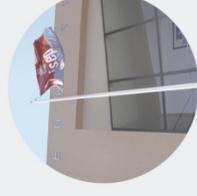




A Aplicação de Técnicas da Metodologia Lean na Direção de uma Obra

JOANA CATARINA MOUTINHO QUELHAS

setembro de 2020



A Aplicação de Técnicas da Metodologia Lean na Direção de uma Obra

A Aplicação de Técnicas da Metodologia Lean na Direção de uma
Obra



A APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DA METODOLOGIA *LEAN* NA DIREÇÃO DE UMA OBRA

JOANA CATARINA MOUTINHO QUELHAS

Relatório de Estágio submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Prof. Dr. José Pinto-Faria

Supervisor: Eng. Carlos Alberto da Costa Martins (Garcia, Garcia – Design & Build)

SETEMBRO DE 2020

ÍNDICE GERAL

Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xix
Índice de Equações.....	xxi
Abreviaturas	xxiii
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 Conceito <i>Lean</i>	3
CAPÍTULO 3 <i>Lean</i> na Garcia, Garcia Design & Build S.A.....	17
CAPÍTULO 4 Caso de Estudo.....	29
CAPÍTULO 5 Técnicas Aplicadas no Caso de Estudo.....	39
CAPÍTULO 6 Considerações Finais.....	119
Referências Bibliográficas	123
Anexos	127

RESUMO

A presente dissertação resulta do estágio desenvolvido em ambiente empresarial, da unidade curricular de DIPRE – Dissertação, Projeto e Relatório de Estágio. Este estágio curricular acompanhou o desenvolvimento de duas empreitadas da Garcia, Garcia *Design & Build* S.A. (GG), a primeira em fase de acabamentos, acompanhando uma das três empreitadas, o Asprela Domus II, e a segunda, desde o início dos trabalhos da Asprela Domus III.

O estágio teve como principal objetivo o acompanhamento, a atualização e sugestões de melhoria da ferramenta *Lean* aplicada à construção, bem como o apoio necessário nas mais diversas tarefas decorrentes de uma empreitada geral da construção de edifícios.

Como a GG em parceria com a *Kaizen Institute* tem vindo a implementar nas suas obras o [*Last Planner System*], através da metodologia [Controlo Visual da Obra], esta tornou-se uma mais valia para o desenvolvimento dos objetivos propostos para este trabalho.

Esta dissertação define os processos que devem ser implementados para uma eficaz aplicação do *Lean*, ajustado aos processos de construção, o *Lean Construction*, recorrendo aos dois casos de estudo. Aborda, ainda, a forma de dinamização da metodologia [Sala *Obeya*] / [Sala de Reuniões].

Durante a realização do estágio curricular, foi possível no primeiro caso de estudo, o Asprela Domus II, criar uma lista com a relação dos trabalhos em curso nas zonas comuns - “*Check List* das Zonas Comuns” e o preenchimento, bem como o aperfeiçoamento, da “*Check List* das Frações Residenciais”. Foi também possível atuar na manutenção da [Sala *Lean*], ou [Sala *Obeya*] existente em obra.

Para a segundo caso de estudo, o Asprela Domus III, foi possível estabelecer a manutenção da [Sala *Obeya*] e a criação do [*Kaizen* Digital]. Permitiu obter, semanalmente, a “Percentagem do Plano Concluído” – (PPC), e a “Taxa de Cumprimento Semanal” - (TCS) das tarefas planeadas em cada semana. Permitiu, também, a monitorização e balizamento das tarefas, bem como a identificação das causas e efeitos do não cumprimento das mesmas.

No Asprela Domus III foi, também, possível executar a modelação da estrutura, com recurso ao software REVIT, e a criação do plano de implantação dos negativos para as redes pluviais. Com isto foram implementados procedimentos de melhoria para a execução da superestrutura em betão armado, bem como na agilização da marcação dos negativos nas paredes de contenção.

RESUMO

Palavras-Chave: Construção, *Lean*, [Sala *Obeya*], Planeamento, [*Last Planner System*]

ABSTRACT

This dissertation is the result of the internship developed in business environment, of the curricular unit of DIPRE - Dissertation, Project and Internship Report. This curricular internship followed the development of two contracts of Garcia, Garcia Design & Build S.A. (GG), the first one in the finishing stage, following one of the three contracts, the Asprela Domus II, and the second, since the beginning of the Asprela Domus III construction.

The main objective of the internship was the follow-up, the updating, and the suggestions of improvement of the *Lean* tool applied to the construction, as well as the necessary support in the most diverse tasks resulting from a general construction of buildings.

As GG in partnership with Kaizen Institute has been implementing in its works the [Last Planner System], through the methodology [Controlo Visual da Obra], this has become an added value for the development of the proposed objectives for this work.

This dissertation defines the processes that must be implemented for an effective application of Lean, adjusted to the construction processes, Lean Construction, using the two case studies. It also approaches the way of dynamization of the methodology [Sala Obeya] / [Sala de Reuniões].

During the curricular stage, it was possible in the first case of study, Asprela Domus II, to create a list with the relation of the works in progress in the common areas - "Check List of Common Areas" and the filling, as well as the improvement, of the "Check List of Residential Fractions". It was also possible to act in the maintenance of the [Sala Lean], or [Sala Obeya] existing in work.

For the second case study, Asprela Domus III, it was possible to establish the maintenance of the [Sala Obeya] and the creation of [Kaizen Digital]. It allowed to obtain, weekly, the "Percentage of the Concluded Plan" - (PPC), and the "Weekly Fulfillment Rate" - (TCS) of the planned tasks in each week. It also allowed the monitoring and marking of the tasks, as well as the identification of the causes and effects of their non-fulfillment.

At Asprela Domus III it was also possible to perform the modeling of the structure, using the software REVIT, and the creation of the implementation plan of the negatives for the pluvial networks. With this, improvement procedures were implemented for the execution of the superstructure in reinforced concrete, as well as in the speeding up of the marking of the negatives in the retaining walls.

ABSTRACT

Keywords: Construction, Lean, [Sala Obeya], Planning, [Last Planner System]

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pilares da minha vida, que souberam dar o colo necessário e que me proporcionaram chegar até aqui. Fizeram-me acreditar e lutar pelos meus sonhos e permitiram a sua concretização.

Aos colegas e amigos que me apoiaram e fizeram-me acreditar que seria possível concluir esta jornada com sucesso. Pelo colo nas horas de maior aperto e pelas horas de estudo em conjunto. À Catarina e ao Daniel por terem, todos os dias desta jornada, lutado comigo para que juntos chegássemos até aqui. Ao Hélder e à Marta, os meus exemplos de sucesso, que me guiaram. Munidos de experiência e capacidade, provaram-me que podemos ser tudo o que quisermos.

À Garcia, Garcia S.A. pelo estágio e aos profissionais do quadro técnico das obras onde estive inserida. Ao Engenheiro Carlos Martins, pela sua partilha de conhecimentos, por me ter acolhido e pelos desafios lançados. Ao Daniel Teles pela sua humildade, amizade, profissionalismo e ensinamentos. Aos Engenheiros Ricardo Rocha e Paulo Reis por toda a disponibilidade e ajuda ao longo do estágio. À Técnica de Higiene e Segurança, Anabela Gonçalves, por me ter acarinhado como família. Aos Srs. Batista, Sá e David, encarregados de obra, por todo conhecimento transmitido. Ao Gonçalo, companheiro de estágio, que com a entajuda e o companheirismo foi possível aprendermos juntos.

E, por fim, a todos aqueles que me facultaram todas as ferramentas académicas e profissionais para chegar até ao fim desta caminhada. Em especial ao Prof. José Pinto-Faria pela disponibilidade, pela paciência, partilha e, acima de tudo, pelo constante apoio nesta etapa.

O Ensino Superior não é apenas um “canudo”, é também o resultado de um conjunto de pessoas que nos marcam. Às pessoas acima referidas e a todas as outras não aqui mencionadas, o meu muito obrigada.

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estrutura do Relatório	2
CAPÍTULO 2	Conceito <i>Lean</i>	3
2.1	Revisão Bibliográfica	5
2.1.1	Bibliometria	5
2.2	<i>Lean Construction</i>	13
2.2.1	Planeamento e Controlo da Produção como Ferramenta de Implantação da <i>Lean Construction</i>	14
2.2.2	Técnicas <i>Lean Construction</i>	15
CAPÍTULO 3	<i>Lean</i> na Garcia, Garcia Design & Build S.A.	17
3.1	<i>Lean Construction</i> na Garcia, Garcia Design & Build S.A.	17
3.1.1	Informação Geral do Projeto	18
3.1.2	[Listagem Sub-Empreitadas].....	23
3.1.3	[Planeamento Projeto <i>Greenyard</i>] / KAIZEN	23
3.2	Aplicabilidade das Técnicas <i>Lean</i> à Empresa Garcia, Garcia Design & Build S.A.	25
CAPÍTULO 4	Caso de Estudo.....	29
4.1	Descrição da Obra.....	30
4.1.1	Asprela Domus II.....	31
4.1.2	Asprela Domus III.....	34

CAPÍTULO 5	Técnicas Aplicadas no Caso de Estudo.....	39
5.1	Asprela Domus II.....	39
5.1.1	Sala <i>Lean</i>	39
5.1.2	[KAIZEN].....	42
5.1.3	[<i>Checklist</i>].....	45
5.1.4	Controlo dos recursos – Subempreitadas.....	51
5.2	Asprela Domus III.....	52
5.2.1	Orçamentos e Medições.....	52
5.2.2	[Sala <i>Lean</i>] / [Sala <i>Obeya</i>].....	58
5.2.3	[<i>Kaizen Digital</i>].....	63
5.2.4	Folha de Controlo de Receção e Produção.....	75
5.2.5	Gestão do Estaleiro.....	84
5.2.6	Modelação em BIM.....	100
CAPÍTULO 6	Considerações Finais.....	119
6.1	Conclusões.....	119
6.2	Desenvolvimentos Futuros.....	120
	Referências Bibliográficas.....	123
	Anexos.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de (CUNHA, 2017)).....	4
Figura 2.2 - Tipo de publicações acerca do <i>Lean Construction</i> por data de publicação (adaptado de (Emerald, 2020)).....	6
Figura 2.3 - Tipo de publicações acerca do <i>Lean Manufacturing</i> (adaptado de (Emerald, 2020)).	7
Figura 2.4 - Tipo de publicações acerca do <i>Lean Manufacturing</i> por data de publicação (adaptado de (Emerald, 2020)).....	7
Figura 2.5 - Tipo de publicações acerca do <i>Last Planner System</i> (adaptado de (Emerald, 2020)).....	8
Figura 2.6 - Tipo de publicações acerca do <i>Last Planner System</i> por data de publicação (adaptado de (Emerald, 2020)).....	9
Figura 2.7 - Tipo de publicações acerca do <i>Kaizen</i> (adaptado de (Emerald, 2020)).	9
Figura 2.8 - Tipo de publicações acerca do <i>Kaizen</i> por data de publicação (adaptado de (Emerald, 2020)).	10
Figura 2.9 - Publicações anuais do <i>Lean Construction Journal</i> (adaptado de (Scopus, 2020)).....	11
Figura 2.10 - Publicações anuais do <i>International Journal Lean Six Sigma</i> (adaptado de (Scopus, 2020)).	12
Figura 3.1 - Divisão do quadro "Informação Geral do Projeto" (autor).	18
Figura 3.2 – [Informação Geral do Projeto] (Kaizen Institute, 2019).	18
Figura 3.3 – [Norma de Reuniões] – Parte 1 – Reunião de Planeamento (Kaizen Institute, 2019).	19
Figura 3.4 – [A0 dos Indicadores] ("Qualidade", "Custo", " <i>Delivery</i> ", "Segurança" (Kaizen Institute, 2019).	22
Figura 3.5 - Template da [Listagem Sub-Empreitadas] (Kaizen Institute, 2019).	23
Figura 3.6 - <i>Template</i> [Planeamento Projeto <i>Greenyard</i>] (GG).....	24
Figura 4.1 - Localização do empreendimento residencial <i>Asprela Domus</i> (Soares, 2019).	30
Figura 4.2 - Fogos e orientações do <i>Asprela Domus II</i> (autor).	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.3 - Responsáveis pela execução do lote II (autor).....	33
Figura 4.4 - Responsáveis pela fiscalização do lote II (autor).....	33
Figura 4.5 - Fogos e orientações do Asprela Domus III (autor).....	35
Figura 4.6 - Responsáveis pela execução do lote III (autor).....	37
Figura 4.7 - Responsáveis pela fiscalização do lote III (autor).....	37
Figura 5.1 - Técnicas aplicadas em cada obra, respetivamente (autor).....	39
Figura 5.2 - Sala <i>Lean</i> – Asprela Domus II (autor).	40
Figura 5.3 - Listagem de Subempreitadas (autor).....	41
Figura 5.4 – [KAIZEN] (autor).....	44
Figura 5.5 – Quadro com os Critérios do [Checklist por Fração] (GG).....	46
Figura 5.6 – Quadro com o [Checklist por Fração] (GG).....	47
Figura 5.7 – Quadro com a percentagem atribuída a cada item e subitem (autor).	48
Figura 5.8 - Folha indicativa da percentagem de obra concluída por Bloco (autor).....	48
Figura 5.9 – Exemplo da comparação entre o estado de execução dos dois blocos (autor).	49
Figura 5.10 – [Checklist dos Corredores] e o [Checklist da Caixa de Escada] (autor).....	50
Figura 5.11 – [Checklist da Garagem e Sala de Condomínio] (autor).....	51
Figura 5.12 - Elementos estruturais medidos (autor).	54
Figura 5.13 - Regras de medição de sapatas e pilares (autor).	55
Figura 5.14 - Folha de Medições (GG).....	55
Figura 5.15 - Tabela Geral das Medições (autor).	56
Figura 5.16 - Folha de reorçamentação (autor).	57
Figura 5.17 - Itens de RE orçamentação (autor).....	57
Figura 5.18 - [Sala <i>Obeya</i>] (autor).	58
Figura 5.19 - Questões que a Gestão Visual tem de dar resposta (GG).....	59
Figura 5.20 – [Last Planner System] (Adaptado de GG).	60
Figura 5.21 - <i>Pull Planning</i> (GG).	60
Figura 5.22 - <i>Look Ahead Plan</i> (GG).....	61

Figura 5.23 - Listagem de Reuniões Semanais (GG).....	62
Figura 5.24 - <i>Template</i> do [Kaizen Digital] (adaptado GG).....	63
Figura 5.25 - Folha de Subempreiteiros (autor).	64
Figura 5.26 - Folha descritiva da Obra (autor).	65
Figura 5.27 - Folha <i>Pull Planning</i> (autor).....	66
Figura 5.28 - Especificação da coluna Progresso (autor).....	66
Figura 5.29 - Folha do PS6S (autor).	67
Figura 5.30 - Folha do Plano Semanal (autor).	68
Figura 5.31 - Especificações do preenchimento de cada tarefa do Plano Semanal (autor).....	69
Figura 5.32 - Folha do Índice de Planos Semanais (autor).	71
Figura 5.33 - Folha do PPC (autor).....	72
Figura 5.34 - Barómetro do PPC (autor).....	72
Figura 5.35 - Folha do TCS (autor).....	73
Figura 5.36 - Informação visual relevante do TCS (autor).....	73
Figura 5.37 - Folha das Razões de Incumprimento (autor).	74
Figura 5.38 - Gráfico de Razões de Incumprimento Geral (autor).	74
Figura 5.39 - Folha de Rosto (autor).....	75
Figura 5.40 - Divisão da Folha de Controlo de Produção e Receção (autor).....	76
Figura 5.41 - Folha tipo de Receção de Betão (autor).....	77
Figura 5.42 - Folha tipo do Controlo de Receção do Aço (autor).....	78
Figura 5.43 - Folha de Controlo de Produção de Estacas (autor).....	79
Figura 5.44 - Folha de Controlo de Produção de Ancoragens (autor).....	80
Figura 5.45 - Quantidade de Calda de Cimento Utilizado e Datas de Tensionamento (autor).....	81
Figura 5.46 - Tabela de Percentagem de Ancoragens Tensionadas por Bloco e por Nível (autor).....	82
Figura 5.47 - Folha de Controlo de Produção de Microestacas (autor).	83
Figura 5.48 - Planta do Estaleiro Lote 3 (autor).	87
Figura 5.49 - Identificação tipo dos contentores (autor).	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.50 - Exemplo de arrumação dos materiais com uso mais regular (autor).	89
Figura 5.51 - Posição das gruas (GG).....	90
Figura 5.52 - Delimitação dos caminhos de circulação (autor).	94
Figura 5.53 - [5S] aplicada ao estaleiro em geral (autor).	97
Figura 5.54 - [Controlo Visual] aplicada ao estaleiro em geral (autor).	97
Figura 5.55 - [5S] aplicada às zonas administrativas e comuns (autor).	98
Figura 5.56 - [Controlo Visual] aplicado às zonas administrativas e comuns (autor).	98
Figura 5.57 - [5S] aplicado na Ferramentaria (autor).....	99
Figura 5.58 - [Controlo Visual] aplicado na Ferramentaria (autor).	99
Figura 5.59 - Diferença entre os tipos de BIM (adaptado de (Cardoso, Santos, Neves, & Martins, 2013)).	100
Figura 5.60 - Vantagens do BIM (adaptado de (B., 2014)).	103
Figura 5.61 - Desvantagens do BIM (adaptado de (Porto, 2020))......	103
Figura 5.62 - Níveis e designações atribuídas - Estrutura (autor).	105
Figura 5.63 - Criação da sapata de geometria irregular (autor).....	106
Figura 5.64 - Lista de sapatas criadas (autor).....	106
Figura 5.65 - Formato do Link CAD (autor).....	107
Figura 5.66 - Grelha de alinhamento (autor).	108
Figura 5.67 - Modelação das Fundações (autor).....	108
Figura 5.68 - Link do AutoCAD no REVIT (autor).	109
Figura 5.69 - Especificações do posicionamento da sapata (autor).....	110
Figura 5.70 - Especificações do posicionamento de uma parede (autor).....	110
Figura 5.71 - Pormenor dos desníveis das lajes do Piso 0 (autor).....	111
Figura 5.72 - Pormenor de Execução de Escadas (autor).....	112
Figura 5.73 - Pormenor da rampa de entrada ao Bloco A (autor).	112
Figura 5.74 - Pormenor da rampa de acesso ao exterior (autor).....	113
Figura 5.75 - Reservatório Modelado (autor).....	114

Figura 5.76 - Modelação da Estrutura e Fundações (autor).....	114
Figura 5.77 - Drenagem nas fundações (autor).....	115
Figura 5.78 - Exemplo da folha de quantidades de tubagens (autor).....	116
Figura 5.79 - Negativo no muro de contenção (autor).....	116
Figura 5.80 - Pormenor da ligação da tubagem à caixa (autor).	117
Figura 5.81 - Modelação final das águas pluviais (autor).....	117

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios (adaptado de (CUNHA, 2017)).	4
Tabela 2.2 - Tipos de Publicações (autor).	11
Tabela 2.3 - Análise SWOT do Lean na indústria da construção (adaptado de (CUNHA, 2017)).	13
Tabela 2.4 - Planeamento a longo, médio e curto prazo (adaptado de (Bernardes, 2001)).	14
Tabela 2.5 - Técnicas <i>Lean</i> na Construção (adaptado de (Construção, setembro 2016)).	16
Tabela 4.1 - Composição da Asprela Domus II (autor).	32
Tabela 4.2 - Subempreitadas em obra (adaptado de GG).	34
Tabela 4.3 - Composição da Asprela Domus III (autor).	36
Tabela 4.4 - Subempreitadas em obra- Asprela Domus III (GG).	37
Tabela 5.1 - Planeamento do Kaizen na obra (autor).	45
Tabela 5.2 - Valores gerados pelo Mapa de Medições (autor).	56
Tabela 5.3 - <i>Check List</i> logística <i>Pull Session</i> e Planeamento Intermédio (GG).	59
Tabela 5.4 - Razões possíveis de incumprimento das tarefas (adaptado de GG).	70
Tabela 5.5 - Matriz de Correlação na Construção de um Estaleiro (adaptado – OGEOB, 2019).	86
Tabela 5.6 - Funcionalidades do BIM (adaptado de (Poças & Monteiro, 2011)).	102
Tabela 5.7 - Diferença entre <i>Revit Architecture, Structure e MEP</i> (adaptado de (B., 2014)).	104

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do Volume teórico de betão da estaca.....	79
Equação 2 - Sobreconsumo das estacas.....	79
Equação 3 - Dimensionamento da grua.	91
Equação 4 – Continuação do dimensionamento das gruas.	91

ABREVIATURAS

BIM – *Building Information Modeling*

DIPRE – Dissertação, Projeto e Relatório de Estágio

Do – Diretor de Obra

EGO – Equipa de Gestão de Obra

GG – Garcia, Garcia *Design & Build* S.A.

Kg – Quilograma

m – Metro (unidade de comprimento)

PPC – Percentagem de Plano Concluído

P6S – Planeamento a seis semanas

S.C. – *Sobre Consumo*

TCS – Taxa de Cumprimento Semanal

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

A construção civil é um setor que está presente em todo mundo e em constante desenvolvimento. A crise económica iniciada no ano de 2009, fez com que este setor tivesse durante um extenso período um nível de crescimento muito reduzido ou até mesmo nulo. Para contrariarem esse problema, as empresas do setor da construção em Portugal tiveram de adotar novas estratégias que permitissem um aumento do valor de negócio.

De forma a diminuir os desperdícios, a desorganização dos estaleiros e a aumentar a produtividade, várias empresas portuguesas de construção implementaram na última década os conceitos do *Lean Thinking* (baseado num conjunto de ferramentas criadas em 1955 pela *Toyota Motor Company*). De destacar que os desperdícios dizem respeito a tempos de espera, movimentações desnecessárias e até investimentos evitáveis.

A metodologia *Lean* tem como principal objetivo melhorar a qualidade do produto, diminuindo os seus custos e os tempos de produção, trazendo resultados positivos e permitindo melhorar a produtividade do setor. No entanto, é necessário que os intervenientes, dentro das organizações, estejam dispostos a implementar esta metodologia, uma vez que carece de tempo e de disponibilidade para corrigir o que, até há bem pouco tempo, era rotina. Esta metodologia aplicada corretamente contribui, notoriamente, para a eliminação de desperdícios, quer de materiais e recursos, quer de custos, permitindo assim acrescentar valor ao produto.

Esta dissertação recai na necessidade das empresas de construção serem cada vez mais eficientes. Explicando: reduzindo os gastos desnecessários, aumentando a produtividade e satisfazendo o cliente, a empresa pode potenciar o seu valor. Isto resulta da exigência cada vez mais procurada, uma vez que as empreitadas de construção são, nos dias de hoje, cada vez mais confrontadas com prazos e orçamentos mais limitados.

1.2 OBJETIVOS

Este relatório de estágio, da Unidade Curricular de DIPRE, do Mestrado de Engenharia Civil, tem como principal objetivo acompanhar e apresentar propostas de aprimoramento das técnicas da metodologia *Lean* já implementadas na empresa acolhedora, em particular nas obras em estudo – Asprela Domus II e III, permitindo, assim:

- Proporcionar ganhos de eficiência;
- Eliminar perdas de tempo desnecessárias;
- Melhorar o processo de compra de materiais necessários, eliminando os desperdícios;
- Permitir um melhor acompanhamento da evolução da obra prevendo todos os constrangimentos que poderão ocorrer.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A estrutura deste relatório está dividida em seis capítulos. Partindo dos conceitos gerais, passando pelos casos de estudos e terminando com o elencar das principais conclusões.

No primeiro capítulo é apresentado a motivação para a elaboração deste relatório, bem com a descrição da metodologia de trabalho adotada.

O segundo capítulo aborda o enquadramento do conhecimento *Lean Construction* com base na revisão bibliográfica efetuada, fazendo referências às técnicas inicialmente estudadas em TPC-DIPRE, em que foram analisadas e escolhidas as que acrescentariam valor aos casos em estudo.

No capítulo seguinte, o terceiro, é descrita a implementação do *Lean* na Garcia, Garcia *Design & Build* S.A., bem como todos os procedimentos que a empresa segue para a sua manutenção. Ganham, ainda, destaque todos os processos considerados relevantes para o caso em estudo focados na metodologia em questão.

Seguidamente, no quarto capítulo são apresentados os dois casos de estudos, as obras do Asprela II e Asprela III, bem como o seu quadro técnico.

O quinto capítulo enaltece todos os aspetos relevantes das técnicas *Lean* que foram implementadas nos casos de estudo e descreve-os.

Finalmente, são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido e indicadas futuras linhas de melhoramento da metodologia *Lean* na Garcia, Garcia *Design & Build* S.A.

CAPÍTULO 2

CONCEITO *LEAN*

Durante a década de 1980, no Japão, e de forma a estudar formas de gestão e métodos de trabalho das empresas nipónicas, *James P. Womark e Daniel Jones* utilizaram, pela primeira vez, a designação *Lean Thinking*, ou pensamento *Lean*. Após o estudo, estes dois autores decidiram publicar, em 1990, o livro que nos dias de hoje é a principal referência do pensamento *Lean* – “*The Machine That Changed the World*”.

Esta obra faz referência à máquina que mudou o mundo automóvel e apresenta a indústria que se desenvolveu rapidamente e de forma consistente à volta da *Toyota Production System (TPS)*. (Pinto J. P., 2008)

Inicialmente aplicado na indústria, deste conceito resultou a designação de *Lean manufacturing* ou *Lean Production*. Este pensamento aplicado à indústria é considerado um sistema de gestão que ao envolver ferramentas de gestão, produção e qualidade elimina desperdícios e cria valor no produto ou serviço, satisfazendo desta forma o cliente e o consumidor final.

Identificação do desperdício

Como referido anteriormente, o desperdício refere-se a todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor. A gestão empresarial japonesa identificou pelo menos quatro técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios (adaptado de CUNHA, 2017).

3MU	O objetivo primordial é chegar a uma condição onde a capacidade e a carga sejam iguais, ou seja, produzir, de acordo com os recursos disponíveis, a quantidade certa do produto/ serviço que foi pedido para entregar a tempo ao cliente.
5M+Q+S	Analisando as áreas onde há possibilidade de ocorrer desperdícios é uma mais valia para entender possíveis intervenções e as áreas mais afetadas, para isso seguindo um método sistemático e disciplinado.

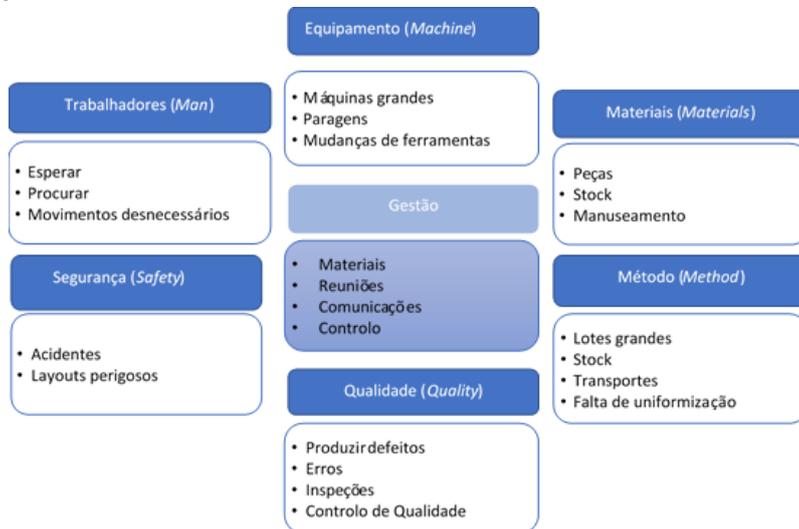


Figura 2.1 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de CUNHA, 2017).

Fluxo de Operações	<p>O fluxo de operações (fabrico e/ou serviços) resume-se a quatro ações: <u>retenção</u>, <u>transporte</u>, <u>processamento</u> e <u>inspeção</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A <u>retenção</u> significa que o fluxo não acrescenta valor, ou seja, com a crescente necessidade de reduzir tempos e custos, a acumulação de <i>stocks</i> não é, por certo, a melhor das estratégias. • O <u>transporte</u> refere-se à deslocação de artigos sem criar valores. Os transportes e as movimentações devem ser minimizados através da revisão de <i>layouts</i> e da colocação dos pontos de processamento. • O <u>processamento</u> acontece quando são realizadas operações desnecessárias na perspetiva do cliente como os retoques finais nos produtos ou serviços. • A <u>inspeção</u> identifica e elimina os defeitos da produção. Esta ação não cria valor porque não elimina a causa dos defeitos, mas apenas o resultado. É necessário tomar ações para identificar as causas dos defeitos em vez de as controlar.
Sete Desperdícios	<p>As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por <i>Taiichi Ohno</i> (1912-90) e <i>Shigeo Shingo</i> (1909-90) no decorrer do desenvolvimento do TPS. Sendo elas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Excesso de produção</u>: produzir excessivamente ou cedo demais, resultando fluxos irregulares de materiais e informação, ou em excesso de <i>stocks</i>; 2. <u>Tempos de espera</u>: longos períodos de paragem de pessoas, equipamentos, materiais e peças resultando em fluxos irregulares, bem como em grande <i>lead times</i>; 3. <u>Transportes</u>: deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação resultando num dispêndio desnecessário de tempo, capital e energia; 4. <u>Processos inadequados</u>: utilização incorreta de equipamentos e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos ou incorretos; 5. <u>Excesso de stocks</u>: demasiados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente; 6. <u>Movimentação desnecessária</u>: desorganização dos locais de trabalho, resultando um mau desempenho, despreocupação por movimentos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho; 7. <u>Defeitos</u> (qualidade): Problemas frequentes nas fases de processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De forma a apresentar os principais conceitos relacionados com o tema em estudo, o presente capítulo aborda a revisão bibliográfica implementada, no que concerne ao *Lean Construction*, *Lean Manufacturing*, *Last Planner System* e *Kaizen*, temas esses abordados durante a dissertação.

A revisão bibliográfica consistiu na procura de dissertações de mestrado, artigos, casos de estudo, jornais e revistas que abordem os temas citados anteriormente.

2.1.1 Bibliometria

Para que se entenda a evolução do conhecimento acerca do *Lean Construction*, *Lean Manufacturing*, *Last Planner System* e *Kaizen*, realizou-se um estudo bibliométrico.

Esse estudo consistiu em, primeiramente, e com o auxílio do site da *Scopus*¹, identificar as editoras e as revistas científicas que abordam a metodologia *Lean*. Foi possível concluir que a editora *Emerald*, para além de permitir o acesso a artigos científicos, é detentora do *Internacional Journal Lean Six Sigma*. Foi também descortinado que o *Lean Construction Institute* era detentor de um jornal periódico, designado por *Lean Construction Journal*. Resumindo:

- *Emerald*
 - *International Journal Lean Six Sigma*.
 - Outros artigos, casos de estudo de valor a acrescentar ao tema abordado.
- *Lean Construction Institute*
 - *Lean Construction Journal*.

Com a identificação das duas principais editoras, abordam-se, de seguida, e com maior detalhe, a informação que cada editora continha sobre os temas acima mencionados.

2.1.1.1 Emerald Publishing

Fundada em 1967, a *Emerald Publishing* gere um portefólio com mais de 300 periódicos, mais de 2500 livros e 1500 casos de ensino. A *Emerald Publishing* faz parte do *Emerald Group* e os temas que mais se destacam são a saúde, a educação e a engenharia.

¹ <https://www.scopus.com/home.uri>

Tratando-se de uma plataforma detentora de uma vasta informação, foi necessário filtrar essa informação de forma a entender os artigos, casos de estudo, partes de livros, entre outros, que abordavam os temas: *Lean Construction*, *Lean manufacturing*, *Last Planner System* e *Kaizen*.

Desta forma pesquisando por cada um dos temas concluiu-se o seguinte:

Lean Construction

O *Lean Construction* advém da implementação da filosofia *Lean* na indústria da construção. Consiste em ferramentas que, quando aplicadas corretamente, otimizam processos e reduzem os desperdícios. Atualmente é uma mais valia no setor da construção.

No que diz respeito a “*Lean Construction*” a *Emerald* apresenta as opções que constam na figura seguinte (Figura 2.1).

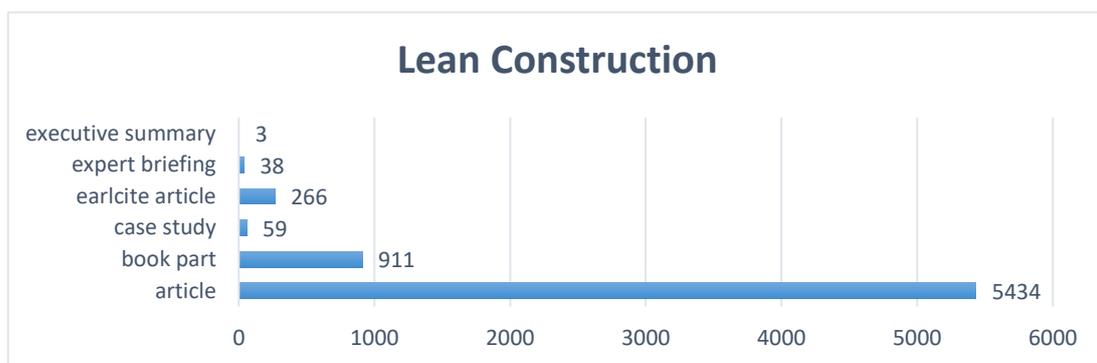


Figura 2.1 - Tipo de publicações acerca do *Lean Construction* (adaptado de *Emerald*, 2020).

Dentro de cada categoria e fazendo uma pesquisa anual a partir de 2000, em períodos de dez anos, anterior à data referida, obtiveram-se os resultados que constam na Figura 2.2.

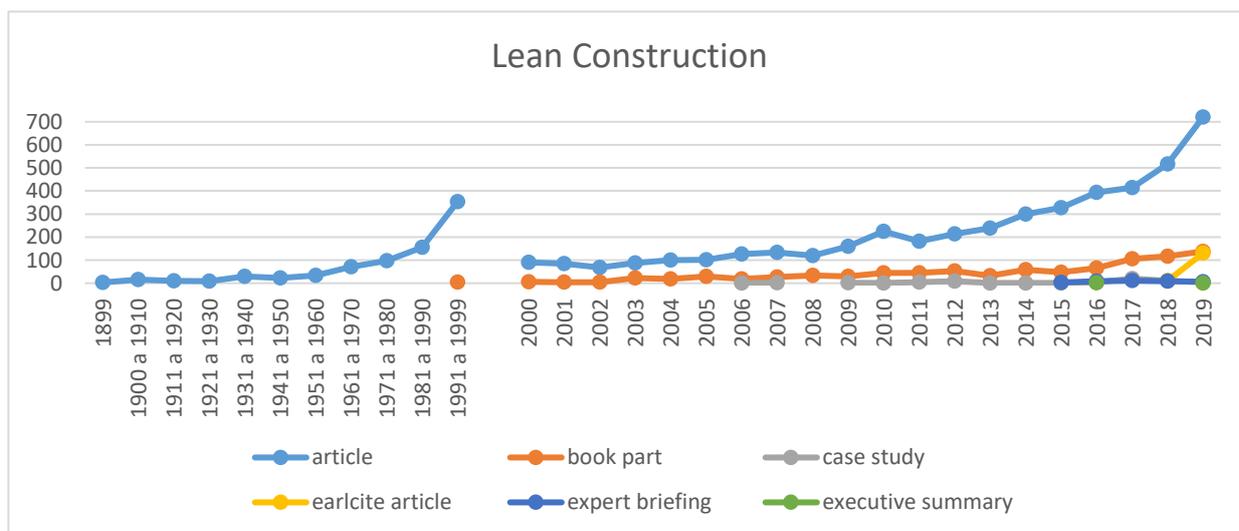


Figura 2.2 - Tipo de publicações acerca do *Lean Construction* por data de publicação (adaptado de *Emerald*, 2020).

Da análise da Figura 2.2, e excluindo o ano corrente, 2020, é possível concluir que há uma evolução, quer a nível de artigos como partes de livros, sendo que a primeira é exponencial a partir de 2011 e a segunda tem um crescimento mais suave e tem-se conhecimento do primeiro no ano de 1999.

Salienta-se, ainda que os casos de estudo começaram a surgir nesta plataforma em 2006 e que as orientações para especialistas, “*expert briefing*”, surgiram em 2015.

Também os artigos que se encontram numa fase de aprovação, “*earlcite article*”, começaram a surgir apenas em 2010, contendo uma evolução bastante significativa até ao dia corrente. De acordo com o *Emerald*, o primeiro artigo foi escrito em 1899, ou seja, século XIX.

Lean Manufacturing

Aquando a pesquisa por “*Lean Manufacturing*” que pode indicar artigos que sejam do interesse do autor para a sua pesquisa, obteve-se os seguintes resultados que constam da Figura 2.3.

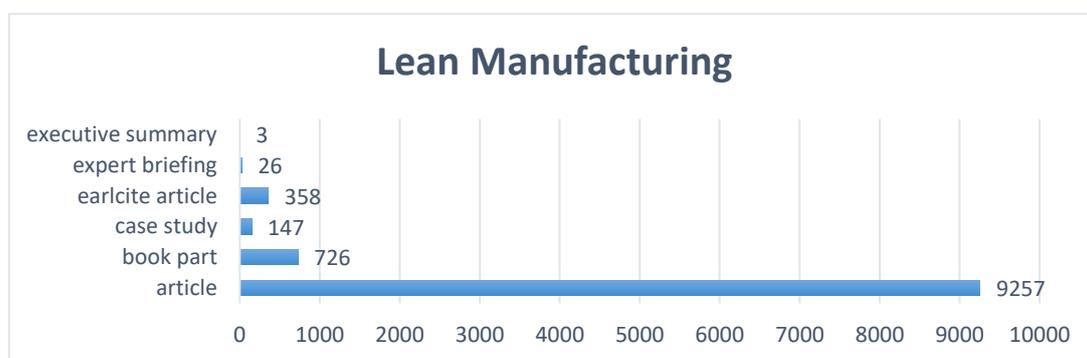


Figura 2.3 - Tipo de publicações acerca do *Lean Manufacturing* (adaptado de Emerald, 2020).

Pelos mesmos princípios de pesquisa do conceito “*Lean Construction*”, obteve-se o seguinte gráfico de evolução (Figura 2.4):

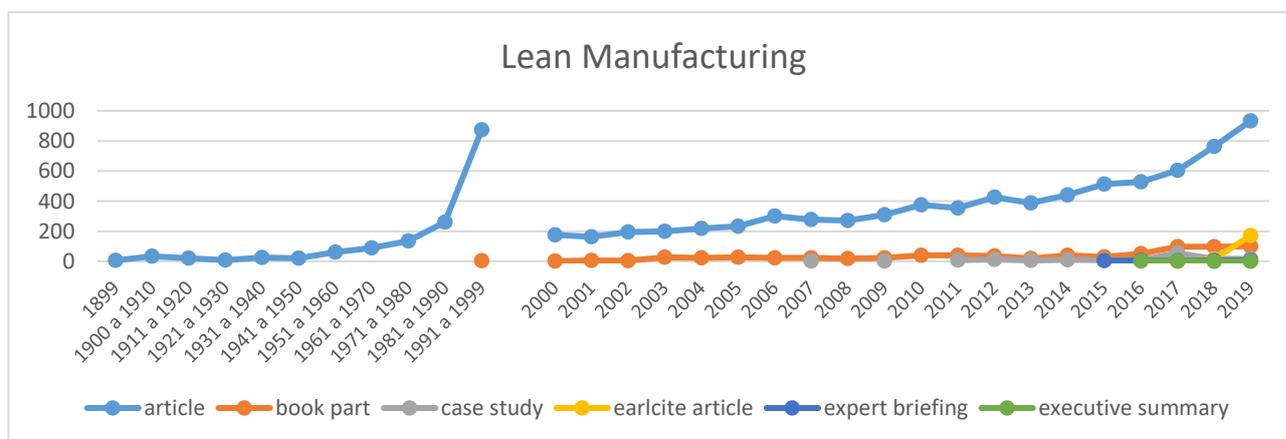


Figura 2.4 - Tipo de publicações acerca do *Lean Manufacturing* por data de publicação (adaptado de Emerald, 2020).

Esse gráfico demonstra a existência de uma evolução exponencial de artigos, “articles”, sendo que a *Emerald* indica que o primeiro foi em 1899.

No que diz respeito às partes dos livros, “book parts”, iniciaram-se em 1999 e têm vindo a crescer regularmente, sendo que em 2017 foram redigidos 97 partes de livros com o tema, um aumento bastante considerável.

Os artigos que se encontram numa fase de aprovação, “earcite article” começaram a surgir em 2017 e traduzem-se também num aumento substancial.

Em contrapartida, os “experts briefing” e os “executive summary” são bastante recentes, o que se espelha no reduzido número existente até à data.

Last Planner System

O *Last Planner System* auxilia na execução de um planeamento sem perturbações. Assenta em ajustes sucessivos por forma a ter um planeamento altamente flexível, quer em tarefas, quer em recursos.

Para que o *Last Planner System* seja corretamente implementado é necessário que não haja condicionantes na realização de tarefas.

A *Emerald*, no que respeita ao conceito “*Last Planner System*”, conta os seguintes tipos de publicações (Figura 2.5).

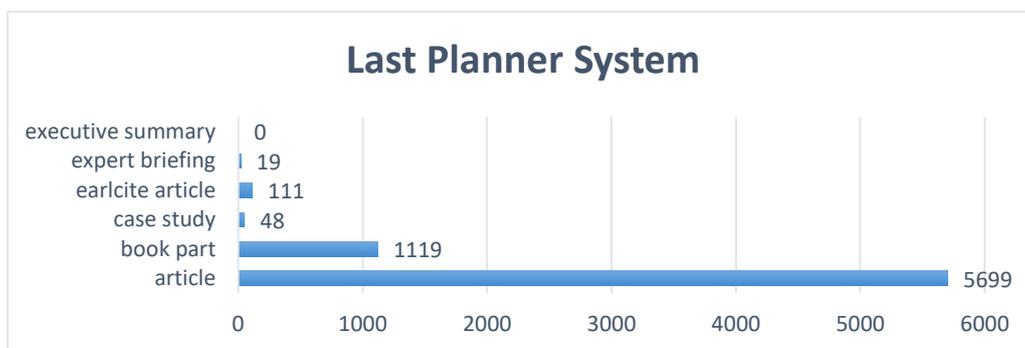


Figura 2.5 - Tipo de publicações acerca do *Last Planner System* (adaptado de *Emerald*, 2020).

Observando a Figura 2.6 é notório a evolução exponencial de artigos e partes de livros do qual o tema é retratado. Isto permite afirmar que, cada vez mais, o *Last Planner System* é uma metodologia fulcral para o desenvolvimento e otimização de todos os processos na generalidade e particularmente na construção. Denota-se que os casos de estudo começaram a serem publicados em 2011, à exceção de uma publicação isolada em 2007.

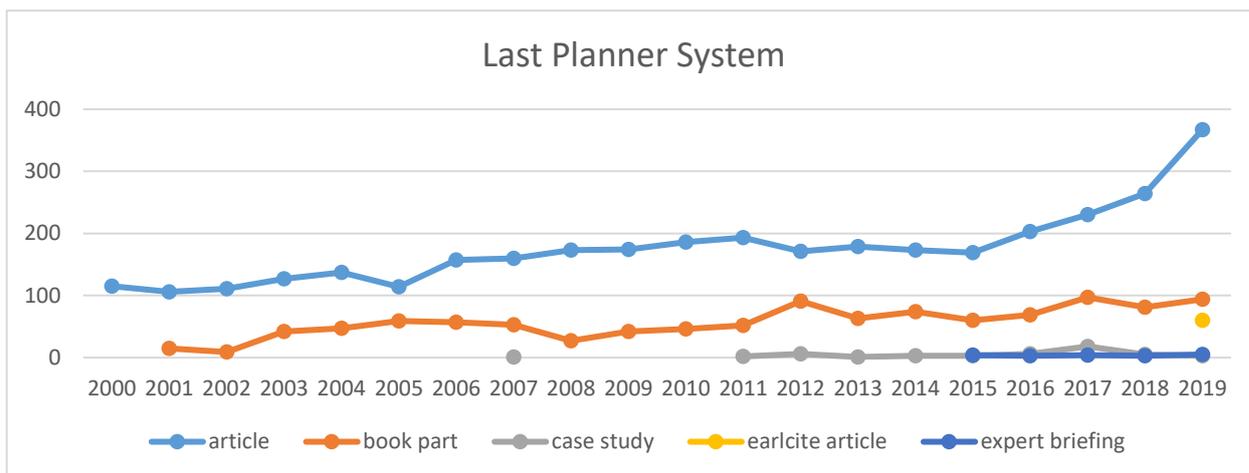


Figura 2.6 - Tipo de publicações acerca do *Last Planner System* por data de publicação (adaptado de Emerald, 2020).

Kaizen

Kaizen significa “melhoria” e pode ser aplicada na engenharia e em diversas atividades. Permitindo uma melhoria na gestão de pessoas, aumentando de produtividade, reduzindo custos, e cumprindo prazos com qualidade de produto, visa em melhorar a empresa que o implementa, por forma a satisfazer o cliente.

Trata-se de uma metodologia que permite estruturar a organização nos três eixos principais de crescimento, otimização de processos e de gestão da mudança. É uma metodologia recente, porém com um desenvolvimento exponencial, como mostram os gráficos das figuras seguintes (Figura 2.7 e Figura 2.8).

