

Implementação Lean Construction em Obra: Caso Prático

PEDRO BARBOSA RODRIGUES

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

JUNHO DE 2023

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2022/2023

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ m.ec@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

✉ 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.

A meus Pais, família e amigos

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, André e Elizabete, à minha irmã, Rute, ao meu irmão, Miguel, aos meus familiares mais próximos, aos meus amigos de infância e aos meus amigos de faculdade. Sem eles não seria possível concluir esta etapa. Deram um apoio incondicional e ajudaram a ultrapassar os obstáculos que surgiram ao longo deste percurso. A eles o meu muito obrigado por todo o apoio dado até agora.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria pela oportunidade dada e acima de tudo os conselhos e conhecimentos transmitidos. Obrigado por todo o apoio prestado na elaboração deste trabalho. Um muito obrigado por toda a ajuda dada na realização desta dissertação.

À Garcia, Garcia, S.A. pela oportunidade que me deu em conhecer o mundo da construção civil. Uma empresa com grandes valores e que aposta constantemente em estratégias de melhoria continua que tanto valorizam o nosso setor.

Ao meu coorientador, engenheiro Jorge Amadeu Vale Azevedo Bastos, agradeço todo o apoio dado neste período e aos conhecimentos transmitidos. Obrigado pela confiança depositada em mim.

Aos restantes membros da equipa presente em obra, ao Vítor tato, Henrique Rêgo, João Machado, Paulo Serino, Rafael Silva, Daniel Azevedo e Hugo Carneiro. Muito obrigado por me acolherem na equipa e por todo o apoio dado ao longo deste trabalho. Agradeço pelos conhecimentos transmitidos e pela valorização dada ao trabalho feito enquanto acompanhei a obra. Levo para a vida todos os conhecimentos transmitidos ao longo deste período.

Por último, mas não menos importante, um agradecimento especial à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Muito obrigado por todos os ensinamentos passados por um corpo docente extremamente qualificado. Obrigado pelas experiências que me proporcionou e pelas amizades que me permitiu criar e que levo para a vida. Uma faculdade digna de seu nome onde foi uma honra e privilégio ter estudado.

RESUMO

Este documento foi desenvolvido no âmbito da dissertação realizada em ambiente empresarial. A dissertação foi realizada com o apoio da empresa Garcia, Garcia S. A. (GG) sediada em Santo Tirso. A obra que foi acompanhada, à qual a empresa deu acesso, é localizada também no concelho de Santo Tirso.

O tema geral da dissertação é a implementação de metodologias de *Lean Construction* (LC) nomeadamente o *Last Planner System* (LPS), o 5S e o 8 Wastes (8W). A GG já tem implementado o uso do LPS nas suas obras aplicado através de ferramentas como a dinamização de “sala” e gestão visual. A implementação do LPS é feita com o apoio de um guia fornecido à GG pela consultora *Kaizen Institute*.

A GG é uma empresa que aposta bastante na melhoria contínua pelo que foi proposto aplicarem-se as metodologias 5S e 8W que ainda não estão implementadas na GG.

Esta dissertação pretende analisar o impacto das diferentes metodologias referidas nos trabalhos acompanhados em obra. A obra em questão foi iniciada no mês de março pelo que foram acompanhadas as atividades iniciais nomeadamente a execução das fundações e montagem da estrutura pré-fabricada de betão armado.

Neste trabalho pretende-se avaliar o efeito do LPS no controlo e planeamento das tarefas acompanhadas em obra através de ferramentas como a dinamização de “sala” e gestão visual que estão disponíveis no guião e também através de controlo de produção e balizamentos.

Relativamente ao 5S sendo uma metodologia de organização de trabalho aplicou-se inicialmente na parte do estaleiro de obra tendo depois também sido aplicado à montagem da estrutura de pré-fabricado. O 8W é uma metodologia de eliminação de desperdícios que complementa o 5S pelo que foi aplicado em conjunto com este.

É possível concluir que o LPS contribui bastante para o controlo e planeamento de tarefas onde rapidamente é possível tomar medidas para recuperar possíveis atrasos e muito benéfico quando aplicado por completo. O 5S e 8W são metodologias que se complementam muito e contribuem para uma boa organização do local e eliminação de desperdícios. Na montagem do pré-fabricado a aplicação destas duas metodologias contribuiu muito para o fluxo de trabalho sendo também um complemento ao LPS e ao desenvolvimento da obra.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Construction, Last Planner System, Metodologia 5S, Metodologia 8W.*

ABSTRACT

This document was developed as part of a dissertation carried out in a business environment. The dissertation is supported by Garcia, Garcia S.A. (GG), a company based in Santo Tirso. The construction project was that was observed, to which the company provided access, is also located in the municipality of Santo Tirso.

The general theme of the dissertation is the implementation of Lean Construction methodologies, namely the last Planner System (LPS), 5S, and the 8 wastes (8W). GG has already implemented the use of LPS in its projects, applied through tools such as “room” facilitation and visual management. The implementation of LPS is supported by a guide provided to GG by the consulting firm Kaizen Institute.

GG is a company that places a strong emphasis on continuous improvement, so it was proposed to apply the 5S and 8W methodologies, which are not yet implemented in GG.

This dissertation aims to analyse the impact of the different methodologies mentioned on the observed construction work, the project in question started in March, and the initial activities, such as foundation execution and the installation of the reinforced concrete precast structure, were monitored.

The work intends to evaluate the effect of the LPS on the control and planning of the monitored tasks on site, through tools such as “room” facilitation and visual management, which are available in the guide, as well as production control and benchmarks.

Regarding the 5S methodology, which is a work organization method, it was initially applied to the construction site area and later extended to the assembly of the precast structure. The 8W methodology is a waste elimination method that complements 5S, so it was applied together with it.

It is possible to conclude that LPS greatly contributes to the control and planning of tasks, where measures to recover possible delays can be quickly taken, and it is highly beneficial when fully implemented. 5S and 8W are complementary methodologies that contribute to a good organization of the site and waste elimination. The application of these two methodologies in the precast assembly contributed to the workflow and served as complement to LPS and the project's development.

Key words: Lean construction, Last Planner System, 5S methodology, 8W methodology.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. INTRODUÇÃO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO EXECUTADO	2
1.3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA GARCIA, GARCIA S.A.	2
1.4. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	3
1.5. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
 2. LEAN CONSTRUCTION	 5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. LEAN THINKING	5
2.3. LEAN CONSTRUCTION	7
2.4. FERRAMENTAS LEAN	8
2.4.1. <i>Last Planner System</i>	8
2.4.1.1. <i>Master scheduling</i> (plano Mestre)	9
2.4.1.2. <i>PHASE SCHEDULING</i> (PLANO DE FASES)	9
2.4.1.3. <i>Look-ahead planning</i> (plano de antevisão)	10
2.4.1.4. <i>Weekly work Plan</i> (plano semanal) - WWP	10
2.4.1.5. <i>Learning/Improving</i> (aprendizagem)	10
2.4.2. Metodologia 5S	11
2.4.3. Metodologia 8W	12
 3. LEAN CONSTRUCTION NA GARCIA, GARCIA S.A.	 15
3.1. SURGIMENTO DO <i>LEAN</i> NA GARCIA, GARCIA S.A.	15
3.2. <i>LAST PLANNER SYSTEM</i> NA GARCIA, GARCIA S.A.	15
3.2.1. Informação geral do projeto	16
3.2.1.1. “A3 de início”	16

3.2.1.2. “Norma reuniões”	17
3.2.1.3. “Mapa de contatos”, “Contatos de emergência” e “Regras de estaleiro”	19
3.2.2. “Listagem de subempreitadas da obra”	20
3.2.3. Estaleiro – “Layout da obra”, “Macro plano” e “planta de estaleiro”	22
3.2.4. Planeamento do projeto	23
3.2.5. “Tarefas da semana”	25
3.2.6. “Riscos e oportunidades”	26
3.3 5S E 8W NA GG	27
3.4. SÍNTESE	27

4. CARACTERIZAÇÃO DA EMPREITADA	29
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA	29
4.2. PROJETO, ENTIDADE EXECUTANTE E RESPONSABILIDADES	31
4.3. SUBEMPREITADAS	32
4.4. ESTALEIRO	33
4.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA	38
4.5.1. Estabilidade	38
4.5.2. Estrutura	38
4.5.2.1. Estrutura pré-fabricada	38
4.5.3. Arquitetura	39
4.5.3.1. Cobertura	39
4.5.3.2. Fachadas	39
4.5.3.3. Pavimentos	40
4.5.3.4. Paredes	40
4.5.3.5. Tetos	40
4.5.4. Redes hidráulicas	41
4.5.4.1. Rede de abastecimento de água	41
4.5.4.2. Rede de águas residuais	42
4.5.4.3. Rede de drenagem de águas pluviais	42
4.5.5. Outras especialidades	42
4.6. REPORTAGEM FOTOGRÁFICA DA OBRA ACOMPANHADA	42

5. APLICAÇÃO DO LPS, METODOLOGIA 5S E 8W NA OBRA	43
5.1. INTRODUÇÃO	43
5.2. APLICAÇÃO DO LPS	43
5.2.1. Planeamento	43
5.2.2. Dinamização da “sala” e dos quadros de apoio à gestão visual	46
5.2.2.1. Quadro A0 “Informação Geral de Projeto”	46
5.2.2.2. “Normas de reunião”	48
5.2.2.3. Quadro A0 “Listagem de Subempreitadas”	48
5.2.2.4. Quadro de estaleiro	50
5.3. APLICAÇÃO DO 5S E 8W EM OBRA	51
5.3.1. Desenho geral do estaleiro	51
5.3.2. Ferramentaria	52
5.3.3. Montagem da Estrutura pré-fabricada em betão armado	54
5.4. CONTROLO DE PRODUÇÃO	56
5.4.1. Fundações	56
5.4.2. Estrutura Pré-fabricada	58
5.5. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DAS METODOLOGIAS LPS, 5S E 8W NA OBRA ACOMPANHADA	61
5.5.1. Planeamento	61
5.5.2. Quadros utilizados	61
5.5.3. Acompanhamento de tarefas e datas de conclusão	62
5.5.4. Impacto do 5S e 8W	64
6. CONCLUSÃO	65
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS. REFLEXÃO SOBRE O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS	65
6.2. PROPOSTAS DE MELHORIA	66
6.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	69
ANEXO A1: REGISTO FOTOGRÁFICO DA OBRA	71

ANEXO A2: PLANEAMENTO DE OBRA	77
ANEXO A3: CONTROLO DE PRODUÇÃO.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - OS 7 DESPERDÍCIOS	6
FIGURA 2.2 - LINHA TEMPORAL.....	6
FIGURA 2.3 - ETAPAS DO LPS	9
FIGURA 2.4 - IMAGEM GRÁFICA DOS 8WS	12
FIGURA 3.1 - MAPA A0 "INFORMAÇÃO GERAL DE PROJETO"	16
FIGURA 3.2 - FOLHA EXEMPLO "NORMA REUNIÃO"	18
FIGURA 3.3 - CHECKLIST REUNIÃO.....	19
FIGURA 3.4 - MAPAS DE CONTATOS E REGRAS DE ESTALEIRO EM DESTAQUE NO A0	20
FIGURA 3.5 - QUADRO DE SUBEMPREITADAS.....	21
FIGURA 3.6 - EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DE QUADRO DE SUBEMPREITADAS	21
FIGURA 3.7 - A0 DE ESTALEIRO	22
FIGURA 3.8 - EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DE PLANEAMENTO DE SUBEMPREITADAS	24
FIGURA 3.9 - CHECKLIST LAST PLANNER	24
FIGURA 3.10 - QUADRO A0 "TAREFAS DA SEMANA"	25
FIGURA 3.11 - QUADRO A0 "RISCOS E OPORTUNIDADES"	26
FIGURA 4.1 - NAVE INDUSTRIAL LOGICOR.....	29
FIGURA 4.2 - PLANTA COBERTURA.....	30
FIGURA 4.3 - PLANTA PISO 0	30
FIGURA 4.4 - ALÇADO POENTE	31
FIGURA 4.5 - ALÇADO NORTE	31
FIGURA 4.6 - PLANTA DE ESTALEIRO.....	34
FIGURA 4.7 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	35
FIGURA 4.8 – ESTALEIRO DE OBRA EM MAIO 2023	35
FIGURA 4.9 - PLANTA DE ESTALEIRO DEFINITIVA.....	37
FIGURA 4.10 - SAPATA FINALIZADA	38
FIGURA 4.11 - FIXAÇÃO PILAR SAPATA	39
FIGURA 4.12 - ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA DE BETÃO	39
FIGURA 5.1 - PLANEAMENTO GERAL DA OBRA ATÉ FIM DE ABRIL 2023.....	44
FIGURA 5.2 - PLANEAMENTO GLOBAL DO BLOCO A.....	44
FIGURA 5.3 - MAPA DE APROVISIONAMENTOS	45
FIGURA 5.4 - QUADRO A0 "INFORMAÇÃO GERAL DE PROJETO"	47

FIGURA 5.5 - A0 "LISTAGEM GERAL SUBEMPREENHEIROS"	49
FIGURA 5.6 - LAYOUT DE OBRA	50
FIGURA 5.7 - ESQUEMA FERRAMENTARIA	53
FIGURA 5.8 – IMAGEM DA FERRAMENTARIA EM MAIO DE 2023	54
FIGURA 5.9 - PRODUÇÃO DIÁRIA EM 27/03/2023	57
FIGURA 5.10 - PONTO DE SITUAÇÃO EM 27/03/2023	57
FIGURA 5.11- ATIVIDADES PLANEADAS EM 14/04/2023.....	58
FIGURA 5.12 - ATIVIDADES REALIZADAS EM 14/04/2023.....	58
FIGURA 5.13 - ATIVIDADES PREVISTAS REALIZAR EM 14/04/2023	58
FIGURA 5.14 - ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS CONSTITUINTES DOS BLOCOS	59
FIGURA 5.15 - CONTROLO DE PRODUÇÃO DIÁRIA	59
FIGURA 5.16 - GRÁFICO COMPARATIVO DO ACUMULADO PLANEADO E REAL NO BLOCO A.....	60
FIGURA 5.17 - PPC DAS SEMANAS 12 A 16	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Projetos e Entidades	32
Tabela 4.2 - Lista de subempreiteiros	33
Tabela 4.3 - Diâmetros da tubagem de água (exterior)	41
Tabela 4.4 - Diâmetros da tubagem de água interior.....	42
Tabela 5.1 - Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W no desenho geral do Estaleiro	52
Tabela 5.2 - Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W na ferramentaria.....	54
Tabela 5.3 - Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W na montagem da estrutura pré-fabricada ...	56

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

8W- 8 Wastes;

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GG – Garcia, Garcia S.A.

LC – *Lean Construction*

LCI – *Lean Construction Institute*

LPS – *Last Planner System*;

PPC – Percentagem de Plano Concluído;

TPS – *Toyota Production System*;

VSM – *Value Stream Mapping*;

WBS – *Work Breackdown Structure*

WWP – *Weakly Work Plan*

1

INTRODUÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

A presente dissertação tem como principal objetivo a implementação de metodologias Lean Construction (LC) em obra, tendo sido desenvolvida em contexto empresarial na empresa Garcia, Garcia S.A. (GG), sediada em Santo Tirso.

O LC surge com o intuito de serem aplicados os conceitos Lean production, baseados no TPS, na indústria da construção que é ainda uma indústria muito tradicional com muitos problemas associados a incumprimento de prazos, desorganização no espaço de trabalho e desorganização nos seus processos.

Baseado nesse pressuposto, foi proposta a aplicação de 3 metodologias de LC na obra acompanhada no período de dissertação sendo estas o Last Planner System (LPS), 5S e o 8W.

O LPS é fundamentalmente uma metodologia de planeamento e controlo das tarefas a realizar em empreitada que é estruturado em várias etapas partindo do geral para o mais detalhado. É também uma metodologia que está em constante análise de tudo o que foi realizado e do que devia ser feito, analisando imprevistos e constrangimentos, de maneira a promover a melhoria continua ao nível do planeamento e controlo da obra e de tudo o que lhe está associado ao nível da gestão da produção.

A metodologia 5S está intimamente relacionada com organização do espaço de trabalho podendo ser aplicada a vários contextos, nomeadamente na melhoria de processos e fluxos de trabalho, eliminação de desperdícios e apoio a princípios de melhoria continua.

A metodologia 8W está, como o nome indica (o W quer dizer Waste, desperdício em inglês) relacionada com o desperdício, sendo este tudo aquilo que não acrescenta valor diretamente. O principal objetivo é a eliminação de tudo aquilo que não valoriza a obra, seja sobretudo a nível de materiais e processos, mas também ao nível de todas as outras coisas necessárias na produção de obras (o 8W não se aplica obviamente apenas à construção!).

A empresa GG já tem experiência a trabalhar com metodologias LC, nomeadamente com o LPS. A consultora externa Kaizen Institute forneceu um guião para a aplicabilidade do LPS à fase de produção. Este guião tem como base duas ferramentas sendo estas a dinamização de “sala” e a gestão visual.

Estas duas ferramentas consistem em criar um local onde possam ser colocados quadros que vão sendo preenchidos de acordo com as fases do LPS, de forma a dar uma noção do estado da obra, para qualquer pessoa que entre na sala, de uma forma clara.

As metodologias 5S e 8W são uma novidade no panorama da LC para a GG. O objetivo na sua aplicação é perceber onde estas podem ser aplicadas no contexto de obra e quais os impactos que estas trazem para a indústria da construção.

Em suma, pretendeu-se nesta dissertação aplicar as 3 metodologias referidas num caso real da GG. No caso do LPS, que já é bastante utilizado na GG, pretendeu-se realizar mais um exemplo da sua implementação e possivelmente acrescentar melhorias.

Relativamente ao 5S e ao 8W, o objetivo principal foi tentar aplicar os seus princípios em atividades e processos de obra. Como estas metodologias se baseiam em princípios que se complementam, foi proposto que fossem implementadas em conjunto, pelo menos, na organização de estaleiro e/ou dos seus componentes principais.

1.2. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO EXECUTADO

Esta dissertação corresponde ao trabalho desenvolvido em ambiente empresarial, no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, no ramo de construções, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O tema da dissertação foi proposto pela empresa GG à FEUP tendo sido aceite para ir a concurso. Depois do tema ser atribuído ao autor, foi assinado um protocolo entre a FEUP e a empresa GG que estabeleceu um período de estágio de cerca de 4 meses. O autor marcou presença em obra cerca de 3 a 4 dias por semana durante o período de estágio, tendo auxiliado a direção de obra sobretudo ao nível do planeamento, mas também na realização de outras tarefas correntes de gestão.

A obra escolhida para realizar o estágio foi um pavilhão industrial que está a ser realizado no lote nº2 da Quinta das Chinesas localizado na zona industrial da Picaria (concelho de Santo Tirso). A obra iniciou-se no mês de março de 2023 pelo que foram acompanhadas as tarefas iniciais nomeadamente a fase de fundações e parte da execução da montagem da estrutura pré-fabricada das naves industriais.

1.3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA GARCIA, GARCIA S.A.

A empresa Garcia, Garcia S.A. está sediada na Rua Comendador António Maria Lopes nº15, 4780-371 Santo Tirso. É uma empresa de caráter familiar que vai já na sua 4ª geração, desde que foi fundada.

A família Garcia está ligada à construção Civil desde o fim do século XIX quando construíam chaminés de fábricas da indústria têxtil. A família foi responsável pela construção da grande maioria deste tipo de estruturas na região do Vale do Ave e grande parte delas são atualmente património classificado.

Sob a alçada da 3ª geração, na década de 60 a empresa começou a diversificar o seu negócio e a investir na construção de estruturas industriais integradas. Na década de 90, com a 4ª geração da família Garcia já ao leme, a empresa começou a investir na área da conceção e começa a desenvolver projetos para empresas de todos os setores, assumindo grandes projetos em regime de conceção-construção para empresas nacionais e multinacionais.

Em 2004, a 4ª geração assume a administração da empresa e, mantendo o rumo e o trabalho desenvolvido ao longo do tempo, começa a criar uma nova dinâmica, iniciando-se assim uma nova fase da Garcia, Garcia.

Atualmente a GG é uma empresa especializada no *Design & Build* de edifícios industriais, logísticos, comerciais e residenciais. É uma organização moderna e competitiva, de referência no setor, tendo sido premiada em 2016 como a Melhor Construtora nos Prémios Construir.

1.4. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

O capítulo 1 foi realizado com o auxílio do website da empresa GG e dos elementos bibliográficos estudados no desenvolvimento da dissertação.

O capítulo 2 tem como base artigos e documentos que abordam os seguintes temas: Lean, LC, LPS, 5S e 8W.

O capítulo 3 apresenta informações recolhidas no guia fornecido pela *Kaizen Institute* à empresa GG, tendo sido usadas imagens na dissertação recolhidas desse documento.

O capítulo 4 tem como base documentos fornecidos pela GG tais como, memórias descritivas e projetos de execução. Foi também usada informação com base nos apontamentos da unidade curricular Gestão da Construção. As imagens utilizadas são parte tiradas pelo autor e parte pela GG, através do uso de drones.

O capítulo 5 tem ligação ao capítulo 3, foi desenvolvido de raiz, e consiste na aplicação dos dados e informações retiradas durante a permanência do autor em obra. Depois de se implementar todas as metodologias fez-se uma análise da sua aplicação.

1.5. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada da seguinte forma.

Capítulo 1: é um capítulo introdutório onde são estabelecidos os objetivos, âmbito e justificação da dissertação. É feito um enquadramento geral do trabalho executado e uma breve apresentação da empresa Garcia, Garcia S.A., onde foi realizado o estágio. É também apresentada a estrutura da dissertação e por fim as bases do trabalho desenvolvido.

Capítulo 2: Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa feita sobre o tema da dissertação de modo a permitir um melhor entendimento teórico do conceito de *Lean Construction* (LC) e das metodologias Lean estudadas, neste caso o *Last Planner System* (LPS), os 8 Wastes (8W) e os 5 Ss (5S).

Capítulo 3: Neste capítulo é feita uma breve introdução de como surgiu o LC na GG e das metodologias LC usadas atualmente na empresa.

Capítulo 4: Neste capítulo é feita a descrição da obra onde se aplicaram as metodologias de LC que foram estudadas no capítulo 2. São também referidas as pessoas responsáveis pela gestão e controlo da obra, as tarefas realizadas e a realizar, as subempreitadas, o estaleiro e os equipamentos utilizados em obra.

