>0,57 Hh/m<sup>2</sup></b>                                          |                                                                                     |

### Dimensões, pesos e características térmicas

| Espessura mm | Largura mm | Compr. máx. recomendada m | Tipo de núcleo | Peso kg/m <sup>2</sup> | Coef. Trans. Térmica W/m <sup>2</sup> K |
|--------------|------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------------------|
| 50           | 1.150      | 7,00                      | L              | 12,7                   | 0,690                                   |
| 60           | 1.150      | 7,00                      | L              | 13,6                   | 0,592                                   |
| 80           | 1.150      | 9,00                      | L              | 15,4                   | 0,455                                   |
| 100          | 1.150      | 10,00                     | L              | 17,2                   | 0,370                                   |
| 120          | 1.150      | 11,00                     | L              | 19,0                   | 0,308                                   |
| 150          | 1.150      | 12,00                     | L              | 21,7                   | 0,253                                   |
| 200          | 1.150      | 12,00                     | L              | 26,2                   | 0,192                                   |

Figura 43 - Características dos Painéis

O trabalho controlado refere-se à execução da fachada lateral do armazém, que está virada ao edifício existente (representada a vermelho na figura 44 abaixo).



Figura 44 - Pormenor construtivo do alçado poente

A figura 45 apresenta a produtividade acumulada prevista e real ocorridas na realização desta tarefa.

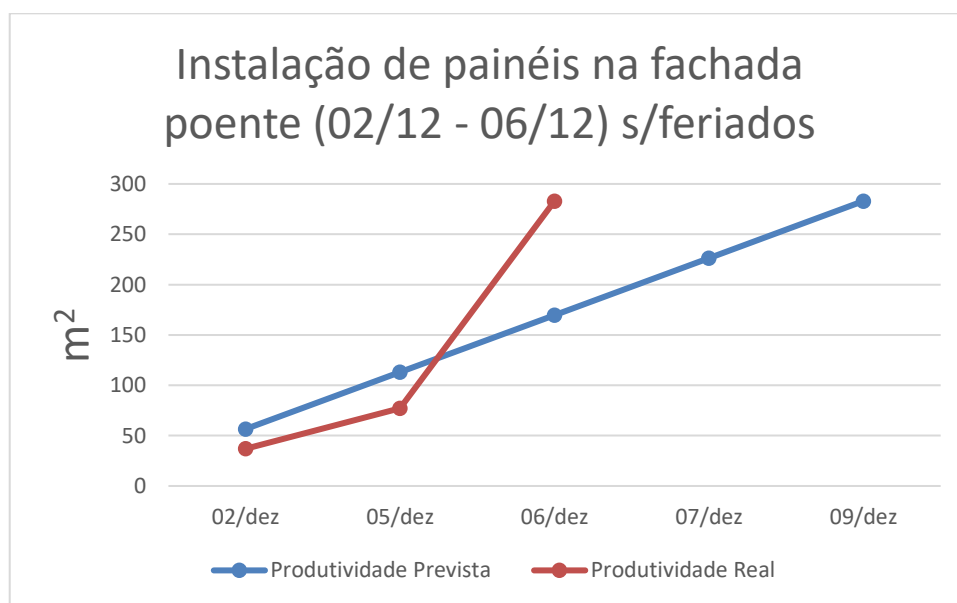


Figura 45 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação de painéis de fachada

Como é possível observar pelo gráfico acima, a instalação dos painéis de fachada estava prevista para ser realizada em 5 dias. No início da atividade, a produtividade real estava abaixo da produtividade prevista, logo os trabalhadores foram pressionados para acelerar o ritmo de trabalho, conseguindo assim terminar o trabalho antes do tempo previsto.

Os painéis sandwich da fachada foram aplicados na vertical, tipo ACH F1FO Micro, a chapa superior com 0,5mm de espessura e a chapa interior com 0,5mm de espessura, pintado por fora em RAL7022 e no interior em branco, incluindo fixações, cortes, remates e todos os ajustes necessários para que a aplicação seja bem realizada.



#### 6.4.2. APLICAÇÃO DAS MADRES DE COBERTURA

A figura 46, abaixo, apresenta uma vista 3D da obra onde é possível identificar as madres montadas na cobertura para suportar o revestimento exterior em chapa metálica.

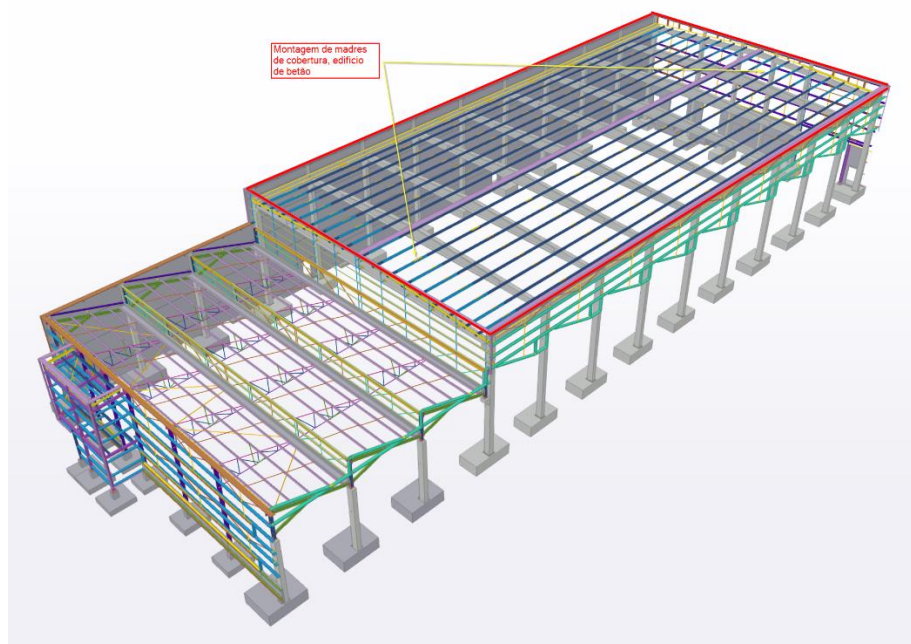


Figura 46 - Vista 3D da estrutura em betão armado com as madres

A figura 47 apresenta a comparação entre as produtividades prevista e real ocorridas na realização desta tarefa.

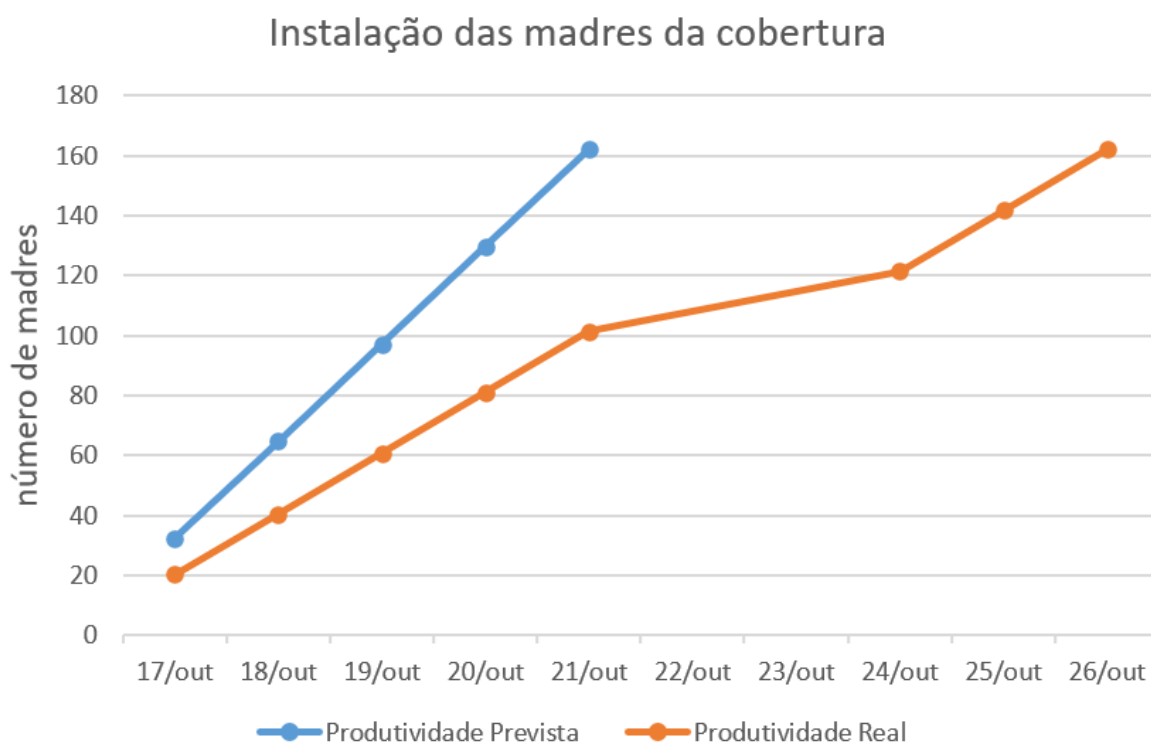
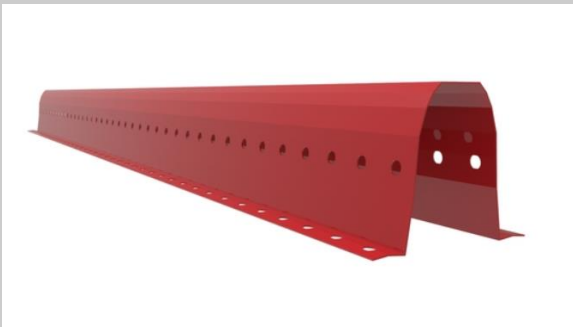


