

Utilização da Lean Construction – metodologias adotadas

DUARTE MIGUEL RIBEIRO PEREIRA DA COSTA

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

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

MARÇO DE 2023

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2022/2023

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ m.ec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

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

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

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

À minha família

“If you’re going to try, go all the way. Otherwise, don’t even start.”

Charles Bukowski

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira, por todo o acompanhamento, disponibilidade, apoio e frontalidade demonstrados ao longo da realização da presente dissertação. O tema da presente dissertação sempre foi um tema de grande interesse para mim e sem toda a orientação e apoio prestados, não seria possível adquirir todos os conhecimentos e competências adquiridos, tanto na unidade curricular de Direção de Obra e Segurança como na realização da presente dissertação.

Em segundo lugar, um especial agradecimento à minha família. Ao meu pai, Aníbal Costa, e à minha mãe, Maria Costa, por me transmitirem sempre calma, maturidade e sempre me apoiarem em todos os meus sonhos ao longo da minha vida. Ao meu irmão, Diogo Costa, por ser um dos meus melhores amigos e por me apoiar em todos os momentos da minha vida. Sem eles, tudo o que alcancei não seria possível, por isso, um enorme e eterno obrigado.

Por último, a todos os meus amigos que me acompanharam ao longo deste percurso, um grande obrigado. Sem todo o apoio proporcionado por eles, isto não seria possível.

RESUMO

A presente dissertação pretende desenvolver um estudo acerca das práticas associadas à filosofia Lean Construction em obra. A Lean Construction é uma filosofia inovadora que visa maximizar o valor de um produto final, diminuindo os desperdícios e o tempo gasto. Os objetivos da Lean Construction são a eliminação de desperdícios, reduzindo a variabilidade do fluxo de produção, criando valor para o cliente no produto final.

Numa primeira fase, foram selecionados 11 casos práticos de dissertações realizadas no âmbito da Lean Construction. Estes 11 casos práticos são todos eles sobre a aplicação da Lean Construction no âmbito de planeamento e controlo da produção. Procedeu-se então a uma análise destes casos práticos, onde foram identificados desperdícios e se procedeu à resolução dos mesmos através de práticas associadas à Lean Construction no planeamento e controlo da produção de uma obra. É elaborada uma análise crítica de forma a verificar se estas práticas foram bem aplicadas e quais foram as dificuldades principais na sua implementação. Assim sendo, conclui-se que a aplicação da Lean Construction numa obra tem de ser bastante cuidadosa de forma a evitar todo o tipo de problemas na sua aplicação, desde a transparência no seu processo até à resistência à mudança.

Numa segunda fase, é elaborado um método de aplicação em obra baseado em práticas Lean, tais como, Last Planner System, 5S e Just in Time, com base nos casos práticos escolhidos e analisados, de forma a abranger todo o tipo de problemas e desperdícios encontrados em obra. Este método elaborado é um método geral para a aplicação no planeamento e controlo da produção de uma obra, que pode ser aplicado em qualquer tipo de obra no âmbito de planeamento e controlo da produção da mesma, e de melhoria contínua, visto que à medida que são encontrados mais problemas e desperdícios, as ferramentas criadas podem ser adaptadas de modo a resolver os mesmos.

Por fim, é descrito um caso prático, onde foi aplicado teoricamente o método proposto, de modo a maximizar o valor do produto final, eliminando qualquer tipo de desperdícios que possam surgir e diminuindo o tempo gasto. A metodologia criada baseia-se nas ferramentas analisadas e nos problemas identificados nos casos práticos de estudo, tentando adaptar as ferramentas analisadas, modificando-as e aplicando-as de modo a resolver os problemas identificados na implementação da Lean Construction nos casos práticos. Sendo a metodologia aplicada de um modo teórico, não se pode verificar a obtenção de resultados, no entanto, teoricamente cada ferramenta modificada ou criada tem como objetivo resolver os problemas mais relevantes de modo a melhorar a implementação da Lean Construction numa obra de qualquer setor, combatendo os problemas identificados nos mais variados setores e projetos.

PALAVRAS-CHAVE: LEAN CONSTRUCTION; DESPERDÍCIOS; LAST PLANNER SYSTEM; 5S; JUST IN TIME;

ABSTRACT

The present dissertation intends to develop a study about the practices associated with the Lean Construction philosophy on site. Lean Construction is an innovative philosophy that aims to maximize the value of a final product, reducing waste and time spent. The objectives of Lean Construction are the elimination of waste, reducing the variability of the production flow, creating value for the customer in the final product.

In a first phase, 11 practical cases of dissertations carried out within the scope of Lean Construction were selected. These 11 practical cases are all about the application of Lean Construction in the field of production planning and control. An analysis of these practical cases was then carried out, where waste was identified and proceeded to solve it through practices associated with Lean Construction in the planning and control of the production of a work. A critical analysis is carried out to verify whether these practices were well applied and what were the main difficulties in their implementation. Therefore, it is concluded that the application of Lean Construction in a work must be very careful to avoid all kinds of problems in its application, from transparency in its process to resistance to change.

In a second phase, an application method based on Lean practices is elaborated, such as Last Planner System, 5S and Just in Time, based on the chosen practical cases, to cover all types of problems and waste found in constructions. This elaborated method is a general method for application in the planning and control of the production of a work, which can be applied to any work in the scope of planning and control of its production, and of continuous improvement, since as more problems and waste are found, the tools created can be adapted in different ways.

Finally, a practical case is described, where the proposed method was theoretically applied, to maximize the value of the final product, eliminating any type of waste that may arise and reducing the time spent. The methodology created is based on the analyzed tools and the problems identified in the practical case studies, trying to adapt the analyzed tools, modifying them, and applying them in order to solve the problems identified in the implementation of Lean Construction in the practical cases. As the methodology is theoretically applied, results cannot be verified, however, theoretically each modified or created tools aims to solve the most relevant problems in order to improve the implementation of Lean Construction in a work in any sector, combating the problems identified in the most varied sectors and projects.

KEYWORDS: Lean Construction; Waste; Last Planner System; 5S; Just in Time;

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION	1
1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA DE TRABALHO	1
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	2
2 ESTADO DE ARTE	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. LEAN CONSTRUCTION – CASOS PRÁTICOS	3
2.2.1. CASO I: CRECHE – INSTITUTO S. JOSÉ DE VILA DO CONDE	3
2.2.2. CASO II: HOTEL NA PRAIA DA TOCHA	5
2.2.3. CASO III: SUPERFÍCIE COMERCIAL	6
2.2.4. CASO IV: UNIDADE INDUSTRIAL PARA REPARAÇÃO DE EQUIPAMENTO MÉDICO	9
2.2.5. CASO V: LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE LISBOA-MADRID	11
2.2.6. CASO VI: POSTO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS DE COIMBRA	12
2.2.7. CASO VII: REPARAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE UMA ESTRADA	14
2.2.8. CASO VIII: REABILITAÇÃO INTEGRAL DE UM APARTAMENTO	15
2.2.9. CASO IX: GESTÃO DE UM ESTALEIRO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO	16
2.2.10. CASO X: PALÁCIO ESTORIL RESIDÊNCIAS	17
2.2.11. CASO XI: COMPLEXO TERMAL DO ESTORIL	18
3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS IMPLEMENTADAS	21
3.1. INTRODUÇÃO	21
3.2. CASO I: CRECHE – INSTITUTO S. JOSÉ DE VILA DO CONDE	21
3.2.1. METODOLOGIA PROPOSTA	21
3.2.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	25
3.3. CASO II: HOTEL NA PRAIA DA TOCHA	27
3.3.1. METODOLOGIA PROPOSTA	27
3.3.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	31
3.4. CASO III: SUPERFÍCIE COMERCIAL	32
3.4.1. METODOLOGIA PROPOSTA	32
3.4.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	34

3.5. CASO IV: UNIDADE INDUSTRIAL PARA REPARAÇÃO DE EQUIPAMENTO	36
3.5.1. METODOLOGIA PROPOSTA	36
3.5.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	37
3.6. CASO V: LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE LISBOA-MADRID	37
3.6.1. METODOLOGIA PROPOSTA	37
3.6.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	39
3.7. CASO VI: POSTO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS DE COIMBRA	40
3.7.1. METODOLOGIA PROPOSTA	40
3.7.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	44
3.8. CASO VII: REPARAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE UMA ESTRADA	45
3.8.1. METODOLOGIA PROPOSTA	45
3.8.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	50
3.9. CASO VIII: REABILITAÇÃO DE UM APARTAMENTO	51
3.9.1. METODOLOGIA PROPOSTA	51
3.9.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	55
3.10. CASO IX: GESTÃO DE UM ESTALEIRO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO ...	56
3.10.1. METODOLOGIA PROPOSTA	56
3.10.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	59
3.11. CASO X: PALÁCIO ESTORIL RESIDÊNCIAS.....	60
3.11.1. METODOLOGIA PROPOSTA	60
3.11.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	63
3.12. CASO XI: COMPLEXO TERMAL DO ESTORIL.....	64
3.12.1. METODOLOGIA PROPOSTA	64
3.12.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS	65
3.13. RESUMO	67
4 METODOLOGIA PROPOSTA.....	69
4.1. INTRODUÇÃO.....	69
4.2. BASES TEÓRICAS	69
4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS CRIADAS	70
4.3.1. PLANO A LONGO PRAZO.....	71
4.3.1.1. Plano Geral de Trabalhos	71
4.3.2. PLANO A MÉDIO PRAZO.....	72
4.3.2.1. Plano de Produção a 4 Semanas	72
4.3.2.2. Reunião de Planeamento da Produção a 4 Semanas	72
4.3.3. PLANO A CURTO PRAZO.....	73
4.3.3.1. Plano de Produção Semanal	73

4.3.3.2. Reunião de Planeamento da Produção Semanal	73
4.3.4. ANÁLISE DE PRÉ-REQUISITOS	74
4.3.4.1. Materiais	74
4.3.4.2. Equipamentos	74
4.3.4.3. Mão-de-Obra	75
4.3.4.4. Atividades Precedentes.....	75
4.3.4.5. Desenhos	75
4.3.4.6. Espaço.....	75
4.3.4.7. Condições externas.....	75
4.3.4.8. Outros.....	76
4.3.5. SALA LEAN	76
4.3.6. CONTROLO	76
4.3.6.1. PPC	77
4.3.6.2. Registo de não conclusões	77
4.3.7. IMPLEMENTAÇÃO 5S	77
5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	79
5.1. INTRODUÇÃO	79
5.2. PASSAGEM SUPERIOR PARA PEÕES – APEADEIRO ÁGUAS SANTAS/PALMILHEIRA	79
5.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJETO	79
5.2.2. DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENFRENTADOS EM OBRA.....	82
5.2.3. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PROJETO.....	82
5.2.3.1. Planeamento e Controlo.....	83
5.2.3.2. Análise de pré-requisitos.....	84
5.2.3.3. Análise do PPC e registo de não conclusão das atividades	85
5.2.3.4. Implementação dos 5S's	85
5.2.3.5. Qualidade de execução.....	86
5.2.4. SEGUNDO MÊS DA OBRA.....	86
5.3. CONCLUSÕES FINAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO.....	88
6 CONCLUSÕES FINAIS	91
6.1. CONCLUSÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema adaptado da metodologia de planeamento e controlo de produção (Ferreira, 2010, fig. 12).....	4
Figura 2 – Esquema sobre os benefícios da aplicação de medidas no planeamento (Gomes, 2012, fig. 5.16).....	5
Figura 3 – Organograma geral da obra (Bechar, 2021, fig. 14).....	6
Figura 4 – Exemplo dos quadros afixados na reunião <i>kaizen</i> diária (Bechar, 2021, fig. 15).....	7
Figura 5 – Exemplo da implementação 5S e avaliação da empreitada (Bechar, 2021, fig. 16 e 17).....	7
Figura 6 – Exemplo de um contentor ferramenteiro (Bechar, 2021, fig. 18).....	8
Figura 7 – Problemas, causas, consequências e desperdícios identificados nas alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos (Bechar, 2021, tab. 10).....	8
Figura 8 – Problemas, proposta de melhoria e descrição das propostas nas alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos (adaptado de Bechar, 2021, tab. 11).....	9
Figura 9 – Problemas, causas, consequências e desperdícios identificados nas atividades de betão armado/pré-fabricado, acabamentos, todas as especialidades e arranjos exteriores (Bechar, 2021, tab. 10).....	10
Figura 10 – Problemas, proposta de melhoria e descrição das propostas na construção da unidade industrial para reparação de equipamento médicos (adaptado de Bechar, 2021, tab. 11).....	10
Figura 11 – Divisão de lotes (Coutinho, 2011, tab. 4).....	11
Figura 12 – Plano geral da obra e lista de atividades (Coutinho, 2011, fig. 22 e tab. 7).....	11
Figura 13 – Fluxo de obra (Mendonça, 2009, fig. 9).....	12
Figura 14 – Fluxo de logística (Mendonça, 2009, fig. 10).....	12
Figura 15 – Síntese de falhas e atrasos ocorridos na obra (Mendonça, 2009, tab. 2).....	13
Figura 16 – Ferramentas e filosofias associadas ao fluxo de obra (Mendonça, 2009, fig. 16).....	13
Figura 17 – Ferramentas e filosofias associadas ao fluxo de logística (Mendonça, 2009, fig. 17).....	14
Figura 18 – Setores de obra (Ferreira, 2014, fig. 10).....	14
Figura 19 – Ferramentas, constituição e função da metodologia proposta (Neves, 2010, quadro 4.8).....	18
Figura 20 – Ferramentas, constituição e função da metodologia proposta (Neves, 2010, quadro 4.8).....	19
Figura 21 – Resumo dos três níveis de planeamento (Ferreira, 2010, fig. 13).....	22
Figura 22 – Gráfico de <i>Gantt</i> do Plano Geral de Trabalhos (Ferreira, 2010, fig. 14).....	22
Figura 23 – Plano de Execução a 4 Semanas (Ferreira, 2010, fig. 15).....	23
Figura 24 – Exemplo de um Plano de Produção Semanal (Ferreira, 2010, fig. 16).....	24
Figura 25 – Enquadramento das reuniões no processo de planeamento e controlo (Ferreira, 2010, fig. 18).....	25
Figura 26 – Número de atividades planeadas e PPC ao longo da implementação do modelo (Ferreira, 2010, fig. 23).....	26

Figura 27 – Causas de não conclusão de atividades ao longo da implementação (Ferreira, 2010, fig. 24).....	27
Figura 28 – Esquema referente aos níveis de planeamento a implementar (Gomes, 2012, fig. 5.3).....	28
Figura 29 – Acerto do Programa Preliminar de Trabalhos (Gomes, 2012, fig. 5.4).....	28
Figura 30 – Exemplo do procedimento IRR (Gomes, 2012, fig. 5.6).....	29
Figura 31 – Plano semanal de trabalho (Gomes, 2012, fig. 5.7).....	30
Figura 32 – Mapa de Materiais e Quantidades (Gomes, 2012, 5.8).....	30
Figura 33 – Esquema referente ao melhoramento de comunicação entre as diferentes atividades (Gomes, 2012, fig. 5.10).....	31
Figura 34 – Nova sinalética criada (Bechar, 2021, fig. 48 e 49).....	33
Figura 35 – Lista de sinaléticas por fase de obra (Bechar, 2021, fig. 50).....	33
Figura 36 – Ficha de controlo de rendimento (Bechar, 2021, fig. 52).....	34
Figura 37 – Exemplo de quadro de exposição de stocks (Bechar, 2021, fig. 53).....	34
Figura 38 – Nova sinalética criada (Bechar, 2021, fig. 48 e 49).....	36
Figura 39 – Proposta de inserção de sugestões (Bechar, 2021, fig. 51).....	36
Figura 40 – Mapa de controlo semanal (Coutinho, 2011, fig. 19).....	38
Figura 41 – Mapa de controlo semanal – controlo e PTR (adaptado de Coutinho, 2011, fig. 20).....	39
Figura 42 – Diagrama de <i>Gantt</i> da obra de Coimbra – Taveiro (Mendonça, 2009, fig. 19).....	40
Figura 43 – Mapa de controlo semanal (Mendonça, 2009, fig. 20).....	41
Figura 44 – Mapa de controlo semanal – controlo e PPC (Mendonça, 2009, fig. 21).....	42
Figura 45 – Mapa de aprovisionamentos (Mendonça, 2009, fig. 22).....	42
Figura 46 – Mapa de falhas (Mendonça, 2009, fig. 24).....	43
Figura 47 – Mapa de licenças (Mendonça, 2009, fig. 25).....	44
Figura 48 – Protótipo do plano semanal (Ferreira, 2014, fig. 13).....	46
Figura 49 – Quadro de gestão visual (Ferreira, 2014, fig. 19).....	47
Figura 50 – Plano de inspeção mecânica (Ferreira, 2014, anexo E).....	48
Figura 51 – Percorso de colocação de bi-couche (Ferreira, 2014, fig.33).....	49
Figura 52 – Pega de lancis (Ferreira, 2014, fig. 36).....	49
Figura 53 – Monitorização de indicadores da Central de Britagem (Ferreira, 2014, tab. 9).....	51
Figura 54 – Formulário de planeamento de trabalho (Araújo, 2015, fig. 24).....	52
Figura 55 – <i>Checklist</i> de ferramentas (Araújo, 2015, fig. 25).....	52
Figura 56 – Formulário de auditoria 5S (Araújo, 2015, fig. 27).....	53
Figura 57 – Quadro de indicadores (Araújo, 2015, fig. 29).....	54
Figura 58 – Exemplo de registo do OEE (Araújo, 2015, fig. 31).....	55