Capítulo 5: É feita a descrição de como foram implementadas as metodologias LC na obra. São apresentadas também as estratégias de planeamento e de execução da obra integradas nas ferramentas LC utilizadas. É também descrito o trabalho realizado pelo autor no desenvolvimento da dissertação. Por fim é feita uma análise da aplicação das metodologias e dos trabalhos acompanhados em obra no período de dissertação.

Capítulo 6: Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais e apresentadas propostas para trabalhos futuros.

2

LEAN CONSTRUCTION

2.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo expor como surge o conceito *Lean* na produção e a sua transição para a indústria da construção. Para isso são também expostas e explicadas algumas metodologias associadas à filosofia *Lean* e que podem ser aplicadas na construção civil.

2.2. LEAN THINKING

O conceito de *Lean Thinking* surge na década de 1950, no Japão, com a criação do sistema de produção do construtor automóvel Toyota (Toyota production System, TPS) e é essencialmente uma abordagem de gestão que tem como principal objetivo a maximização de valor entregue ao cliente através de eliminação de desperdícios e da otimização dos processos produtivos e de gestão geral.

O TPS foi criado para fazer frente ao sistema de produção em massa usado no Estados Unidos, no entanto devido à situação socio-económica do país e à falta de recursos existentes na altura no Japão, um sistema de produção em massa não era possível. Taiichi Ohno, engenheiro e executivo da Toyota entre 1940 e 1970, procurou uma abordagem que maximizasse a eficiência e a qualidade dos processos produtivos, eliminando os desperdícios e valorizando a melhoria contínua. Esta metodologia é baseada em dois princípios: *Just-in-time* e *Jidoka*.

Just-in-time é uma técnica que tem como objetivo a produção do que é necessário, quando necessário e na quantidade necessária, evitando assim stock desnecessário em fábrica. Esta abordagem tem como base a procura do cliente, contrariamente ao sistema de produção em massa, permitindo uma produção mais personalizada e tempo de entrega mais rápido ao cliente. Esta metodologia permite, em termos gerais, a redução dos tempos de ciclo, o aumento da eficiência dos processos e a permanente ajuda para identificar e resolver problemas o mais rápido possível.

Jidoka é uma técnica que procura criar um ambiente de produção seguro e eficiente, com automação de processos e interrupção imediata das máquinas quando ocorrem problemas, como defeitos de qualidade ou falhas mecânicas. O objetivo é reduzir a quantidade de produtos defeituosos e aumentar a eficiência dos processos. O *Jidoka* promove a importância da deteção e correção imediata de problemas para garantir a qualidade dos produtos [1].

Na década de 1990, James Womack e Daniel Jones publicaram o livro “A máquina que mudou o mundo” em que identificam o TPS como *Lean manufacturing* (produção *Lean*) tornando-o assim numa filosofia,

modo de pensar, que tem como objetivo a redução ou mesmo a eliminação de desperdício de forma a trazer o máximo valor possível ao consumidor final [2].

O termo Lean, apesar de não ter tradução exata em português, está intimamente relacionada com a noção de eliminação de desperdício, para isso é preciso identificar os tipos de desperdício existentes na indústria [3].

Com base na observação do TPS, Taiichi Ohno (1988) foi capaz de categorizar em 7 grupos os tipos de desperdícios, como pode ser visto na figura 2.1 abaixo representada [2].

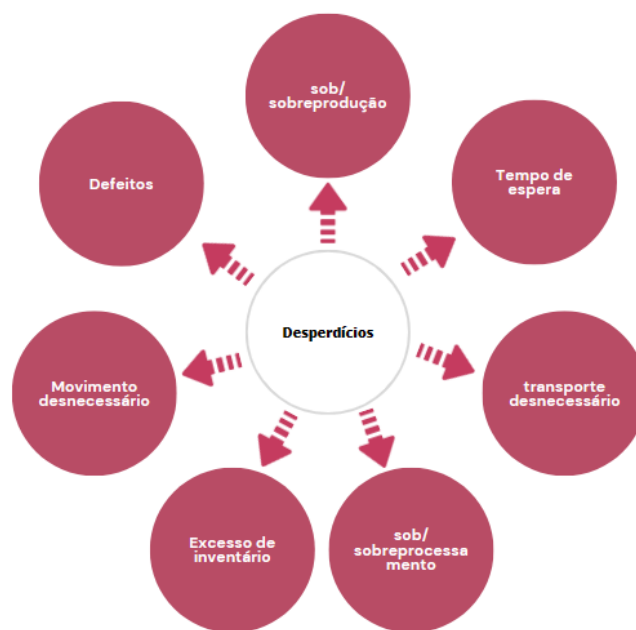


Figura 2.1 - Os 7 desperdícios

Ohno (1997) admite ainda que a eliminação de desperdícios consiste em reduzir a linha de tempo, do momento que o cliente faz o pedido até ao ponto de receber o dinheiro, removendo os desperdícios que não agregam valor ao longo da linha abaixo representada, ver figura 2.2.



Figura 2.2 - Linha temporal

Para a implementação da filosofia *Lean*, James Womack e Daniel Jones (1998) definiram os 5 princípios fundamentais da *Lean Production*, sendo estes:

1. Especificação de valor para cada produto;
2. Identificar a corrente de valor para cada produto;
3. Fazer o fluxo de valor acontecer sem interrupções;
4. Deixar o cliente puxar o valor do produto;
5. Perseguir a perfeição (produto à medida, tempo de entrega nulo e ausência de stocks).

Estes princípios são fundamentais para a aplicação do lean na produção e devem ser aplicados de forma integrada e contínua, procurando sempre a melhoria dos processos produtivos e a satisfação do cliente [4].

2.3. LEAN CONSTRUCTION

Como em qualquer indústria, a indústria da construção procura também a necessidade de otimização de processos e redução de desperdícios pelo que se torna fundamental a implementação de práticas *Lean* na construção.

Apesar de, em teoria, as práticas *Lean* serem possíveis de praticar e serem vantajosas na construção a sua implementação apresenta algumas dificuldades. Sendo a indústria da construção muito tradicional torna-se difícil a alteração da forma como esta é praticada pelo que é fundamental que haja uma mudança de mentalidade para tornar a construção mais eficiente, produtiva, pensada e racional.

Eis alguns exemplos de desperdícios na construção que demonstram a necessidade de implementação da LC: armazenamento em estaleiro de materiais e equipamentos em excesso e de forma desorganizada, necessidade de retrabalho devido a defeitos, descoordenação de equipas e movimentos desnecessários.

Em 1992 Lauri Koskela, um dos fundadores do *International Group of Lean Construction*, resumizou 11 princípios aplicáveis à LC, sendo estes os seguintes:

1. Reduzir o número de atividades que não acrescentam ou não geram valor;
2. Aumentar o valor do produto final na perspetiva do cliente;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir tempos de ciclo;
5. Simplificar através da redução do número de passos, partes e ligações;
6. Aumentar a flexibilidade do resultado final, das “saídas dos processos”;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Focar o controlo no processo global/ Focar no controlo de todo o processo;
9. Melhorar o processo de forma contínua;
10. Manter o equilíbrio entre melhorias e fluxos e conversões/Balancear melhorias e fluxos com melhorias no processo de conversão;
11. Benchmark [5].

Em 1997 Glenn Ballard e Greg Howell fundaram o Lean Construction Institute, LCI, com o objetivo de desenvolver e disseminar conhecimentos na área de gestão do trabalho em projetos de construção. Na altura, a maior preocupação era melhorar a produtividade dos trabalhadores, no entanto fizeram-se estudos e percebeu que, com o planeamento tradicional de projetos, apenas 54% das tarefas semanais previstas eram concluídas. Tornou-se assim evidente que o foco devia ser dado na parte do planeamento e controlo das tarefas de construção a realizar. A partir daí foram criadas “ferramentas” destinadas a ajudar a implementar os princípios da LC [6].

2.4. FERRAMENTAS LEAN

O LCI, desde a sua fundação, tem vindo a desenvolver uma série de ferramentas com o intuito de melhorar a eficiência dos processos, planeamento e controlo da empreitada, organização de estaleiro e eliminação de desperdício, entre outras coisas.

Esta dissertação foca-se no estudo e aplicação de 3 destas ferramentas sendo elas o Last Planner System (LPS), metodologia 5S e metodologia 8W (mais recentemente o 7W passou a 8W).

2.4.1. LAST PLANNER SYSTEM

Como foi referido anteriormente, o LPS é uma ferramenta de LC que começou a ser desenvolvida em 1992 pelo LCI e é essencialmente uma ferramenta de planeamento e controlo de tempos de execução de tarefas em empreitadas. É uma metodologia cada vez mais aplicada na indústria da construção e tem evidenciado bons resultados na sua aplicabilidade.

Segundo Ballard, os princípios que regem a aplicação do LPS são os seguintes:

- Planear com mais detalhe à medida que se aproximam as datas de início das tarefas;
- Produzir os planos de trabalhos de modo cooperativo com os profissionais que irão realizar, mais especificamente, as tarefas;
- Promover um esforço coletivo para identificar e remover antecipadamente os constrangimentos em tarefas programadas, de maneira a implementar um plano de trabalhos altamente realista;
- Fazer e assegurar promessas confiáveis;
- Aprender a partir de falhas ocorridas em processos passados [7].

Também em 1999, Koskela apresentou 5 princípios para um sistema de controlo de produção que diz serem aplicáveis ao LPS:

1. Os trabalhos não devem começar até que todos os elementos necessários para a realização do mesmo estejam disponíveis. Visa minimizar o trabalho em condições abaixo das ideias (sub ótimas) bastante recorrente na gestão tradicional da construção;
2. O desempenho das tarefas é medido e controlado através da percentagem de plano concluído (PPC). A PPC consiste no quociente do número de atividades concluídas pelo número total de atividades planeadas e tem um valor entre 0 e 1. Tem como objetivo a redução do risco da propagação da variabilidade do fluxo das tarefas a jusante;
3. São avaliadas e analisadas as causas da não realização, ou não desempenho. Assim, consegue-se a melhoria contínua durante todo o processo, através de ciclos de PDCA (plan (planear) – Do (Fazer) – Check (Verificar) – Act (agir));
4. Manter um buffer de tarefas conhecidas/sólidas para cada equipa. Ou seja, caso a tarefa atribuída seja impossível de realizar, a equipa pode mudar para outra tarefa. Assim é possível evitar a perda de produtividade;
5. No planeamento a médio prazo (*lookahead* 3 a 4 semanas) os pré-requisitos para as tarefas seguintes são preparados de forma proativa. Este é um sistema *PULL PLANNING* que ajuda a garantir que todos os pré-requisitos estão disponíveis para as atribuições, garante que se têm as reservas de materiais necessárias, na qualidade necessária, no local certo e quando são necessárias [8].

No sistema tradicional de construção faz-se um planeamento macro da realização de tarefas, no entanto pouco mais se aprofunda. O LPS também se baseia neste planeamento macro, mas depois criam-se

etapas mais pormenorizadas e específicas, de forma que se possa ver o projeto como um todo até ao mais pequeno detalhe das tarefas a realizar. O LPS divide-se assim nas seguintes etapas identificadas na figura 2.3 abaixo.

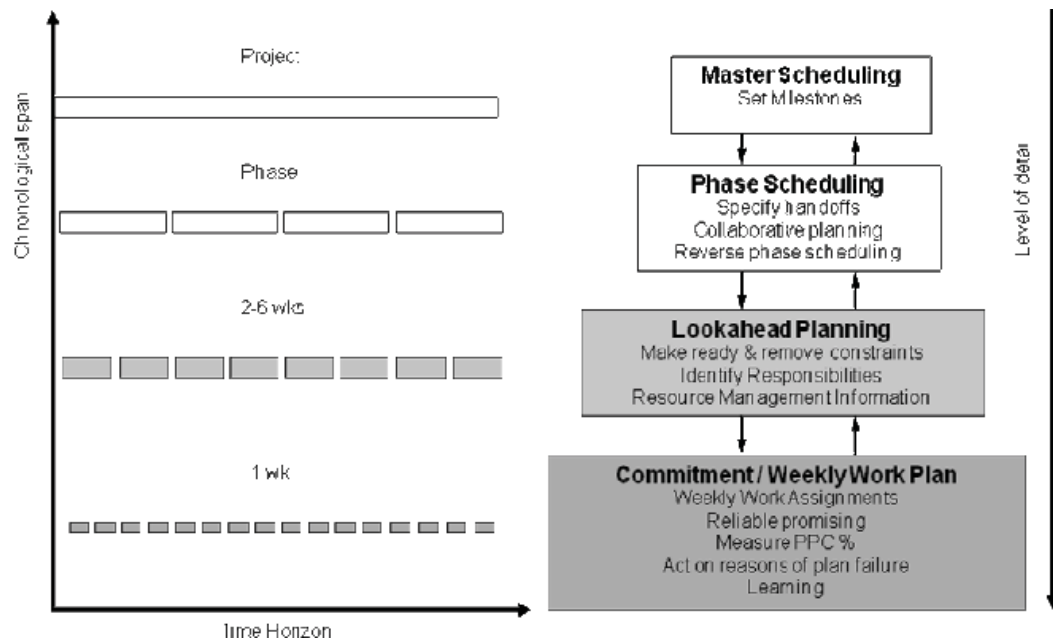


Figura 2.3 - Etapas do LPS

2.4.1.1. Master scheduling (plano Mestre)

É um plano a longo prazo e com pouco nível de detalhe. Serve essencialmente para determinar prazos e perceber se o projeto adjudicado pode terminar a tempo. Tem como principal objetivo definir metas em marcos a atingir no decorrer da construção. Permite também que sejam definidas estratégias que melhor se adequem ao tipo de construção [3, 9, 10, 11]

2.4.1.2. PHASE SCHEDULING (PLANO DE FASES)

Nesta etapa, as tarefas macro são divididas em fases, utilizando como princípio o que deve ser realizado (should). Esta fase deve ser dirigida pela equipa que vai realizar as tarefas em questão. É um plano mais detalhado, mas não deixa de ser um plano geral que deve ser realizado com pelo menos 6 semanas de antecedência em relação ao início da primeira tarefa da etapa.

A sua calendarização é feita segundo uma filosofia pull (puxar), que tal como o seu nome indica tem como objetivo puxar as tarefas, contrariamente ao que se usa na construção tradicional em que se usa uma filosofia push (empurrar).

Nesta fase usa-se a prática WBS- em português EAP- estrutura analítica de projeto para auxiliar na subdivisão das tarefas do projeto em pacotes de trabalho para que se consigam realizar tarefas muito específicas das fases de forma que sejam atingidos os objetivos do plano geral [9, 10, 11].

2.4.1.3. *Look-ahead planning* (plano de antevisão)

É um plano a médio prazo, focado no que se pode fazer (can), e onde se detalham os planos anteriores para que possam constar no plano semanal. É um plano mais pormenorizado onde consta a lista dos recursos necessários à realização de tarefas, sequencia o fluxo de trabalhos e onde se tenta eliminar todos os constrangimentos e pré-requisitos necessários. Tem como objetivos o seguinte:

- Moldar e sequenciar o fluxo de trabalho da melhor forma possível;
- Decompor as atividades dos planos anteriores em pacotes de trabalho e operações e definir métodos para a execução dos trabalhos;
- Fazer corresponder os recursos (mão de obra, materiais, etc) ao fluxo de trabalho;
- Compor e manter um registo das tarefas livres de constrangimentos para cada encarregado de frente de trabalho e respetiva equipa;
- Agrupar tarefas com elevado grau de interdependência, de modo que o método de trabalho possa ser planeado para toda a operação;
- Apresentar as operações que têm de ser planeadas em conjunto com múltiplos intervenientes;
- Desenvolver uma reserva de pacotes de trabalho adjudicados com pré-requisitos resolvidos para serem executados quando os inicialmente planeados não podem ser executados;
- Ir atualizando os planos de nível superior [9, 10 ,11].

2.4.1.4. *Weekly work Plan* (plano semanal) - WWP

É um planeamento a curto prazo onde consta a lista de atividades a serem desenvolvidas numa semana específica. Apenas estão incluídas nesta lista, atividades que tenham sido previamente aprovadas no *Lookahead planning*.

É o plano mais detalhado dos mencionados anteriormente e é o que é realizado mais próximo da data de execução das tarefas facilitando assim o acompanhamento dos trabalhos em execução e que também ajuda a estabilizar os fluxos de trabalho.

Este plano é realizado pelos *Last Planners*, sendo estes um grupo de indivíduos com cargos distintos que em algum momento do projeto irão dar instruções, atribuição de tarefas e serão responsáveis e interlocutores. É um plano de compromisso onde não se pode facilitar e as atividades, caso não aconteçam é por algum imprevisto e não por falta de compromisso das partes.

O WWP é realizado semanalmente, sendo que por norma é feito no fim da semana anterior para se ter melhor noção daquilo que foi realizado e do que se pode realizar na semana a seguir [10, 11].

2.4.1.5. *Learning/Improving* (aprendizagem)

O LPS é essencialmente uma metodologia de melhoria contínua pelo que é essencial que se avalie constantemente aquilo que foi realizado (did), o que devia ter sido realizado (should) e analisar os imprevistos e aquilo que não decorreu da forma pretendida.

Um indicador fundamental no LPS é o PPC, definido em 2.4.1, que quando acompanhado das razões para o incumprimento das tarefas nos permite realizar uma análise completa dos resultados e permite que sejam desenvolvidas medidas corretivas e preventivas para se obter a melhoria contínua do processo de produção.

Em suma, o LPS é uma metodologia que parte do geral para o particular, e que pretende organizar o projeto em várias fases, de forma que se possam estabelecer objetivos gerais para depois serem

trabalhados ao pormenor de forma atempada e organizada e em que todos os intervenientes na realização das várias tarefas estejam envolvidos para que haja conhecimento e compromisso de todas as partes em relação ao modo como se vão realizar as diversas tarefas.

É também uma metodologia que está em constante processo de aprendizagem de forma a se minimizarem os erros e constrangimentos que possam decorrer ao longo do processo de produção [10, 11].

2.4.2. METODOLOGIA 5S

A metodologia 5S surgiu no Japão e é baseado em 5 princípios que se iniciam pela letra “S” (em japonês) e pode ser aplicado em diversos contextos. Esta metodologia baseia-se essencialmente na organização do espaço de trabalho mantendo-a simples.

Os 5S encorajam os trabalhadores a só terem materiais, informação e equipamentos onde e quando forem necessários. Embora muitas vezes possa parecer prudente manter materiais e equipamentos extra por perto, fazê-lo apenas conduz à diminuição da segurança e a uma pior organização do local de trabalho.

Os 5 princípios da metodologia são os seguintes:

- *Seiri* (utilização) – Tem como objetivo a separação dos equipamentos, materiais, ferramentas, entre outros, removendo todos os itens desnecessários para a realização de tarefa;
- *Seiton* (organização) – Local de trabalho arrumado e organizado segundo o fluxo de processo para a realização da atividade, evitando movimentos desnecessários;
- *Seisō* (limpeza) – O espaço de trabalho deve ser arrumado e limpo, colocando os itens do processo produtivo nos seus respetivos compartimentos;
- *Seiketsu* (padronização) – Implementação de práticas que sigam um padrão;
- *Shitsuke* (autodisciplina) – Formar mentalidades que sigam todos os princípios referidos anteriormente.

O 5S apoiam-se muitos dos princípios da LC, sobretudo da melhoria dos processos e fluxo de trabalho, eliminação de desperdícios e melhoria contínua.

Dedicar tempo na organização e limpeza pode parecer contraproducente para a cultura *Lean*. No entanto, a prática do 5S ajuda a minimizar os desperdícios acabando por apoiar o pensamento Lean e torna o trabalho, em paralelo, mais eficiente e seguro, considerado que é realizado em “melhores condições” de limpeza e organização.

O impacto da metodologia 5S pode ser vista em 4 áreas [12]:

- Segurança;
- Qualidade;
- Produtividade;
- Calendário.

De maneira a implementar esta metodologia, o LCI apresenta algumas práticas que podem ajudar na organização do local de trabalho, sendo estas o armazenamento de artigos com base na sua função e rotulá-los para simplificar a sua recuperação, utilizar um espaço de trabalho organizado para reduzir o desperdício e colocar sinais visuais em toda a área de trabalho.

O processo de implementação deve também ser organizado e passo a passo começando por organizar os matérias e ferramentas para eliminar redundâncias, perigos e itens desnecessários que deverão ser de imediato removidos da área de trabalho, durante o processo de “arrumação”.

De seguida deve-se definir componentes ou ferramentas precisas na ordem em que são utilizadas. Os trabalhadores devem incorporar na sua rotina diária de trabalho práticas de limpeza e manutenção básica. Deve-se adicionar elementos formais, de forma a manter o sistema fácil de manter, e por fim deve-se ter sempre um processo de continuidade e constante melhoria do sistema.

Estes são alguns dos benefícios que a metodologia 5S pode determinar, quando bem aplicada:

- Estabelecer e manter um ambiente limpo e produtivo;
- Melhorar a qualidade do trabalho e a segurança no local de trabalho;
- Aumentar a eficiência do processo;
- Reduzir os tempos de produção e de preparação;
- Diminuir o espaço utilizado do solo.

Nesta dissertação, um dos objetivos do trabalho desenvolvido, como atrás definido, é aplicar esta metodologia no estaleiro da obra acompanhada, de forma a propor ações de melhoria na sua conceção e exploração, permitindo com isso ganhos de produtividade e minimização de desperdícios, entre outros [13].

2.4.3. METODOLOGIA 8W

Como já foi referido anteriormente a filosofia lean baseia-se fundamentalmente na eliminação de desperdício, sendo este tudo aquilo que não acrescenta valor diretamente. Esta metodologia é baseada nos 7 tipos de desperdícios inicialmente identificados por Taiichi Ohno que já foram referidos na figura 2.1.

A estes 7 foi recentemente adicionado outro tipo de desperdício sendo este a criatividade não utilizada dos membros da equipa, sendo este o único tipo de desperdício associado à falta de produtividade de recursos humanos, ver figura 2.4.