Figura 47 – Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação de madres de cobertura

Esta tarefa de obra sofreu algum atraso, que se deveu também à precipitação constante ocorrida mês de outubro de 2022. A instalação das madres galvanizadas foi realizada pela mesma equipa que instalou os painéis Sandwich das fachadas (Garsteel). Como estas atividades eram consequentes, o atraso de uma levou ao atraso da outra.

A Tabela 10 resume os principais indicadores de produtividade associados a esta tarefa.

Tabela 10 - Produtividade da aplicação das madres de cobertura

| MADRES DE COBERTURA    |                                                                       |                                                                                    |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Material               | <b>MADREMAX (200*1,5)</b>                                             |  |
| Peso                   | <b>6,27 kg/m</b>                                                      |                                                                                    |
| Equipa                 | <b>6 Trabalhadores</b>                                                |                                                                                    |
| Equipamento            | <b>2 Plataformas Elevatórias de 16 m + Manitou telescópio de 16 m</b> |                                                                                    |
| Quantidade             | <b>7110 kg</b>                                                        |                                                                                    |
| Produtividade Prevista | <b>1420 kg/dia</b>                                                    |                                                                                    |
| Produtividade Real     | <b>890 kg/dia</b>                                                     |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa   | <b>0,061 Hh/kg</b>                                                    |                                                                                    |

## 6.5. SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de drenagem de águas pluviais da cobertura é do tipo “sifónico”, ou seja os caudais são escoados sob pressão por indução de escoamentos em secção cheia associados à relação de diâmetros, pendentes e ralos previstos no sistema, obrigatoriamente patenteado pela firma fornecedora.

As figuras 48 e 49 abaixo apresentam detalhes técnicos do trabalho executado.

A subempreitada deu entrada em obra no dia 16 de outubro de 2022 e não tem data prevista de fim. Esta empresa apenas teve em obra, durante muito tempo, 1 operário a trabalhar com uma produtividade muito baixa.

Tal baixa produtividade, deveu-se ao facto de o trabalho da rede de águas pluviais ter sido prejudicado pelo atraso da Subempreitada responsável em colocar a estrutura metálica, o que impediu a instalação dos suportes para a tubagem suspensa do sistema sifónico (sem perfis não havia como “pendurar” a tubagem...).

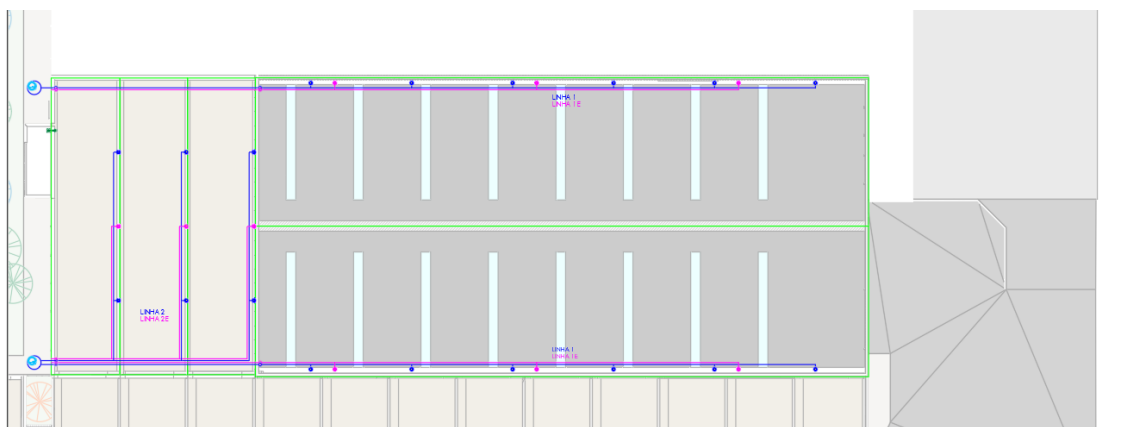


Figura 48 - Planta do sistema sifónico

Geberit International Sales AG 2014  
Pluvia

**GEBERIT**

Geberit Pluvia

Sistema Convencional

Vs.

Sistema Sifónico

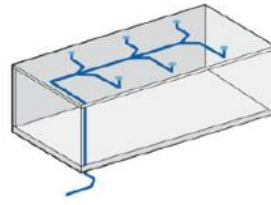
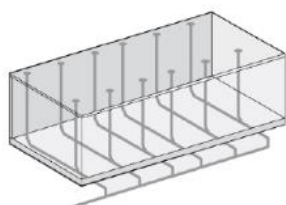
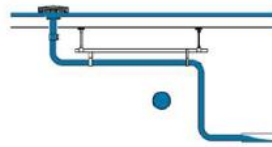
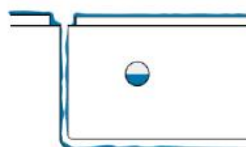


Figura 49 - Imagem representativa - Geberit Pluvia

A escolha deste sistema de drenagem pluvial deve-se ao facto de permitir a existência de um menor número de tubos de queda vertical, a tubagem horizontal não necessitar de inclinação, os diâmetros das tubagens serem menores, a instalação ser mais fácil, e requererem uma manutenção mais reduzida. Desenho do sistema (patenteado) permite grandes velocidades de descarga, em seção plena, de onde resultam as vantagens acima listadas.

Alternativamente, o sistema de drenagem convencional apresenta um elevado número de tubos de descarga vertical, as tubagens horizontais requerem inclinação, estas têm elevados diâmetros, existe um elevado número de tubagens enterradas e os caudais de água drenada e a velocidade da mesma são reduzidos.

Daqui resulta a cada vez maior utilização dos sistemas “sifónicos”, como foi o caso desta empreitada. No entanto, a mão-de-obra competente para instalar este tipo de sistemas de forma adequada é escassa devida à sua elevada especialização.

A figura 50 apresenta a comparação entre as produtividades prevista e real ocorridas na realização desta tarefa.

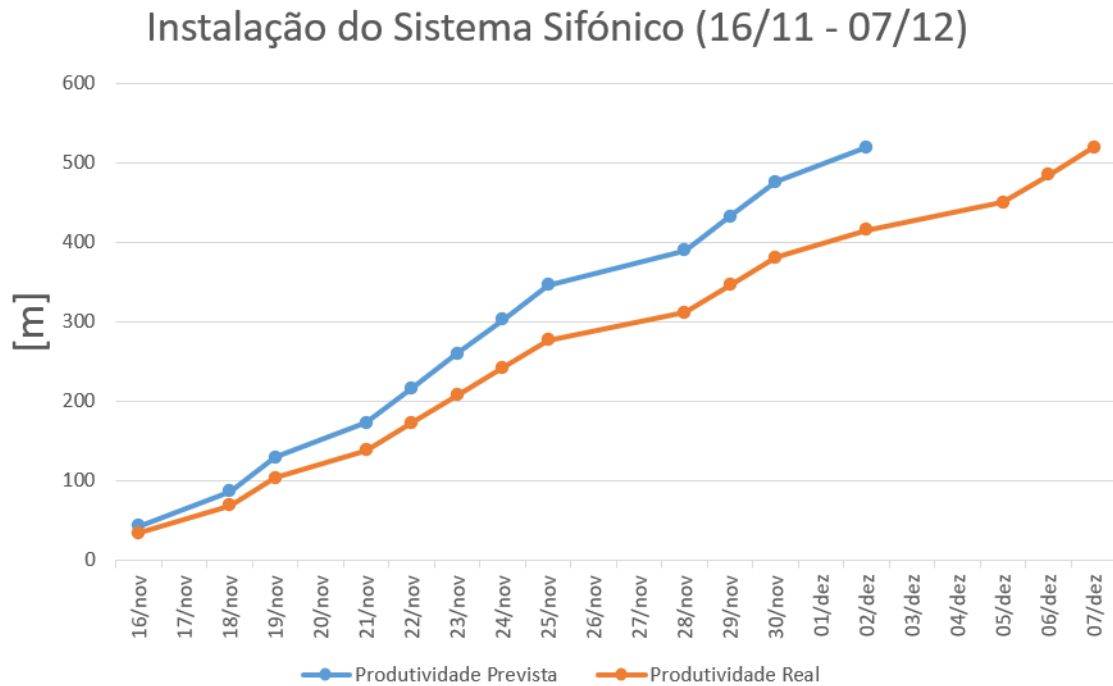


Figura 50 – Gráfico da produtividade acumulada da instalação do sistema de águas pluviais

A Tabela 11 resume os principais indicadores de produtividade associados a esta tarefa.