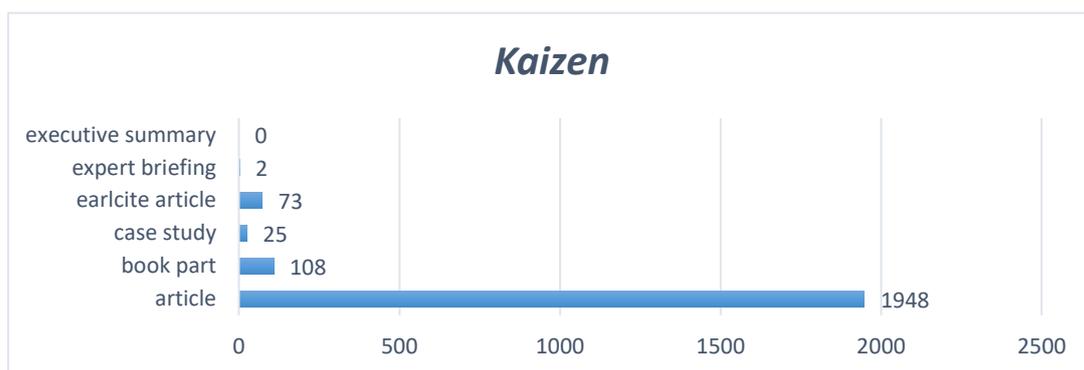


Figura 2.7 - Tipo de publicações acerca do *Kaizen* (adaptado de Emerald, 2020).

Analisando a Figura 2.8 é notório que sendo uma metodologia recente, os primeiros artigos da mesma surgiram em 2002. Uma vez que esta metodologia permite uma melhoria contínua e é uma mais valia para o setor da construção existem grandes desenvolvimentos do tema. Destaca-se o crescimento exponencial entre 2013 até ao ano passado, 2019.

Salienta-se, de acordo com o site *Emerald*, o aparecimento de casos de estudo em 2011. Estes contribuíram significativamente na implementação do processo nas empresas, com um contributo na avaliação das dificuldades e resultados que surgem com a implementação do *Kaizen*.

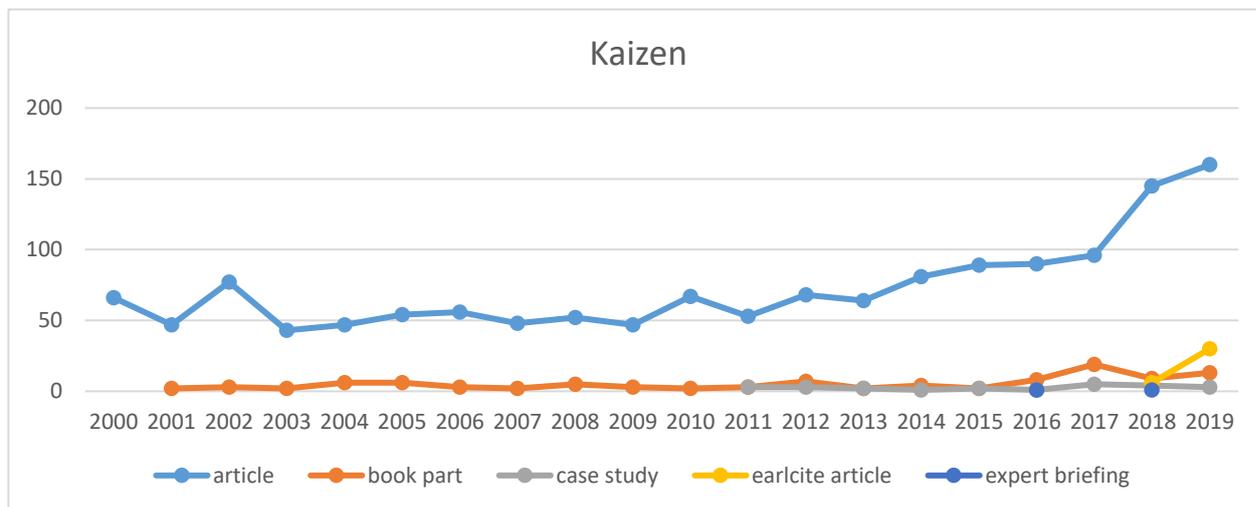


Figura 2.8 - Tipo de publicações acerca do *Kaizen* por data de publicação (adaptado de *Emerald*, 2020).

2.1.1.2 Lean Construction Journal

Dedicado à prática e à pesquisa de *Lean Construction*, acompanhando a sua evolução em todo o mundo, o *Lean Construction Journal* (LCJ) é um jornal periódico, publicado pelo *Lean Construction Institute*, desde 2003 e registado no *Directory of Open Access*.

Primando-se pelos trabalhos rigorosamente revistos, tem como principal objetivo lançar documentos que permitam o apoio à mudança. Destaca-se que, independente do país de origem de cada publicação estes devem ser traduzidos para inglês, uma vez que é uma língua mais abrangente e de leitura facilitada.

O LCJ é conhecido pelas publicações de alta qualidade de. A Tabela 2.2, resume a variedade das publicações (*Lean Construction Institute*, 2020)

Tabela 2.2 - Tipos de Publicações (adaptado de *Lean Construction Institute, 2020*).

Artigos completos

- Manuscritos que relatam pesquisas básicas e/ ou aplicadas dignas de arquivamento que provocam novas ideias em Lean Construction. Notas Técnicas - manuscritos (geralmente com menos de 2500 palavras ou equivalentes de palavras) que relatam por exemplo, construção teórica nova ou alternativa, desenvolvimentos praticos inovadores, investigações e resultados perliminares.

Ensaio do fórum

- artigos instigantes e estimulantes sobre práticas no campo, experiências ou crônicas históricas das implementações da Lean Construction, reflexões sobre os princípios e ferramentas da Lean Construction. Os ensaios podem ser baseados em fatos, conjeturas e / ou especulações do(s) autor(es).

Estudos de caso

- Descrições da aplicação do Lean Thinking ao processo de construção e os resultados obtidos. Compostos por relatos de falhas, registro de aprendizagem e casos de sucesso, permitem ao leitor ter uma percepção mais prática.

Benchmarks de Processo

- Este é um documento que resume as experiências e os conhecimentos adquiridos em atividades acadêmicas:
 - Nos laboratórios de pesquisa universitários afiliados ao Lean Construction Institute;
 - Por profissionais e/ ou acadêmicos ativos no Grupo Internacional de Construção Lean.

Discussões, tréplicas e encerramentos de contribuições anteriores

- comentários formais e considerados, tréplicas e / ou perguntas sobre o conteúdo técnico de um trabalho. As respostas / fechamentos dos autores respondem a argumentos e esclarecem questões levantadas nas discussões.

Resenhas de livros

Seções temáticas

Evolução das publicações

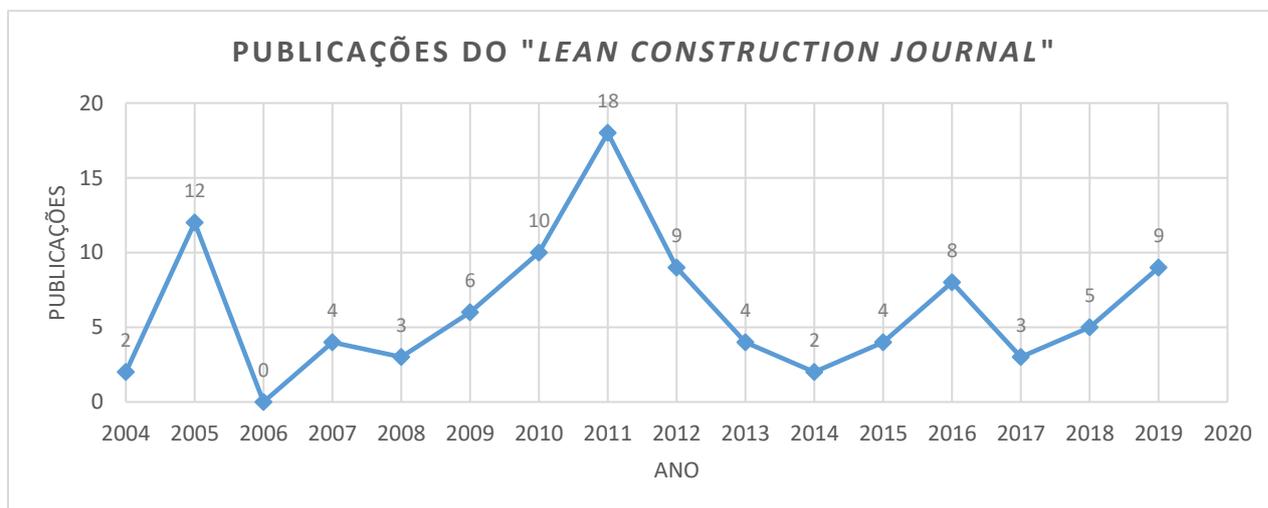


Figura 2.9 - Publicações anuais do *Lean Construction Journal* (adaptado de *Scopus, 2020*).

O *Lean Construction Journal* é um jornal sem publicações anuais regulares, como se observa na Figura 2.9, pelo que, não permite conclusões muito específicas. Porém, destaca-se o ano 2011 em que se atingiu o máximo de publicações desde 2004, 18 publicações.

Entre 2014 e 2016 houve um crescimento exponencial, tendo o número de publicações em 2017 diminuído. Destaca-se que voltou a subir a partir de 2017 até ao passado ano, 2019. Se 2020 não fosse um ano atípico previa-se que se atingisse um número muito semelhante ao do ano de 2011.

2.1.1.3 *International Journal de Lean Six Sigma*

Conhecido por publicar artigos originais, empíricos, estudos de casos e marcos ou modelos teóricos relacionados com as metodologias *Lean* e *Six Sigma*, o *International Journal of Lean*, lançado em 2010, tem como principal objetivo preencher as lacunas existentes entre a teoria e a prática do *Lean Six Sigma* (uma abordagem integrada do *Lean* e do *Six Sigma*).

Abrangendo as mais diversas áreas - fabricação, saúde, serviços financeiros, governo local, educação, serviços profissionais, entre outros – prima pelo alcance da excelência operacional e de serviços em qualquer organização.

Evolução das publicações



Figura 2.10 - Publicações anuais do *International Journal Lean Six Sigma* (adaptado de *Scopus*, 2020).

Analisando as publicações do *Internacional Journal Lean Six Sigma*, Figura 2.10, é notório, 2010 e 2017, um número regular de publicações anuais, com um aumento a partir dessa data e de uma forma exponencial, alcançado 56 publicações no ano de 2019.

2.2 LEAN CONSTRUCTION

Como referido anteriormente, a implementação do *Lean* é já um Projeto piloto de muitas empresas de construção civil em Portugal. É notório que os empreendimentos estão a aumentar de dimensão e cada vez mais demonstram um maior grau de complexidade. Assim, os modelos e técnicas de gestão convencionais começam a possuir pouca eficiência, destacando que, cada vez mais, tem de existir um planeamento, controlo e execução mais aprimorados.

Segundo (*Howell, A case Study, 1996*), existe a necessidade de controlar a gestão dos Projetos, e não somente os seus resultados. Na maneira tradicional, os resultados são medidos em termos de prazos e custos. Ou seja, os objetivos do Projeto são assumidos como fixos e os meios para atingi-los são somente alteráveis quando é necessário recuperar uma falha face ao plano inicialmente estabelecido.

Por oposição, pela abordagem *Lean*, na Gestão de Projetos delinea-se um sistema de controlo que tenta garantir que o plano é concretizado, concentrado na uniformização, no planeamento, e no controlo de produção. A título de exemplo, um conceito chave do *Lean Construction* na fase de execução é o de uma tarefa só ter início, ou ser colocada no planeamento de execução, quando tudo o que é necessário para a concluir com sucesso estar alinhado/resolvido.

Na hipótese de uma tarefa não ser realizada, o sistema recebe rapidamente um *feedback* para que a causa possa ser devidamente identificada, sendo mais fácil resolver o problema. Com esta informação a gestão pode tomar medidas preventivas e corretivas, e assim utilizar a informação reportada para melhorar o processo de planeamento. (Bernardes, 2001)

Uma vez que cada empreendimento é personalizado, os materiais mudam com frequência e as parcerias com os fornecedores e os subempreiteiros são formadas e descontinuadas regularmente. Aplicar a metodologia *Lean* na Construção Civil torna-se numa tarefa desafiante que permitirá lucros a longo prazo.

A Tabela 2.3 representa, de uma forma generalizada, uma análise *SWOT* da implementação da metodologia associada à indústria da construção.

Tabela 2.3 - Análise SWOT do *Lean* na indústria da construção (adaptado de CUNHA, 2017).

Pontos Fortes	Pontos Fracos	Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> •Melhora a eficiência e a eficácia; •Melhora a satisfação do cliente; •Aumenta o lucro e diminui o custo; •Melhora a segurança; •Melhora a comunicação. 	<ul style="list-style-type: none"> •Necessidade de união de equipa e foco; •Não gera resultados imediatos; •A formação exige um significativo investimento de tempo e recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Apoio governamental e apelos à mudança; •Colaboração com empresas de construção estrangeiras; •Promoção da pré-fabricação; •Aplicação do BIM. 	<ul style="list-style-type: none"> •Resistência à mudança; •Pressão na gestão; •Impacto na moral do trabalhador.

2.2.1 Planeamento e Controlo da Produção como Ferramenta de Implantação da *Lean Construction*

Os princípios da construção baseados no *Lean* podem ser introduzidos nas empresas construtoras através de técnicas e ferramentas para controlo do planeamento e da produção.

Na ótica de (Bernardes, 2001), o *Last Planner* expõe uma proposta de planeamento e controlo da produção. A proposta propõe uma divisão em três níveis de planeamento, onde difere o horizonte de tempo: o planeamento de curto prazo, tratado como operacional; o planeamento de médio prazo, tratado como tático e o planeamento de longo prazo, tratado como estratégico.

Tabela 2.4 - Planeamento a longo, médio e curto prazo (adaptado de Bernardes, 2001).

Planeamento a longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> • O planeamento a longo prazo é um planeamento macro, na maioria dos casos apresentado no formato gráfico, em gráfico <i>Gantt</i>, que permite definir os prazos e as datas chaves contratuais, o sequenciamento das principais atividades, as datas de encomendas de grandes fornecimentos, entre outros. • Na presença da EGO elabora-se o planeamento de uma forma detalhada, identificando, mais facilmente, os constrangimentos, ou prestam-se esclarecimentos, numa fase em que as resoluções não produzem impactos no ritmo da obra. Neste nível de planeamento, não deve ser valorizado o detalhe, uma vez que o grau de incerteza é relevante.
Planeamento a médio prazo	<ul style="list-style-type: none"> • De uma forma atempada e garantindo a continuidade do fluxo produtivo, o Planeamento de Médio Prazo (<i>lookahead</i>) permite a preparação de todos os recursos e condições necessárias para a execução das atividades de construção. • Em reuniões semanais, a Direção de Obra, com a sua equipa técnica (EGO), deverá identificar quais as atividades de construção que vão iniciar dentro do prazo estabelecido e os seus pré-requisitos e condicionantes de forma a resolver os constrangimentos antes da sua entrada em produção. • A implementação deste planeamento contribui para o aumento de produtividade das fases de produção e consequente bom desempenho do projeto contratualizado.
Planeamento a curto prazo	<ul style="list-style-type: none"> • No curto prazo deverão ser analisadas as tarefas programadas e os recursos disponíveis para a execução das mesmas. A preparação desta programação deve ter em conta os seguintes pressupostos: (Howell, <i>Implementing Lean Construction: Understanding and Action, 1998</i>) <ul style="list-style-type: none"> - Adequada definição do trabalho a realizar; - Efetiva capacidade para realizar o trabalho (recurso e pré-requisitos liberados); - Sequência dos trabalhos viabilizada; - Quantidade de trabalho proporcional ao tempo atribuído; - Responsabilidades definidas.

Na base de um elevado compromisso, o planeamento a curto prazo deve ter em atenção que os trabalhos não preparados não devem ser lançados na programação semanal. Os critérios de seleção dos trabalhos

semanais têm de garantir o cumprimento das datas chaves e prazos no planeamento geral. Desta forma, o desafio da equipa da obra, semanalmente, é atingir o cumprimento das atividades planeadas para essa semana.

O Planeamento de Curto Prazo (semanal) e o Planeamento de Médio Prazo (n semanas) deverão ser avaliados, em equipa, semanalmente. Esta periodicidade permite determinar o grau de cumprimento, a análise dos desvios e as respetivas causas, e as correções a realizar, se necessário.

Com uma periodicidade mensal, e com a informação dos dois planeamentos de nível inferior, o Planeamento de Longo Prazo deve ser balizado e avaliado, no que diz respeito a atrasos de trabalho, das datas chave ou da alteração do caminho crítico.

Por fim, comparando os resultados esperados para cada nível de planeamento com os obtidos, permite-se um controlo eficaz dos respetivos processos construtivos, reduzindo a sua imprevisibilidade.

2.2.2 Técnicas *Lean Construction*

A metodologia *Lean* pode ser dividida em vinte e duas técnicas *Lean* que são utilizadas internacionalmente nas mais diferentes indústrias e serviços. Estas técnicas podem ser aplicadas nos diferentes processos de um empreendimento (conceção, projetos técnicos, controlo e construção) ou numa organização do setor da construção.

Considera-se, assim, dois tipos de famílias de técnicas *Lean*, (Construção, setembro 2016):

- Técnicas orientadas para o desenvolvimento da melhoria ([*Workshops* de Melhoria], [Relatório A3], [5S], [Análise das Causas Raiz], entre outras);
- Técnicas de aplicação operacional a nível do planeamento, organização e controlo ([Indicadores de Gestão], [*Last Planner System*], [Reuniões de Equipa], [Cartões Sinalizadores], entre outras).

De destacar que aquando da implementação do *Lean*, estas técnicas são usadas de uma forma combinada (a sua individualização apenas tem como objetivo uma melhor compreensão das mesmas).

As vinte e duas técnicas identificadas como *Lean Construction* são listadas na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Técnicas *Lean* na Construção (adaptado de Construção, setembro 2016).

N.º	Técnica <i>Lean</i>	Objetivo
1	[5 S]	Organizar os espaços de trabalho, tornando-os mais seguros e produtivos.
2	[À Prova de Erro] (<i>Poka Yoka</i>)	Prevenção de erros, baseada na conceção de dispositivos físicos que anulem a probabilidade de erro.
3	[Análise das Causas Raiz] (<i>Root Cause Analysis</i>)	Metodologia (questões e esquemas) para identificar as causas dos problemas e sistematizar a correção dos desvios.
4	[BIM] (<i>Building Information Modelling</i>)	Gestão de modelos multidisciplinares integrados de projetos de construção, em todas as suas fases, suportada em TI e realidade virtual (BIM).
5	[Busca do Desperdício] (<i>Gemba Walk</i>)	Busca de ineficiências, percorrendo o espaço de trabalho (<i>gemba</i>) por observação dos processos de logística e produção "in loco".
6	[Cartão Sinalizador] (<i>Kanbans</i>)	Assegurar a reposição de stocks, serviços de transporte e outro tipo de recursos, através de sinalizadores que alertam para a sua necessidade evitando paragens ou atrasos na produção.
7	[Comboio Logístico] (<i>Mizumashi</i>)	Distribuir correta e atempadamente os recursos nos diversos locais ao longo da cadeia de produção, onde estes são necessários.
8	[Controlo Visual]	Dar a conhecer a todos os trabalhadores o estado atual do trabalho de produção e avisos de ação.
9	[Diagrama Esparguete] (<i>Spaghetti Chart</i>)	Observar através da representação de fluxos, como os recursos e os produtos fluem ou como o trabalho é realizado e melhorar que no for necessário.
10	[Engenharia de Valor] (<i>Value Engineering</i>)	Analisar um produto, serviço ou projeto, numa ótica da função a que se destina e estimular a procura de alternativas que em simultâneo cumpram as mesmas funções, mas com custos inferiores.
11	[Indicadores de Desempenho]	Promover uma gestão objetiva, através de utilização de indicadores desempenho (KPI) e comprometer as equipas no cumprimento das metas.
12	[<i>Last Planner System</i>] - LPS	Realizar um adequado e envolvente processo de planeamento, planeamento colaborativo, por níveis (temporais e funcionais), às atividades de produção.
13	[Mapeamento da Cadeia de Valor] (<i>Value Stream Mapping</i>)	Mapear os "workflows", os ciclos de tempo e a informação necessária para um (ou vários) processo(s). A partir dessa informação melhorar os processos.
14	[Nivelamento da Produção] (<i>Heijunka</i>)	Nivelamento do Volume de Trabalho no espaço e no tempo, permitindo o uso racional dos meios/recursos e o equilíbrio dos stocks.
15	[Processos Normalizados] (<i>Standard Works</i>)	Definir descrições simples dos trabalhos, em qualquer suporte, com toda a informação necessária para a execução de uma atividade sem erros e variabilidade.
16	[Programa de Manutenção Total] (TPM- <i>Total Productive Maintenance</i>)	Promover a manutenção proactiva, com o objetivo de obter máquinas e equipamentos sem problemas e não pondo em causa o processo de produção.
17	[Projeto Integrado] (IPD - <i>Integrated Project Delivery</i>)	Promover um ambiente integrado de todos os especialistas, para estarem envolvidos em todas as fases de um projeto (empreendimento) de construção (desde a fase de conceção até à entrada em serviço).
18	[Relatório A3]	Identificar o problema, analisar, planear medidas de ação e acompanhar a obtenção de resultados pretendidos.
19	[Reuniões de Equipa] (<i>Briefings</i>)	Reuniões periódicas de curta duração com as equipas de pessoal, abordando os temas importantes desse dia, divulgar metas, esclarecer e também ouvir os operacionais.
20	[Salas de Controle] (<i>Big Room</i>)	Expor informação do planeamento e controlo em ecrãs e/ou conteúdos afixados nas paredes de uma sala específica no local de trabalho.
21	[Troca Rápida de Componentes] (SMED)	Planear e treinar para minimizar os tempos de ajuste/ substituição de equipamentos dos processos produtivos.
22	[Workshops de Melhoria] (<i>Kaizen Event</i>)	Promover de uma forma célere as metodologias <i>Lean</i> para melhorar continuamente os processos da empresa.

CAPÍTULO 3

LEAN NA GARCIA, GARCIA DESIGN & BUILD S.A.

Com o intuito de acrescentar valor, conhecimentos e dinamismo, a GG estabeleceu uma parceria com a consultora externa, a *Kaizen Institute*. Esta parceria visa promover a filosofia e as práticas de melhoria contínua na empresa, uma vez que, como referido no (*Kaizen Institute, s.d.*), *Kaizen* significa “melhoria” e pode ser aplicada em diversas atividades. A presença do *Lean* nas obras da GG por todos os elementos técnicos em obra é assídua e contribui para o [Controlo Visual].

Salienta-se que na empresa a maior parte das obras em curso, ou recentemente executadas, já tem implementada esta metodologia. Ainda assim, não existem dados concretos sobre os resultados.

3.1 LEAN CONSTRUCTION NA GARCIA, GARCIA DESIGN & BUILD S.A.

Tendo a Garcia, Garcia Design & Build S.A. uma parceria com o *Kaizen Institute*, foram implementadas normas e um guião com os procedimentos padrão de forma a colmatar as necessidades da empresa.

Este guião aposta numa “sala”², preenchida com alguns quadros para permitir um planeamento e, também, um controlo visual da obra. O *Kaizen Institute* recorre frequentemente ao [*Last Planner System*], ou seja, ao controlo de custos, de recursos e planeamentos ajustáveis de acordo com as necessidades ou constrangimentos.

Seguindo as normas de preenchimento da “sala” do guia fornecido pelo *Kaizen Institute* apresentam-se, de seguida, todos os quadros a afixar em obra.

² Normas de preenchimento da “sala” que constam do guião fornecido pelo *Kaizen Institute* à Garcia, Garcia Design & Build S.A.

3.1.1 Informação Geral do Projeto

No guião do *Kaizen* é referenciado um quadro denominado de “Informação Geral do Projeto”. Este é dividido em seis partes, como se pode observar nas figuras seguintes - Figura 3.1 e Figura 3.2.



Figura 3.1 - Divisão do quadro "Informação Geral do Projeto" (autor).

The form is titled "INFORMAÇÃO GERAL PROJETO IMOBILASA" and is divided into several sections:

- NORMA REUNIÕES**: A large empty box for meeting rules.
- REGRAS ESTALEIRO**: A large empty box for site rules.
- A3 DE INÍCIO**: A central section divided into four quadrants:
 - 1. ÂMBITO E OBJETIVOS
 - 2. ESTRUTURA ENTREGÁVEIS E PRAZOS
 - 3. EQUIPA OBRA
 - 4. INDICADORES DE OBRA
- PRESENCAS REUNIÕES**: A grid for recording meeting attendance. The grid has columns for "Data" and "Participantes".
- MAPA CONTATOS**: A large empty box for contact information.
- CONTATOS EMERGÊNCIA**: A large empty box for emergency contact information.
- RESPONSÁVEL ACTUALIZAÇÃO**: A field for the person responsible for updates.
- ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO**: A field for the last update date.

Figura 3.2 – [Informação Geral do Projeto] (Kaizen Institute, 2019).

Cada uma das partes aborda o seguinte:

1. [Norma de Reuniões]

Segundo o procedimento acedido, devem-se realizar três tipos de reuniões: a Reunião de Planeamento, a Reunião com o Dono de Obra e o *Briefing* Diário. Cada uma com os seus objetivos e com a sua agenda dos tópicos a abordar, previamente definida.

A Reunião de Planeamento tem duas fases, apresentando como objetivo guiar a reunião para que sejam abordados os temas todos, sendo possível nas figuras seguintes, figuras 3.3 – partes 1 a 3, ver quais os pontos a abordar, a título exemplificativo.

1) Reunião Planeamento

Frequência	Fases	Horário	Duração	Participantes
Semanal	1ª Fase		50 min	
	2ª Fase		60 min	

- **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 – 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

Figura 3.3 – [Norma de Reuniões] – Parte 1 – Reunião de Planeamento (Kaizen Institute, 2019).

Na Reunião com o Dono de Obra, a agenda também refere quais os pontos a abordar.

2) Reunião Dono de Obra

Frequência	Horário	Duração	Participantes
Semanal			

- Tópicos a Abordar**
- Revisão da ultima Ata
 - Riscos e oportunidades importantes que saíram da reunião de Planeamento

Figura 3.3 – [Norma de Reuniões] – Parte 2 – Reunião como Dono de Obra (Kaizen Institute, 2019).

O *Briefing* Diário é um procedimento importante para lembrar assuntos críticos que possam surgir.

2) Briefing Diário

Frequência	Horário	Duração	Participantes
Diário		10 min	

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

Figura 3.3 – [Norma de Reuniões] – Parte 3 – *Briefing* Diário (Kaizen Institute, 2019).

Em cada uma das reuniões devem ser colocadas as horas e a frequência das mesmas, assim como os participantes e o tempo que se deve despendar em cada ponto.

No final da reunião do planeamento devem verificar-se todos os pontos discutidos. Para isso, existe o quadro síntese para se executar a verificação marcando os pontos realizados.

O *checklist* de cada uma das reuniões é apresentado na Figura 3.4.

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 3.4 – [Reunião de Planeamento – *checklist*] (Kaizen Institute, 2019).

Para que a reunião seja rápida e produtiva é imprescindível que sejam cumpridos alguns procedimentos, tais como:

1. Todos devem estar de pé;
2. Proibido o uso de telemóveis, e/ou computadores;
3. Presença de todos os participantes convocados;
4. Os pontos devem ser todos discutidos seguindo os tempos de discussão agendados;
5. Todos os elementos da “sala” devem ser atualizados durante a reunião;
6. Garantir manutenção da gestão visual dos quadros após a reunião.

2. [A3 de Início]

O [A3 de Início] possibilita o levantamento e a compreensão clara dos requisitos do cliente. Este documento permite uma definição concreta dos objetivos da obra, permitindo uma comunicação efetiva entre todos os envolvidos e uma mitigação preliminar dos riscos. Assim, é um documento composto por quatro quadrantes, como se pode observar na Figura 3.2, a serem preenchidos com a seguinte ordem:

- a. **“Âmbito e Objetivos”**: Neste quadrante devem ser referidos os objetivos internos e externos, tais como os do cliente e os dos subempreiteiros. Para além disso, deverá ser inserida a informação geral da caracterização do Projeto, como por exemplo o ponto de partida e as suas necessidades, o resumo do âmbito do Projeto, a estimativa de benefícios resultantes dos entregáveis, a caracterização geral (nome, data de início e de fim prevista) e a identificação preliminar de riscos e dificuldades;
- b. **“Estrutura de entregáveis e prazos”**: Neste quadrante devem-se enumerar os principais entregáveis definidos para a obra e os seus respetivos prazos de entrega acordados;
- c. **“Equipa da obra”**: Neste quadrante deverão ser mencionados os membros da equipa de obra, o seu nome e função, o tempo necessário de presença em obra e o meio de comunicação com esse elemento da equipa;
- d. **“Indicadores da obra”**: Os indicadores podem ter em conta várias vertentes, tais como a qualidade, o custo, o cumprimento de prazos ou outras categorias como a segurança em obra e a motivação das pessoas. A escolha do que se pretende avaliar é de extrema importância, visto que são estes que classificam a qualidade do trabalho dos intervenientes e o andamento da obra. O principal objetivo desta seleção (um a quatro indicadores) é suscitar a análise de causas e contramedidas na ocorrência de desvios. Essa

reflexão deverá ser realizada em reunião, lançando medidas de melhoria de forma a evitar futuros desvios nos indicadores ou uma recorrência (desvio já detetado). Cada indicador deve ter um responsável pela atualização e controlo. Para a representação desta análise existe um novo quadro [A0 dos Indicadores], representado na Figura 3.4. Este é ajustável consoante os indicadores escolhidos.

The image shows a software interface titled "INDICADORES" (Indicators) for "GARCIA GARCIA". It features a grid of four indicator categories: "QUALIDADE" (Quality), "CUSTO" (Cost), "DELIVERY", and "SEGURANÇA" (Safety). Each category has a corresponding empty box for data entry. At the bottom, there are two input fields: "RESPONSÁVEL ATUALIZAÇÃO" (Responsible for Update) and "FREQUÊNCIA ATUALIZAÇÃO" (Update Frequency), with the latter set to "Análise e atualização semanal" (Weekly analysis and update).

Figura 3.4 – [A0 dos Indicadores] ("Qualidade", "Custo", "Delivery", "Segurança" (Kaizen Institute, 2019).

3. [Mapa de Contactos]

Indica todos os contactos da equipa de obra, tais como o do Diretor de Obra, o DO adjunto, o encarregado de obra, dos projetistas de arquitetura e especialidades e dos demais elementos da equipa.

4. [Regras do Estaleiro]

As regras do estaleiro constituem alertas, sendo regras básicas que devem ser cumpridas no estaleiro, a afixar na vitrine de segurança e no local apropriado da Figura 3.2.

5. [Presenças nas Reuniões]

Em cada reunião são registadas as presenças, permitindo o controlo sobre quem esteve e têm conhecimento dos assuntos abordados.

6. [Contactos de Emergência]

Local reservado para colocar os contactos de emergência em caso de incêndio e acidente.

3.1.2 [Listagem Sub-Empreitadas]

O guião do *Kaizen Institute* aborda a colocação da [Listagem Sub-Empreitadas]. O *template* da Figura 3.5, deve ser preenchido de acordo com o estado das subempreitadas. Em primeiro lugar devem ser enumeradas todas as subempreitadas que se aplicam à obra e seguidamente deve ser preenchido o estado das diversas subempreitadas (se estão adjudicadas, se já iniciado o processo de seleção, mas não adjudicado, ou se está por iniciar).

Salienta-se que as divisões acima mencionadas devem ser visíveis no quadro através de *post-its*, isto é, a cada estado há uma cor associada, de forma a ser bastante claro quais as subempreitadas que estão decididas e quais as que estão por resolver. Convém também que fique visível a legenda dos *post-its* ao lado deste quadro.

Por fim, neste *template* devem ser preenchidas as datas de entrada em obra e as de conclusão acordadas, para que exista uma perceção do término dos trabalhos. As datas são apresentadas em semanas, por exemplo, entrada na semana “S2”, término na semana “S24”.



GARCIA GARCIA DESIGN & BUILD		LISTAGEM SUB-EMPREITADAS		
SUB-EMPREITADA	ESTADO	DATA ENTRADA OBRA	DATA DE CONCLUSÃO	OBSERVAÇÕES

Figura 3.5 - Template da [Listagem Sub-Empreitadas] (Kaizen Institute, 2019).

3.1.3 [Planeamento Projeto *Greenyard*] / KAIZEN

De acordo com o guião, na disposição da “sala” existe, para além do planeamento em A0 do “*MS Project*” o “Planeamento Projeto *Greenyard*”, Figura 3.6.



PLANEAMENTO PROJETO GREENYARD

Sem. Área	DIAS ATRASSO													

Figura 3.6 - *Template* [Planeamento Projeto *Greenyard*] (GG).

O planeamento da Figura 3.6 deve ser preenchido de acordo com o plano desenvolvido em *MS Project*, plano *baseline*. O preenchimento deste planeamento segue as seguintes regras:

- A primeira linha é referente às semanas de trabalho;
- A primeira coluna destina-se à colocação das subempreitadas envolvidas;
- Na segunda coluna colocam-se os dias de atrasos em que a tarefa ou subempreitada está em relação ao plano *baseline*.

Após o cumprimento das três regras acima mencionadas é necessário transportar o planeamento para o quadro através de *post-its*. Destaca-se que para isso é necessário atribuir a cada cor de *post-it* uma legenda. A título exemplificativo, deve conter uma cor diferente ou forma para condicionalismos, tarefas a executar, chegada de material, caminhos críticos, ou atrasos.

A *Kaizen Institute* indica que este planeamento deve ser revisto diariamente e atualizado mediante o estado das tarefas. O plano *baseline* não deve ser retirado, ou seja, em cada tarefa não concluída na semana planeada deve ser assinalado no *post-it* original um “X” a vermelho. Ao longo da identificação dessas tarefas deve ser adicionado um *post-it* adicional, com o mesmo conteúdo do original de forma a sinalizar a semana para o qual a tarefa mudou.

Com o auxílio do planeamento, deve ser realizada todas as semanas a análise dos constrangimentos através do *Last Planner*. Devem ser revistas as semanas anteriores, o que falhou nas tarefas e o porquê dessa falha. Devem, também, ser analisados os constrangimentos das tarefas seguintes, bem como os riscos das mesmas não se iniciarem.

3.2 APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS LEAN À EMPRESA GARCIA, GARCIA DESIGN & BUILD S.A.

Após uma análise às vinte e duas técnicas de *Lean Construction* existentes e tendo em atenção a parceria com o *Kaizen Institute*, as que se aplicam à empresa Garcia, Garcia Design & Build S.A. são:

- **[5S]** (Organização de um Espaço de Trabalho)

Com vista a criar as melhores condições para que os processos dispendiosos (quer a nível de tempo, quer de custos) sejam eliminados ou minimizados, a técnica [5S] pretende assegurar que nas áreas de trabalho apenas se mantém os itens necessários ao trabalho. Para que se garanta melhores condições é necessária limpeza, organização e segurança, de forma regular.

Esta metodologia possui como base cinco palavras japonesas cujas iniciais formam o nome do programa - *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke* - que significam “senso” quando traduzidas para Português, sendo eles - senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina. (*Howell, Implementing Lean Construction: Understanding and Action, 1998*)

A técnica [5S] baseia-se no levantamento da situação atual, tentando implementar ações de melhoria e posterior verificação. De destacar que esta técnica se aplica a uma área de trabalho, seguindo cinco passos: (Construção, setembro 2016)

- **1S** – Triar (*Seiri / Sort*): Ordenar e selecionar todos os itens necessários e segregar do espaço tudo que não seja utilizado;
- **2S** – Arrumar (*Seiton/ Set*): Arrumar os itens no espaço, perfeitamente identificados de forma visível, de acordo com a sua necessidade de utilização, permitindo ao seu rápido acesso e sua manutenção no mesmo local;
- **3S** - Limpar (*Seiso/ Shine*): Limpar, todo o espaço de qualquer sujidade mantendo visível todas as identificações existentes. Durante o processo de limpeza, os itens que foram organizados devem ser testados para assegurar o seu funcionamento adequado durante o trabalho;
- **4S** - Normalizar (*Seiketsu / Standards*): Estabelecer procedimentos/regras documentados ou inscritos nos diversos suportes visuais do próprio espaço e garantir que as atividades ocorram sem variabilidade, independentemente de quem as executa;
- **5S** - Manter (*Shitsuke / Sustain*): Garantir que os procedimentos/regras introduzidas são mantidas no tempo, com a responsabilização e envolvimento dos colaboradores utilizadores do espaço, assim como a sua verificação periódica.

- **[Controlo Visual]**

A técnica [Controlo Visual] passa, normalmente, pela disponibilização de painéis informativos com esquemas, gráficos ou figuras que transmitem de uma forma rápida, sucinta e apelativa a informação essencial.

- **[Sistema de Indicadores de Desempenho]**

O [Sistema de Indicadores de Desempenho] na construção, aquando a sua implementação, tem como objetivo medir o desempenho dos processos para a concretização de um empreendimento, de forma a verificar se os objetivos estabelecidos são atingidos e apoiar as tomadas de decisão.

Para que se meça o impacto das medidas tomadas no processo de concretização de um empreendimento é fundamental a monitorização. Esta ferramenta contribui para a melhoria contínua do empreendimento e ajuda nas tomadas de ações em caso de necessidade.

- **[Last Planner System]**

A técnica do [Last Planner System] (LPS) tem como objetivo primordial gerir ativamente o planeamento físico da obra, reduzindo atempadamente os fatores de variação e de incerteza que vão sendo identificados. Promove relacionamentos, diálogo e compromissos por, e entre, todos os intervenientes no empreendimento da construção e da produção, contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas.

- **[Programa de Manutenção Total]**

O [Programa de Manutenção Total] tem como objetivo garantir a máxima eficiência das operações, através de uma abordagem global da manutenção dos equipamentos e da produção em geral. Com a redução das paragens por avaria, a redução de defeitos e o aumento da produtividade, a aplicação desta técnica permite um ganho de eficiência substantivo.

- **[Reuniões de Equipa]**

De forma a assegurar a comunicação de uma forma sistemática e regular entre as direções e as respetivas equipas, são necessárias as [Reuniões de Equipa] (*Briefings*). Estas reuniões têm como finalidade a partilha e transmissão de informação relevante, estabelecendo metas, identificando problemas e as respetivas soluções.

Normalmente, estas reuniões são de curta duração, com frequência diária ou semanal, de acordo com o supramencionado e especificando o plano de trabalhos e indicadores de desempenho de equipa, quando aplicável.

- **[Sala de Controlo Visual]**

A [Sala de Controlo Visual] (*Big Room*) é um espaço conhecido onde compila toda a informação primordial de uma organização, empreendimento e projeto. Maioritariamente neste espaço físico encontra-se informação acerca do planeamento, das atividades operacionais (indicadores de segurança e saúde, qualidade, económicos, equipamentos) e dos planos de ação. Esta sala promove a responsabilização, a colaboração e o envolvimento dos diversos elementos das equipas. É interessante a realização de reuniões de equipa e *briefings*, nesta sala, para que exista o acesso a toda a informação relevante.

A informação afixada em painéis tem de ser controlada e atualizada pelos diversos elementos da equipa, de acordo com os dados do terreno, permitindo acompanhar e agendar as atividades seguintes. Uma vez atrasada, esta técnica auxilia na recuperação dos prazos e os respetivos níveis de desempenho.

- **[Troca Rápida de Componentes] - [SMED]**

De forma a reduzir o tempo de perda provocado pela mudança de série, a [SMED] aplica-se em qualquer organização e é utilizada quando existem equipamentos e veículos que necessitam de alterações, movimentações, ou manutenção, ao longo da fase de produção.

No que concerne à construção, quando se move um equipamento entre duas frentes de obra, aplica-se esta técnica. A título de exemplo, quando é necessário mudar a função de uma escavadora, em função do tipo de solo/rocha, é necessário que essa mudança esteja previamente estipulada. Assim, a técnica [SMED] pretende reduzir o tempo de perda provocado pela mudança e, conseqüentemente, reduzir os desperdícios e os custos de produção.

CAPÍTULO 4

CASO DE ESTUDO

De acordo com (Garcia-Garcia, 2019), a ligação da família Garcia à construção civil remonta ao final do séc. XIX, com a construção de chaminés de fábricas da Indústria Têxtil. As chaminés, elemento imprescindível, tinham como principal objetivo permitir a exaustão dos produtos resultantes da combustão das caldeiras que forneciam energia (vapor) para a indústria.

Desta forma, a família Garcia foi responsável pela construção da grande maioria deste tipo de estruturas na região do Vale do Ave, e, atualmente, estas construções são parte integrante do património classificado e alvo de preservação, uma vez que são um marco distintivo da região acima referida.

Esta empresa conta já com quatro gerações, sendo que foi durante a terceira geração, (década de 1960) e tendo por base todo o conhecimento acumulado sobre a indústria têxtil, que a empresa investiu na construção de estruturas industriais integradas.

Por fim, na década de 1990, já com a quarta geração, a empresa ampliou o seu leque de desenvolvimento de Projetos, servindo assim, todos os setores empresariais na área da construção.

Portanto, a Garcia, Garcia Design & Build S.A. considera-se uma empresa especializada no “*design & build*” de edifícios industriais, logísticos, comerciais e residenciais. De destacar que a empresa oferece um serviço integrado que, dependendo das necessidades, vai desde a escolha da localização à construção, passando pela conceção, garantindo um resultado na especificação, no prazo, no orçamento e de acordo com o “*state of the art*”.

Assim, a GG é conhecida pela sua intervenção ampla e ajustada de acordo com o empreendimento a desenvolver. A Multiprojectus é assim uma filial da empresa Garcia, Garcia Design & Build S.A., que auxilia na consultoria e no desenvolvimento do Projeto. A título exemplificativo, como conhecedores do mercado imobiliário, desenvolvem todas as iniciativas necessárias para apresentar uma proposta de localização que se enquadre com os objetivos do cliente, estudando a viabilidade técnica e económica.

Validada as fases anteriores, a Multiprojectus assegura todo o trabalho ao nível dos projetos de arquitetura e engenharia, processos de licenciamento e consequente construção do imóvel.

Não obstante, a Multiprojectus é também conhecida pela implementação da metodologia BIM. A empresa desenvolve os seus empreendimentos integralmente com recurso a ferramentas integradas no BIM, agilizando a cooperação e a relação de trabalho entre os diferentes intervenientes durante o processo de conceção e construção, com integração das diferentes especialidades e consequente otimização processual. Têm como potencial objetivo favorecer a redução dos prazos de conceção e construção, diminuir os custos e, acima de tudo, desenvolver projetos com um grau de confiança superior.

4.1 DESCRIÇÃO DA OBRA

Constituída por três fases, sendo que cada fase corresponde a um edifício diferente (Figura 4.1), o empreendimento residencial Asprela Domus conta com um total de 377 frações, para habitação e comércio.

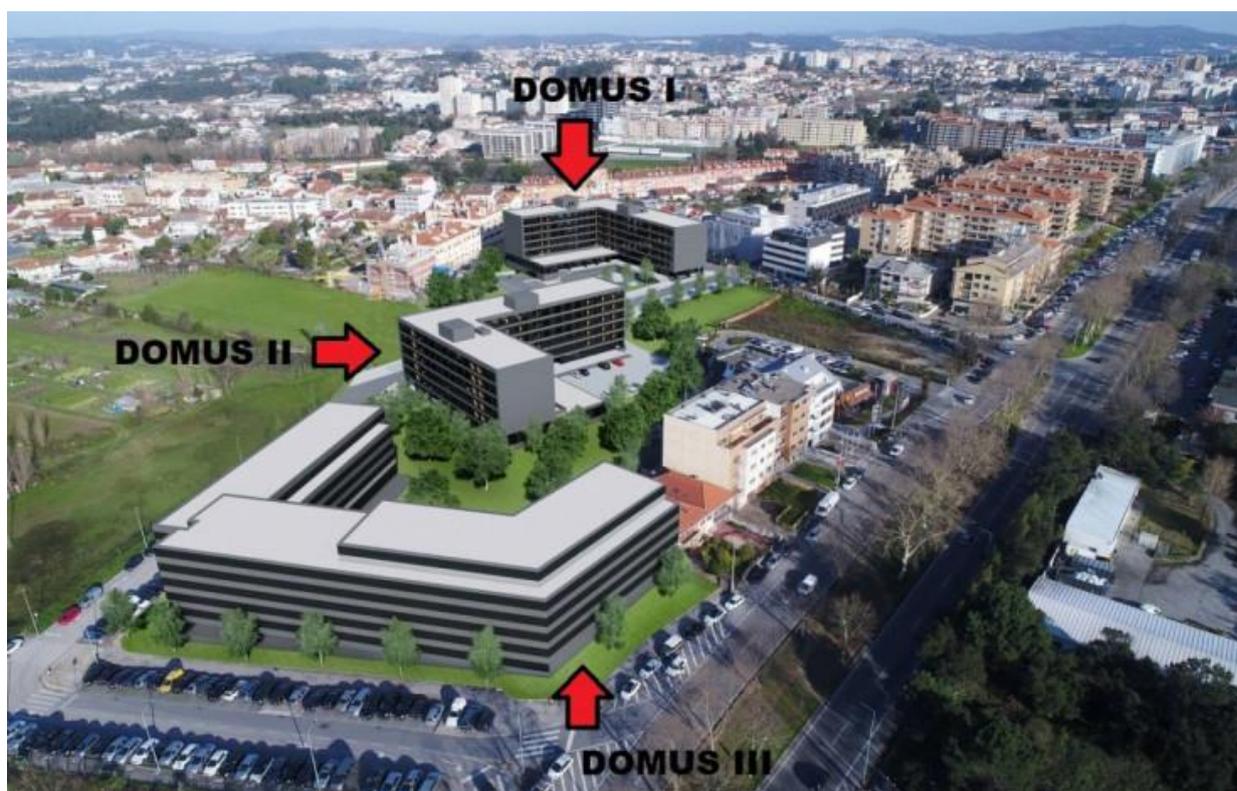


Figura 4.1 - Localização do empreendimento residencial Asprela Domus (Soares, 2019).