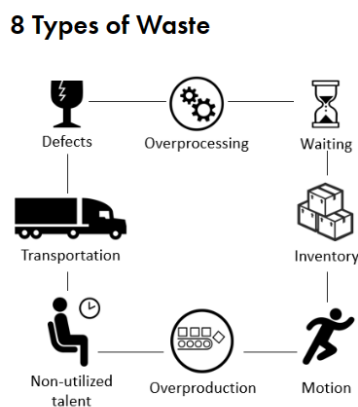


Figura 2.4 - Imagem gráfica dos 8Ws [14]

Tendo em consideração os desperdícios identificados passa-se a explicar em que medida se pode considerar estes fatores como desperdícios:

- Over/underproduction (sobre/subprodução): Pode ser definido como fazer alguma coisa antes de esta ser verdadeiramente necessária, ou seja, não produzir o trabalho correto na altura certa e na quantidade necessária para o trabalho a jusante. Exemplo disso é receber mais ou menos materiais do que os necessários, o que vai contra a metodologia pull planning. Isto leva a desperdícios de inventário pois, ou não se recebe os materiais a tempo e tem de se esperar que cheguem (subprodução), ou se recebem materiais a mais que depois não terão uso e ocupam espaço (sobreprodução);
- Waiting (tempo de espera): Ocorre quando trabalhadores ou trabalhos em curso estão à espera da próxima tarefa da produção. É um dos tipos mais comuns de desperdício e ocorre de várias maneiras. Um exemplo disso pode ser um trabalhador estar à espera de um equipamento para começar a trabalhar;
- Unnecessary transportation (transporte desnecessário): Inclui transporte ineficiente, mover matérias-primas, partes, equipamentos ou informação para dentro e fora do estaleiro ou entre processos. Transporte desnecessário acontece quando o pull planning é fraco ou quando não há planeamento de armazenamento e segurança dos materiais até estes serem necessários;
- Over/under processing (Sobre/subprocessamento): Sobre processamento é o ato de fazer passos desnecessários ao processo. Sub processamento é negligenciar atos necessários a este. Este foi um dos tipos de desperdício eliminados pelo TPS;
- Excess inventory (Excesso de inventário): Acontece quando produtos, materiais, trabalho em curso ou quantidade de informação vão além do apoio à necessidade imediata. Em geral, excesso de stock pode levar a transporte desnecessário porque os trabalhadores são forçados a encontrar espaço para materiais que ainda não são precisos. Também pode levar a movimentos desnecessários se os trabalhadores estiverem a levar tempo a fazer um levantamento de todo o inventário para encontrar os materiais de que necessitam no momento;
- Unnecessary motion (movimento desnecessário): Pode ser descrito como movimento desnecessário por pessoas ou equipamentos ou movimento que não acrescente valor. Mais especificamente, ocorrem movimentos desnecessários nos locais de trabalho quando os trabalhadores se deslocam constantemente de um lado para o outro da sala a ir buscar materiais situados longe do seu local de trabalho. Pode também acontecer se o excesso de inventário estiver a servir de bloqueio físico numa sala e um trabalhador precisar de tempo para se deslocar à sua volta;
- Defects (defeitos): Ocorrem quando há produção de peças defeituosas, trabalho ou informação que faz com que o trabalho seja eliminado ou refeito. Isto leva a retrabalho, uma das maiores causas de desperdício e uma prática que normalmente leva a que os projetos sejam entregues tardiamente e com excesso de custos em relação ao orçamentado;
- Non-utilized talent (Criatividade não utilizada dos membros da equipa): Acontece quando uma equipa perde tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem ao não se envolver ou ouvir os empregados. A colaboração é uma das maiores virtudes que resultam da adoção da filosofia Lean. Se o contributo não for respeitado através de talentos mal utilizados, as soluções criativas para problemas complexos são incapazes de surgir [14].

O processo geral para a identificação e remoção de desperdícios é a eliminação de processos, atividades ou práticas que não resultem na adição de valor para o cliente. De modo a identificar desperdícios pode-se usar o *Value Stream Mapping* (VSM) para documentar situações de desperdícios no processo e depois desenvolver um plano de eliminação de desperdícios ou de redução destes.

Deve-se assegurar que os empregados estejam ativamente envolvidos nos seus processos, encorajando-os a tomar posse e também a identificar o que é necessário fazer e porquê para depois se removerem passos, esforços e processos adicionais que não acrescentam qualquer valor.

Não se deve considerar o processo de identificação e eliminação de resíduos como uma ação única e não se deve excluir os trabalhadores da linha da frente e o seu contributo para a melhoria do processo.

Eis alguns dos benefícios identificados pelo LCI na aplicação da metodologia 8W:

- Aumento da produtividade e eficiência;
- Melhorar a performance operacional;
- Reduzir custos e aumentar o lucro;
- Mais satisfação dos clientes;
- Redução de Stock;
- Melhorar a utilização do espaço de trabalho;
- Reduzir tempo para ordens [15].

3

LEAN CONSTRUCTION NA GARCIA, GARCIA S.A.

3.1. Surgimento do *Lean* na Garcia, Garcia S.A.

Com o objetivo de implementar práticas da filosofia *Lean* na empresa, a GG estabeleceu uma parceria com a consultora externa *Kaizen Institute*, especialista em práticas de melhoria contínua.

Esta parceria trouxe à GG novos conhecimentos e dinâmicas, sendo a mais notória a metodologia do LPS que é uma das abordadas na dissertação.

Os primeiros casos de implementação do LPS foram chamados de projetos piloto. O primeiro foi considerado sem sucesso, mas depois de uma análise dos erros cometidos resultou em melhores resultados no segundo que já foi considerado uma aplicação com sucesso tendo inclusive a obra acabado dentro do prazo estabelecido.

Atualmente, depois de se ter mostrado uma metodologia eficaz na empresa, a filosofia *Lean* já é usada em todas as obras da GG.

3.2. *Last Planner System* na Garcia, Garcia S.A.

Como foi referido, a metodologia já se encontra implementada na GG, existindo normas e formas de atuação já estabelecidas. Através da parceria com a *Kaizen Institute* foi criado um guião onde estão estabelecidos os procedimentos de implementação do LPS, podendo estes ser adaptados a cada caso em específico, em função da dimensão e circunstâncias específicas de cada obra.

Este guião aplica-se à fase de execução da obra que contém vários quadros que devem ser preenchidos e colocados em obra. Estes quadros fazem parte da dinamização de “sala”.

A dinamização de “sala” é uma estratégia utilizada baseada na criação de uma sala específica para as reuniões para que seja possível reunir as condições que permitam o desenvolvimento e discussão do planeamento entre os responsáveis e os subempreiteiros.

Ao ser aplicada esta estratégia em conjunto com a colocação dos quadros, tal permite que o planeamento fique visível para todos e que possa ser analisado de forma a não haver falhas [11].

3.2.1. INFORMAÇÃO GERAL DO PROJETO

O primeiro quadro que deve ser preenchido é o de “informação Geral de projeto”. Este quadro está dividido em 6 partes que devem ser preenchidas pela ordem que se mostra na figura 3.1. As 6 partes constituintes do quadro são:

- “A3 de início”;
- “Normas de reunião”;
- “Mapa de contactos”;
- “Contatos de emergência”;
- “Regras de estaleiro”;
- “Presenças reuniões”.

O diagrama apresenta o layout do Mapa A0 "Informação Geral de projeto", organizado em seis seções numeradas:

- 1. A3 DE INICIO:** Dividido em quatro quadrantes: 1. ÂMBITO E OBJETIVOS, 2. ESTRUTURA ENTREGÁVEIS E PRAZOS, 3. EQUIPA OBRA, e 4. INDICADORES DE OBRA.
- 2. NORMA REUNIÕES:** Espaço para as normas das reuniões.
- 3. MAPA CONTATOS:** Espaço para o mapa de contactos.
- 4. CONTATOS EMERGÊNCIA:** Espaço para os contactos de emergência.
- 5. REGRAS ESTALEIRO:** Espaço para as regras do estaleiro.
- 6. PRESENCAS REUNIÕES:** Tabela com colunas para "Datas" e "Participantes" para registrar as presenças nas reuniões.

Figura 3.1 - Mapa A0 "Informação Geral de projeto"

3.2.1.1. “A3 de início”

O “A3 de início” é um documento de comunicação que permite a definição concreta dos objetivos da obra, levantamento e compreensão dos requisitos do cliente, permitindo logo à partida a redução do número de projetos fora do âmbito da obra, comunicação efetiva entre todos os envolvidos e mitigação preliminar de riscos.

Este quadro é composto por 4 quadrantes, que devem ser preenchidos da seguinte forma.

1º Âmbito e objetivos: Podem ser referidos os objetivos internos, assim como os externos, tal como dos clientes e dos subempreiteiros. Para além disso, deve ser inserida a informação geral de caracterização do projeto, tal como:

- Ponto de partida e necessidades a serem satisfeitas;
- Resumo do âmbito do projeto;
- Estimativa de benefícios resultantes dos entregáveis;
- Caracterização geral (nome, data de início e de fim prevista, etc);

- Identificação preliminar de riscos e dificuldades.

2º Estrutura de entregáveis e prazos: Devem ser enumeradas as principais zonas/entregáveis ou *milestones* definidas para a obra e os seus respetivos prazos de entrega acordados.

3º Equipa de obra: Devem ser listados os membros da equipa de obra, tanto internos como externos, devendo ser incluídos outros elementos como:

- Nome e função;
- Tempo necessário de presença no projeto;
- Meios de comunicação com esse elemento.

4º Indicadores de obra: Devem ser definidos alguns indicadores de controlo, tendo em conta 3 vertentes principais: qualidade, custos e cumprimento de prazos. Podem ser adicionadas outras categorias importantes a monitorizar como, por exemplo, indicadores de desempenho da segurança na obra. A escolha dos indicadores corretos é de extrema importância pois são estes que definem a boa ou má performance das equipas e o andamento da obra. Devem ser escolhidos entre 1 a 4 indicadores.

3.2.1.2. “Norma reuniões”

O segundo a ser preenchido deve ser o documento “Norma reuniões”. De acordo com os procedimentos do guião, devem ser realizadas 3 tipos de reuniões, a “reunião de planeamento”, a “reunião com o dono de obra” e o “briefing diário”. Cada reunião tem diferentes objetivos e uma agenda distinta de tópicos a abordar.

A reunião de planeamento tem duas fases, uma 1ª fase de análise de planeamento e tudo o que está sujeito a este e uma 2ª para marcação de presenças e fazer um ponto de situação. Na reunião com o dono de obra deve-se fazer uma revisão de ata da última reunião e discutir os pontos que se acharem necessários abordar com o cliente, estabelecidos na reunião de planeamento, “interna”. No briefing diário deve-se fazer um ponto de situação diário, ver compatibilidades de especialidade e ver temas relacionados com a segurança.

No quadro “Norma reunião” deve estar afixada a folha A4 representada na figura 3.2 onde devem ser estabelecidos os horários e frequência das reuniões tal como os pontos a abordar, participantes e tempo despendido.

1) Reunião Planeamento

Frequência	Fases	Horário	Duração	Participantes
Semanal (Quarta-feira)	1ª Fase	08:30 – 09h20	50 min	Ricardo Rocha, Pedro Pacheco
	2ª Fase	11:00 – 12:00	60 min	Ricardo Rocha, Pedro Pacheco, todos os subempreiteiros

• 1ª Fase: Tópicos a Abordar

- Analisar o Planeamento do projecto – 15 min
- Percorrer a checklist Last Planner para a semana N+3 – 10 min
- Analisar indicadores – 5 min
- Atualização do quadro de tarefas semanais – 10 min
- Atualização do quadro de listagem Subempreiteiros – 2 min
- Riscos + Oportunidades (**Terça-Feira**) – 3 min
- Temas para a Reunião obra com o cliente – 5 min

• 2ª Fase: Tópicos a abordar

- Marcação de presenças - 1 min
- Ponto de situação e dúvidas de subempreitadas – 5 min
- Discussão de incompatibilidades entre áreas (verificar se estão refletidas no Last Planner) – 5 min
- Gemba Walk - Desbloqueio e observação de pontos ou áreas críticas da obra – 10 min

2) Reunião Dono de Obra

Frequência	Horário	Duração	Participantes
Semanal (Quinta-feira)	Manhã	4 horas	Ricardo Rocha, Cliente

• Tópicos a Abordar

- Revisão da última Ata
- Riscos e oportunidades importantes que saíram da reunião de Planeamento

2) Briefing Diário

Frequência	Horário	Duração	Participantes
Diário	11h45	10 min	Pedro Pacheco, subempreiteiros

• Tópicos a Abordar

- Ponto de situação das tarefas diárias – 5 min
- Compatibilidades das especialidades - 3 min
- Temas de segurança – 2 min

Figura 3.2 - Folha exemplo "Norma Reunião"

Nas reuniões de planeamento, a pessoa responsável pela reunião deve ainda ter uma checklist que contem todos os tópicos da agenda, onde deverá colocar *check* sobre a realização de cada ponto. Com esse registo, garante-se a análise de todos os tópicos que foram definidos para a reunião. Na figura 3.3 podemos ver uma checklist exemplo.

Reunião de Planeamento (Checklist)	Realização 
Analisar o Planeamento do projeto	
Percorrer a Checklist Last Planner para a semana N+3	
Analisar indicadores	
Atualização do quadro de tarefas semanais	
Atualização do quadro de listagem Subempreiteiros	
Riscos + Oportunidades (Terça-Feira)	
Temas para a Reunião obra com o cliente	
Marcação de presenças	
Ponto de situação e dúvidas de subempreitadas	
Discussão de incompatibilidades entre áreas	
Gemba Walk	
Legenda	
	1ª Fase da Reunião de Planeamento
	2ª Fase da Reunião de Planeamento

Responsável pela atualização:

Ultima atualização: ____/____/____

Figura 3.3 - Checklist Reunião

É também estabelecido que as reuniões de planeamento sigam uma determinada dinâmica que pelo menos garanta o cumprimento dos seguintes requisitos:

- Todos de pé;
- Sem computadores/ telemóveis;
- Garantir a presença de todos na reunião;
- Garantir o cumprimento da agenda;
- Elementos gráficos existentes nos quadros da sala atualizados no momento da reunião;
- Garantir manutenção da gestão visual dos quadros após a reunião.

3.2.1.3. “Mapa de contatos”, “Contatos de emergência” e “Regras de estaleiro”

Para cada obra é necessário colocar na “informação geral de projeto” os contatos da equipa de obra e também os contatos externos disponíveis em caso de emergência. As regras de estaleiro consistem em regras básicas a cumprir no estaleiro para todas as obras. A figura 3.4 mostra um exemplo disso.



Figura 3.4 - Mapas de contatos e regras de estaleiro em destaque no A0

3.2.2. "LISTAGEM DE SUBEMPREITADAS DA OBRA"

Este quadro, que pode ser visto nas figuras 3.5 e 3.6, deve ser preenchido de acordo com as subempreitadas de cada obra.

Em primeiro lugar, deve-se estabelecer um *template* de acordo com o número de empreitadas que são necessárias para a realização da obra. Em segundo lugar, deve-se preencher o quadro de acordo com o estado das diversas subempreitadas, indicando para cada uma se o processo está por iniciar, se já foi iniciado, mas ainda não foi adjudicado e se já está adjudicado.

Para melhor distinção do estado de adjudicação deve-se fazer uma distinção por cores e, para melhor visualização, esta distinção deve ser feita com o apoio de post-its. O quadro deve também ser acompanhado da devida legenda.

Por fim, deve-se preencher o quadro com as respectivas datas de entrada em obra e data de conclusão e, se for necessário, apontar as observações que sejam relevantes.

SUB-EMPREITADA	ESTADO	DATA ENTRADA OBRA	DATA DE CONCLUSÃO	OBSERVAÇÕES
TERRAPLANAGENS				
FUNDAÇÕES ESPECIAIS				
BETÃO ARMADO				
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS				
ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA				
ESTRUTURAS METÁLICAS				
PAINEIS PRÉ-FABRICADOS				
SISTEMA PLUVIA				
REVESTIMENTOS METÁLICOS				
IMPERMEABILIZAÇÕES				
DESENFUMAGEM				
NIVELADORES/ABRIGOS				
PORTAS/PORTÕES				
INFRAESTRUTURAS				
PAVIMENTOS EXTERIORES				
PAVIMENTO TÉRREO				
ALVENARIAS /REBOCOS				
BETONILHAS				
PICHELARIA INTERIOR				
SEG. CONTRA INCÊNDIO				

Figura 3.5 - Quadro de subempreitadas

SUB-EMPREITADA	ESTADO	DATA ENTRADA OBRA	DATA DE CONCLUSÃO
TERRAPLANAGENS		5.37	5.47
FUNDAÇÕES ESPECIAIS		5.37	5.40
BETÃO ARMADO		5.28	5.25
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS		5.35	5.48
ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA		5.40	5.05
ESTRUTURAS METÁLICAS		5.40	5.05
PAINEIS PRÉ-FABRICADOS		5.40	5.05
SISTEMA PLUVIA		5.40	5.05
REVESTIMENTOS METÁLICOS		5.40	5.05
IMPERMEABILIZAÇÕES		5.40	5.05
DESENFUMAGEM		5.40	5.05
NIVELADORES/ABRIGOS		5.40	5.05
PORTAS/PORTÕES		5.40	5.05
INFRAESTRUTURAS		5.40	5.05
PAVIMENTOS EXTERIORES		5.40	5.05
PAVIMENTO TÉRREO		5.40	5.05
ALVENARIAS /REBOCOS		5.40	5.05
BETONILHAS		5.40	5.05
PICHELARIA INTERIOR		5.40	5.05
SEG. CONTRA INCÊNDIO		5.40	5.05

Figura 3.6 - Exemplo de preenchimento de quadro de subempreitadas

3.2.3. ESTALEIRO – “LAYOUT DA OBRA”, “MACRO PLANO” E “PLANTA DE ESTALEIRO”

O quadro de estaleiro deve ser um quadro muito visual, que permita a visualização das diversas zonas da obra e das suas interdependências.

O *layout* da obra deve permitir a identificação das diversas zonas da obra e a sua ligação com o macro plano, que deve revelar as interdependências e sequência de trabalho da obra. Na figura 3.7 é possível ver um exemplo de um quadro de estaleiro em obra.



Figura 3.7 - A0 de estaleiro

A planta de estaleiro deve garantir necessariamente a identificação dos seguintes pontos:

- Gruas;
- Acessos;
- Zonas de deposição de materiais;
- Parque de resíduos;
- Zonas de trabalho fixas;
- Áreas sociais;
- Estacionamento;
- Circulação de pessoas;
- Portaria;
- Ponto de encontro em caso de emergência;
- Local de equipamento em caso de emergência;
- Sinalização de segurança;
- Zona de material sobrança;
- Local de depósito de gásóleo;
- Vedação perimetral.

3.2.4. PLANEAMENTO DO PROJETO

Para acompanhar o projeto tem-se 2 tipos de visibilidade, sendo estes o planeamento feito no software, (atualmente, na GG é usado o MS Project) e o planeamento por subempreitadas. Ambos estão visíveis na “sala” de projeto e devem ser atualizados e revistos, sempre que sofrem alterações.

O planeamento das subempreitadas deverá ser feito desde o início de acordo com o plano *baseline* desenvolvido no MS Project. Ambos os planeamentos devem ser revistos diariamente e atualizados mediante o estado das tarefas, sendo que o plano *baseline* nunca deve ser retirado.

Cada tarefa, não concluída na semana planeada, deve ser assinalada no post-it original com uma cruz a vermelho, idem para tarefas atrasadas, ou verde, para tarefas antecipadas. As tarefas críticas devem ser assinaladas com um íman para se conseguirem distinguir. Na figura 3.8 é possível ver um exemplo de preenchimento planeamento de subempreitadas.

Após a conclusão do planeamento da obra, deve ser realizado todas as semanas, a par com as reuniões de obra, a análise dos constrangimentos através do *Last planner*. Com isto pretende-se o seguinte:

- Melhorar o planeamento e a previsibilidade;
- Lutar contra a incerteza e complexidade da entrega dos projetos;
- Auxiliar a gestão das relações, comunicação e compromissos que bloqueiam muitas vezes as decisões de planeamento.

Para isso realiza-se todas as semanas a avaliação do *Last Planner* a 4 semanas. Esta dinâmica consiste na avaliação dos constrangimentos das tarefas planeadas para as 4 semanas seguintes, avaliando-se em simultâneo se existe algum risco da sua não realização para as tarefas sucessoras ou em curso, percorrendo uma *checklist* de apoio, que pode ser vista na figura 3.9.

Se na *checklist* de todas as tarefas os parâmetros estiverem todos a verde, então estas estão em condições de se iniciarem nas 4 semanas seguintes. Caso não estejam todas a vermelho, então devem ser implementadas de imediato medidas para que não se atrasem os arranques das tarefas de acordo com o planeamento previsto.

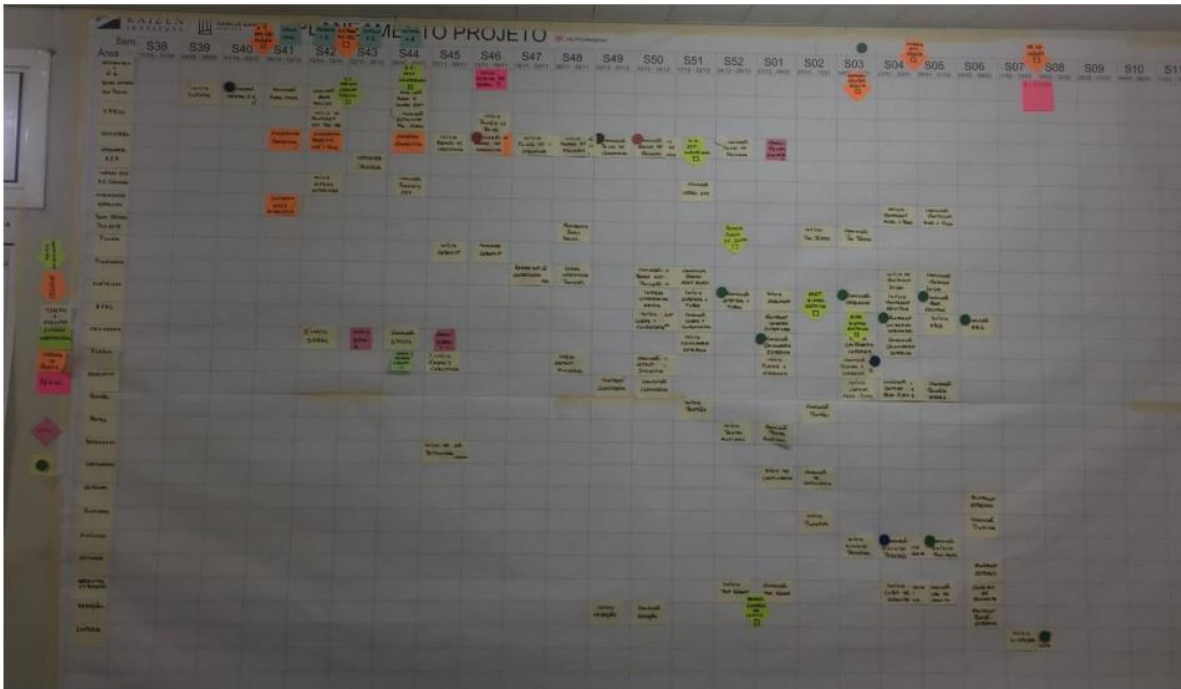


Figura 3.8 - Exemplo de preenchimento de planeamento de subempreitadas

Para isso devem ser avaliadas as ações de melhoria a lançar e incluí-las no A0 das tarefas da semana, indicando um responsável e um prazo de conclusão para a ação definida na hora.