Figura 59 – Aplicação da “espinha de peixe” (Araújo, 2015, fig. 33).....	55
Figura 60 – Lista de tarefas por setores (Pereira, 2018, fig. 10).....	57
Figura 61 – Quadro do plano semanal adotado nas reuniões semanais (Pereira, 2018, fig. 11).....	58
Figura 62 – Gráfico de PPC e quadro de não conclusões (adaptado de Pereira, 2018, fig. 12 e 13).....	58
Figura 63 – Ciclo de <i>Scrum</i> (Neves, 2010, fig. 4.10).....	60
Figura 64 – Escolha de tarefas do <i>Product Backlog</i> para o <i>Sprint</i> (Neves, 2010, fig. 4.11).....	60
Figura 65 – Quadro <i>Scrum</i> (Neves, 2010, fig. 4.16).....	61
Figura 66 – Quadro de acompanhamento das tarefas do <i>Sprint</i> (Neves, 2010, fig. 4.15).....	61
Figura 67 - Figura 67 – Exemplo de Planeamento de uma fração (Neves, 2010, fig. 5.1).....	62
Figura 68 – Exemplo de Plano a Médio Prazo (Neves, 2010, quadro 5.3).....	62
Figura 69 – Exemplo de Plano de Execução a 3 Semanas (Peneirol, 2007, fig. 20).....	64
Figura 70 – Pormenor da coluna de controlo no mapa do Plano de Trabalhos Semanal (Peneiro, 2007, fig. 22).....	65
Figura 71 – Registo do PPC e Nº de atividades ao longo da obra (Peneirol, 2007, fig. 30).....	66
Figura 72 – Categorias de causas de não conclusão de atividades (Peneirol, 2007, fig. 32).....	66
Figura 73 – Níveis de planeamento da metodologia.....	71
Figura 74 – Exemplo de lista atividades, gráfico de <i>Gantt</i> e caminho crítico.....	71
Figura 75 – Plano de Produção a 4 Semanas.....	72
Figura 76 – Plano de Produção Semanal.....	73
Figura 77 – Mapa de Materiais e Quantidades.....	74
Figura 78 – Mapa de Aprovisionamentos.....	75
Figura 79 – Mapa Comparativo.....	76
Figura 80 – Pormenor de controlo do Plano de Produção Semanal.....	77
Figura 81 – Identificação de materiais em obra.....	78
Figura 82 – <i>Checklist</i> 5S (aptado de Bechar, 2021, fig.17).....	78
Figura 83 – Planta de Implantação da obra Passagem Superior para Peões – Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira.....	80
Figura 84 – Lista de atividades e gráfico de <i>Gantt</i> do Plano Geral de Trabalhos.....	83
Figura 85 – Introdução de atividades no Plano de Produção a 4 Semanas.....	86
Figura 86 – Introdução de atividade livre de pré-requisitos no Plano de Produção Semanal.....	87
Figura 87 – Sinalética de Materiais.....	88
Figura 88 – <i>Checklist</i> da auditoria mensal 5S.....	88

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Problemas identificados na aplicação de metodologias Lean	68
Tabela 2 - Síntese de ferramentas/processos propostos em ordem a resolver os problemas identificados.....	89

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IPACRD – Identificação de Perigos, Avaliação de Risco e Definição de Controlo

IRR – Índice de Remoção de Restrições

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PES – Plano Específico de Segurança

PMM – Plano de Medição e Monitorização

PPC – Percentagem de Planeamento Concluído

PSS – Plano de Segurança e Saúde

PTR – Percentual de Trabalho Realizado

TFV – Transformação, Fluxo e Valor

TMR – *Tasks Made Ready*

WBS – *Work Breakdown Structure*

1

INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION

A Lean Construction é uma abordagem de gestão de projetos de construção que visa maximizar o valor do projeto para o cliente, eliminando os desperdícios e reduzindo a variabilidade do fluxo de produção. A metodologia surgiu a partir da aplicação dos princípios Lean, popularizados pela Toyota na década de 1950, ao setor da construção (Koskela & Howell, 2002).

Segundo Koskela e Howell (2002), a Lean Construction pode ser definida como “um conjunto de princípios, técnicas e práticas que visam criar valor através da eliminação de desperdícios, aumentando a eficiência, colaboração e melhoria contínua em todo o ciclo de vida do projeto de construção”.

Os principais objetivos da Lean Construction são reduzir o tempo de ciclo do projeto, melhorar a qualidade do produto final, aumentar a satisfação do cliente e reduzir os custos. Para alcançar esse objetivo, a metodologia enfatiza a importância da colaboração entre todos os envolvidos no projeto, desde os proprietários até aos executores das atividades (Koskela & Howell, 2002).

1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA DE TRABALHO

De forma a iniciar a presente dissertação, começou-se por realizar um trabalho de pesquisa centrado em casos de aplicação da filosofia *Lean Construction*, de forma a compreender como esta filosofia pode acrescentar valor ao produto final, reduzindo os desperdícios no setor da construção, nomeadamente no planeamento e controlo de uma obra.

Para cada caso de aplicação da filosofia *Lean Construction*, foram descritas todas as etapas, desde os problemas e desperdícios encontrados às práticas implementadas no sentido de resolver os problemas e desperdícios encontrados, sem deixar de referir todas as dificuldades sentidas durante o processo. Todos os casos de aplicação da *Lean Construction* escolhidos são abordados no âmbito de elaboração de dissertações.

Por último, foi elaborado um método de planeamento e controlo da produção baseado no conhecimento adquirido na análise dos casos de aplicação da filosofia *Lean Construction*, que permitiu avaliar os casos quanto às ferramentas de controlo e planeamento propostas e as dificuldades de implementação. Como complemento do estudo, o método de controlo e planeamento de produção elaborado foi aplicado num caso prático (Passagem Superior para Peões – Apeadeiro - Águas Santas/Palmilheira), com a criação de ferramentas mais completas no sentido de prevenir todos os

problemas e desperdícios que possam resultar durante a obra, aumentando a eficiência e diminuindo o tempo gasto.

Com o cumprimento dos objetivos mencionados, pretendeu-se comprovar que a implementação correta de um método de controlo e planeamento é eficaz na prevenção de problemas em obra, aumentando a eficiência e diminuindo o tempo gasto.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho realizado no âmbito da presente dissertação foi dividido em seis capítulos. O primeiro consiste na Introdução ao tema abordado ao longo do estudo, as metodologias adotadas na *Lean Construction*, que inclui o seu enquadramento nos dias de hoje. Os objetivos e metodologia de trabalho adotados nesta dissertação também foram descritos no capítulo introdutório.

O capítulo dois constitui o Estado de Arte do tema escolhido, que se trata de uma análise de um conjunto de casos abordados no âmbito de elaboração de dissertações, e nele foram apresentados os casos práticos escolhidos, descrevendo de uma forma introdutória os mesmos através de uma breve apresentação da obra, metodologias anteriormente adotadas e metodologias implementadas após a análise de problemas e desperdícios encontrados.

O capítulo três constitui as Metodologias Implementadas nos casos escolhidos para análise, descreve pormenorizadamente as metodologias associadas ao *Lean Construction*, através da descrição do método implementado e para cada caso prático é feita uma análise crítica, evidenciando as vantagens e desvantagens de cada método

O quarto capítulo, Metodologia Proposta, é elaborado um método de controlo e planeamento baseado nas práticas *Lean Construction*, descrevendo de uma forma sucinta as bases teóricas do método e caracterizando as ferramentas criadas.

Já o quinto capítulo, designado por Aplicação da Metodologia, é aplicado o método elaborado no capítulo quatro a um caso prático (Passagem Superior para Peões – Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira), admitindo que obra se encontra no início do segundo mês e que todas as atividades no primeiro mês não tiveram qualquer tipo de atraso.

Finalmente, no último capítulo, Conclusões Finais, como podemos verificar no próprio nome, são expostas as conclusões retiradas de toda a investigação realizada e da aplicação do método criado a um caso prático.

2

ESTADO DE ARTE

2.1. INTRODUÇÃO

A filosofia *Lean Construction* tem se mostrado cada vez mais relevante para a indústria da construção civil, pois permite aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade dos projetos. Ao longo de vários anos, várias empresas em todo o mundo têm implementado metodologias baseadas na filosofia *Lean Construction* nas suas empreitadas, obtendo resultados significativos.

O propósito deste Estado de Arte é o estudo introdutório sobre onze casos de estudo em que foram implementadas metodologias baseadas na filosofia *Lean Construction*. A escolha destes casos justifica-se pela necessidade de apresentar uma ampla variedade de projetos e setores, permitindo uma compreensão mais abrangente das práticas de gestão *Lean Construction* na indústria da construção. Com estes casos é possível evidenciar diferentes estratégias de implementação de metodologias *Lean*, bem como os resultados obtidos em cada um destes casos, permitindo uma análise crítica das práticas de gestão *Lean Construction* na indústria da construção civil. Com isto pretende-se fazer uma breve descrição do caso de modo a elucidar os métodos que são praticados no âmbito do *Lean Construction*. O objetivo deste capítulo é, portanto, contribuir para o conhecimento e disseminação das melhores práticas de gestão *Lean Construction* em empreitadas.

2.2. LEAN CONSTRUCTION – CASOS PRÁTICOS

2.2.1. CASO I: CRECHE – INSTITUTO S. JOSÉ DE VILA DO CONDE

Este caso prático trata-se de uma obra piloto facultada pela empresa “Norlabor - Engenharia e Construção, SA” e tem como fim dar origem a uma creche, sendo esta, uma expansão das instalações do instituto já existente. A obra situa-se em Vila do Conde e tem um prazo de execução curto (540 dias). A metodologia de planeamento e controlo da obra baseia-se num planeamento a longo e curto prazo (Ferreira, 2010).

Todo o processo produtivo é gerido pelo diretor de obra através de um planeamento a longo e curto prazo. Devido à falta de tempo e a uma grande incerteza do processo produtivo, o plano de trabalhos geral é pouco detalhado a nível operacional. O diretor de obra desempenha as funções de técnico oficial da obra e gestor de produção (Ferreira, 2010).

Na Figura 1 podemos visualizar um esquema representativo da metodologia de planeamento e controlo da produção usado pela empresa.

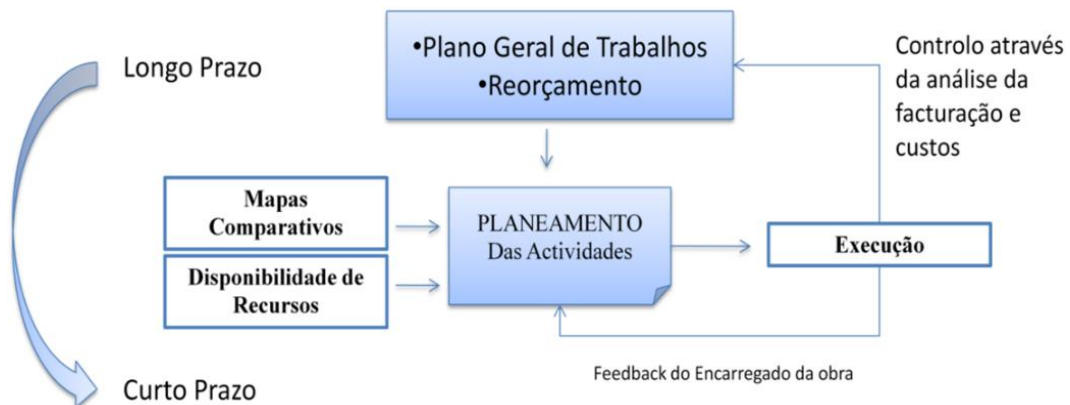


Figura 1 – Esquema adaptado da metodologia de planeamento e controlo de produção (Ferreira, 2010, fig. 12)

Nesta metodologia, o que impera é um “desenrascanço”. A orientação das atividades do plano geral de trabalhos é feita pelo método do caminho crítico. As atividades são puxadas para a produção e os seus pré-requisitos são “desenrascados”. A produção é orientada a 100% pelo encarregado de obra e a monitorização é efetuada através da comunicação resultante da comunicação entre o encarregado de obra e o diretor de obra. Os subempreiteiros e as equipas de produção não fazem parte do planeamento das atividades resultando numa falta de compromisso em termos de prazos (Ferreira, 2010).

O diretor de obra convoca uma reunião geral de produção semanal com o objetivo de reportar os avanços da obra e os problemas existentes na obra. Existe também uma reunião geral de produção, mensalmente, com o objetivo de controlar os custos e a faturação do mês anterior. A faturação é o indicador usado para controlar os avanços da produção e os custos para ajustar o orçamento da obra. O diretor de obra coordena os avanços da atividade produtiva em função da distribuição dos recursos de produção, tais como mão de obra e equipamento, que é feita com base em decisões a curto prazo tomadas pelos diretores gerais e a administração da empresa e a realização de mapas comparativos de execução de atividades ainda não adjudicadas. Quanto ao controlo de custos, no início de cada mês é elaborado e apresentado um mapa detalhado dos custos e da faturação do mês anterior na reunião geral de produção (Ferreira, 2010).

A metodologia proposta é uma adaptação do modelo aplicado pela empresa para não dificultar a sua implementação e evitar a resistência à mudança. Toda a metodologia proposta tem como base a teoria TFM e o sistema *Last Planner System*. A metodologia proposta tem como objetivo principal aumentar a fiabilidade do processo de planeamento e controlo da produção e melhorar o fluxo de trabalho e de produtividade. Foi introduzido um planeamento a médio prazo com o objetivo de fazer a ponte entre o planeamento a longo e a curto prazo. De modo a melhorar a colaboração de todas as partes envolvidas na produção, foi proposto a introdução de reuniões de planeamento colaborativo para que os objetivos do projeto sejam claramente apresentados e definidos com a interação e análise de todos os colaboradores. Existem também outras medidas propostas a implementar, tais como (Ferreira, 2010):

- Análise de pré-requisitos;
- Definição de datas para as reuniões (Quarta e Sexta-Feira);
- Calendário de atividades com distinção de cores;
- Determinação do PPC;
- Análise de não conclusão de tarefas;
- Melhoria contínua.

2.2.2.CASO II: HOTEL NA PRAIA DA TOCHA

Este caso prático trata-se de uma obra de um edifício hoteleiro facultada pela “Sociedade de Construções Soares da Costa, SA”. A obra situa-se na Praia da Tocha e tem um prazo de execução de 6 meses. Os trabalhos desta empreitada estão relacionados com a escavação, estrutura e impermeabilizações (Gomes, 2012).

A empreitada em questão contempla a realização do movimento de terras e execução da estrutura em betão armado. Segundo o programa de trabalhos preliminar, apenas é adicionada a montagem do estaleiro às atividades principais descritas. O planeamento da empreitada em questão é desajustado e descontrolado. Foram identificados alguns problemas relacionados com o nível freático, falhas de comunicação entre a entidade executante e o dono de obra, constantes reajustamentos no projeto, equipamentos por utilizar em sítios que podiam provocar a degradação dos mesmos e falta de pagamento de salários à mão de obra (Gomes, 2012)

A metodologia proposta pretende introduzir três níveis de planeamento (Gomes, 2012):

- Planeamento a longo prazo;
- Planeamento a médio prazo;
- Planeamento a curto prazo.

Isto deve-se ao facto de as datas presentes no planeamento não estarem a ser cumpridas. Foi proposto o acerto do programa preliminar de trabalhos com a introdução das datas que se praticavam em vez das datas que era suposto praticar. A introdução do IRR foi uma das ferramentas propostas no planeamento a médio prazo. No plano a curto prazo, foi proposto um plano semanal de trabalhos, baseado no sistema *Last Planner System*, para que os balizamentos semanais fossem feitos com um maior rigor. Outro dos métodos propostos foi a criação de um mapa de materiais e quantidades diário com o objetivo de controlar melhor o uso dos materiais e minimizar desperdícios (Gomes, 2012).

Foram detetados desperdícios, tais como (Gomes, 2012):

- Sobreprodução;
- Transporte;
- Defeitos.

De modo a eliminar este desperdício através dos princípios de *Lean Construction*, pretende-se reduzir a variabilidade, aumentar a transparência, introduzir uma melhoria contínua e reduzir o tempo de ciclo (Gomes, 2012). Na Figura 2 podemos visualizar um esquema com o objetivo da melhoria de planeamento proposta.



Figura 2 – Esquema sobre os benefícios da aplicação de medidas no planeamento (Gomes, 2012, fig. 5.16)

2.2.3.CASO III: SUPERFÍCIE COMERCIAL

Este caso prático trata-se de uma superfície comercial, facultada pela empresa DST, situado em Vila verde, Braga. As atividades em estudo são: alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos. O prazo de execução da obra tem a duração de 4 meses (Bechar, 2021).

No início de cada obra, a empresa DST atribui uma equipa de obra que tem como responsabilidade executar a obra. Esta equipa é constituída por um encarregado geral, diretor de obra, diretor adjunto de obra, *controller*, técnico de segurança, técnico de ambiente e técnico de qualidade (Bechar, 2021). Na Figura 3 representa-se o organograma adotado pela empresa DST, que é comum em todas as obras.