De forma a colmatar a forte procura de habitação, maioritariamente estudantes e devido à proximidade às faculdades e ao Hospital de São João, a Imobilasa- Imobiliária Armando da Silva Antunes LDA, dono de obra, propôs a construção destes edifícios.

Define-se dono de obra, a «entidade por conta de quem a obra é realizada, bem como qualquer pessoa ou entidade que contrate a elaboração de projeto», segundo a Lei nº31/2009 de 3 de julho, republicada pela Lei nº 40/2015 de 1 de junho.

No que diz respeito à primeira fase do Asprela Domus, já concluída, esta foi lançado no início de 2017 e a comercialização iniciou-se em maio desse mesmo ano. Constituída por 94 frações (86 para habitação e oito para comércio) com tipologias de habitação T0, T1, T2 e T3 e áreas desde 50 m².

O Asprela Domus II teve a sua fase de pré-lançamento a 12 de setembro de 2017 e é constituída por 127 frações para habitação.

Já a terceira fase, o Asprela Domus III, iniciou os seus trabalhos em abril de 2020 e é constituído por 156 frações para habitação.

4.1.1 Asprela Domus II

Com uma área de implantação de 2155 m², o Asprela Domus II é composto por dois blocos, bloco I e bloco II, com uma implantação em “L”.

O empreendimento é constituído por 127 frações, distribuídos por 7 pisos sendo que dois são enterrados (estacionamento). A distribuição das frações está esquematicamente representada na Figura 4.2.

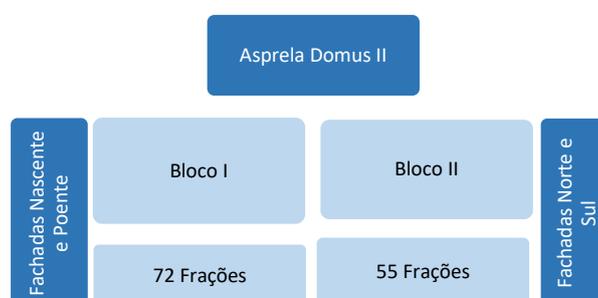


Figura 4.2 - Fogos e orientações do Asprela Domus II (autor).

Pela Tabela 4.1 verifica-se a existência da variedade de tipologias existentes. Destaca-se a diferença existente entre tipologias de cada bloco, ou seja, o bloco I é constituído essencialmente por apartamentos de tipologia T0 e T2, enquanto no bloco II dominam as tipologias T1. Salienta-se, que o piso 6 é igual em ambos os blocos e que, na generalidade, a tipologia T1 é a mais representada.

Tabela 4.1 - Composição da Asprela Domus II (autor).

Frações	T0	T1	T2	T3	Total	Frações	T0	T1	T2	T3	Total
Bloco 1	23	20	25	4	72	Bloco 2	1	49	1	4	55
Piso 0	3	33	4	0	10	Piso 0	1	7	0	0	8
Piso 1	4	3	4	0	11	Piso 1	0	8	0	0	8
Piso 2	4	3	4	0	11	Piso 2	0	8	0	0	8
Piso 3	4	3	4	0	11	Piso 3	0	8	0	0	8
Piso 4	4	3	4	0	11	Piso 4	0	8	0	0	8
Piso 5	4	3	4	0	11	Piso 5	0	8	0	0	8
Piso 6	0	2	1	4	7	Piso 6	0	2	1	4	7

Tendo em atenção o atrás descrito encontram-se em anexo (Anexo II) os alçados com a indicação da orientação e a planta de loteamento, diferenciando o bloco I do bloco II.

4.1.1.1 Entidade executante e controlo da obra

A entidade executante tem a função de gerir a obra ao nível de orçamentação, planeamento, qualidade, segurança e na boa execução da obra. O representante da empresa construtora e responsável pela boa execução da obra designa-se por Diretor de Obra, caracterizado como «o técnico habilitado e responsável por assegurar a execução da obra» segundo a lei nº 40/2015.

A tomada de decisão e as reuniões semanais de balizamento do planeamento com o dono de obra e com os subempreiteiros são, entre outras, ações importantes que o Diretor de Obra tem de garantir. Assim, este papel importante na construção tem como primordial objetivo cumprir o projeto de execução.

De forma a prestar auxílio ao Diretor de Obra, surge o Adjunto Diretor de Obra, que participa ativamente para que a obra se desenvolva de acordo com o planeado. O controlo de custos (autos de medição mensais), de recursos (materiais, empreiteiros e equipamentos) é também da responsabilidade do Adjunto Diretor de Obra. Uma vez que os responsáveis pela segurança assumem horários parciais, o Adjunto Diretor de Obra tem um papel fulcral na colaboração para essa função.

No entanto, o sucesso do acompanhamento da obra é possível uma vez que a empreitada conta com um Encarregado de Obra, de apoio diário e imprescindível. Este garante a condução dos trabalhos em obra, estando sempre presente na área de execução e atento aos processos construtivos.

Apresentam-se nas figuras seguintes, Figura 4.3 e Figura 4.4, os organogramas com a identificação dos responsáveis pela execução da obra, na entidade executante (Garcia, Garcia Design & Build S.A.) (Figura 4.3) e pela fiscalização (Imobilasa) (Figura 4.4).

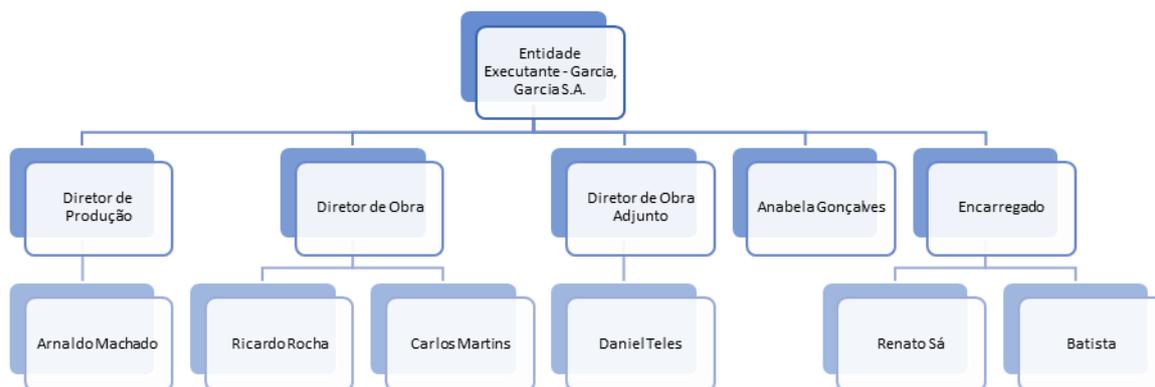


Figura 4.3 - Responsáveis pela execução do lote II (autor).

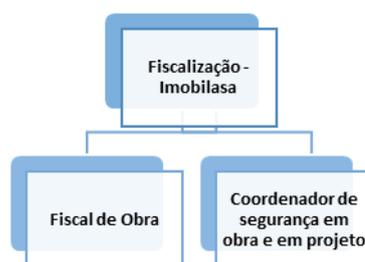


Figura 4.4 - Responsáveis pela fiscalização do lote II (autor).

4.1.1.2 Subempreitadas

A empresa Garcia, Garcia S.A. é uma empresa que recorre a um elevado número de subempreitadas. Na construção do empreendimento Asprela Domus II, não sendo exceção e como se pode observar na Tabela 4.2, percebe-se que todas as especialidades mencionadas apresentam uma subempreitada adjudicada.

De salientar que, neste empreendimento, a entidade executante tem uma importante atuação como a organização de gestão da obra, estando essencialmente encarregue do planeamento, controlo e negócio da obra. No entanto, os subempreiteiros contratados não são entidades executantes nos termos do Decreto-Lei 273/2003 de 29 de outubro.

Tabela 4.2 -Subempreitadas em obra (adaptado de GG).

Subempreitadas	
Empresa	Especialidade
A.G.P.	Reboco Interior e Exterior + Gesso Projetado Interior
A2A	Revestimentos e Impermeabilizações na cobertura
Aceritmo	Tetos
Décio Soares, Unip., Lda	AVAC
Demolinha, Unip., Lda	Alvenarias e Tarefeiros
DFS	AVAC Chaminés
Eletrocelos	Portas (Entrada, Corta-fogo, Seccionamento)
Eletromendanha	Instalações - Rede Elétrica
Gásmaia	Instalações - Rede de gás
Gonçalves Campos	Instalações - Rede Hidráulica
MCL	Aplicação Fenólico
Nível Padrão	Alvenaria
Olistor	Estores e flutuante
Ondarev	Revestimentos ETICS
Valco	Carpintarias

Ao longo do estágio foi possível acompanhar a fase de acabamentos deste lote, conseguindo com que houvesse uma ideia de como seria o lote seguinte já designado por Asprela Domus III, uma vez que os acabamentos serão idênticos.

4.1.2 Asprela Domus III

Designado por Asprela Domus III é o último dos três empreendimentos a ser construído. De dimensões superiores ao anterior, este empreendimento conta com uma área de implantação de 4706m² e é composto por quatro blocos formando uma implantação em “U”.

O empreendimento é constituído por 156 frações e dividido em quatro blocos, da seguinte forma: o bloco A é constituído por quatro pisos acima do solo, o bloco B por cinco pisos e os restantes dois blocos por seis pisos. Salienta-se que os blocos A, B e C são têm dois pisos enterrados e o Bloco D é constituído por apenas um piso enterrado. A distribuição das frações está esquematicamente representada na Figura 4.5.

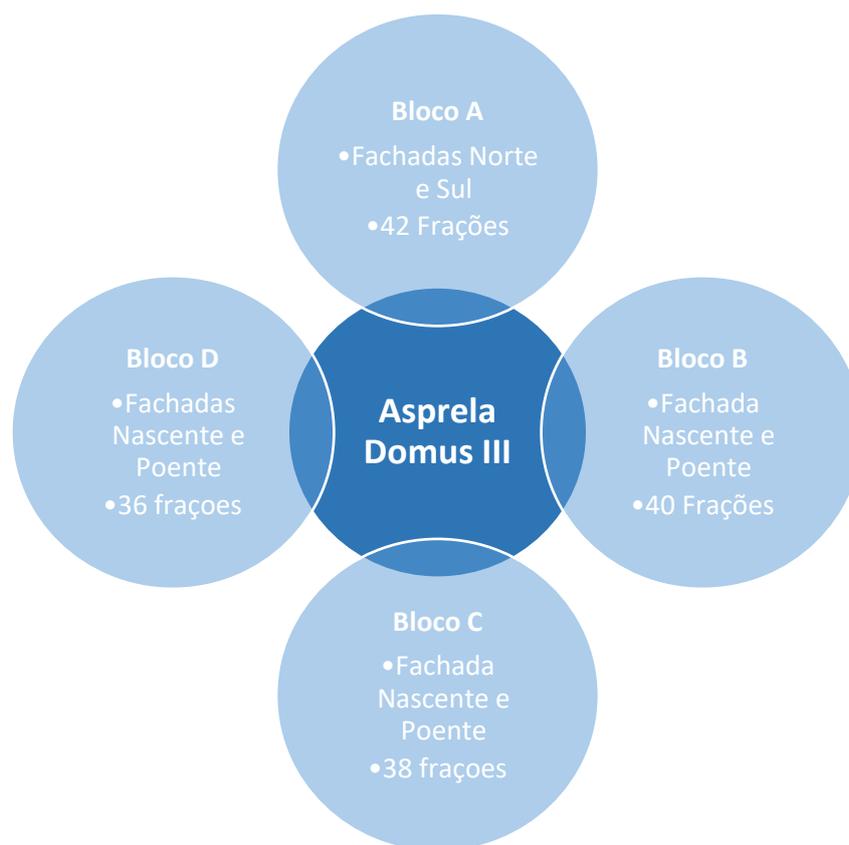


Figura 4.5 - Fogos e orientações do Asprela Domus III (autor).

Este empreendimento é apenas constituído por tipologias T0, T1 e T2, uma vez que tem como finalidade o arrendamento, dando primazia à sua localização. Assim a composição da mesma encontra-se na Tabela 4.3.

Analisando a Tabela 4.3 é notório que o Bloco A apenas é composto por tipologias T0 e T1. No que diz respeito ao número de apartamentos por tipologia, pode-se afirmar que o mesmo é maioritariamente representado por frações de tipologia T1.

Em contrapartida o Bloco D contém as mesmas duas tipologias que o Bloco A, porém 2/3 das frações totais neste bloco tem como tipologia T0.

O Bloco B é composto, para além das duas tipologias existentes em A, pela tipologia T2, contendo em média 13 apartamentos por tipologia.

Por fim, o Bloco C contém apenas duas tipologias, tal como o Corpo A e D, porém o número de frações de cada tipologia é idêntico, sendo respetivamente 15T0 e 11 T1.

Tabela 4.3 - Composição da Asprela Domus III (autor).

Frações	T0	T1	Total	Frações	T0	T1	T2	Total
Bloco A	8	36	44	Bloco B	14	15	11	40
Piso 0	0	8	8	Piso 0	1	2	0	3
Piso 1	2	7	9	Piso 1	3	3	2	8
Piso 2	2	7	9	Piso 2	3	3	2	8
Piso 3	2	7	9	Piso 3	3	3	2	8
Piso 4	2	7	9	Piso 4	3	3	2	8
Piso 5	0	0	0	Piso 5	1	1	3	5
Frações	T0	T1	Total	Frações	T0	T1	T2	Total
Bloco C	15	11	38	Bloco D	24	12	0	36
Piso 0	0	0	0	Piso 0	0	0	0	0
Piso 1	3	1	6	Piso 1	2	1	0	3
Piso 2	3	2	7	Piso 2	5	2	0	7
Piso 3	3	2	7	Piso 3	5	2	0	7
Piso 4	3	2	7	Piso 4	5	2	0	7
Piso 5	3	2	7	Piso 5	5	2	0	7
Piso 6	0	2	4	Piso 6	2	3	0	5

4.1.2.1 Entidade executante e controlo da obra

Seguindo a mesma linha de pensamento estabelecida em 4.1.1 e tendo em atenção que se trata de uma obra com o registo anterior, a entidade executante impôs alterações pouco drásticas na sua organização, ou seja, os encarregados foram substituídos assim como os diretores de obra, agora apenas o Eng. Carlos Martins. Desta forma, as figuras seguintes ilustram os organogramas com a identificação dos responsáveis pela execução da obra, Figura 4.6, e pela fiscalização da obra pela Imobilasa, Figura 4.7.

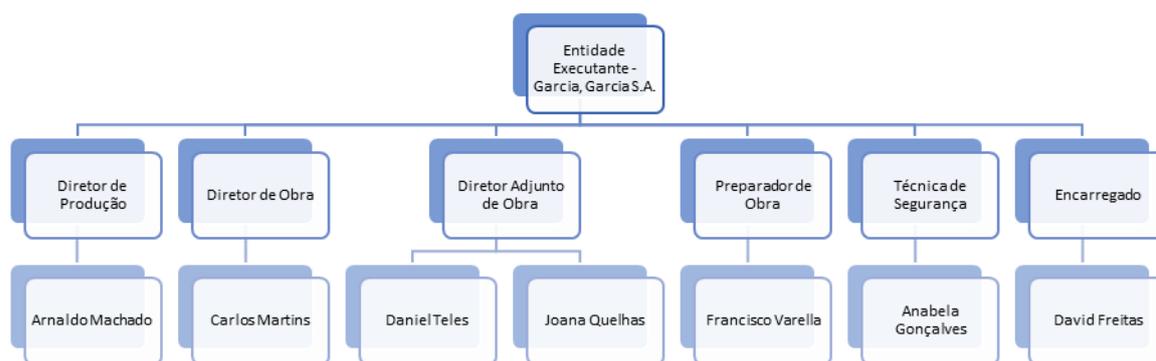


Figura 4.6 - Responsáveis pela execução do lote III (autor).

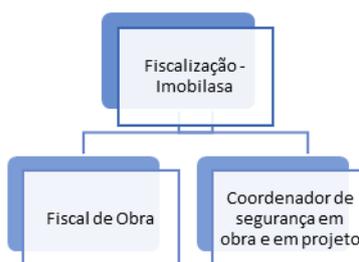


Figura 4.7 - Responsáveis pela fiscalização do lote III (autor).

4.1.2.2 Subempreitadas

Como referido anteriormente a empresa Garcia, Garcia Design & Build S.A. tem como estratégia a contratação de subempreitadas. Assim, e em linha com a Asprela Domus II, as especialidades adjudicadas até à data estão representadas na tabela seguinte (Tabela 4.4).

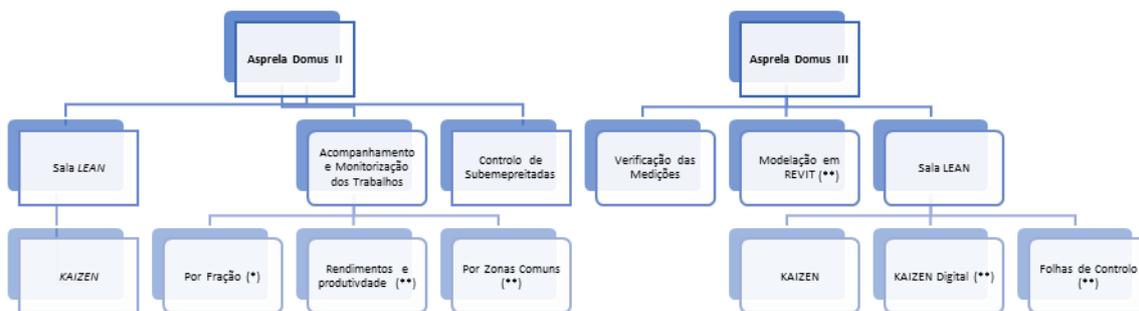
Tabela 4.4 -Subempreitadas em obra- Asprela Domus III (GG).

Subempreitadas	
Empresa	Especialidade
Rodio	Contenções Periféricas
Antoterras	Movimentações de terras
Aceromonta	Ferreiros
Irmãos Matos	Fundações e Estrutura
Demolinha, Unip., Lda	Tarefeiros

CAPÍTULO 5

TÉCNICAS APLICADAS NO CASO DE ESTUDO

Durante o decorrer do estágio académico, foi possível acompanhar a fase de acabamentos do empreendimento Asprela Domus II e o início da construção do Asprela Domus III. Para cada uma das fases do empreendimento, foi possível aplicar técnicas distintas conforme demonstra o esquema apresentado na figura seguinte (Figura 5.1)



Notas: (*) Documentos da equipa de gestão da obra
(**) Documento elaborado no âmbito do estágio.

Figura 5.1 - Técnicas aplicadas em cada obra, respetivamente (autor).

5.1 ASPRELA DOMUS II

Ao longo do acompanhamento da obra Asprela Domus II aplicaram-se algumas técnicas, como referido acima, Figura 5.1.

5.1.1 Sala *Lean*

No estaleiro da obra existe uma sala, designada por “Sala *LEAN*”. Nesta sala é visível que a aplicação da técnica *LEAN* referenciada como [Controlo Visual] (*Big Room*) está presente.

CAPÍTULO 5

As existências de diversos elementos gráficos nas paredes demonstram o estado atual da empreitada. O cronograma, designado por *KAIZEN*, apresenta destacáveis do tipo “*post-it*”, de várias cores, referentes a diversos tipos de trabalhos.

Como referido em 3.1.3, estes destacáveis, são aplicados pelos elementos de equipa de obra, com avisos, notas e ordens, que permitem facilitar a leitura e o ajuste temporal das atividades assentes na técnica do [Controlo Visual] – (Figura 5.2).



Figura 5.2 - Sala *Lean* – *Asprela Domus II* (autor).

Desta forma, esta técnica permite, como referido acima, dar a conhecer a todos os envolvidos o estado atual do trabalho e previnem que não ocorra o desvio de tarefas chave.

Como referido em 3.1.2, e uma vez que a obra em estudo recorre totalmente a subempreitadas, existe um quadro com a designação de cada uma das subempreitadas e com as datas de entrada e saída em obra, de acordo com o planeamento. Este quadro, designado pelo GG – Listagem Sub-Empreitadas, permite que todos os intervenientes da Equipa de Gestão da Obra (EGO) conheçam os subempreiteiros afetos e quais os prazos definidos (Figura 5.3).

GARCIA GARCIA		LISTAGEM SUB-EMPREITADAS		
SUB-EMPREITADA	ESTADO	DATA ENTRADA OBRA	DATA DE CONCLUSÃO	OBSERVAÇÕES
WENO-TEC		—	7/06	
ANDAIMES				
MCL		18/03	S26	
TENOLICO		01/04	S28	
RIBEIRO E ROCHA			28/05	
CAIXILHARIA			S25	
ONDAREV				
ETICS			S42	
SOUSALVES E CAMPOS			S21	
PICHELARIA				
LAD			S28	
PAVIMENTOS		24/06		
AGP				
FEBOCO				
GUARDAS EM FERRO		S20	S38	VERIFICAR CASO
ACE RITMO				DEVIDO A TENSÃO
PLADUR		S23	S39	
VALCO		S15	S30	
CARPENTARIAS		S21	S35	CHUVA
OLISTOR			S36	
ESTORES		S22	S25	
DFS				
MECÂNICAS / A VAC		S21		
ELECTROMENDANHA		S22	S42	
ELECTRICIDADE		S17	S34	
A2A		S24	S39	
IMP. COBERTURA		S14/S22	S19/S30	VERIFICAR
NÍVEL PADRÃO		S28	S30	
ESQUADRAS				
RENDOPINTA				
PINTURAS				
PRVIDRO				
VIDROS/ESPALMOS				
TOR				
FLUTUANTE				
ELECTROCELOS				
PTIS/PORTOES				
TENUEIRA				
PARMOKITE				
GAS OVA				
INST. GAS				
SERVIDOR GRIA 2000		01/04		
REPARO ENTRADA				

Figura 5.3 - Listagem de Subempreitadas (autor).

Esta sala permite, diariamente, fazer o levantamento de todos os problemas de carácter urgente e estabelecer o controlo ao longo do decorrer da obra, prevenindo surpresas, que maioritariamente levam a perda de tempo e acarretam custos inesperados (desperdícios).

Existe ainda o recurso a um quadro dividido em tarefas, materiais e fornecedores. Este quadro permite que sempre que seja necessário executar alguma tarefa, proceder à compra de algum material ou contactar algum fornecedor se coloque no mesmo de forma a ser visível a todos. É de salientar que todos os itens colocados são atribuídos a um membro da EGO, sendo esse o responsável do seu cumprimento.

Junto ao *KAIZEN* existe, ainda, um quadro com todos os resultados das ações de monitorização implementados para as frações e zonas comuns (*checklist* fração e zonas comuns), devidamente atualizados, de forma a que todos os elementos da EGO possam acompanhar o desenvolvimento do empreendimento.

Esta sala *Lean* permite: (CUNHA, 2017)

- Planeamento mais detalhado na fase de execução;
- Desenvolver o plano de trabalhos juntamente com quem o vai executar;
- Esforço coletivo para identificar e remover constrangimentos de fluxo;
- Realizar planeamentos realistas baseados em processos de execução de trabalhos havendo uma coordenação e negociação ativa em todas as partes envolvidas;
- Aprender com as falhas dos planeamentos já efetuados através da identificação coletiva da raiz das causas e tomar medidas preventivas.

É também nesta sala onde ocorrem as reuniões semanais. Estas reuniões permitem a análise, a avaliação e a discussão de todos os itens da empreitada, entre os diversos envolvidos na obra, com vista a delinear e traçarem os objetivos e estratégias de cumprimento. [Reuniões de Equipa].

5.1.2 [KAIZEN]

De acordo com (Kaizen Institute, s.d.), o termo [KAIZEN] é apresentado como uma palavra de origem japonesa, sendo que *kai* significa “mudança” e *zen* “para melhor”, ou seja, melhoria contínua. Trata-se de um processo gradual e contínuo que tem como pressupostos a moderação e o fator crítico como forma de alcançar a perfeição.

Esta ferramenta, [KAIZEN], não é apenas uma ferramenta *Lean*, mas um conceito transversal a todas as estratégias e metodologias *Lean*, às ferramentas de gestão e, por fim, à inovação da empresa. Os termos “melhoria contínua” e “inovação”, neste caso, estão sempre interligados, sendo estas duas formas diferentes de abordar a melhoria de um padrão, ou de um processo. Tem como objetivo a eliminação de desperdícios e aumento da produtividade, estando sempre orientado para as necessidades do cliente.

O processo de melhoria contínua para ser efetuado com sucesso deve ser diário, necessitando do compromisso e da envolvimento de todos os intervenientes de uma organização, independentemente do nível hierárquico (Imai, 1997).

O [KAIZEN] associado ao [Last Planner System] permite:

- Planear com maior detalhe na fase de execução;
- Desenvolver o plano de trabalhos juntamente com quem o vai executar;
- Identificar e remover, através de um esforço coletivo, os constrangimentos de fluxo (por exemplo a falta de varões de aço para as armaduras);
- Realizar planeamentos realistas baseados em processos de execução de trabalhos havendo uma coordenação e negociação ativa em todas as partes envolvidas;

- Aprender com as falhas dos planeamentos já efetuados através da identificação coletiva da raiz das causas e tomar medidas preventivas.

Isto deve-se uma vez que, a técnica do [**Last Planner System**] ([LPS]) tem como objetivo primordial gerir ativamente o planeamento físico da obra, reduzindo atempadamente os fatores de variação e de incerteza que vão sendo identificados. Promove os relacionamentos, o diálogo e os compromissos por, e entre, todos os intervenientes no empreendimento, da construção e da produção, contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas.

A utilização da técnica [**KAIZEN**] permite um acompanhamento mais detalhado do planeamento a longo, médio e curto prazo.

Com uma periodicidade mensal, e com a informação dos dois planeamentos de nível inferior, deve ser avaliado o Planeamento de Longo Prazo, no que se refere a atrasos de trabalho, datas chave, ou alteração do caminho crítico.

Por fim, comparando os resultados esperados para cada nível de planeamento, com os obtidos, permitirá um controlo eficaz dos respetivos processos construtivos, reduzindo a imprevisibilidade.

5.1.2.1 Aplicação do [KAIZEN] no caso de estudo

No cronograma da Figura 5.4, designado por [**KAIZEN**], é possível observar que todas as subempreitadas estão organizadas por tarefas. É ainda possível observar que este cronograma faz referência à necessidade de materiais, ou constrangimentos, que carecem de atenção.

As tarefas são representadas com os destacáveis do tipo “*post-it*”, de várias cores, em que cada cor simboliza a importância da tarefa (tarefa crítica, não crítica e folgada), para uma fácil leitura e ajuste temporal das atividades, como é exemplificado na Figura 5.4.

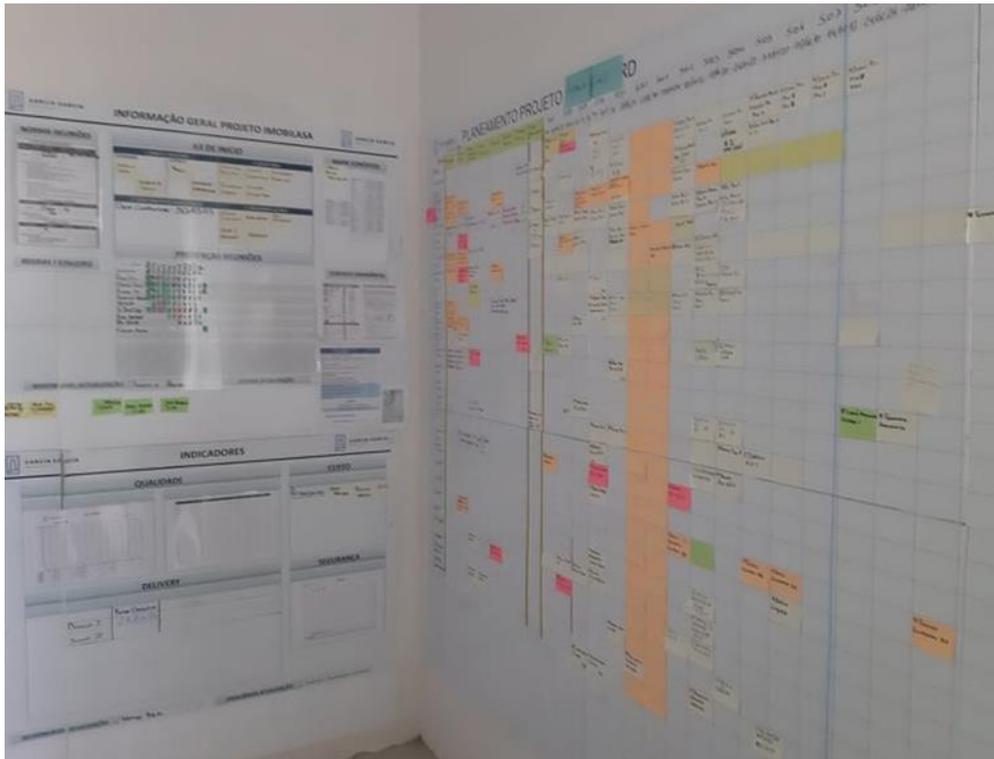


Figura 5.4 – [KAIZEN] (autor).

Desta forma o cronograma desta obra está dividido em duas partes. A primeira apresenta o planeamento a nível do que é necessário resolver em termos de cada subempreitada e a segunda, a divisão das tarefas por semana. A primeira parte encontra-se subdividida como representado na tabela seguinte (Tabela 5.1). A monitorização e o controlo das atividades são da responsabilidade do encarregado de obra. Finalizando, este **[Controlo Visual]** permite que haja um melhor acompanhamento da evolução da obra e um acompanhamento mais focado no planeamento, não só a longo prazo, mas também a médio prazo.

Tabela 5.1 - Planeamento do Kaizen na obra (autor).

<p> Materiais </p> <ul style="list-style-type: none"> • Listagem do que é necessário encomendar para a realização das tarefas.
<p> Mão-de-obra </p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de Recursos Humanos necessárias para a obra.
<p> Listagem e orçamento </p> <ul style="list-style-type: none"> • Contabilização do <i>stock</i> existente para cada subempreitada.
<p> Desenhos </p> <ul style="list-style-type: none"> • Listagem de desenhos necessários para cada subempreitada.
<p> Condições de Segurança </p> <ul style="list-style-type: none"> • Material necessário para a boa execução das tarefas.
<p> Carga de mão-de-obra </p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de Recursos Humanos de cada subempreitada em obra naquela semana.

5.1.3 [Checklist]

Em todos os estádios na realização de uma obra de construção civil deverá haver um grau de atenção às atividades em curso, efetuando sempre uma análise e comparação entre o planeado e o que é realmente executado. Tem como objetivo o controlo dos prazos previamente estabelecidos garantindo que uma tarefa decorre sem perturbações e conforme o planeado.

Com recurso ao [*Last Planner System*], e tendo em atenção que já existia um *checklist* por habitação, conseguiu-se proceder à análise do indicador Percentagem de Planeamento Concluído (PPC), ou seja, a monitorização da relação entre as tarefas concluídas e as previstas.

Para conseguir estabelecer a monitorização foi necessário atentar no planeamento. Elaborado o planeamento de obra geral, continuam, de uma forma periódica, os balizamentos mensais a partir da informação reportada da obra.

Com o decurso das reuniões semanais [*Briefing* semanal] é balizado o planeamento e procurado responder às questões que surjam de acordo com os trabalhos a desenvolver futuramente [*Checklist* periódico]. Isto permite uma melhor gestão de tarefas a realizar, bem como o conhecimento das necessidades dos materiais e equipamentos para as semanas seguintes. É de destacar que, de forma a responder a todas as questões, é necessário que todos os *checklist* estejam atualizados.

5.1.3.1 [Checklist por fração]

O empreendimento Asprela Domus II contém 126 frações de habitação e, por isso, necessita de um controlo de planeamento minucioso e detalhado. De forma a combater isso, é necessário atualizar, constantemente, o [Checklist por fração].

Este *checklist* é apoiado no planeamento semanal e atualizado semanalmente. Permite o controlo de todas as etapas já executadas no mesmo, prevendo falhas e acompanhando mais facilmente a sua evolução.

Nos procedimentos da empresa, e desta obra em particular, já existia um *checklist* por fração que foi dividido de acordo com as tarefas fulcrais a executar em cada apartamento. Assim, na primeira coluna da Figura 5.5, é possível observar os pontos fulcrais das diversas especialidades (civil, eletricidade, hidráulica e carpintaria).

APART. -		Critérios	
CIVIL			
Impermeabilizações	WC Parede	WC Piso	Cozinha Piso e paredes
Ceramicos	WC Parede	WC Piso	Cozinha Piso e paredes
Teto falso	Estrutura	Placagem	Massas
Pintura 1ª/2ª/3ª	1ª Demão	2ª Demão	3ª Demão
Estores	Calhas e motores	Esteira	A trabalhar
ELECTRICIDADE			
Iluminação	Negativos	Derivações	Iluminaria
Material de manobra	Derivações	Aparelho	Espelho
Quadro / ATI	Cabos	Quadro	ATI
Videoproteiro	Cabos	Videoproteiro	Finalizado
HIDRAULICA			
Abastecimento	Tubagem	Cargas	Torneiras
Base de chuveiro	Nicho e impermeabilização	Assentamento de base	Finalizado
Loiças	Distribuição	Assentamento de Loiças	Finalizado
Extração CZ/ WCs	Extração Cozinha	Flexível caução Wc	Espelho
CARPINTARIA			
Roupeiros	Montagem	Portas	Ferragens
Armário elétrico	Montagem	Portas	Ferragens
Portas	Aro	Portas	Ferragens
Flutuante	Isolamento	Flutuante	Remates
Apainelados	Apainelados	Guarnições	Finalizado
Portas de correr	Montagem	Ferragens	Finalizado
Forra de paredes	Montagem	Montagem	Portas de Entrada
Rodapé	Montagem	Montagem	Finalizado
Móveis WC	Montagem	Lavatório	Espelho

Figura 5.5 – Quadro com os Critérios do [Checklist por Fração] (GG).

Cada especialidade é dividida em subitens, como é possível observar na mesma figura, e cada subitem é subdividido em três pontos fulcrais. Exemplificando, no que diz respeito aos estores é necessário montar as calhas e os motores, seguidamente colocar a esteira e por fim testar se funcionam corretamente.

Como referido anteriormente, dividido por especialidades e de acordo com os critérios previamente estabelecidos, Figura 5.5, é feito o acompanhamento da evolução, sendo que quando um trabalho é iniciado é colocado um “\” e quando é finalizado um “X”, na folha idêntica à Figura 5.6. Por fim, quando

algun subitem se encontra executado é colocado um “x”, no respetivo quadrado a que pertence. Para isso, existe uma folha, Figura 5.6, dividida por apartamento e com espaço para fazer essa monitorização. Essas folhas encontram-se em formato Excel, de forma a facilitar o acompanhamento, e em papel, para melhor gestão visual.

Desta forma, sempre que alguma tarefa se encontra concluída é colocado um “x” no quadro do controlo visual sendo no final da semana atualizado para folha de Excel.

APART. -	WCS pr	WCS piso	Coz piso	APART. -	WCS pr	WCS piso	Coz piso	APART. -	WCS pr	WCS piso	Coz piso	APART. -	WCS pr	WCS piso	Coz piso
CIVIL															
Impermeabilizações				Impermeabilizações				Impermeabilizações				Impermeabilizações			
Ceramicos				Ceramicos				Ceramicos				Ceramicos			
Teto falso				Teto falso				Teto falso				Teto falso			
Pintura 1º/2º/3º				Pintura 1º/2º/3º				Pintura 1º/2º/3º				Pintura 1º/2º/3º			
Estores				Estores				Estores				Estores			
ELECTRICIDADE				ELECTRICIDADE				ELECTRICIDADE				ELECTRICIDADE			
Iluminação				Iluminação				Iluminação				Iluminação			
Material de manobra				Material de manobra				Material de manobra				Material de manobra			
Quadro / ATI				Quadro / ATI				Quadro / ATI				Quadro / ATI			
Videoporteiro				Videoporteiro				Videoporteiro				Videoporteiro			
HIDRAULICA				HIDRAULICA				HIDRAULICA				HIDRAULICA			
Abastecimento				Abastecimento				Abastecimento				Abastecimento			
Base de chuveiro				Base de chuveiro				Base de chuveiro				Base de chuveiro			
Loupa				Loupa				Loupa				Loupa			
Extracção CZ/ WCs				Extracção CZ/ WCs				Extracção CZ/ WCs				Extracção CZ/ WCs			
CARPINTARIA				CARPINTARIA				CARPINTARIA				CARPINTARIA			
Roupeiros				Roupeiros				Roupeiros				Roupeiros			
Armário elétrico				Armário elétrico				Armário elétrico				Armário elétrico			
Portas				Portas				Portas				Portas			
Flutuante				Flutuante				Flutuante				Flutuante			
Apainelados				Apainelados				Apainelados				Apainelados			
Portas de correr				Portas de correr				Portas de correr				Portas de correr			
Forra de paredes				Forra de paredes				Forra de paredes				Forra de paredes			
Rodapé				Rodapé				Rodapé				Rodapé			
Móveis WC				Móveis WC				Móveis WC				Móveis WC			
OB				OB				OB				OB			

Figura 5.6 – Quadro com o [Checklist por Fração] (GG).

Destaca-se que a percentagem atribuída a cada item, teve a contribuição, para além da EGO, do Encarregado de Obra, tendo em atenção a sua experiência profissional. É de salientar que foi acordado, ainda, que cada item principal teria uma percentagem de aproximadamente 5%, sendo depois atribuído a percentagem entre os três itens secundários de acordo com a importância e o grau de trabalho exigido. As percentagens atribuídas, respetivamente, foram as que estão contempladas na figura seguinte (Figura 5.7).

APART. -		Critérios				
CIVIL		%		%	%	
Impermeabilizações	WC Parede	2%	WC Piso	2%	Cozinha Piso e paredes	1%
Ceramicos	WC Parede	1,50%	WC Piso	1,50%	Cozinha Piso e paredes	1,50%
Teto falso	Estrutura	1,50%	Placagem	1,50%	Massas	1,50%
Pintura 1º/2º/3ª	1ª Demão	1,50%	2ª Demão	1,50%	3ª Demão	2%
Estores	Calhas e motores	1,50%	Esteira	1,50%	A trabalhar	1,50%
ELECTRICIDADE						
Iluminação	Negativos	1,50%	Derivações	1,50%	Iluminaria	1,50%
Material de manobra	Derivações	1,50%	Aparelho	1,50%	Espelho	1,50%
Quadro / ATI	Cabos	1,50%	Quadro	2%	ATI	2%
Videoporteiro	Cabos	2%	Videoporteiro	2%	Finalizado	0,50%
HIDRAULICA						
Abastecimento	Tubagem	1,50%	Cargas	1,50%	Torneiras	1,50%
Base de chuveiro	Nicho e impermeabilização	2%	Assentamento de base	2%	Finalizado	0,50%
Loiças	Distribuição	2%	Assentamento de Loiças	2%	Finalizado	0,50%
Extração CZ/ WCs	Extração Cozinha	1,50%	Flexível caução Wc	1,50%	Espelho	1,50%
CARPINTARIA						
Roupeiros	Montagem	1,50%	Portas	1,50%	Ferragens	1,50%
Armário eléctrico	Montagem	1,50%	Portas	1,50%	Ferragens	1,50%
Portas	Aro	2%	Portas	2%	Ferragens	0%
Flutuante	Isolamento	1,50%	Flutuante	1,50%	Remates	1,50%
Apainelados	Apainelados	2%	Guarnições	2%	Finalizado	0%
Portas de correr	Montagem	2%	Ferragens	2%	Finalizado	0,50%
Fôrra de paredes	Montagem	1,50%	Montagem	1,50%	Portas de Entrada	2%
Rodapé	Montagem	2%	Montagem	2%	Finalizado	0%
Móveis WC	Montagem	1,50%	Lavatório	1,50%	Espelho	1,50%

Figura 5.7 – Quadro com a percentagem atribuída a cada item e subitem (autor).

Como o empreendimento é composto por dois blocos e uma vez que a obra esteve sempre mais adiantada num bloco, mais propriamente, bloco 2, as frações foram divididas por blocos. Semanalmente, e de forma a ser mais fácil ver a percentagem concluída de cada fração foi criado uma folha gráfica para cada bloco e um geral, como mostra a figura seguinte (Figura 5.8).

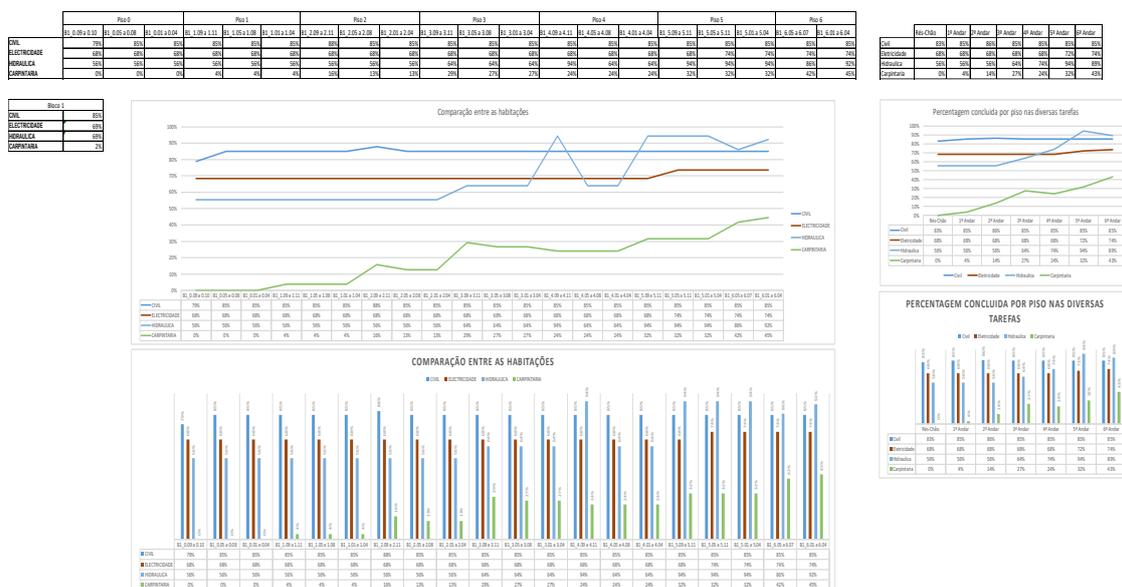


Figura 5.8 - Folha indicativa da percentagem de obra concluída por Bloco (autor).

Nesta folha é possível ter a percentagem concluída de cada conjunto de frações tendo em atenção as seguintes especialidades: Civil, Eletricidade, Hidráulica e Carpintaria. O gráfico respetivo a essa percentagem permitia verificar se todas as frações do mesmo piso se encontram igualmente na mesma fase. Este dado ajuda a entender quais as frações que estão com os trabalhos atrasados e os que merecem uma atenção redobrada na próxima vistoria.

Uma vez que a fase de acabamento foi executada do piso superior, para o inferior, o gráfico da esquerda apresenta a percentagem concluída de cada uma das quatro especialidades, mas neste caso, por piso. Este gráfico permite que exista um controlo mais rigoroso e que esta tendência de construção se mantenha, permitindo que não ocorram perdas de tempo, nem trabalhos deixados para trás.

Permite, ainda, prever linhas de tendência de execução dos acabamentos e correções aquando essas linhas não são cumpridas.

Por fim, a existência da última folha, designada por [Global] dá a conhecer a evolução da percentagem concluída em cada bloco, semanalmente, e a comparação entre os mesmos (Figura 5.9).

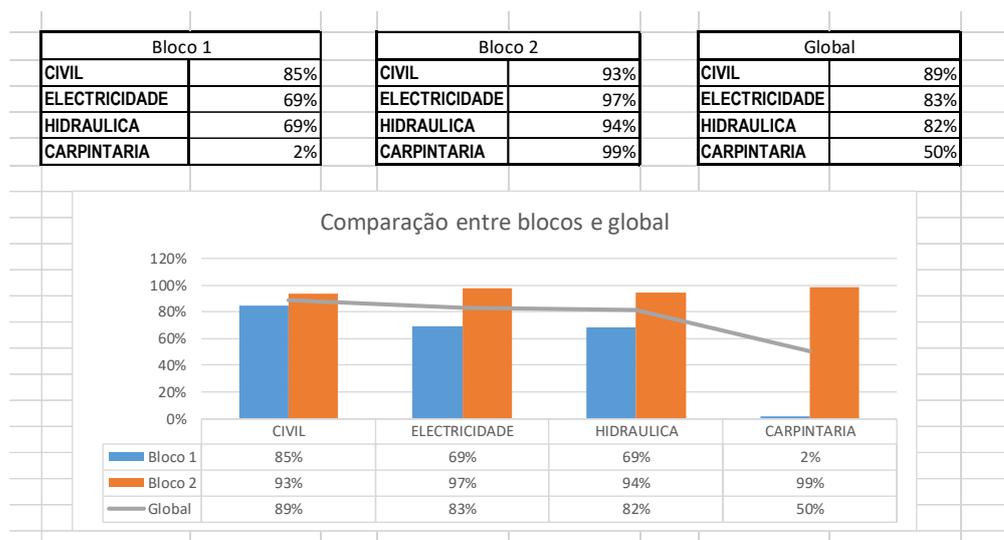


Figura 5.9 – Exemplo da comparação entre o estado de execução dos dois blocos (autor).