LAST PLANNER

Objetivo: Análise de constrangimentos a 4 semanas

- Avaliação de tarefas a executar nas próximas 4 semanas (A0 Plano de projeto)
- Percorrer checklist para avaliação/discussão de possíveis constrangimentos ao nível da/as tarefa/as
- Lançamento de ações para resolver constrangimentos (Tarefas da semana)

Tópico	S/N
Materiais	
Tarefa dependente concluída	
Mão-de-obra disponível	
Desenhos	
Meios auxiliares	
Condições de segurança / espaço	
Instruções de Trabalho	
Documentação da Empresa	

Figura 3.9 - Checklist Last Planner

Em termos visuais o *Last Planner* consiste num post-it com largura para ocupar 4 semanas do planeamento visual e deverá ser colocado nas 4 semanas seguintes.

3.2.5. "TAREFAS DA SEMANA"

No quadro das "tarefas da semana", devem ser incluídas todas as tarefas planeadas para a semana e as ações de melhoria que são indicadas na análise do *Last Planner*.

Para cada tarefa/ ação deve ser colocado um post-it com a descrição da tarefa, a data de início e a data prevista de conclusão. O post-it deve ser colocado na linha do responsável por concretizá-la e deverá, ao longo das diversas semanas de análise, ir transitando de coluna, consoante o estado de concretização da tarefa vai evoluindo. Cada tarefa tem os seguintes estados que podem ser vistos na figura 3.10.

- A aguardar planeamento: tarefas sem data prevista de conclusão;
- Planeada: tarefas a realizar na semana e com data prevista de conclusão;
- Em execução: tarefas em execução;
- Em verificação: tarefa já executada, mas em verificação dos benefícios provenientes da sua execução;
- Concluída: tarefa concluída e com resultados favoráveis.

RESP.	A AGUARDAR PLANEAMENTO	P PLANEADA	D EM EXECUÇÃO	C EM VERIFICAÇÃO	A CONCLUÍDA

RESPONSÁVEL ATUALIZAÇÃO

Figura 3.10 - Quadro A0 "Tarefas da Semana"

3.2.6. “RISCOS E OPORTUNIDADES”

No quadro de “Riscos e oportunidades” devem ser incluídos todos os constrangimentos ou possibilidades de melhoria associados ao projeto. Deve ser preenchido em todos os momentos do projeto, desde o início para uma avaliação preliminar dos riscos, tanto positivos como negativos, até à execução do projeto em si.

A avaliação dos riscos é feita tendo em consideração duas variáveis, o impacto do risco no projeto e a probabilidade de ocorrência. Para cada risco, deve ser escrito um post-it e deve ser colocado no quadrante respetivo, tendo em conta as variáveis referidas.

Deve ser feita uma análise crítica aos riscos colocados na matriz, sendo que deve-se ter especial atenção aos que se encontram no quadrante vermelho escuro, referentes aos riscos de impacto e probabilidade alta, e aos que estão colocados no quadrante verde escuro, referentes às oportunidades de melhoria com impacto alto e probabilidade alta. Na figura 3.11, podemos ver o *template* dos quadros dos “Riscos e Oportunidades”.

KAIZEN INSTITUTE **RISCOS E OPORTUNIDADES** **GARCIA GARCIA**

RISCOS

Alta

Probabilidade

Baixa

Baixo Impacto Alto

OPORTUNIDADES

Alta

Probabilidade

Baixa

Baixo Impacto Alto

RESPONSÁVEL ATUALIZAÇÃO

Figura 3.11 - Quadro A0 "Riscos e Oportunidades"

3.3 5S E 8W NA GG

Tanto a metodologia 5S como a metodologia 8W não são atualmente utilizadas pela GG na realização de obras tendo sido a sua introdução uma novidade no contexto desta dissertação, comparativamente a trabalhos realizados anteriormente no contexto do LC.

3.4. SÍNTESE

A Lean Construction na GG já tem uma expressão considerável, sobretudo com o uso do LPS através do guião disponibilizado pela *Kaizen Institute* sendo este usado em praticamente todas as obras da GG. A dinamização de “sala” e gestão visual são ferramentas muito usadas não só nas obras, como também no próprio funcionamento da empresa.

Contudo a GG tem sempre interesse em procurar novas formas de melhorar os seus processos através de implementação de novas metodologias Lean, tais como o 5S e o 8W.

4

CARACTERIZAÇÃO DA EMPREITADA

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA

A empreitada que é objeto de estudo desta dissertação é de caráter industrial e é situada em Santo Tirso, na zona industrial, no terreno adjacente à Rua António Joaquim Campos Monteiro. Este empreendimento tem como Dono de obra a Logicor.

A Logicor é a maior rede logística de transporte do setor imobiliário e com este pavilhão pretende criar um centro logístico que possa ajudar a aumentar a eficiência dos fornecimentos que faz na zona norte de Portugal.

Esta obra conta com uma área de intervenção de cerca de 66000 m², incluindo um grande armazém, acessos rodoviários a toda a volta do empreendimento e o pavilhão industrial sendo que esta conta com uma área de intervenção de 31000 m², ver figura 4.1.

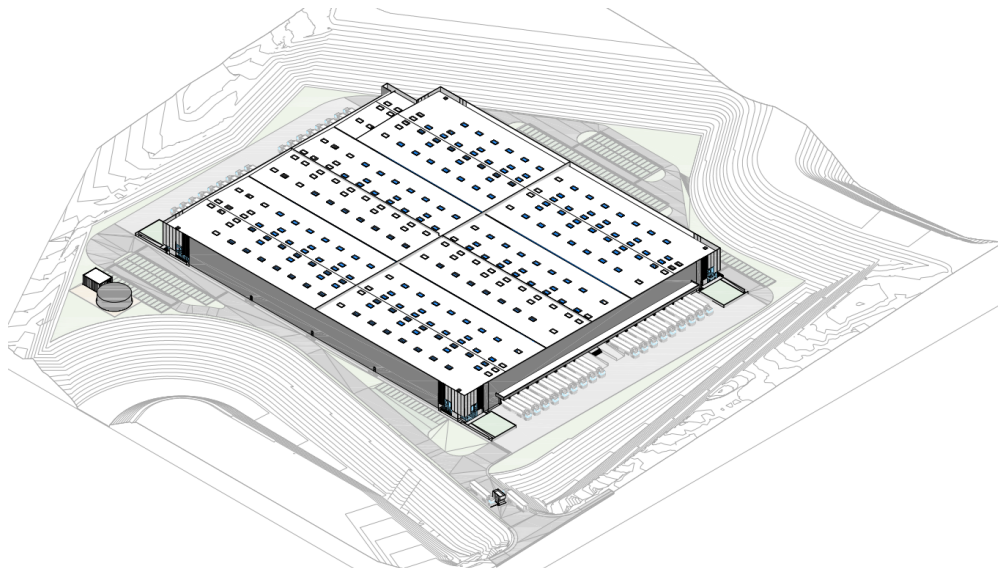


Figura 4.1 - Nave Industrial Logicor

Este empreendimento está a ser realizado no Concelho de Santo Tirso, na zona industrial da Picaria, na união das freguesias de Santo Tirso, Couto e Burgães. O terreno da obra é o lote nº2 da quinta das chinesas.

O edifício está dividido em 4 naves denominados A, B, C e D, cada uma com sensivelmente a mesma área. Cada uma das naves tem um bloco administrativo associado, ver figura 4.3.

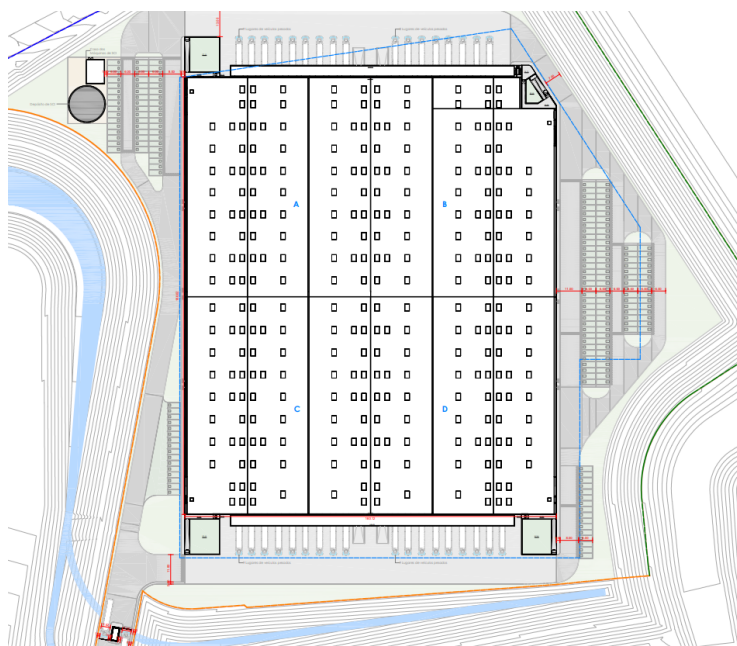


Figura 4.2 - Planta cobertura

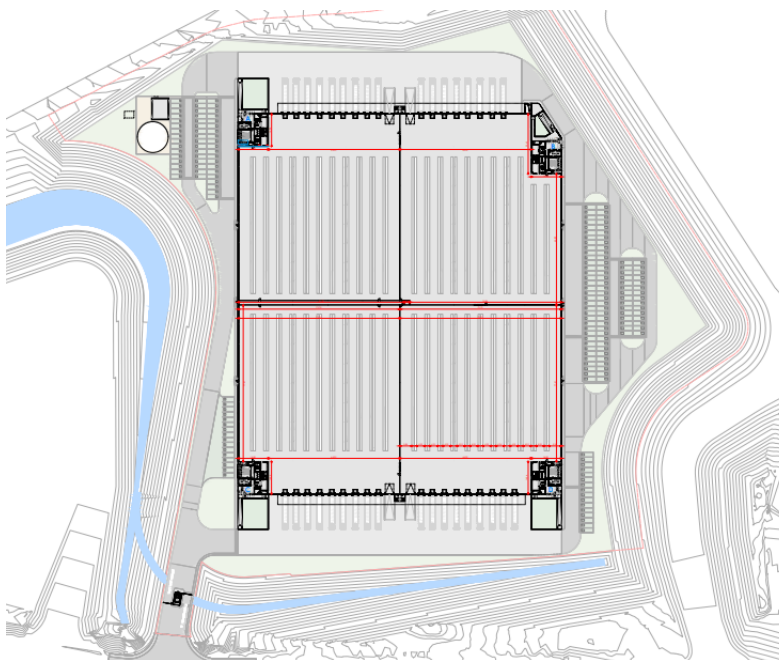


Figura 4.3 - Planta Piso 0

Observando mais detalhadamente, podemos ver que o alçado nascente e o alçado poente contêm entradas de garagem para carga e descarga de caminhões ao longo da fachada, cada uma com 18 entradas,

e ainda tem 2 entradas de veículos de acesso ao interior das naves, em cada uma. Nas fachadas norte e sul tem apenas 3 entradas de pessoas cada fachada.

No exterior tem vias de acesso, parque de estacionamento e ainda um reservatório e uma casa das máquinas. O edifício tem um piso único e tem uma altura total de 16 m com um desnível entre a entrada e o exterior de 1,10m.

Nas figuras 4.4 e 4.5, podemos observar o alçado poente e norte que demonstra como são as fachadas dos edifícios.

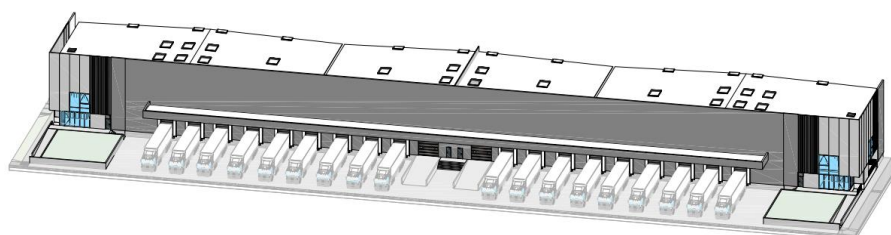


Figura 4.4 - Alçado Poente

Os blocos administrativos são isolados do armazém e têm entradas pelo exterior, cada um com 2 pisos com um pé direito de 3,00 m.

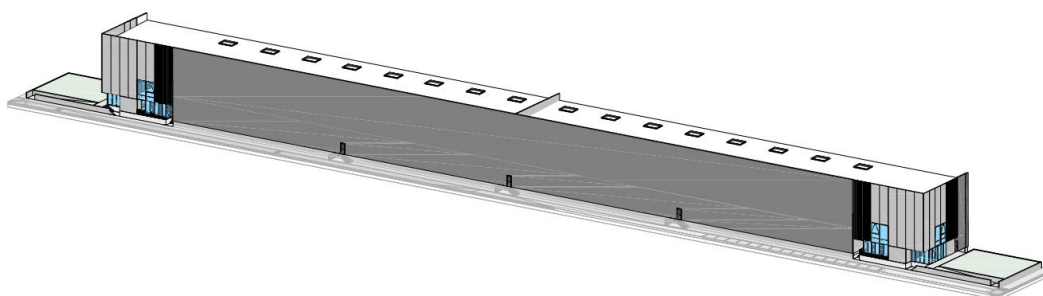


Figura 4.5 - Alçado Norte

4.2. PROJETO, ENTIDADE EXECUTANTE E RESPONSABILIDADES

A tabela 4.1 abaixo representa as entidades responsáveis pela execução de todos os projetos referentes à obra em questão tal como os responsáveis pela sua execução. É de salientar que nesta não foi adjudicada qualquer entidade pelo dono de obra para fiscalização, sendo esta feita internamente.

Tabela 4.1 - Projetos e Entidades

Especialidade		Responsável
Projetos	Arquitetura	Multiprojetos
	Fundações	Multiprojetos
	Infraestruturas	Multiprojetos
	Redes de Abastecimento de Água	Multiprojetos
	Redes de Drenagem de águas pluviais	Multiprojetos
	Redes de Drenagem de Águas Residuais	Multiprojetos
	Redes de Gás	Multiprojetos
	Segurança Contra Incêndios	Multiprojetos
	Ventilação, Desenfumagem e Climatização	Multiprojetos
	Estrutura	Vigobloco
Entidade executante	Diretor de Produção	Arnaldo Machado
	Diretor de Obra	Vítor Tato
	Diretor de obra Adjunto	Henrique Rêgo e João Machado
	Encarregado	Paulo Serino
	Diretor técnico de Higiene e segurança	Daniel Azevedo
	Preparador de Obra	Hugo Carneiro
	Compras	Sofia Almeida
	Apontador	Rafael Silva
Fiscalização		Interna

4.3. SUBEMPREITADAS

Em Portugal a estratégia mais habitual na construção é os empreiteiros subcontratarem empresas para a execução das várias especialidades da obra. A GG tal como grande parte das empresas utiliza esta estratégia nas suas empreitadas inclusive a que está a ser analisada.

É importante salientar que os subempreiteiros contratados não são entidades executantes nos termos do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de outubro, estas funcionam apenas como unidades produtivas da entidade executante e devem assumir solidariamente com este todas as obrigações e responsabilidades inerentes à sua atividade.

No quadro que se segue, Tabela 4.2, podemos ver a lista de subempreitadas adjudicadas até à data de conclusão da dissertação.

Tabela 4.2 - Lista de subempreiteiros

Entidade	Especialidade
Vilaplano	Carpintaria/ ferrageiros
Vigobloco	Pré-fabricado betão (pilares, vigas, madres, etc...)
Concremat	Pré-fabricado de cais
Adexsi	Claraboias
Sotecnisol	Chapa de cobertura
Edilages	Infraestruturas exteriores/ betuminoso
AZPnorte	Niveladores de cais
TPB	Pavimentos em betão
Garsteel	Aplicação de chapa
Alinox	AVAC
Gartek	Redes hidráulicas
GONDotec	Portas corta-fogo
Eletrocelos	Portões

4.4. ESTALEIRO

O estaleiro de obra pode ser definido como o plano que materializa a “disposição de áreas de operação de homens e máquinas interessados na produção da obra em todas as fases do seu desenvolvimento”, ou seja, a escolha do tipo de instalações fixas e meios de apoio a deslocar para cada obra e respetivas áreas e respetiva localização física [16]. Na figura 4.6 pode-se ver as instalações mobilizadas em março 2023 para a obra, com a seguinte numeração:

1. Portaria;
2. Encarregado;
3. Refeitório;
4. Vestiários;
5. Ferramentaria;
6. Sala de reuniões (Ainda por definir);
7. Direção de obra/ segurança;
8. Dono de obra/ fiscalização (ainda a definir);
9. WC;
10. Zona de estacionamento;
11. Ferramentaria de Subempreiteiro;
12. Lavagem de caleiras;
13. Parque de resíduos;
14. Estaleiro de Ferro;
15. Quadro elétrico de estaleiro.



Figura 4.6 - Planta de estaleiro

A figura 4.7 identifica a sinalização de segurança identificada no desenho do estaleiro (figura 4.6).

Relativamente ao cumprimento de medidas de segurança a GG, entidade executante, deve nomear um técnico de segurança responsável. A GG já tem definido uma responsável geral de segurança e um técnico de segurança que está afeto à obra. Como o técnico não está sempre permanente em obra a empresa deve identificar um técnico da empresa, permanente em obra, que assegure o cumprimento dos procedimentos de segurança na ausência do técnico responsável, que por norma é o encarregado ou o diretor de obra [4].



Figura 4.7 - Sinalização de segurança

Na figura 4.8, pode-se ver a imagem do estaleiro cerca de maio 2023.



Figura 4.8 – Estaleiro de obra em maio 2023

É importante referir que a atual disposição do estaleiro é provisória devido às condições de acesso à obra e também por causa dos trabalhos que têm de ser realizados em obra neste momento, de pré-fabricação e de montagens de elementos de grande dimensão.

Na figura 4.9 pode-se ver a planta definitiva, com a seguinte numeração:

1. Portaria;
2. Encarregado;
3. Refeitório;
4. Vestiários;
5. Ferramentaria;
6. Sala de reuniões;
7. Direção de Obra/ segurança;
8. Dono de obra/ fiscalização;
9. WC;
10. Zona de estacionamento;
11. Ferramentaria de subempreiteiro;
12. Lavagem de caleiras;
13. Parque de resíduos;
14. Estaleiro de Ferro;
15. Quadro elétrico de estaleiro.

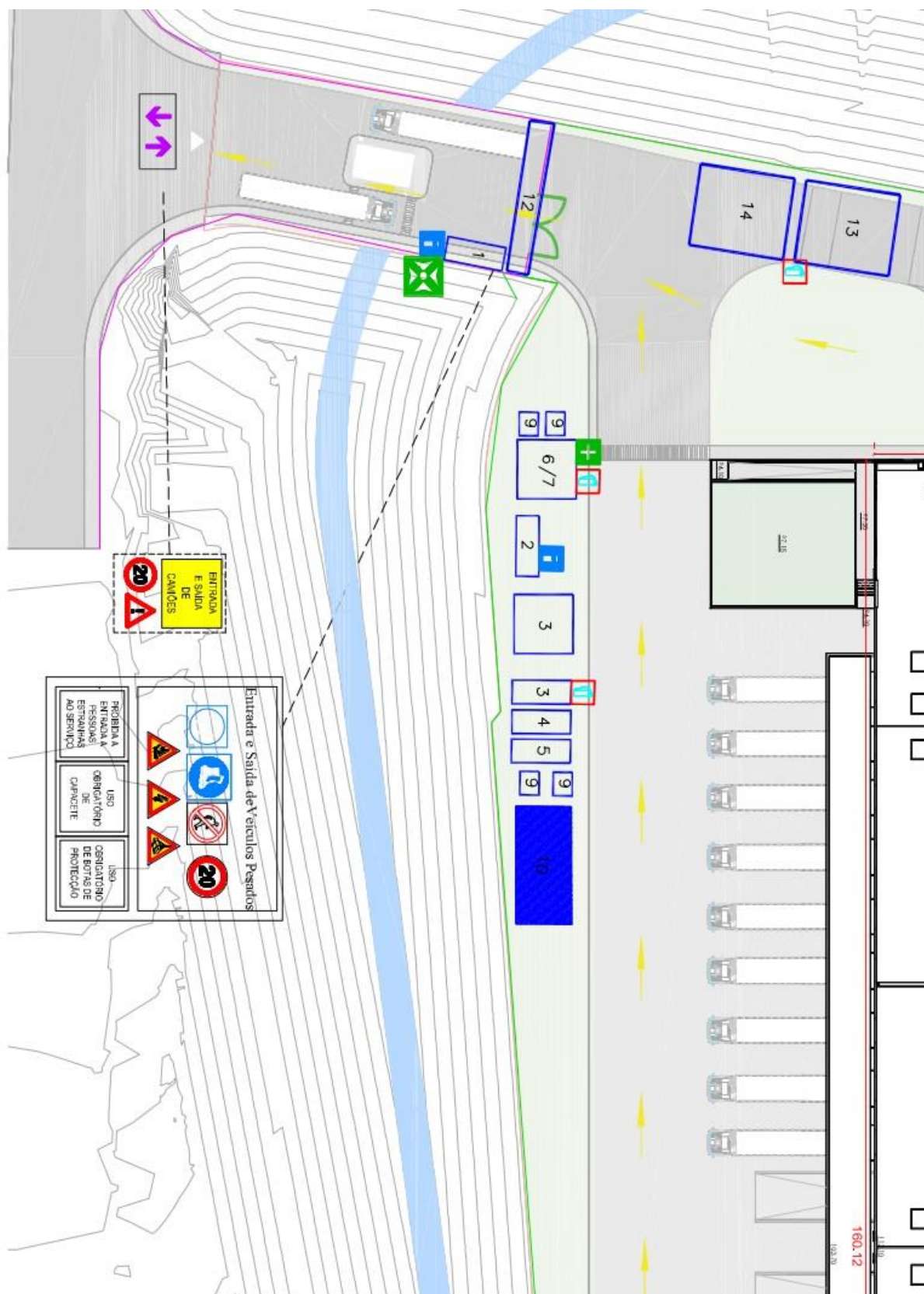


Figura 4.9 - Planta de estaleiro definitiva

4.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA

4.5.1. ESTABILIDADE

O projeto de estabilidade deste edifício é composto por sapatas diretas com um total de 205 sapatas de betão C30/37 com classe de exposição XC2 e a armadura é composta por aço A500NRSD. O projeto de fundações contém ainda 18 tipos de sapatas diferentes, sendo a estrutura dos pilares toda ela pré-fabricada. As sapatas têm um copo de encaixe do pilar, sendo este endentado.