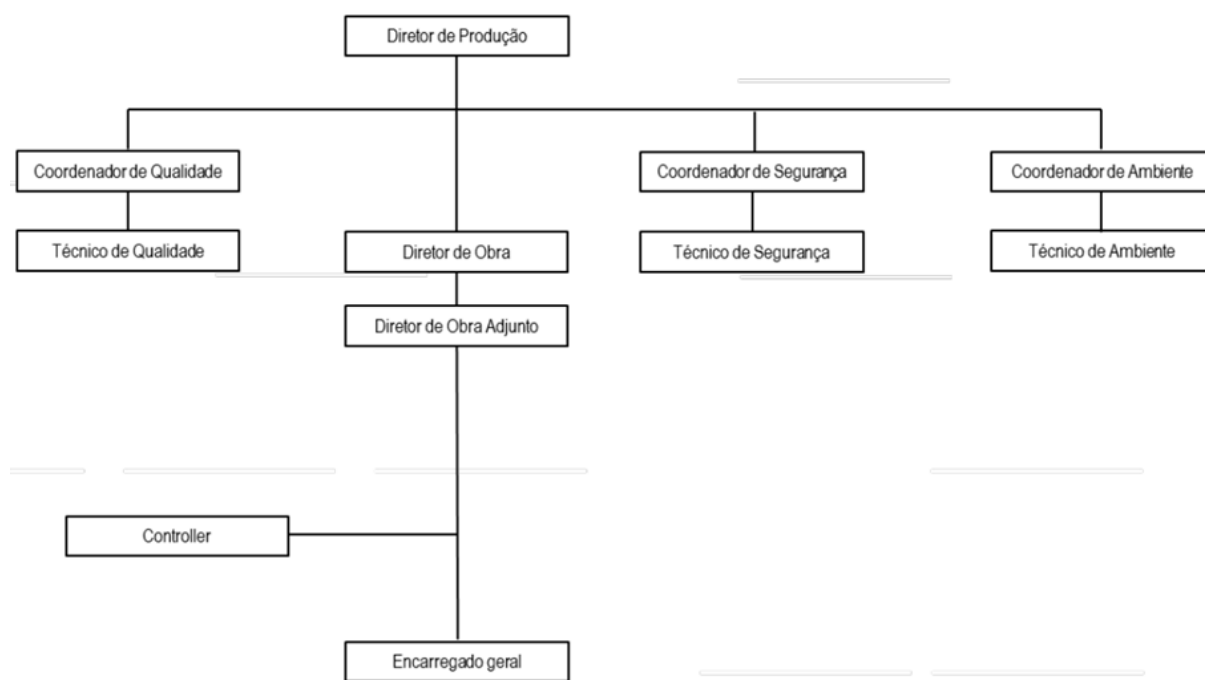


Figura 3 – Organograma geral da obra (Bechar, 2021, fig. 14)

Faz parte da metodologia da empresa realizar reuniões diárias *kaizen* em obra. A duração desta reunião é de 10 minutos e tem como principal objetivo a comunicação e colaboração entre todos os intervenientes para uma maior monitorização de atividade de modo a obter um planeamento eficaz. Nesta reunião são utilizados quadros que contêm o plano semanal de trabalhos, o plano de trabalhos mensal, plano de recursos, um plano de resolução de problemas, registo de presenças e um registo de indicadores de desempenho. Este quadro serve de auxílio à reunião através do uso da gestão visual de modo a elucidar todos os participantes na reunião (Bechar, 2021).

Na Figura 4 encontra-se um exemplo da exposição dos quadros referenciados neste parágrafo.

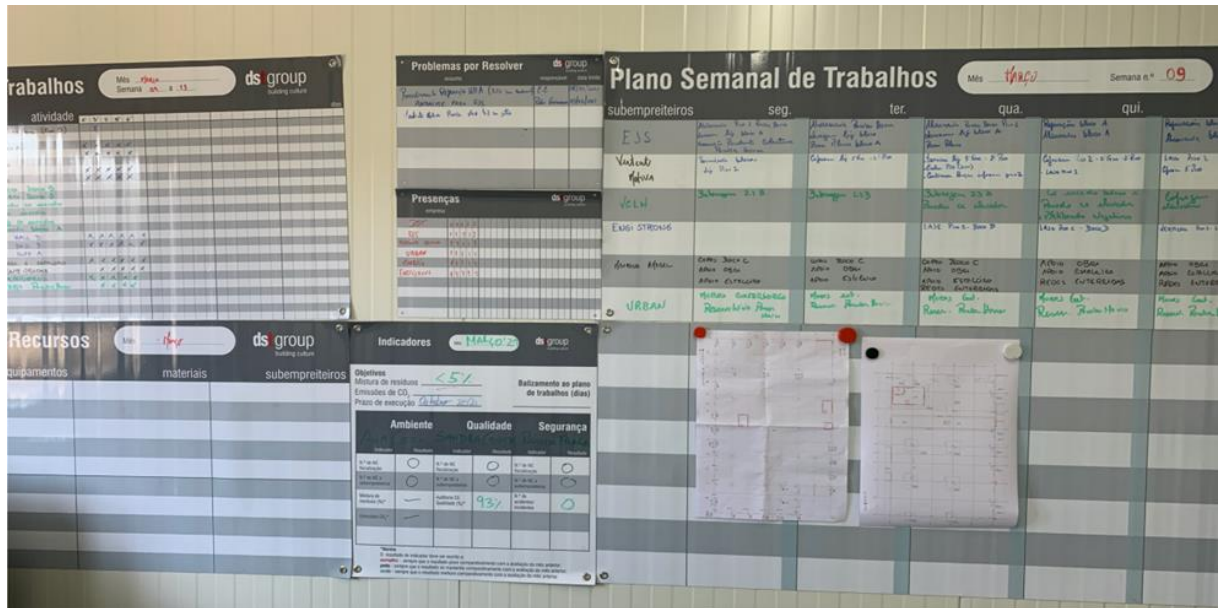


Figura 4 – Exemplo dos quadros afixados na reunião *kaizen* diária (Bechar, 2021, fig. 15)

Na metodologia adotada pela empresa, está implementada a ferramenta de melhoria contínua 5S. São realizadas formações aquando da entrada de novos colaboradores ou subempreiteiros em obra de modo que todos fiquem elucidados em relação a esta ferramenta. Para garantir o cumprimento e implementação da ferramenta 5S, são realizadas auditorias mensais através do preenchimento de uma *checklist* que avalia cada um dos 5S's (selecionar, arrumar, limpar, normalizar e disciplinar). É feito um registo visual de avaliação e é enviado um relatório contendo os pontos mais fortes, pontos mais fracos e recomendações. Este registo visual permite medir os resultados da implementação da ferramenta 5S, identificando oportunidades de melhoria (Bechar, 2021). Na Figura 5 está representado um exemplo da implementação 5S assim como um exemplo do registo visual de avaliação da empreitada.



Figura 5 – Exemplo da implementação 5S e avaliação da empreitada (Bechar, 2021, fig. 16 e 17)

Também existem contentores ferramenteiros *standard* com o objetivo de organizar o espaço com divisórias próprias associadas a cada tipo de material e identificação do mesmo. De forma a complementar a implementação da ferramenta 5S foi introduzido o cargo de “Gestor de Armazém” para controlar a organização de ferramentas através de um registo de entradas e saídas de materiais e equipamentos (Bechar, 2021).

Na Figura 6 está representado um exemplo de um contentor ferramenteiro.



Figura 6 – Exemplo de um contentor ferramenteiro (Bechar, 2021, fig. 18)

Revista a metodologia adotada pela empresa, procedeu-se a uma análise e identificação de problemas com o objetivo de melhorar o modelo adotado pela empresa. Identificaram-se os problemas seguintes (Bechar, 2021):

- Rutura de stock de bloco em obra;
- Não realização das reuniões *kaizen* diárias;
- Desorganização e falta de limpeza na zona de trabalho.

Na Figura 7 estão representados os problemas identificados, causas, consequências e o desperdício associado às atividades de alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos (Bechar, 2021).

OBRA I			
Problema identificado	Causa	Consequência	Desperdício
Rutura de stock de bloco em obra	Falta de maior controlo de rendimentos e de stock	Paragem no trabalho	Espera
Não realização das reuniões diárias <i>kaizen</i> , o que leva a uma fraca comunicação entre a equipa de obra	Resistência à realização das reuniões <i>kaizen</i> diárias, foco na proução apenas	Erro de execução	Defeitos
Desorganização e falta de limpeza na zona de trabalho de cerâmicos	Descuido por parte dos subempreiteiros	Zonas de passagem condicionadas implicando mais desperdícios de movimentos, podendo levar a acidentes de trabalho	Movimentos desnecessários

Figura 7 – Problemas, causas, consequências e desperdício identificados nas alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos (Bechar, 2021, tab. 10)

Como proposta de melhoria, foi apresentado um quadro com uma proposta de melhoria ao problema identificado e descrição das mesmas. Estas propostas passam pela criação e reutilização de sinaléticas, maior acompanhamento de nível de stock e de desempenho dos trabalhadores e formação sobre a importância das reuniões *kaizen* diárias (Bechar, 2021).

O quadro com os problemas identificados, proposta de melhoria e descrição das mesmas é apresentado na Figura 8.

Problema	Proposta de melhoria	Como
Dificuldade na implementação dos 5S	Criação e reutilização de sinaléticas, organização do espaço e maior envolvimento dos colaboradores	Criação de novas sinaléticas associadas ao tipo de material com imagem ilustrativa, sensibilizar e dar instruções à equipa de gestão de estaleiro para reutilizar sinaléticas, colocação de big bags nas atividades que geram grande quantidade de resíduos, plataforma de submissão de sugestões 5S em obra
Rutura de stock em obra	Maior acompanhamento de nível de stock e de desempenho dos trabalhadores (rendimento)	Criar e expor quadro de controlo de stocks atualizado e criar ficha de controlo de rendimentos
Resistência à realização de reuniões diárias <i>kaizen</i>	Formação sobre a importância das reuniões diárias <i>kaizen</i> e dinamismo das mesmas	Criação de um master <i>kaizen</i> semanal rotativo de modo a dinamizar as reuniões e dar formação aos intervenientes para que possam verificar que resultam desperdícios quando existe falta de comunicação

Figura 8 – Problemas, proposta de melhoria e descrição das propostas nas alvenarias de bloco de betão e assentamento de cerâmicos (adaptado de Bechar, 2021, tab. 11)

2.2.4.CASO IV: UNIDADE INDUSTRIAL PARA REPARAÇÃO DE EQUIPAMENTO MÉDICO

Este caso prático trata-se da construção de uma unidade industrial para reparação de equipamento médico, facultada pela empresa DST, situada em Coimbra. O prazo de execução tem a duração de 15 meses (Bechar, 2021).

O modelo adotado pela empresa passa pela implementação de reuniões *kaizen* diárias, ferramenta 5S através da realização de formações e auditorias para garantir que esta ferramenta está a ser bem implementada e a criação de um contentor ferramenteiro para controlo de entrada e saída de materiais e equipamentos. Esta metodologia está referenciada no subcapítulo 2.2.3. porque se trata da mesma empresa responsável pela empreitada (Bechar, 2021).

Procedeu-se então a uma análise das ferramentas já implementadas pela empresa nesta empreitada. Foram identificados problemas, tais como (Bechar, 2021):

- Materiais danificados;
- Resistência ao preenchimento de PMM e não conformidades;
- Má execução em pilares;
- Não cumprimento dos 5S;
- Falta de gestão visual;
- Sinaléticas não reutilizadas;
- Talento não aproveitado.

Na Figura 9 estão representados os problemas, causas, consequências e o desperdício associado às atividades de betão armado/pré-fabricado, acabamentos/arquitetura, todas as especialidades e arranjos exteriores (Bechar, 2021).

OBRA II			
Problema identificado	Causa	Consequência	Desperdício
Material danificado	Não existe consenso sobre a causa do material danificado, o que se deve ao não preenchimento de PMM's	Material obsoleto em obra	Defeitos Excesso de stock
Resistência ao preenchimento de PMM's	Colaboradores não preenchem em formato papel	Não consenso das causas de material se encontrar danificado	Excesso de processamento
Resistência ao preenchimento de não conformidades	Colaboradores não vem a importância do seu registo	Não há análise de causas corretivas destas NC, podendo estas se repetirem noutras obras	Defeitos Excesso de processamento
Má execução em pilares	Má execução por parte do subempreiteiro; falta de formação; falta de maior controlo	Necessidade de retrabalho (consumo de mais recursos)	Defeitos
Não cumprimento dos 5S e falta de gestão de visual	Falta de envolvimento e descuido por parte da dos colaboradores	Desorganização e falta de limpeza do espaço de trabalho	Excesso de processamento Movimentos desnecessários
Sinaléticas não reutilizadas	Não existem instruções para a sua reutilização	Necessidade de replicar constantemente as sinaléticas	Excesso de processamento
Talento não aproveitado	Não existe partilha de inocações entre as obras	Talento e novas ideias apenas utilizadas numa obra	Talento não aroveitado

Figura 9 – Problemas, causas, consequências e desperdício identificados nas atividades de betão armado/pré-fabricado, acabamentos, todas as especialidades e arranjos exteriores (Bechar, 2021, tab. 10)

Como proposta de melhorias, foi apresentado um quadro com uma proposta de melhoria ao problema identificado e descrição das mesmas. Estas propostas consistem na criação e reutilização de sinaléticas, organização do espaço, maior envolvimento dos colaboradores, informatizar os PMM e divulgar a importância do preenchimento de não conformidades (Bechar, 2021). O quadro é apresentado na Figura 10.

Problema	Proposta de melhoria	Como
Dificuldade na implementação dos 5S	Criação e reutilização de sinaléticas, organização do espaço e maior envolvimento dos colaboradores	Criação de novas sinaléticas associadas ao tipo de material com imagem ilustrativa, sensibilizar e dar instruções à equipa de gestão de estaleiro para reutilizar sinaléticas, colocação de big bags nas atividades que geram grande quantidade de resíduos, plataforma de submissão de sugestões 5S em obra
Resistência ao preenchimento dos PMM's	Informatizar os PMM's	Através de uso de <i>tablets</i>
Resistência ao preenchimento de não conformidades	Divulgação da importância do preenchimento de não conformidades	Formações realizadas à equipa da obra de modo a que possam reconhecer como uma mais valia

Figura 10 – Problemas, proposta de melhoria e descrição das propostas na construção da unidade industrial para reparação de equipamento médico (Adaptado de Bechar, 2021, tab. 11)

2.2.5.CASO V: LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE LISBOA-MADRID

Este caso prático trata-se do estudo do projeto da linha ferroviária de alta velocidade / Eixo Lisboa – Madrid PPP1 – Poceirão / Caia, facultada pela empresa Soares da Costa, SA. A obra tem um prazo de execução de 48 meses (Coutinho, 2011).

A empreitada é dividida em 3 lotes, cada um atribuído a um determinado grupo construtor, sem intercalação de atividades entre os grupos construtores em lotes distintos. Apenas o lote 2 vai ser analisado neste caso (Coutinho, 2011). A divisão em lotes está representada na Figura 11.

Lote 1	Zagope / Dragados	ACE AVIAS	ACE Energia
Lote 2	Soares da Costa / Lena		
Lote 3	BPC / Edifer		

Figura 11 – Divisão de lotes (Coutinho, 2011, tab. 4)

Neste caso prático é apenas abordado o lote 2. A conceção geral para este lote consiste na construção de um tabuleiro contínuo de quatro vãos. No modelo adotado pela empresa, existe um plano geral da obra contendo o gráfico de *Gantt*. Era determinado o caminho crítico para as atividades do plano geral da obra. A duração geral da construção do viaduto é de aproximadamente 5 meses (Coutinho, 2011). Na Figura 12 encontra-se o gráfico de *Gantt* elaborado com a lista das atividades numeradas a executar nestes 5 meses

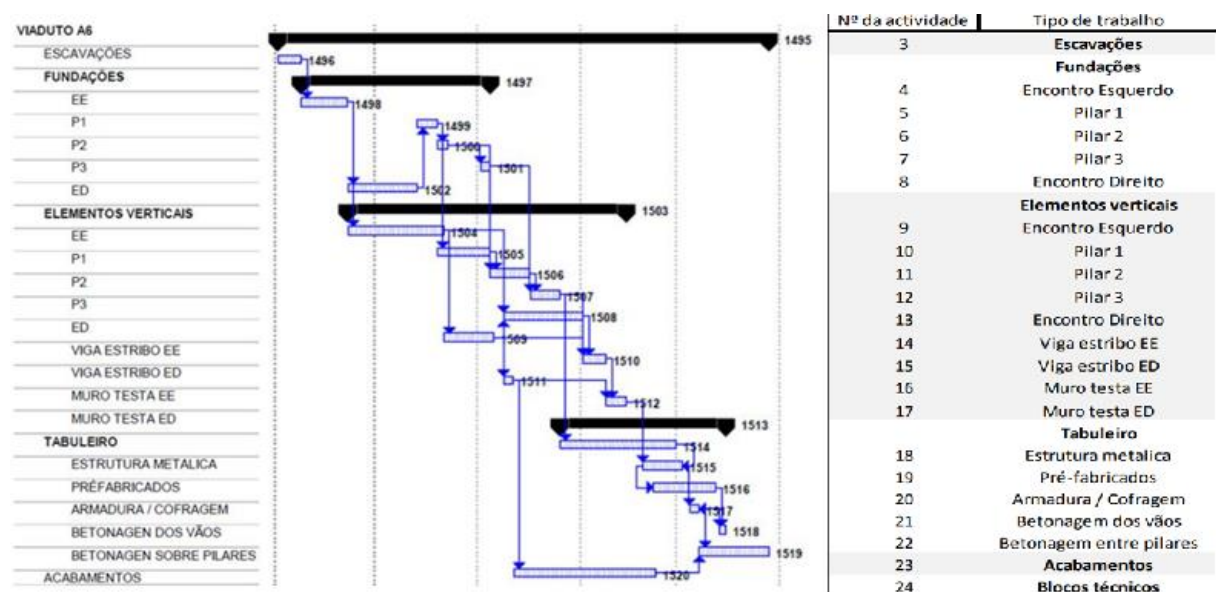


Figura 12 – Plano geral da obra e lista de atividades (Coutinho, 2011, fig. 22 e tab. 7)

Após análise do método adotado pela empresa, começou-se por analisar o fluxo do processo e para o respetivo *layout*, determinar onde existem condições perigosas e eliminá-las. Foi sugerida a criação de um novo planeamento através de um mapa de controlo semanal, baseado no *Last Planner System*, como melhoria de gestão da segurança. Com base numa análise nas definições do projeto, dependências entre atividades, trabalhos preparatórios e questões técnicas, deve-se preencher um mapa de controlo semanal com os constrangimentos detetados na verificação dos riscos de arranque de cada atividade. Os objetivos da implementação deste mapa visam proteger o fluxo de trabalho semanal, garantindo qualidade na execução e segurança máxima em cada tarefa. O mapa contém ainda uma secção de controlo que permite medir a evolução do planeamento e apontar as razões para a não conclusão dos trabalhos e também o PPC.