5.1.3.2 [Checklist das Zonas Comuns]

Existindo um [Checklist por Fração], criou-se uma checklist para as zonas comuns de forma a acompanhar os trabalhos desenvolvidos. A nomenclatura “X” dá a conhecer a conclusão do item.

O [Checklist das Zonas Comuns] está dividido pelas zonas de circulação e zona de garagens, incluindo a sala de condomínio. Para as zonas de circulação foram criados o [Checklist dos Corredores] e o [Checklist da Caixa de Escada], divididos por Bloco, Bloco 1 ou 2, como mostra a figura seguinte (Figura 5.10).

Corredores			Bloco 1						
			Piso 0	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	Piso 6
Civil	Cerâmicos								
	teto falso								
	Pintura	1ª							
		2ª							
3ª									
Eletricidade	Iluminação	Negativos							
		Derivações							
		Iluminária							
	Quadro								
	ATI								
	Material de manobra	Derivações							
		Aparelho							
Espelho									
Hidráulica	Abastecimento								
	Contadores								
Carpintarias	Armários								
	Portas de habitação								
	Apainelados								
	Caixa de elevadores								
	Forra de paredes								
Portas Corta fogo									
Limpeza									

Caixa de escadas	Bloco 1								
	Piso -2/-1	Piso -1/0	Piso 0/1	Piso 1/2	Piso 2/3	Piso 3/4	Piso 4/5	Piso 5/6	Piso 6/C
Marmorite									
Grades									
Pinturas									
Iluminação									
Coluna seca									

Figura 5.10 – [Checklist dos Corredores] e o [Checklist da Caixa de Escada] (autor).

O segundo Checklist das zonas comuns, referente às garagens, comuns aos dois blocos, está dividida em estacionamento e sala de condomínio (Figura 5.11).

Este é atualizado em simultâneo com o habitacional para facilitar a comparação semanal entre as especialidades e itens.

Garagens			-1	-2	
Estacionamento	Hidráulica e ventilação	Saneamento	Coletores		
			Ramais		
			Selagens corta-fogo		
		Águas Pluviais	Coletores		
			Ramais		
			Selagens corta-fogo		
		AQ5	Coletores		
			Ligações		
			Selagem corta-fogo corete		
		Reservatórios	Impermeabilização		
	Grupo de abastecimento				
	Limpeza e pintura				
	Greijas de ventilação				
	Grupo de incêndio				
	Colunas	Seca	tubagem e acessórios		
			Bocas siamesas		
		RIA	tubagem e acessórios		
			Ria - carretéis		
	Desemfumagem	Ventiladores			
		Registos			
Condutas					
Revestimento corta-fogo					
Eletricidade	Rede elétrica	Esteiras	Montagem		
			Tubagens e cabos		
			Caixas de derivação		
		Equipamentos de Manobra	Derivação		
			Aparelho		
			Espelho		
	Quadro Elétrico	Montagem			
		Ligação			
	Bastidores	Montagem de esteira			
		Tubagem e cabos			
		Colocação dos bastidores			
	Iluminação	Ensaio			
		Negativos			
		Derivações			
	Finalizações	Limpeza e reparação	Montagem de luminária		
Sinalética de emergência					
Colocação		Paredes			
		Pilares e vigas			
		Portas corta fogo			
		Portão			
		Marcação			
		Limpeza			

Garagens			-1	-2	
Sala de Condomínio	Civil	Tetos falsos	Estrutura		
			Placagem		
			Massas		
		Pintura	1ª de mão		
			Finalização		
	Eletricidade	Cerâmicos	Derivações		
			Aparelho		
			Espelho		
		Colocação de luminárias	Suspender		
			Tubos e cabos		
		Montagem			
		Limpeza			

Figura 5.11 – [Checklist da Garagem e Sala de Condomínio] (autor).

5.1.4 Controlo dos recursos – Subempreitadas

Atualmente as empresas de construção estão cada vez mais orientadas para a gestão de subempreitadas, ou seja, mais direcionadas para a gestão de contratos com os subempreiteiros, do que para a execução direta dos trabalhos. O controlo e gestão dos trabalhos, da mão-de-obra, equipamentos e recursos próprios passou a ser o atual paradigma da construção.

Porém, mesmo que uma empreitada seja realizada com base na subcontratação é importante efetuar um planeamento detalhado visto que, independente de ser executada por outras entidades, é fundamental controlar os custos, prazos e a qualidade do trabalho executado.

No caso da obra em estudo os subempreiteiros são contratados para executar determinadas especialidades, incluindo o fornecimento de materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários para a garantia da boa execução do mesmo. A GG garante que existem todas as condições para a boa execução de cada especialidade, assim como o cumprimento do planeamento.

Quando, por motivos de exigência do cliente, ou por melhoria de alguma atividade, é necessário o fornecimento de materiais não acordado inicialmente que não era previamente estabelecido, cabe à EGO

proceder à respetiva encomenda. Posto isto, é necessário que a EGO esteja atenta às necessidades dos subempreiteiros.

Para o cumprimento da obra é essencial que o subempreiteiro participe na fase de preparação do plano de trabalhos e nas reuniões semanais [*Briefing*], uma vez que se aborda o balizamento dos trabalhos executados e se prevê os seguintes. Para tornar estas reuniões mais produtivas e uma vez que as *checklist* estão constantemente atualizadas rapidamente se atualiza a evolução dos trabalhos e processos de melhoria.

5.2 ASPRELA DOMUS III

Aquando o decorrer do estágio foi possível o acompanhamento inicial da obra designada por Asprela Domus III. De forma a prever possíveis constrangimentos, foi realizado todo o trabalho preliminar.

5.2.1 Orçamentos e Medições

Normalmente em Portugal, o preço da obra é obtido através de um concurso, por convite, ou por concurso público. Assim, no caso de empreitadas de obras públicas, o procedimento do concurso pode ser por ajuste direto, para valores até 20.000 € e conhecendo o potencial empreiteiro, e por consulta prévia em que é necessário convidar pelo menos 3 entidades a concurso. Nestes concursos, os empreiteiros estimam os custos associados a todos os recursos. Ora, quando se elabora o orçamento, o empreendimento não passa ainda de um projeto, podendo ser ultrapassado o valor previamente orçamentado.

Assim, de acordo com (Tisaka, Janeiro de 2007), elaborar um bom orçamento na construção civil é uma das tarefas mais importantes. Um orçamento consiste em prever os custos de execução, fornecimento e mão de obra, tendo em atenção o detalhe.

Salienta-se que a base orçamental será mais fidedigna, quanto evoluído e detalhado for o projeto técnico. A título de exemplo, ao elaborar medições com base no projeto de execução leva necessariamente a valores com uma margem de erro inferior, do que baseado no anteprojecto.

Um orçamento é uma ferramenta importante de documentação, uma vez que podem ser usados para obras futuras, permitindo assim compreender as movimentações de mercado e os respetivos rácios.

Durante a fase de construção, o orçamento permite controlar os custos e a quantidade de material gasta e, ainda, apoiar a decisão sobre os métodos construtivos disponíveis.

5.2.1.1 Lean na orçamentação e medição

De forma a possuir uma maior eficácia na elaboração dos orçamentos e melhor aproveitamento dos recursos, evitando desperdícios, o *Lean Construction* propõe a construção de um orçamento baseado nas

atividades que compõem a obra. Tendo em atenção as obras anteriores e com o auxílio do espírito crítico dos elementos da equipa de orçamentação (fase de projeto) ou equipa de obra (fase de reorçamentação), bem como à sequência e tempo de ciclo das atividades, é possível determinar a quantidade de mão-de-obra a ser necessária, assim como os materiais necessários. A realização do orçamento tendo por base a metodologia *Lean* aumenta a exatidão e diminui os custos.

O orçamento, no início da obra, servirá de base para o controlo de gestão. Este documento é da responsabilidade da Direção de Obra e elaborado conjuntamente com o Técnico de Gestão com apoio do sector de Medição e Administrativo.

A medição, maioritariamente elaborada no final da fase de projeto (projeto de execução), consiste na determinação dos trabalhos a executar em obra, destinando-se aos seguintes fins:

- Orçamentação;
- Planeamento;
- Determinação das quantidades de recursos (mão-de-obra, materiais e equipamentos).

O processo de medição de quantidades consiste, assim, na determinação das quantidades, de diversos itens, como de materiais, de mão-de-obra e de equipamentos. Este processo, compilado em mapas de medição, é composto pela apresentação da descrição do item medido, com a respetiva unidade e as suas características relevantes para a medição, tais como: largura, altura e comprimento. As quantidades são apresentadas quer em valores parciais (por piso ou edifício) ou totais (de toda a obra). (Alves, 2016)

Relativamente aos mapas de medições de quantidades de materiais este é uma tarefa relevante na fase de projeto, permitindo, assim, uma estimativa de custo e um melhor controlo do planeamento da obra. Deste modo, este processo pode dividir-se em três fases: (Issa, 2010)

- Identificação dos elementos construtivos e as relações entre eles;
- Medição das dimensões dos elementos;
- Cálculo e agregação às quantidades, comprimentos, áreas e volumes dos itens escolhidos para apresentar no mapa de medições.

A eficiência e a precisão desta tarefa são essenciais para atingir uma estimativa de custo mais correta, e assim, permitir uma análise económica na fase de projeto.

Uma medição de quantidades precisa é essencial para criar um orçamento que englobe todos os custos, de forma a evitar derrapagens financeiras ao empreiteiro, em qualquer fase da obra. Se ao longo da elaboração do projeto for elaborado o mapa de medições há uma contribuição para uma melhor análise de alternativas sem desperdício de recursos e tempo, permitindo ainda que o dono de obra acompanhe

o desenvolvimento, quer do projeto, quer do aspeto financeiro. A medição permite ainda avaliar as mesmas com os rácios existentes da empresa, por forma a entender se os mesmos estão dentro dos padrões do aceitável.

É de destacar que um dos problemas da medição das quantidades é a ausência de uma norma que estabeleça regras de medição uniformes. Porém, com o auxílio do “Regras de Medição na Construção”, (Fonseca, 2020) é possível ter um método para executar o mesmo, ou então, seguir as cláusulas técnicas estabelecidas nos cadernos de encargos no que diz respeito às regras de medição a aplicar nos diferentes trabalhos.

5.2.1.2 Estimativa de custo e reorçamentação da obra

Como referido anteriormente, de forma a prevenir gastos desnecessários e excesso de materiais é necessário reorçar o projeto, em fase de obra. Esta estimativa quando bem realizada constitui uma base realista dos custos de obra.

A estimativa resulta da interligação do mapa de quantidades aos custos unitários por item, sendo que esta é feita com base num mapa de quantidades existente, e tendo em conta as obras anteriores e reajustado, se necessário.

5.2.1.3 Preenchimento dos mapas de quantidade - Caso de estudo

A medição incidiu em todos os elementos estruturais e foi utilizado o método tradicional. Este método consiste na realização de todas as medições de forma manual e, como apresentado na Figura 5.12, considerando o comprimento, largura e espessura das sapatas, pilares, vigas e lajes. Para a realização desta medição foram utilizadas as peças desenhadas fornecidas.

Nesta obra foram sujeitas a medição os seguintes elementos:

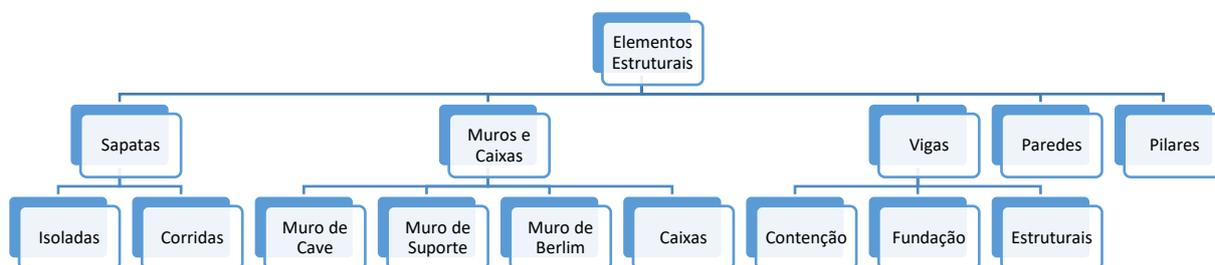


Figura 5.12 - Elementos estruturais medidos (autor).

Uma vez que existem regras específicas para cada elemento e tendo sempre em atenção a não existência de desperdício, foram adotadas as regras apresentadas no esquema da Figura 5.13. Ressalva-se que todas as dimensões são arredondadas ao maior múltiplo de 5 cm.

Sapatas

- As sapatas corridas acabam quando as isoladas se iniciam.

Pilares

- a altura do pilar é medida entre as faces superiores das lajes ou vigas.
- a altura dos pilares começa no topo da sapata, pelo que não existe duplicação de volumes no cálculo de quantidades.

Figura 5.13 - Regras de medição de sapatas e pilares (autor).

A Figura 5.14 apresenta um excerto do ficheiro Excel utilizado para auxiliar a medição dos elementos estruturais.

Fase	Elemento	Tipo	Dimensões						Totais			Densidades		Varão longitudinal face exterior			
			Cote	Altura	Comp	Esp	Empalme long	Empalme Transv	45L,71 m3	1 314,92 m2	90 915,29 kg	m2/m3	kg/m3	Afastamento	Piso	Afastamento	Varão
	M2.3-M2.4	Muro de Contenção	1	5,50	3,60	0,33	2,00	2,00	6,53 m3	19,80 m2	1 116,33 kg	3,09 m2/m3	170,85 kg/m3	0,13	0,12	210,59 kg	0,13
	M2.4-M2.2	Muro de Contenção	1	5,50	2,57	0,33	1,00	2,00	4,66 m3	14,14 m2	802,64 kg	3,09 m2/m3	172,07 kg/m3	0,13	0,12	135,58 kg	0,13
	M1.2-M1.3	Muro de Contenção	1	9,90	3,14	0,33	1,00	1,00	9,50 m3	30,14 m2	1 728,35 kg	3,09 m2/m3	173,79 kg/m3	0,13	0,12	275,52 kg	0,13
	M1.3-M1.4	Muro de Contenção	1	9,90	1,00	0,33	2,00	1,00	9,50 m3	28,80 m2	1 790,12 kg	3,09 m2/m3	188,78 kg/m3	0,13	0,12	227,25 kg	0,13
	M1.4-M1.5	Muro de Contenção	1	9,90	9,90	0,33	2,00	1,00	12,36 m3	37,44 m2	2 160,48 kg	3,09 m2/m3	174,86 kg/m3	0,13	0,12	388,73 kg	0,13
	M1.5-M1.6	Muro de Contenção	1	9,90	2,10	0,33	2,00	1,00	6,85 m3	20,18 m2	1 427,77 kg	3,09 m2/m3	174,61 kg/m3	0,13	0,12	285,97 kg	0,13
	M1.6-M1.7	Muro de Contenção	1	9,90	2,80	0,33	1,00	1,00	8,87 m3	26,88 m2	1 589,99 kg	3,09 m2/m3	179,24 kg/m3	0,13	0,12	252,33 kg	0,13
	M1.7-M1.8	Muro de Contenção	1	8,80	2,80	0,33	1,00	1,00	7,95 m3	24,08 m2	1 430,90 kg	3,09 m2/m3	180,45 kg/m3	0,13	0,12	226,09 kg	0,13
	M1.8-M1.9	Muro de Contenção	1	8,80	3,00	0,33	2,00	1,00	9,32 m3	29,20 m2	1 562,13 kg	3,09 m2/m3	190,20 kg/m3	0,13	0,12	296,43 kg	0,13
	M1.9-M1.10	Muro de Contenção	1	8,20	1,80	0,33	2,00	1,00	10,55 m3	31,98 m2	1 864,06 kg	3,09 m2/m3	178,63 kg/m3	0,13	0,12	332,04 kg	0,13
	M1.10-M1.11	Muro de Contenção	1	8,00	2,10	0,33	2,00	1,00	9,54 m3	16,80 m2	1 201,28 kg	3,09 m2/m3	176,68 kg/m3	0,13	0,12	221,64 kg	0,13
	M1.11-M1.12	Muro de Contenção	1	7,80	3,00	0,33	2,00	1,00	7,72 m3	25,40 m2	1 476,17 kg	3,09 m2/m3	191,14 kg/m3	0,13	0,12	265,97 kg	0,13
	M1.12-M1.13	Muro de Contenção	1	7,70	1,00	0,33	2,00	1,00	7,82 m3	23,10 m2	1 458,51 kg	3,09 m2/m3	193,33 kg/m3	0,13	0,12	242,94 kg	0,13
	M1.13-M1.14	Muro de Contenção	1	7,40	3,90	0,33	2,00	1,00	9,52 m3	28,86 m2	1 694,68 kg	3,09 m2/m3	177,94 kg/m3	0,13	0,12	299,65 kg	0,13
	M1.14-M1.15	Muro de Contenção	1	7,20	1,00	0,33	2,00	1,00	7,13 m3	21,60 m2	1 370,19 kg	3,09 m2/m3	192,71 kg/m3	0,13	0,12	245,51 kg	0,13
	M1.16-M1.17	Muro de Contenção	1	9,90	2,96	0,33	2,00	4,00	9,67 m3	29,30 m2	1 704,33 kg	3,09 m2/m3	176,24 kg/m3	0,13	0,12	334,77 kg	0,25
	M1.17-M1.18	Muro de Contenção	1	9,80	2,90	0,33	2,00	4,00	9,38 m3	28,42 m2	1 660,07 kg	3,09 m2/m3	177,65 kg/m3	0,13	0,12	327,21 kg	0,25
	M1.18-M1.20	Muro de Contenção	1	9,90	6,90	0,33	2,00	4,00	21,63 m3	65,55 m2	3 049,83 kg	3,09 m2/m3	180,99 kg/m3	0,13	0,12	587,15 kg	0,25

Figura 5.14 - Folha de Medições (GG).

As folhas de medição, elaboradas numa folha Excel, estão preparadas para que os valores finais assumam a unidade de medida correta, conforme a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Valores gerados pelo Mapa de Medições (autor).

Descrição	Tipologia
Quantidades Totais	Betão (m ³)
	Cofragem (m ²)
Quantidade de varões (Kg)	Aço (Kg)
	Ø6
	Ø8
	Ø10
	Ø12
	Ø16
	Ø20
	Ø25
	Ø32
Densidades	m ² /m ³
	Kg/m ³

As densidades encontram-se calculadas apenas para ter comparação entre rácios existentes, ou seja, conhecer o intervalo aceitável das densidades de cada elemento.

A existência de uma folha resumo, como demonstra a Figura 5.15. permite uma visualização mais fácil de todas as medições, permitindo uma análise mais simplista.

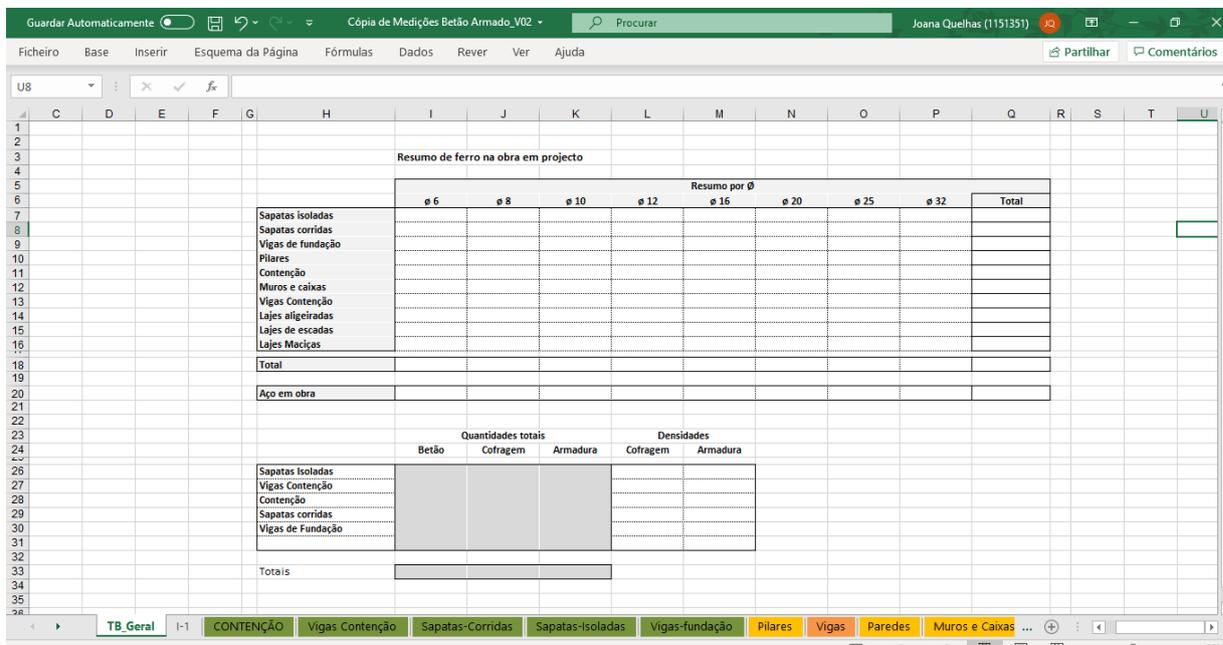


Figura 5.15 - Tabela Geral das Medições (autor).

Após o preenchimento total da folha, utilizam-se os valores para preencher a folha da reorçamentação. A folha de reorçamentação é composta pelo nível, preço, código, Item, Descrição, Notas, Unidade, Quantidade de Orçamento, Quantidade Reorçamento e Variação da Quantidade, como se pode verificar na tabela apresentada na Figura 5.16.

Todos os elementos, quer das fundações, quer da superestrutura são medidos em termos de quantidade de betão, cofragem e armadura.

Nível	Trade	Preço Código	Comparativo Codes	Item	Descrição Bill	Notas	Unid.	Quant. Orçamento	Quant. Reorçamento	Variation Quantidade
1				OBRA	EDIFÍCIO HABITACIONAL - LOTE 3 - LOTEAMENTO DA ASPRELA	area construção=18330m2				
2				A	PROPOSTA BASE					
4				2.2	FUNDAÇÕES					
5				2.2.1	BETÃO DE LIMPEZA					
	F	FO0115	BETÃO	2.2.1.1	Fornecimento e colocação de betão de limpeza C12/15 NO C11.0 D22 S3, aplicado em camadas de regularização de fundações com 0.05m de espessura, de acordo com o projecto e respectivos pormenores.		m³	176,32	173,526	7,05
	F	FEBL020	BETÃO	2.2.1.2	Execução de maciços de betão ciclópico para reforço da base das sapatas 57 e 59 com 1,90m de espessura.	artigo novo	m³	389,5		15,58
	S			2.2.2	SAPATAS					
				2.2.2.1	Execução de sapatas de fundação de pilares e paredes em betão armado, de acordo com o projecto e respectivos pormenores.					
	F	FO022	BETÃO	2.2.2.1.1	Betão C30/37 XC2 C10,4 S3 hidrofugado com Plastocrete 05 em todos os elementos, incluindo todos os trabalhos de fabrico, transporte, colocação, vibração e limpeza.		m³	1 938,23		77,53

Figura 5.16 - Folha de reorçamentação (autor).

Os elementos estruturais foram os seguintes: (Figura 5.17)

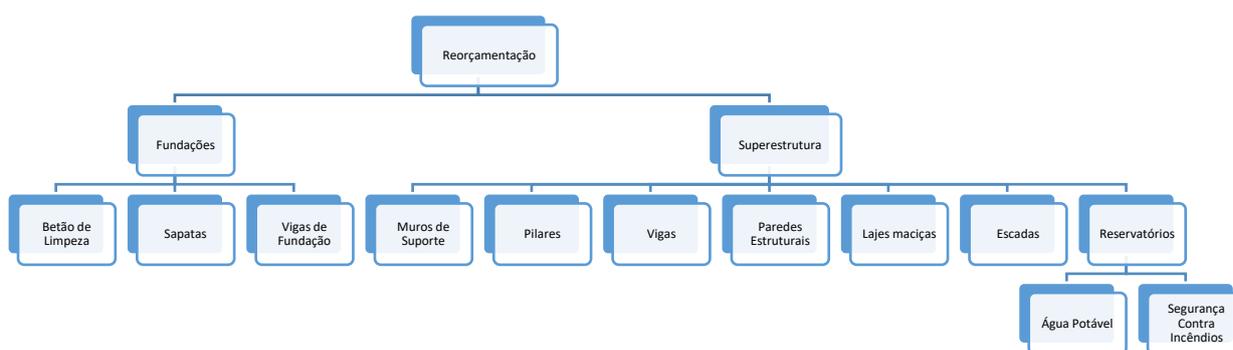


Figura 5.17 - Itens de RE orçamentação (autor).

Finalmente, fazendo uma comparação com o orçamentado na fase de projeto e na reorçamentação é possível prever possíveis desvios e colmatá-los, assumindo o maior valor dos dois.

Salienta-se que esta reorçamentação, como acima referido, permite um maior controlo na compra dos materiais prevenindo um gasto acima do necessário.

5.2.2 [Sala Lean] / [Sala Obeya]

Em semelhança da obra Asprela Domus II, foi também instalada uma [Sala Lean], onde a técnica referenciada por [Controlo Visual] (*Big Room*) está presente. A [Sala Lean] foi melhorada, após as ações de formação sobre o tema. Assim, a sala foi intitulada por [Sala Obeya].

A [Sala Obeya] tem como finalidade, tal como a [Sala Lean], planear e controlar, visualmente, a evolução da obra. Para isso é necessário primeiramente planear a disposição da mesma. Os elementos que permitem o [Controlo Visual] foram dispostos estrategicamente no espaço e com a visibilidade fulcral, para durante as reuniões, analisarem cada informação. A sala foi disposta da seguinte forma:

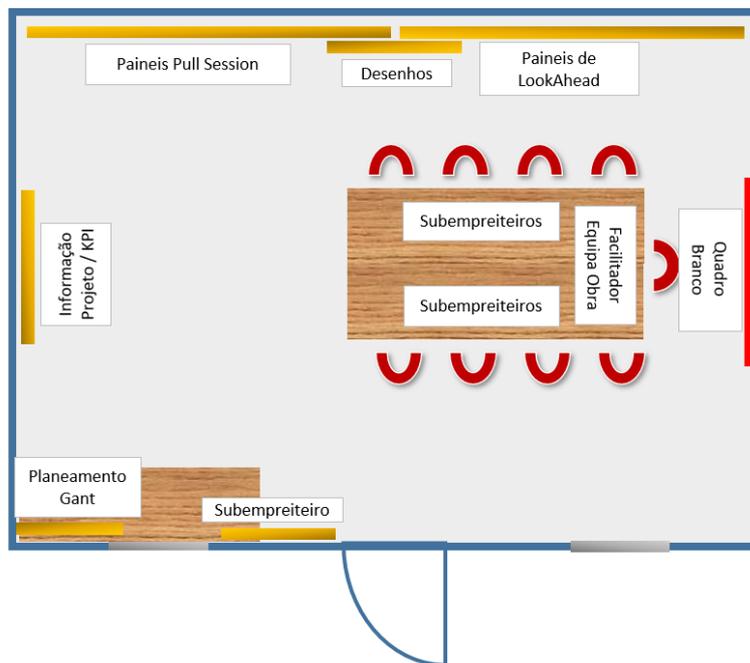


Figura 5.18 - [Sala Obeya] (autor).

Esta sala teve de cumprir um *check list* de logística, criado pelo departamento de Qualidade e é composto por dez regras fulcrais, demonstradas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - *Check List* logística *Pull Session* e Planeamento Intermédio (GG).

Check List Logística <i>Pull Session</i> e Planeamento Intermédio	
1	Sala com capacidade para todos os participantes (8-16), com espaço de parede para os painéis de <i>Pull</i> e <i>Lookahead</i> , plantas e datas principais do projeto, diagrama de <i>Gantt</i> e painel com indicadores-chave do processo.
2	Projektor, tela ou parede branca e pc portátil (opcional, mas recomendável, sobretudo se houver recurso ao BIM)
3	Mesas e cadeiras disposta, se possível, em U.
4	Bebidas e café e também algo para comer (imprescindível para a <i>Pull Session</i> e sessões que vão durar mais de 2 horas; recomendável para as reuniões semanais de LPS).
5	Informação do projeto: Desenhos, memórias descritivas, qualidade e segurança, lista de contactos, etc.
6	Cartões de cores para a sessão de <i>Pull</i> , uma cor por subempreiteiro: uns 10-15 por subempreiteiro
7	Cartões de cores para o planeamento intermédio e <i>Lookahead</i> : uma cor por subempreiteiro (mesma cor dos cartões de <i>Pull</i>). Assegurar que há sempre cartões para o planeamento diário (25-30 por subempreiteiro)
8	Marcadores pretos para escrever nos cartões: um por subempreiteiro. Se escrever nos cartões com marcador preto vê-se melhor do que com canetas.
9	Fita adesiva, pionés, post-its de cores, tesoura, marcadores de quadro branco, rolo <i>plotter</i> para planeamento <i>Pull</i>
10	Painéis para sessão de <i>Pull</i> impressos e colocados na parede. Painéis móveis tipo gesso cartonado, ou PP para o planeamento <i>Lookahead</i> (médio Prazo)

Esta [**Sala Obeya**] tem como objetivo dar resposta a cinco grandes questões, também estas designadas pelo Departamento de Qualidade e demonstradas na Figura 5.19:

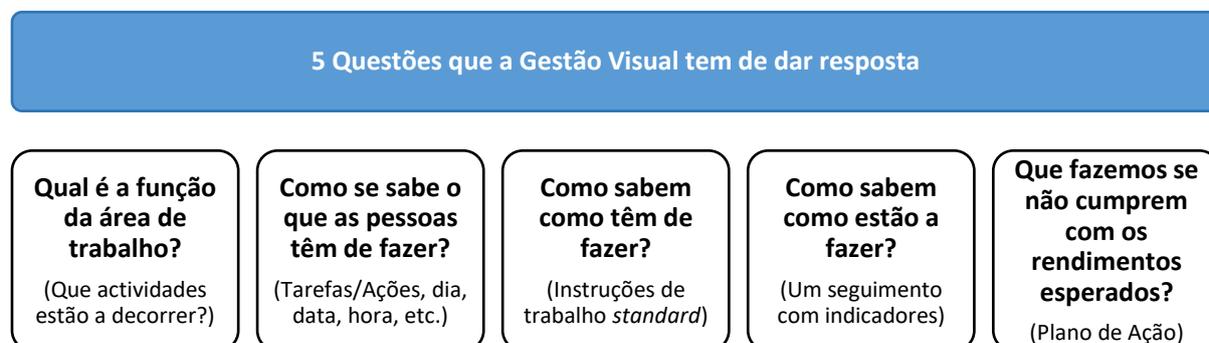


Figura 5.19 - Questões que a Gestão Visual tem de dar resposta (GG).

Com o decorrer das atividades semanais, retira-se o planeamento da semana anterior e preenche-se o da semana seguinte, como se pode observar na figura seguinte (Figura 5.22).

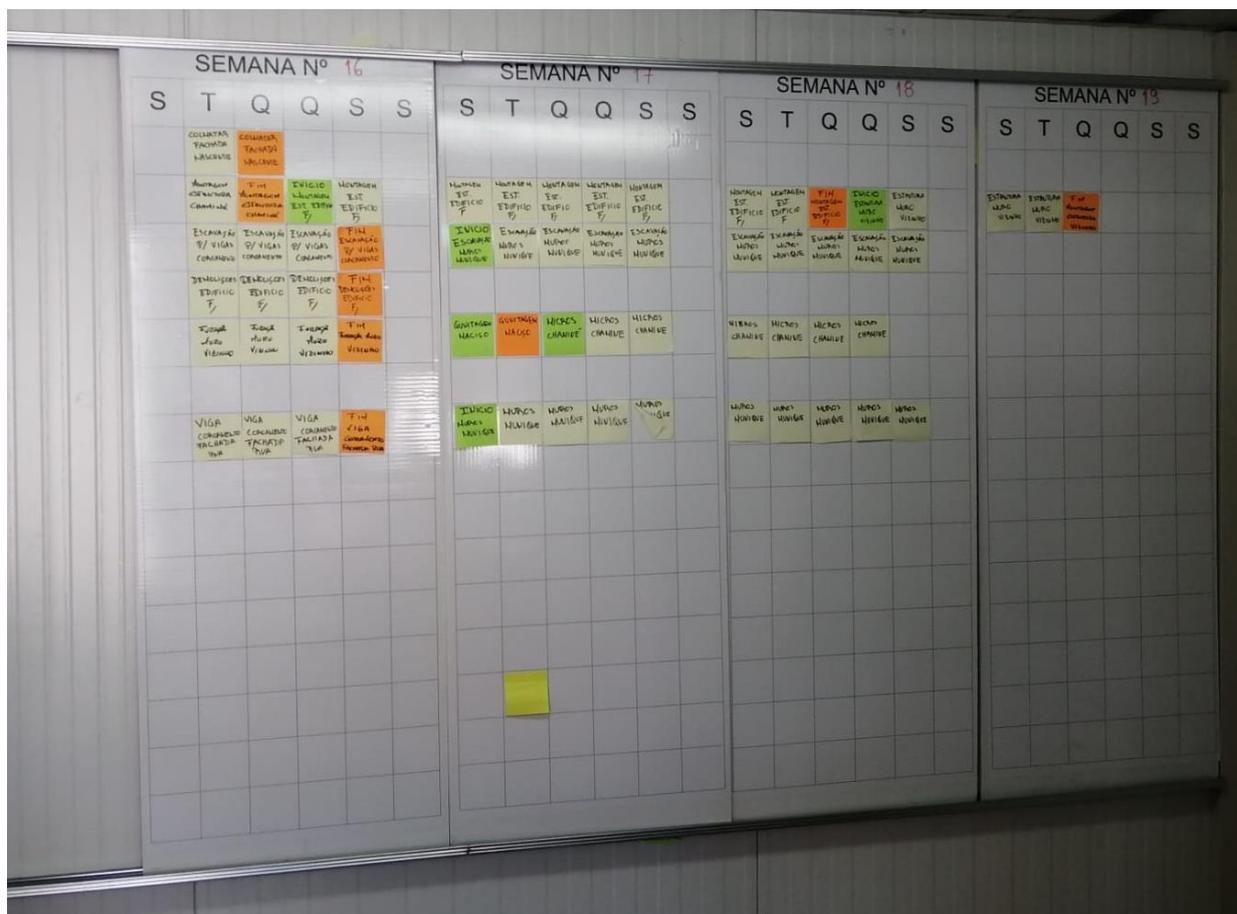


Figura 5.22 - Look Ahead Plan (GG).

5.2.2.3 Plano Semanal

O plano semanal acompanha os outros dois planos, ou seja, com o recurso a reuniões semanais é possível coordenar os trabalhos, planear os recursos e prevenir retrabalho. As reuniões semanais ocorrem em três fases distintas e em três dias diferentes, conforme ilustra a Figura 5.23.

Assim, é possível de se observar na Figura 5.23 que as reuniões com os subempreiteiros ocorrem todas as segundas-feiras para que se analise a semana anterior e se conheça mais pormenorizadamente a semana corrente. Permite, ainda, discutir as dúvidas, os problemas e as incompatibilidades que podem ocorrer.

Dá ainda a conhecer aos subempreiteiros os problemas que o Dono de Obra abordou na sua reunião e permite atualizar alguns trabalhos a complementares que sejam necessários executar.

1) Reunião Subempreiteiros				
Frequência	Fases	Horário	Duração	Participantes
Semanal (Segunda-Feira)	1ª Fase	14:30h	45 min	Subempreiteiros
	2ª Fase	-	30 min	Equipa de Obra

- **1ª Fase: Tópicos a Abordar**
 - Marcação de presenças - - min
 - Ponto de situação e dúvidas de subempreitadas – 5 min
 - Discussão de incompatibilidades entre áreas (verificar se estão refletidas no Last Planner) – 5 min
 - Atualização do quadro de tarefas semanais – 10 min
 - Gemba Walk - Desbloqueio e observação de pontos ou áreas críticas da obra – 10 min
- **2ª Fase: Tópicos a abordar**
 - Marcação de presenças - - min
 - Analisar o Planeamento das tarefas– 10 min
 - Percorrer a checklist Last Planner para a semana N+5 – 10 min
 - Analisar indicadores – 5 min
 - Atualização do quadro de listagem Subempreiteiros – 1 min
 - Temas para a Reunião obra com o cliente – 5 min

2) Reunião Dono de Obra			
Frequência	Horário	Duração	Participantes
Semanal (Quinta-feira)	14:30h	2h	Dono de Obra Equipa de Obra

- **Tópicos a Abordar**
 - Revisão da ultima Ata;
 - Temas para cliente.

3) Reunião de Equipa			
Frequência	Horário	Duração	Participantes
Semanal (Sexta-feira)	14:30h	30 min	Equipa de Obra

- **Tópicos a Abordar**
 - Planeamento Tarefas
 - Balizamento da semana corrente;
 - Análise dos constrangimentos da semana seguinte;
 - Análise das tarefas a tratar na semana seguinte;
 - Riscos.

Figura 5.23 - Listagem de Reuniões Semanais (GG).

No que respeita à reunião com o Dono de Obra, que ocorre às quintas-feiras e tem como objetivo primordial abordar todas as questões pertinentes, dar a conhecer o executado e discutir pormenores construtivos que possam sofrer alterações.

Para finalizar, na reunião de equipa, que ocorre às sextas feiras, é delineado o plano para todas as tarefas com início marcado e discutidos os constrangimentos ocorridos na semana corrente. Permite, ainda, fazer uma relação do material que se encontra em falta e previne a falta de comunicação entre os membros da equipa de direção de obra.

No que diz respeito ao *template* das “subempreitadas”, Figura 3.5 e da “informação Geral do Projeto Asprela Lote 3”, Figura 3.2, estes mantêm o *layout* do lote 2.

5.2.3 [Kaizen Digital]

Para colmatar a necessidade constante de visitar a sala de reuniões e aceder ao [Kaizen], e todos os seus elementos constituintes, foi proposto arranjar soluções para a agilização deste processo.

Desta forma o [Kaizen] em formato digital, criado em folha de Excel, permite reduzir o tempo de análise desta ferramenta. Agiliza todo o processo de observação e interpretação, uma vez que é possível aceder ao mesmo em qualquer local e atualizá-lo, semanalmente.

Uma vez que as reuniões com os subempreiteiros ocorrem semanalmente e tem como finalidade a discussão dos trabalhos da semana anterior face ao planeamento, é fulcral que estes tenham, ao longo da semana, o conhecimento do que foi decidido em reunião. Assim, juntamente com a Ata é anexado o Plano Semanal e é dado a conhecer o plano a seis semanas, para que estas possam desbloquear constrangimentos e organizar as equipas com a finalidade de cumprir o planeamento. Com o acesso a esta ferramenta podem, ainda, dar a conhecer soluções de otimização das tarefas.

O [Kaizen Digital], representado o seu *template* na Figura 5.24, foi elaborado tendo por base tentativas de outros já elaboradas e com o apoio do [Kaizen] físico já existente, o *template* escolhido para esta ferramenta teve por base as cores predominantes da empresa (apostando no azul que a empresa utiliza no seu logotipo, um azul mais claro como fundo do plano de informação e no branco para o preenchimento das tabelas), para que se torne apelativo visualmente e de simples utilização. A Identificação da Obra (código da mesma, local e nome) e do Nome do Diretor de Obra e do seu Cliente é fundamental, partindo que ficará como o histórico da obra e esta tem de estar devidamente identificada.

GARCIA GARCIA DESIGN & BUILD		Obra	Local	Cliente	Direção de Obra
		1948 - Asprela L1	Rua da Asprela	Imobilasa	Eng. Carlos Martins

- Início
- Descrição da Obra
- Subempreiteiros
- Pull Planning
- Planeamento a 6 semanas
- Planos Semanais
- PPC
- TCS
- Desvio
- Incumprimento

Figura 5.24 - *Template* do [Kaizen Digital] (adaptado GG).

5.2.3.1.2 Descrição da Obra

Este separador é meramente informativo. Contendo imagens em 3D da obra, o número de blocos e o descritivo das tipologias que os compõem, e as suas orientações serve para, numa análise rápida, auxiliar o planeamento semanal, com vista a identificar as frentes de obra realizadas e as que carecem de intervenção. Permite, ainda, atribuir percentagens em cada bloco, o que auxilia na compra de materiais, posteriormente.

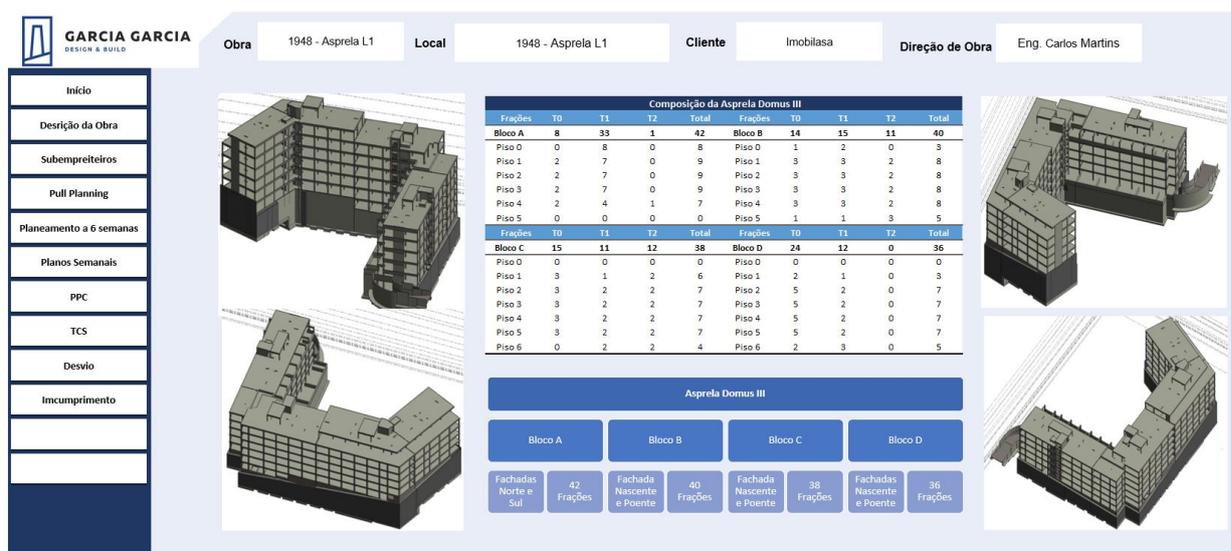


Figura 5.26 - Folha descritiva da Obra (autor).

A existência da descrição das tipologias será útil numa fase de acabamentos, porém servirá para aprovisionar materiais para cada fração e na generalidade para cada bloco. Sendo cada tipologia composta por uma área definida e por um número de casas de banho também definidos é simples elaborar um planeamento mais detalhado.

5.2.3.1.3 Pull Planning

O *Pull Planning* tem como objetivo dar a conhecer o articulado da obra no seu todo. Estipuladas as datas de início e de término e alocando as sucessoras e predecessoras é possível obter um gráfico de *Gantt* detalhado e de acordo com o articulado orçamentado na fase de projeto, como demonstra a figura seguinte (Figura 5.27).



Figura 5.27 - Folha Pull Planning (autor).

O balizamento diário encontra-se marcado pela barra limitada a vermelho. Permite identificar, diariamente, o ponto de situação em que deveria estar a obra.

A existência da percentagem de progresso tem como finalidade dar a conhecer a evolução das atividades, bem como o seu término. Esta coluna precisa de ser alimentada manualmente, porém é de fácil atualização, Figura 5.28.