Tabela 11 - produtividade da instalação do sistema de águas pluviais

| Sistema de Drenagem Pluvial |                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| Material                    | <b>Geberit Sifónico</b>                |
| Equipa                      | <b>1 Trabalhador</b>                   |
| Equipamento                 | <b>1 Plataforma Elevatória de 16 m</b> |
| Quantidade                  | <b>519,45 m</b>                        |
| Produtividade Prevista      | <b>43,4 m/dia</b>                      |
| Produtividade Real          | <b>34,6 m/dia</b>                      |
| Rendimento da Equipa        | <b>0,26 Hh/m</b>                       |

A duração prevista para a realização da aplicação do sistema de drenagem pluvial, por 2 trabalhadores, era de 15 dias. Devido aos atrasos da obra provocados pela falta de material na realização de outras tarefas, à sobreposição de trabalhos e às más condições climáticas, houve um ligeiro atraso na colocação do sistema sifónico. Para além destes fatores, o trabalho foi apenas realizado por 1 trabalhador, ao contrário dos 2 planeados previamente.

Salienta-se que a produtividade prevista já era bastante baixa e fácil de atingir.

## 6.6. PAVIMENTO

### 6.6.1. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA TAREFA – SÍNTESE

Nesta tarefa optou-se por fazer uma descrição prévia mais detalhada do trabalho executado, o que se apresenta em seguida.

As figuras 51 e 52 apresentam a check-list de verificação técnica disponível na GG e que foi usada para acompanhar o trabalho.

| CHECK-LIST VERIFICAÇÃO |                                                                            |                                                               |    |    |     |  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----|----|-----|--|
| ID                     | TAREFA                                                                     | CRITÉRIO ACEITAÇÃO                                            | OK | KO | N/A |  |
| 1                      | Verificação da Fundação em Tout-Venant                                     |                                                               |    |    |     |  |
| 1.1                    | Cota de Fundo da Caixa                                                     | +/- 1 cm                                                      |    |    |     |  |
| 1.2                    | Compactação                                                                | De acordo com projeto                                         |    |    |     |  |
| 2                      | Colocação de Manga Plástica                                                |                                                               |    |    |     |  |
| 2.1                    | Sobreposição / Elementos emergentes com filme duplo                        | MIN. 200mm                                                    |    |    |     |  |
| 2.2                    | Ausência de Buracos / Superfície esticada                                  | Superfície s/ danos                                           |    |    |     |  |
| 2.3                    | Proteção das paredes e demais elementos                                    | Todos elementos protegidos                                    |    |    |     |  |
| 3                      | Juntas de Retração / Construção                                            |                                                               |    |    |     |  |
| 3.1                    | Execução Plano de juntas                                                   | Validação coordenador zona                                    |    |    |     |  |
| 3.2                    | Posicionamento das juntas                                                  | De acordo com plano juntas                                    |    |    |     |  |
| 3.3                    | Juntas devem estar alinhadas                                               | De acordo com plano juntas                                    |    |    |     |  |
| 3.4                    | Juntas devem estar niveladas                                               | De acordo com plano juntas                                    |    |    |     |  |
| 3.5                    | Juntas devem fazer 90° com pavimento acabado                               | 90°                                                           |    |    |     |  |
| 3.6                    | Juntas devem estar devidamente fixadas                                     | Sem movimento                                                 |    |    |     |  |
| 3.7                    | Verificar soldadura e fixações                                             | De acordo com pormenores                                      |    |    |     |  |
| 3.8                    | Limpar juntas após betonagem                                               | Sem resíduos                                                  |    |    |     |  |
| 4                      | Reforço armadura                                                           |                                                               |    |    |     |  |
| 4.1                    | Posicionamento da armadura                                                 | De acordo com pormenores                                      |    |    |     |  |
| 4.2                    | Comprimento dos empalmes                                                   | De acordo com plano juntas                                    |    |    |     |  |
| 5                      | Betonagem                                                                  |                                                               |    |    |     |  |
| 5.1                    | Ensaio de compressão                                                       | De acordo com projeto                                         |    |    |     |  |
| 5.2                    | Ensaio de slump                                                            | De acordo com estudo de composição                            |    |    |     |  |
| 5.3                    | Adição de água                                                             | Não permitida                                                 |    |    |     |  |
| 5.4                    | Verificar adição de fibras (na central)                                    | De acordo com projeto                                         |    |    |     |  |
| 5.5                    | Verificar tempo de amassadura e tempo de descarga                          | Máx. 2h                                                       |    |    |     |  |
| 5.6                    | Verificar guia de remessa cada camilo                                      | De acordo com NP EN 206                                       |    |    |     |  |
| 5.7                    | Garantir vibração uniforme (Usar vibrador de agulha junto cantoneiras)     | Homogeneidade betão<br>Água de amassadura refusa à superfície |    |    |     |  |
| 5.8                    | Verificação de todos os elementos que serão embutidos (caixas, ralos, etc) | De acordo com projeto                                         |    |    |     |  |
| 5.9                    | Nivelamento                                                                | +/- 2mm                                                       |    |    |     |  |
| 6                      | Controlo Endurecedor                                                       |                                                               |    |    |     |  |
| 6.1                    | Verificar os consumos de endurecedor                                       | Dosagem de acordo com projeto                                 |    |    |     |  |
| 6.2                    | Aplicação de 1 camada (2/3 da dosagem) após realizar o foot-print test     | Assim que a água superficial desaparecer                      |    |    |     |  |
| 6.3                    | Verificação de blanchamento mecânico                                       | Garantir incorporação endurecedor no pav.                     |    |    |     |  |
| 6.4                    | Aplicação de 2 camada                                                      | Entre 30 - 60 min após 1ª                                     |    |    |     |  |
| 6.5                    | Verificação de blanchamento mecânico                                       | Alt. endurecimento superfície                                 |    |    |     |  |

18

Instrução de Trabalho - Pavimentos Industriais

28/08/2018

Figura 51 - Check-List de Pavimento (pontos 1 a 6)

| CHECK-LIST VERIFICAÇÃO |                                                                                |                                        |    |    |     |  |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|----|-----|--|
| ID                     | TAREFA                                                                         | CRITÉRIO ACEITAÇÃO                     | OK | KO | N/A |  |
| 7                      | Processo de Cura                                                               |                                        |    |    |     |  |
| 7.1                    | Membrana líquida                                                               |                                        |    |    |     |  |
| 7.1.1                  | Garantir aplicação membrana de cura uniforme                                   | Pulverização uniforme                  |    |    |     |  |
| 7.1.2                  | Verificar dosagem (1 L/Sm <sup>2</sup> )                                       | De acordo com projeto / Ficha técnica  |    |    |     |  |
| 7.2                    | Filme plástico                                                                 |                                        |    |    |     |  |
| 7.2.1                  | Garantir prévia rega do pavimento                                              |                                        |    |    |     |  |
| 7.2.2                  | Posicionamento / Sobreposição                                                  | Toda a superfície / Min 200mm          |    |    |     |  |
| 8                      | Serragem juntas                                                                |                                        |    |    |     |  |
| 8.1                    | Execução dos trabalhos entre 24 e 48h                                          | Garantir que resistência mínima        |    |    |     |  |
| 8.2                    | Posicionamento                                                                 | De acordo com definido no plano juntas |    |    |     |  |
| 8.3                    | Profundidade do corte                                                          | 1/3 da espessura                       |    |    |     |  |
| 8.4                    | Garantir corte juntas de construção na interseção juntas serradas              | De acordo com plano de juntas          |    |    |     |  |
| 8.5                    | Limpeza dos resíduos de água                                                   | Remoção resíduos de água               |    |    |     |  |
| 9                      | Controlo Planimetria                                                           |                                        |    |    |     |  |
| 9.1                    | Controlo de planimetria (Entidade externa)                                     | De acordo com definido em projeto      |    |    |     |  |
| 10                     | Inspecção Final                                                                |                                        |    |    |     |  |
| 10.1                   | Verificação de aparecimento de defeitos (fibras à superfície, fissuração, etc) |                                        |    |    |     |  |

Figura 52 - Check-List de Pavimento (continuação – pontos 7 a 10)

### 6.6.2. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA TAREFA – TAREFAS PRINCIPAIS

#### a) Aplicação de Geotêxtil

Foi aplicado por cima da terra existente no interior do pavilhão, um tecido Geotêxtil 100% Poliéster do tipo Geoplás 150 E, com cerca de 150 gr/m<sup>2</sup>. É fabricado a partir de fibras de poliéster, por um processo mecânico de agulhagem, sem recurso a cola ou outro ligante químico. Este processo de fabrico permite uma elevada resistência mecânica, química e biológica. Este geotêxtil é permeável à água, não é poluente e é imputrescível. É produzido com marcação CE, ver figura 53.