Em síntese, o objetivo desta metodologia é melhorar o planeamento e o sistema de controlo de produção de forma gradual e sustentada para se obterem prazos, custos compatíveis com o planeado e garantir melhores condições de segurança na execução das atividades (Coutinho, 2011).

2.2.6.CASO VI: POSTO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS DE COIMBRA

Este caso prático trata-se de uma obra de um posto de combustível facultado pela empresa *Prio Advanced Fuels, SA* em Coimbra e tem um prazo de execução de 3 meses. Neste caso é analisada a metodologia adotada na construção do de um posto de combustível similar na Maia de modo a identificar as falhas ocorridas para que estas mesmas falhas não se repitam na construção em Coimbra (Mendonça, 2009).

Foi efetuada uma análise ao fluxo de obra e ao fluxo de logística. No fluxo de obra, as funções essenciais são o planeamento de todas as atividades, duração total da obra, obtenção de licenciamentos, aditamentos, licenças, controlo de custos, análise de trabalhos necessários e desnecessários, concurso e adjudicação, faturação, autos de medição, gestão de todas as empreitadas conjuntamente com a fiscalização, controlo de qualidade e entrega da obra (Mendonça, 2009).

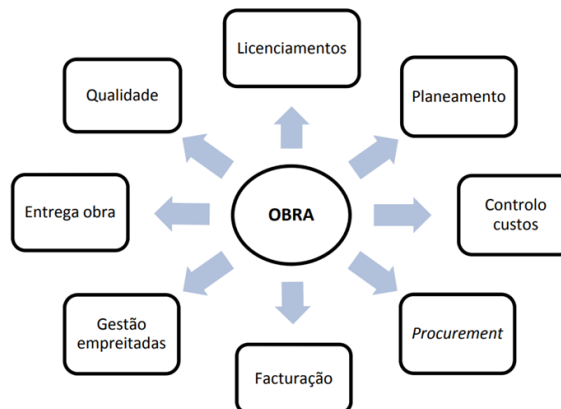


Figura 13 – Fluxo de obra (Mendonça, 2009, fig. 9)

Na logística, as funções essenciais são o planeamento da entrega de material e/ou equipamentos, controlo de stock, aprovisionamento e adjudicação dos materiais e/ou equipamentos, controlo de faturação, gestão de logística, controlo de qualidade e documentação regulamentar (Mendonça, 2009).

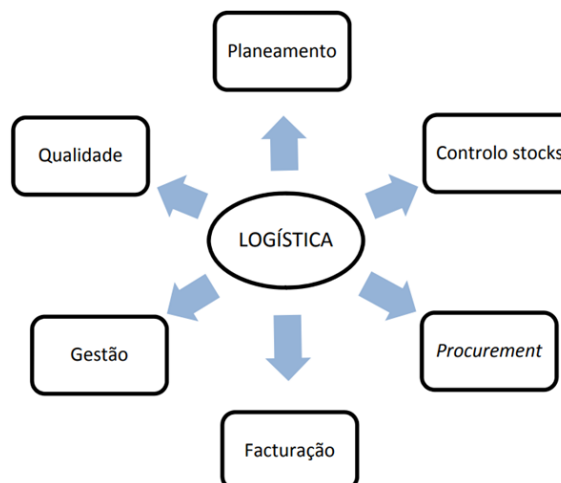


Figura 14 – Fluxo de logística (Mendonça, 2009, fig. 10)

O objetivo é obter uma articulação mais eficaz entre todos os intervenientes e eliminar desperdícios através da aplicação de metodologias e ferramentas *Lean*. Inicialmente foi elaborado um gráfico de *Gantt*, considerando todas as atividades base de um posto de abastecimento, indicando as atividades principais a realizar, a sua duração e o caminho crítico. O controlo de faturação dos empreiteiros era realizado ao fim de cada mês com recurso a autos de medição. No controlo de qualidade, era verificado a certificação e resistência de materiais e equipamentos, a comparação semanal do projeto com o que era executado em obra e *checklist* de verificação de entrega de obra (Mendonça, 2009). Na Figura 15 podemos visualizar as atividades da obra onde foram verificadas falhas e/ou atrasos.

Áreas de trabalho	Actividades onde ocorreram falhas/atrasos
Infra-estruturas e trabalhos exteriores	Fundações especiais - ilha
	Vala para tanques
	Laje sob os tanques
	Valas e redes pluviais oleosas e saneamento
	Montagem de separador de hidrocarbonetos
	Aplicação de <i>tout-venant</i>
	Laje de abastecimento e ar/água
Edifício de apoio	Betuminoso
	Fundações especiais
	Chumbadouros e cabeçotes
	Infra-estruturas águas e esgotos
	Estrutura metálica
	Cobertura metálica
	Revestimentos exteriores
	Juntas dos cerâmicos dos WC's
	Porta automática e grades de enrolar
	Tectos falsos
Rede mecânica	Mobiliário loja
	Tubagens de combustível
Electricidade	Calibragem dos tanques
	Ligação do ramal da Ptelecom
Imagem	Imagem corporativa
	Imagem vinil
Centro auto	Fundações especiais
	Revestimentos exteriores - painel <i>sandwich</i>
	Portões seccionados

Figura 15 – Atividades onde ocorreram falhas/atrasos (Mendonça, 2009, tab. 2)

De modo a melhorar as falhas ocorridas e associadas ao fluxo de obra, o autor propôs a implementação de um modelo que consiste na integração de ferramentas e filosofias como o *Last Planner System*, caminho crítico, mapa de licenças, transparência, sistema *pull*, padronização, revisão e simplificação, mapeamento de fluxo e mapa de falhas (Mendonça, 2009).

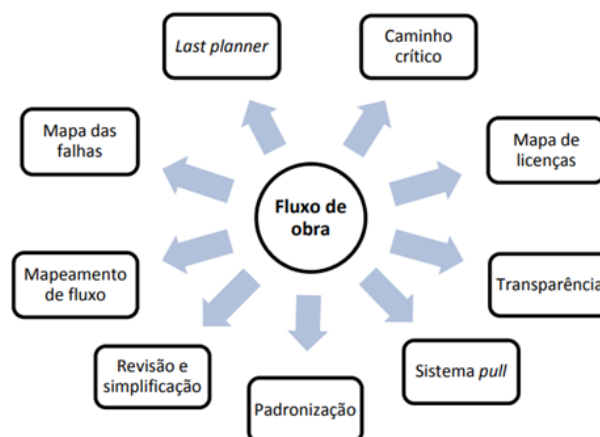


Figura 16 – Ferramentas e filosofias associadas ao fluxo de obra (Mendonça, 2009, fig. 16)

No fluxo de logística, o autor propôs a implementação de um modelo com as seguintes ferramentas e filosofias: *Last Planner System*, Mapa de aprovisionamentos, Mapeamento de fluxo, *Just in Time*, Parcerias e Cadeia de fornecedores (Mendonça, 2009).

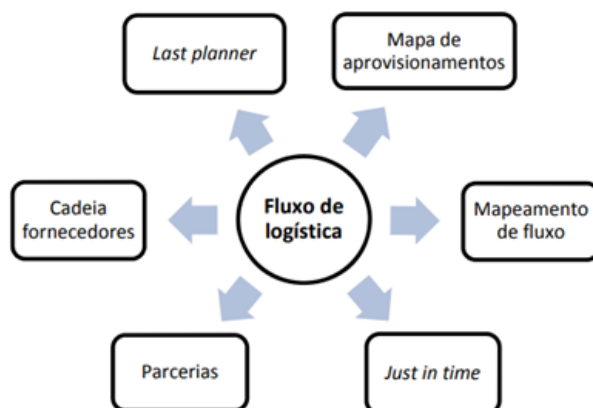


Figura 17 – Ferramentas e filosofias associadas ao fluxo de logística (Mendonça, 2009, fig. 17)

2.2.7.CASO VII: REPARAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE UMA ESTRADA

Este caso prático trata-se de uma obra de reparação e pavimentação de uma estrada, facultada pelo Agrupamento *Zagope/Escom*. Esta obra rodoviária situa-se em *Ewo* na República do Congo e tem um prazo de execução de 30 meses (Ferreira, 2014).

Esta obra divide-se em 2 setores: Setor de Apoio e Setor Produtivo (Ferreira, 2014).

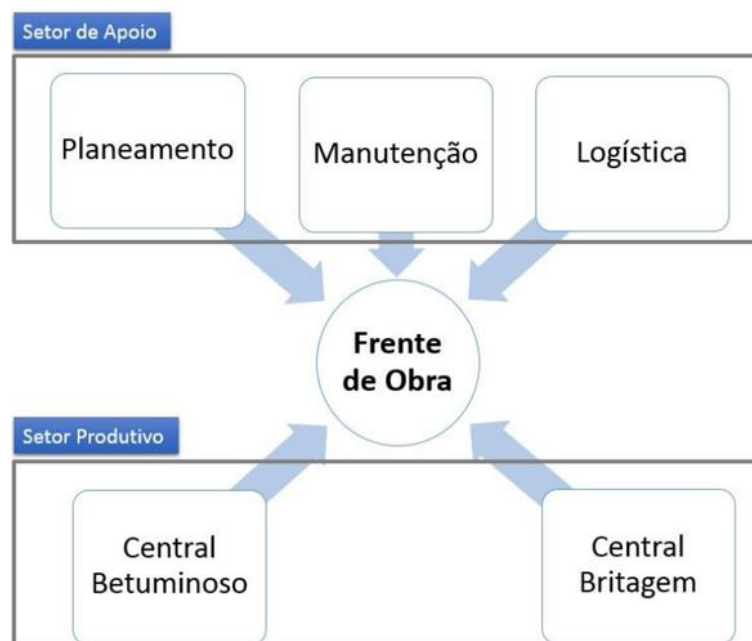


Figura 18 – Setores de obra (Ferreira, 2014, fig. 10)

No planeamento adotado pela empresa, é utilizado um Plano de Trabalhos Geral através de um diagrama de *Gantt* para acompanhar o estado das atividades. Este plano é pouco detalhado a nível operacional. Existe uma reunião semanal entre a direção de obra, direção técnica e a produção para falarem sobre as atividades executadas na semana atual e as atividades a executar na semana seguinte. Ao fim de cada mês é apresentado o mapa de custos e faturação.

Na reunião semanal, o controlo de produção é baseado nos custos e faturação. Na manutenção, a estratégia passava pelo reaproveitamento de peças devido ao tempo de entrega das mesmas ser longo. No entanto, isso provocava falta de peças em muitos equipamentos e por não haver registo de remoção e aplicação de peças nos equipamentos, era impossível rastreá-las. Nas inspeções, lubrificação e lavagem de equipamentos, não existia um comprometimento com a tarefa o que levava a que veículos voltassem à oficina pouco tempo após a inspeção. Na logística, algum material era levantado em armazém, mas não era aplicado nos equipamentos. Os trabalhos na frente de obra paravam constantemente devido à falta de ferro e madeira. Por fim, existia pouca monitorização e controlo por parte do armazém. Na central de britagem, existia falta de habilitações por parte dos locais e falta de organização de trabalho, o que levava a que o encarregado tivesse de acompanhar sempre os trabalhos. Na frente de obra, havia um subaproveitamento das viagens de camião, abertura total da tampa da caçamba, posicionamento inadequado do material e maus acabamentos (Ferreira, 2014).

Foi proposto um modelo que se adapte à realidade do modelo já em funcionamento. No planeamento, foram sugeridas novas reuniões de planeamento, com mais intervenientes de forma a tornar o plano mais realista, um novo plano semanal e mensal, de forma a completar o plano antigo, um quadro de gestão visual nas frentes de obra, um plano semanal no fim do horário laboral de modo a efetuar um levantamento do estado das atividades e a análise dos motivos de incumprimento das atividades planeadas. Na manutenção recorreu-se à implementação de um quadro de gestão visual. Este quadro registava a data de troca, equipamento de onde foi removida a peça, equipamento onde foi colocado, designação do material e o responsável pelo processo. Também foi colocado na sala dos encarregados de mecânica leve e pesada, um quadro de gestão visual com a informação do mecânico que vai executar o serviço destacado. Foi elaborado um plano de trabalho para verificar a conformidade dos equipamentos e foi construída uma rampa no local de estacionamento dos veículos da frente de obra. Na logística, foram designadas caixas específicas, com a identificação do nome do equipamento a que se destina e data de chegada do material, para guardar todo o material pedido para máquinas paradas. No armazém, foi colocado um quadro de pedidos e levantamentos de material e um quadro de monitorização de material destinado a subempreiteiros. Na central de britagem, criaram-se equipas de trabalho com o objetivo de cada colaborador ficar ciente do seu trabalho e especializar-se num só serviço. Na frente de obra, foi proposto a colocação de uma tampa que permitisse que o material fosse despejado da maneira idealizada, um diferente percurso na colocação do betuminoso para reaproveitar todos os movimentos do camião, colocação do material num sítio adequado, reaproveitamento de material para criação de um sistema de movimentação de material e a construção de um molde de acordo com as especificações exigidas (Ferreira, 2014).

2.2.8.CASO VIII: REABILITAÇÃO INTEGRAL DE UM APARTAMENTO

Este caso prático refere-se a uma obra de reabilitação integral de um apartamento de tipologia T2, facultado pela empresa Projeto360. Esta obra situa-se em Almada e tem um prazo de execução de 45 dias (Araújo, 2015).

Foi feita uma análise ao tipo de desperdícios existentes na empresa “Projeto 360”. Como a empresa se encontra numa fase inicial de implementação do conceito *Lean* e as suas ferramentas, a análise efetuada foi bastante simples e proveitosa devido a uma grande parte dos desperdícios resultar de situações básicas e recorrentes. A maioria dos tipos de desperdícios identificados foram o transporte, excesso de *stocks*, espera por faltas de material, espera por decisão de clientes e de materiais do fornecedor (Araújo, 2015).

Como medidas de implementação no planeamento, sugeriu-se a implementação de um plano prévio com medições precisas de cada um dos trabalhos e a identificação dos materiais críticos através de um formulário de planeamento de trabalhos. Também foi sugerida uma *checklist* de todas as ferramentas necessárias na execução das tarefas. Foi também sugerido a formação de todos os colaboradores em 5S no início dos trabalhos com o objetivo de aumentar a eficiência e produtividade do trabalho. Também foi sugerido um processo de melhoria contínua através de auditorias 5S semanais. No âmbito da gestão visual, colocou-se um quadro na obra num local visível a todos contendo o planeamento de trabalhos, *checklist* de ferramentas, cruz de segurança e três quadros de indicadores com o objetivo de ficar visível e informar todos os intervenientes na obra. Também foi proposta uma visita diária de 15 minutos pela empreitada com o objetivo de analisar as atividades que correram bem e criar medidas de prevenção. Foi criado também um registo para o cálculo do OEE dos equipamentos principais da empreitada com o objetivo de melhorar a eficácia e eficiência dos mesmos através da deteção de problemas nos equipamentos. Por último, foi sugerido a criação de eventos *kaizen* através dos 6M's (Método, Máquina, Mão de obra, Meio ambiente, Medições e Materiais) para identificar causas passíveis de originarem problemas (Araújo, 2015).

2.2.9.CASO IX: GESTÃO DE UM ESTALEIRO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO

Este caso prático trata-se da análise de um estaleiro numa obra facultada pela empresa *Bouygues*. Esta obra situa-se em *Mennecy* na França (Pereira, 2018).

As ideias principais neste caso de estudo são (Pereira, 2018):

- Abordar a construção como uma cadeia de atividades;
- Definir o processo com precisão;
- Criar uma abordagem sistemática que ajude a entender as atividades que acrescentam valor;
- Aplicar ferramentas que acrescentem valor às atividades.