Data de Início		ter, 19-mai-2020		Semana							
				21		22		23			
				19/mai/20		25/mai/20		01/jun/20			
				1 2 3 4 5 6		1 2 3 4 5 6		1 2 3 4 5 6			
				t q q s s d		s t q q s s d		s t q q s s d			
ASPRELA LOTE 3	Duração	215 days	Progresso	19/mai/20	15/mar/21						
ESTALEIRO DE OBRA	Duração	211 days	Progresso	25/mai/20	15/mar/21						
Montagem, manutenção e desmontagem do estaleiro, incluindo vedações, instalações provisórias para o empreiteiro, inst	Duração	211 days	Progresso	26/mai/20	15/mar/21						
Fornecimento, montagem e desmontagem de andaimes com parapeitos, rodapés, redes plásticas de proteção e demais tre	Duração	1 day	Progresso	13/jul/20	13/jul/20						
ESTABILIDADE	Duração	160 days	Progresso	19/mai/20	28/dez/20						
MOVIMENTO DE TERRAS	Duração	160 days	Progresso	19/mai/20	28/dez/20						
Escavação de terras para implantação de fundações, com meios mecânicos, até alcançar a cota necessária. Remoção do	Duração	110 days	Progresso	19/mai/20	19/out/20						
Aterro com material da própria escavação com meios mecânicos, até alcançar a cota necessária.	Duração	80 days	Progresso	08/set/20	28/dez/20						
Corpo A	Duração	2 days	Progresso	08/set/20	09/set/20						
Corpo B	Duração	2 days	Progresso	02/out/20	05/out/20						
Corpo C	Duração	2 days	Progresso	25/dez/20	28/dez/21						
Corpo D	Duração	1 day	Progresso	01/dez/20	01/dez/21						
CONTENÇÃO PERIFÉRICA	Duração	110 days	Progresso	19/mai/20	19/out/20						
Execução de cortina de estacas	Duração	10 days	Progresso	25/jun/20	08/jul/20						
Execução de muros tipo Berlim, incluindo execução de microestacas, viga de coroamento, ancoragens e painéis de betão a	Duração	110 days	Progresso	19/mai/20	19/out/20						
Corpo A	Duração	44 days	Progresso	19/mai/20	17/jul/20						
Corpo B	Duração	44 days	Progresso	19/mai/20	17/jul/20						
Corpo C	Duração	88 days	Progresso	19/mai/20	17/set/20						
Corpo D	Duração	110 days	Progresso	19/mai/20	19/out/20						
FUNDAÇÕES	Duração	96 days	Progresso	20/jul/20	30/nov/20						
Execução de sapatas e vigas de fundação.	Duração	96 days	Progresso	20/jul/20	30/out/20						
Corpo A	Duração	18 days	Progresso	20/jul/20	12/ago/20						
Corpo B	Duração	18 days	Progresso	13/ago/20	07/set/20						
Corpo C	Duração	24 days	Progresso	28/out/20	30/nov/20						
Corpo D	Duração	12 days	Progresso	20/out/20	04/nov/20						
SUPERESTRUTURA	Duração	176 days	Progresso	13/jul/20	15/mar/21						
Execução de muros de suporte em betão armado com secções variáveis, de acordo com o projecto e respectivos pormenor	Duração	90 days	Progresso	13/ago/20	16/dez/20						
Corpo A	Duração	6 days	Progresso	13/ago/20	20/ago/20						

Figura 5.28 - Especificação da coluna Progresso (autor).

5.2.3.1.4 Planeamento a Seis Semanas

O planeamento a Seis Semanas (P6S) baseia-se no planeamento a médio prazo. De forma mais detalhada e dividido por subempreiteiros é possível planear até seis semanas de obra, Figura 5.29.

The screenshot displays a software interface for project scheduling. At the top, there is a header bar with the company logo 'GARCIA GARCIA' and project information: '1501 - AQUÍLIS LT', 'LINDA', '1501 - AQUÍLIS LT', 'Civil', 'INDUSTRIAL', 'Projeto de Obra', and 'Eng. Carlos Martins'. Below this, a grid represents the project schedule, organized into four columns for 'Semana nº 28', 'Semana nº 29', 'Semana nº 30', and 'Semana nº 31'. Each week column is further divided into days (D, S, T, Q, Q, S, S). The rows represent different tasks, with some cells containing task names and sub-contractor names (e.g., 'Banco', 'Fornecimento', 'Instalação'). The tasks are color-coded in shades of blue and green. On the left side of the grid, there are vertical labels for 'Atividade' and 'Subempreiteiro'.

Figura 5.29 - Folha do PS6S (autor).

Esta ferramenta permite, como referido em 5.2.2.2, analisar as tarefas seguintes a serem executadas em obra e qual o seu encadeamento. De destacar que permite prevenir a sua não realização devido a constrangimentos que não foram previstos, ou seja, dá a conhecer as tarefas e o tempo de manobra para que os subempreiteiros possam encomendar material, organizar equipas e analisar a boa execução das tarefas a realizar.

5.2.3.1.5 Plano Semanal e Folha de Índice

Baseado no P6S é fulcral a existência do planeamento semanal. Este planeamento foi organizado para responder a índices de obra considerados relevantes.

A cada semana é associado um Plano Semanal. E este plano está dividido em subempreiteiros, zona a interencionar e tarefa. As tarefas são mais detalhadas e são estipuladas com base planeamento a seis semanas, como é possível observar na Figura 5.30.

Plano Semanal								Semana n° 30				
								Data: 20/jul				
Subempreiteiro	Zona	Tarefas	S	T	Q	Q	S	Estado	Razões de incumprimento			
			20/jul	21/jul	22/jul	23/jul	24/jul		Geral	Descritivo		
Irmãos Matos	Bloco D 2º nível	M1.10 a M1.12	✓					COMPLETA				
	Bloco D 2º nível	Viga de Coroamento	✓					COMPLETA				
	Bloco B 2º nível	M2.7 e M2.9	✓	✓				COMPLETA				
	Bloco A	Sapata corrida MS1		✓	✓	✓	✓	EM PROGRESSO				
	Bloco A	Muros interiores		✓	✓	✓	✓	ATRASADA	9	Segurança	N	Falta de segurança
	Bloco A 3º nível	M2.27 a M2.30			✓			ATRASADA	9	Segurança	N	Falta de segurança
Rodio	Bloco C 2º nível	Reinjeção 2.22 a 2.20 2.19 a 2.16	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco D 2º nível	Reinjeção 2.13 a 2.11	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco C 2º nível	2.19 a 2.16 2.14 a 2.15	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco C 2º nível	Reinjeção 2.14 a 2.15	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco B 2º nível	Reinjeção 2.31 a 2.34	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco D 2º nível	Furação 2.9 a 2.10			✓			ATRASADA	8	Planeamento Empreiteiro	B	Tarefa dependente de outro subempreiteiro não concluída
	Bloco D 2º nível	Reinjeção 2.9 a 2.10				✓	✓	ATRASADA	8	Planeamento Empreiteiro	B	Tarefa dependente de outro subempreiteiro não concluída
	Bloco C 2º nível	Reinjeção 2.26 a 2.23 2.19 a 2.16	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco B 2º nível	Reinjeção 2.28 a 2.30 2.25 a 2.26	✓	✓	✓			COMPLETA				
	Bloco D 1º nível	Reinjeção 1.1 e 1.5	✓					COMPLETA				
			11	10	11	3	3	69%	Percentagem de Plano Completo (PPC)			
N° TOTAL DE ACTIVIDADES								16				
N° TOTAL DE ACTIVIDADES NÃO FINALIZADAS								4				
N° TOTAL DE ACTIVIDADES FINALIZADAS								11				
N° TOTAL DE ACTIVIDADES EM PROGRESSO								1				

Figura 5.31 - Especificações do preenchimento de cada tarefa do Plano Semanal (autor).

A criação desta folha teve a colaboração do responsável na implementação do [Kaizen] na GG com a informação de quais as possíveis razões de incumprimento das tarefas. Estas razões sendo bastante descritivas obrigaram a que existisse um fio condutor que as englobaram em grupos chave. Na Tabela 5.4 apresenta-se uma tabela do documento criado com a descrição dessas possíveis razões.

Tabela 5.4 - Razões possíveis de incumprimento das tarefas (adaptado de GG).

1	Mão de Obra	B	Tarefa dependente de outro subempreito não concluída.
		C	Tarefa dependente do próprio não concluída
		G	Falta de pessoal
2	Materiais	J	Falta de verificação
3	Equipamento	U	Avaria do equipamento
4	Projeto	D	Falta de Informação
		E	Alteração de desenhos
5	Dono de Obra	I	Alteração do cliente
		L	Requisitos externos ao Projeto (Financiamento, etc.)
		O	Má definição do projeto
6	Condições externas	M	Condições meteorológicas
		R	Falta condições ambientais
		S	Fechado para férias/ Abandono de Obra
7	Fornecedor	H	Falta de materiais, equipamentos ou andaimes
8	Planeamento Empreiteiro	A	Mau planeamento
		F	Tarefa não planeada
		K	Incorreta estimativa de tempo
		P	Defeitos de qualidade, retrabalho /Não conformidades
		Q	Rendimento inferior ao esperado
		T	Reorganização de tarefas
		V	Dificuldades técnicas
9	Segurança	N	Falta de segurança
10	Outras	W	Outras 1
		X	Outras 2
		Y	Outras 3
		Z	Outras 4

Por fim, tendo conhecimento do número de atividades, das que foram finalizadas e as que estão atrasadas é possível calcular a Percentagem de Plano Completo (PPC).

Estas percentagens de plano completo dão a conhecer a evolução das semanas e, tal como o nome indica, a percentagem de tarefas que foram concluídas face ao proposto.

- **Índice dos Planos Semanais**

De forma a ser visualmente mais acessível e uma vez que a obra em estudo, no que concerne à parte das fundações e superestrutura ter um prazo de 42 semanas foi proposto a criação de índice de planeamento (Figura 5.32).

Obra	1948 - Asprela L1	Local	1948 - Asprela L1	Ciente	Imobilisa	Direção de Obra	Eng. Carlos Martins
Plano	Data	% Cumprimento	Plano	Data	% Cumprimento		
S29	13/07/2020	50%	S49	30/11/2020			
S30	20/07/2020	69%	S50	07/12/2020			
S31	27/07/2020	81%	S51	14/12/2020			
S32	03/08/2020		S52	21/12/2020			
S33	10/08/2020		S1	28/12/2020			
S34	17/08/2020		S2	04/01/2021			
S35	24/08/2020		S3	11/01/2021			
S36	31/08/2020		S4	18/01/2021			
S37	07/09/2020		S5	25/01/2021			
S38	14/09/2020		S6	01/02/2021			
S39	21/09/2020		S7	08/02/2021			
S40	28/09/2020		S8	15/02/2021			
S41	05/10/2020		S9	22/02/2021			
S42	12/10/2020		S10	01/03/2021			
S43	19/10/2020		S11	08/03/2021			
S44	26/10/2020		S12	15/03/2021			
S45	02/11/2020		S13	22/03/2021			
S46	09/11/2020		S14	29/03/2021			
S47	16/11/2020		S15	05/04/2021			
S48	23/11/2020		S16	12/04/2021			

Figura 5.32 - Folha do Índice de Planos Semanais (autor).

Este índice é composto por botões que, quando selecionados, transportam os utilizadores para a semana escolhida. Permite, uma análise rápida da semana sem desperdícios de tempo de pesquisa.

A existência da data de início de cada semana permite localizar, no calendário, quando a mesma ocorreu. Esta folha de índice de Planos Semanais é também composta pela percentagem de cumprimento das tarefas, que permite analisar como correu a semana de acordo com o estipulado inicialmente.

5.2.3.1.6 Percentagem de Plano Concluído (PPC)

Esta folha, Figura 5.33, tem como objetivo dar a conhecer, de uma forma compacta e direta, a percentagem concluída semanalmente. Com o conhecimento destas percentagens é possível traçar a evolução do PPC.

É objetivo da GG manter o PPC sempre acima dos 80%, uma vez que considera normal, tratando-se de uma obra de grande parte, que nem todas as tarefas consigam ser concluídas conforme planeado, seja por razões de planeamento, meteorológicas ou devido a problemas no terreno, na fase de contenções periféricas.

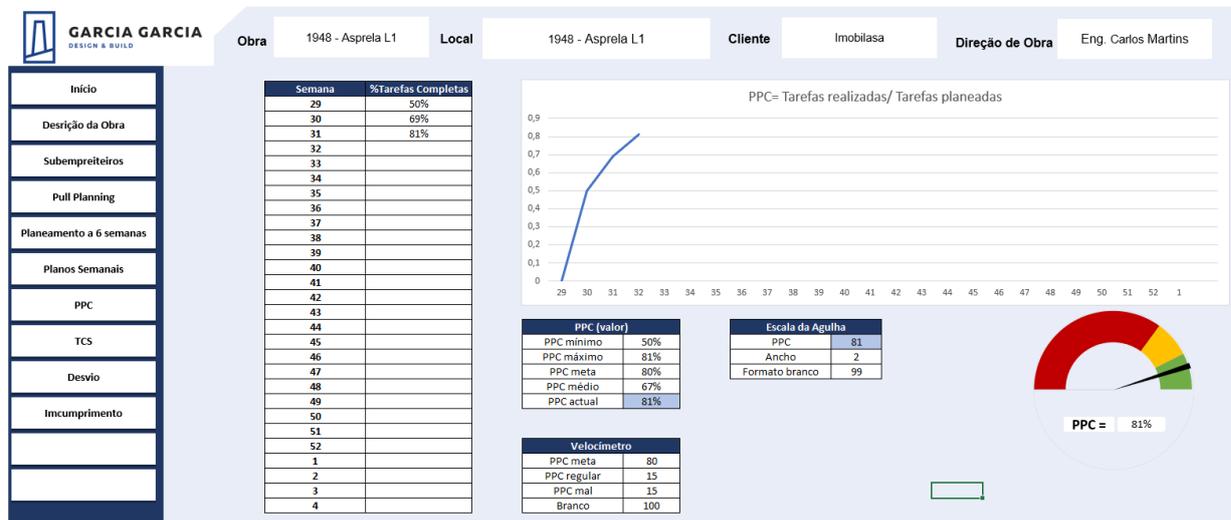


Figura 5.33 - Folha do PPC (autor).

Para além do gráfico PPC é gerado um Barómetro Semanal (Figura 5.34), com a percentagem semanal concluída. Visualmente é mais fácil identificar o balanço semanal.

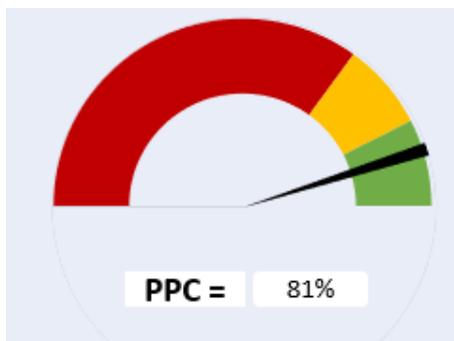


Figura 5.34 - Barómetro do PPC (autor).

5.2.3.1.7 Taxa de Cumprimento Semanal (TCS)

De uma forma sucinta e resumida esta folha (Figura 5.35) permite analisar em cada semana o número de tarefas planeadas, finalizadas e em progresso, atribuindo semanalmente as percentagens às mesmas.

Com a folha retratada na Figura 5.35 conhece-se o progresso das tarefas, igualmente refletido no PPC e analisa a semana e o estado das tarefas. O objetivo, tal como no PPC, é manter a percentagem de tarefas concluídas e as que se encontram em progresso acima dos 80% (Figura 5.34).

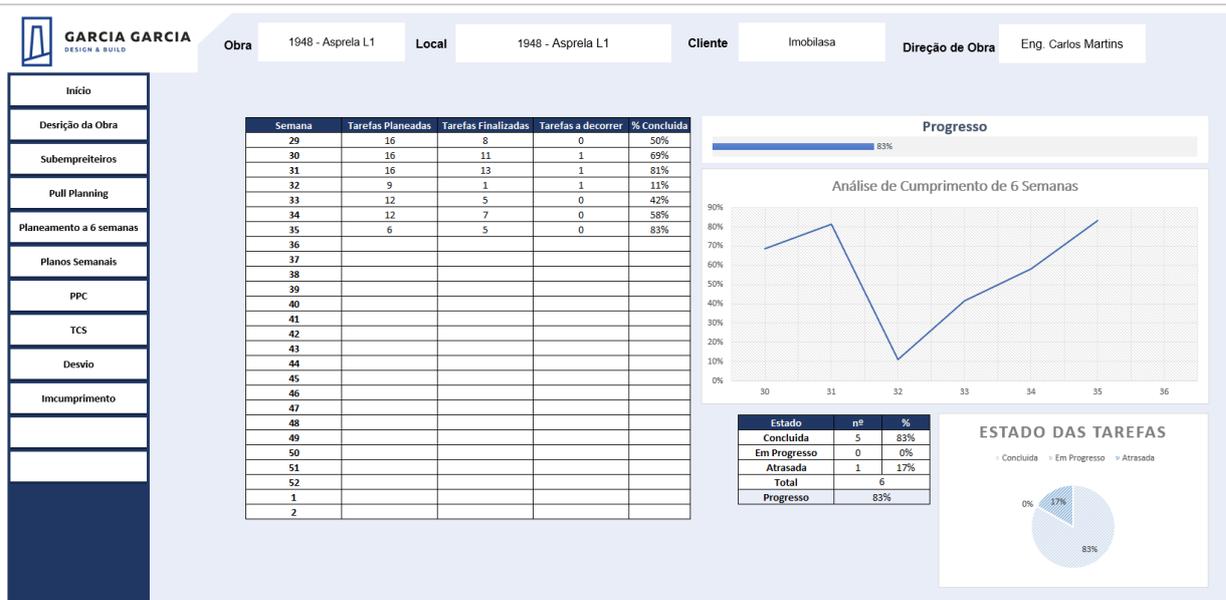


Figura 5.35 - Folha do TCS (autor).



Figura 5.36 - Informação visual relevante do TCS (autor).

5.2.3.1.8 Incumprimento

Como referido em 5.2.3.1.5 esta folha é preenchida semanalmente tendo em conta as razões de incumprimento das tarefas (Figura 5.37). Devidamente atualizado permite, à data, conhecer o maior foco e incumprimento e a forma da sua eliminação.

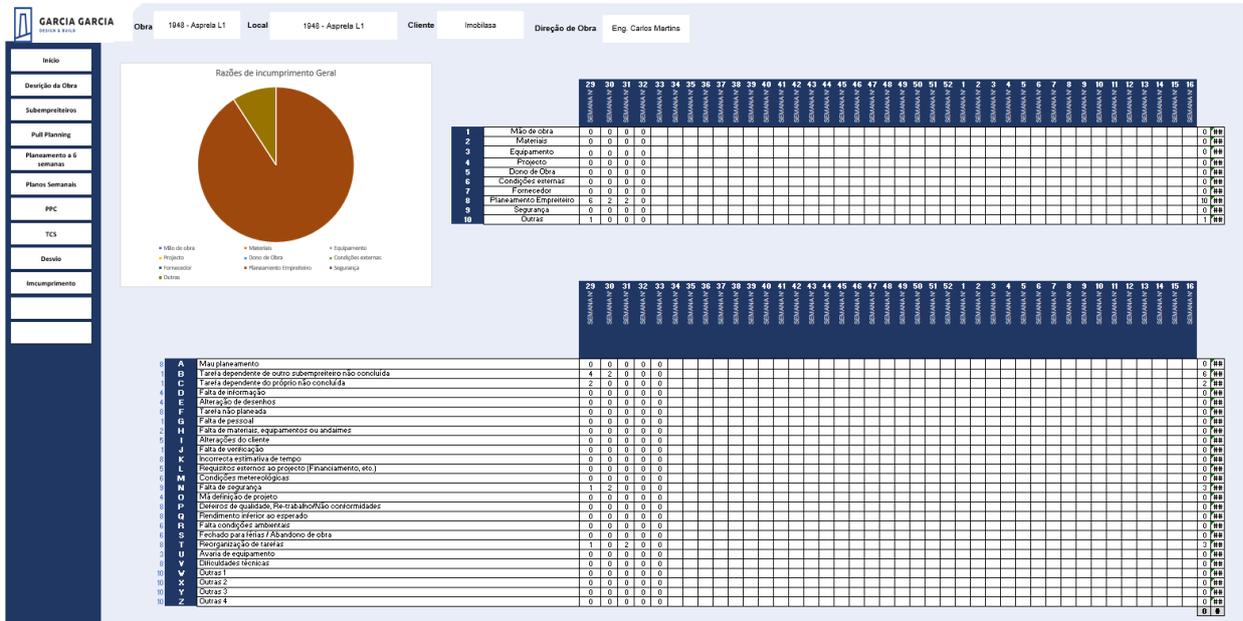


Figura 5.37 - Folha das Razões de Incumprimento (autor).

A Figura 5.38 dá a conhecer também, pelo gráfico circular, as razões de incumprimento mais usuais a nível geral, numa ótica global.



Figura 5.38 - Gráfico de Razões de Incumprimento Geral (autor).

Por fim, esta folha permite registar o histórico de não cumprimento das tarefas e as suas razões, permitindo assim, ter registado todas as ocorrências que auxiliaram no atraso citado.

5.2.3.2 Folha de início

Após a criação destas folhas, considerou-se fundamental que a página inicial incidisse sobre alguns índices relevantes. Para isso foi criada a Folha de Rosto, conforme a Figura 5.39, com ênfase à data de início e de fim da primeira fase da obra – Contenções e Superestrutura (a semana do ano e a data do dia corrente).



Figura 5.39 - Folha de Rosto (autor).

A catalogação do número de tarefas terminadas, das tarefas que se encontram em progresso, permitem fazer um balanço visual mais eficaz.

O gráfico de PPC indica a percentagem das tarefas realizadas sobre as planeadas e de forma geral o estado de desenvolvimento da obra.

O gráfico da análise do cumprimento das tarefas a seis semanas possibilita o conhecimento da evolução semanal.

5.2.4 Folha de Controlo de Receção e Produção

De forma a apoiar o [Kaizen Digital] e auxiliado pela Medição efetuada no início da obra, foi necessário criar uma folha de 'Registo e Controlo de Produção' e 'Receção de Materiais', neste caso em particular, do betão e do aço.

Esta ferramenta tem como finalidade auxiliar os 'Autos de Produção e de Faturação Mensal', uma vez que contém, como observado nas figuras seguintes, todas as datas e respetivas intervenções em cada elemento. Conjuntamente com o 'Mapa de Medições', referido em 5.2.1.3, é possível analisar o que foi executado, os sobreconsumos e o que ainda falta requisitar para a obra.

Esta ferramenta foi elaborada tendo por *template* o do [Kaizen Digital]. Este encontra-se, na fase referente às contenções periféricas, dividido segundo a estrutura analítica representada na Figura 5.40.

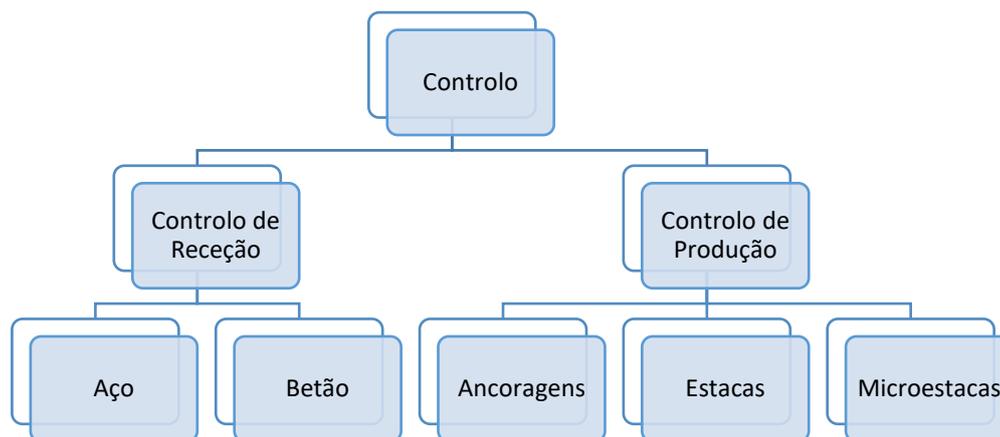


Figura 5.40 - Divisão da Folha de Controlo de Produção e Receção (autor).

5.2.4.1 Controlo de Receção

Analisando o controlo de Receção de Aço e de Betão, existem duas folhas em Excel, com o objetivo de controlar a betonagem e a armação dos elementos das contenções periféricas e superestrutura. Estas folhas permitem balizar os ‘Planos Semanais’, uma vez que a ‘Folha de Controlo de Betonagem’ é preenchida com o elemento, ou elementos, que foram executados.

No caso do aço, a sua encomenda é feita tendo como base uma análise de todos os elementos a serem armados e, por isso, é garantido que os mesmos serão executados no tempo disponível para ação.

5.2.4.1.1 Controlo de Receção de Betão

Para o controlo de receção de betão é preenchido o ‘Mapa de Controlo de Betonagem’, Figura 5.41, sempre que a mesma ocorra. O seu preenchimento é elaborado de uma forma simples. Primeiramente coloca-se o número de pedido de betonagem e o número da guia associada, o seu fornecedor e o local do mesmo.

Seguidamente, dentro da classe de betão, insere-se os valores que foram utilizados em obra na respetiva coluna da sua especificação. O volume pedido é previamente acordado semanalmente com o fornecedor, porém este é ajustado no mesmo dia de acordo com as necessidades. O volume fornecido é inserido e alterado, se necessário. A classe de consistência e o tipo de descarga é preenchido de acordo com a guia de betão e das especificações do mesmo.

MAPA DE CONTROLO DE BETONAGEM											GARCIA GARCIA DESIGN & BUILD										
Designação de Obra: 1948 - ASPRELA LOTE 1																					
Pedido de Betonagem n.º	Guia de Remessa				Classe do Betão (Quantidade em m³)						Classe de Consistência	Elementos Betonados			SLUMP		Identificação dos provetes para ensaio			Observações / Conformidade	
	n.º	Data	Fornecedor	Central	C30 / 37		C25 / 30		C16 / 20			C12 / 15		Bloco	Elemento de betão	Tipo de Descarga	Abaixamento (cm)	C/NC	n.º de série		Resultado
					Volume pedido	Volume fornecid	Volume pedido	Volume fornecid	Volume pedido	Volume fornecid	Volume pedido	Volume fornecid						7 dias	14 dias	28 dias	
1	GR P502/0065041	08/05/2020	Unibetão	Maia			6,5	6,5					S3	Grua Sapata	Outras						
2	GR P502/0065033	08/05/2020	Unibetão	Maia			10	10					S3	Grua Sapata	Outras						
3	GR P502/0065029	08/05/2020	Unibetão	Maia			10	10					S3	Grua Sapata	Outras						
4	GR P502/0043640	06/05/2020	Unibetão	Maia					6,5	6,5			S3	Grua Sapata	Outras						
	GR P502/0066172	29/05/2020	Unibetão	Maia					5,5	5,5			S3	Grua Sapata	Outras						
5	GR P502/0066249	01/06/2020	Unibetão	Maia	6,5	6,5							S3	-	Grua						
6	GR P502/0066313	02/06/2020	Unibetão	Maia	4,5	4,5							S3	-	Viga de Coroamento	Outras					2m3 foi para o muro lote 2
7	GR P502/0066758	09/06/2020	Unibetão	Maia	8	8							S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
8	GR P502/0006799	04/06/2020	Unibetão	Maia	10	10							S3	A	P1.49; P1.52	Grua					4m3 foi para o muro lote 2
9	GR P502/0066510	05/06/2020	Unibetão	Maia					6	6			S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
10	GR P502/0066510	05/06/2020	Unibetão	Maia	5	5							S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
11	GR P502/0066511	09/06/2020	Unibetão	Maia	6	1							S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
12	GR P502/0006799	08/06/2020	Unibetão	Maia	11,5	5,5							S3	B	P1.34; P1.37	Grua					
	GR P502/0066578	08/06/2020	Unibetão	Maia	11,5	6							S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
13	GR P502/0066654	09/06/2020	Unibetão	Maia	12,5	5,5							S3	C,B	P1.26; P1.30; P1.15	Outras					
	GR P502/0066659	09/06/2020	Unibetão	Maia		7							S3	B	P1.23; P1.19	Outras					
													S3	-	Viga de Coroamento	Outras					
14	GR P502/0066731	12/06/2020	Unibetão	Maia	6	6							S3	A	HEB Q; P1.5	Outras					
15	GR P502/006718	12/06/2020	Unibetão	Maia	9,5	9,5							S3	CA	P1.36; P.12; P1.8	Outras					
16	GR P502/0066827	15/06/2020	Unibetão	Maia	30	10							S3	B	P1.35	Outras	15	C			
	GR P502/0066813	15/06/2020	Unibetão	Maia		10							S3	A	P1.47; P1.48	Outras					

Figura 5.41 - Folha tipo de Receção de Betão (autor).

A especificação do Bloco e do elemento que foi betonado, permite auxiliar no preenchimento do [Kaizen], uma vez que associando ao dia da sua betonagem consegue-se perceber se esse elemento, no ‘Plano Semanal’ (5.2.3.1.5), foi executado.

Por fim, a coluna referente à realização do ensaio de Slump é preenchida sempre que se betona um elemento diferente, ou sempre que se atinge os 300 m³. São também realizados os ensaios aos provetes e os seus valores são devidamente alocados nesta folha.

A coluna das Observações/Conformidade é preenchida sempre que é relevante dar a conhecer a existência de acelerador de presa ou fibras, por exemplo.

5.2.4.1.2 Controlo de Receção de Aço

A ‘Folha de Registo do Aço’, representada na Figura 5.42, não influencia diretamente o planeamento, ainda assim, é necessário perceber a quantidade existente e a quantidade necessária para encomendar. Por outras palavras, conhecendo a quantidade de aço necessária para a obra e tendo esses elementos medidos, conforme referido em 5.2.1.3, é possível efetuar um balizamento do material que falta encomendar, da quantidade já produzida em obra e a sobrança, contribuindo para uma gestão de custos da obra.

		Obra	1948 - Asprela L1	Local	1948 - Asprela L1	Cliente	Imobilasa	Direção de Obra	Eng. Carlos Martins
Março									
data	Estacas		Furação	Betão		Volume teórico		Diferença de volume real	Sobre Consumo
	nº	Diâmetro	comprimento	Guia	Volume (m³)	área do círculo	Volume		
19/jun	1	0,62	10,7	2003349	5	0,302	3,230	1,77	35,4%
	3	0,62	10,7	2003349	3	0,302	3,230	1,27	28,2%
				2003355	1,5				
	5	0,62	10,5	2003355	4	0,302	3,170	0,83	20,7%
	7	0,62	10,2	2003355	2,5	0,302	3,079	1,42	31,6%
	9	0,62	10	2003361	4				
	11	0,62	10	2003361	2	0,302	3,019	0,48	13,7%
	13	0,62	10	2003368	3,5				
	15	0,62	10	2003372	5	0,302	3,019	1,98	39,6%
	17	0,62	9,8	2003374	4	0,302	2,959	1,04	26,0%
	19	0,62	9,5	2003374	2	0,302	2,868	1,13	28,3%
				2003380	2				
	21	0,62	9,5	2003380	4	0,302	2,868	1,13	28,3%
	2	0,62	10,6	2003403	5	0,302	3,200	1,80	36,0%
22/jun	4	0,62	10,5	2003406	2	0,302	3,170	0,83	20,7%
	6	0,62	10,4	2003406	4	0,302	3,140	0,86	21,5%
	8	0,62	10,2	2003406	1	0,302	3,079	0,92	23,0%
				2003410	3				
	10	0,62	10	2003410	3,5	0,302	3,019	0,48	13,7%
	12	0,62	10	2003410	1,5	0,302	3,019	0,98	24,5%
				2003414	2,5				
	14	0,62	9,8	2003414	4	0,302	2,959	1,04	26,0%
	16	0,62	9,5	2003420	4	0,302	2,868	1,13	28,3%
	18	0,62	9,5	2003420	3,5	0,302	2,868	0,63	18,1%
	20	0,62	9,5	2003420	0,5	0,302	2,868	0,63	18,1%
				2003423	3				
	22	0,62	9,5	2003423	3,5	0,302	2,868	0,63	18,1%

total do volume usado	89
total do volume teórico	66,54
Sobre consumo	25%

Figura 5.43 - Folha de Controlo de Produção de Estacas (autor).

Uma vez que o ligante utilizado na produção das estacas era adquirido pelo subempreiteiro e posteriormente indicada a quantidade utilizada à direção de obra, foi necessário, para salvaguarda desta, acompanhar o controlo de betão consumido na execução das mesmas.

Conhecendo o diâmetro da estaca, neste caso de 62,00 cm, bem como o comprimento de furação, obtém-se o volume teórico de betão para a execução da estaca, de acordo com a seguinte equação:

Equação 1 - Cálculo do Volume teórico de betão da estaca.

$$Volume\ teórico\ de\ betão\ da\ estaca = \frac{Comprimento\ da\ furação * \pi * 0.62^2}{4}$$

Compara-se de seguida com as ‘Guias de Receção de Betão’ (folha técnica que contém a quantidade de betão recebido) que se encontram catalogadas na folha de ‘Controlo de Receção de Betão’ (conforme 5.2.4.1.1.).

Analisando o volume de betão recebido com o volume real das estacas, e comparando este documento à folha de registo da execução das estacas, obtêm-se uma tabela comparativa, 5.2.4.2.1.

Por fim é possível calcular o sobreconsumo, dado este por:

Equação 2 - Sobreconsumo das estacas.

$$sobreconsumo = 1 - \frac{volume\ teórico\ da\ estaca}{volume\ da\ guia\ de\ estaca}$$

No caso em apreço, com o decorrer da análise das ‘Guias de Receção de Betão’ com as ‘Fichas Técnicas’, deparou-se na existência de uma discrepância de volume real de 1,02 m³, ou seja, após associar as estacas

às guias de betão e conhecendo o volume real da estaca, concluiu-se que existe betão identificado como sobreconsumo.

Por outro lado, analisando os sobreconsumos é notório que o valor médio por estaca é de 24,50%, ou seja, por cada estaca executada existe uma quantidade de betão a mais, equivalente a 24,50% do que a estaca realmente necessitava.

É de referir que possivelmente este sobreconsumo tenha ocorrido devido às irregularidades do terreno da perfuração da estaca, uma vez que a medição da mesma é executada com auxílio a um fio de prumo. Refira-se também que a perfuração da estaca não é feita com um tubo de molde e provavelmente existe dispersão de betão para o sobrevolume escavado no solo.

5.2.4.2.2 Controlo de Produção de Ancoragens

O tempo de espera de furação e selagem de ancoragens, para posteriormente tensionamento, tem de ser calculado a partir do momento em que se dá a furação. Assim, a 'Folha de Registo do Controlo de Execução das Ancoragens' (Figura 5.44) prevê quando podem ser tensionadas e, assim, facilitar o preenchimento do P6S e do Plano Semanal.

The screenshot displays a detailed control sheet for the production of anchors. The main table has columns for 'Identificação', 'Data', 'Injeção', 'Compimento', 'Tipo de Furação', 'Armadura', 'Selagem', and 'Injeção repetidas'. The 'Injeção repetidas' section is further divided into '1º', '2º', and '3º' attempts, each with sub-columns for 'Data', 'Hora', 'Pressão', 'Dura', 'VSD', 'Aditivo', and 'Pressão'. To the right, there are several summary tables: 'Injeção repetidas' (with columns for Dia, Hora, Min, Seg, Total), 'Total de carga média' (with columns for média, mínimo, máximo), 'Quantidade de cimento' (with columns for Injeção, 1º, 2º, 3º, Total), and 'Totais' (with columns for Injeção, Armadura, Armadura + Injeção, Selagem).

Figura 5.44 - Folha de Controlo de Produção de Ancoragens (autor).

Desta forma, seguindo a mesma linha de controlo de produção das estacas e uma vez que o subempreiteiro foi o mesmo, foi possível fazer o controlo dos gastos de ligante e dos tempos de espera entre as reinjeções repetidas e o seu tensionamento, como demonstra a figura seguinte (Figura 5.45 - Quantidade de Calda de Cimento Utilizado e Datas de Tensionamento (autor))

Estado												A DECORRER				
Injeção repetidas												Terminada	Total de Carga (Kg)	Pronta	Correção	Boletim de Ensaio
2ª			3ª			4ª										
Data	KG	Aditivo	Pressão	Data	KG	Aditivo	Pressão	Data	KG	Aditivo	Pressão					
09/jun	-	N	20									S	375	16/jun	18/jun	18/mai
												S	-	15/jun	18/jun	18/mai
												S	-	15/jun	18/jun	18/mai
09/jun	-	N	20									S	375	16/jun	18/jun	18/jun
17/jun	375	N	15	18/jun	375	N	17	19/jun	-	N	20	S	1125	26/jun	-	02/jul
17/jun	375	N	16	18/jun	-	N	20					S	750	25/jun	26/jun	26/jun
												S	-	23/jun	25/jun	25/jun
												S	-	24/jun	25/jun	25/jun
												S	-	24/jun	25/jun	25/jun
												S	-	24/jun	26/jun	26/jun
18/jun	-	N	20									S	375	25/jun	-	30/jun
18/jun	-	N	20									S	375	25/jun	26/jun	26/jun
18/jun	-	N	20									S	375	25/jun	26/jun	26/jun
18/jun	-	N	20									S	375	25/jun	-	29/jun
19/jun	375	N	18	22/jun	-	N	20					S	750	29/jun	-	01/jul
19/jun	375	N	17	22/jun	-	N	20					S	750	29/jun	-	30/jun
19/jun	-	N	20									S	375	26/jun	-	30/jun
19/jun	375	N	16	22/jun	-	N	20					S	750	29/jun	-	02/jul
19/jun	375	N	16	22/jun	-	N	20					S	750	29/jun	-	26/jun
19/jun	-	N	20									S	375	26/jun	03/jul	03/jul
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	30/jun
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	01/jul
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	01/jul
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	01/jul
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	29/jun
22/jun	-	N	20									S	375	29/jun	-	29/jun
25/jun	-	N	20									S	375	2/jul	-	02/jul
												S	-	29/jun	-	02/jul
												S	-	29/jun	-	01/jul
26/jun	300	N	14	02/jul	-	N	20					S	600	3/jul	15/jul	15/jul
26/jun	-	N	20									S	300	3/jul	03/jul	03/jul
26/jun	-	N	20									S	300	3/jul	03/jul	03/jul
												S				

nº ancoragens médias			
Dia	Junho	Julho	total
Mês	5,6	6,3	5,9

Total de carga média		
média	maior	menor
447,3	1125,0	200,0

Quantidade de cimento			
	média	maior	menor
Selagem	553,3	1250,0	300,0
1ª injeção	319,9	375,0	200,0
2ª injeção	313,9	375,0	240,0
3ª injeção	304,2	375,0	275,0
4ª injeção			

Selagem Exterior			
Data	KG	Data	KG
08/jun	900	02/jul	175
22/jun	625	14/jul	625
25/jun	200	16/jul	260
26/jun	950	22/jul	170
		23/jul	550

Totais	
Selagens exteriores	4455
Injeções repetidas	23790
Selagens	51460
	79705

Figura 5.45 - Quantidade de Calda de Cimento Utilizado e Datas de Tensionamento (autor).

Assim, procedeu-se à anotação de todas as informações que não eram características comuns, numa tabela, onde se identificam as ancoragens em estudo, a sua data de furação, de selagem e da sua injeção, bem como as diversas quantidades injetadas e cargas.

Para se obter uma melhor análise sobre o seu tensionamento arbitrou-se que seriam tensionadas 7 dias após a última injeção repetida. Assim, durante o tratamento de dados foi identificado a possível data do seu tensionamento. Salve-se que os números de injeções repetidas variam e a nega é atingida aos 20 KPa, como se pode observar na Figura 5.45.

A coluna da Correção é preenchida quando na folha da parte diária do subempreiteiro é registado o seu tensionamento. Por outro lado, a coluna do Boletim de Ensaio é preenchida com a data do tensionamento que consta nos Boletins, tal permite fazer uma comparação entre o registado nas partes diárias e no boletim de ensaio, prevenindo possíveis erros.

Esta folha, permite ainda que sejam gerados os números de ancoragens diárias e a quantidade de cimento utilizado (Figura 5.45) auxiliando assim os autos de faturação e, posteriormente, no balizamento dos gastos.

O conhecimento do possível tensionamento das ancoragens permite, também, prever uma data expectável para baixar níveis no muro de contenção. Por outras palavras é necessário que num determinado nível alguns panos estejam tensionados para se poder baixar de nível, o que ajuda na

organização do planeamento. De forma a facilitar esta leitura, foi gerada a Tabela de Percentagem de Ancoragens Tensionadas por Bloco e por Nível (Figura 5.46).

Tomando como exemplo o que consta na figura, é notável que o primeiro nível do bloco A e B encontra-se concluído, como os mesmos do segundo nível. Porém o Bloco D encontra-se realizado a 75% o que só possibilita, devido às condições de segurança, a execução de 23% das ancoragens no segundo nível do mesmo bloco.

Assim, esta tabela, de uma forma rápida e precisa, auxilia no acompanhamento da evolução das ancoragens e previne que os níveis seguintes sejam completamente executados sem o anterior estar concluído.

GARCIA GARCIA DESIGN & BUILD		Obra	1948 - Asprela L1	Local
Ancoragens				
1º nível	Bloco A	Total	13	100%
		Executadas	13	
	Bloco B	Total	14	100%
		Executadas	14	
	Bloco C	Total	13	92%
		Executadas	12	
	Bloco D	Total	12	75%
		Executadas	9	
2º nível	Bloco A	Total	14	100%
		Executadas	14	
	Bloco B	Total	14	100%
		Executadas	14	
	Bloco C	Total	13	100%
		Executadas	13	
	Bloco D	Total	13	23%
		Executadas	3	
3º nível	Bloco B	Total	2	0%
		Executadas		
	Bloco C	Total	11	0%
		Executadas		
	Bloco D	Total	9	0%
		Executadas		
4º nível	Bloco C	Total	4	0%
		Executadas		

Figura 5.46 - Tabela de Percentagem de Ancoragens Tensionadas por Bloco e por Nível (autor).

5.2.4.2.3 Controlo de Produção de Microestacas

Tendo igualmente por base os últimos dois tópicos, este controlo serve para planear e balizar o que foi executado no que concerne às microestacas – ‘Folha de Controlo de Produção de Microestacas’ (Figura 5.47).

Com a colocação da data de furação e respetiva identificação da micro e da data de término da mesma é possível balizar o planeamento e preencher a coluna do estado de tarefa do plano semanal, se o mesmo constar.

Controlo de Microestacas												
Data	Micro	φ	Profundidade	Selagem	Selagem [kg]	1 Injeção Calda	2 Injeção Calda	3 Injeção Calda	kg/ml	kg/ml	Terminada	Data de Término
20/05/2020	M2.35	114.3	11.7	4	150				132.48	60	SIM	21/05/2020
20/05/2020	M2.34	114.3	11.7	4	150				132.48	60	SIM	21/05/2020
20/05/2020	M2.33	114.3	11.7	4	825				70.51	60		
20/05/2020	M2.32	114.3	11.3	4	825				73.01	60		
21/05/2020	M2.33	114.3	11.7	4	600				66.38	60	SIM	25/05/2020
25/05/2020	M2.32	114.3	11.7	4	450				38.46	60	SIM	26/05/2020
25/05/2020	M2.30	114.3	12.2	4	500	100	100		49.18	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.36	114.3	11.7	4	475				40.60	60	SIM	26/05/2020
25/05/2020	M2.37	114.3	11.7	4	500	100	100		51.28	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.38	114.3	11.7	4	500	100	100		51.28	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.31	114.3	11.2	4	475				42.41	60	SIM	26/05/2020
25/05/2020	M2.29	114.3	12.2	4	550	100	100		53.28	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.28	114.3	11.7	4	500	100	100		51.28	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.27	114.3	11.7	4	500	100	100		51.28	60	SIM	28/05/2020
25/05/2020	M2.25	114.3	10.7	4	450	100	100		51.40	60	SIM	29/05/2020
26/05/2020	M2.26	114.3	10.7	4	475		100		44.39	60	SIM	28/05/2020
26/05/2020	M2.24	114.3	10.7	4	450	100			51.40	60	SIM	29/05/2020
26/05/2020	M2.22	114.3	10.2	4	450	100			53.32	60	SIM	29/05/2020
02/06/2020	M1.19	127	15.2	4	850	175			67.43	60	SIM	03/06/2020
02/06/2020	M1.16	127	15.7	4	875	100	150		62.10	60	SIM	04/06/2020
02/06/2020	M1.18	127	15.7	4	950	100	175		66.88	60		
02/06/2020	M1.17	127	15.7	4	900	100	100	175	63.69	60	SIM	03/06/2020
03/06/2020	M1.15	127	15.7	4	700	150			54.14	60	SIM	04/06/2020
03/06/2020	M1.20	127	15.2	4	650	150			52.63	60	SIM	04/06/2020
03/06/2020	M1.14	127	13.2	4	500	150			49.24	60	SIM	04/06/2020
03/06/2020	M1.9	127	14.2	4	550	100	150		45.17	60	SIM	03/06/2020
03/06/2020	M1.3	127	14.2	4	525	100	150		44.01	60	SIM	05/06/2020
04/06/2020	M1.10	127	13.7	4	750	100	100	175	62.04	60	SIM	09/06/2020
04/06/2020	M1.12	127	13.2	4	850	150			75.76	60	SIM	05/06/2020
04/06/2020	M1.13	127	13.2	4	875	100	100	175	73.86	60	SIM	03/06/2020
04/06/2020	M1.11	127	13.7	4	375	100	100	175	78.47	60	SIM	03/06/2020
05/06/2020	M1.18	127	15.7	4	850	100	100	175	60.51	60	SIM	03/06/2020
23/06/2020	M1.9	127	15.2	4	325	175			72.37	60	SIM	03/06/2020
23/06/2020	M1.4	127	15.2	4	600	175			50.99	60	SIM	01/07/2020
23/06/2020	M1.3	127	15.2	4	675	175			55.32	60	SIM	01/07/2020
23/06/2020	M1.2	127	15.2	4	650	100	175		49.34	60	SIM	02/07/2020
23/06/2020	M1.1	127	15.2	4	625	100	175		47.70	60	SIM	02/07/2020
23/06/2020	M1.5	127	15.2	4	650	100			49.34	60	SIM	01/07/2020
01/07/2020	M1.7	127	15.2	4	700	175			57.57	60	SIM	02/07/2020
13/07/2020	M2.04	114.3	10	4	375	150			52.50	60	SIM	14/07/2020
14/07/2020	M2.03	114.3	10	4	375	150			52.50	60	SIM	14/07/2020
16/07/2020	M2.02	114.3	10.3	4	400	150			53.40	60	SIM	14/07/2020
16/07/2020	M2.01	114.3	10.3	4	450	150			58.25	60	SIM	14/07/2020

Total	64	φ	956.3	48375	7875	4725	2075	60.27	60
		114.3	401.9	63050					
		127	508.7						

Figura 5.47 - Folha de Controlo de Produção de Microestacas (autor).