Figura 53 - Aplicação de Geotêxtil e Tout-venant

#### b) Aplicação do tout-venant

Foi aplicado o Agregado de Granulometria Extensa, tout-venant, sobre o geotêxtil antes aplicado sobre o solo, em que o diâmetro dos agregados da camada base varia entre os 0 e os 32 mm e a espessura total é de 35 cm. Após esta aplicação foi realizado o nivelamento e depois a compactação do mesmo, com recurso ao cilindro grande e pequeno.

#### c) Aplicação de camada de plástico

Foi aplicado Profilm, que é uma manga extrudida em polietileno de baixa intensidade, reciclado, com boas características de resistência ao rasgamento e à perfuração. A sua colocação atenua a fricção entre a laje em betão e a base, permitindo a livre retração do betão, ver figura 54.

Este material apresenta uma densidade do material plástico entre 920 e 940 kg/m<sup>3</sup> e um peso unitário de 140g/m<sup>2</sup>, considerada a espessura.





Figura 54 - Aplicação da camada plástica

d) Proteção entre pavimento e elementos estruturais

É aplicado uma espuma de polietileno de baixa intensidade, PROFOAM, fornecido em tiras que se destina à execução de juntas de dessolidarização em lajes de betão, nomeadamente em locais de contacto entre o pavimento e os elementos estruturais (pilares, caixas de visita, maciços, etc...). É fácil de aplicar, económica e prática e substitui as placas de EPS muitas vezes usadas para o mesmo fim. Depois de aplicada, delimita também os painéis de betão.

A espessura desta espuma é de 10mm, a sua densidade de  $23 \text{ kg/m}^3$  e vem em rolos com 65 metros de comprimento, ver figura 55.

.



Figura 55 - Espuma de polietileno

e) Instalação de Rede Eletrossoldada

Foi instalada uma rede eletrossoldada, mais conhecida por malha-sol, de pequena dimensão, na zona do cais e na entrada principal do pavilhão. Esta rede é do tipo MCQ38 e tem 6 metros de largura e 2,40 de comprimento. Apresenta uma massa de  $1,19\text{kg/m}^2$ , ver figura 56.



Figura 56 - Rede Eletrossoldada

f) Betonagem do pavimento interior

A betonagem deste pavimento, sem juntas de retração, foi feita com recurso a Betão pronto para pavimentos com a classe de resistência à compressão C30/37, classe de exposição ambiental XC3, classe de abaixamento S4, classe de máxima dimensão do agregado D20, classe de teor de cloretos Cl0,20, fornecido pelo fabricante ABTF.

O início desta atividade foi adiado devido ao atraso de atividades precedentes em obra.

No apoio à betonagem foram utilizadas juntas de construção multifuncionais. Além da sua função de cofragem, a junta também exerce a função de proteção de bordos e a função de transferência de carga, garantindo uma elevada resistência à deformação, permitindo o movimento no sentido de retração da laje. A figura 57 apresenta uma foto de descarga de betão neste trabalho.





Figura 57 - Betonagem do Pavimento

Foram acrescentadas ao betão fibras de aço do tipo FICON 50/0,75, com uma dosagem de  $35\text{kg/m}^3$ , numa quantidade média de 5545 fibras por quilograma, tendo também em média cada fibra 50 mm de comprimento e um diâmetro de 0,75 mm, peso específico de  $7,8\text{g/cm}^3$  e 1200Mpa de resistência à tração. Estas fibras foram adicionadas in situ, para que seja possível controlar a quantidade de fibras no pavimento, a partir dos sacos de fibras existentes no local e respetivos pesos, ver figura 58.

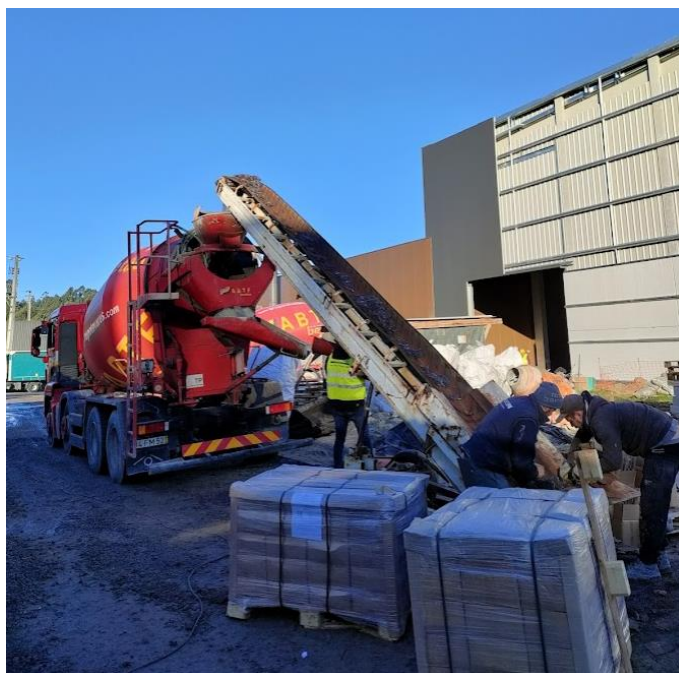


Figura 58 - Adição de fibras de aço no local da obra

Após a betonagem, foi efetuado o nivelamento e o alisamento do betão e consequentemente acrescentou-se um endurecedor de superfície, PROQUARTZ, composto à base de cimento de alta resistência e granulados minerais de quartzo. É adequado para a execução de camadas de desgaste de pavimentos industriais de tráfego ligeiro e proporciona ao pavimento um aumento na sua resistência à abrasão. Pertence à classe de resistência à compressa C60, de resistência à flexão F7 e de resistência à abrasão AR 0.5.

Por fim é aplicada uma solução incolor à base de solvente e de resina que proporciona a cura perfeita ao pavimento de betão. O risco de micro-fissuração é mitigado com esta “película” que também proporciona uma melhoria ao desgaste do betão ao mesmo tempo que protege a superfície da desidratação rápida provocado pelas condições meteorológicas adversas, sol ou vento forte. Este produto apresenta uma densidade de  $0,85 \text{ kg/m}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ .

A figura 56 representa um corte transversal da constituição do mesmo.

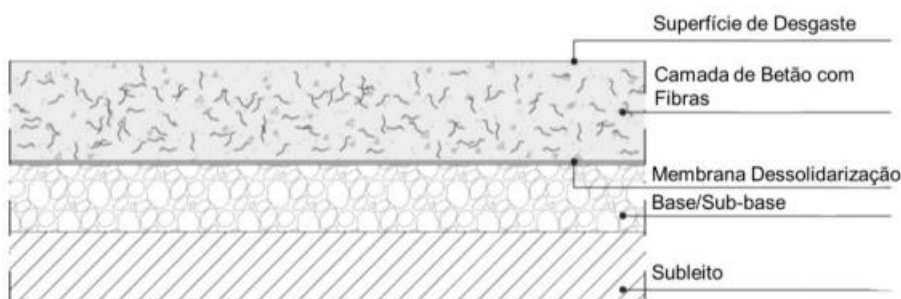


Figura 56 - Constituição do Pavimento

Depois de aplicada a terceira fase da betonagem do pavimento interior, foi necessário tapar com toldos de plástico as entradas para o armazém, neste caso o portão principal, para que fosse possível o endurecimento correto do betão, que estava a ser muito prejudicado pelas más condições climáticas (vento e chuva forte).