A sugestão passa por definir prazos nas tarefas a executar, interligando-as entre si. O plano é dividido em cinco setores baseando-se no *Last Planner System* definindo prazos para cada fase da obra e descrevendo as tarefas a executar. É definido um planeamento *pull* de forma a criar uma dependência entre as tarefas definidas. É criada uma lista de tarefas por setor de forma a organizar as tarefas interligadas entre as mesmas. Desta forma é criada uma descrição simplificada das tarefas a executar. De seguida, é criada uma tabela em que as linhas representam a área de aplicação da tabela e as colunas representam o dia. Este planeamento deve ser elaborado em conjunto com os subempreiteiros, o cliente e o diretor de obra. Esta tabela contribui para uma melhor compreensão do andamento da obra, melhorando a transparência do planeamento. Com a dependência de tarefas bem definida, a análise de pré-requisitos torna-se mais fácil. É elaborada uma tabela simples com o objetivo de evidenciar as tarefas que requerem atenção especial por parte do diretor de obra. Após esta etapa, é criado um planeamento semanal de trabalhos com o objetivo de auxiliar de um modo visual todo o trabalho a ser feito na semana em questão. O planeamento semanal de trabalhos é criado por setores e é discutido na reunião semanal. Nesta reunião devem ser discutidas as tarefas a realizar na semana seguinte. Nas reuniões consta um quadro que represente o planeamento semanal de trabalhos de modo a facilitar a visualização do plano. Com o plano geral de trabalhos e o plano semanal de trabalhos torna-se mais fácil a compreensão das tarefas a serem executadas. Nesta reunião também são identificadas as tarefas não concluídas e as razões de não conclusão das mesmas. É criado um quadro de registo de não conclusões para a analisar a tarefa não concluída de forma a discutir uma solução.

Com o planeamento criado é introduzido um buffer management de modo de modo a entender com precisão o andamento e produtividade da obra, fornecendo uma visão real sobre a obra. É introduzido também o indicador PPC para análise sobre as tarefas que foram concluídas em relação às tarefas que foram planeadas para aquela semana (Pereira, 2018).

Também foi sugerido a inclusão da aplicação *FINALCAD* com o intuito de melhorar a comunicação entre todos os intervenientes da obra. Esta aplicação permite visualizar as plantas da obra, efetuar alterações consoante a sua habilitação, uma lista de todos os intervenientes na obra, uma lista de tarefas a executar ou já executadas, data de conclusão de tarefa, representação de detalhes do projeto, informações estatísticas sobre a obra, fichas de controlo de qualidade, entre outras informações. Com esta metodologia, pode-se ter um controlo quase total do andamento da obra (Pereira, 2018).

2.2.10.CASO X: PALÁCIO ESTORIL RESIDÊNCIAS

Este caso prático trata-se da empreitada “Palácio Estoril Residências” facultada pela empresa OPWAY Engenharia, SA. Esta obra situa-se na freguesia do Estoril, concelho de Cascais, e tem um prazo de execução de 11 meses (Neves 2010).

Foi elaborado um plano de trabalhos recorrendo ao *software Microsoft Project*. A calendarização foi desenvolvida pelo método do caminho crítico estimando a duração de cada atividade. A descrição do plano de trabalhos encontrava-se organizada por especialidades de construção, obtendo-se uma WBS com detalhe até ao quarto nível. Todos os materiais são aprovados em obra através de fichas técnicas e amostras de material (Neves 2010).

Os desperdícios mais importantes identificados em obra foram mão de obra à espera de material ou equipamento, trabalho à espera de mão de obra, correção de erros de execução, transporte e movimentos desnecessários, aprovisionamento desnecessário de materiais e mão de obra em estaleiro por utilizar. Estes desperdícios identificados deveram-se a alterações/indefinições de projeto, erros no planeamento e na execução, falha de comunicação interna, falha de segurança ou acidentes e deficiente preparação dos trabalhos a executar (Neves 2010).

Apesar do controlo de planeamento ser realizada semanalmente, não existe uma ideia objetiva acerca da percentagem de não cumprimento do plano. Há uma necessidade de minimizar o desperdício através de um processo de produção mais eficiente e melhorar o conhecimento em relação ao que se vai realizar em obra, lista de atividades importantes, maior adaptação e alterações de projeto e uma monitorização maior e mais frequente (Neves 2010).

As ferramentas para aplicar nesta obra de modo a combater os desperdícios e lacunas identificados estão representadas na Figura 19.

Ferramenta	Constituição	Função
<i>Planeamento de médio prazo (Lookahead Planning)</i>	Plano tático para as actividades a iniciar nas quatro semanas seguintes ao <i>Sprint</i> específico.	▪ Análise dos constrangimentos ao arranque das actividades planeadas; ▪ Programação de materiais; ▪ Medição do TMR;
<i>Scrum</i>	Ciclo de desenvolvimento de tarefas iterativo, com horizonte temporal de duas semanas.	▪ Priorização de tarefas; ▪ Acompanhamento da execução; ▪ Identificação de impedimentos; ▪ Medição do PPC;
<i>Relatório de controlo</i>	Resumo do controlo da iteração anterior.	▪ Análise de impedimentos; ▪ Análise das causas de não conclusão; ▪ Análise do TMR e PPC;

Figura 19 – Ferramentas, constituição e função da metodologia proposta (Neves, 2010, quadro 4.8)

O planeamento a médio prazo tem como objetivo a identificação antecipada de recursos no médio prazo e conflito entre equipas assim como a visualização de atividades a serem executadas num horizonte maior que o de curto prazo. O objetivo do *Scrum* é promover a adaptação à mudança através da interação entre os intervenientes na obra e a troca de informação contínua. Os relatórios de controlo fornecem informações adicionais sobre o andamento do processo de produção (Neves, 2010).

2.2.11.CASO XI: COMPLEXO TERMAL DO ESTORIL

Este caso prático trata-se da empreitada do Complexo Termal do Estoril facultada pela empresa Obras Públicas e Cimento Armado, SA. Esta obra situa-se na freguesia do Estoril, no concelho de Cascais (Peneirol, 2007).

O plano geral de trabalhos apresenta-se as atividades por especialidades de construção, construindo-se uma WBS com detalhe até ao quarto nível. As relações de precedência são estabelecidas através do método do caminho critico utilizando o *software Microsoft Project*. É elaborado um gráfico de *Gantt* das atividades no planeamento. Não existe um controlo efetivo do plano ao longo do tempo, ou seja, existe uma ausência de monitorização do progresso das atividades feitas ao longo do tempo. O controlo da produção é realizado mensalmente através da análise de desempenho ao nível de custos da empreitada. Nesta análise é feita a comparação com o projetado inicialmente. Os desperdícios identificados foram mão de obra à espera de material/equipamento, trabalho à espera de mão de obra, correção de erros de execução, transporte e movimentos desnecessários, aprovisionamento desnecessário de materiais e mão de obra em estaleiro por utilizar. As causas associadas aos desperdícios encontrados foram alterações no projeto, erros no planeamento e na execução, falha de comunicação interna, falha na segurança/acidentes e deficiente preparação dos trabalhos a iniciar.

O maior impacto dos desperdícios nesta obra acontece sobre os resultados financeiros, qualidade e cumprimentos de prazos. Nesta obra existe falta de registo das atividades onde ocorrem anomalias e interrupções, sendo a análise dos problemas feita segunda cada circunstância (Peneirol, 2007).

Na aplicação de metodologias *Lean* nesta obra, o objetivo é (Peneirol, 2007):

- Aumentar a eficiência do processo de construção;
- Identificar e reduzir fontes de desperdício;
- Fazer com que o projeto decorra com uma melhor coordenação entre os parceiros;
- Manter ou reduzir os tempos de construção assegurando a qualidade no trabalho;
- Encorajar a cooperação e foco no objetivo da obra;
- Criar um ambiente de trabalho mais limpo e mais seguro.

O modelo a implementar nesta obra é um sistema de planeamento e produção baseado no *Last Planner System* e tem como objetivo um planeamento e controlo mais eficaz, criar soluções para um fluxo de trabalho constante e consistente de modo a aumentar a produtividade e efetuar a medição, registo e avaliação do sistema de produção. Com este objetivo, pretende-se que haja uma aprendizagem e melhoria constante ao longo de todo o processo.

O modelo a implementar, tem como objetivos os seguintes (Peneirol, 2007):

- Análise e atualização do progresso do planeamento geral da empreitada;
- Elaboração de planos nas reuniões semanais, analisando os pré-requisitos de cada tarefa;
- Maior envolvimento de todos os intervenientes na elaboração dos planos semanais;
- Maior comprometimento com os planos elaborados semanalmente;
- Análise do PPC;
- Aumentar o interesse e iniciar uma análise sistemática de preparação e resolução antecipada dos pré-requisitos das atividades a iniciar num prazo de três semanas;
- Fazer o levantamento das causas e explicações dos objetivos semanais que não foram alcançados;
- Identificar as fontes de desperdício de modo a desenvolver técnicas de correção e prevenção.

Na Figura 20 apresenta-se um esquema mais detalhado do modelo a implementar.

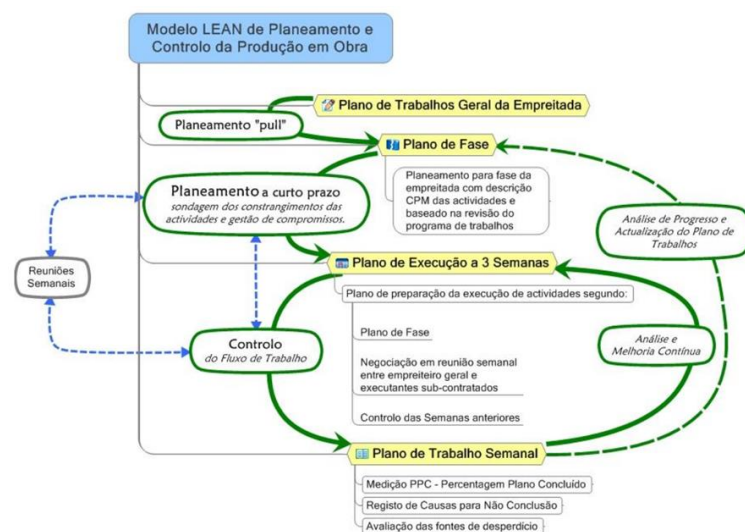


Figura 20 – Ferramentas, constituição e função da metodologia proposta (Neves, 2010, quadro 4.8)

3

ANÁLISE DAS METODOLOGIAS IMPLEMENTADAS

3.1. INTRODUÇÃO

A filosofia *Lean* tem sido amplamente adotada em vários setores, incluindo a construção civil. No entanto, a implementação da mesma não tem sido efetuada de um modo adequado visto que ainda ocorrem muitas falhas na implementação de metodologias *Lean*. A abordagem *Lean Construction* foca-se na identificação e eliminação de desperdícios nos processos de construção com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos projetos. Neste capítulo, apresentamos onze casos de estudo que implementaram metodologias baseadas na filosofia *Lean Construction* em diferentes empreitadas. A partir desses casos, serão discutidas as estratégias utilizadas para a implementação das metodologias *Lean* e os resultados alcançados em termos de redução de custos, aumento de eficiência e melhorias na qualidade dos projetos. Com isso, o objetivo deste capítulo é apresentar um panorama dos principais métodos *Lean Construction* implementados em diferentes empreitadas e evidenciar a sua relevância para a gestão de empreitadas.

Neste capítulo são abordadas as metodologias implementadas em cada caso de modo a descrever cada metodologia implementada de um modo sucinto e explícito. São apresentadas as metodologias implementadas baseadas na filosofia *Lean Construction* de modo a reduzir desperdícios e uma análise crítica à implementação expondo as vantagens e desvantagens da metodologia implementada e das suas ferramentas.

Com este capítulo pretende-se descrever os modelos e ferramentas propostos em cada metodologia de forma a explicar o método que foi implementado.

Na análise crítica, identificando os problemas pretende-se evidenciar o que correu menos bem e resultou numa implementação que não acrescenta valor ao processo.

3.2. CASO I: CRECHE – INSTITUTO S. JOSÉ DE VILA DO CONDE

3.2.1. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta neste caso começou por satisfazer as condições essenciais do modelo *Last Planner System*, estabelecendo-se uma hierarquia e um conjunto de objetivos baseados em três níveis de planeamento: longo prazo, médio prazo e curto prazo (Ferreira, 2010).

Na Figura 21 encontra-se representado um resumo dos três níveis de planeamento.

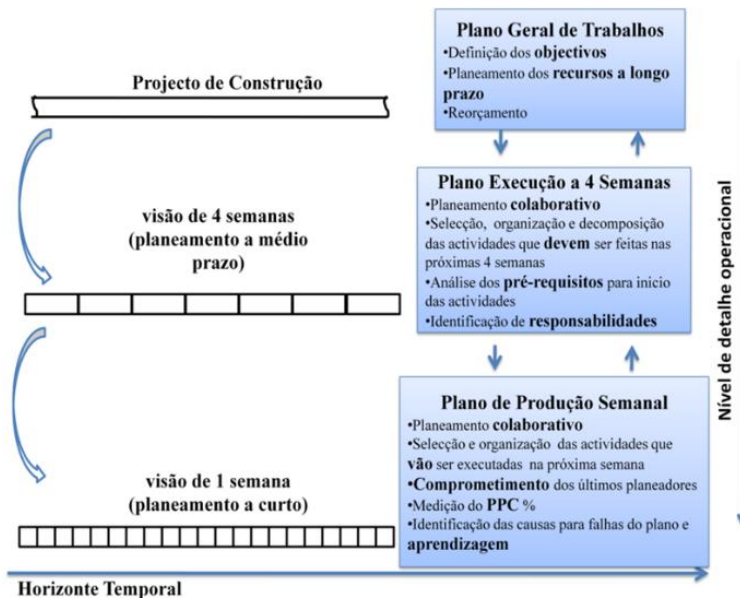


Figura 21 – Resumo dos três níveis de planeamento (Ferreira, 2010, fig. 13)

Na obra piloto, onde foi aplicada esta metodologia, teve de se proceder a uma revisão do plano já que o plano geral de trabalhos já se encontrava em uso. O plano geral de trabalhos trata-se do plano a longo prazo, um dos níveis de planeamento propostos. Verificou-se que o plano geral de trabalhos foi projetado no *software Microsoft Project* e que nele, todas as atividades principais já se encontravam bem identificadas e sequenciadas pelo método do caminho crítico (Ferreira, 2010). Na Figura 22 podemos visualizar o gráfico de *Gantt* do plano geral de trabalhos.

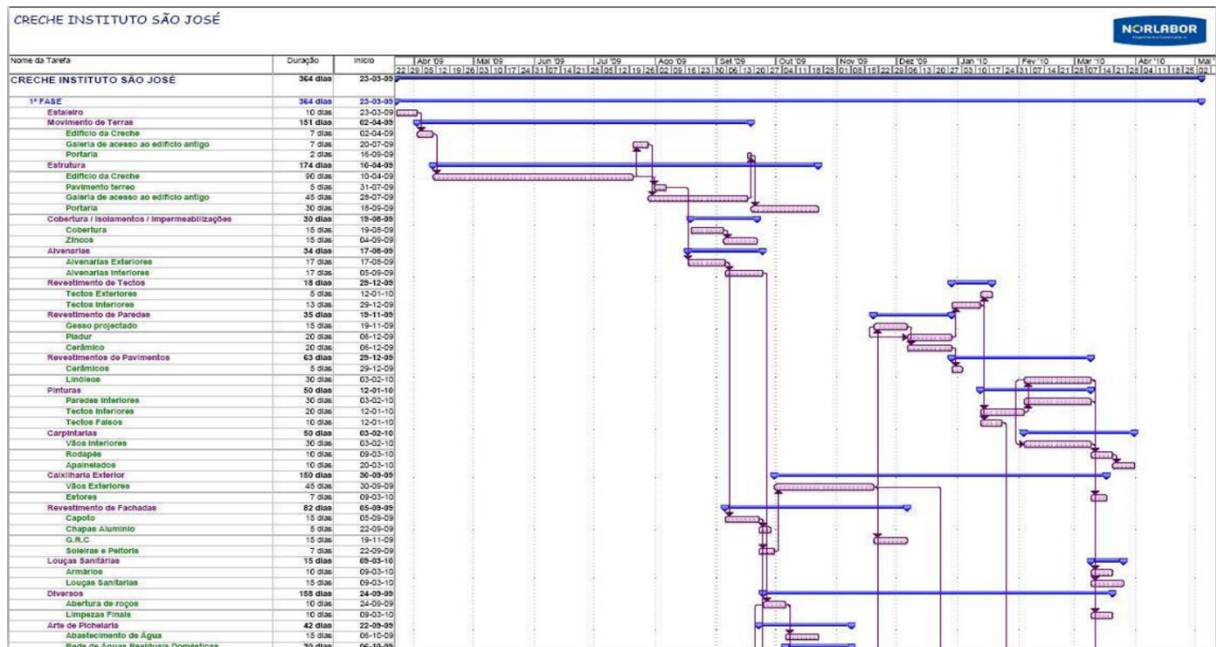


Figura 22 – Gráfico de Gantt do Plano Geral de Trabalhos (Ferreira, 2010, fig. 14)

A implementação de um plano a médio prazo baseia-se num plano de execução a 4 semanas. Este plano era inexistente na empresa e o seu objetivo é interligar o plano a longo prazo com o plano a curto prazo. Este plano tem um horizonte de 4 semanas e é renovado todas as semanas, isto é, à medida

que se avança uma semana, o plano é renovado e uma nova quarta semana é inserida no plano. Este plano transmite a informação do que deve ser feito nas próximas 4 semanas e é realizado e executado com base num planeamento colaborativo com o diretor de obra, encarregado de obra e subempreiteiros. Neste plano estão representadas as datas do plano de atividades, descrição das atividades, responsáveis pela execução das atividades, calendário de execução das atividades e análise de pré-requisitos das atividades. Na análise de pré-requisitos constam os mapas comparativos que são elaborados pelo diretor de obra e devem ser elaborados no lead time proposto que é de quatro semanas (Ferreira, 2010). Na Figura 23 encontra-se um exemplo de um plano de execução a 4 semanas.