Sabendo que o fornecimento de cimento é da responsabilidade do subempreiteiro é possível, tendo o registo das partes diárias, calcular o consumo de cimento e proceder à relação do que era previsto e do executado. Posteriormente, no final da mesma, é possível descobrir o valor de sobreconsumo.

Quando uma microestaca tem de ser re-prefurada (valores a vermelho) esta tem de constar na Folha de Controlo porque é utilizado cimento para essa perfuração e re-perfuração e tem de se contabilizar a quantidade final gasta.

Para o planeamento, sem a execução da microestaca e sem a sua conclusão, não é possível executar o painel de contenção.

5.2.5 Gestão do Estaleiro

O estaleiro é um local onde se efetuam trabalhos de construção de obras de engenharia civil, como: escavações, terraplanagens, construção de edifícios, demolições, construções de estradas, pontes e vias férreas, obras de arte fluviais e marítimas, trabalhos especializados no domínio de água, aquecimento e ventilação, isolamento térmico, acústico, elétrico, entre outros. (Garcia-Garcia, 2019)

O estaleiro é constituído por um conjunto de instalações capazes de prestar todo o apoio necessário à execução da empreitada, de forma a garantir todas as exigências necessárias para que este seja um local seguro e organizado.

Planeado o arranque da obra “Asprela Domus III” foi elaborado o projeto de estaleiro de acordo com os documentos fornecidos pela GG e o Plano de Segurança e Saúde apoiado na legislação específica para estaleiros temporários ou móveis: Decreto-Lei nº 273/2003 de 29 de Outubro, bem como os conteúdos do Decreto Regulamentar nº 41 821 de 11 de Agosto de 1958 e o decreto-lei 46427 de 10 de Junho de 1965 aplicáveis a esta empreitada.

5.2.5.1 O Projeto de Estaleiro

Tendo em conta todas as indicações referidas em 4.1.2, foi elaborado o projeto de estaleiro, baseado nas condicionantes expressas na matriz de correlação e posteriormente discutida por todos os membros da direção da obra.

A implantação do estaleiro no local do empreendimento foi calculada e realizada de acordo com a melhor e mais adequada gestão do espaço e tempo, necessário para a conclusão da primeira fase da obra, Contenções e Superestrutura. Tiveram-se em consideração as frente de obra da segunda fase, Acabamentos.

A organização de um estaleiro é uma fase crucial para a execução de uma obra, uma vez que bem delineado permite executar a obra dentro dos prazos previstos, reduzir os custos e garantir um nível de segurança e qualidade para todos os intervenientes.

A implantação do estaleiro deve ser executada tendo em conta alguns objetivos: (CUNHA, 2017) (Genestretti, 2018)

- Permitir iniciar rapidamente a execução da obra;
- Possibilitar uma correta previsão dos custos de estaleiro;
- Definir os locais mais indicados para os escritórios, as instalações sociais, a instalação dos equipamentos fixos, os armazéns, as áreas de depósito de materiais, e a circulação das pessoas e máquinas;

- Prever as necessidades e dispositivos para o desenrolar produtivo, tais como assegurar a continuidade do abastecimento de materiais, assegurar o escoamento de desperdícios;
- Assegurar que pessoas e os equipamentos máquinas circulem de forma ordenada, com a devida segurança e sem perdas de rendimento;
- Definir os trabalhos necessários para a instalação do estaleiro, como por exemplo: terraplanagens, locais para a implantação das máquinas, vias de acesso e circulação, instalação de infraestruturas provisórias.

De acordo com as boas práticas da GG num modo geral, as instalações previstas para o estaleiro são essencialmente os monoblocos móveis, ou contentores marítimos (Garcia-Garcia, 2019). Esta solução é adotada, uma vez que é economicamente mais vantajosa e serve o propósito desejado.

A Matriz de Correlação

A Matriz de Correlação do estaleiro identifica e avalia a correlação existente entre as instalações e equipamentos utilizados em obra, de acordo com o momento de avaliação (Tabela 5.5). Esta permite relacionar os diversos elementos entre si, bem como a sua dependência. É uma ferramenta bastante útil na organização e gestão do estaleiro, na medida em que traduz a previsão de funcionamento do próprio estaleiro. Fazendo uso da mesma é possível efetuar um melhor aproveitamento do espaço existente e do uso dos equipamentos, tendo como objetivo o combate ao desperdício.

Tabela 5.5 - Matriz de Correlação na Construção de um Estaleiro (adaptado – OGEOB, 2019).

Legenda Graus de Correlação: 1 Muito Importante 2 Importante 3 A Considerar	Área de Construção	Grua 1	Grua 2	Carpintaria	Depósito de Cofragens	Depósito de Ferro	Corte e Moldagem de Armaduras	Depósito de Armaduras	Ferramentaria/Armazém de	Posto Médico/Primeiros Socorros	Escritório Direção de Obra	Sanitário Geral	Refeitório /Cozinha	Recolha de Resíduos	Entrada Principal da Obra	Sanitário Frente Obra/Químico	Vestiários Com Cacifos	Acessos
Área de Construção	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grua 1		1	1	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	1
Grua 2			1	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	1
Carpintaria				1	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Depósito de Cofragens					1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Depósito de Ferro						1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Corte e Moldagem de Armaduras							1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Depósito de Armaduras								1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Ferramentaria/Armazém de Materiais									1	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Posto Médico /Primeiros Socorros										1	3	3	3	3	3	3	3	1
Escritório Direção de Obra											1	2	2	3	2	3	3	1
Sanitário Geral												1	2	3	3	3	2	1
Refeitório / Cozinha													1	3	3	3	3	1
Recolha de Resíduos (RCD)														1	3	3	3	1
Entrada Principal da Obra															1	3	3	1
Sanitário Frente Obra /Químico Amovível																1	3	1
Vestiários com Cacifos																	1	1
Acessos																		1

5.2.5.1 Composição do Estaleiro

Em virtude da natureza dos trabalhos a realizar, bem como das áreas disponíveis para a implantação de todos os meios necessários à execução dos trabalhos contratados, estabeleceu-se a distribuição de espaços para o estaleiro, de acordo com a planta abaixo (Figura 5.48).

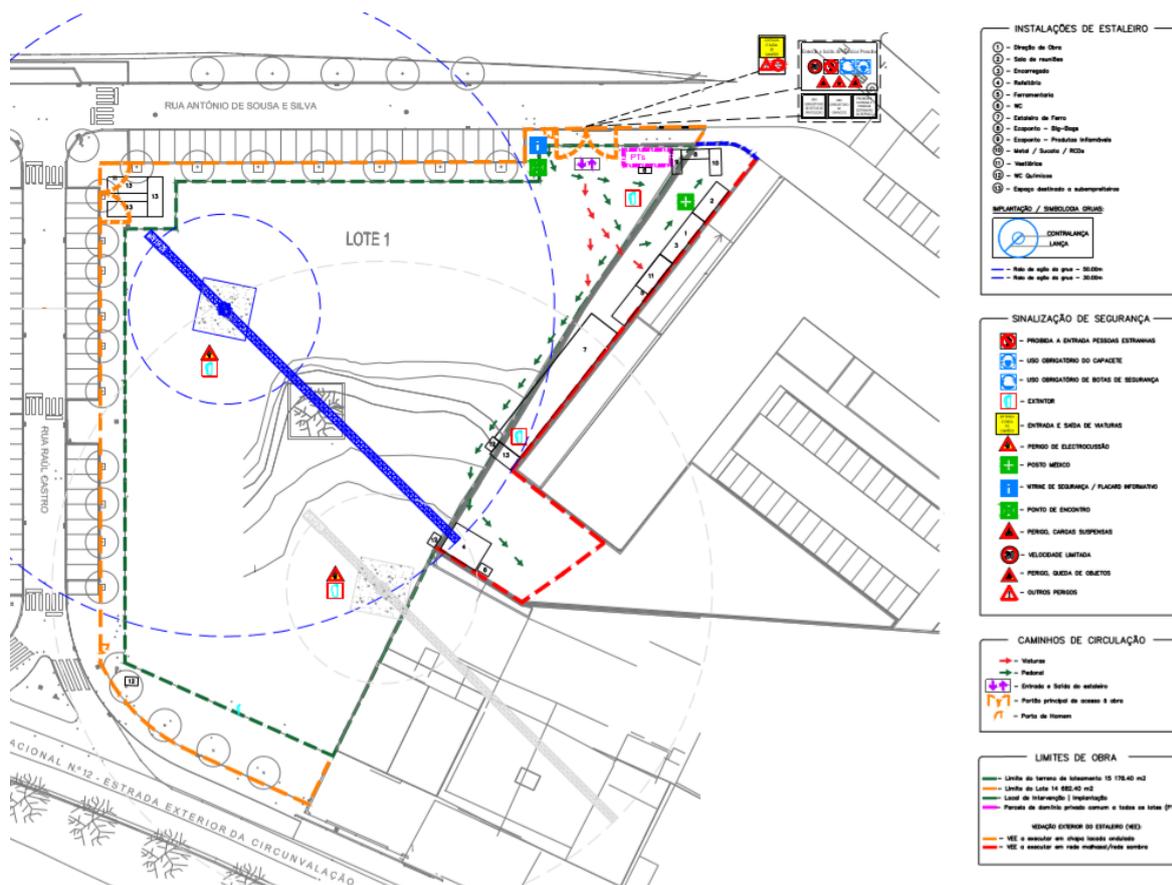


Figura 5.48 - Planta do Estaleiro Lote 3 (autor).

I. Instalações Administrativas

As instalações reservadas às áreas administrativas destinam-se ao pessoal afeto à direção de obra. Assim, os engenheiros, os encarregados, os apontadores, os preparadores de obra, os projetistas, os topógrafos e a equipa de fiscalização, recorrerem à utilização dos contentores. De destacar que o encarregado tem acesso a um monobloco pessoal, para melhor organização.

As reuniões de obra acontecem num monobloco específico para tal, diferente do que é utilizado pela Direção da Obra. É neste monobloco que está situado o planeamento (5.2.2).

Destaca-se que os contentores monoblocos são munidos de mobiliário de escritório adequado e em quantidades necessárias ao conforto do pessoal da direção de obra e estão devidamente identificados, como demonstra a Figura 5.49, pelo uso das placas de identificação azuis.



Figura 5.49 - Identificação tipo dos contentores (autor).

Uma vez que as necessidades para esta obra apontam para um estaleiro de pequenas dimensões, em que não se prevê a instalação de uma enfermaria, ou um posto médico, existe uma lista, onde constam os principais números de telefone de emergência (Cento de Saúde, Hospital, Farmácia, Bombeiros, Polícia, etc.) e um estojo de Primeiros Socorros. O escritório do Encarregado de Obra ou o escritório da Direção de Obra tem a obrigatoriedade de possuir esse estojo de Primeiros Socorros.

Os escritórios deverão ser localizados junto à entrada do estaleiro para permitir o acesso mais rápido e em maior segurança das pessoas que, eventualmente, não tenham de percorrer a obra.

II. Instalações Sociais

I. Vestiários

Esta instalação é constituída por um módulo, que permite aos operários da obra mudarem de roupa no início e no fim do turno de trabalho.

Numa fase inicial está apenas prevista uma unidade. Caso as necessidades assim o exijam, o número de vestiários será aumentado em função do número de operários previstos no Cronograma de Recursos Humanos.

II. Refeitório

O refeitório tem de ser adaptado de forma aos operários prepararem as suas refeições. Tem de possuir mesas e cadeiras suficientes para o número total de operários. Este contentor tem de possuir iluminação e ventilação adequada e suficiente, água potável e meios de combate a incêndios. O refeitório não foi dimensionado de acordo com a legislação, 2,50 m³ por ocupante, uma vez que se trata de uma obra

maioritariamente composta por subempreiteiros, sendo que os mesmos são munidos dos seus próprios refeitórios.

III. Instalações Sanitárias

Para as instalações sanitárias foram previstas de duas tipologias: as individuais e as coletivas. As individuais estão junto à zona de implantação da obra, convenientemente localizadas e resguardadas das vistas, pelo menos uma por cada 25 indivíduos.

As coletivas têm retretes individuais separadas entre si por uma divisória com a altura mínima de 1,70 m. As exigências mínimas, no que se refere a bacias de retrete, são as do tipo turco sifonadas. Existe água corrente fria e os esgotos são descarregados em fossa séptica do tipo estanque, os quais são removidos periodicamente por uma empresa adjudicada para o efeito.

IV. Instalações Industriais

a. Ferramentaria

Constituída por um módulo fechado, com base num contentor marítimo, a ferramentaria está posicionada num local de fácil acesso, por forma a reduzir o tempo nas deslocações. Os materiais, as ferramentas e os equipamentos afetos à realização dos trabalhos têm de ser organizados e arrumados de forma adequada, Figura 5.50.



Figura 5.50 - Exemplo de arrumação dos materiais com uso mais regular (autor).

A armazenagem tem de ser realizada de acordo com as normas e regras de segurança para anular os riscos quer dos materiais, quer dos operários envolvidos no processo. A presença de extintores e respetiva sinalização é uma obrigatoriedade, sendo igualmente proibido fumar ou foguear no interior deste espaço.

b. Estaleiro do Aço

Num estaleiro de obra de edifícios é recorrente que seja planeada e reservada uma área para depósito, corte e dobragem do aço. Esta secção tem de se localizar relativamente perto da ferramentaria, tal como se pode verificar na planta anexa (Anexo 01) e na Figura 5.48.

O estaleiro do aço tem de possuir uma cobertura do tipo telheiro, de forma a abrigar as máquinas de corte e dobragem dos varões de aço, numa bancada com uma altura de 0,75 m. Este local permite a montagem das armaduras de acordo com o projeto de estabilidade.

c. Equipamentos móveis

O estaleiro está equipado com equipamentos móveis e fixos, estando os fixos representados na planta de estaleiro em anexo. Os equipamentos móveis são: giratórias de rastos, retroescavadoras, compressores, betoneiras, ferramentas manuais, entre outros.

d. Equipamentos fixos

Nesta obra foram implantadas duas guas torres, Figura 5.51, integradas no grupo de equipamentos fixos, sendo estas:

- MC85A: 42m de altura e 50m de lança.
- MC64B: 28m de altura e 40m de lança.

As características das guas respondem às necessidades da obra, tendo maior predominância o alcance, a capacidade de carga e a sua posição. As dimensões das guas foram definidas de acordo com a dimensão do estaleiro, da altura dos edifícios, das cargas a suportar e dos volumes de betonagem diária.

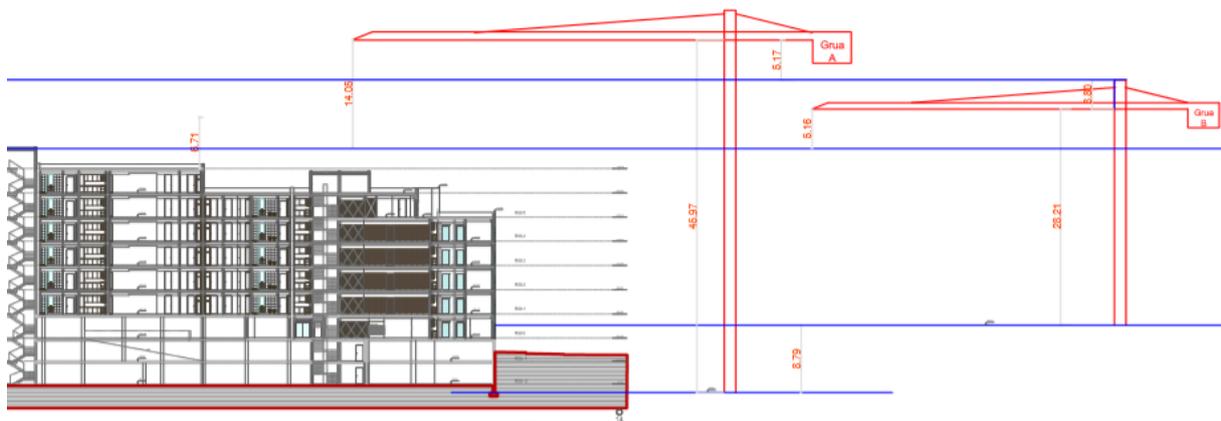


Figura 5.51 - Posição das guas (GG).

As duas guas justificaram-se pela grande área de implantação da obra, ou seja, a primeira grua tem como altura 42m e uma lança de 50m, suportando na ponta da lança uma carga de 1500 kg, o que equivale a 0.4 m³ de betão e tem como finalidade auxiliar na betonagem e o transporte de materiais (cofragens,

armaduras, entre outros). A área de influência abrange a quase totalidade do edifício, bem como os pontos essenciais da obra.

A segunda grua, munida de uma lança de 40m metros tem como objetivo servir o bloco D e parte do bloco C, revezando com a primeira, sendo possível servir, ao mesmo tempo, duas frentes de trabalho distintas.

Dimensionamento das Gruas

Constituída por uma estrutura metálica vertical, ou uma torre, com uma altura suficiente para executar os trabalhos que lhe estão associados, a grua presente em obra dispõe de um braço horizontal e de um contrapeso para garantir o equilíbrio do sistema.

As cargas elevam-se com o auxílio de cabos que pendem o braço, acionados por um motor situado na estrutura da grua.

A altura mínima das gruas tem de ser maior ou igual ao valor determinado pela Equação 3.

Equação 3 - Dimensionamento da grua.

$$H_{Grua_1} \geq \text{Altura do edifício} + \text{altura do cabeçote} + \text{altura do balde} + 2m \text{ (margem de segurança)}$$

O cálculo da altura das gruas para o caso de estudo foi determinado da seguinte forma (Equação 4):

Equação 4 – Continuação do dimensionamento das gruas.

$$H_{gruas} \geq 24,77 + 2,32 + 2,00 + 2,00 = 31,09m.$$

A grua é escolhida de acordo com a dimensão do estaleiro, da altura dos edifícios, das cargas a suportar e dos volumes de betonagem diária. Desta forma, foi selecionada uma grua com uma lança de 50 m e 42 m de altura, com base quadrada. Este modelo suporta, na ponta da lança, uma carga de 1500 kg.

A existência da segunda grua, com 40 m de lança, permite auxiliar a grua principal no transporte de materiais e abrange a restante área de implantação do edifício (Bloco C e D), tendo esta uma altura de 28 m, situando-se a 5 metros acima da cota de pronto do solo.

V. Parque de Resíduos

O estaleiro principal da obra possui uma zona, bem identificada, destinada ao depósito de materiais sólidos para reciclagem. Cada tipo de material tem uma zona de depósito específica com sinalética clara e perceptível, quer materiais sólidos, quer líquidos.

Foi, ainda, definida uma área de depósito de produtos químicos, com a respetiva identificação e meios de atuação em caso de emergência.

VI. Infraestruturas

a. Abastecimento de água

Ao longo da área do estaleiro da obra deverá ser assegurado o fornecimento de água potável em quantidade suficiente para as necessidades do respetivo pessoal.

Para além desta necessidade é também necessário dispor de água para o fabrico de betões, bem como do fabrico de argamassas, para as limpezas e para as instalações sociais (sanitários, refeitórios, entre outros).

O abastecimento de água é assegurado através de uma ligação à rede pública, sendo que a sua distribuição é realizada através de uma rede provisória. Destaca-se que para o seu dimensionamento há que ter em conta a dimensão do estaleiro bem como a distribuição das várias instalações de apoio.

b. Drenagem de esgotos

Num estaleiro é também necessário dimensionar uma rede para a drenagem de águas residuais que é ligada à rede pública. A drenagem de esgotos é feita para a rede de saneamento pública através de canalizações em PVC.

c. Rede elétrica

O fornecimento da energia elétrica é feito por ligação à rede pública. A distribuição no estaleiro é concretizada com a instalação de uma rede provisória aos locais com necessidade de energia elétrica, como as instalações administrativas, sociais, armazenamento e de produção, bem como as frentes de trabalho da obra.

Optou-se pela ligação à rede pública, já que se reduzem consideravelmente os custos de utilização. Para estabelecer esta ligação foi necessário constituir um contrato de fornecimento de energia elétrica com a entidade responsável pela sua exploração.

A rede elétrica do estaleiro de apoio à obra foi objeto de um projeto específico que foi submetido à aprovação das entidades competentes, para que a tomada de carga seja feita a partir da rede pública. Foi, ainda, efetuada uma ligação à rede elétrica com a instalação de uma cabine / quadro elétrico para garantir o fornecimento de eletricidade ao Estaleiro.

d. Rede de telecomunicações

O telemóvel é o meio de comunicação, por excelência, utilizado no estaleiro de uma obra. Existe, ainda, o acesso a *walkie talkies* que permitem a comunicação dos diferentes subempreiteiros com os gruistas existentes em obra. Assim é mais fácil comunicar e gerir as movimentações da grua. Estes equipamentos permitem ainda ao encarregado dar a conhecer os trabalhos a executar sem ter de se deslocar ao local.

VII. Geral

a. Vedação do Estaleiro

A vedação num estaleiro tem como objetivo delimitar a zona onde irão decorrer os trabalhos, sendo disposta de modo a garantir apenas a entrada de pessoas autorizadas na obra, preservando a segurança de todos os envolvidos na construção, assim como de todas as pessoas que circulem na envolvente do estaleiro.

A vedação deve estar sempre em bom estado e a direção de obra deve assegurar a sua manutenção e reparação (caso seja necessário).

Neste estaleiro a vedação é composta por painéis metálicos em toda a sua periferia. O acesso à obra é realizado através de um portão de homem e de um outro para entrada e saída de veículos, funcionando ambos como saídas de emergência.

b. Sinalização e sinalética

A sinalização de carácter temporário de obras e obstáculos ocasionais na via pública é efetuada com recurso a sinais verticais, horizontais e luminosos. Os sinais e marcas utilizados em sinalização de carácter temporário têm o mesmo significado e valor que os sinais e as marcas correspondentes previstos no Regulamento do Código da Estrada e legislação complementar, ainda que apresentem cor ou dimensões diferentes. (Garcia-Garcia, 2019)

Considera-se "zona regulada pela sinalização de carácter temporário" a plataforma da via pública em toda a extensão desta que fique compreendida entre o primeiro sinal de sinalização de aproximação e o último de sinalização final. (Garcia-Garcia, 2019)

Para a elaboração deste plano de estaleiro utilizaram-se como base o Decreto-lei nº 141/95, de 14 de junho e a Portaria nº 1456-A/95, de 11 de dezembro. De forma a colmatar a ocorrência de acidentes, adotou-se as seguintes medidas de sinalização: (Garcia-Garcia, 2019)

- Obrigatório o uso de equipamento de proteção individual;
- Proibida a entrada a pessoas estranhas;
- Proibida a entrada de bebidas alcoólicas no estaleiro
- Localização das respetivas instalações do estaleiro;
- Localização das zonas de maior perigo;
- Localização dos meios de combate a incêndios;
- Limitação de velocidades;
- Proibida a entrada de pessoas não autorizadas.

c. Vitrine de segurança

A vitrine de segurança tem de ser instalada num local visível a todos, neste caso à entrada da obra e relativamente perto aos escritórios. A vitrine tem de contemplar a comunicação prévia, índices de sinistralidade, horário de trabalho, planta do estaleiro, números de telefone de emergência, declaração do coordenador de segurança em obra e todos os avisos necessários aos trabalhadores para o bom funcionamento da obra.

d. Meios de primeira intervenção

Como referido em “I”, o estaleiro está equipado com meios que permitam uma primeira intervenção (primeiros socorros), em caso de acidente ou ferimento, assim como meios de intervenção no caso de uma emergência ambiental. Em obra tem de existir algum responsável, da direção de obra, munido de capacidades para prestar os primeiros socorros.

e. Caminho de Circulação/Evacuação

Existem vias de circulação devidamente delimitadas e com sinalização adequada que permitem a circulação segura de pessoas (Figura 5.52) e veículos.

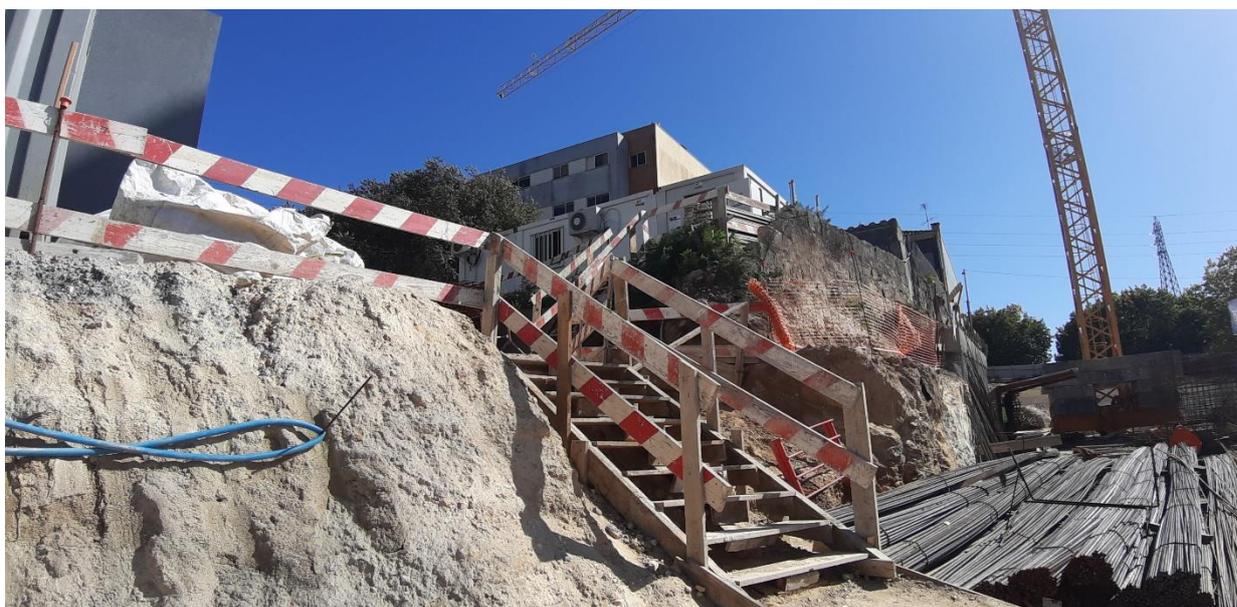


Figura 5.52 - Delimitação dos caminhos de circulação (autor).

Existem, ainda, meios que permitem a limpeza de rodados de modo a evitar inconvenientes para terceiros, sendo que esta é feita regularmente com uma mangueira convencional.

f. Recolha de resíduos

• Resíduos Domésticos

Os resíduos domésticos não são significativos, e por tal, a sua recolha procede-se em recipientes fechados, posicionados estrategicamente em obra. A sua remoção é efetuada pelos serviços camarários.

• Resíduos Industriais

Os resíduos de aço e madeira tem contentores próprios, enquanto para os resíduos químicos serão colocados bidões para óleos usados, para filtros usados, para materiais absorventes/filtrantes contaminados.

Posteriormente, a empresa adjudicada para a recolha dos mesmos faz o seu levantamento, sempre que o mesmo é solicitado.

g. Ponto de Encontro

Existe um local de encontro em caso de acidente, onde todos os trabalhadores se devem dirigir para que se proceda a contagem destes, garantindo a segurança de todos.

Este local ficou situado junto aos contentores das instalações sociais/escritórios, que por sua vez se encontram junto à entrada e saída da obra.

VIII. Observações

A previsão de uma instalação para a portaria das obras justifica-se em obras de grandes dimensões, destinando-se a controlar todo o movimento de entrada e de saída do estaleiro (pessoas, materiais e equipamentos).

Esta instalação do estaleiro deve ficar junto à porta de acesso do pessoal e prever um local para armazenamento de equipamentos de proteção individual a serem fornecidos a eventuais visitantes.

No caso desta obra considerou-se não ser necessário a colocação de uma portaria, uma vez que a ferramentaria foi posicionada de forma a que o ferramenteiro, posteriormente, controle as pessoas que entram em obra e também esteja responsável pelo controlo de acessos.

Os subempreiteiros possuem, como se identifica na planta de estaleiro, os locais próprios para colocar os seus contentores. É da sua inteira responsabilidade a manutenção dos contentores.

5.2.5.2 A metodologia *Lean* aplicada ao estaleiro

A adoção da filosofia *Lean* através da implementação da sua metodologia, proporciona um estaleiro mais organizado e com menores custos. O combate ao desperdício pode tornar real um aumento significativo da competitividade das empresas do setor.

Desta forma, aplicando a metodologia *Lean*, através do uso das ferramentas [5S] e [Controlo Visual] à organização e elaboração da planta de estaleiro é possível conceber uma maior organização, proporcionando maior racionalização dos processos e redução das distâncias, e como resultado, desperdícios menores.

Uma vez que o estaleiro foi implementado e criado pela direção de Obra, e sendo a política da GG a segurança e a qualidade, foi relativamente fácil apoiar os seus procedimentos, no que diz respeito ao [Controlo Visual] e ao [5S]. Foram utilizadas estas ferramentas nos locais de trabalho, no estaleiro em geral, nas zonas comuns e na ferramentaria (de uma forma leviana).

O [5S], como referido em 2.2.2, aborda 5 técnicas fundamentais (triar; arrumar; limpar; normalizar; manter) que tem como objetivo criar melhores condições para que os processos sejam minimizados a nível de tempo e de custos. Primando pela organização e assegurando que nas áreas de trabalho apenas se mantém os itens necessários, foi possível utilizar esta ferramenta na área de estaleiro.

As atividades de planeamento e controlo, com o recurso ao [Controlo Visual], torna mais simples e eficaz as atividades, uma vez que recorre a formatos visuais de fácil compreensão, como refere em 2.2.2.

Face à pandemia, afixaram-se, ao longo do estaleiro, cartazes que indicavam o uso obrigatório de máscara, a lotação máxima permitida em cada espaço fechado e as regras a cumprir ao longo do trabalho para diminuir a probabilidade de contágio.

Desta forma, foi possível aplicar as duas ferramentas, nas diversas partes do estaleiro:

a. Geral

Tratando-se, como referido acima, de um estaleiro reduzido e tendo que este servir todos os envolvidos na obra e proporcionar um local seguro e com frentes de trabalho, foi discutido entre todos os intervenientes e implementaram-se as seguintes regras (Figura 5.53 e Figura 5.54):

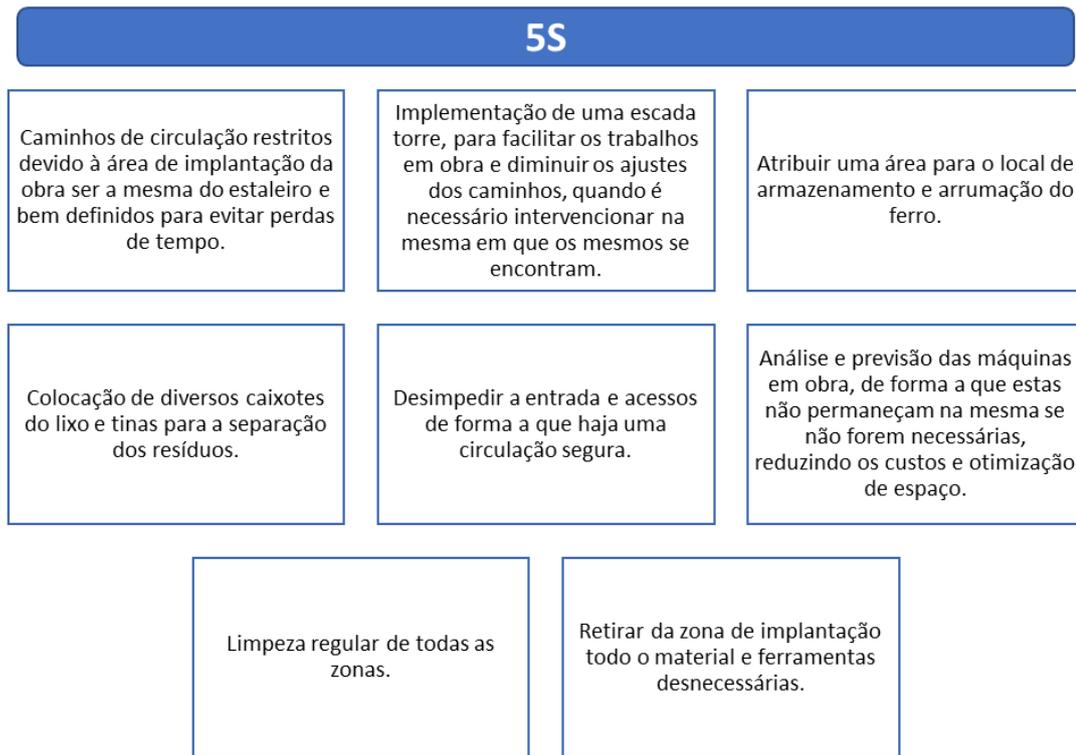


Figura 5.53 - [5S] aplicada ao estaleiro em geral (autor).

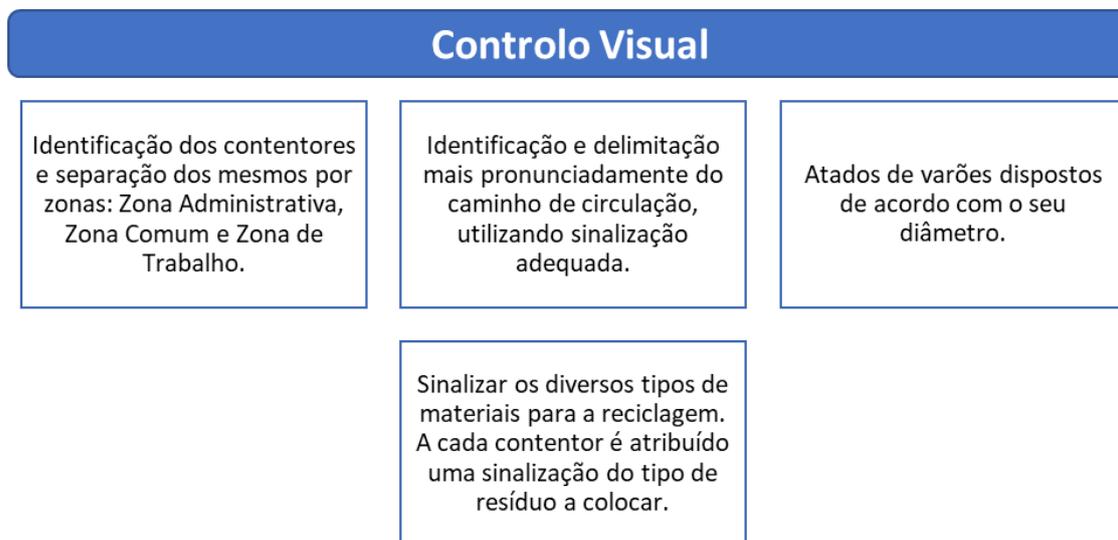


Figura 5.54 - [Controlo Visual] aplicada ao estaleiro em geral (autor).

Com a introdução do [Controlo Visual] e do [5S] foi possível:

- Minimização da distância a percorrer em obra;
- Minimização do número de montagens e desmontagens;
- Uso do espaço disponível de uma forma efetiva sem desaproveitamentos;
- Proporcionar segurança no trabalho e o bem-estar dos trabalhadores;

- Isolamento das áreas sociais do local de construção.

b. Zonas administrativas e comuns

No que concerne às zonas administrativas e comuns, com a implantação da Metodologia *Lean* foi possível organizar com maior eficiência todos os locais garantindo zonas com melhores acessos e proporcionando espaços limpos e com a comodidade que estas zonas carecem. Foram implementadas as seguintes regras, como demonstra a Figura 5.55 e a Figura 5.56.

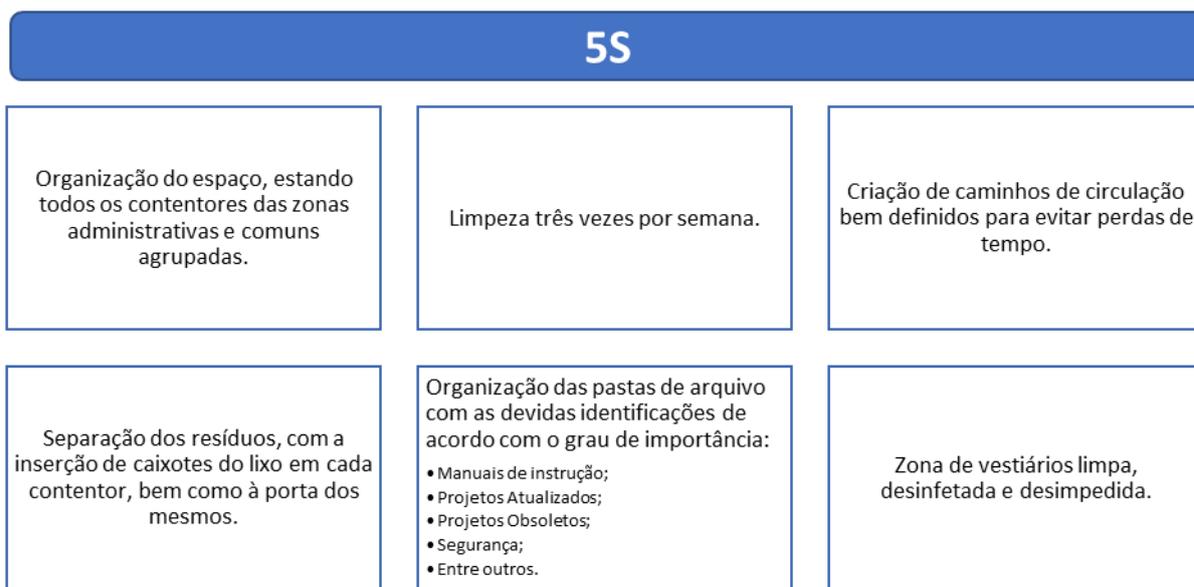


Figura 5.55 - [5S] aplicada às zonas administrativas e comuns (autor).

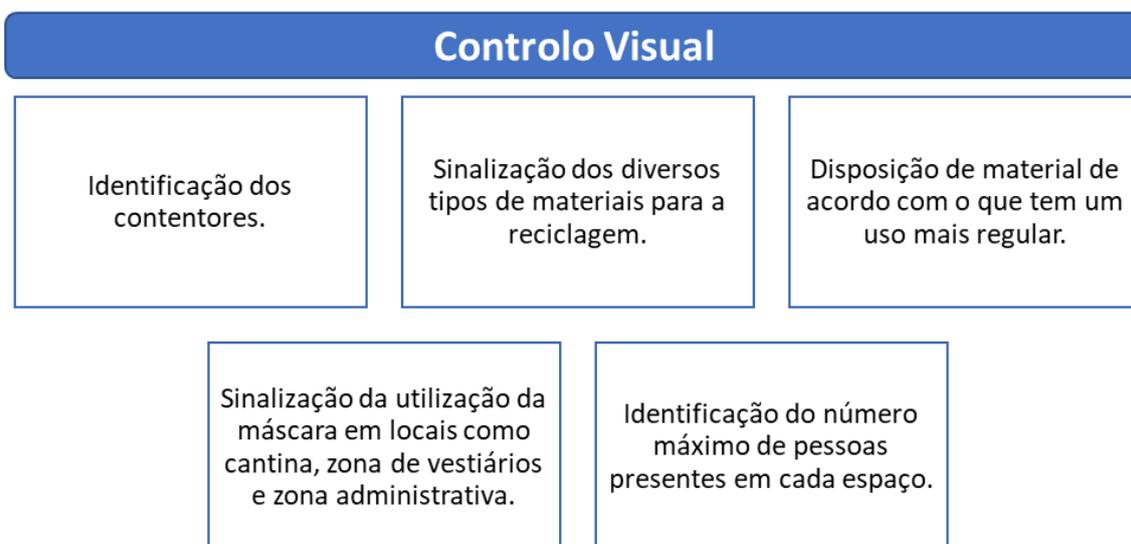


Figura 5.56 - [Controlo Visual] aplicado às zonas administrativas e comuns (autor).

c. Ferramentaria

A Ferramentaria sofreu medidas simples e eficazes, uma vez que se tratava de um espaço que não era supervisionado por apenas uma pessoa. Assim optou-se por organizar a mesma e criar condições para que a utilização desta fosse prática e sem gastos de tempo desnecessários. As medidas a adotar foram as seguintes (Figura 5.57 e Figura 5.58).

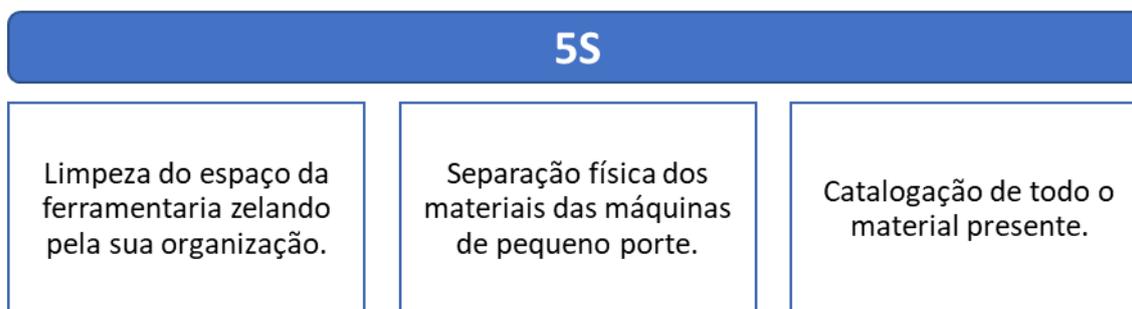


Figura 5.57 - [5S] aplicado na Ferramentaria (autor).

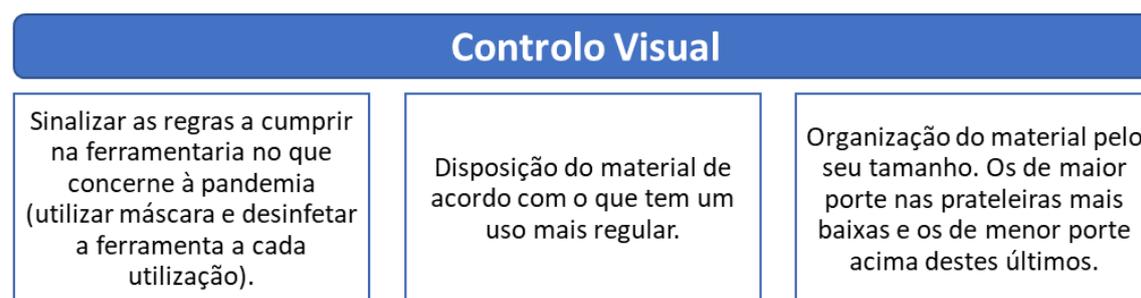


Figura 5.58 - [Controlo Visual] aplicado na Ferramentaria (autor).

O facto de os materiais estarem dispostos por frequência de utilização, permite:

- Redução no tempo de procura dos tipos de ferramenta e de materiais, uma vez que estão organizados;
- Melhor visualização para permitir efetuar uma arrumação mais eficaz e correta das ferramentas e o conhecimento das que se encontram em falta;
- Contribui para prever a encomenda dos materiais quando estes se encontram com stock limitado.

5.2.6 Modelação em BIM

O BIM é uma das 22 ferramentas do *Lean Construction*. Este tem como finalidade aumentar a produtividade, reduzir o retrabalho e contribuir para uma otimização no controlo de obra.

O BIM serve como um recurso de conhecimento partilhado para obter informações sobre a construção, permitindo um controlo e gestão de informações desde a conceção até à manutenção.

Este modelo virtual tridimensional contém dados sobre a natureza do objeto, como a sua localização em relação a outros objetos do modelo, a quantidade de objetos, a dimensão e outras informações relevantes.

Destaca-se que este modelo inclui tanto informação gráfica (através de desenhos), como informação não-gráfica (através de especificações, cronogramas e outros dados), sendo que, a modelação de ambas permite uma gestão de dados que servirá de apoio para uma futura criação e utilização de coordenadas dessa informação.

Com a crescente necessidade de uma representação mais rigorosa e detalhada, evitando as lacunas na construção, surgiu o conceito BIM. Este conceito sofreu evoluções ao longo do tempo, nomeadamente BIM 1.0, BIM 2.0, BIM 3.0 (Figura 5.59).

BIM 1.0	BIM 2.0	BIM 3.0
<ul style="list-style-type: none"> • Baseia-se na substituição de projetos bidimensionais em CAD por modelos em 3D. • As funcionalidades dos softwares para a modelação, entre elas, o aumento das informações obtidas durante a execução da modelação, aumentaram com as novas pesquisas e com o passar do tempo. O desenvolvimento de plataformas que permitem convergir essas informações tornou-se não apenas desejável, mas também uma necessidade para se trabalhar com todo o projeto como um produto único. 	<ul style="list-style-type: none"> • É possível visualizar e compatibilizar todos os projetos de uma construção, transformando-os num único modelo interativo. Pode-se visualizar com precisão qualquer estágio da obra, tornando possível a deteção de interferências e análise de pontos críticos durante execução de forma visual. Presentemente, a forma mais usual da aplicação do BIM é o 4D, o termo 4D refere-se ao tempo de construção do projeto, isto é, o modelo 3D (tempo/datas). Contudo há uma forma mais completa de aplicação que reúne todos os custos do projeto, esta designa-se de 5D, já estando disponível a designação 6D e 7D (sustentabilidade e aplicação de gestão de aplicações). 	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste na troca de informação entre os especialistas envolvidos num projeto, começando a ser realizada por meio de protocolos abertos como o IFC (Industry Foundation Classes), permitindo a criação de um modelo de dados completo sobre a construção de um edifício.