Este formato do copo permite uma melhor fixação dos pilares e que a altura das sapatas seja menor comparado com um copo de fixação liso.

Na figura 4.10 pode-se visualizar um dos tipos de sapatas que constitui as fundações do edifício.



Figura 4.10 - Sapata finalizada

4.5.2. ESTRUTURA

4.5.2.1. Estrutura pré-fabricada

A estrutura pré-fabricada de betão é constituída por pilares, vigas, madres, lajes e escadas. Nesta obra existem 5 tipos de pilar que variam de secção transversal, que podem ser as seguintes:

- 0,40x0,40 m²;
- 0,50x0,50 m²;
- 0,60x0,40 m²;
- 0,70x0,40 m²;
- 0,70x0,50 m²;

Como as sapatas das fachadas estão a uma cota mais baixa os pilares que encaixam nestas têm de ser mais compridos comparado com as sapatas interiores. Para fixar o pilar às sapatas é usado um betão de selagem C30/37, de retração controlada com D_{máx}: 12mm. Na figura 4.11 e 4.12 pode-se ver um pilar fixado na sapata e a estrutura pré-fabricada de betão, respetivamente.



Figura 4.11 - Fixação pilar sapata



Figura 4.12 - Estrutura pré-fabricada de betão

4.5.3. ARQUITETURA

4.5.3.1. Cobertura

A cobertura tem um sistema do tipo Deck que é composta por uma chapa inferior simples do tipo Kingspan TZ47, depois tem um painel de cobertura PIR FM approved com 60 mm de espessura e como acabamento final leva uma membrana de impermeabilização do tipo TPO.

A cobertura tem ainda uma inclinação de 3,00 % para permitir a drenagem de águas pluviais. Este sistema de cobertura fica apoiado nas madres da estrutura pré-fabricada.

4.5.3.2. Fachadas

As fachadas, como já foi referido anteriormente têm 16 m de altura e são constituídas por um painel de betão pré-fabricado que vai até 2,25 m de altura da fachada. O painel é revestido com painel sandwich tipo Huurre ibérica com 50mm de espessura, que vai ocupar toda a altura da fachada.

Os painéis já vêm com as madres integradas para depois fixar à estrutura pré-fabricada, neste caso nos pilares.

Para fixar o painel sandwich ao painel de betão vão ser usados ómegas em chapa galvanizada com 1,5 mm de espessura.

4.5.3.3. Pavimentos

Nos pavimentos térreos do armazém e do bloco administrativo vai ser colocada uma manta geotêxtil, por cima desta vai ser colocado uma camada com 30 cm de espessura de agregado britado (tout-venant).

Para terminar leva o pavimento de betão, reforçado com fibras de aço de Arcelor Mittal 30 kg/m, com 20 cm de espessura que depois é acabado com um endurecedor de superfície do tipo ProDur.

Entre as camadas de Tout-venant e de betão é ainda colocado um duplo filme de polietileno.

Nos pisos superiores dos blocos administrativos os pavimentos são compostos por lajes alveolares de betão pré-fabricado com uma espessura de 0,25 m. Por cima desta irá ser colocada uma lâmina de compressão com uma espessura de 0,05 m. Para finalizar é colocada uma camada com 0,15 m de espessura de betonilha de regularização que leva por cima um acabamento final em alcatifa.

4.5.3.4. Paredes

As paredes que fazem separação entre as 4 naves, tal como as paredes que separam os blocos administrativos da zona de armazém são em painel pré-fabricado de betão simples com 16 cm de espessura e acabamento à cor natural com hidrófugo de massa.

Nos blocos administrativos podem-se identificar 3 tipos de paredes. Nas zonas de circulação as paredes são com dupla placa de gesso cartonado Standard com montante de 90 mm de espessura e isolamento térmico de lã de rocha com 50 mm de espessura.

Na parede divisória entre as casas de banho masculinas e femininas são em placa dupla de gesso cartonado hidrófugo com montante de 70 mm de espessura e isolamento acústico em manta de lã de rocha com 50 mm de espessura.

Entre paredes das casas de banho e as restantes divisórias as paredes do lado das divisórias são em gesso cartonado Standard e do lado da casa de banho em placa dupla de gesso cartonado hidrófugo com montante de 70 mm e tal com as outras o isolamento acústico é em manta de lã de rocha com 50 mm de espessura.

4.5.3.5. Tetos

No piso 0 os tetos são praticamente todos em teto falso modular do tipo Eurocoustic Minerval A com 60x60x1.5 cm e/ou teto falso com gesso cartonado Knauf sistema D112 com placa Knauf A standard 12,5 mm assentes sob estrutura metálica por tirantes e roscar fixadas com buchas mecânicas e isolamento acústico com lã de rocha com 40 mm de espessura e acabamento em pintura RAL 9010.

Na zona das casas de banho o teto é idêntico ao resto do piso, mas com gesso cartonado Knauf hidrófugo com placa Knauf H Standard 12,5 mm.

Na zona do corredor de circulação é em teto falso modular tipo Eurocoustic Tonge A22 com 150x60 cm.

Ainda no piso 0 na zona de acesso ao bloco administrativo pelo exterior tem uma pala que serve de coberto em teto falso em placa de cimento GRC Knauf AQUAPANEL com barramento à cor natural dos painéis de betão pré-fabricados.

No piso 1 os tetos são idênticos aos do piso 0 à exceção da zona de desenfumagem onde o teto tem 2 placas de gesso cartonado tipo Knauf, sistema D11, composto por placas Knauf contraincêndios DF, com 12,5 mm de espessura, assente sobre uma estrutura em aço galvanizado, suspensa ao suporte com tirantes de roscar fixados com buchas metálicas, incluindo isolamento com lã mineral tipo Knauf de 40 mm de espessura.

4.5.4. REDES HIDRÁULICAS

4.5.4.1. Rede de abastecimento de água

Na canalização exterior ao edifício serão utilizados tubagens e acessórios em Polietileno de alta densidade, PEAD PN10, cujos diâmetros a utilizar estão representados na tabela 4.3 abaixo.

Tabela 4.3 – Diâmetros da tubagem de água (exterior)

Diâmetro Nominal	Diâmetro Interno (mm)
Ø15	11.0
Ø20	16.0
Ø25	21.0
Ø32	28.0
Ø40	35.4
Ø50	44.4
Ø63	55.8
Ø75	66.4

Na rede de distribuição de água quente e água fria interiores serão utilizados tubagens e acessórios em multicamada UNIPIPE tricomposto. Os diâmetros a utilizar podem ser vistos na tabela 4.4 abaixo.

Tabela 4.4– Diâmetros da tubagem de água interior

Diâmetro Nominal	Diâmetro Nominal (mm)
Ø16	12.0
Ø18	14.0
Ø20	15.5
Ø25	20.0
Ø32	26.0
Ø40	32.0
Ø50	41.0
Ø63	51.0
Ø75	60.0
Ø90	73.0
Ø110	90.0

4.5.4.2. Rede de águas residuais

Nas canalizações a instalar no interior do edifício as tubagens e acessórios são em Policloreto de vinilo, PVC-U série B.

Nas tubagens nos arruamentos exteriores será em Polipropileno Corrugado, PPC SN8.

4.5.4.3. Rede de drenagem de águas pluviais

As tubagens e acessórios constituintes da rede de drenagem serão em polietileno de alta densidade (PEAD). Os tubos de queda do sistema convencional serão executados em PVC-U. Na rede exterior enterrada, as tubagens serão em polipropileno SN8 da “Duralight” ou equivalente.

Os tubos de drenagem serão executados em tubagens de parede dupla circular em polietileno corrugado com ranhura total, envolvidos com material drenante e manta geotêxtil.

4.5.5. OUTRAS ESPECIALIDADES

Relativamente a especialidades como eletricidade e ITED, redes de abastecimento de gás, instalações mecânicas e arranjos exteriores, de momento estão a ser alvos de revisão de projeto pelo que não é possível ter informação ainda relativa à forma de como estes virão a ser executados.

4.6. REPORTAGEM FOTOGRÁFICA DA OBRA ACOMPANHADA

O Anexo 1 apresenta uma reportagem fotográfica da obra acompanhada durante o período de estágio realizado em ambiente empresarial no âmbito desta dissertação.

5

APLICAÇÃO DO LPS, METODOLOGIA 5S E 8W NA OBRA

5.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem o intuito de mostrar como foram aplicadas as metodologias *Lean* genericamente apresentadas nos capítulos 2 e 3.

No caso do LPS é abordado a forma de como foi feito o planeamento da obra, tendo em conta as várias tarefas necessárias de realizar. Aplica-se à fase inicial de desenvolvimento da obra (montagem e início de exploração do estaleiro, escavação geral, execução de fundações, montagem da estrutura pré-fabricada) coincidente com o período de estágio.

É também demonstrada como foi feita a gestão visual da sala LPS e os quadros utilizados em obra, mencionados no capítulo 3.

É também abordado o trabalho realizado em obra pelo autor que neste caso foi o controlo de produção e efeito que isso teve no planeamento específico da obra, no dia a dia da mesma.

Relativamente às metodologias 5S e 8W, neste capítulo é demonstrado como estas foram aplicadas na obra, com exemplos concretos associados à organização e exploração do estaleiro e à realização de atividades concretas da obra, pelo empreiteiro geral e por subempreiteiros.

5.2. APLICAÇÃO DO LPS

5.2.1. PLANEAMENTO

A obra foi acompanhada desde o seu início, inicialmente fez-se um balizamento das diversas atividades, determinando-se o caminho crítico, considerando que o prazo da obra é, como já foi referido anteriormente, até ao fim do ano de 2023.

De forma a ter-se uma perspetiva macro da obra, foram realizados dois mapas de planeamento, um em que estão discriminados todos os trabalhos a realizar durante a obra e outro onde constam apenas as tarefas de montagem e execução em obra, podendo se considerar este como o Master Schedule da obra.

Na figura 5.1 podemos visualizar as tarefas chave a realizar até ao fim do mês de maio de 2023, onde se pode observar as semanas em que cada uma dessas tarefas chave deve começar e acabar.

Na figura 5.2 pode-se visualizar o planeamento de todas as atividades relativas ao bloco A, tanto na zona do pavilhão como no bloco administrativo.

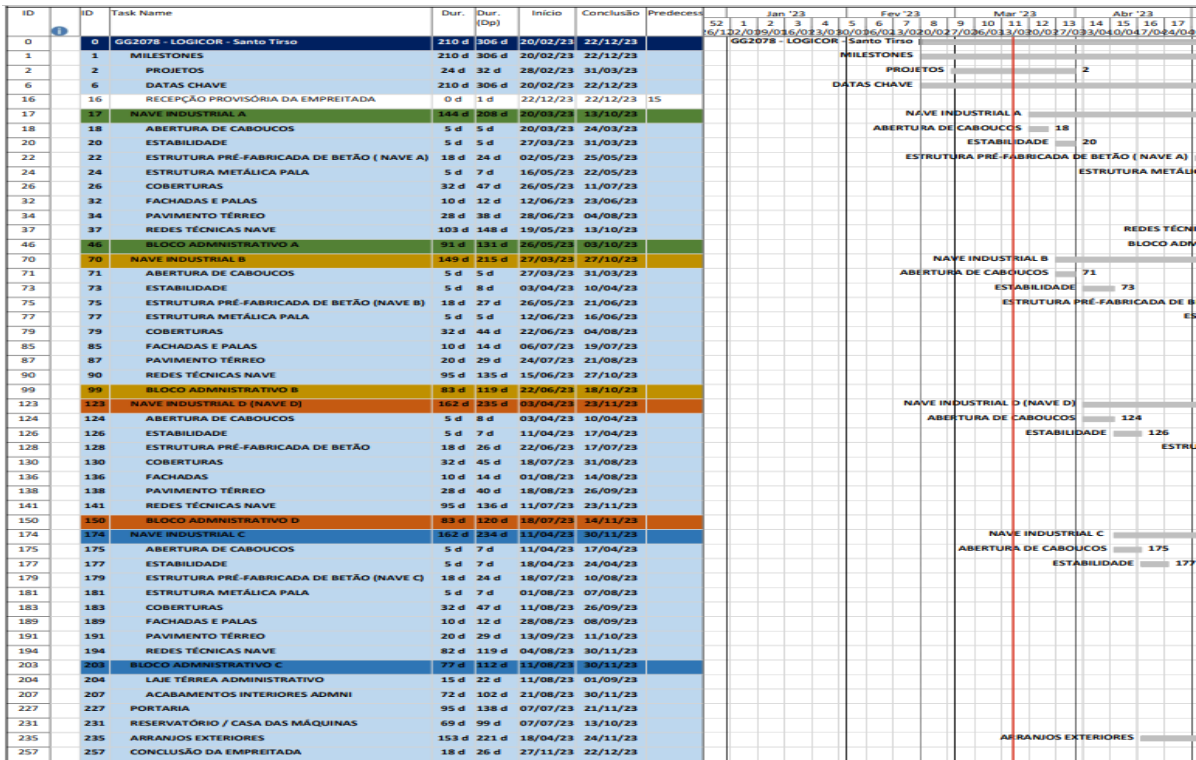


Figura 5.1 - Planeamento Geral da obra até fim de abril 2023

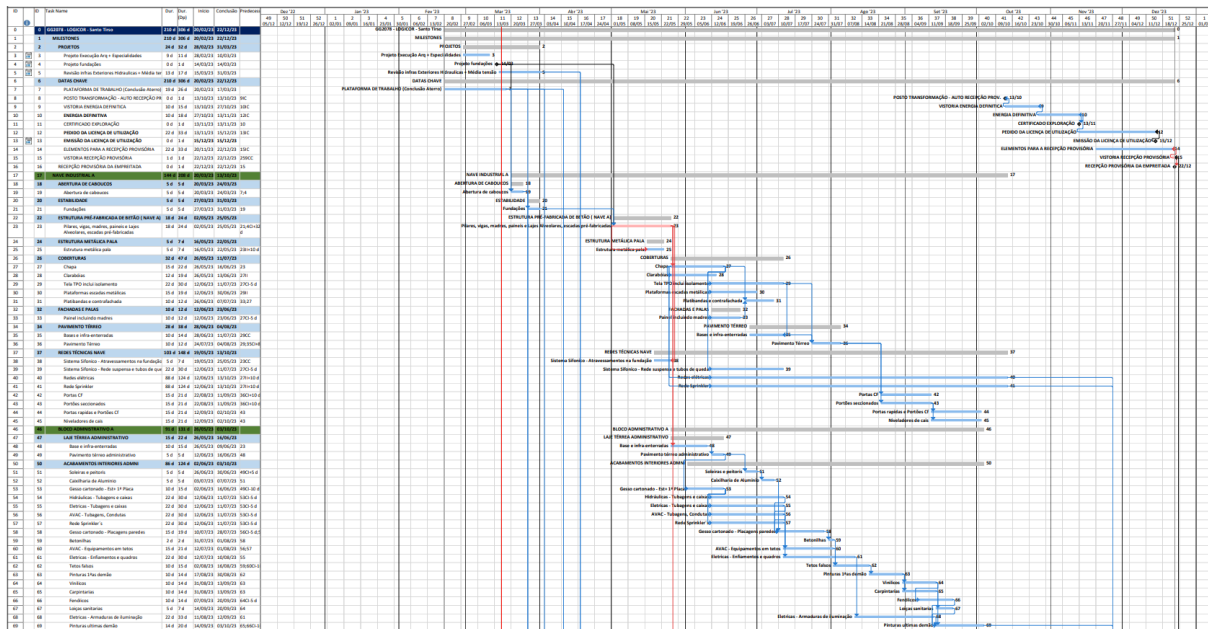


Figura 5.2 - Planeamento global do Bloco A

Tendo em conta o objetivo de data de conclusão final, foi logo realizado um plano de aprovisionamentos considerando todas as subempreitadas necessárias, bem como ensaios e outros fornecimentos similares como topografia, bem como compras de material ou contratação de mão-de-obra.

Neste mapa é essencialmente feita uma previsão de quando devem ser consultados, requisitados e adjudicados os diversos fornecedores a contratar, bem como estimada a sua data prevista de entrada em obra.

Este estudo é feito com particular cuidado e detalhe para todos os subempreiteiros ou compras a efetuar, tendo sempre em consideração os tempos de entrega de materiais ou de mobilização dos subempreiteiros necessários, de forma que a obra não fique “pendurada” por qualquer falha específica, que determina repercussões em tudo o que é necessário fazer em seguida.

Como se pode verificar na figura 5.3, “Mapa de aprovisionamentos”, já estão definidas as semanas em que se deve consultar os subempreiteiros ou fornecedores (letra C a azul), a semana em que se deve fazer a adjudicação (letra A a verde) e a data em que cada tipo de material ou subempreiteiro deve entrar em obra (letra E a vermelho).

Âmbito	Tipo	Quant. Materiais	Observações	fevereiro 23			março 23				abril 23				maio 23				
				13 S07	20 S08	27 S09	6 S10	13 S11	20 S12	27 S13	3 S14	10 S15	17 S16	24 S17	1 S18	8 S19	15 S20	22 S21	29 S22
MOVIMENTO DE TERRAS (ABERTURA DE CABOUÇOS)	SUB		Com Recursos GG	C				E											
BETÃO (MAT)	MAT			C				A	E										
AÇO (MAT)	MAT			C				A	E										
BETÃO ARMADO (MO)	MO			C				A	E										
ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA EM BETÃO	MAT	30000	Já iniciamos a consulta - aguardamos revisão da vigibbo.					A							E				
CAIS PRÉ-FABRICADOS			4 cais por semana		C				A						E				
INFRA EXTERIORES ENTERRADAS					C		A		E										
PAVIMENTOS EM BETÃO					C								A						
CHAPA COBERTURA (MAT)			8 Sem após Adjudicação		C				A									E	
PAINEL METÁLICO FACHADA (MAT)			8 Sem após Adjudicação		C				A										
REVESTIMENTOS METÁLICOS (MO) + ESTRUTURAS METÁLICAS AVAC			GARSTEEL - Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.					C	A						E				
PLUVIA			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.					C			A							E	
REDE DE SPRINKLERS			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.					C			A								
HIDRAULICAS			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.					C			A								
CLARABÓIAS DESENFUMAGEM			Consulta a efectuar RO		C				A										
TELAS TPO + ISOLAMENTO TÉRMICO					C						A								
ELETRICIDADE			Consulta a efectuar JM					C					A						
AVAC			Consulta a efectuar RO					C				A							
EQUIPAMENTO SANITÁRIO			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.							C							A		
PORTAS, E PORTÕES			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.							C				A					
NIVELADORES							C		A	AROS									
CAIXILHARIA ALUMINIO			Orçamentação iniciou a consulta 07/03/2023 - As compras lidera o processo a partir semana 12.					C			A								
GESSO CARTONADO							C						A						

Figura 5.3 - Mapa de aprovisionamentos

Com o apoio do planeamento mais detalhado das várias tarefas a realizar em obra foi possível ter uma visão mais clara de tudo aquilo que teria de ser realizado em certas tarefas o que permitiu estabelecer metas chave de maneira que os trabalhos fossem executados tendo em vista aquelas datas.

Esta definição de metas permitiu que fossem elaborados planos de ação em conjunto com os subempreiteiros e fornecedores de maneira a evitar atrasos, seja por falta de material ou por falta de mão de obra.

5.2.2. DINAMIZAÇÃO DA “SALA” E DOS QUADROS DE APOIO À GESTÃO VISUAL

Como foi referido em 3.2. um dos aspetos mais importantes da implementação do LPS é a dinamização da sala.

No plano de gestão definido para a obra, estava previsto haver uma sala destinada a reuniões onde seria aplicado este conceito.

Não tendo até à data sido criada esta sala de reuniões, optou-se por fazer a dinamização da sala LPS na sala de direção de obra.

Apesar de não ser um espaço destinado à aplicação do LPS, nem com as dimensões adequadas para o fazer, foi possível fazer-se uma gestão visual do espaço adequada às necessidades da obra com os quadros que se acharam mais relevantes colocar até à data e que são os seguintes:

- Quadro A0 “Informação geral de Projeto”;
- “Normas Reunião”;
- Quadro de “Listagem de Subempreitadas”;
- Mapa de Estaleiro.

5.2.2.1. Quadro A0 “Informação Geral de Projeto”

O primeiro quadro a ser colocado e preenchido em obra foi o de “Informação Geral de Projeto” que pode ser visto na figura 5.4

NORMA REUNIÕES		A3 DE INICIO		MAPA CONTATOS																																																								
REUNIÕES Produção: 2 ^{as} FEIRAS 4/ SUBEMPREENHEIROS: 11h00		1. ÂMBITO E OBJETIVOS 1- SEGURANÇA: ACIDENTES 0 2- QUALIDADE: NÃO CONFORMIDADES 0 3- PRAZO: 31/12/2023 4- CUSTO: CUMPRIDO ✓		3. EQUIPA OBRA DIR. OBRA - VITOR TATO HENRIQUE RÊGO JOÃO MACHADO ENCABEGADO - PAULO SERRA ADMINISTRATIVO - RAFAEL SILVA PREPARADOR - HUGO CUNHA THST - DANIEL AZEVEDO																																																								
		2. ESTRUTURA ENTREGÁVEIS E PRAZOS SAPATAS CONCL. ATÉ 2/5/2023 PRE-FABRICADOS A ATÉ 25/5/2023 CONCLUSÃO B ATÉ 24/6/2023 D ATÉ 17/7/2023 C ATÉ 10/8/2023		4. INDICADORES DE OBRA																																																								
		PRESENCAS REUNIÕES		CONTATOS EMERGÊNCIA																																																								
REGRAS ESTALEIRO - CONTROLO DE ACESSOS ATIVO - USO OBRIGATÓRIO DE EPI'S - CONTROLO DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Participantes</th> <th>03/11/23</th> <th>04/11/23</th> <th>05/11/23</th> <th>06/11/23</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vitor TATO</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Henrique Rêgo</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>João Machado</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Paulo Serra</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Armando Machado</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rui Barros Cunha</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rui Garcia</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Daniel Azevedo</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hugo Cunha</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>Rafael Silva</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Participantes	03/11/23	04/11/23	05/11/23	06/11/23	Vitor TATO	X	X			Henrique Rêgo	X	X			João Machado	X				Paulo Serra	X	X			Armando Machado					Rui Barros Cunha					Rui Garcia	X				Daniel Azevedo		X			Hugo Cunha		X	X		Rafael Silva	X				PLANO DE EMERGÊNCIA	
Participantes	03/11/23	04/11/23	05/11/23	06/11/23																																																								
Vitor TATO	X	X																																																										
Henrique Rêgo	X	X																																																										
João Machado	X																																																											
Paulo Serra	X	X																																																										
Armando Machado																																																												
Rui Barros Cunha																																																												
Rui Garcia	X																																																											
Daniel Azevedo		X																																																										
Hugo Cunha		X	X																																																									
Rafael Silva	X																																																											

Figura 5.4 - Quadro A0 "Informação Geral de projeto"

Como se pode ver, o quadro já se encontra praticamente preenchido estando ainda em falta alguns campos.