A figura 57 abaixo apresenta uma imagem localizada do pavimento pronto.



Figura 57 - Pavimento pronto

### 6.6.3. CONTROLO DE PRODUTIVIDADE

Foi feito o controlo da produtividade de duas tarefas, a aplicação do tout-venant e a betonagem.

A figura 59 e a Tabela 12 referem-se à aplicação do tout-venant, enquanto a figura 61 e a Tabela 14 se refere à betonagem.

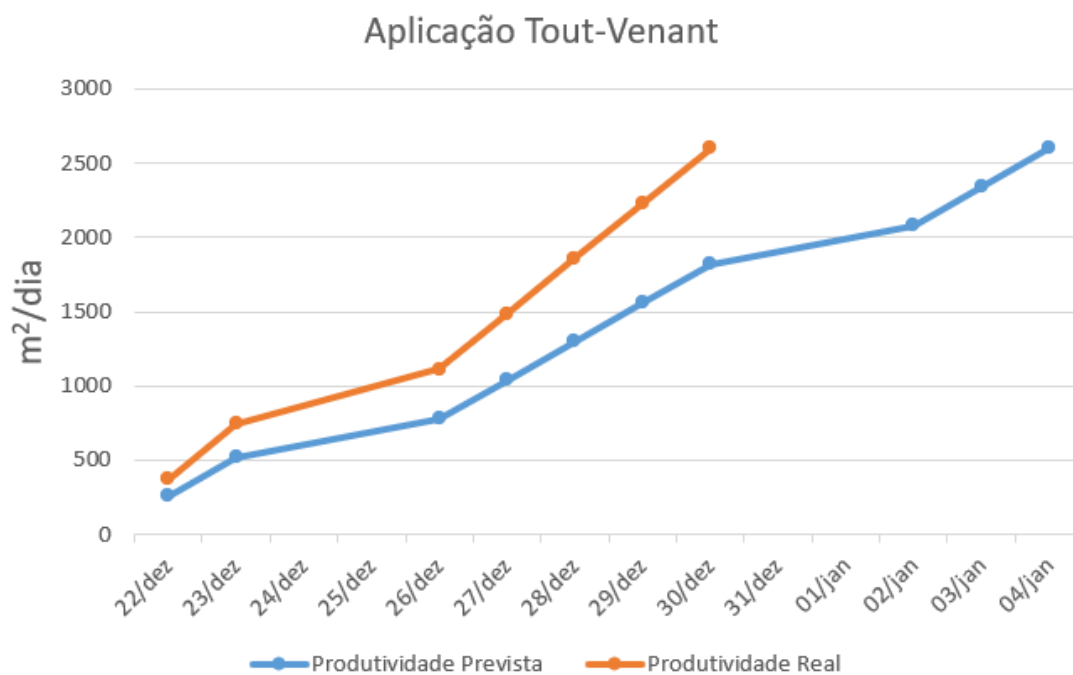


Figura 59 - Gráfico da produtividade acumulada da aplicação do tout-venant

Tabela 12 - Produtividade da aplicação de tout-venant

|                          |                                                                                          |                                                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Aplicação de Tout-Venant |                                                                                          |                                                                                    |
| Material                 | <b>Agregado de Granulometria Extensa 0/32mm</b>                                          |  |
| Equipa                   | <b>2 Trabalhadores</b>                                                                   |                                                                                    |
| Equipamento              | <b>2 Cilindros Compactadores (1 grande e 1 pequeno) + Máquina Niveladora + Bulldozer</b> |                                                                                    |
| Quantidade               | <b>2600 m<sup>2</sup></b>                                                                |                                                                                    |
| Produtividade Prevista   | <b>260 m<sup>2</sup>/dia</b>                                                             |                                                                                    |
| Produtividade Real       | <b>371,4 m<sup>2</sup>/dia</b>                                                           |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa     | <b>0,043 Hh/m<sup>2</sup></b>                                                            |                                                                                    |

Como atrás descrito, no início da realização do pavimento foi aplicada uma camada de geotêxtil e de seguida a camada de Tout-venant sobre a mesma.

Este processo foi realizado de forma faseada, para que todas as outras atividades a decorrer não fossem afetadas, considerado o enorme impacto em área afetada pelos trabalhos (devido a camiões e máquinas a trabalhar e respetivos acessos).

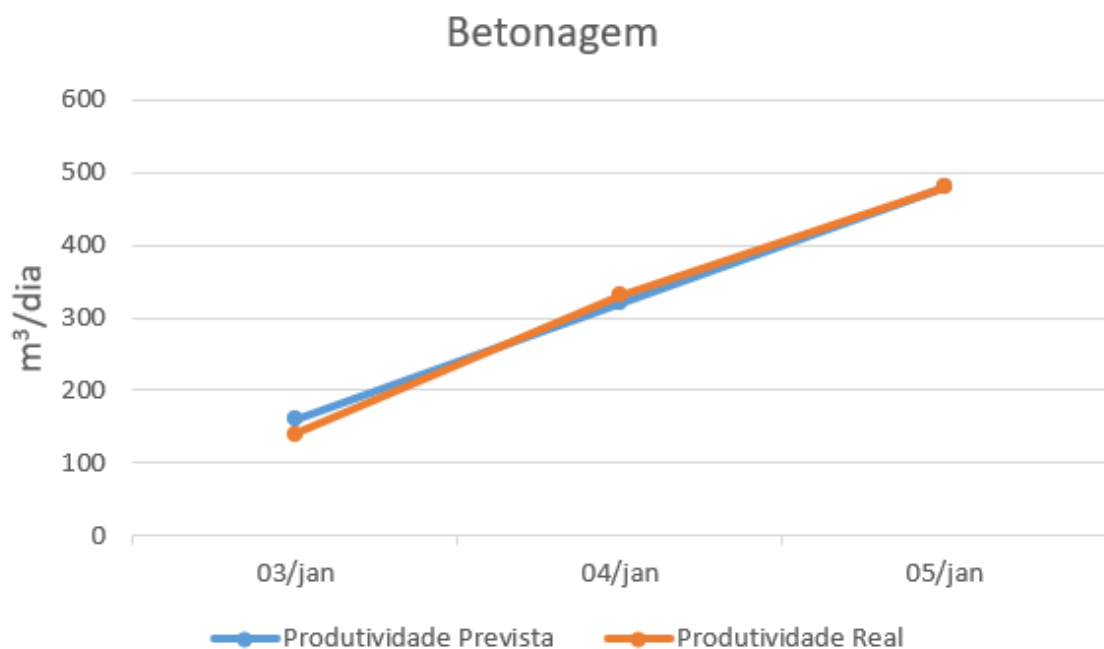


Figura 60 - Gráfico da produtividade acumulada da betonagem

Tabela 13 - Produtividade da Betonagem

|                        |                                                                       |                                                                                    |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Betonagem do Pavimento |                                                                       |                                                                                    |
| Material               | <b>Betão pronto para pavimentos C30/37, XC3, S4, D20, Cl0,20</b>      |  |
| Equipa                 | <b>8 Trabalhadores</b>                                                |                                                                                    |
| Equipamento            | <b>Camião Betoneira + AutoNivelador + Alisador (Talocha mecânica)</b> |                                                                                    |
| Quantidade             | <b>480 m<sup>3</sup></b>                                              |                                                                                    |
| Produtividade Prevista | <b>160 m<sup>3</sup>/dia</b>                                          |                                                                                    |
| Produtividade Real     | <b>160 m<sup>3</sup>/dia</b>                                          |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa   | <b>0,9 Hh/m<sup>3</sup></b>                                           |                                                                                    |

A betonagem do pavimento interior do armazém foi realizada em 3 fases distintas, resultando em uma fase por dia.

Como atrás referido, foram aplicadas fibras no betão, no local da obra, para que fosse possível realizar um melhor controlo do produto final.

Este processo tem uma desvantagem que é a seguinte: como a mistura não é realizada da forma ideal, existem sempre algumas fibras que têm de ser descartadas devido ao facto de se juntarem e formarem pedaços demasiado grandes o que inclusive contribui para reduzir a densidade final de fibras o que no fundo é um contra-senso.

## 6.7. REDE DE AR COMPRIMIDO

A instalação da rede de ar comprimido foi instalada pela empresa ARFacil e estava previsto que começasse a instalação no dia 7 de dezembro de 2022, mas a data de início foi adiada, devido ao atraso de trabalhos que estão em curso na obra e para que fosse evitada a sobreposição de tarefas no mesmo local.

A nova data para o começo dos trabalhos foi o dia 16 de janeiro de 2023 e o fim previsto o dia 21 de janeiro de 2023.