Figura 5.59 - Diferença entre os tipos de BIM (adaptado de Cardoso, Santos, Neves, & Martins, 2013).

A vantagem primordial do BIM é o seu sistema de modelação 3D, que permite, mais tarde, ter o conhecimento dos dados do edifício. Ou seja, torna-se mais fácil saber a localização correta das especialidades, caso seja necessário proceder à correção das mesmas, ao longo da vida útil do edifício.

5.2.6.1 CAD vs BIM

Com a evolução e melhorias tecnológicas, no que concerne à construção, os desenhos desenvolvidos em papel e lápis foram substituídos primeiramente por projetos de duas dimensões e posteriormente a três dimensões, com a adição de informação relevante.

Esta evolução permitiu uma melhor metodologia de trabalho no tratamento dos projetos, no que diz respeito à sua criação e edição. Destaca-se que o sistema CAD baseia-se na implementação de elementos (linhas, pontos, entre outros) inseridos num espaço virtual através de vetores de coordenadas. Os sistemas CAD iniciaram-se com objetos em 2D, porém os mesmos evoluíram para elementos em 3D, construção num espaço tridimensional.

Em contrapartida o conceito BIM consiste na construção em ambiente em 3D virtual de objetos característicos e na sua representação. É ainda munido de objetos inteligentes - paramétricos de construção (tubagem, AVAC, portas, entre outros), tendo ainda propriedades intrínsecas definidas.

A vantagem dos projetos BIM não apresentarem linhas, para representar elementos, mas sim os próprios objetos que compõem a obra, permitem que seja gerado uma folha de materiais com os respetivos objetos, quantidade, especificações e todas as características convenientes para um projeto mais detalhado.

O processo BIM é uma ferramenta indispensável no que concerne à antecipação da tomada de decisão, nos decursos do projeto, com consequências ao nível da redução de custos e melhoria da qualidade da construção, uma vez que prevê toda a informação necessário aos desenhos, análise construtiva, quantificação de trabalhos e tempo de execução, desde a fase inicial do projeto até à conclusão da obra.

5.2.6.2 Funcionalidades do BIM

O BIM tem diversas funcionalidades que permitem reduzir tempo, custos e ter uma melhor perceção sobre a obra. Assim, as suas funcionalidades podem ser divididas de acordo com a Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Funcionalidades do BIM (adaptado de Poças & Monteiro, 2011).

Função	Descrição
CONCEÇÃO	<p>A modelação do edifício passa pela simples concretização dos esboços em formato digital. Desenvolve-se com recursos a bibliotecas ou famílias editáveis.</p> <p>Esta metodologia permite a compatibilização do modelo com os materiais e processos de construção do qual o projeto é munido. Com a compatibilização das especialidades, permite mostrar as incompatibilidades, no caso de sobreposição de especialidades, e ajustes necessários entre o projeto de conceção e o projeto de execução.</p>
VISUALIZAÇÃO	<p>Permite definir vistas e gerá-las, o que ajuda no processo de visualização. Poderão ser criados alçados, cortes, pormenores e elementos 3D. De destacar que, que uma vez que a modelação segue regras paramétricas, todas as vistas geradas são atualizadas aquando alguma modificação.</p> <p>A diversidade de visualização dá a conhecer o produto final da obra e acompanhar o seu processo construtivo quando adicionado alguma informação pertinente, e ainda, proceder a um controlo visual sobre algumas incongruências que o projeto pode conter.</p>
QUANTIFICAÇÃO	<p>Numa modelação é necessário especificar alguns parâmetros, tais como comprimento, altura, espessura e área. Pode-se, ainda, especificar o custo quer de material, quer de construção, o tempo de construção, o seu fabricante entre outros.</p> <p>Estas especificações permitem ao BIM gerar páginas, programadas pelo utilizador, que reflete todas essas informações e a quantidade global de cada conjunto de objetos que partilhem as mesmas especificações. Isto permite efetuar listas por elementos, quantidades e extrair para posterior análise, seja para auxiliar em orçamentos ou planeamentos.</p>
COLABORAÇÃO	<p>Como referido em 0, é possível compatibilizar os projetos de diferente especialidade e trabalhar como um só modelo. Isto permite compatibilizar os mesmos, identificando sobreposições, erros e omissos e conflitos entre as mesmas.</p>
DOCUMENTAÇÃO	<p>O BIM auxilia na documentação escrita, uma vez que com esta metodologia é possível gerar mapas de quantidades, medidas ou elementos e peças desenhadas com mais detalhe. Estes documentos permitem minimizar o tempo na elaboração da documentação técnica da construção, quer para a contratação, quer para a preparação de obra.</p>

5.2.6.3 Vantagem e Desvantagem do BIM

Com a implementação da metodologia BIM as vantagens, entre outras, estão representadas no esquema representado na Figura 5.60. (B., 2014)

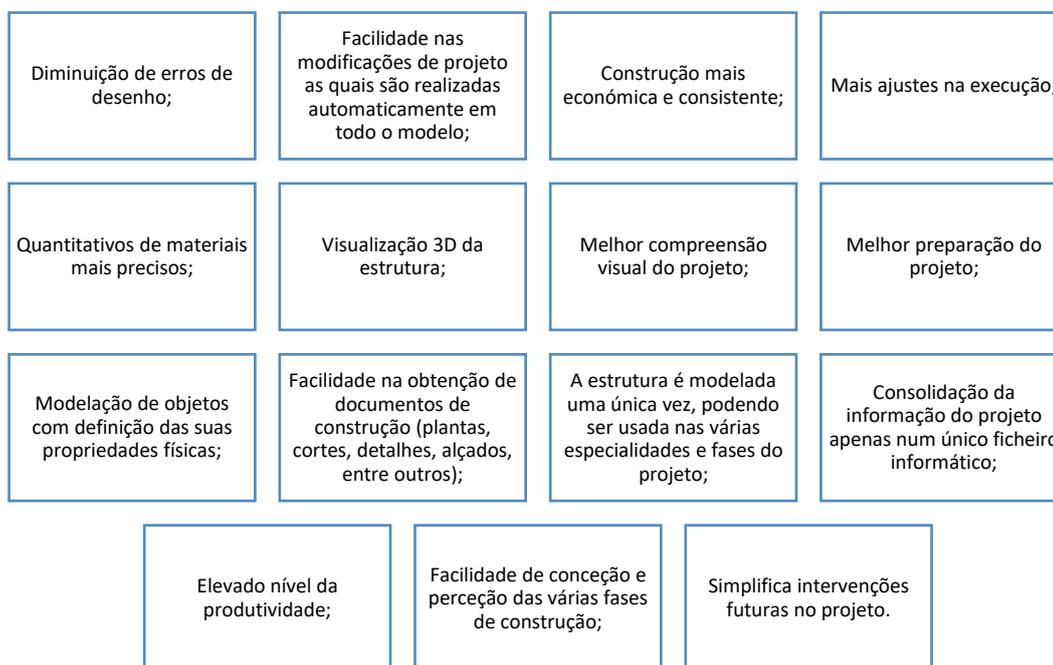


Figura 5.60 - Vantagens do BIM (adaptado de (B., 2014)).

Apesar de ser previsível que as primeiras entidades a desfrutarem das vantagens oferecidas pelo BIM sejam os projetistas, para além das vantagens que foram apontadas anteriormente, relativas à fase de projeto, considera-se que o BIM pode produzir um impacto significativo ao longo de todo o processo construtivo.

Na figura seguinte (Figura 5.61) estão esquematicamente representadas as desvantagens existentes na adoção desta metodologia. (Porto, 2020)

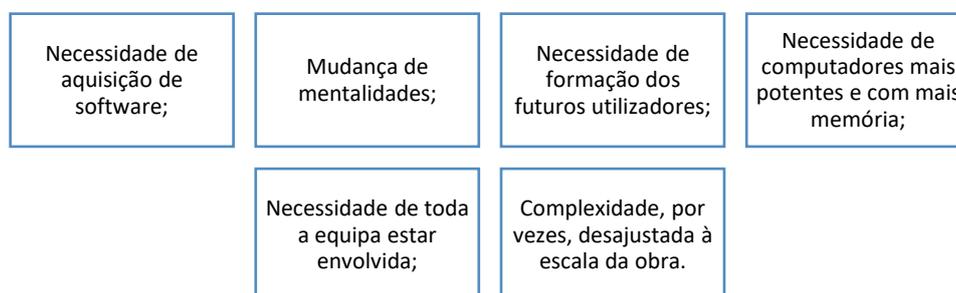


Figura 5.61 - Desvantagens do BIM (adaptado de (Porto, 2020)).

5.2.6.4 Impacto do BIM nas diversas fases da obra

Como é do conhecimento geral, um edifício é composto por quatro etapas principais:

1. Conceção;

2. Construção;
3. Exploração;
4. Manutenção.

Com o auxílio do BIM, e de forma elaborada, é possível: (Porto, 2020)

1. O dono de obra desenvolver uma compreensão exata da natureza e das necessidades do projeto;
2. A conceção, o desenvolvimento e a análise do projeto;
3. A gestão da construção do projeto;
4. A gestão das operações do projeto desde o seu funcionamento.

A utilização do BIM, ao longo da construção, permite gerar soluções para possíveis problemas, na fase de compatibilização de especialidades.

5.2.6.5 Utilização do REVIT no enquadramento do BIM

De forma a aplicar o BIM no estágio curricular, utilizou-se a plataforma *Autodesk*, empresa que se encontra presentemente enraizada no mercado mundial. Esta empresa foi a selecionada, uma vez que disponibiliza ao estudante os softwares gratuitos. O programa usado dentro desta plataforma, foi o *Revit (Architecture, Structure e MEP)*. Na Tabela 5.7 apresenta-se a diferenças entre o *Revit Architecture; Structure e MEP*.

Tabela 5.7 - Diferença entre *Revit Architecture, Structure e MEP* (adaptado de (B., 2014)).

<i>REVIT Architecture</i>	<i>REVIT Structure</i>	<i>REVIT Mep</i>
<p><i>Software</i> especializado na projeção de arquitetura. Permite uma modelação paramétrica, exibindo ao utilizador um interface empírico e de fácil utilização, como também a aquisição automática de todas as peças desenhadas e de toda a documentação necessária para a construção e exploração do empreendimento.</p> <p>Toda esta informação, incluindo os vários tipos de peças desenhadas, assim como tabelas e listas de materiais, mantém-se automaticamente atualizada e coordenada com o modelo do projeto, evitando ao arquiteto tarefas demoradas de verificação e reduzindo a possibilidade de erro.</p>	<p>Garante um meio envolvente integrado no projeto e estudo da estrutura do edifício. À medida que o modelo físico do projeto é desenvolvido, é automaticamente criado um modelo analítico, que pode ser utilizado por aplicações de cálculo, como o <i>Robot Structural Analysis</i>, e que se mantém sincronizado com o modelo e com a documentação do projeto.</p> <p>Assim, consegue-se, evitar a duplicação de trabalho e o esforço manual de coordenação entre os distintos modelos envolvidos.</p>	<p>É um software para projetos de especialidades (AVAC, Eletricidade, Águas e Esgotos).</p> <p>Os modelos gerados por este software, mantêm-se coordenados com os modelos de arquitetura e o modelo da estrutura, de modo a evitar intervenções e reduzir a ocorrência de erros por falta de organização.</p>

5.2.6.6 Processo inicial de modelação

O modelo tridimensional é elaborado, maior parte das vezes, com a importação de ficheiros em *AutoCAD*, permitindo desenhar sobre os mesmos.

De forma a tornar este processo mais rápido é necessário proceder à análise dos projetos e inseri-los no *REVIT*, ou seja:

1. Criar os níveis do modelo, analisando todas as cotas necessárias para a boa modelação do mesmo;

Os níveis foram criados de acordo com a parte a modelar, ou seja, para a estrutura foram criados os níveis que satisfaziam os mesmos. Para a arquitetura e especialidades criaram-se os níveis tendo em atenção os revestimentos do pavimento.

No que concerne à estrutura, o nível correspondente a cada piso diz respeito à cota de topo da laje. Na figura seguinte é possível observar as diferentes cotas da estrutura, Figura 5.62.

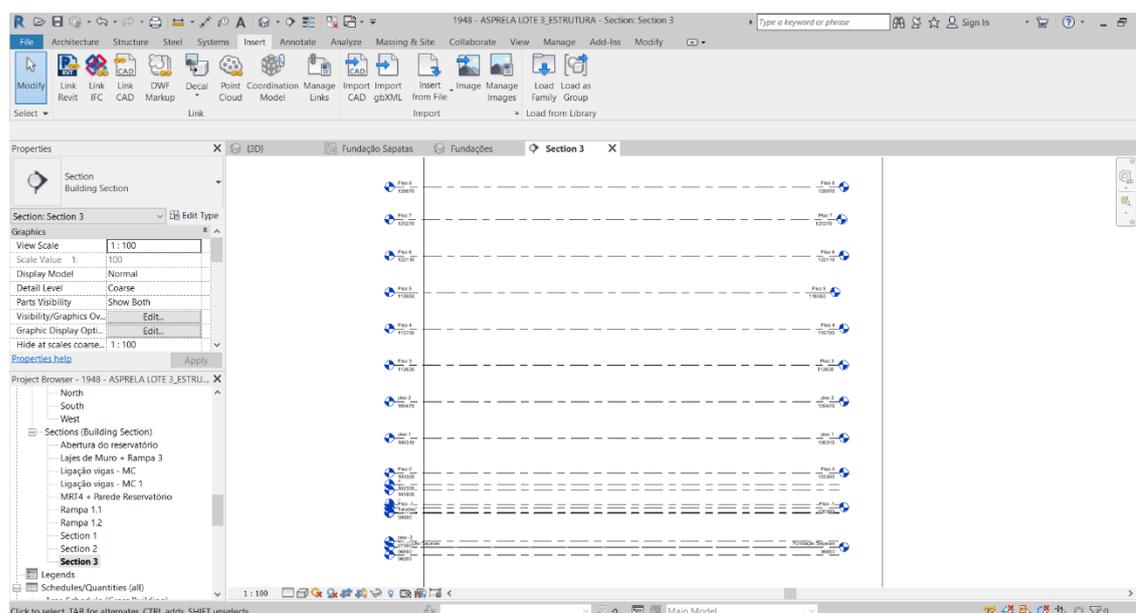


Figura 5.62 - Níveis e designações atribuídas - Estrutura (autor).

2. Inserir os pilares, sapatas e vigas, tendo em atenção as famílias já existentes e criando as que não constam na biblioteca;

Para a criação de algum elemento estrutural é necessário selecionar um objeto paramétrico correspondente ao tipo de elemento pretendido. Exemplificando, para se criar um pilar seleciona-se a opção “*column*”. Em contrapartida se o objetivo for criar uma sapata, Figura 5.63, seleciona-se “*Foundation Isolated*” e assim sucessivamente. Após a seleção tem de se duplicar o objeto paramétrico e adaptar o mesmo, seja modificando as dimensões da sua secção ou a sua geometria.

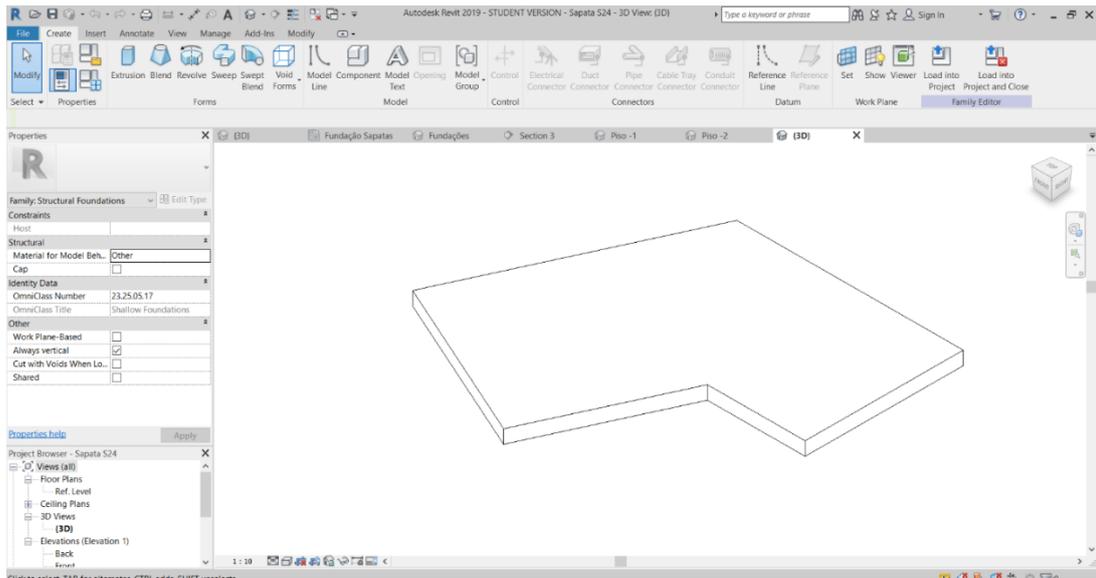


Figura 5.63 - Criação da sapata de geometria irregular (autor).

No que diz respeito à criação de pilares, vigas ou sapatas estes são criados tendo em tenção a consulta dos desenhos *AutoCAD*.

Cada elemento é criado de forma individual, como demonstra a Figura 5.64.

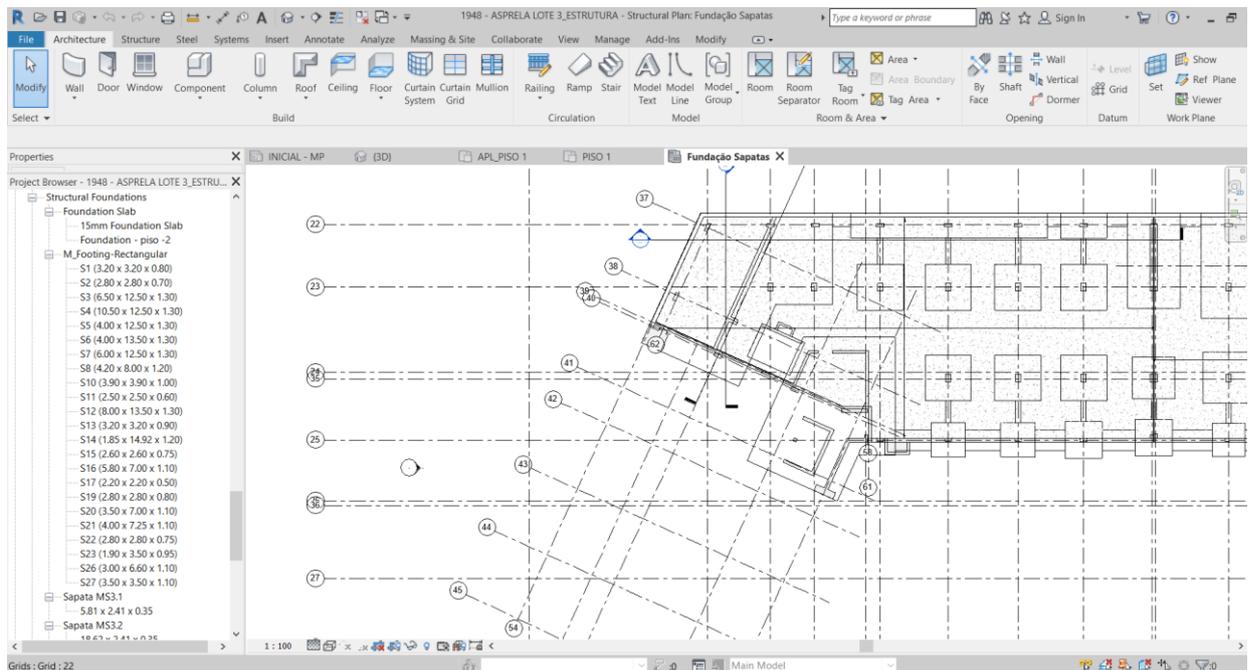


Figura 5.64 - Lista de sapatas criadas (autor).

3. Importar as plantas do *AutoCAD*, servindo de base ao trabalho a realizar. É necessário ter em atenção a cota onde as mesmas são importadas;

As plantas, antes de ser linkadas no *REVIT*, devem ser “limpas” e devem ser desligados todos os *layers* não relevantes para a modelação. Assim, é necessário fazer um levantamento de tudo o que é necessário para a mesma.

Destaca-se que, ao “linkar” o *AutoCAD* (Figura 5.65) é necessário seleccionar as unidades, a posição e o nível em que se encontrará. Pode-se ainda seleccionar as cores e seleccionar os *layers* a manter na modelação. É fulcral ter atenção às cotas de implantação das plantas, como se pode observar na figura seguinte.

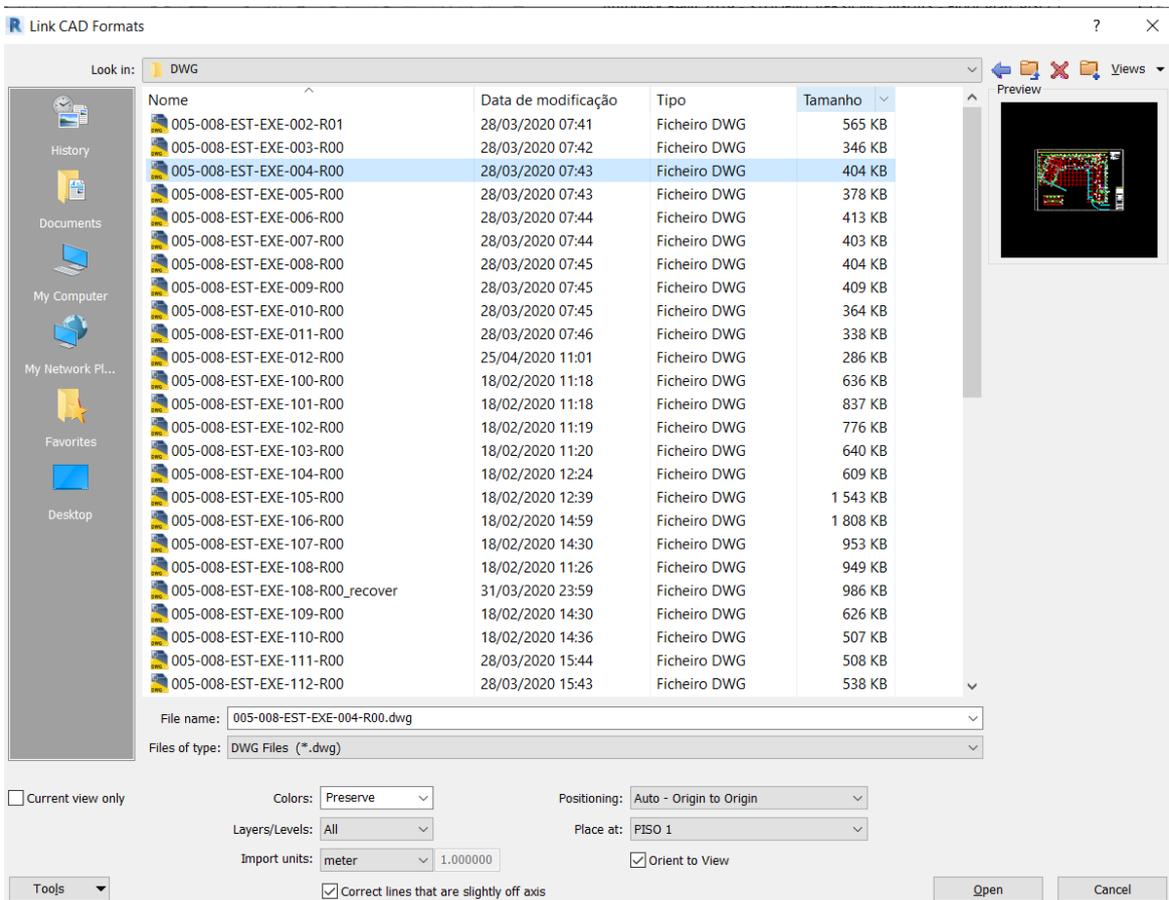


Figura 5.65 - Formato do Link CAD (autor).

4. Traçar a grelha das plantas.

A grelha, numa planta, corresponde aos alinhamentos ortogonais a considerar na modelação. Por outras palavras, os alinhamentos devem apoiar a definição da solução estrutural projetada, de modo a que as interseções dos alinhamentos representem a localização dos eixos, quer dos pilares, quer das sapatas. A Figura 5.66 retrata a grelha definida, que vai casar com a existente no *AutoCAD*.

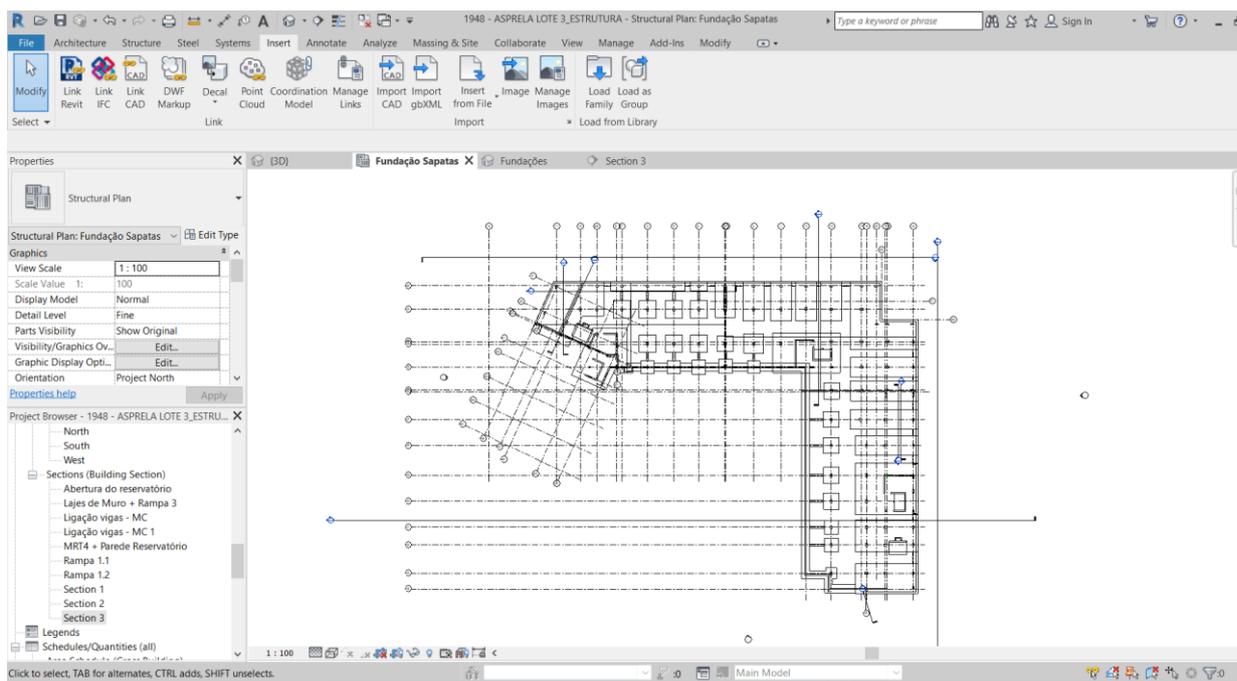


Figura 5.66 - Grelha de alinhamento (autor).

Após estes quatro passos, pode-se começar a modelar no *REVIT*.

5.2.6.7 Modelação da Fundações e Estrutura

Para modelar a estrutura do edifício Asprela Domus III, foi necessário recolher todas as plantas já aprovadas das contenções periféricas e da estabilidade.

Assim, com o auxílio do *REVIT Structure*, que inclui um modelo único de análise estrutural e detalhamento de estruturas, posicionou-se os objetos (sapatas, vigas, lajes, pilares e muros) nas respetivas localizações, tendo por base as cotas do projeto, como se observa na Figura 5.67.

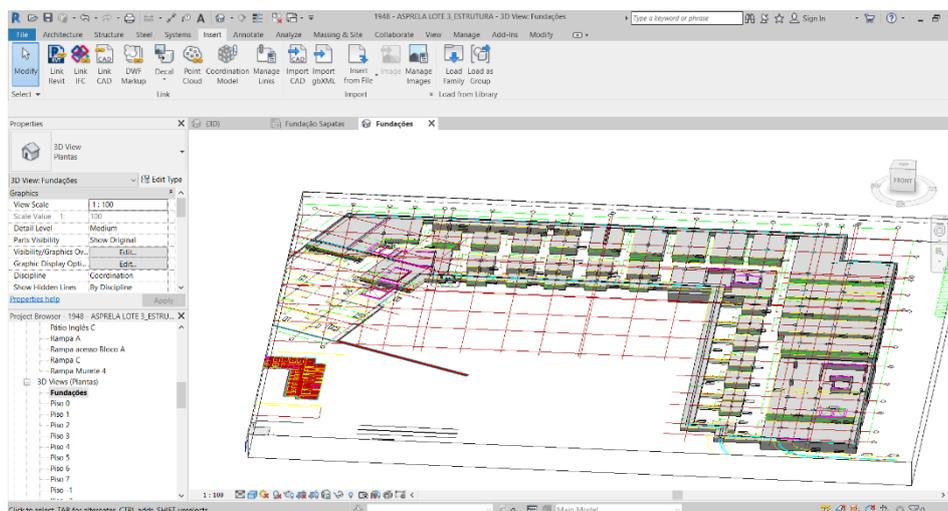


Figura 5.67 - Modelação das Fundações (autor).

Como referido anteriormente, esta modelação tem por base uma planta de *AutoCAD* que deve conter apenas o necessário para a modelação. Para isso, é necessário ocultar todos os *layers* dispensáveis para essa modelação.

Uma vez que os projetos podem sofrer alterações, seja por pedido do dono de obra, ou por exigência do projetista, optou-se por não importar o ficheiro em *AutoCAD* (Figura 5.68), mas por linkar o mesmo. Tal permite que ao longo da modelação se o mesmo sofrer alguma modificação vai ser perceptível no *REVIT*.

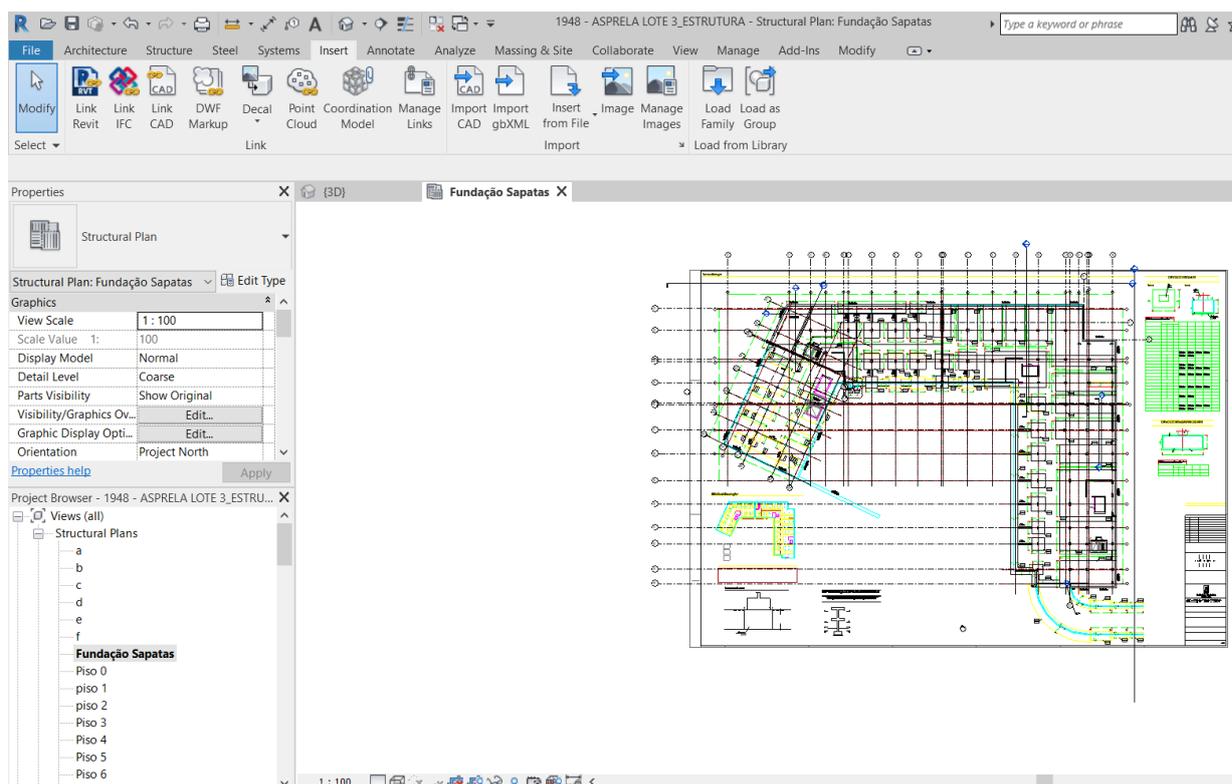


Figura 5.68 - Link do AutoCAD no REVIT (autor).

Após estabelecer o *link* do desenho é possível começar a modelar no local. Como referido, anteriormente todos os objetos estavam criados e foi apenas necessário posicionar os mesmos no local.

Pilares, Vigas e Sapatas de Fundação

Qualquer objeto tem de ser posicionado, tendo em atenção o separador “*Project Browser*”. Seguidamente seleciona-se o nível em relação ao qual se quer colocar a base do objeto e limita-se o topo do objeto através da opção “*Height*”. A título de exemplo a figura seguinte (Figura 5.69) apresenta o “*Project Browser*” de uma das sapatas do projeto.

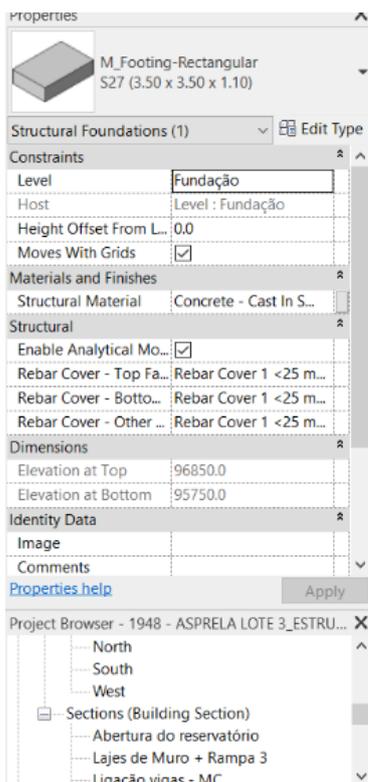


Figura 5.69 - Especificações do posicionamento da sapata (autor).

Em contrapartida, quando se modela uma parede e ao colocá-la na modelação tem de se ter em atenção o topo e a base da mesma, ou seja definir as suas cotas, conforme a Figura 5.70.

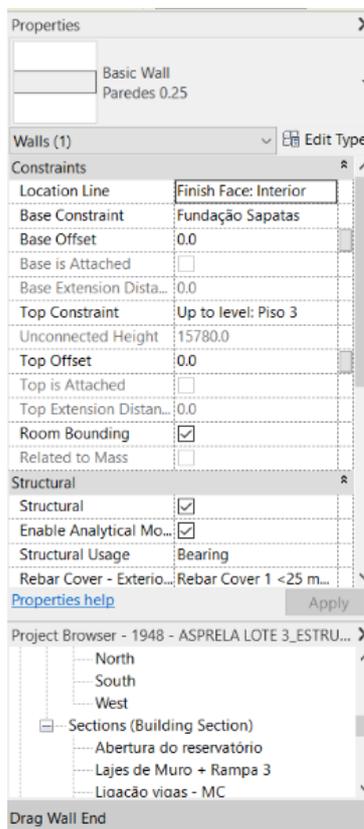


Figura 5.70 - Especificações do posicionamento de uma parede (autor).

Modelação das Lajes

As lajes são modeladas com a delimitação das áreas das mesmas. Assim, é apenas necessário ter atenção aos possíveis desníveis que podem acontecer em cada piso bem como as espessuras que cada laje poderá assumir.

Salienta-se que entre o edifício e o muro de contenção existe uma laje de ligação que tem uma inclinação variável, acompanhando o muro de Berlim. Neste caso, deve atentar-se à inclinação da mesma, como demonstra a Figura 5.71.

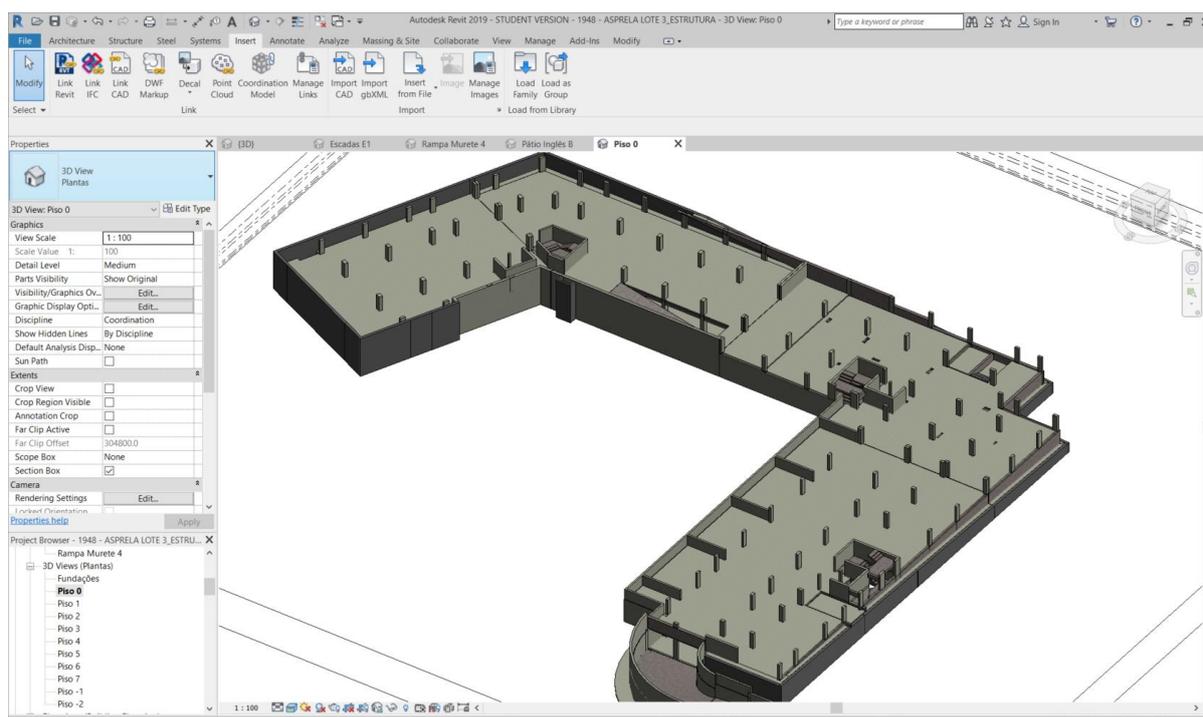


Figura 5.71 - Pormenor dos desníveis das lajes do Piso 0 (autor).

Modelação das Escadas

O edifício é composto por 3 caixas de escada que acompanham a altura do edifício e que ligam os pisos de cada bloco. Estas foram criadas como grupo, ou seja, possuindo a altura do patamar, do espelho e todas as outras dimensões, criou-se, fora do edifício, colocando-as à posteriori como um “objeto modelo”, Figura 5.72.

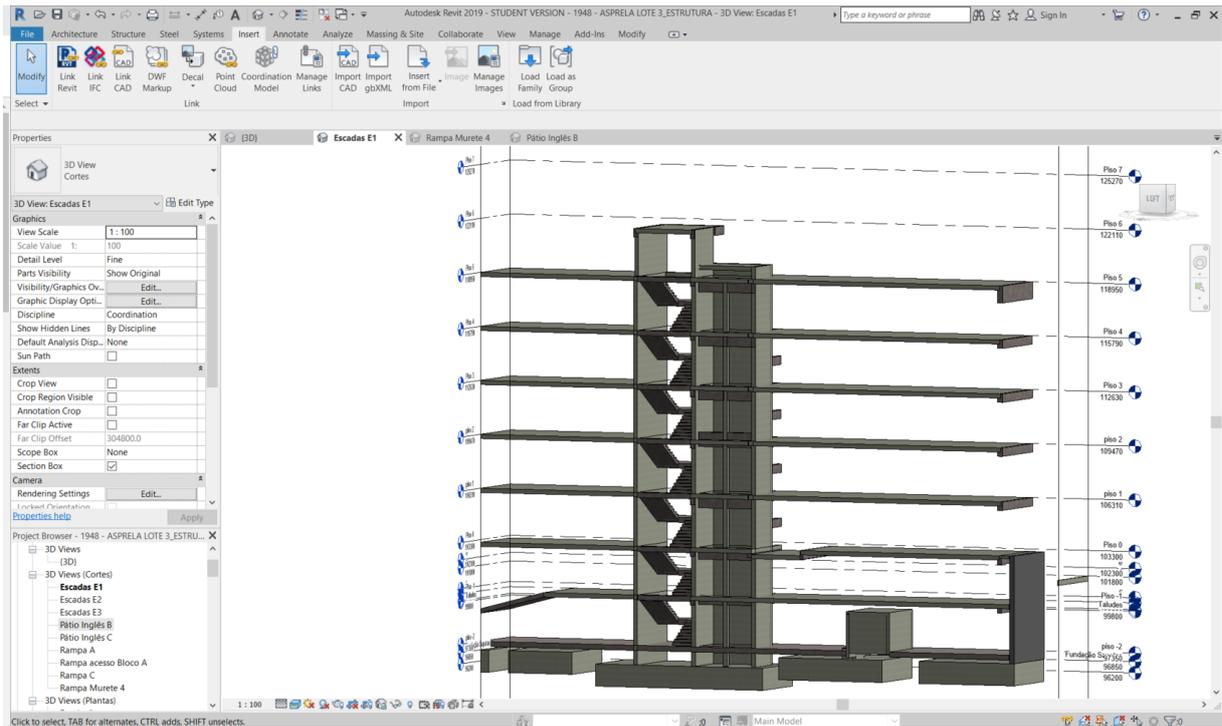


Figura 5.72 - Pormenor de Execução de Escadas (autor).

Modelação das Rampas

O edifício é composto por quatro rampas: duas com acesso ao exterior e duas entre pisos. A rampa de acesso ao bloco A, entrada principal, inicia-se com uma geometria retangular seguindo-se depois para uma geometria mais arredondada, Figura 5.73. Os muros que envolvem a rampa têm de a acompanhar, por isso foi necessário implementar a rampa antes dos muros.

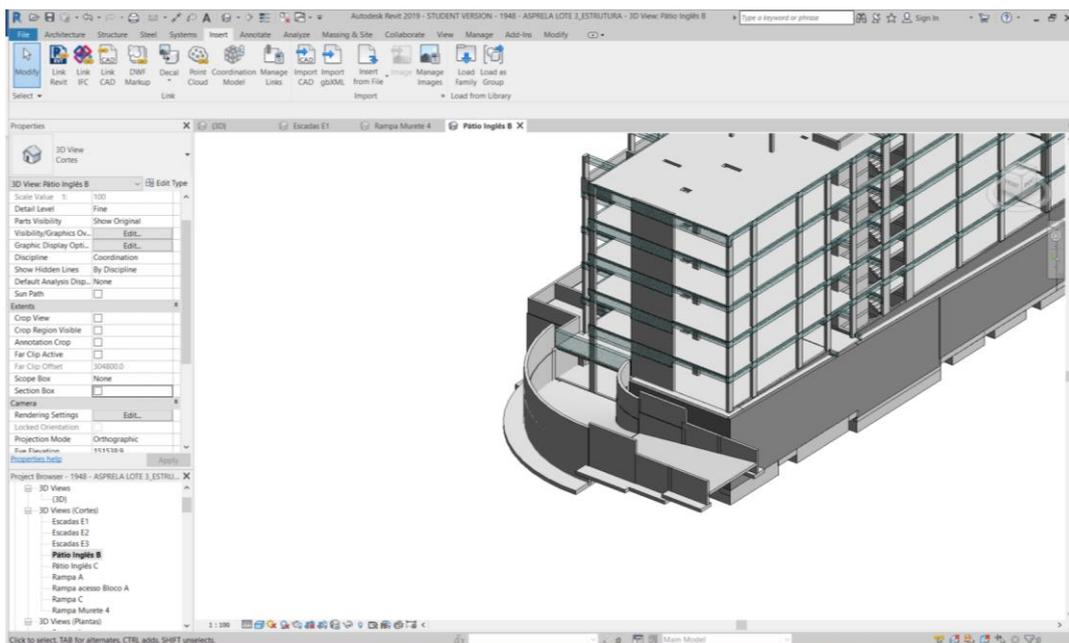


Figura 5.73 - Pormenor da rampa de entrada ao Bloco A (autor).

A rampa da Figura 5.74 é composta por diferentes inclinações. Ao longo da modelação das rampas foi necessário dar especial atenção às inclinações e perceber se as mesmas cumpriam as normas. Esta rampa especificamente é composta por escadas incorporadas, de acesso a um dos patamares da rampa. A sua geometria, inclinação e forma advêm da necessidade de existirem caminhos de circulação para cadeiras de rodas, para auxiliar a movimentação das pessoas com necessidade de locomoção assistida.