Plano De Execução a 4 Semanas		Semana 39 a 42	
Caso de Estudo "Lean Construction" - Norlavor / FEUP		Data 21-Set-09 a 17-Out-09	
Obra: Creche Instituto São José - Vila do Conde		Análise das Restrições para Início de Actividade	
		1	5
		2	6
		3	7
		4	8
		9	10
		11	12
		13	14
		15	16
		17	18
		19	20
		21	22
		23	24
		25	26
		27	28
		29	30
		31	32
		33	34
		35	36
		37	38
		39	40
		41	42
		43	44
		45	46
		47	48
		49	50
		51	52
		53	54
		55	56
		57	58
		59	60
		61	62
		63	64
		65	66
		67	68
		69	70
		71	72
		73	74
		75	76
		77	78
		79	80
		81	82
		83	84
		85	86
		87	88
		89	90
		91	92
		93	94
		95	96
		97	98
		99	100
		101	102
		103	104
		105	106
		107	108
		109	110
		111	112
		113	114
		115	116
		117	118
		119	120
		121	122
		123	124
		125	126
		127	128
		129	130
		131	132
		133	134
		135	136
		137	138
		139	140
		141	142
		143	144
		145	146
		147	148
		149	150
		151	152
		153	154
		155	156
		157	158
		159	160
		161	162
		163	164
		165	166
		167	168
		169	170
		171	172
		173	174
		175	176
		177	178
		179	180
		181	182
		183	184
		185	186
		187	188
		189	190
		191	192
		193	194
		195	196
		197	198
		199	200
		201	202
		203	204
		205	206
		207	208
		209	210
		211	212
		213	214
		215	216
		217	218
		219	220
		221	222
		223	224
		225	226
		227	228
		229	230
		231	232
		233	234
		235	236
		237	238
		239	240
		241	242
		243	244
		245	246
		247	248
		249	250
		251	252
		253	254
		255	256
		257	258
		259	260
		261	262
		263	264
		265	266
		267	268
		269	270
		271	272
		273	274
		275	276
		277	278
		279	280
		281	282
		283	284
		285	286
		287	288
		289	290
		291	292
		293	294
		295	296
		297	298
		299	300
		301	302
		303	304
		305	306
		307	308
		309	310
		311	312
		313	314
		315	316
		317	318
		319	320
		321	322
		323	324
		325	326
		327	328
		329	330
		331	332
		333	334
		335	336
		337	338
		339	340
		341	342
		343	344
		345	346
		347	348
		349	350
		351	352
		353	354
		355	356
		357	358
		359	360
		361	362
		363	364
		365	366
		367	368
		369	370
		371	372
		373	374
		375	376
		377	378
		379	380
		381	382
		383	384
		385	386
		387	388
		389	390
		391	392
		393	394
		395	396
		397	398
		399	400
		401	402
		403	404
		405	406
		407	408
		409	410
		411	412
		413	414
		415	416
		417	418
		419	420
		421	422
		423	424
		425	426
		427	428
		429	430
		431	432
		433	434
		435	436
		437	438
		439	440
		441	442
		443	444
		445	446
		447	448
		449	450
		451	452
		453	454
		455	456
		457	458
		459	460
		461	462
		463	464
		465	466
		467	468
		469	470
		471	472
		473	474
		475	476
		477	478
		479	480
		481	482
		483	484
		485	486
		487	488
		489	490
		491	492
		493	494
		495	496
		497	498
		499	500
		501	502
		503	504
		505	506
		507	508
		509	510
		511	512
		513	514
		515	516
		517	518
		519	520
		521	522
		523	524
		525	526
		527	528
		529	530
		531	532
		533	534
		535	536
		537	538
		539	540
		541	542
		543	544
		545	546
		547	548
		549	550
		551	552
		553	554
		555	556
		557	558
		559	560
		561	562
		563	564
		565	566
		567	568
		569	570
		571	572
		573	574
		575	576
		577	578
		579	580
		581	582
		583	584
		585	586
		587	588
		589	590
		591	592
		593	594
		595	596
		597	598
		599	600
		601	602
		603	604
		605	606
		607	608
		609	610
		611	612
		613	614
		615	616
		617	618
		619	620
		621	622
		623	624
		625	626
		627	628
		629	630
		631	632
		633	634
		635	636
		637	638
		639	640
		641	642
		643	644
		645	646
		647	648
		649	650
		651	652
		653	654
		655	656
		657	658
		659	660
		661	662
		663	664
		665	666
		667	668
		669	670
		671	672
		673	674
		675	676
		677	678
		679	680
		681	682
		683	684
		685	686
		687	688
		689	690
		691	692
		693	694
		695	696
		697	698
		699	700
		701	702
		703	704
		705	706
		707	708
		709	710
		711	712
		713	714
		715	716
		717	718
		719	720
		721	722
		723	724
		725	726
		727	728
		729	730
		731	732
		733	734
		735	736
		737	738
		739	740
		741	742
		743	744
		745	746
		747	748
		749	750
		751	752
		753	754
		755	756
		757	758
		759	760
		761	762
		763	764
		765	766
		767	768
		769	770
		771	772
		773	774
		775	776
		777	778
		779	780
		781	782
		783	784
		785	786
		787	788
		789	790
		791	792
		793	794
		795	796
		797	798
		799	800
		801	802
		803	804
		805	806
		807	808
		809	810
		811	812
		813	814
		815	816
		817	818
		819	820
		821	822
		823	824
		825	826
		827	828
		829	830
		831	832
		833	834
		835	836
		837	838
		839	840
		841	842
		843	844
		845	846
		847	848
		849	850
		851	852
		853	854
		855	856
		857	858
		859	860
		861	862
		863	864
		865	866
		867	868
		869	870
		871	872
		873	874
		875	876
		877	878
		879	880
		881	882
		883	884
		885	886
		887	888
		889	890
		891	892
		893	894
		895	896
		897	898
		899	900
		901	902
		903	904
		905	906
		907	908
		909	910
		911	912
		913	914
		915	

Na Figura 24 podemos visualizar um exemplo do plano de produção semanal.

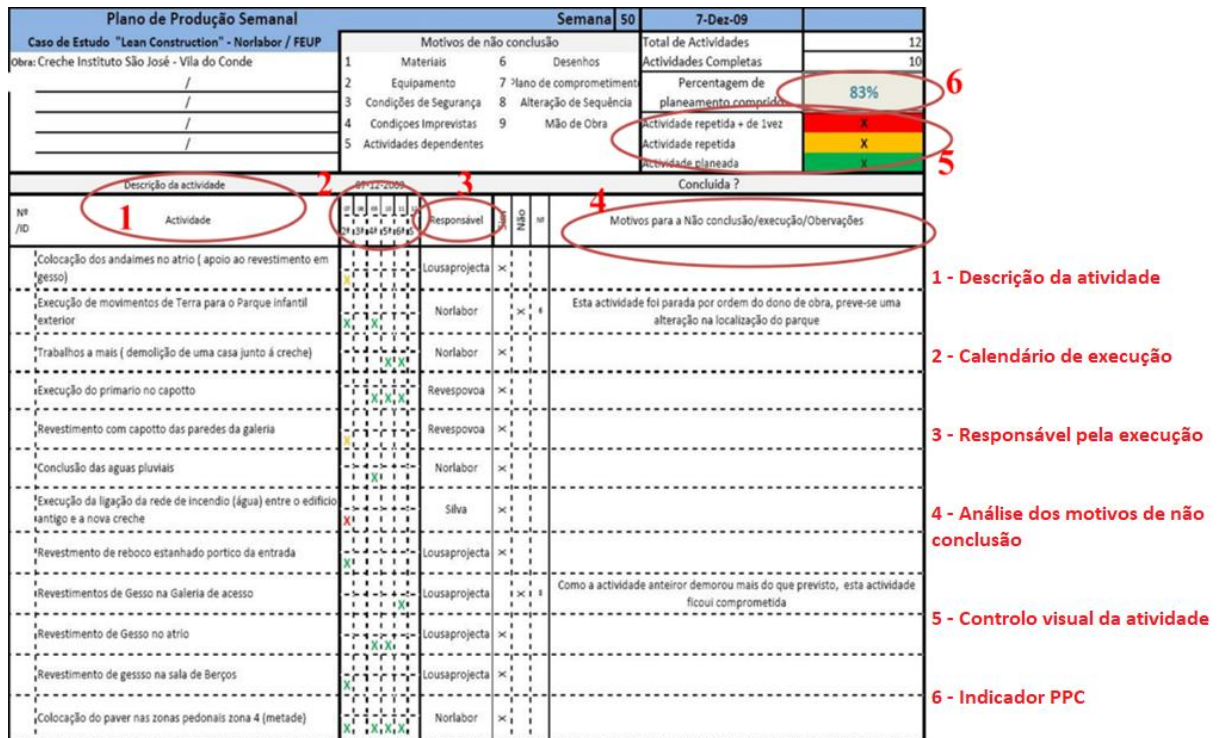


Figura 24 – Exemplo de um Plano de Produção Semanal (Ferreira, 2010, fig. 16)

Foi implementada também uma metodologia de planeamento colaborativo que é uma metodologia de planeamento e controlo. Sendo um projeto uma multi-organização temporária de trabalho, é necessário criar uma metodologia de comunicação para o planeamento e controlo da obra. Essa metodologia baseia-se em reuniões de planeamento para análise e discussão do projeto. Nesta reunião, o diretor de obra é o responsável por realizar uma análise prévia de todos os planos. Estas reuniões promovem um ambiente participativo e cooperativo na análise e discussão do projeto. Todas as partes envolvidas nas reuniões devem perceber o esforço e participação requerido para que o plano geral de trabalhos seja cumprido. Estas reuniões contribuem para a elaboração de planos de produção realistas e menos suscetíveis à variabilidade (Ferreira, 2010). A Figura 25 contém o enquadramento das reuniões no processo de planeamento e controlo da produção.

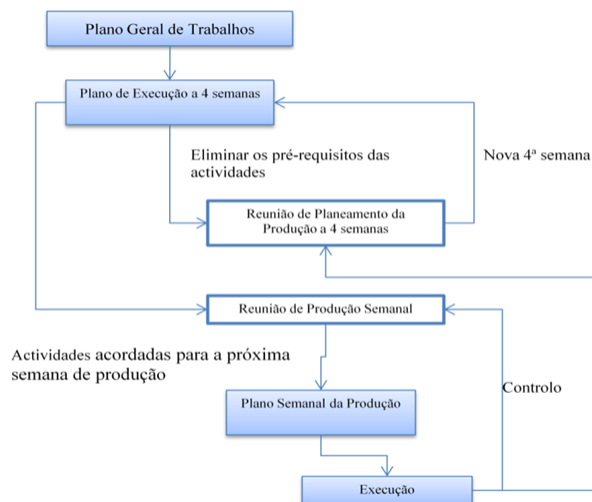


Figura 25 – Enquadramento das reuniões no processo de planeamento e controlo (Ferreira, 2010, fig. 18)

Nesta metodologia implementada, existem dois tipos de reuniões: Reunião de Planeamento da Produção Semanal e Reunião de Planeamento da Produção a 4 semanas (Pereira 2010).

Na Reunião de Planeamento da Produção Semanal devem participar o diretor de obra, encarregado de obra e todos os responsáveis pelas atividades planeadas nessa semana. Esta reunião é realizada à sexta-feira devido à proximidade com a semana seguinte, às atividades não concluídas que podem ser incluídas na semana seguinte e por ser um dia em que normalmente existe disponibilidade e interesse por parte dos intervenientes. O propósito desta reunião é selecionar as atividades exequíveis para a semana seguinte, elaborar um novo plano de produção semanal, coordenar e ajustar as atividades e o comprometimento de cada último planeador na realização das atividades. A implementação de um calendário de atividades ajuda a que todos os intervenientes na reunião obtenham toda a informação relativa à obra e que possam participar no planeamento das atividades. As cores no calendário de atividades, também ajudam os intervenientes a perceber o planeamento de atividades (verde para atividades planeadas pela primeira vez, amarelo para atividades que não foram concluídas na semana anterior e vermelho para atividades que não foram concluídas nas últimas duas ou mais semanas) (Ferreira, 2010).

Na Reunião de Planeamento da Produção a 4 semanas devem participar o diretor de obra, encarregado de obra e todos os responsáveis pelas atividades a decorrer nas próximas 4 semanas. Esta reunião é realizada à quarta-feira para aproveitar o meio da semana para fazer um *feedback* do plano de produção em curso e antecipar qualquer problema que possa surgir na reunião de sexta-feira. O propósito desta reunião é analisar os pré-requisitos de cada atividade, elaboração de um novo plano de execução a 4 semanas, discussão de problemas e interdependências de atividades, análise do PPC e aprendizagem e comprometimento de todos os intervenientes. Na análise de pré-requisitos das atividades, definiu-se também um conjunto de perguntas que devem ser feitas, nas reuniões, em relação aos materiais, equipamentos, condições de segurança, mão de obra, desenhos, atividades dependentes, mapas comparativos, etc. A atividade não é inserida no plano de produção semanal se os requisitos não estiverem revistos e confirmados. Nestas reuniões, existe também um calendário de atividades com o objetivo de todos os participantes tenham a informação da obra e para que possam participar no planeamento das atividades. As cores no calendário de atividades ajudam a perceber quando os pré-requisitos foram cumpridos ou não (verde quando estão cumpridos e vermelhos quando ainda não estão cumpridos). Ainda nesta reunião, o diretor de obra deve apresentar a análise sobre as causas de não conclusão das atividades do plano de produção anterior. Foram definidas nove causas de não conclusão de atividades: materiais, equipamento, condições de segurança, condições imprevistas, atividade dependentes, desenhos, plano de comprometimento, alteração de sequência e mão-de-obra (Ferreira, 2010).

3.2.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Neste modelo, são atribuídas mais responsabilidades ao diretor de obra, que também é o gestor de produção, e ao empreiteiro geral devido ao envolvimento nas diferentes especialidades. Isto constitui uma desvantagem porque obriga a uma maior dedicação e disponibilidade de tempo por parte do diretor de obra e empreiteiro geral, o que implica custos extra para a obra. No entanto, a sistematização e os lucros obtidos a partir deste modelo podem contrariar este facto e constituir uma vantagem (Ferreira, 2010).

O plano a médio prazo, tem como objetivo fazer a ligação entre o plano a longo prazo e o plano a curto prazo (Ferreira, 2010).

Para além deste plano conter a descrição das atividades, responsável pela mesma e as datas de início e fim da atividade, também inclui a análise de pré-requisitos das atividades que se encontram neste plano. O plano a curto prazo, também contém a descrição das atividades, responsável e calendarização das mesmas. No entanto, a adição dos motivos de não conclusão das atividades constitui uma vantagem pois identifica-se a causa da não conclusão e o responsável pela mesma.

As reuniões de planeamento colaborativo ajudaram os últimos planeadores a entender melhor o processo e a sentirem-se mais envolvidos no mesmo. Isso refletiu-se num aumento do PPC como podemos verificar na Figura 26 (Ferreira, 2010).

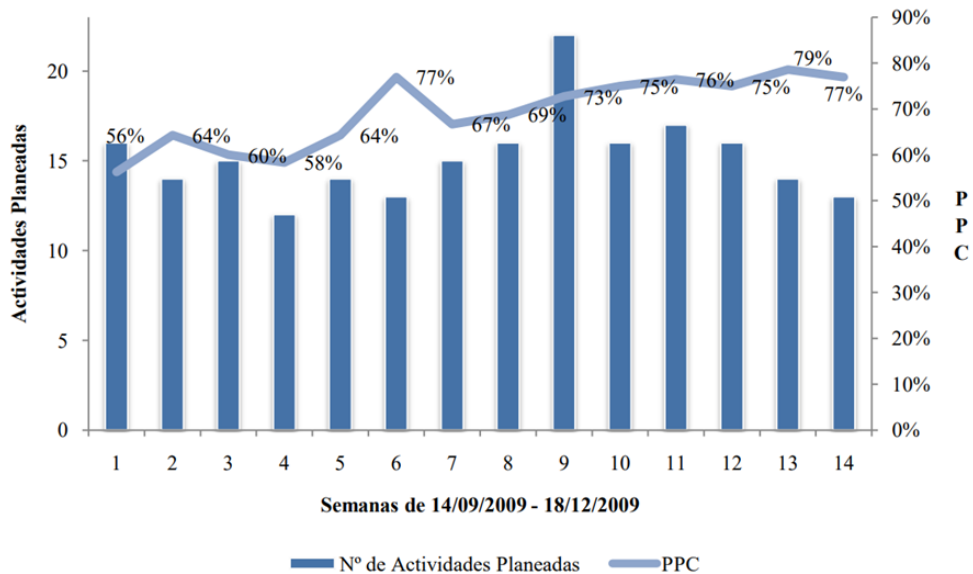


Figura 26 – Número de atividades planeadas e PPC ao longo da implementação do modelo (Ferreira, 2010, fig. 23)

A introdução dos calendários de atividades e as diferentes cores aplicadas no mesmo, revelaram ser um sistema bastante vantajoso. Este sistema facilitou a interação do grupo nas reuniões de planeamento e a visualização e perceção das dependências entre as diferentes atividades planeadas a médio prazo (Ferreira, 2010).