No “A3 de início” o ponto número 1. Âmbito e objetivos já se encontra preenchido. No âmbito da segurança, que é o primeiro ponto, estabeleceu-se como objetivo 0 acidentes. No segundo ponto, referente à qualidade em obra estabeleceu-se o objetivo de ter 0 não conformidades.

O terceiro ponto estabelecido foi o do prazo, sendo este até ao dia 31 de dezembro de 2023. Por fim o último ponto estabelecido é o do custo que tem como objetivo que este seja cumprido.

No ponto número 2. Estrutura de entregáveis e prazos já foram definidas *milestones* a serem cumpridas que se consideram relevantes na fase em que a obra se encontra.

A primeira data importante é a de conclusão das fundações de todo o pavilhão, que foi estabelecida para o dia 2 de maio. Esta data coincide com a data em que está previsto a entrada do pré-fabricado em obra. As datas seguintes que se encontram no quadro são relativas a datas de conclusão da montagem da estrutura de pré-fabricados de betão, nos diferentes blocos do pavilhão.

A primeira data é relativa ao bloco A que é até ao dia 25 de maio, a do bloco B que é o seguinte a ser montado deve estar concluído até ao dia 26 de junho, o bloco D deve estar concluído até ao dia 17 de julho e por fim o bloco C e último deve estar concluído até ao dia 10 de agosto. Todas estas datas estão em conformidade com as estabelecidas no planeamento geral da obra que é referido em 5.2.1. e pode ser visualizado na figura 5.1.

No ponto número 3. “Equipa de obra” podemos ver que está discriminada a equipa de obra que já foi mencionada no capítulo 4 e também é possível visualizar, no mapa de contatos, os contatos dos membros da equipa de obra e também do vigilante da obra que é o responsável pela vigilância da obra e pelo controlo de entradas e saídas de pessoal e veículos em obra.

O ponto 4. “Indicadores de obra” ainda não se encontra preenchido pois estes ainda não foram estabelecidos.

O quadro de “Contatos de Emergência” já se encontra preenchido com uma folha onde estão discriminados os contatos de emergência em caso desta. Estes contatos foram estabelecidos consoante a localização geográfica da obra. Na folha também é possível visualizar o plano de emergência onde estão estabelecidos os procedimentos a seguir e também a planta de emergência.

No quadro de regras do estaleiro estão indicadas as principais regras que devem ser seguidas por todas as pessoas que estão em obra sendo estas:

- Controlo de acessos ativo;
- Uso obrigatório de EPIs (equipamentos de proteção individual);
- Controlo de separação de resíduos.

5.2.2.2. “Normas de reunião”

Nas “normas de reunião” ainda não estão expostas as normas que são mostradas em 3.2.1.2. pois ainda não estão definidas datas semanais para se fazerem reuniões tanto de planeamento como de produção ou com o dono de obra, sendo estas menos regulares.

A única reunião que já tem uma data definida é a reunião de produção com os subempreiteiros que, como se pode ver no quadro, são às segundas-feiras às 11h00. No entanto já está a ser definido previamente que se comecem a fazer reuniões de planeamento e de produção da equipa de obra, de maneira a encaixar com a reunião já definida com os subempreiteiros.

Deste modo pretende-se que fique estabelecido que nas quartas-feiras de todas as semanas seja feito o ponto de situação da obra para que às quintas-feiras seja feita a reunião de planeamento e às sextas-feiras a reunião de produção internas. Desta forma, tal permite que se tenham as reuniões com os subempreiteiros à segunda-feira de manhã para se prepararem os trabalhos da semana.

Foi estabelecida esta ordem pois permite que no início da semana possa ser transmitido aos subempreiteiros o plano de ação que está previsto para essa semana. Como à quarta-feira é feito o ponto de situação da obra, tal permite que sejam listados todos os dados necessários para levar à reunião de planeamento na quinta onde é feito o balizamento da obra consoante os trabalhos executados e feitas previsões de conclusão de tarefas para se comparar com o planeamento de obra e ver possíveis situações de atraso e/ou de adiantamento na conclusão de tarefas e analisar os fatores que levaram a esses atrasos ou adiantamentos.

Depois de ser feita esta análise na reunião de planeamento, as conclusões tiradas desta são levadas a reunião de produção da equipa de obra onde são estabelecidas as medidas a tomar para a realização dos trabalhos da semana seguinte, que depois são transmitidos aos subempreiteiros na reunião com estes a realizar na segunda-feira seguinte.

As presenças das reuniões de planeamento são apontadas no quadro A0 de “Presenças reunião”.

5.2.2.3. Quadro A0 “Listagem de Subempreitadas”

Como foi mencionado em 3.2.2., um dos quadros que deve ser preenchido e colocado em obra é o A0 de “Listagem geral de subempreitadas”. Na figura 5.5, podemos ver o quadro já preenchido no decorrer de tempo em que a obra foi acompanhada.

GARCIA GARCIA **QUADRO ADJUDICAÇÕES**

• Por Adjudicar
• Nas Compras
• Adjudicado

ESPECIALIDADE / SUBEMPREENHEIRO	ESTADO	DATA LIMITE PEDIDO	DATA ADJUDICAÇÃO	DATA ENTRADA OBRA	OBSERVAÇÕES
Corpintaria/Ferreiros Vila Plano	•	-	15/03	20/03	
Pre-Fabricado (Pilares, Vigas, Alvenaria) Vigobloco	•	-	17/03	02/05	
Fornecimento de Betão Edilages	•	-	13/03	20/03	
Pré-Fabricado de Cais Concremat	•	29/03	29/03	15/04	
Clarebaixo Adexsi	•	31/03	05/04	12/06	
Chapa de Cobertura Kingspan	•	31/03	05/04	19/05	Material
Sistema de Isolamentos Sotecnisol	•	03/04	09/05	29/05	
Impl. Exteriores/Determinados Edilages	•	21/04	09/06	12/06	
Niveladores de Cais AZP Norte	•	31/03	10/04	24/07	Aros-Vigobloco
Pavimentação em Betão TPB	•	24/04	12/06	03/07	
Painel de Fachada Kingspan	•	27/03	05/04	01/06 21/06	Material
Aplicação de Chapa Garsteel	•		09/05	29/05	
AVAC Valinox	•		17/05	12/06	
Chapa da Pala Kingspan	•				Material
Pluvin Gartek	•		19/05	12/06	
Hidráulica Gartek	•		19/05	12/06	
Portas CF GONDOTEC	•			12/08	
Portões Eletrocels	•		12/06	22/08	

Figura 5.5 - A0 "Listagem geral subempreiteiros"

Como se pode ver no quadro todas as subempreitadas/ especialidades necessárias em obra vão sendo listadas neste quadro.

No canto superior direito é possível ver a legenda do quadro sendo que o vermelho significa que está por adjudicar e que o seu processo está a ser iniciado e é quando se começa este processo que se adiciona a subempreitada/ especialidade ao quadro.

A cor azul indica que se encontra no processo de compras, ou seja, que ainda não está adjudicada, mas já se conta que vá ser adjudicada em breve. Por fim a cor verde indica que a subempreitada já se encontra adjudicada.

No quadro é possível ver que também se encontram as datas de adjudicação e de entrada em obra. Como se pode ver, até à data final de acompanhamento da obra, todas as subempreitadas e especialidades que entraram em processos de adjudicação já se encontram adjudicadas.

Este quadro é preenchido com o auxílio do plano de aprovisionamentos que é mencionado em 5.2.1. e é possível visualizar na figura 5.3 atrás.

5.2.2.4. Quadro de estaleiro

Por razões de espaço na sala, o quadro relativo a estes três pontos não foi colocado em obra na disposição que está exposta em 3.2.3. No entanto, arranjou-se uma maneira de ter em sala os desenhos e plantas necessárias para se conseguir ter visibilidade destes.- A figura 5.6 identifica esses documentos.



Figura 5.6 - Layout de obra

Como se pode ver na figura 5.6. colocaram-se uma série de documentos colados à parede de forma que se conseguisse ter uma noção daquilo que é a disposição da obra. É possível ver que estão afixadas ambas as plantas de estaleiro, tanto a provisória, mais à direita, como a definitiva, que se encontra mais à esquerda e que ainda está por ser implementada. Ambas as plantas têm legendados os pontos referidos em 3.2.3.

Foi também colocado o planeamento geral da obra para permitir que este seja consultado facilmente por quem está na sala. Foram também colocadas algumas plantas para acompanhar os trabalhos que estavam a ser realizados no momento, como por exemplo a planta de fundações, e também alguns documentos que se considerem importantes a ter à vista.

Apesar de não ser a disposição ideal vai de encontro com aquilo que é pretendido no que se refere à gestão visual neste assunto.

5.3. APLICAÇÃO DO 5S E 8W EM OBRA

Tanto a metodologia 5S como a 8W são metodologias relativamente fáceis de implementar e que se complementam uma à outra, pelo que faz sentido que a sua aplicação seja feita em conjunto.

Nesse contexto, analisaram-se de forma sistemática as atividades que iam sendo feitas em obra e a possibilidade de se aplicarem com sucesso o 5S e o 8W à melhoria do desempenho da obra.

Aplicou-se assim, até à data, o 5S e o 8W nas seguintes áreas:

- Desenho geral do estaleiro;
- Conceção detalhada da Ferramentaria;
- Montagem da estrutura Pré-fabricada em betão armado.

5.3.1. DESENHO GERAL DO ESTALEIRO

Sendo que esta é uma obra de grande dimensão é muito importante que a disposição do estaleiro em obra seja bem pensada e organizada de maneira a não criar constrangimentos no decorrer dos trabalhos em obra. Pondo isto faz todo o sentido que se aplique o 5S e o 8W na disposição geral do estaleiro de obra.

No ponto 4.5. é possível ver as plantas de estaleiro, a provisória e a definitiva. A planta de estaleiro provisória está condicionada pela passagem de camiões que transportavam terra do lote nº3 para o lote nº1 pelo que a sua disposição foi estrutura não pelo que era mais vantajoso, mas sim pelo que era possível de se fazer quando a obra começou. A planta de estaleiro definitiva já foi estruturada com base nos princípios do 5S e 8W.

Posto isto é possível ver na figura 4.9 que o estaleiro de obra está junto ao bloco C, em frente ao alçado poente. Esta posição permite que o estaleiro esteja relativamente perto da entrada da obra e também permite que se tenha uma boa visibilidade da Plataforma de trabalho para quem está nos contentores, o que a nível de utilização do estaleiro é bastante mais favorável.

Ao nível de limpeza a posição do estaleiro definitivo também é bastante mais favorável pois o caminho que os camiões e máquinas fazem para aceder à plataforma onde os trabalhos estão a ser executados é feita pelo alçado sul onde está neste momento o instalado o estaleiro provisório. Isto leva a que muitas vezes sejam levantadas poeiras devido ao constante movimento naquela zona. O nível de ruído é também bastante mais elevado proveniente destes fatores. A nova posição do estaleiro leva a que o impacto destes fatores diminua significativamente

A nível da disposição dos contentores entre si podemos ver que estes estão mais ao menos na mesma ordem tanto na planta provisória como na definitiva. A ordem em que estes estão foi feita de forma que zonas de trabalho e de convívio e de lazer fiquem em espaços destintos. Também permite que haja o

mínimo de tempo desperdiçado em uma pessoa se deslocar de um sítio para o outro e facilmente é possível um membro da equipa reunir com outro quando necessário.

Tendo em conta aquilo que foi dito é possível ver que os seguintes princípios das metodologias 5S e 8W, apresentados na tabela abaixo, se aplicam no desenho geral de estaleiro.

Tabela 5.1 - Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W no desenho geral do Estaleiro

Metodologia 5S		Metodologia 8W	
Utilização	✓	Sobre/sobprodução	
Organização	✓	Tempo de espera	✓
Limpeza	✓	Transporte desnecessário	
Padronização	✓	Sobre/sobprocessamento	
Autodisciplina		Excesso de inventário	
		Movimento desnecessário	✓
		Defeitos	
		Criatividade não utilizada dos membros da equipa	

5.3.2 FERRAMENTARIA

A ferramentaria contém todas as ferramentas e material, que são usados pela mão de obra da GG, pelo que é importante que a organização deste seja pensada de forma que, quando alguém vai lá buscar ou deixar alguma ferramenta, esta esteja no sítio devido para que a ferramentaria não fique desorganizada e suja.

Foi proposto então ao encarregado, que está responsável pela ferramentaria, em conjunto com o técnico de segurança, uma planta de como deveria ficar organizada a ferramentaria. Esta planta foi pensada de forma a ser aplicada, não só a esta obra, mas também a outras obras da GG.

Tendo em conta o tipo de ferramentas e material que por norma se encontram numa ferramentaria normal de uma obra e as ideologias das metodologias 5S e 8W apresentou-se o seguinte esquema, que pode ser visto na figura 5.7.

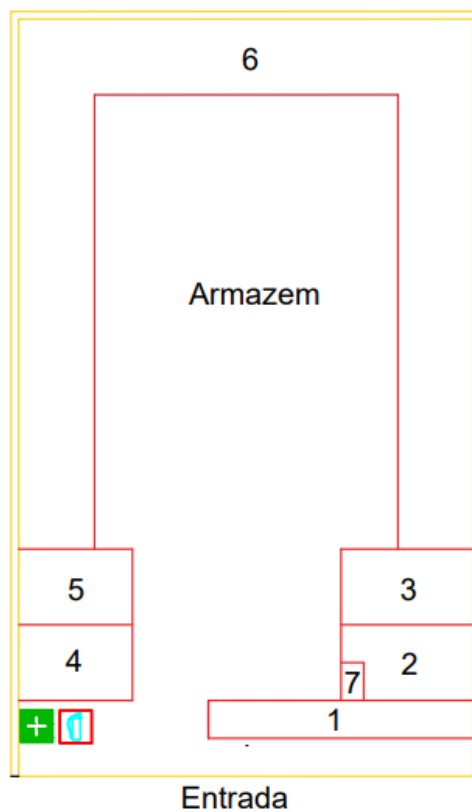


Figura 5.7 - Esquema Ferramentaria

Legenda:

1. Secretaria;
2. Recepção de material;
3. Análise e limpeza de material e ferramentas;
4. Material não conforme;
5. Armazenamento de produtos químicos;
6. Estantes do armazém;
7. Zona de resíduos.

É importante que, para que este esquema funcione, seja definido um ferramenteiro, alguém que esteja permanente em obra, a definir pelo encarregado, que faça o controle de tudo o que entra e sai da ferramentaria, e que fique responsável pela sua organização e limpeza.

O objetivo é que, quando uma ferramenta é entregue na ferramentaria, seja imediatamente inspecionada para ver o seu estado e imediatamente colocado no lugar antes escolhido para a guardar. No caso de um material, por exemplo, fita plástica é ver a quantidade que foi usada para se saber o que resta e, caso seja necessário, mandar vir mais.

O facto de existir uma pessoa responsável pela ferramentaria, permite que haja sempre controlo do inventário o que permite que seja fácil detetar a falta de algum material ou ferramenta.

Tendo em conta o que foi referido pode-se concluir que é possível aplicar os seguintes princípios do 5S e reduzir os desperdícios do 8W que estão assinalados na tabela seguinte, ver figura 5.8.

Tabela 5.2 - Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W na ferramentaria

Metodologia 5S		Metodologia 8W	
Utilização	✓	Sobre/sobprodução	
Organização	✓	Tempo de espera	
Limpeza	✓	Transporte desnecessário	
Padronização		Sobre/sobprocessamento	
Autodisciplina		Excesso de inventário	✓
		Movimento desnecessário	✓
		Defeitos	✓
		Criatividade não utilizada dos membros da equipa	

Após apresentação ao encarregado e a respetiva aprovação, procedeu-se à organização da ferramentaria que teve como resultado o que pode ser visto na figura 5.8.

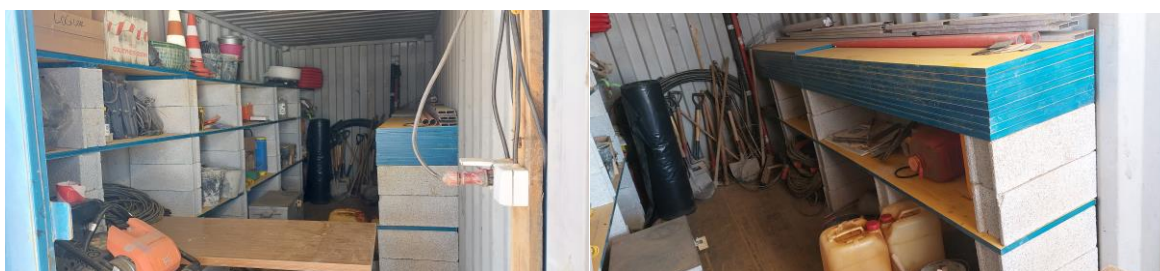


Figura 5.8 – Imagem da ferramentaria em maio de 2023

5.3.3. MONTAGEM DA ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA EM BETÃO ARMADO

A montagem da estrutura da estrutura pré-fabricada é uma atividade fundamental no decorrer da obra pois determina como irá decorrer o resto desta.

Esta atividade pertence ao caminho crítico da empreitada, estabelecido no planeamento da obra. Muitas das atividades posteriores dependem da sua conclusão e, por esse motivo atendendo à importância da tarefa no sucesso desta empreitada, é determinante que se faça um plano de ação específico estruturado em que seja pensado como irá decorrer a sua montagem e que permita reduzir ao mínimo possível os riscos de atrasos no desenvolvimento da tarefa e das tarefas sucessoras.

A montagem do pré-fabricado está prevista decorrer desde o dia 2 de maio de 2023 até ao dia 10 de agosto de 2023, o que equivale a sensivelmente 3 meses, cerca de 30% do prazo da obra. Isto significa que nestes 3 meses vai haver uma grande quantidade de material de grandes dimensões a entrar em obra, incluindo pilares madres, vigas e lajes com uma muito elevada massa e volume.

Para além disso, a montagem da estrutura necessita de equipamentos em obra também eles de grande dimensão que necessitam de espaço para se poderem mover livremente dentro da obra.

Posto isto, faz todo o sentido que os princípios das metodologias 5S e 8W sejam implementadas no desenho do desenvolvimento desta atividade, para que ela possa decorrer da forma mais organizada e eficaz e de maneira que sejam criadas condições de trabalho que permitam que não haja desperdícios principalmente de tempo visto ser uma atividade do caminho crítico, ou seja que não pode atrasar.

Como foi referido em 4.1. o pavilhão industrial foi dividido em blocos sendo estes o bloco A, B, C e D. Esta divisão foi feita já a pensar no planeamento das tarefas de pré-fabricação e sucessoras a realizar em obra.

Dividir o trabalho em 4 partes minimiza substancialmente o risco de atrasos, dado que concentra o trabalho em secções, criando frentes de trabalho distintas, e permitindo assim abrir frentes de trabalho para tarefas sucessoras de forma menos condicionada e concentrando os movimentos de gruas automóveis e de camiões de transporte em zonas mais restritas otimizando os processos, como resultado de estes serem realizados de forma mais focada.

Na montagem do pré-fabricado esta divisão é fundamental pois permite que este seja montado por blocos e siga uma ordem lógica. Neste caso a ordem estabelecida é a seguinte:

- Começa em A depois vai para o bloco B de seguida vai para o bloco D e acaba no bloco C, o que é bastante conveniente visto ser o bloco C o que fica mais perto do acesso à rua, ou seja começa-se pelo mais distante e conclui-se no que fica mais perto dos acessos.

Esta divisão também permite que cada conjunto de peças pré-fabricadas seja montado de forma isolada, em 4 secções distintas, e não seja afetado e influenciado pela realização de outras atividades como a montagem de coberturas e de fachadas que apenas se iniciam á medida que cada secção de estrutura pré-fabricada vai ficando pronta.

Isto permite que os equipamentos de montagem tenham muito mais liberdade de movimentos e não se criem congestionamentos tanto de equipamentos como de mão de obra.

Outra das medidas implementadas na montagem dos elementos pré-fabricados foi que a sua montagem seguisse uma ordem específica, de acordo com as várias peças que têm de ser montadas. Em primeiro lugar montam-se os pilares, pois a montagem do resto das peças depende destes, de seguida, montam-se as vigas interiores. Após isto, colocam-se os muros de suporte e seguidamente as lajes alveolares. Por fim colocam-se as vigas de fachada seguido pela montagem dos painéis e para finalizar colocam-se as escadas.

Ao ser estabelecida uma ordem de montagem, tal permite que a ordem dos trabalhos seja mais controlada e lógica e permite controlar melhor o número de equipas produtivas necessárias à montagem do pré-fabricado, de maneira que não se note uma subprodução muito acentuada.

Para haver também um melhor controlo no rendimento das equipas produtivas, foi feito um controlo de produção diário, idêntico ao das fundações, onde é possível fazer esse controlo de equipas produtivas em obra. É preciso também ter em consideração que, quando chega material à obra, é preciso uma equipa produtiva só para descarregar o camião o que pode demorar um dia de trabalho.

Para que não haja excesso de material a entrar em obra, esta deve ser feita de forma racionalizada, para que o tempo de descarga não seja muito demorado ou não tenham de ficar camiões à espera para serem descarregados, sendo que o material só deve ser pedido e entrar em obra quando é necessário.

Tendo em conta as medidas aplicadas na montagem dos pré-fabricados, é possível verificar que são aplicados os seguintes princípios do 5S e do 8W, que podem ser vistos na tabela 5.3 seguinte.