A figura 61 abaixo apresenta um excerto do MTQ no que se refere a este trabalho e a figura 62 uma planta de projeto com a rede projetada.

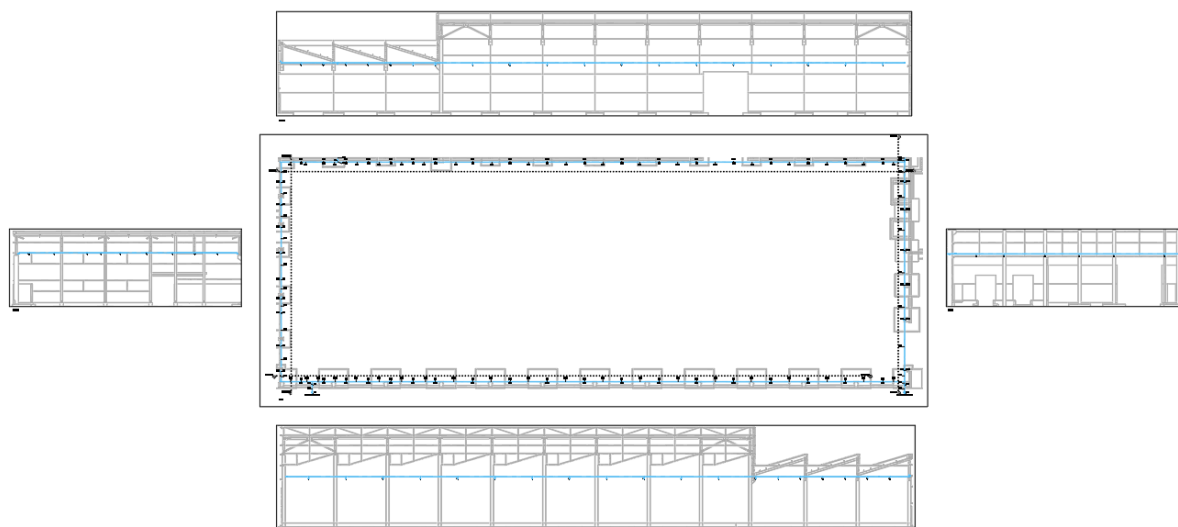


Figura 61 - Localização no pavilhão da rede de ar comprimido

A figura 62 e a Tabela 14 referem-se ao controlo de produtividade desta tarefa.

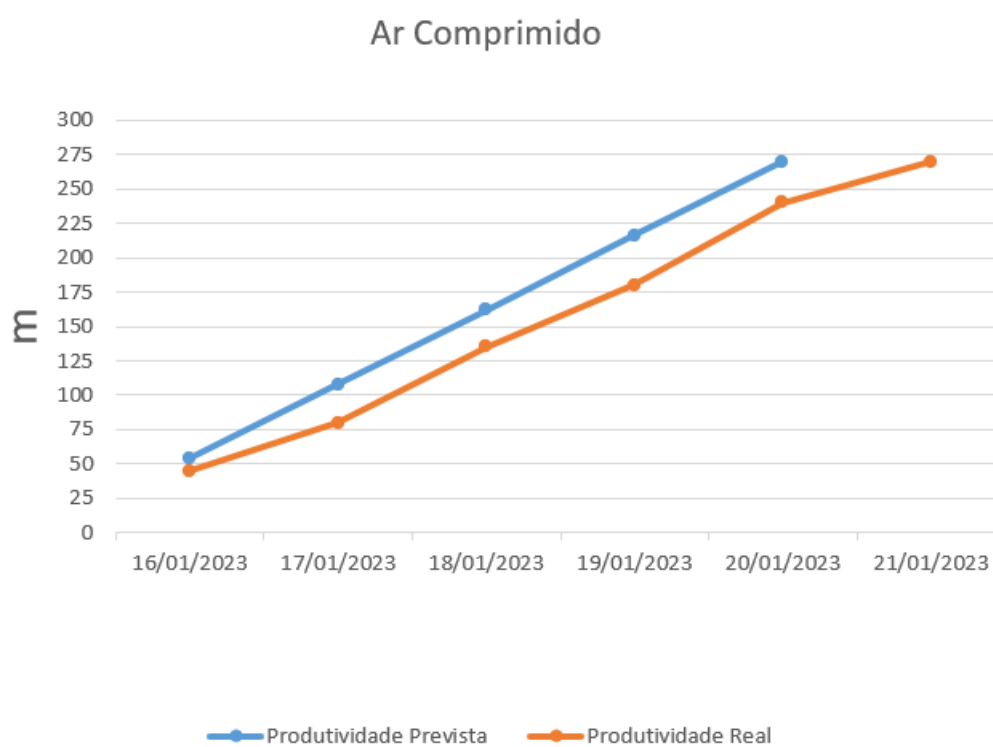


Figura 62 - Gráfico da Produtividade acumulada da aplicação da rede de ar comprimido



Tabela 14 - Produtividade da aplicação da rede de ar comprimido

|                        |                                            |                                                                                    |
|------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Ar Comprimido          |                                            |                                                                                    |
| Material               | <b>Tubagem de Alumínio da marca AIRNET</b> |  |
| Equipa                 | <b>2 Trabalhadores</b>                     |                                                                                    |
| Equipamento            | <b>1 Plataforma Elevatória de 16m</b>      |                                                                                    |
| Quantidade             | <b>270 m</b>                               |                                                                                    |
| Produtividade Prevista | <b>54 m/dia</b>                            |                                                                                    |
| Produtividade Real     | <b>45 m/dia</b>                            |                                                                                    |
| Rendimento da Equipa   | <b>0,36 Hh/m</b>                           |                                                                                    |

## 6.8. SÍNTESE DO CAPÍTULO

Este capítulo apresenta produtividades associadas a diversas tarefas realizadas nesta empreitada, comparando sempre diariamente ou semanalmente com a produtividade prevista na fase de planeamento da obra. Esta comparação vai influenciar o planeamento futuro de algumas tarefas, em que a produtividade foi demasiado otimista ou pessimista.

Este trabalho foi importante para a aprendizagem do estudante que está a realizar esta Dissertação no que se refere à ligação entre projeto, obra, recursos produtivos e produtividades. Permitiu perceber de que forma todos esses fatores se relacionam entre si.

A determinação de produtividades viáveis e verosímeis constitui um desígnio fundamental de qualquer planeador de trabalhos e também um fator de aproximação técnica entre os empreiteiros gerais e os seus subempreiteiros.

Procurou-se ilustrar esse desígnio estudando diversos tipos de tarefas.

Procurou-se assim determinar produtividades de tarefas de diferentes especialidades, para que fosse possível concluir que a metodologia a aplicar em várias fases de obra diferentes (fundações, estruturas, paredes, revestimentos e acabamentos, arranjos exteriores), não depende do tipo de trabalho, mas sim da identificação correta e com o detalhe adequado de tarefas e sub-tarefas, coincidentes ou não com o descrito em Mapas de Trabalhos e Quantidades, mas sempre mais simples do ponto de vista de quantidade e de detalhe de análise de cada uma.

Na generalidade dos atrasos verificados em diferentes fases de obra, foram causados pelas más condições climáticas, pela falta e descoordenação de mão-de-obra e pelo atraso na entrega de materiais no estaleiro.

Estas tarefas foram devidamente organizadas por ordem cronológica neste capítulo.

Tratando-se de um pavilhão industrial, foi dada uma maior importância às tarefas relacionadas com a estrutura do edifício e com o pavimento do mesmo. Esta circunstância deve-se à necessidade da

existência de uma estrutura e pavimento, para que todos os diversos trabalhos de obra sejam concluídos, o que é mais concentrado num armazém industrial.

No que se refere ao objetivo da dissertação foi possível constatar que:

- Neste projeto as produtividades estimadas não ficaram muito longe das reais o que pode ser considerado positivo e é obviamente uma fonte de “concordia” entre empreiteiro geral e subempreiteiros o que se verificou nesta obra;

- Tão importante, ou até mais importante do que o controlo de produtividade de tarefas, é essencial coordenar muito bem a interação entre as diversas tarefas e os impactos que umas têm nas outras; não sendo um objetivo expresso desta dissertação, ficou mais ou menos óbvio que a definição com grande rigor dos “encadeamentos” entre tarefas ou seja das tarefas antecessoras e sucessoras de cada tarefa de forma clara e expressa é essencial; no MS Project, tal situação materializa-se sob a forma de “definição automática de datas”, identificação de marcos, cálculo do caminho crítico, o que se procurou fazer nos planeamentos específicos realizados, ver capítulo 5.