Mesmo assim, foi identificado uma grande falta de comprometimento por parte dos últimos planeadores das subempreitadas. No registo das causas de não conclusão das atividades, a causa mais significativa para a não conclusão de atividades foi o plano de comprometimento. No total, 37% das causas de não conclusão das atividades foram devido à falta de comprometimento por parte dos subempreiteiros. Como proposta de melhoria, foi sugerido a realização de formações para os subempreiteiros em liderança, motivação e comprometimento. Estas formações têm como objetivo fazer com que o subempreiteiro, através da transparência e comprometimento na atividade que realiza, acrescente valor à obra e contribui para um planeamento mais realista. Com um planeamento mais realista, os prazos previstos são cumpridos, o PPC aumenta e as causas de não conclusão diminuem (Ferreira, 2010).

Na Figura 27 encontra-se um gráfico das causas de não conclusão de atividades, diferenciando os subempreiteiros da empresa.

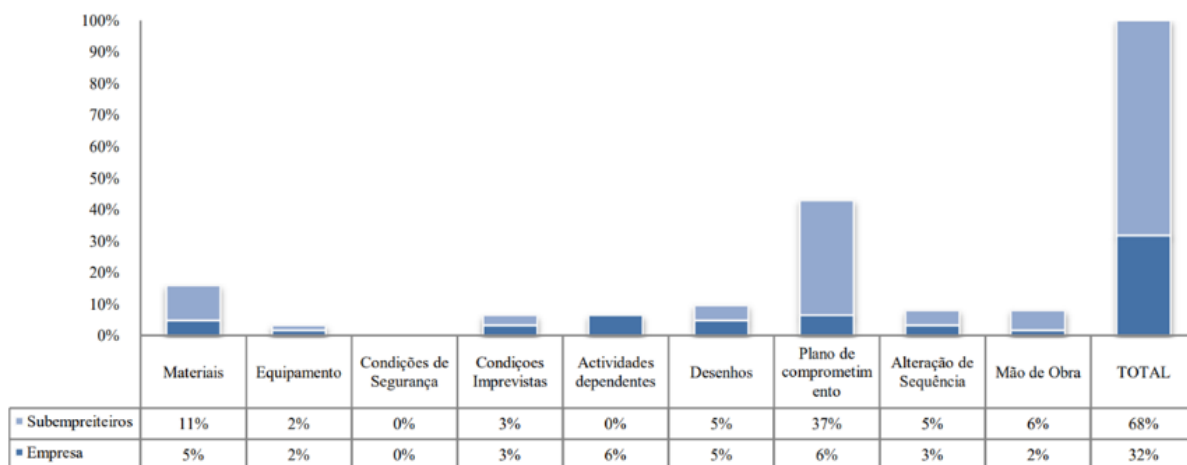


Figura 27 – Causas de não conclusão de atividades ao longo da implementação (Ferreira, 2010, fig. 24)

O diretor de obra é o responsável pela elaboração dos mapas comparativos, o que obriga a concentrar o tempo nessa atividade e impede o mesmo de se focar em outras atividades. Esta atividade deveria ser elaborada no lead time proposto, de modo a não afetar o plano geral de trabalhos. Alguns mapas comparativos das atividades demoram mais tempo a elaborar do que outros pelo que o lead time proposto é insuficiente. Como proposta de melhoria, é sugerido a criação de uma equipa especializada para realizar mapas comparativos. Desta forma o *lead time* de 4 semanas pode ser cumprido pois o diretor de obra deixa de ser o responsável pela elaboração de mapas comparativos, o que permite ao diretor de obra concentrar-se em outras atividades. A criação de uma equipa de mapas comparativos acrescenta custos extra à obra. No entanto, a elaboração de mapas comparativos no *lead time* de 4 semanas permite cumprir o plano a médio prazo, eliminando o pré-requisito de mapas comparativos de forma a atividade ser executada como previsto no plano (Ferreira, 2010).

Na qualidade de execução das atividades, foram identificadas cinco atividades não conformes. Um bom planeamento das atividades não implica qualidade na execução (Ferreira, 2010). A ausência de uma ferramenta de controlo da qualidade de execução foi um dos problemas identificados nesta metodologia. A melhoria sugerida consiste na formação da mão de obra e no uso de bons materiais e equipamentos. Investindo na formação dos executores, de modo aos mesmos estarem informados e elucidados sobre todos os processos de execução nas atividades, estes vão executar as atividades de acordo com as expectativas. Ao adicionar bons materiais e bons equipamentos na execução das atividades, consequentemente a qualidade de execução também aumenta. Esta medida pode implicar em custos extra para a obra, mas uma melhor qualidade na execução das atividades, reduzindo ou eliminando o número de atividades em não conformidade.

3.3.CASO II: HOTEL NA PRAIA DA TOCHA

3.3.1.METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta neste caso prático passa pelo melhoramento do plano a longo prazo e do plano a curto prazo e a introdução de um plano a médio prazo para interligar o plano a longo prazo e a curto prazo (Gomes, 2012).

Na Figura 28 encontra-se um esquema referente aos níveis de planeamento a implementar.

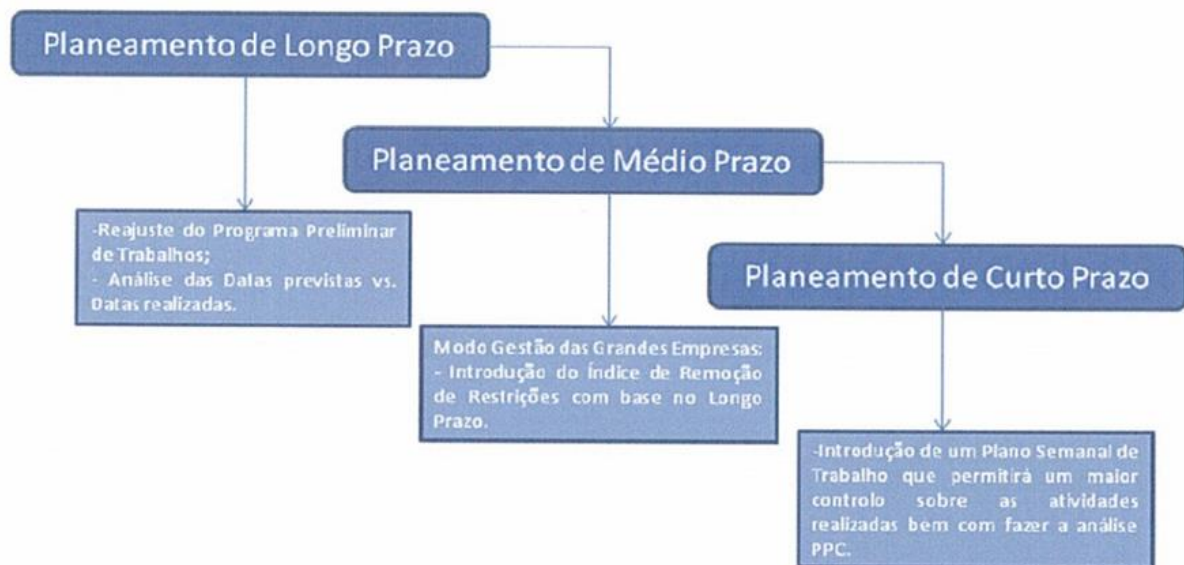


Figura 28 – Esquema referente aos níveis de planeamento a implementar (Gomes, 2012, fig. 5.3)

No planeamento a longo prazo, foi feito um acerto do plano de trabalhos visto este era apenas usado como uma ferramenta de encadeamento de tarefas, o que tirava todo o rigor no cumprimento de prazos estabelecidos. Também foi proposto a introdução de duas colunas no programa de trabalhos que informassem a relação entre as datas de conclusão previstas e as datas de conclusão realizadas com o objetivo de analisar o programa de trabalhos com mais frequência. Para uma empreitada de seis meses, sugere-se que seja feita uma análise mensal nos primeiros três meses, quinzenal nos dois meses seguintes e semanal no último mês (Gomes, 2012). Na Figura 29 encontra-se um exemplo do acerto do Programa Preliminar de Trabalhos.

Prazo de Execução - 6 meses

ID	Designação das Atividades	Duração (dias úteis)	Início	Fim	Duração (dias calendário)
62	Corpo 2 - Hotel - Laje de tecto hotel [c: 10.22]	5 d	14-02-12	20-02-12	7 d
63	Corpo 2 - Hotel - 1º andar	15 d	21-02-12	12-03-12	21 d
64	Corpo 2 - Hotel - Paredes cx. esc/ Pilares	6 d	21-02-12	28-02-12	8 d
65	Corpo 2 - Hotel - Laje de tecto hotel [c: 13.66]	5 d	29-02-12	06-03-12	7 d
66	Corpo 2 - Hotel - Platinbandas	4 d	07-03-12	12-03-12	6 d
67	GRUA (Recuo)	2 d	25-01-12	26-01-12	2 d

Atividade iniciada a 23 de Março

→

Atividade finalizada a 29 de Março

Figura 29 – Acerto do Programa Preliminar de Trabalhos (Gomes, 2012, fig. 5.4)

Nesta metodologia foi proposto um planeamento a médio prazo. A ferramenta proposta foi a criação de um IRR com o objetivo de interligar o planeamento a longo prazo e a curto prazo. Este planeamento baseia-se numa lista de restrições de atividades prioritárias a rondar as cem restrições. Esta lista de restrições deve ter uma taxa de cumprimento de pelo menos 60%. Através desta lista de restrições consegue-se elaborar um gráfico que permite analisar a remoção das restrições. O objetivo desta

ferramenta é aumentar a capacidade de percepção e tornar o controlo do planeamento em uma certeza (Gomes, 2012).

Na Figura 30 encontra-se um exemplo do procedimento do IRR.

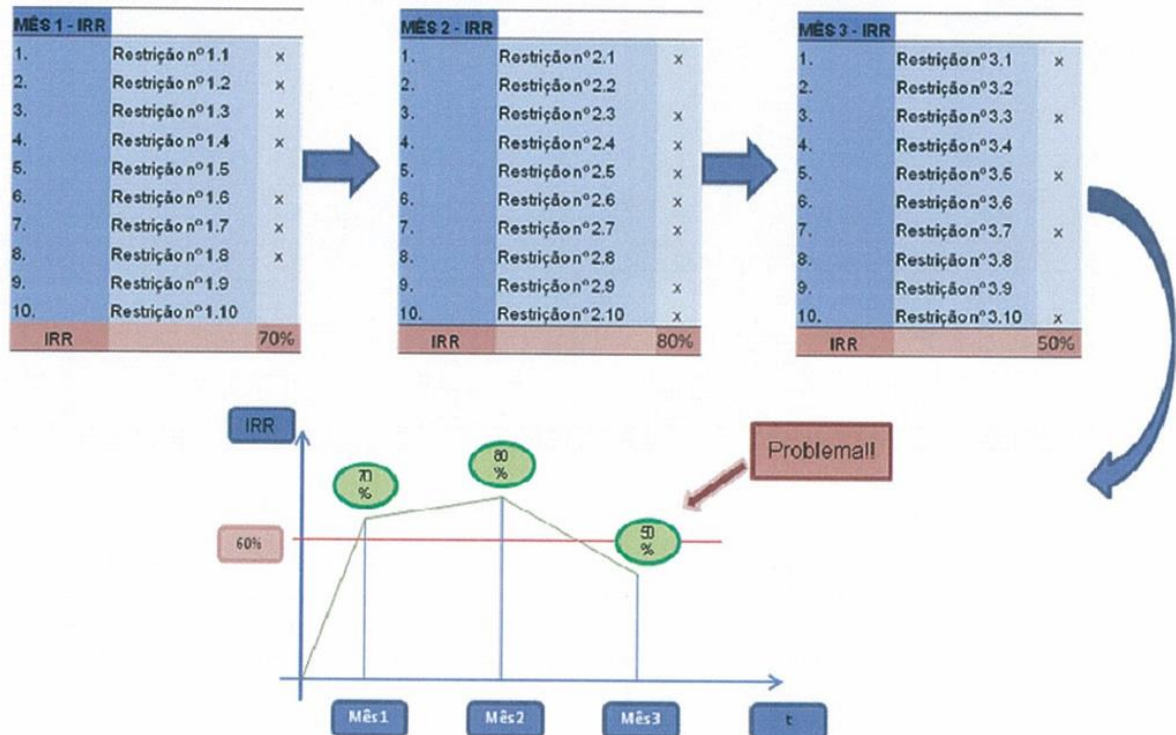


Figura 30 – Exemplo do procedimento do IRR (Gomes, 2012, fig. 5.6)

Com o melhoramento do plano a longo prazo e a introdução de um plano a médio prazo, esta metodologia pretende também fazer do planeamento a curto prazo um planeamento eficaz. A introdução de um Plano Semanal de Trabalhos baseado na metodologia *Last Planner System* de forma a os balizamentos serem feitos com mais rigor é o melhoramento proposto no plano a curto prazo (Gomes, 2012).

Este Plano Semanal de Trabalhos contém uma coluna para as tarefas previstas e outra coluna para as tarefas executadas. Ainda contém uma coluna para a descrição das tarefas em questão e para o período de realização da tarefa. Neste Plano Semanal de Trabalhos, foi introduzida uma coluna em que se avalia a qualidade de execução da tarefa que também permite calcular o PPC. Foi introduzida outra coluna que informa sobre as preocupações especiais implicadas na tarefa em questão (Gomes, 2012). Na Figura 31 podemos visualizar um exemplo do Plano Semanal de Trabalho.

PLANO SEMANAL DE TRABALHO

Fase do Projeto:

Data:

Semana:

Tarefas (completar com número da Tarefa)		Descrição da Tarefa	Preocupações especiais	Período para realização da Tarefa					Qualidade de Execução			Análise PPC
Tarefas Previstas	Tarefas Executadas			S	T	Q	Q	S	Mau	Médio	Bom	

Figura 31 – Plano semanal de trabalho (Gomes, 2012, fig. 5.7)

Foi proposto também a criação de uma Mapa de Materiais e Quantidades Diário. Com esta ferramenta, o objetivo é controlar melhor o uso dos materiais e minimizar desperdícios. O Mapa de Materiais e Quantidades Diário tem de estar concluído no dia anterior para que os intervenientes estejam informados do que teriam de fazer e a que horas devem concluir a preparação no dia da execução (Gomes, 2012). Na Figura 32 encontra-se parte de um exemplo de um Mapa de Materiais e Quantidades Diário.

MAPA DE MATERIAIS E QUANTIDADES

Fase do Projeto:

Data:

Dia:

Tarefa a realizar	Aço			
	Tipo	Diâmetro	Comprimento	Quantidade
		φ	(m)	

Figura 32 – Mapa de Materiais e Quantidades (Gomes, 2012, 5.8)

Foi proposto também uma reunião, agendada semanalmente, entre as diferentes entidades com o objetivo de todas as entidades analisarem e discutirem as tarefas a realizar na semana seguinte, obtenção de projetos de execução definitivos e/ou aprovação de pequenos detalhes alterados (Gomes, 2012). Na Figura 33 encontra-se um esquema relativo à comunicação que tem de existir nas reuniões.

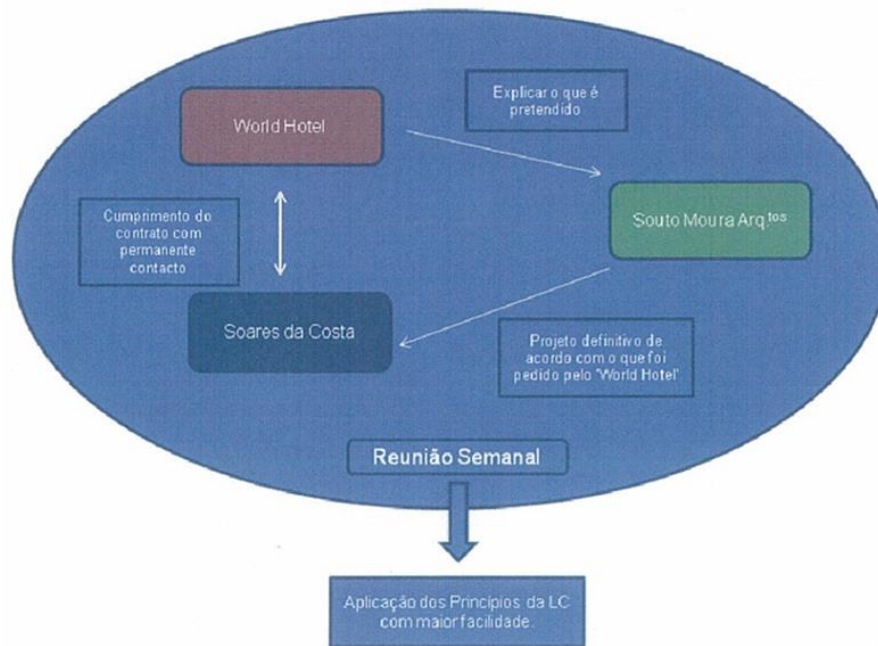


Figura 33 – Esquema referente ao melhoramento de comunicação entre as diferentes atividades (Gomes, 2012, fig. 5.10)

Algumas das soluções propostas passaram também por devolver equipamentos que não se encontravam em utilização, criar condições para que todos os intervenientes no processo construtivo se sintam motivados e parte do processo, criação de ciclos de trabalho semelhantes, melhorar a interação entre os diferentes departamentos da entidade executante e a criação de reuniões ao final do dia com o objetivo de explicar o que é necessário fazer no dia seguinte (Gomes, 2012).