Tabela 5.3 – Síntese da aplicação de princípios 5S e 8W na montagem da estrutura pré-fabricada

Metodologia 5S		Metodologia 8W	
Utilização	✓	Sobre/sobprodução	✓
Organização	✓	Tempo de espera	✓
Limpeza		Transporte desnecessário	✓
Padronização	✓	Sobre/sobprocessamento	
Autodisciplina	✓	Excesso de inventário	✓
		Movimento desnecessário	✓
		Defeitos	
		Criatividade não utilizada dos membros da equipa	✓

5.4. CONTROLO DE PRODUÇÃO

Para se ter uma ideia de como decorriam as atividades ao longo do dia, foi proposto realizar-se um mapa de controlo de produção com o objetivo de ver o que cada equipa realizava durante cada dia e o ritmo a que se faziam as diversas tarefas (controlo de produtividade).

Este controlo de produção é uma estratégia muito utilizada e com ela é possível calcular o PPC que é mencionado em 2.4.1.5. Desta forma, é possível perceber o estado do plano e, se for preciso fazerem-se ajustes, estes serem feitos o mais rapidamente possível.

Este controlo é o ponto inicial para a prevenção e melhoria contínua [7].

5.4.1. FUNDAÇÕES

Para se ter uma ideia de como decorriam as atividades ao longo do dia, foi proposto realizar-se um mapa de controlo de produção com o objetivo de ver o que cada equipa realizava durante cada dia e o ritmo a que se faziam as diversas tarefas (controlo de produtividade).

Com o apoio da ferramenta de cálculo Excel, foi criada uma tabela onde se fez o registo de produção que pode ser visualizada nas figuras 5.9 e 5.10.

	setor				Total
	A	B	C	D	
Abertura caboucos Germano	0	1	0	13	17
Abertura caboucos subempreiteiro	0	0	0	3	
betão limpeza	0	0	11	0	11
Armadura sapata	3	0	7	0	10
Cofragem sapata	0	0	0	8	8
Betonagem sapata	0	0	3	8	11

Figura 5.9 - Produção diária em 27/03/2023

Ponto situação	A			B			C			D			Total		
Caboucos abertos	13	51	25,49%	4	51	7,84%	51	51	100,00%	28	52	53,85%	96	205	46,83%
betão limpeza	8	51	15,69%	0	51	0,00%	42	51	82,35%	13	52	25,00%	63	205	30,73%
armadura sapata	7	51	13,73%	0	51	0,00%	24	51	47,06%	13	52	25,00%	44	205	21,46%
Cofragem	1	51	1,96%	0	51	0,00%	23	51	45,10%	11	52	21,15%	35	205	17,07%
Sapatas betonadas	0	51	0,00%	0	51	0,00%	13	51	25,49%	11	52	21,15%	24	205	11,71%

Figura 5.10 - Ponto de situação em 27/03/2023

As tabelas presentes nas figuras 5.9 e 5.10 são referentes à realização de fundações e, como se pode ver, foi feita uma divisão por setores, tal como está definido no planeamento.

Tendo-se apurado todas as etapas referentes à realização de fundações, foi-se anotando o que se realizou nesse dia e aquilo que afeta o desenvolvimento geral da obra, que pode ser visto na tabela da figura 5.11, onde se pode ver o total realizado até à data em cada setor.

É possível ver que é feita uma distinção entre os caboucos abertos pelo Sr. Germano, funcionário da GG e o subempreiteiro externo. Isto foi feito com o intuito de perceber se se justifica ter um subempreiteiro contratado, neste caso um manobrador de giratória, para a abertura de caboucos ou se tal não se justifica.

Este tipo de controlo, é também fundamental para a análise de custos que a obra está a ter, pois não estava prevista a subcontratação de manobradores, na fase de abertura de caboucos o que corresponde assim a um custo não previsto, de que interessa medir o impacto.

No final da semana em questão, é feito um relatório onde se encontram as atividades que se previa realizar, segundo o planeamento, as atividades que efetivamente foram realizadas, as atividades previstas realizar nas semanas seguintes e as que efetivamente são possíveis de realizar nas semanas seguintes.

Este relatório serve também para perceber o estado atual da obra e para apoiar a execução de planos de ação consoante a existência ou não de atrasos ou, idealmente, de adiantamentos na execução das tarefas.

Nas figuras 5.11, 5.12 e 5.13, é possível verificar os quadros realizados, também em Excel, de um relatório semanal feito em obra no dia 14 de abril de 2023.

PT de execução				
Atividades da semana	Ponto de situação fim da semana			Data de conclusão
ID19- Abertura de caboucos em A	51	51	100,00%	24/03/2023
ID21- Fundações em A	51	51	100,00%	31/03/2023
ID72- Abertura de caboucos em B	51	51	100,00%	31/03/2023
ID74- Fundações em B	51	51	100,00%	07/04/2023
ID125- Abertura de caboucos em D	52	52	100,00%	07/04/2023
ID127- Fundações em D	52	52	100,00%	14/04/2023
ID176- Abertura de caboucos em C	51	51	100,00%	14/04/2023

Figura 5.11- Atividades planeadas em 14/04/2023

Obra					Análise	
Atividades da semana	Estado no fim da semana		Data de conclusão em obra	Estado	Notas:	
ID19-Abertura de caboucos em A	51	51	100,00%	05/04/2023	Concluído	Concluído com atraso de 8 dias úteis
ID21- Fundações em A	51	51	100,00%	12/04/2023*	Concluído	Concluído com atraso de 10 dias úteis
ID72- Abertura de caboucos em B	34	51	66,67%	21/04/2023*	Por concl	Atrasado 15 dias úteis
ID74- Fundações em B	11	51	21,57%	28/04/2023*	Por concl	Atrasado 15 dias úteis
ID125- Abertura de caboucos em D	52	52	100,00%	31/03/2023	Concluído	Concluída antecipadamente 5 dias úteis
ID127- Fundações em D	52	52	100,00%	06/04/2023	Concluído	Concluída antecipadamente 6 dias úteis
ID176- Abertura de caboucos em C	51	51	100,00%	24/03/2023	Concluído	Concluída antecipadamente 15 dias úteis

Figura 5.12 - Atividades realizadas em 14/04/2023

Atividades em falta até ao fim do mês	Data de início	Precedentes	Estado
ID178 - Fundações em C	17/04/2023	ID176	concluído
ID237- Redes pluviais	18/04/2023	ID5 e ID10	Pendente
ID238- Redes de saneamento	18/04/2023	ID5 e ID11	Pendente
ID244- Vedações- Fundações	26/04/2023	ID178	concluído

Figura 5.13 - Atividades previstas realizar após 14/04/2023

Como se pode ver, a figura 5.11 identifica as atividades previstas no planeamento da obra até à data e o seu estado na data da avaliação.

A figura 5.12 mostra as atividades que efetivamente foram realizadas em obra incluindo a data de conclusão, reais e previstas, consoante o nível de produção, se foram realizadas com atraso, a tempo ou até adiantadas.

O quadro da figura 5.13 mostra as atividades previstas realizar, neste caso até ao fim do mês de abril. Como se pode ver as atividades ID 178 e ID244 já se encontravam concluídas, mesmo antes da data de início previsto, e as atividades ID237 e ID238 encontravam-se pendentes, neste caso por falta de projeto, que sofreu alterações.

São este último tipo de situações “pendentes” que prejudicam fortemente a rentabilidade das obras e que é necessário identificar e resolver tão pronto quanto possível.

5.4.2. ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA

Também na montagem da estrutura pré-fabricada, foi feito um controlo daquilo que era montado diariamente, sendo feita a distinção das várias peças, sendo estas pilares, vigas, muros, lajes, madres,

painéis e escadas. Inicialmente contabilizaram-se os elementos pertencentes a cada bloco, como pode ser visto na figura 5.14 onde consta a tabela feita em Excel para esse efeito.

Precesso de montagem	Nave	Pilares	Vigas	Muros	Lajes	Madres	Paineis	Escadas
1º	Nave A	73	104	41	3	365	207	3
2º	Nave B	53	94	28	2	351	133	3
4º	Nave C	41	55	39	2	376	70	3
3º	Nave D	51	94	27	2	376	127	3
Total		218	347	135	9	1468	537	12

Figura 5.14 - elementos pré-fabricados constituintes dos blocos

De seguida, foi-se contabilizando o que era montado diariamente para fazer o controlo de produção, como pode ser visto na tabela abaixo, figura 5.15.

	Dia	Pilares	Vigas	Muros	Lajes	Madres	Paineis	Escadas
Fração A	08/mai	9						
	09/mai	10						
	10/mai	14						
	11/mai	9	2					
	12/mai	2	8					
	Semana	44	10	0	0	0	0	0
	15/mai		10	4				
	16/mai		2	2	23			
	17/mai	8			6			
	18/mai	10						
	19/mai		14					
	20/mai		8		17			
	Semana	18	34	6	46	0	0	0
	22/mai	8	13			36		
	23/mai		17		14		10	
	24/mai		12	8	2		2	
	25/mai		2	7	2		11	3
	26/mai		2			30	13	
	27/mai		6		2	53		
	Semana	8	52	15	20	119	36	3
	29/mai		5			92		
	30/mai	3	6			31		
	31/mai		5				9	
	01/jun		8			50	4	
	02/jun		3			73		
	Semana	3	27	0	0	246	13	0

Figura 5.15 - Controlo de produção diária

Como se pode ver na figura, a montagem só começou no dia 8 de maio contrariamente ao que estava previsto no planeamento da obra que tinha como data de início o dia 2 de maio. Isto sucedeu devido ao

facto de a empresa de pré-fabricação subcontratada não ter produção de material pronta suficiente para entrar em obra na semana que estava prevista pelo que se adiou a sua entrada em uma semana.

Na tabela é possível visualizar que a montagem das diferentes peças pré-fabricadas faz um efeito de escada da esquerda para a direita. Isto está relacionado com a ordem de montagem estabelecida, e apresentada em 5.3.3., que foi uma das medidas de racionalização, enquadrável na Lean Construction, implementadas na montagem a estrutura de betão.

Com base nos dados obtidos, foi sendo feito nas reuniões de preparação e controlo, em conjunto com um dos engenheiros da secção de planeamento, um balizamento do estado da obra, de forma a conseguir fazer uma análise mais aprofundada e uma previsão mais realista da data de conclusão, sendo que esta é uma atividade do caminho crítico e já se iniciou com uma semana de atraso, pela que a sua monitorização de forma muito apertada é essencial.

Como resultado deste balizamento, foi possível fazer um gráfico com a previsão de datas de conclusão dos diferentes blocos a realizar em obra, ver figura 5.16.

Neste gráfico é possível visualizar a projeção do previsto pelo planeamento inicial com o que realmente se espera conseguir agora, refletindo com base em dados mais específicos e recentes. Desta forma é possível perceber como está o estado real da obra e tomar decisões “on-line”.

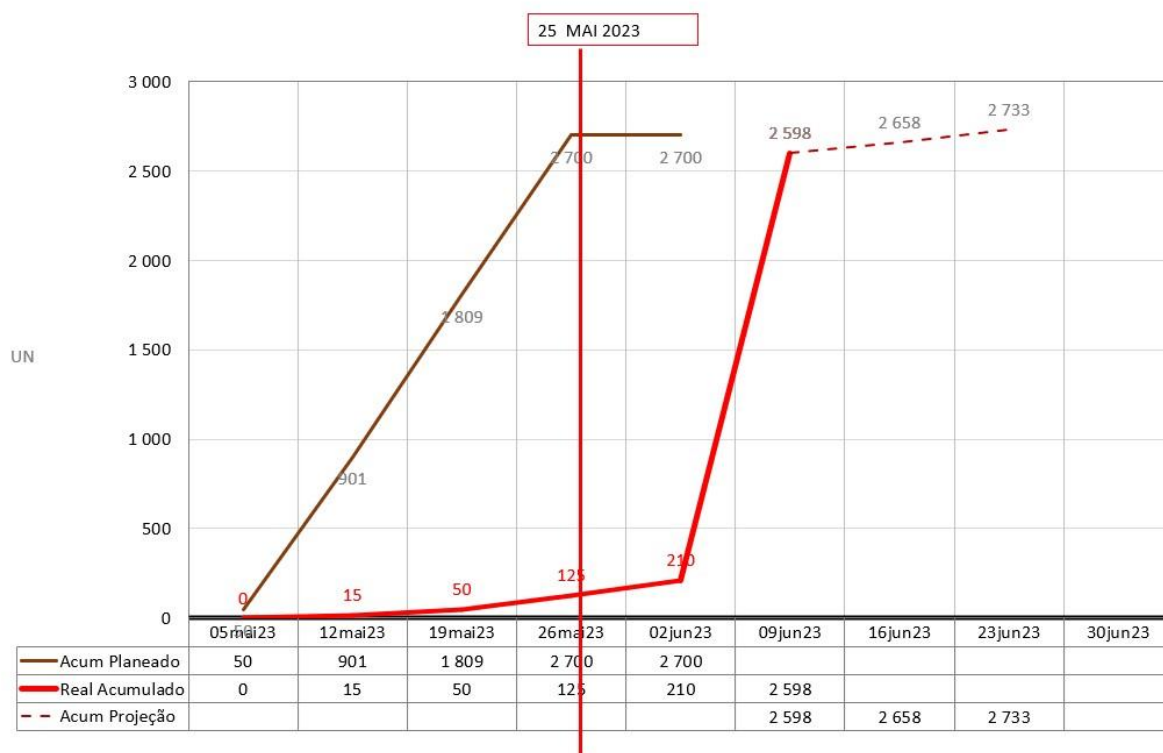


Figura 5.16 - Gráfico comparativo do acumulado planeado e real no bloco A

5.5. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DAS METODOLOGIAS LPS, 5S E 8W NA OBRA ACOMPANHADA

5.5.1. PLANEAMENTO

Como já foi referido em 5.2.1. o planeamento da obra foi realizado no software MS Project. Este planeamento foi fundamental para a estruturação da implementação do LPS pois serve de tiro de partida para definir todos as datas chaves e tarefas do caminho crítico.

Se este planeamento não for bem estruturado, tal pode influenciar o decorrer da obra e, se tiver informações erradas, isso pode ser a diferença entre a obra cumprir o prazo estabelecido ou não.

Outra das vantagens do uso desta ferramenta é que facilmente se pode estruturar um documento onde apenas aparecem certas tarefas relativas a uma fase da obra, de forma a isolar estas tarefas, e que se possa ver, de forma mais detalhada, como atuar na realização destas.

Os balizamentos também podem facilmente ser executados no decorrer da obra e é sempre possível comparar o que está previsto com aquilo que foi realizado em obra, de forma eficaz e visualmente perceptível.

O mapa de aprovisionamentos apresentado em 5.2.1. foi também uma excelente ferramenta para o controlo de adjudicações de subempreitadas e compra de materiais. O facto de ter um mapa onde estão explícitas as datas em que se deve começar a tratar das adjudicações, em que se deve fechar as adjudicações e as datas em que estas devem entrar em obra, permite que o controlo sobre este assunto seja muito mais organizado e feito atempadamente de modo a não criar atrasos no decorrer da obra.

5.5.2. QUADROS UTILIZADOS

Como é referido em 5.2.2., os quadros utilizados nesta obra foram os de “Informação Geral de Projeto”, “Listagem Subempreiteiros” e “Mapa de Estaleiro”.

Tendo em conta os mapas que são apresentados no capítulo 3, e que estão de acordo com o guião fornecido pela *Kaizen Institute* à GG, é possível ver que a maior parte delas não foi possível de implementar no período em que a obra foi acompanhada pelas razões que já foram expostas, sendo estas, não haver um local específico para a realização de reuniões onde estes quadros estivessem expostos e a sala de direção de obra não ter as dimensões necessárias para a colocação destes quadros.

Apesar de tudo, foi possível criar num pequeno espaço um local onde é perceptível, a qualquer pessoa que entre na sala, o estado em que a obra se encontra no momento, através de fotos da obra, plantas de projeto das tarefas em execução e do próprio planeamento do projeto.

Alguns mapas que não foram utilizados, e que são extremamente benéficos no decorrer da obra e que devem ser colocados e preenchidos assim que possível, são o mapa de planeamento de subempreitadas, o quadro Last Planner e o WWP, que são extremamente vantajosos no planeamento e controlo das tarefas a realizar na obra.

Na fase em que a obra foi acompanhada as tarefas realizadas foram feitas de forma isolada e sem estarem a acontecer outro tipo de trabalhos ao mesmo tempo, o que faz com que o controlo seja relativamente mais fácil de fazer e não se criam constrangimentos de ter mão de obra de várias especialidades a trabalharem ao mesmo tempo.

No entanto, em fases mais avançadas da obra em que estão várias especialidades e subempreiteiros em obra, os quadros referidos acima são fundamentais para um melhor planeamento, e sobretudo para uma mais eficiente e integrada gestão dos subempreiteiros na fase de execução da obra.

5.5.3. ACOMPANHAMENTO DE TAREFAS E DATAS DE CONCLUSÃO

Durante o período da dissertação foram acompanhados essencialmente 3 tipos de trabalhos, tendo sido estes, a aberturas de caboucos, as fundações e a montagem da estrutura de pré-fabricados de betão.

A abertura de caboucos e a realização de fundações foi possível de acompanhar em todos os blocos, enquanto a estrutura pré-fabricada foi só acompanhada de modo integral no bloco A.

Inicialmente, estava previsto iniciar-se a abertura de caboucos pela mesma ordem que estava prevista a montagem da estrutura. No entanto, a conclusão da plataforma de trabalho que era a atividade antecedente à de abertura de caboucos ainda não estava concluída nos blocos A e B.

Nesse contexto, uma das decisões que se tomou desde o início foi iniciar a abertura de caboucos e fundações nos blocos C e D e assim que possível iniciavam-se estas atividades no bloco A. Desta forma foi possível não se perder tempo à espera de que se finalizassem trabalhos antecedentes e foi possível ir adiantando tarefas que já estavam previstas no planeamento.

No anexo A3 no planeamento tanto geral como mais detalhado é possível ver que a conclusão das fundações todas estava prevista para o dia 24 de abril. Já a considerar-se possíveis atrasos e sabendo que a montagem de pré-fabricados só iria começar a dia 2 de maio, estabeleceu-se esta data como data de conclusão das fundações no ponto 2. “Estrutura Entregáveis e prazos”, o que é possível ver na figura 5.4 atrás.

Foram estabelecidos objetivos semanais, de maneira a manter um ritmo de produção que permitisse cumprir os prazos estabelecidos, sendo estes:

- Abertura de caboucos: 50 caboucos por semana (10 por dia);
- Betonagem de sapatas: 50 sapatas por semana (10 por dia).

Importa referir que a abertura de caboucos começa uma semana antes da betonagem de sapatas.

No anexo A4 é possível ver o acompanhamento feito nesta fase onde é possível ver o PPC consoante os objetivos estabelecidos.

Na figura 5.17 é possível ver o PPC de todas as semanas em que se realizaram aberturas de caboucos e execução de fundações em betão armado.

Semana 20/03 a 24/03	Objetivos	Executado	PPC	Notas
Abertura de caboucos	50	79	158,00%	produzido 58% acima do previsto
Betonagem de sapatas	0	13		iniciou-se a betonagem antes do previsto

Semana 27/03 a 31/03	Objetivos	Executado	PPC	Notas
Abertura de caboucos	50	56	112,00%	produzido 12% acima do previsto
Betonagem de sapatas	50	55	110,00%	Produzido 10% acima do previsto

Semana 03/04 a 07/04	Objetivos	Executado	PPC	Notas
Abertura de caboucos	50	41	82,00%	produzido 18% abaixo do previsto
Betonagem de sapatas	50	62	124,00%	Produzido 24% acima do previsto

Semana 11/04 a 14/04	Objetivos	Executado	PPC	Notas
Abertura de caboucos	29	12	41,38%	produzido 58,62% abaixo do previsto
Betonagem de sapatas	50	35	70,00%	Produzido 30% abaixo do previsto

Semana 17/04 21/04	Objetivos	Executado	PPC	Notas
Abertura de caboucos	17	3	17,65%	produzido 82,35% abaixo do previsto
Betonagem de sapatas	40	26	65,00%	Produzido 35% abaixo do previsto

Figura 5.17 - PPC das semanas 12 a 16

Como é possível ver, nas primeiras semanas o PPC foi cumprido tendo inclusive ultrapassado aquilo que era previsto. A primeira semana foi onde se viu mais produção tendo inclusive se iniciado a betonagem de sapatas que só estava previsto ter iniciado na semana seguinte. Isto deveu-se ao facto de o ritmo de produção estar a ser bastante mais elevado que o pretendido e se reunirem condições para se iniciar a tarefa seguinte antecipadamente o que vai de acordo com a filosofia pull (puxar) que é mencionada em 2.4.1.2.

Já mais para as semanas finais, o ritmo de produção foi descendo e o PPC não foi cumprido nas últimas duas. Isto deve-se ao facto de a plataforma de trabalho não estar completa, principalmente no bloco B, e pelas próprias condições do solo que era bastante mais duro que nas outras zonas o que abrandou bastante o ritmo de escavação.

Isto levou a que tanto a abertura de caboucos como a betonagem de sapatas tivesse de ser parada no dia 20 de abril que foi quando se betonaram as últimas sapatas no bloco B (as que podiam ser betonadas) e só se finalizaram estas duas tarefas na semana 20 (15 a 19 de maio) tendo a última betonagem sido feita no dia 18 de maio.

Apesar do atraso na conclusão destas duas tarefas, isto não representou atrasos no prazo da obra, visto que a atividade seguinte era a montagem da estrutura do pré-fabricado no bloco A, onde as fundações já se encontravam concluídas.

Relativamente aos elementos pré-fabricados, surgiu logo um inconveniente a partir do momento que não foi possível iniciar a sua montagem na data estabelecida no planeamento. Isto criou logo constrangimentos pois é uma tarefa do caminho crítico da obra pelo que é imperativo que o prazo de execução desta tarefa seja cumprido.

A abordagem no controlo de produção foi ligeiramente diferente da que se fez na realização da abertura de caboucos e de fundações como é possível de ver em 5.4.2. , ou seja que, com base naquilo que é

produzido diariamente, é feita um gráfico de projeção de conclusão da tarefa, neste caso no bloco A. Desta forma é possível estar constantemente a atualizar a data de conclusão de determinada tarefa, de acordo com o ritmo de produção e é possível comparar com aquilo que é expectável, de acordo com o planeamento de obra.