# Conclusão

## 7.1. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

A importância da gestão das subempreitadas foi notória durante o processo e sem uma gestão ponderada e eficaz, na definição das equipas e das datas de início e fim de todos os trabalhos a realizar pelos diversos subempreiteiros em obra, será sempre muito complicado realizar uma obra dentro do prazo previsto inicialmente.

O trabalho desempenhado por estas equipas deve ser monitorizado diariamente para que a margem de manobra, na resolução de eventuais problemas, seja mais elevada. Quanto mais rápido for o tempo de reação por parte da Direção de Obra, mais fácil será cumprir com todos os prazos. A qualidade do trabalho realizado também terá um impacto positivo, graças a este controlo mais ativo.

A má coordenação de alguns subempreiteiros, juntamente com a falha no fornecimento de materiais para realizar as tarefas pelos mesmos (as situações de responsabilidade podem ser exclusivamente dos subempreiteiros ou envolver também o empreiteiro geral quando este fornece parte ou a totalidade dos materiais e componentes da subempreitada em questão), levou ao atraso de atividades precedentes, obrigando a Direção de Obra a adiar a data de conclusão do projeto.

A falta de mão de obra disponível acabou por obrigar alguns subempreiteiros a disponibilizarem menos trabalhadores do que o planeado, o que originou uma produtividade ainda mais baixa, medida na perspetiva da produtividade por dia de trabalho e não em termos de produtividade específica de homens ou equipamentos utilizados.

A metodologia Lean já se encontra presente na GG, com o uso do Last Planner System e a implantação da gestão de prazos e de subempreitadas através de vários tipos de Planeamentos Visuais, usados para uma melhor compreensão do plano de trabalhos por parte dos subempreiteiros.

As dificuldades encontradas nesta obra em específico, são no fundo as dificuldades do setor da Construção Civil em Portugal, que estão relacionadas com a falta de mão de obra e a má gestão das subempreitadas, que são agravadas pelo elevado crescimento do volume de trabalhos que o País pretende realizar no momento, sobretudo ao nível do investimento público.

Estes contratemplos poderiam, por exemplo, ser minimizados com a devida motivação por parte dos Empreiteiros Gerais, traduzindo-se em prémios monetários ou contratos de promessa para obras futuras, caso o trabalho desempenhado pelos Subempreiteiros esteja de acordo com as expectativas iniciais

## **7.2. REFLEXÃO SOBRE O CUMPRIMENTO DE OBJETIVOS**

O principal objetivo inicial da Direção de obra era concluir toda a estrutura do pavilhão industrial o mais rápido possível, devido às más condições climatéricas previstas para o fim do ano. Não foi possível alcançar esta meta devido aos atrasos constantes por parte dos subempreiteiros. A Direção de Obra viu-se obrigada a atrasar a data de fim de obra após esta série de contratemplos.

Os objetivos da GG na empreitada não foram assim cumpridos e esse facto disponibilizou matéria importante de reflexão e estudo pelo autor no âmbito desta dissertação, pelo que se considera que os objetivos da dissertação foram atingidos.

Considera-se que é possível aprender tanto com os sucessos como com os insucessos e a obra exemplo acompanhada apresenta situações dos dois tipos no que à gestão de subempreitadas diz respeito.

## **7.3. SUGESTÕES PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE SUBEMPREITADAS – SÍNTESE**

Para que os objetivos e os prazos sejam cumpridos, a colaboração e coordenação com os subempreiteiros é extremamente necessária. O Empreiteiro e o subempreiteiro necessitam de estar em sintonia, de modo que os trabalhos sejam realizados dentro do prazo previsto e a qualidade seja adequada.

Isto pode ser possível com reuniões diárias breves, em que a Direção de Obra saberá o estado dos trabalhos a serem realizados e qualquer tipo de instruções podem ser passadas para os diversos subempreiteiros.

A simplificação dos planos de trabalho com o recurso a planeamentos visuais impressos, que poderão facilitar bastante a sua compreensão e assim serem, de facto, usados pelas entidades envolvidas na produção. Os imprevistos que possam eventualmente surgir, serão mais facilmente ultrapassados, de forma mais económica e rápida, com foco em obter soluções e não nas causas dos problemas.

Este acordo poderá também beneficiar a concretização dos trabalhos de outros subempreiteiros, cujo tempo de entrada em obra pode coincidir no tempo com a atuação dos outros, sendo necessário coordenar o trabalho de todos os presentes na obra de forma mais eficaz, ao nível sobretudo do espaço em obra necessário para realizar os trabalhos e das interações físicas entre trabalhos de diferentes especialidades complementares.

Graças a uma melhor coordenação na concretização das várias tarefas, os subempreiteiros conseguirão ter mais lucro com estas melhorias básicas, algo que é bastante importante transmitir-lhes, já que a questão económica (a obtenção de lucros superiores ao previsto...) é e será sempre a principal motivação de todos.

Implementando as sugestões referidas, entende-se em síntese que a motivação das empresas subcontratadas será consideravelmente superior. Outra grande vantagem deste “acordo” entre as partes “empreiteiro geral” e “subempreiteiros” e destes entre si, é contribuir para a melhoria do ambiente em obra, contrariando o atual ambiente de elevada conflitualidade e tensão existentes na Construção Civil em Portugal, o que também contribuirá para atrair mais atores para o setor que neste momento está carente de “quase tudo” ao nível dos recursos produtivos.

#### **7.4. PROPOSTAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

Este tipo de estudos realizados a nível académico julga-se que são bastante úteis para os diversos atores operacionais da construção e também para os executivos das empresas construtoras.

Em termos de desenvolvimentos futuros, entende-se assim propor a continuação da realização de estudos deste tipo, envolvendo aplicações concretas em contexto de obra e de estágio empresarial ao nível do planeamento e controlo de custos, de prazos e da qualidade das obras.

A inovação e digitalização na construção constituem também temas interessantes a desenvolver nesses mesmos contextos, envolvendo por exemplo o BIM, a introdução de ferramentas e equipamentos inovadores ou a digitalização dos processos de monitorização e controlo de gestão das obras.



## Referências Bibliográficas

- [1] Lei 41/2015, de 3/jun. - Estabelece o regime jurídico aplicável ao exercício da atividade da construção.
- [2] Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29/out. - Procede à revisão da regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis.
- [3] Love, S. (1997). “ Subcontractor partnering: I’ll believe it wen I see it”. *Journal of Management in Engineering*; Vol. 13. Nº 5, pp. 29-31.
- [4] Filippi G.A. (2003), "Capitação e qualificação de subempreiteiros na construção", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil.
- [5] Hinze, J. & Tracy, A. (1994) “The Contractor- Subcontractor relationship: the subcontractores view”. *Journal of Construction Engineering and Management*; Vol. 120. Nº 3/4, pp. 247-287
- [6] Arditi, D., Asce, M., & Chotibongs, R. (2005). "Issues in Subcontracting Practice". *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 8, pp. 866-877
- [7] Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. Rawson Associates - New York. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)
- [8] Koskela, L. (1992). *Application Of The New Production Philosophy To Construction*. Center for Integrated Facilities Engineering (Vol. 63). CA. <https://doi.org/10.1107/S0907444907037857>
- [9] Gao, S., & Low, S. P. (2014). *Lean Construction Management: The Toyota Way*.
- [10] Kim, D. & Park, H.-S., 2006. Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation.
- [11] COLENCI JR., A. e KAWAMOTO, E. Metodologia para estimativa dos efeitos das condições de transporte na produtividade do trabalhador urbano. São Carlos. / Relatório técnico EESC – USP / (1997 ).
- [12] Faria, J.A.F. (2017). *Gestão de Obras e Segurança*. FEUP.
- [13] Kaizen Institute. (2019). Retrieved from <https://pt.kaizen.com/home.html>
- [14] Proposta GG 2021.523/05, de 15/julh. – Ampliação de unidade industrial
- [15] Sousa, B.Bd.S., *Melhoria de processos através de ferramentas Lean Construction e outras ferramentas, numa empresa de construção civil, in Escola de Engenharia*. 2019, Universidade do Minho
- [16] Tavares, A.J.S.T., *Controlo de custos na construção na ótica do dono da obra, in Escola Superior de Tecnologia e Gestão*. 2015, Instituto Politécnico de Bragança.
- [17] Cunha, V.J.F.d.C.e.C., *Produtividade na indústria da construção, in Faculdade de Engenharia*. 2011, Universidade do Porto: Porto.