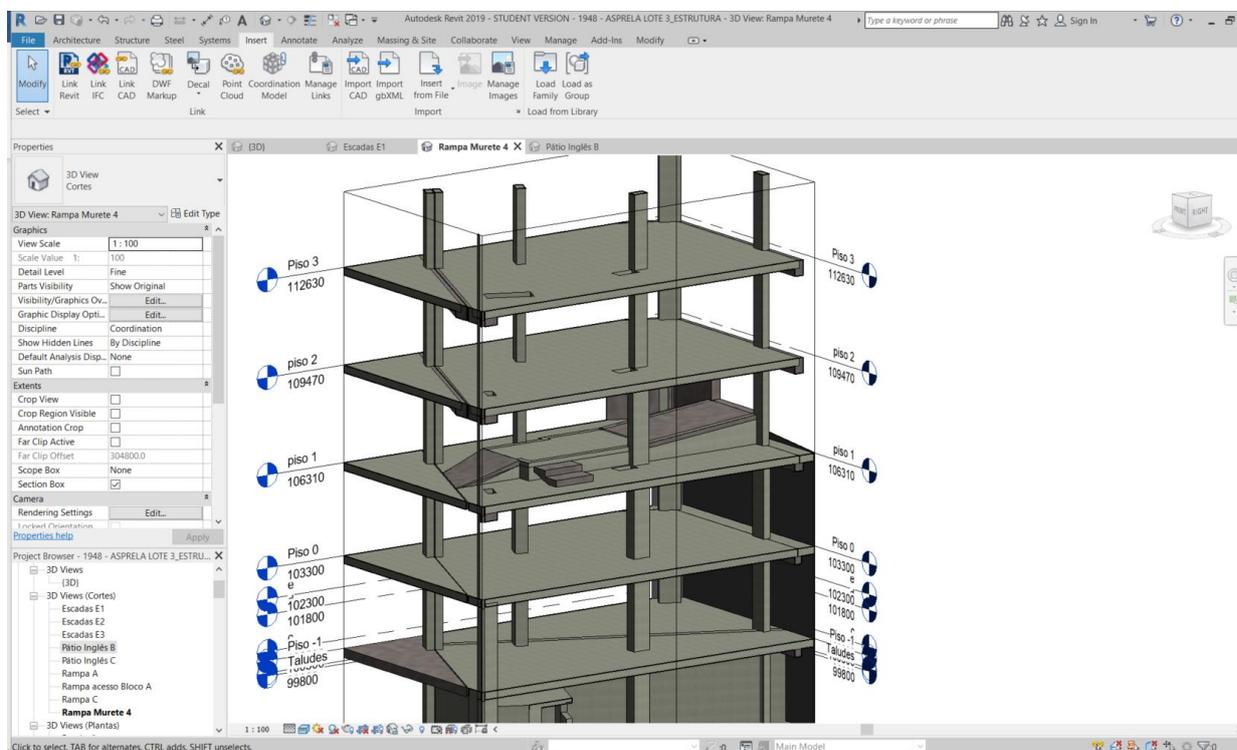


Figura 5.74 - Pormenor da rampa de acesso ao exterior (autor).

Modelação dos Reservatórios

Os reservatórios foram criados tendo como base outro projeto que a Multiprojectus continha. Utilizando o grupo de reservatórios que a empresa dispõe, modificaram-se os mesmos transportando as especificações deste projeto.

A figura seguinte, Figura 5.75, demonstra um dos reservatórios presentes na modelação.

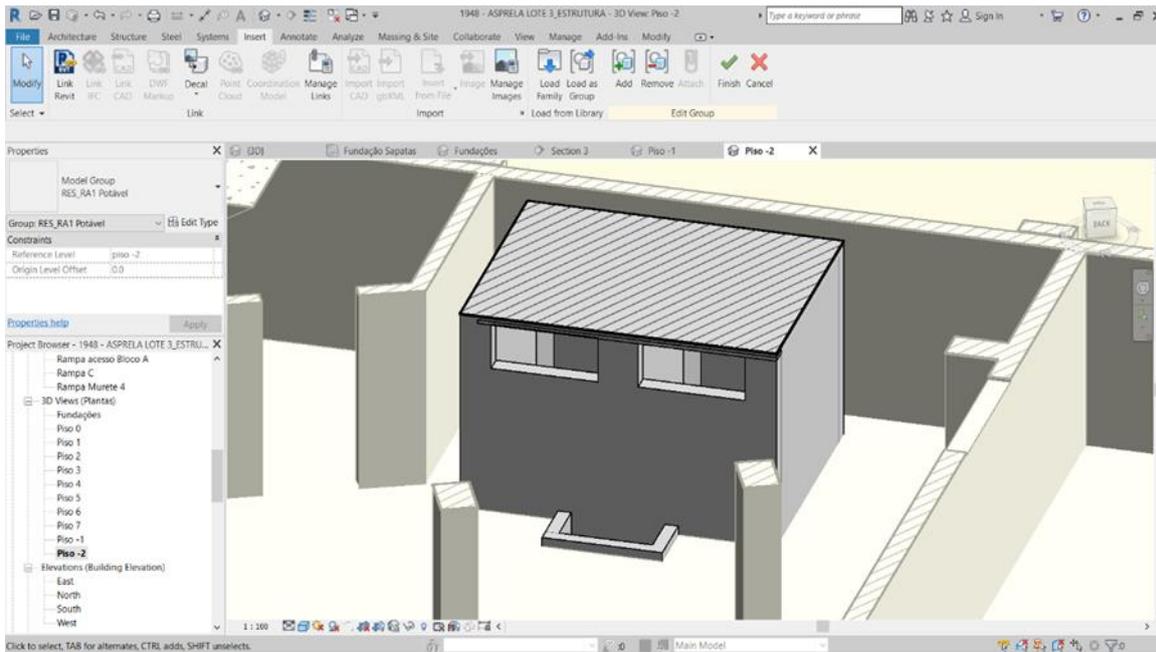


Figura 5.75 - Reservatório Modelado (autor).

5.2.6.8 Projeto Estrutural Final

Com a modelação de todos os pisos e tendo em atenção as cotas das lajes e os negativos das coretes obteve-se o modelo apresentado na Figura 5.76.

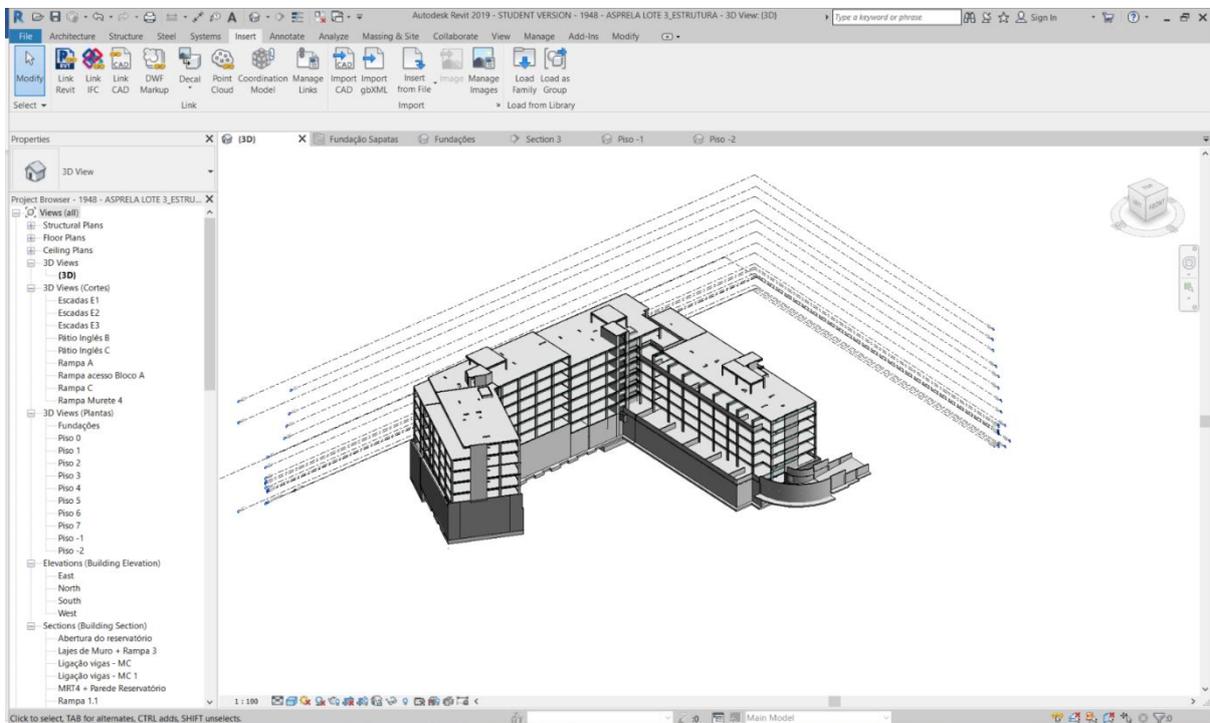


Figura 5.76 - Modelação da Estrutura e Fundações (autor).

5.2.6.9 Implantação de Especialidades

Para colmatar a necessidade de proceder a correções devido a incongruências existentes e de prever os negativos existentes, foi acordado modelar as especialidades, no modelo então gerado, apenas com a estrutura implementada.

A vantagem de possuir todas as especialidades elencadas ao *REVIT* permite detetar cruzamentos de tubagens, desníveis impossíveis de serem executados por ficarem a uma cota demasiado baixa, entre outras.

Assim, procedeu-se à modelação das águas pluviais. Esta modelação permitiu localizar os negativos das caixas de águas pluviais, bem como a localização e a preparação do terreno para a drenagem do estacionamento, Figura 5.77.

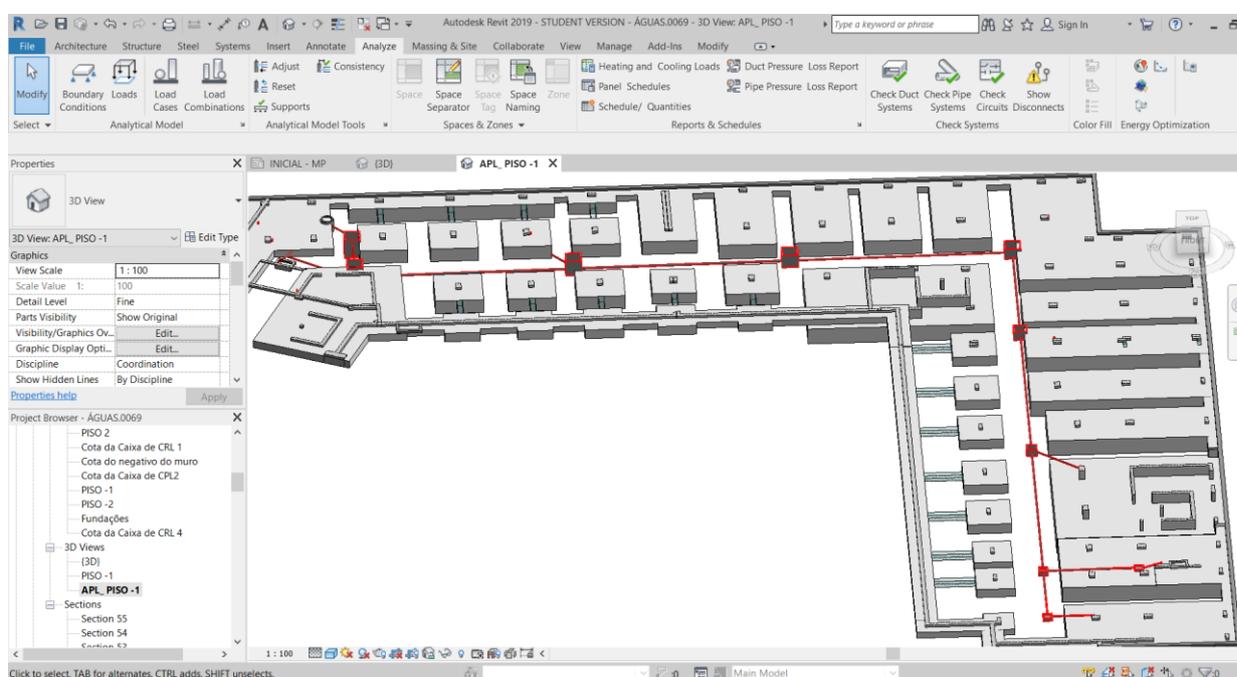


Figura 5.77 - Drenagem nas fundações (autor).

Permitiu ainda, com o auxílio de folhas de medição geradas, Figura 5.78, prever a quantidade de cada tubagem necessária, os seus respetivos diâmetros e a quantidade de ralos necessária.

Diâmetro	Material	Quantidade	Localização
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,27	Bloco A
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,04	Bloco A
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,36	Bloco A
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,62	Bloco A
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	6,19	Bloco A
160 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	9,00	Bloco A
200 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	3,38	Bloco A
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	14,00	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	19,12	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	3,07	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,52	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,23	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,56	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,14	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,90	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,92	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	3,29	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,97	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,19	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	3,10	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,92	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,20	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,90	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,20	Bloco B
75 mm	PVC S14 - ÁGUAS PLUVIAIS	0,90	Bloco B

Figura 5.78 - Exemplo da folha de quantidades de tubagens (autor).

Compatibilizando com a estrutura previu-se que existia um pano do muro de Berlim que seria intercetado pelo negativo de uma caixa, conforme figura seguinte (Figura 5.79):

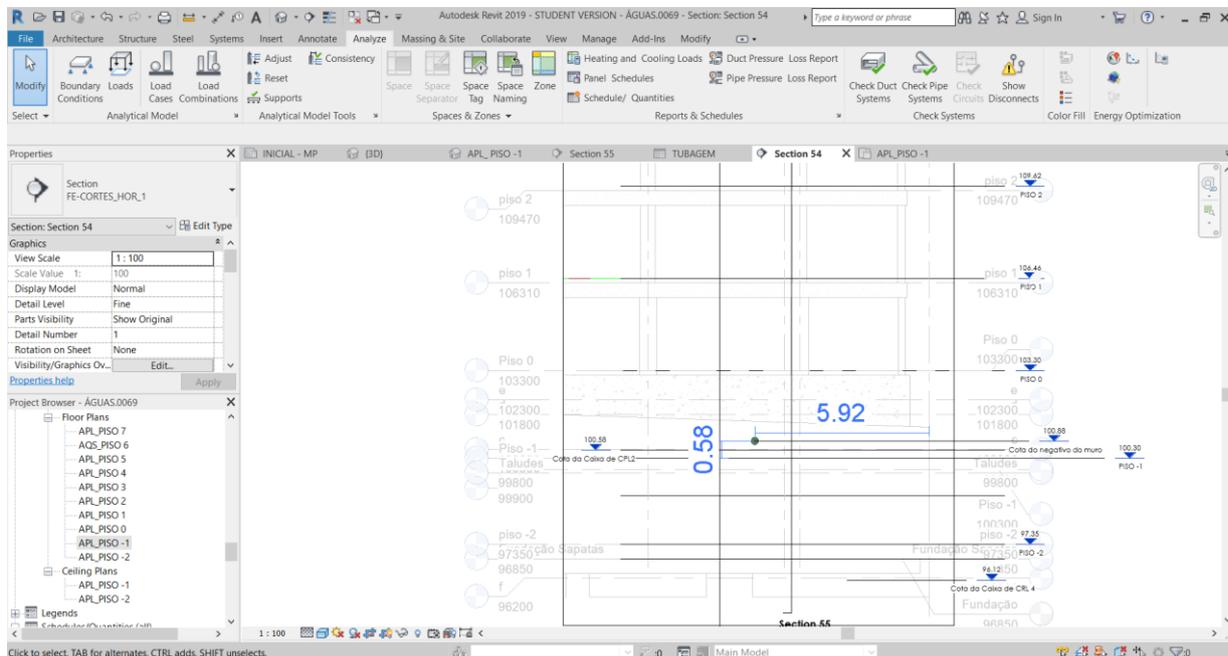


Figura 5.79 - Negativo no muro de contenção (autor).

A modelação das águas pluviais deu ainda a conhecer as cotas máximas e mínimas da tubagem. Com isto foi possível entender que executar uma ligação de 60 metros com uma inclinação de 1%, Figura 5.80, seria um entrave para o bom funcionamento do parque de estacionamento, uma vez que tendo este uma altura de 2,85 m, ficar-se-ia apenas com 2,25m, ou seja, altura demasiado baixa para a passagem de veículos.

A ferramenta *REVIT* antecipa problemas e garante à direção de obra procurar novas soluções antes do início da obra.

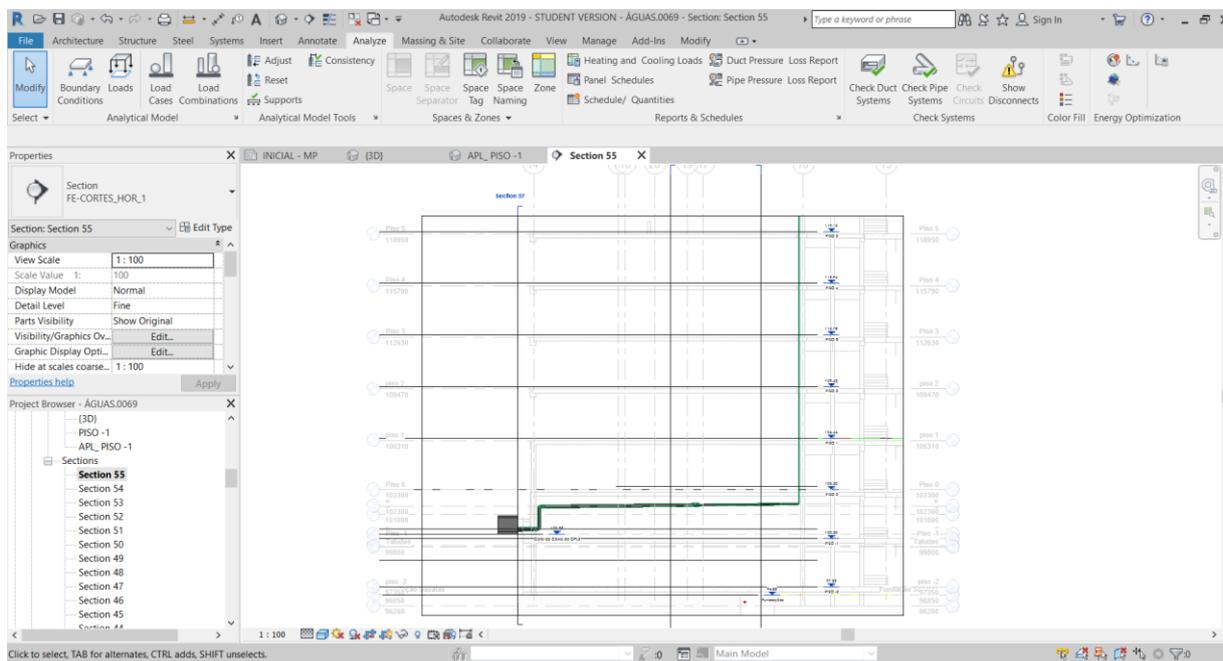


Figura 5.80 - Pormenor da ligação da tubagem à caixa (autor).

Por fim, obteve-se a seguinte rede e águas pluviais, Figura 5.81.

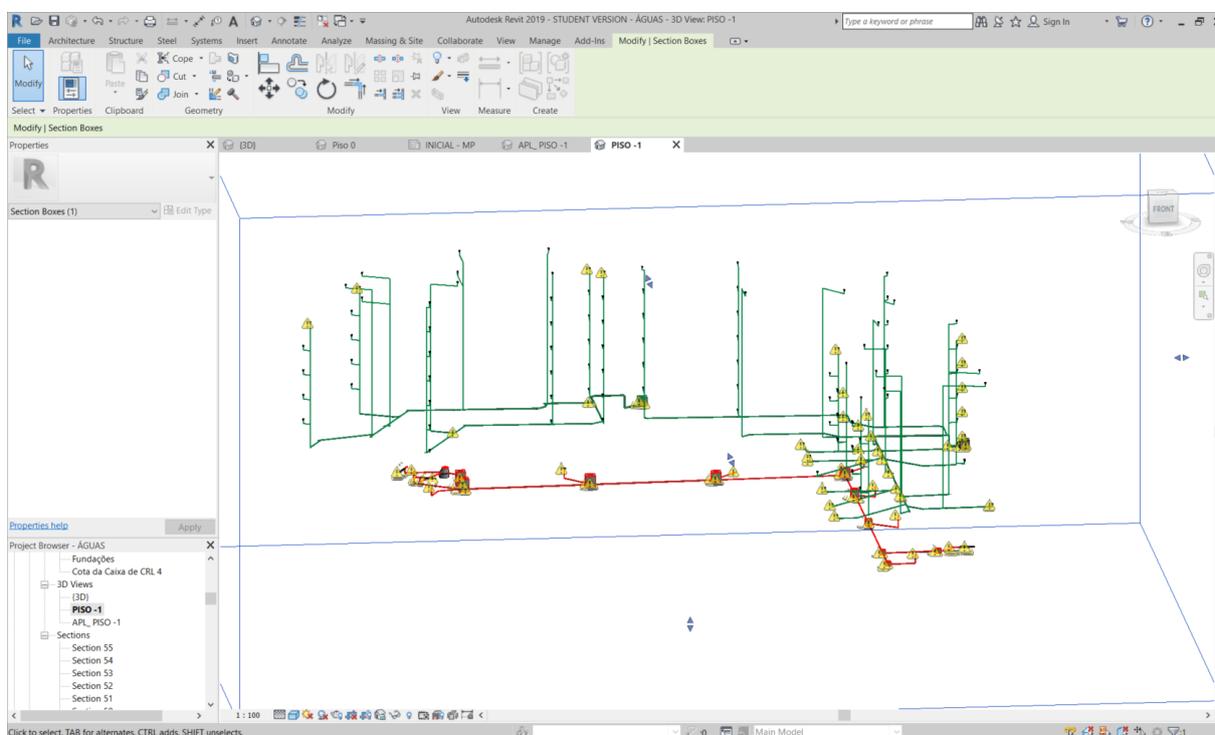


Figura 5.81 - Modelação final das águas pluviais (autor).

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES

Com a realização do presente estágio foi possível tecer várias considerações sobre a Metodologia *Lean* aplicada à Construção.

Primeiramente, todos os objetivos propostos numa fase inicial foram cumpridos. Apesar da situação pandémica vivida e com todas as restrições impostas, foi possível rentabilizar o tempo de trabalho e aproveitá-lo para modelar em BIM a estrutura do Asprela Domus III, tal preparação permitiu a identificação de todos os constrangimentos no projeto de execução facilitando assim a reformulação dos trabalhos.

Os conhecimentos adquiridos nos últimos cinco anos de formação foram fundamentais para a perceção das temáticas e dos problemas analisados ao longo do estágio curricular. Verificou-se que, não só as unidades curriculares do mestrado, como as unidades curriculares do terceiro ano da Licenciatura (especialmente Tecnologia da Construção, Organização e Gestão de Obras e Mecânica dos Solos) foram fundamentais nesta etapa. Ainda no decorrer do estágio foram utilizados conceitos adquiridos no segundo ano da licenciatura, como Métodos de Gestão na Construção, no que concerne ao planeamento, e também Materiais de Construção.

O extenso acompanhamento inicial bem como toda informação disponibilizada ao longo do tempo pela empresa, permitiu um aprofundamento dos conhecimentos e uma maior autonomia na continuação do trabalho proposto.

A implementação do [Kaizen Digital] e a criação da “Folha de Controlo de Produção”, marcam o desenvolvimento pessoal e profissional de um engenheiro civil, uma vez que aferiram algumas capacidades. Destaca-se assim, a importância desses Mapas de Controlo que permitem uma melhor esquematização e análise do desenvolvimento da empreitada.

Sendo a Garcia, Garcia S.A. uma empresa com a metodologia *Kaizen* já implementado em obra, a receptividade a novas ideias foi maior, como por exemplo a criação do [Checklist] por Zonas Comuns.

O controlo de Empreitadas e a criação do [Checklist] por Zonas Comuns e manutenção do existente, [Checklist] por apartamento, permitiu um maior controlo na evolução e acompanhamento dos trabalhos. Auxiliou, ainda, no balizamento dos trabalhos e no cumprimento de prazos para a receção provisória dos apartamentos, em particular, e do edifício, no geral.

Sendo as obras díspares uma das outras, o estaleiro tem de ser elaborado individualmente. Desta forma, cada estaleiro é único e tem de ser planeado e organizado consoante as condicionantes de cada empreitada. A criação, em conjunto com a direção de obra, da planta de estaleiro tornou-se uma mais valia, já que foram seguidas todas as regras que permitem uma gestão mais eficiente do mesmo. Assim, planear o estaleiro a curto, médio e longo prazo é muito importante, uma vez que é o primeiro passo para reduzir os desperdícios. As regras implementadas com o auxílio do [Controlo Visual] e do [5S] permitem, como referido ao longo da dissertação, à redução de tempos de transporte, organização e segurança.

A nível pessoal, este estágio alicerçou vários conhecimentos técnicos que apenas a experiência *in situ* proporcionaria. Integrar a equipa de Direção de Obra, entender os conceitos usados em obra e o modo como é feita a gestão de recursos e pessoas, tomar decisões e aceitar desafios foi o dia a dia deste estágio, polivalências que acrescentaram tanto a nível profissional, como pessoal.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Ao longo destes meses de estágio e tendo em atenção as diversas tarefas propostas, bem como o auxílio na otimização das mesmas, foi possível idealizar algumas sugestões de melhoria a curto e médio prazo.

No decorrer da fase de acabamentos da Asprela Domus II chegou-se à conclusão de que a existência de um mapa de acabamentos, [Check List], é uma mais valia a ser mantida. Porém, uma vez que a mesma é registada em papel, no local de obra, e posteriormente essa informação é colocada em formato digital, de forma a dar a conhecer a toda a equipa técnica, seria interessante que, num futuro próximo, houvesse um equipamento digital, como por exemplo um tablet, que permitisse no local fazer anotações, poupando o retrabalho existente nos moldes em que a mesma é atualizada.

Por outro lado, dentro do mesmo tema, seria interessante criar para cada apartamento uma [Check list] com as anomalias a corrigir. Esta ferramenta permitiria dar a conhecer ao encarregado as correções necessárias de cada apartamento e estando esta informação dividida por subempreiteiro, daria ainda o conhecimento dos trabalhos a realizar.

Esta *check list* permitiria que quando a equipa responsável pela execução desse trabalho o considerasse como concluído, um dos membros da direção de obra, juntamente com o encarregado, verificassem se as anomalias teriam sido corrigidas e anotariam nessa lista de verificações de tarefas. Quando todos os pormenores estivessem corrigidos seria possível fazer a receção definitiva da fração. Esta metodologia permitiria poupar tempo nas deslocações de cada subempreiteiro ao contentor da direção de obra/ encarregado de forma a delinarem os trabalhos a executar em cada fogo.

No que diz respeito ao [Kaizen], seria interessante desenvolver um *software* base para todas as obras, na mesma base do que é elaborado nesta dissertação, mas otimizado. Tomando por exemplo, não ser necessário atualizar o PPC ou alocar as tarefas do P6S ao Plano Semanal. Por outro lado, sendo um *software* desenvolvido com princípios bem definidos permitia gerar, todas as semanas, uma folha tipo, [Report Semanal], que conteria tudo o que era relevante para o acompanhamento da obra, bem como o balizamento face ao macroplaneamento.

Numa fase de acabamentos, utilizando o Planeamento geral, [Pull Planning] e o *software* [Kaizen], desenvolvido nos moldes do parágrafo anterior, seria possível ter conhecimento das intervenções a efetuar (por piso), de forma a cumprir o planeamento. Assim, este permitiria um controlo visual das áreas que estariam diariamente a serem intervencionadas, permitindo nivelar esses trabalhos de forma a que nenhum piso do edifício em construção ficasse sem intervenção. Isto tem como finalidade fazer uma melhor gestão de equipas. Esta gestão poderia ser feita num mapa nos mesmos moldes do [Plano Semanal], porém dividido por pisos e especialidades.

Por fim, no que concerne à Metodologia *Lean* associada ao estaleiro, seria também interessante, num futuro próximo, aplicar a ferramenta 5S de uma forma mais aprofundada. Esta ferramenta não foi implementada nas condições desejadas anteriormente uma vez que a ferramentaria existente em obra não possuía nenhuma pessoa alocada a tempo inteiro, já que apenas servia para guardar material ligado à segurança e materiais comprados em grandes quantidades, como por exemplo pregos, cogumelos e espaçadores.

Todos os equipamentos da GG encontravam-se num compartimento fechado onde só se entrava acompanhado pelo encarregado. Esta ferramentaria não possuía muitos materiais, uma vez que cada subempreiteiro assume a sua própria ferramentaria.

O [Controlo Visual] e o [5S], bem implementados proporcionariam, a curto prazo, melhorias significativas ao nível da organização e limpeza, mas também por serem as mais indicadas para a redução de desperdícios nestes elementos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves. (Fevereiro de 2016). Elementos de apoio a aulas das disciplinas da área temática da Gestão da Construção - Mestrado Integrado em Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico.
- Arantes, P. C. (2008). *Lean Construction - Filosofia e Metodologias*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- B., R. (2014). *Guia BIM*.
- Bernardes, M. (2001). *Desenvolvimento de um modelo de Planeamento da Produção para empresas de Construção de micro e pequeno porte*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- Borba, L. M. (2018). *Aplicação da Metodologia Lean à Gestão e Organização de Estaleiros - Utilização das Ferramentas 5S e Controlo Visual*. ISEP.
- Campos, E. F. (2017). *Construção Lean - Desenvolvimento de um Guia de Diagnóstico para Empresas Construturas*. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Cardoso, A., Santos, D., Neves, J., & Martins, M. (2013). *BIM: O que é?* FEUP.
- Construção, P. T. (setembro 2016). *GUIA PRÁTICO-Lean na Construção* .
- CUNHA, F. X. (2017). *Aplicação de estratégias LEAN em obra e a resistência à mudança- Um caso de estudo*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES .
- Edilages. (2017). *PLANO DE ESTALEIRO - AMPLIAÇÃO E REQUALIFICAÇÃO DA ESCOLA BÁSICA DA QUINTA, FAJAZES*.
- Emerald. (março de 2020). *Emerald*. Obtido de Emerald:
<https://www.emerald.com/insight/search?q=Lean+Construction>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fonseca, M. S. (2020). *Curso sobre Regras de Medição na Construção*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Garcia-Garcia. (Dezembro de 2019). Obtido de <https://www.garcia.pt/pt/empresa/>
- Genestretti, B. (2018). *Lean Construction em Estaleiros*.
- Howell, G. B. (1996). *A case Study*. Annual Conference on the International Group for *Lean Construction*, 4, Birmingham, UK, 26-27 August. .
- Howell, G. B. (1998). *Implementing Lean Construction: Understanding and Action*. Proc. 6th Annual Conf. of the Int'l. Group for *Lean Constr.*, IGLC-6, Guarujá, Brasil.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. Mcgraw-hill.
- Institute, L. C. (Março de 2020). *Lean Construction Institute*. Obtido de *Lean Construction Institute*: <https://www.leanconstruction.org/learning/publications/lean-construction-journal/>
- Issa, S. Z. (2010). Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 15, 234-257.
- Kaizen Institute. (2019). *Norma Preenchimento da Sala Obeya*.
- Kaizen Institute. (s.d.). *Kaizen Institute*. Obtido em 2020, de <https://www.kaizen.com/>
- Lean Construction Institute*. (4 de abril de 2020). *Lean Construction Institute*. Obtido de <https://www.leanconstruction.org/learning/publications/lean-construction-journal/>
- Moreira, F. J. (2012). *Estudo da Implementação da Filosofia Lean na Indústria Portuguesa*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Nunes, I. J. (Outubro de 2010). *Aplicação de Ferramentas Lean no Planeamento de Obras*. Instituto Superior Técnico- Universidade Técnica de Lisboa.
- Pereira, C. M. (2014). *Implementação da Lean Construction na Construção Nacional*. Universidade do Minho - Escola de Engenharia.
- Pereira, F. F. (2019). *Implementação de Práticas Lean na Gestão de Subempreitadas - Estudo De Caso*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pinto, D. M. (2011). *Controlo de Custos em Obras de Edifícios, na Prespetiva do Empreiteiro Geral*. Faculdade de Engenharia do Porto .
- Pinto, J. M. (Julho 2012). *Lean Construction- Proposta de Metodologia de Avaliação de Projetos de Construção*. FEUP.
- Pinto, J. P. (2008). *Introdução à filosofia Lean Thinking*.

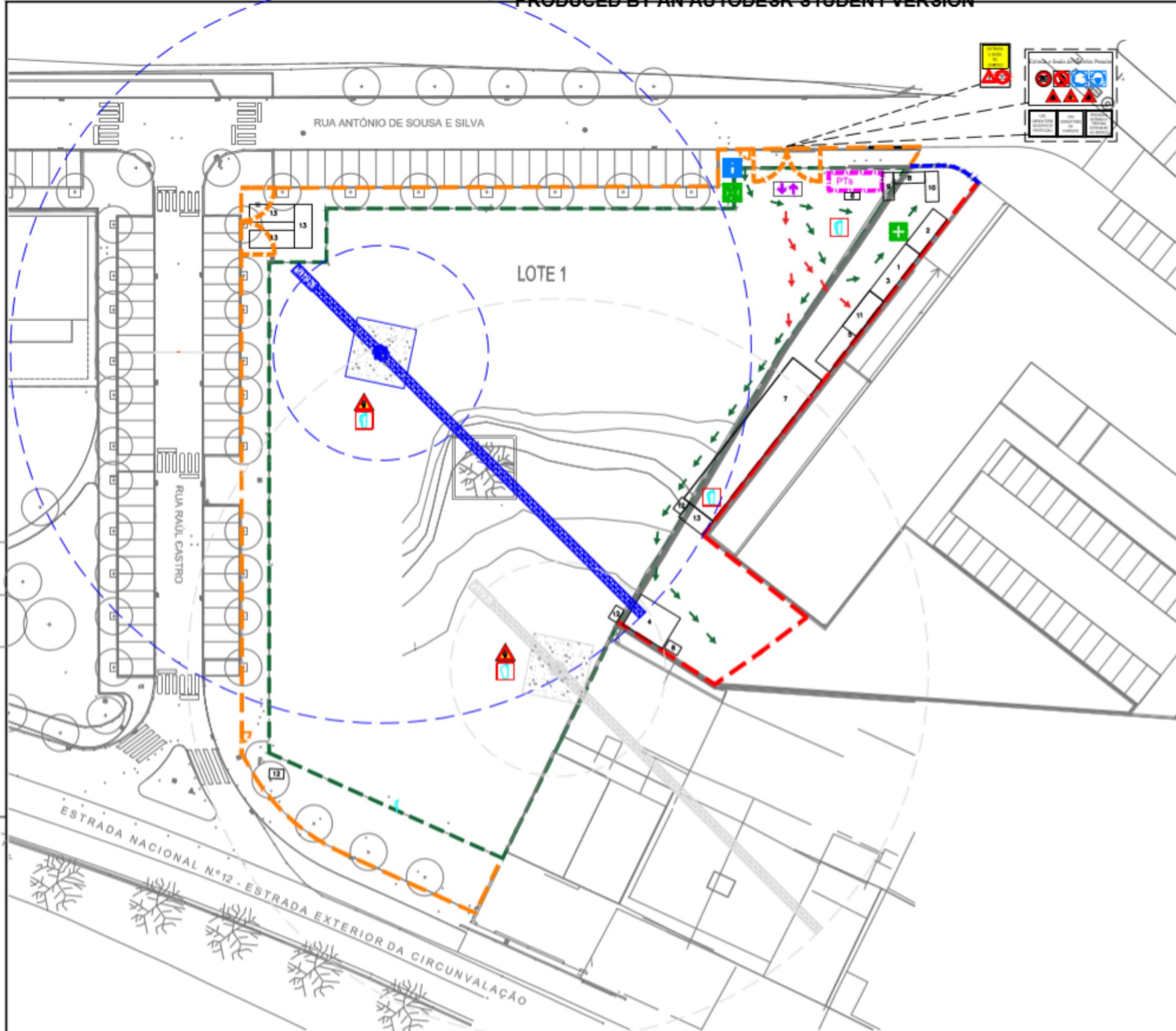
- Poças, J., & Monteiro, A. (2011). *Building Information Modeling - Funcionalidades e aplicação*. FEUP.
- Porto, F. d. (30 de Maio de 2020). *Desvantagens do BIM*. Obtido de <https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=BIM>
- Projectistas e Consultores de Engenharia. (2017). *Condições Técnicas Estacas*. Projectistas e Consultores de Engenharia.
- Rubio, J. F. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Scopus. (Março de 2020). *Scopus*. Obtido de Scopus: <https://www.scopus.com/home.uri>
- Sigma, I. J. (Março de 2020). Obtido de Emerald: <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/2040-4166>
- Soares, E. (24 de Dezembro de 2019). *Idealista*. Obtido de <https://www.idealista.pt/news/financas/investimentos/2019/08/01/40449-imobilasa-avanca-com-novos-projetos-no-porto-e-guimaraes-apos-exito-do-asprela-domus>
- Tisaka, M. (Janeiro de 2007). *Orçamento na construção civil - consultadoria, projeto e execução*. São Paulo: Pini Ltda.

ANEXOS

Anexo I – Planta de Estaleiro

Anexo II– Alçados e Planta de Loteamento do Domus II

Anexo I – Planta de Estaleiro



INSTALAÇÕES DE ESTALEIRO

- 1 - Direção de Obras
- 2 - Sala de reuniões
- 3 - Encanagado
- 4 - Refeitório
- 5 - Ferramentaria
- 6 - WC
- 7 - Estaleiro de Ferro
- 8 - Ecoporto - Btg-Bags
- 9 - Ecoporto - Produtos Inflamáveis
- 10 - Metal / Sucata / RCDs
- 11 - Vestiários
- 12 - WC Químicos
- 13 - Espaço destinado a subempreiteiros

IMPLANTAÇÃO / SIMBOLOGIA GRUAS:

- CONTRALANÇA
- LANÇA
- Raio de ação de grua - 50.00m
- Raio de ação de grua - 30.00m

SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

- PROIBIDA A ENTRADA PESSOAS ESTRANHAS
- USO OBRIGATORIO DO CAPACETE
- USO OBRIGATORIO DE BOTAS DE SEGURANÇA
- EXTINTOR
- ENTRADA E SAIDA DE MATURAS
- PERIGO DE ELECTROCUSSÃO
- POSTO MEDICO
- VITRINE DE SEGURANÇA / PLACARD INFORMATIVO
- PONTO DE ENCONTRO
- PERIGO, CARGAS SUSPENSAS
- VELOCIDADE LIMITADA
- PERIGO, QUEDA DE OBJETOS
- OUTROS PERIGOS

CAMINHOS DE CIRCULAÇÃO

- Veículos
- Pedonal
- Entrada e Saída do estaleiro
- Partida principal de acesso à obra
- Porta de Homem

LIMITES DE OBRA

- Limite do terreno de loteamento 15 178.40 m2
- Limite do Lote 14 882.40 m2
- Local de intervenção | Implantação
- Parcela de domínio privado comum a todos os lotes (PT's)

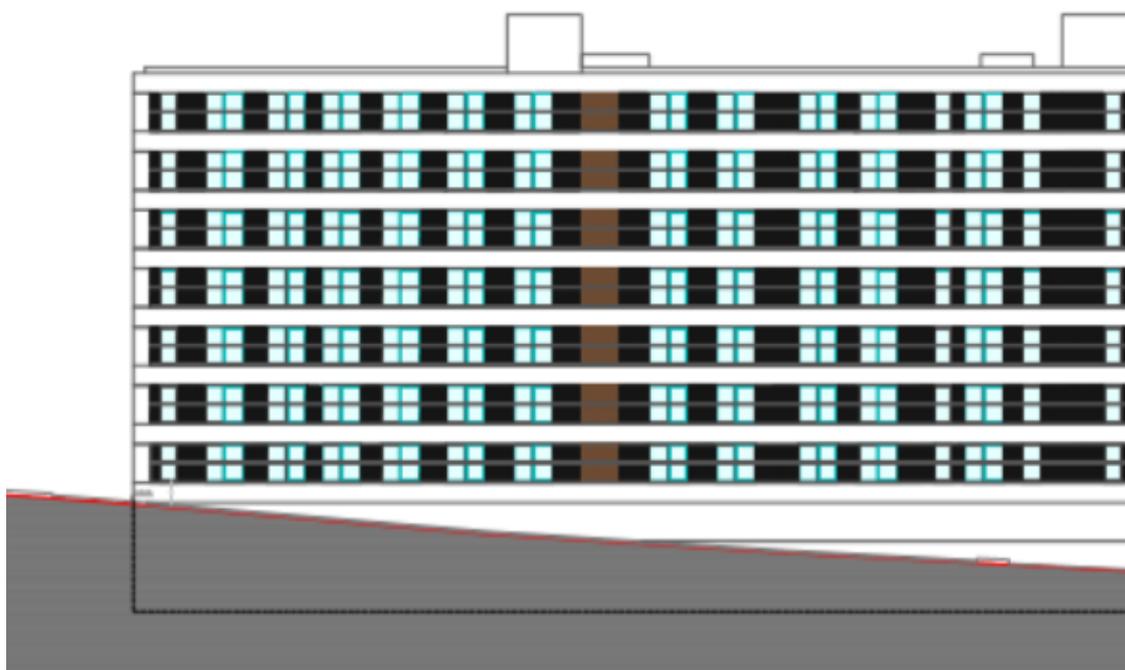
VEDAÇÃO EXTERIOR DO ESTALEIRO (VEE)

- VEE a executar em chapa lacobal ondulada
- VEE a executar em rede malha/rede sombra

Anexo II – Alçados e Planta de Loteamento do Domus II



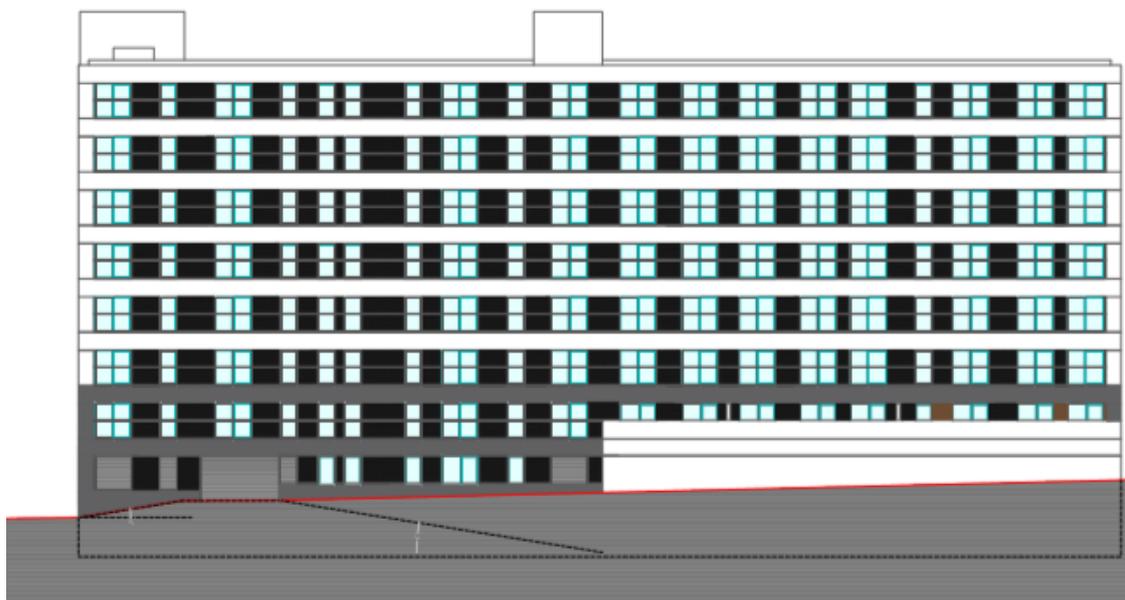
Domus II: Alçado Nascente (GG).



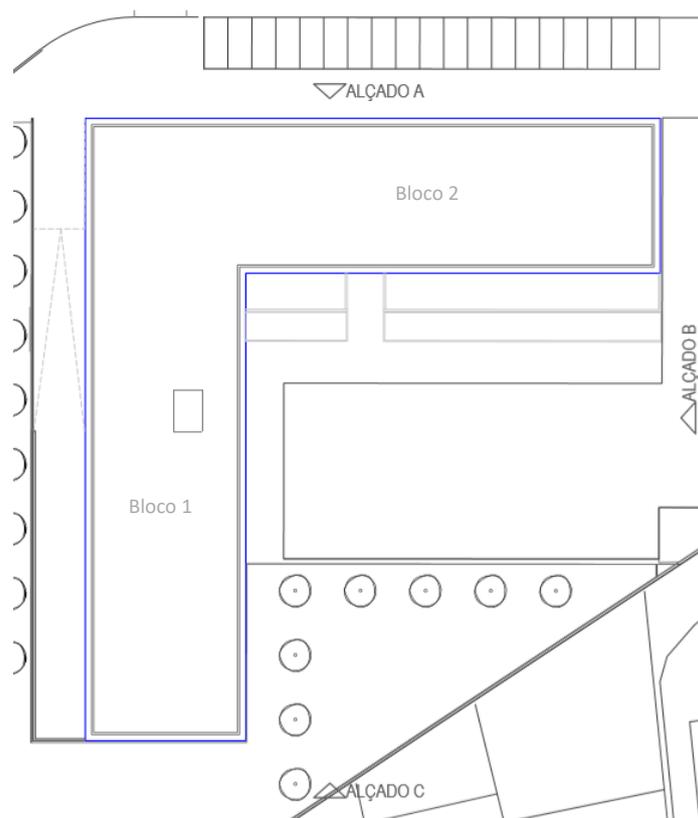
Domus II: Alçado Norte (GG).



Domus II: Alçado Sul (GG).



Domus II: Alçado Poente (GG).



Domus II: Planta de Loteamento (GG).