É possível ver que nas primeiras duas semanas o ritmo de produção é consideravelmente mais baixo que o expectável. Isto deve-se ao facto de inicialmente estar apenas uma equipa em obra. Uma das medidas que foi imediatamente tomada foi aumentar o número de equipas produtivas para duas, chegando a estar três equipas produtivas em obra, tendo sido mais tarde colocadas novamente duas. De acordo com o gráfico é possível ver que o ritmo de produção aumentou exponencialmente, como resultado do aumento de meios produtivos colocados em obra.

Apesar de tudo, a projeção ainda revela que a data de conclusão do bloco A está com 2 semanas de atraso, comparado com o planeamento da obra. A data de conclusão prevista era o dia 25 de maio, tal está assinalado no gráfico da figura 5.17, atrás.

Considerando esse atraso, outra medida implementada foi começar a montar o bloco B, nomeadamente os pilares enquanto se acaba a montagem dos painéis do bloco A. Tal permite que o bloco B não se inicie apenas quando o bloco A estiver terminado o que faz com que não se atrase mais o início desta tarefa e logo que haja condições para recuperar o atraso durante a montagem dos próximos blocos B, C e D.

5.5.4. IMPACTO DO 5S E 8W

Como já foi referido, o 5S e o 8W são metodologias que se complementam uma à outra pois, ao serem aplicados os princípios do 5S, tal contribui para a diminuição dos desperdícios referentes ao 8W.

No desenho geral de estaleiro não foi possível ver os benefícios da aplicação das duas metodologias pois ainda não se alterou a disposição do estaleiro para a definitiva. No entanto, espera-se que o desenho conseguido traga benefícios para a obra e respetivas condições de trabalho como é referido em 5.2.2.

Na ferramentaria da obra, é visualmente notório o impacto da implementação de ambas as metodologias. Aquele que muitas vezes é um espaço bastante desarrumado em que está tudo misturado, umas coisas com as outras, foi possível tornar num espaço bastante mais organizado e limpo. O facto de terem sido colocadas prateleiras e divisórias torna o espaço visualmente mais apelativo.

A nível de arrumação, um trabalhador facilmente sabe onde se devem colocar ou ir buscar uma ferramenta/ material sem perder muito tempo a fazê-lo. Espera-se que este possa ser um modelo a seguir em futuras obras da GG.

Relativamente às estruturas pré-fabricadas, os impactos do 5S e do 8W são bastante visíveis no fluxo de trabalho. A organização sequencial e lógica das atividades e a sua integração de forma integrada no espaço físico disponível e na ligação aos acessos rodoviários e à circulação em obra permite que os trabalhos sejam feitos de uma forma continua sem criar constrangimentos.

O facto de a montagem ser feita por blocos diferenciados (A, B, C e D) permite que o espaço de trabalho seja mais concentrado numa zona, em cada iteração num total de 4, de uma forma que não cria constrangimentos no movimento dos equipamentos na frente de trabalho em questão, como resultado da concentração específica em cada “bloco”, de modo sequencial.

6

CONCLUSÃO

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS. REFLEXÃO SOBRE O CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

Na indústria da construção, cada vez é mais importante que sejam implementados métodos de trabalho que contribuam para um melhor funcionamento das empreitadas, especialmente no controlo de prazos e na organização do ambiente de trabalho.

Como já foi referido, um dos grandes problemas da construção em Portugal é que é ainda uma indústria muito tradicional e muito enraizada na cultura de trabalho e para que esta seja mudada tem de haver uma mudança de mentalidade.

A adaptação da filosofia *Lean* à indústria da construção constituiu um passo importante no caminho da inovação no setor, pois permitiu que se criassem ferramentas como o LPS, 5S e 8W que contribuem significativamente para um melhor controlo e planeamento das várias tarefas a executar, contribui significativamente para um ambiente mais limpo e organizado e permite que sejam identificados e eliminados desperdícios que poderiam porventura atrasar os trabalhos em obra e sobretudo diminuir de forma significativa as margens obtidas nas empreitadas.

O LPS é atualmente a metodologia *Lean* mais utilizada na GG e tem demonstrado bons resultados quando aplicado na íntegra. Um dos problemas mais notórios, no decorrer desta dissertação, foi não se ter aplicado na obra esta metodologia de forma completa, como estava previsto no guião. Apesar de tudo, só o facto de se ter aplicado parte do método permitiu que houvesse sempre um mais efetivo controlo das atividades que tinham de ser realizadas.

Um dos fatores que contribuiu bastante para o sucesso da aplicação do LPS foi o bom planeamento da obra que se fez, o que mostra que, quando o planeamento é feito de forma organizada e estruturada, isso permite por si só que os trabalhos sejam realizados de forma muito mais fluída e organizada.

O excelente mapa de aprovisionamentos realizado foi também um bom contributo, principalmente no controlo de adjudicação de subempreitadas e na compra de materiais e componentes para a obra, de forma célere e atempada.

O controlo de produção revelou também ser uma ferramenta fundamental no balizamento de tarefas, controlo de prazos e de custos, sempre associados à mão de obra necessária para a realização de tarefas, em geral proveniente de subempreiteiros.

Relativamente às metodologias 5S e 8W, que foram novidades comparativamente a trabalhos realizados anteriormente nesta área, foi possível implementar naquilo que tinha sido proposto inicialmente que era

na organização de estaleiro. Para além disso, foi possível aplicar as duas metodologias na preparação dos trabalhos de montagem das estruturas pré-fabricadas.

A implementação destas duas metodologias não só se revelou relativamente simples de aplicar, como potenciadora de bons resultados e, de acordo com os seus princípios, representando um bom complemento ao LPS, no controlo da realização de tarefas.

Outra das vantagens destas duas metodologias é que podem ser aplicadas a praticamente todos os trabalhos e espaços em obra.

Em suma, a implementação da metodologia revelou ter um impacto bastante positivo no decorrer dos trabalhos e na organização destes. Apesar do atraso verificado no arranque da montagem da estrutura pré-fabricada, devido à entrada atrasada em obra e ao ritmo de produção baixo, as ações tomadas de maneira a colmatar este atraso tiveram resultados positivos e a convicção do autor é que este atraso será recuperado de forma rápida, usando por exemplo as metodologias já implementadas e descritas no capítulo 5.

Por tudo o que atrás se enuncia, considera-se que os objetivos da dissertação foram integralmente cumpridos.

6.2. PROPOSTAS DE MELHORIA

Como já foi referido, um dos problemas mais sentido no decorrer da dissertação foi não se conseguir aplicar na íntegra o guião fornecido pela *Kaizen Institute*, pois não havia uma sala específica para reuniões e a sala de direção de obra não tinha as condições adequadas para o efeito.

Isto pode ser um entrave noutras obras que apresentem o mesmo problema e, apesar de estar prevista uma sala para reuniões na planta de estaleiro definitiva, isto não permite que o LPS seja aplicado por completo desde o início da obra.

Para colmatar este problema, uma das propostas de melhoria consiste em apostar na digitalização dos meios atualmente usados na gestão visual, neste caso os quadros. Já existem plataformas gratuitas onde é possível criar uma “sala” e criar quadros idênticos aos do guião, em que todos os membros têm acesso e podem editar os quadros.

Isto iria permitir que todos os membros da equipa pudessem ver os quadros da obra no tablet, computador ou qualquer ferramenta digital com acesso à internet, onde pudessem ver e editar os quadros em qualquer lugar.

Mesmo na “sala”, podiam-se substituir os quadros por um ecrã onde todos os quadros pudessem ser consultados e qualquer pessoa pudesse editar o documento que está a ser visualizado.

6.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Sendo o 5S e o 8W baseados em princípios e na aplicação destes podem-se criar, por exemplo, indicadores de desempenho de obra que avaliem os princípios das duas metodologias.

Este seria um bom método para se criarem objetivos de organização de obra e eliminação de desperdícios que ainda hoje são um problema importante na construção em geral.

A sugestão mais óbvia de estudos futuros a realizar no âmbito de dissertações na FEUP, associa-se assim à realização de estudos similares a este, usando as 3 metodologias da Lean Construction exploradas neste estudo ou outras, em obras de empresas portuguesas minimamente preparadas para esse efeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gao, S., Low, S. P. *Lean Construction Management – The Toyota Way*, Singapore, 2014.
- [2] P. P. L. Garcia, Implementação da metodologia Kaizen no entreposto de logística inversa da Worten, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa, 2014.
- [3] J. M. d. Costa, Lean Construction, Elementos da UC Qualidade na Construção, FEUP, 2019.
- [4] P. G. T. Pereira, O Bullwhip Effect no controlo da produção em obra. Uma abordagem de utilização com base na análise comparativa entre controlo tradicional e o Last Planner System, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa, 2013.
- [5] E. R. Silva, *Gestão de Planeamento no Âmbito de Direção de Obra – Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2020.
- [6] The Last Planner System. Disponível em: <https://leanconstruction.org/lean-topics/last-planner-system/> [acedido em fevereiro de 2023].
- [7] Hamzeh, F., & Bergstrom, E. (2010, April). The lean transformation: a framework for successful implementation of the last Planner™ system in construction. In International Proceedings of the 46th Annual Conference. Associated Schools of Construction;
- [8] H. G. Ballard, The Last Planner System of production control, Tese de Doutoramento, University of Birmingham, UK, 2000.
- [9] N. L. S. Peneirol, Lean Construction em Portugal - Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, 2007.;
- [10] Ballard, G., & Hamzeh, F. R., & Tommelein, I. D. (2007). The Last Planner Production Workbook-Improving Reliability in Planning and Workflow. Lean Construction Institute, San Francisco, California, USA, 81.
- [11] F. F. Pereira, *Implementação de práticas lean na gestão de subempreitadas - estudo de caso*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2019.
- [12] An Introduction to Lean 5S. Disponível em: <https://leanconstruction.org/lean-topics/5S/> [acedido em março de 2023].
- [13] 5S Application. Disponível em: <https://fieldcrewhuddle.leanconstruction/5S/> [acedido a 10 de março de 2023];
- [14] 8 Wastes of Lean. Disponível em: <https://leanconstruction.org/lean-topics/8-wastes-of-lean/> [acedido em março de 2023];
- [15] 8 Wastes. Disponível em: <https://fieldcrewhuddle.leanconstruction.org/8-wastes/> [acedido em março de 2023]
- [16] J. A. Faria, Gestão de Obras e Segurança, Elementos da UC Gestão de Obras e Segurança, FEUP, 2016.

ANEXOS

A1 – REGISTO FOTOGRÁFICO DA OBRA

A2 – PLANEAMENTO DE OBRA

A3 – CONTROLO PRODUÇÃO

ANEXO A1: REGISTO FOTOGRÁFICO DA OBRA

Fotografia Obra dia 03/04/2023



Fotografia Obra dia 12/04/2023



Fotografia da obra dia 19/04/2023



Fotografia obra dia 01/05/2023



Fotografia obra dia 10/05/2023



Fotografia obra dia 20/05/2023



~

Fotografia obra dia 26/05/2023



Trabalhos em obra:

Realização de fundações e montagem da estrutura pré-fabricado



Equipamentos em obra

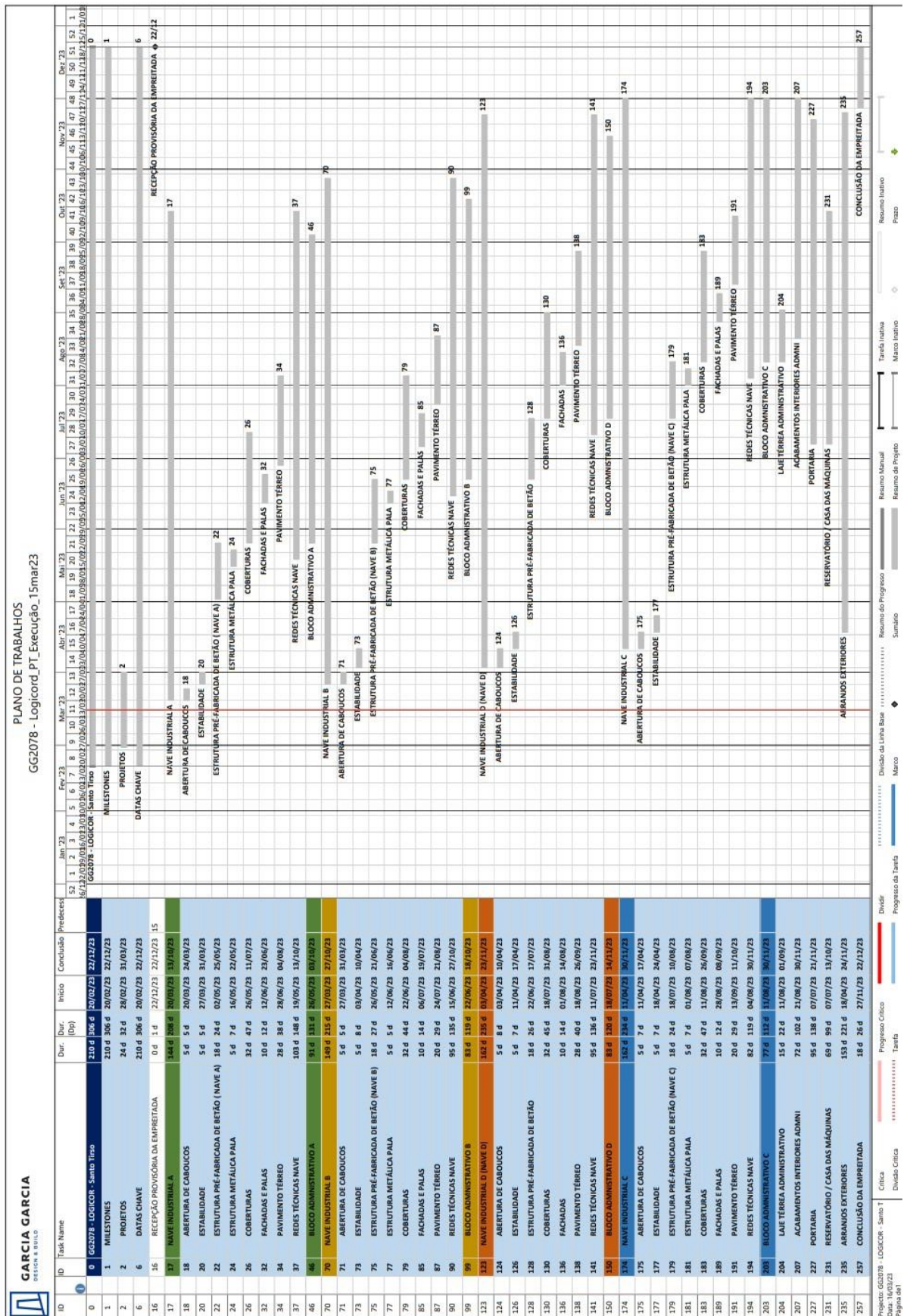
Grua móvel



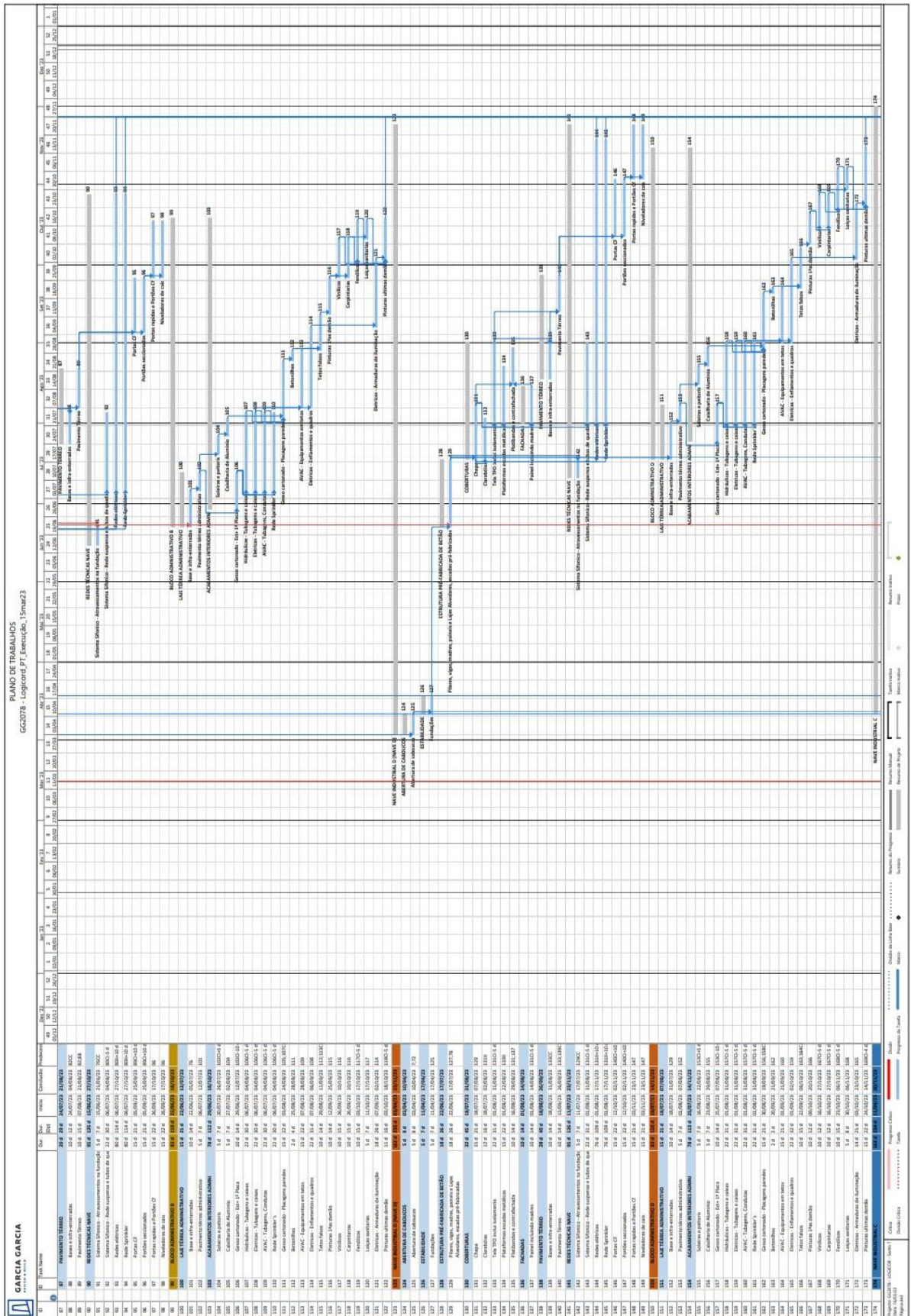
Giratória de rastros e equipamento de elevação

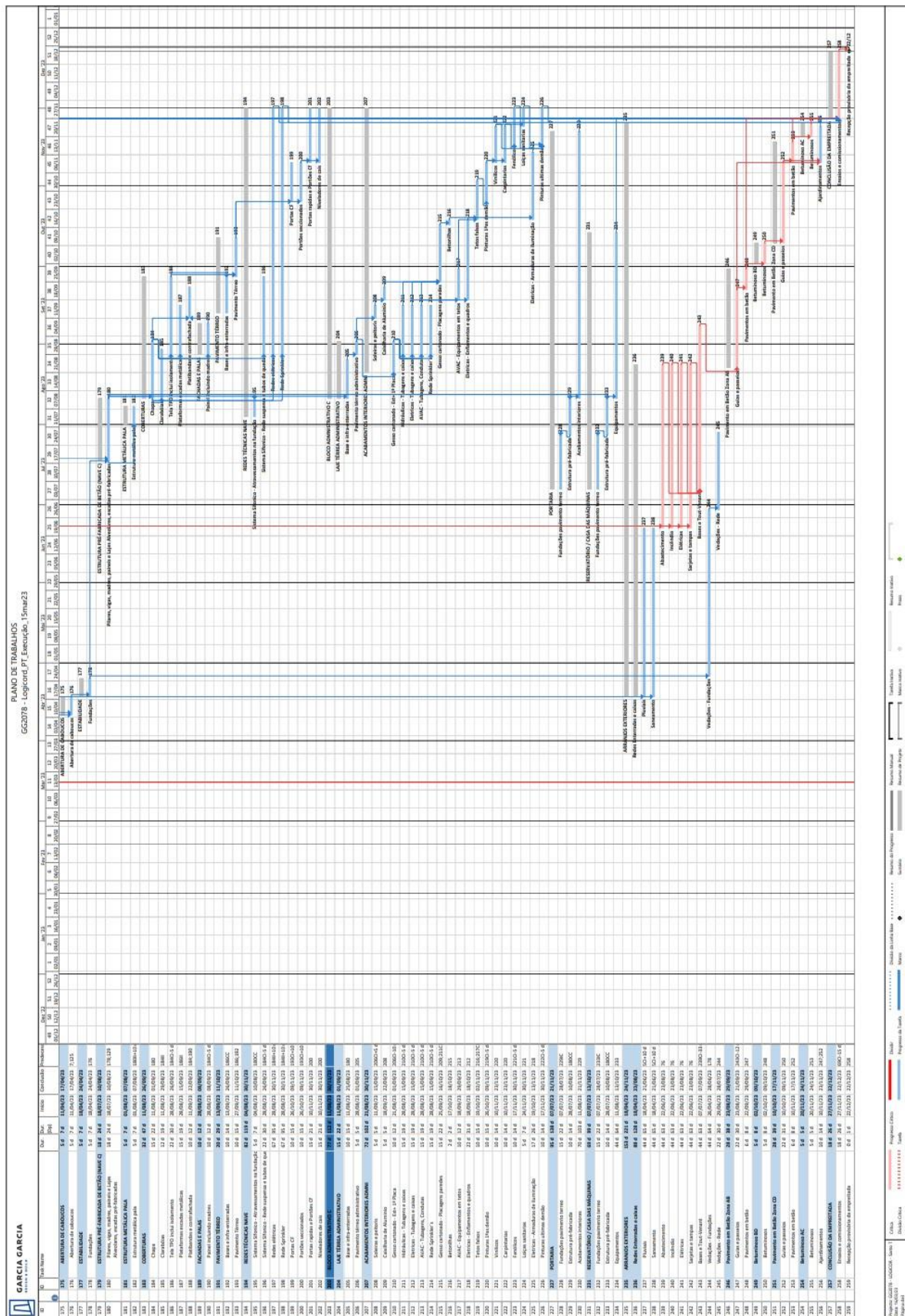


ANEXO A2: PLANEAMENTO DE OBRA









GG xxx - LOGICORD

GG xxx - LOGICORD

08/04/23

13/04/23 - Fim da obra

Atividade	Tipo	Cód. Material	Observações	13/04/23 - Fim da obra																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-----------	------	---------------	-------------	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO A3: CONTROLO DE PRODUÇÃO