- [18] Lima, L.S.L.L., *Otimização da gestão de subempreitadas na construção*, in *Escola de Engenharia*. 2014, Universidade do Minho
- [19] Pereira, C.M.N.P., *Implementação da Lean Construction na Construção Nacional*, in *Escola de Engenharia*. 2014, Universidade do Minho
- [20] Farinha, A.M.F., *Metodologia de Gestão Integrado de Prazos e Custos*, in *Faculdade de Engenharia*. 2013, Universidade do Porto: Porto.
- [21] Teixeira, F.P.B.T., *Controlo de Custos e Prazos pelo Empreiteiro em Obra Residencial*, in *Faculdade de Engenharia*. 2018, Universidade do Porto: Porto.
- [22] Marinho, B.C.A.M., *Estudo sobre a produtividade e rendimento da mão de obra numa empresa do setor da Construção Civil*, in *Escola de Engenharia*. 2019, Universidade do Minho
- [23] Arantes, P.C.F.G.A., *Lean Construction – Filosofia e Metodologias*, in *Faculdade de Engenharia*. 2008, Universidade do Porto: Porto.

**ANEXOS**





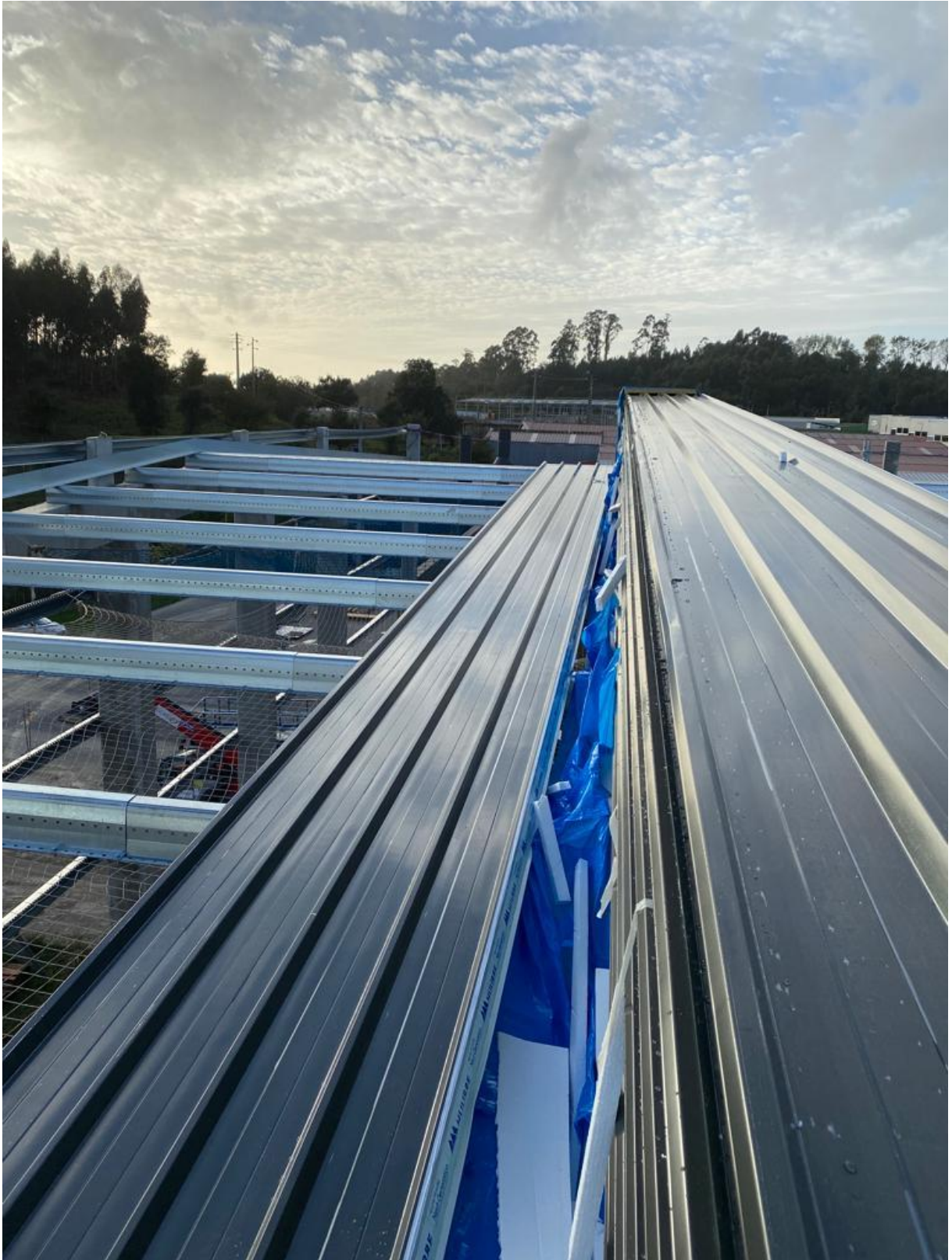
**Anexo A – Reportagem fotográfica realizada na obra durante o período de estágio**

























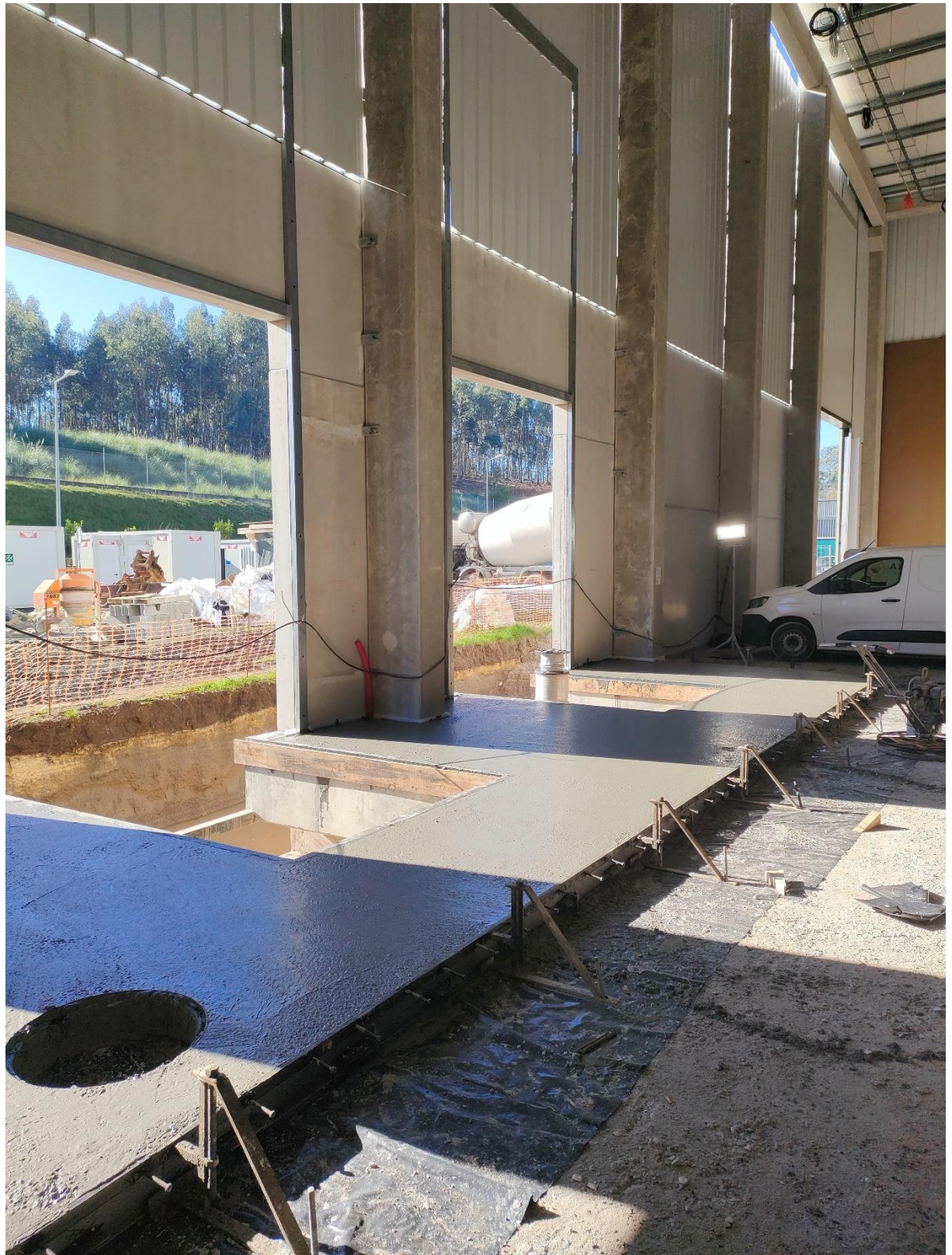
































































## **Anexo B - Planta de Estaleiro**