3.3.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta metodologia proposta, o planeamento foi melhorado, mas podem ser introduzidas outras ferramentas de modo a acrescentar valor ao planeamento proposto e ser mais eficaz. O acerto no Programa Preliminar de Trabalhos é uma vantagem porque informa sobre as datas que foram praticadas nas atividades executadas. A relação entre as datas de conclusão previstas e as datas de conclusão realizadas permitiram efetuar um controlo de tarefas mais rigoroso.

O plano a médio prazo encontra-se incompleto pois não fornece as informações necessárias de modo a fazer a ligação entre o plano a longo prazo e o plano a curto prazo. Existe uma constante espera por material, espera por alterações de projeto e o material não se encontra de acordo com o especificado para a tarefa em questão (Gomes, 2012). O planeamento a médio prazo deveria precaver todos estes imprevistos. O plano a médio prazo, apenas se baseia no IRR. No seguimento deste problema, é proposto a introdução de uma ferramenta que complemente o plano a médio prazo de modo a reduzir ou eliminar todos os problemas identificados. Esta ferramenta consiste na elaboração de um plano a médio prazo com o horizonte de quatro semanas, que contém a descrição das atividades (localização, atividades e responsável), o planeamento das atividades (calendarização prevista e calendarização real) e análise de restrições (precedências por iniciar, material em obra, equipamento em obra e outras restrições/necessidades). O IRR passa a ser uma ferramenta de controlo do plano a médio prazo.

Desta forma, o IRR é calculado mensalmente. Se o IRR for inferior a 60%, o plano a médio prazo deve ser revisto de forma a ver e analisar o que contribuiu para um IRR tão baixo (Gomes, 2012).

O planeamento a curto prazo, deveria estar mais completo pois não se consegue apurar as razões de não conclusão das tarefas. O plano semanal de trabalho deve conter toda a informação possível de modo a esclarecer e elucidar todos os intervenientes. A sugestão consiste em adicionar ao plano semanal de trabalhos já existente uma coluna com o responsável pela tarefa em questão, registo de não conclusão de atividades, controlo visual da atividade por cores e se a atividade foi concluída. Ainda foi adicionado um campo com o objetivo de preencher os motivos de não conclusão mais frequentes.

Estes dois planos apresentados anteriormente servem como auxílio de gestão visual nas reuniões semanais. Estes planos ajudam todos os intervenientes da reunião semanal a perceber melhor o que é planeado e a analisar o que correu menos bem. No planeamento, quanto mais informação for exposta relativamente ao plano, vão existir menos dúvidas na execução e menos imprevistos vão ocorrer. O plano tenta precaver todos os imprevistos e pré-requisitos das atividades a executar. A visualização do plano a longo prazo, a médio prazo e a curto prazo nas reuniões de modo a informar o andamento da obra é uma melhoria proposta para que todos os intervenientes tenham a perceção do andamento da obra e para que se sintam parte do processo.

A criação de um Mapa de Materiais e Quantidades Diário é uma ferramenta muito importante de modo a controlar melhor o uso de materiais na obra e a reduzir o desperdício associado aos mesmos. Apesar de ser uma ferramenta que fornece a informação sobre os materiais, a tarefa onde é necessário o material, tipo de material, e as suas especificações, existe ausência de informação sobre a entrada e saída de materiais na obra. Atendendo aos problemas propostos, sugeriu-se uma ficha de receção de materiais como ferramenta de auxílio ao Mapa de Materiais e Quantidades de forma a expor toda a informação possível aquando da receção dos materiais em obra. Esta ficha permite aquando da chegada do material à obra, identificar a tarefa a que é destinado, o local em obra e a data de receção.

Ao não aplicar um método prático e elucidativo, os intervenientes podem não compreender bem as tarefas a realizar o que resulta em más execuções das tarefas ou atrasos nos prazos. O método tem de fornecer toda a informação necessária a todos os intervenientes de modo que não existam dúvidas na execução. Quanto mais completo e dotado de informação for o método, existe uma redução no número de erros e atrasos nas tarefas. Com esta proposta de melhoria, o método proposto torna-se mais elucidativo e informativo, de modo a fornecer mais informação a todos os intervenientes. Com toda esta informação, espera-se que os intervenientes entendam melhor o processo de modo a reduzir o número de erros e atrasos na obra.

3.4.CASO III: SUPERFÍCIE COMERCIAL

3.4.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Esta nova metodologia propõe a criação de novas sinaléticas. A criação de sinalética para o material em obra, neste caso para os blocos, permite identificar a dimensão e o tipo de bloco que se encontra em obra. Foram introduzidas imagens ilustrativas associadas aos blocos de modo a haver uma identificação correta do mesmo. Estas imagens ilustrativas permitem distinguir, no mesmo tipo de material, as suas dimensões ou até mesmo o tipo de material. Também se torna mais fácil fazer a contagem de *stock* em estaleiro uma vez que os materiais se encontram identificados e organizados de forma visual e de rápida perceção (Bechar, 2021).

Na Figura 34 encontra-se um exemplo da nova sinalética criada.

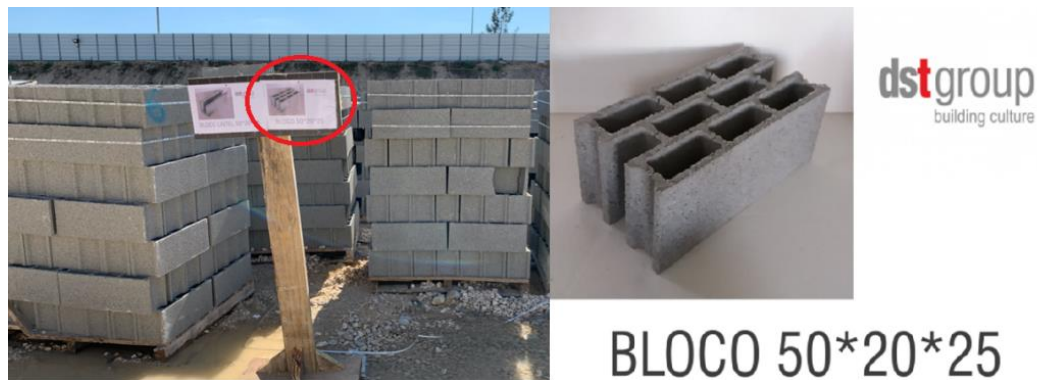


Figura 34 – Nova sinalética criada (Bechar, 2021, fig. 48 e 49)

No seguimento de criação de novas sinaléticas, foi também criada uma pasta de sinaléticas por categoria de fase de obras. Esta pasta é facultada através da intranet como pasta partilhada (Bechar, 2021). Na Figura 35 podemos visualizar algumas das pastas criadas por categoria de fase de obras.

Sinaléticas estaleiro		Procurar em Sinaléticas estaleiro	
Nome	Data de modificação	Tipo	
AVAC	05/07/2021 16:33	Pasta de ficheiros	
Betão armado	05/07/2021 10:38	Pasta de ficheiros	
Eletricidade	05/07/2021 16:33	Pasta de ficheiros	
Instalações hidráulicas	05/07/2021 16:32	Pasta de ficheiros	
Revestimentos Fachada e Cobertura	05/07/2021 16:30	Pasta de ficheiros	
Revestimentos interiores loja	05/07/2021 16:35	Pasta de ficheiros	
Serralharias Ligeiras e Alumínios	05/07/2021 16:32	Pasta de ficheiros	

Figura 35 – Lista de sinaléticas por fase de obra (Bechar, 2021, fig. 50)

Também foi sugerido a reutilização de sinaléticas. As sinaléticas que se encontrarem em bom estado, devem ser limpas e guardadas num espaço criado para as mesmas no contentor ferramenteiro.

Verificou-se também na análise de rendimentos do pavimento em cerâmicos que havia bastante desorganização da zona de trabalho. Foram colocados “big bags” aquando do início de cada atividade, de forma a não haver resíduos espalhados pelo pavimento provenientes da atividade em questão.

Foi sugerido um modelo de controlo de produtividade padronizado para que fosse possível aplicar em todas as obras. Este modelo baseia-se numa ficha de controlo de produtividade onde são registados o número de trabalhadores, horas trabalhadas e quantidade produzida. Esta ficha pode ser elaborada em formato de papel ou no *software Microsoft Excel* (Bechar, 2021).

Na Figura 36 encontra-se um exemplo de uma ficha de controlo de rendimento.

dstgroup building culture			Ficha de controlo de produtividade			
			Atividade: Mês:		$\text{Rendimento} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ mdo} \times \text{n}^{\circ} \text{ horas trabalhadas}}{\text{quantidade produzida}}$	
Dia	Data	Nº mdo	Horas trabalhadas	Quantidade produzida(m2)	Rendimento(H-h/m²)	Observações/condicionantes
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Figura 36 – Ficha de controlo de rendimento (Bechar, 2021, fig. 52)

No seguimento deste modelo, foi sugerido também a criação de um quadro de exposição de stocks para que toda a equipa de obra se envolvesse um pouco mais nesta área. O objetivo deste quadro era expor o *stock* atualizado no material em obra e o seu estado. Esta exposição seria por meio de cores. Estas cores seriam verdes, se o material se encontrar a um nível adequado, e amarelo se fosse necessário solicitar o material. Este quadro ainda incluía mais informações, tais como, “a solicitar” ou “solicitado”, data de entrega prevista e quantidade de material a pedir ou pedido (Bechar, 2021). Na Figura 37 está um exemplo do quadro de exposição de *stocks*.

Controlo de stock de materiais		
Material	Stock atual	Estado
Bloco 50*20*20	10 (paletes)	
Bloco 50*20*25	4 (paletes)	A solicitar (4 paletes) 20/07 

Figura 37 – Exemplo de quadro de exposição de *stocks* (Bechar, 2021, fig. 53)

Foi sugerido na implementação deste modelo uma maior formação dos colaboradores de modo a reforçar a importância das reuniões *kaizen*. Esta formação tem como objetivo sensibilizar os colaboradores a praticarem uma boa comunicação e colaboração com todos os intervenientes (Bechar, 2021).

3.4.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta metodologia, para as atividades de alvenarias de bloco de betão foram implementadas melhorias no método já praticado pela empresa (Bechar, 2021). A criação de sinaléticas é uma das melhorias propostas e revela-se muito útil, não só nesta área, mas em todas as outras. A criação de sinaléticas permite uma identificação do material em obra fácil e rápida. Ao identificar e organizar os materiais desta forma, a verificação das especificações dos mesmos e a organização permitem que haja uma redução ou até mesmo eliminação do tempo gasto durante a execução das atividades na procura dos materiais necessários e até mesmo na movimentação dos mesmos. Em contrapartida, a criação de novas sinaléticas representa gastos de materiais e tempo na criação dos mesmos. É necessário analisar os materiais e tempo gastos na criação de novas sinaléticas. O uso de novos materiais na criação de sinaléticas acrescentam custos extra à obra. De modo a reduzir este custo, sugere-se que a criação de novas sinaléticas seja feita com materiais já existentes em obra de modo a minimizar os custos que podem resultar na execução de novas sinaléticas.

Aproveitando os materiais que representam desperdícios em obra, reduz-se os desperdícios e ainda é acrescentado valor ao processo com a criação de novas sinaléticas de forma a uma fácil e rápida identificação do material em obra.

Consequentemente, foi sugerida a reutilização das mesmas sinaléticas. Esta proposta de melhoria é pouco impactante, mas permite uma redução de tempo na replicação de algumas sinaléticas, reutilizando-as e reduzindo o tempo e materiais gastos nesta atividade. A reutilização de sinaléticas reduz o tempo e os materiais gastos nesta atividade.

A criação de pastas de sinalética por áreas permite verificar quais as sinaléticas existentes, de modo a reutilizá-las noutras atividades ou outras obras. No entanto se for utilizada uma nova sinalética, esta vai ter de ser elaborada pela primeira vez.

No modelo de controlo de produtividade, o registo de indicadores como o número de trabalhadores, horas trabalhadas e quantidade produzida por parte dos trabalhadores revelou-se uma vantagem no controlo de rendimentos apurando as causas de maus desempenhos de atividade. Isto permite um acompanhamento mais frequente da quantidade produzida ao longo da atividade (Bechar, 2021). O controlo de rendimentos, exige transparência por parte dos executores das atividades para na ficha de controlo de produtividade ser calculado o rendimento real. Os trabalhadores têm de estar informados sobre a importância desta ficha e que melhorias pode introduzir no processo. Desta forma, sugere-se sensibilizar e consciencializar os trabalhadores relativamente às vantagens de um registo real dos indicadores na ficha de controlo de produtividade.

Em simultâneo, foi criado um quadro de exposição de *stocks* que informava todos os intervenientes sobre o material, *stock* atual e estado. Este quadro constitui uma vantagem de modo a controlar o de maneira rápida e à vista, evitando a falta de materiais na execução, excesso de *stocks* e pedidos de materiais urgentes devido à informação do estado de solicitação de materiais. Este controlo de *stock* é efetuado pelo *controller* ou pelo ferramenteiro no caso de o *controller* não estar presente (Bechar, 2021). Este quadro também tornaria o controlo de *stocks* mais rápido e simples devido ao quadro estar exposto a todos os intervenientes na obra. O quadro de exposição de *stocks*, além de ser uma ferramenta que complementa o controlo de *stocks* já existente, revela-se uma ferramenta muito útil já que expõe o controlo de *stocks* a todos os intervenientes.

Devido a erros identificados na área de alvenaria de bloco de betão, foi proposto uma maior formação dos colaboradores no sentido de reforçar a importância de reuniões *kaizen* pois existe uma falta de comunicação entre a equipa de obra devido à não realização de reuniões *kaizen* diárias. Assim, estas reuniões contribuíam para a diminuição de erros de execução e desperdícios (Bechar, 2021). A formação sugerida, será sempre difícil pois depende da vontade e da resistência à mudança dos intervenientes. Fazer com que todos os colaboradores se sintam parte do processo de modo a motivar os mesmos, poderá ser um bom ponto de partida.

Na atividade de assentamento de cerâmicos, foi identificado uma falta de organização na zona de trabalho (Bechar, 2021). Devido à grande quantidade de embalagens resultantes desta atividade, foram colocados “*big bags*” junto à zona de trabalho de modo a colocarem os resíduos resultantes nesta atividade nos mesmos, tornando o espaço limpo e organizado e eliminando a atividade de limpeza de embalagens após a execução de assentamentos de cerâmicos.

3.5.CASO IV: UNIDADE INDUSTRIAL PARA REPARAÇÃO DE EQUIPAMENTO

3.5.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Na nova metodologia foi proposta a criação de novas sinaléticas de modo a informar aos intervenientes nas atividades sobre as especificações dos materiais. A criação de sinalética por dimensão e tipo de bloco com imagem ilustrativa associado ao material é uma ferramenta que permite organizar os materiais na obra como referenciado na secção 3.4.1. (Bechar, 2021). Na Figura 38 encontra-se um exemplo da nova sinalética criada.



Figura 38 – Nova sinalética criada (Bechar, 2021, fig. 48 e 49)

A criação de uma pasta com as sinaléticas criadas e a reutilização de sinaléticas foram outras das melhorias propostas. Esta obra é executada pela mesma empresa que executa a obra da secção 2.4. e algumas melhorias propostas são comuns nas duas obras (Bechar, 2021).

Outra das ferramentas propostas foi a introdução de uma caixa de sugestões de 5S devido à falta de partilha de inovações em obra. Esta caixa tem como objetivo a submissão de novas ideias de modo a dinamizar o uso desta ferramenta e as ideias inovadoras de gestão do estaleiro criadas por algumas obras que sejam partilhadas por todas as empreitadas que estas possam usar. Estas novas ideias podem ser submetidas na caixa de sugestões para uma análise posterior por parte do departamento de qualidade (Bechar, 2021). Na Figura 39 encontra-se um exemplo de como seria proposta uma sugestão.

O que é ?	Função?	Como ?	Custo?
Escovas limpa calçado 	Limpeza de calçado	Reutilização de escovas usadas em obra	0

Figura 39 – Proposta de inserção de sugestões (Bechar, 2021, fig. 51)

Outro dos problemas identificados na obra foi o material danificado. O departamento de qualidade informava que eram detetadas não conformidades, mas que estas não eram registadas na plataforma de registo de não conformidades. De forma a combater este problema, foi sugerido que se informatizasse os PMM através do uso de *tablets* de modo a tornar o preenchimento mais simples e prático. Também se sugeriu investir na divulgação e formação da importância do levantamento de não conformidades para uma posterior análise de forma a investigar as causas das não conformidades e reduzir ou eliminar as mesmas. Para isto, teria de haver transparência neste processo (Bechar, 2021).

Foi sugerido também a criação de reuniões entre a equipa de obra, nomeadamente diretores e encarregados de obra para que fossem discutidas, nessas reuniões, algumas oportunidades de melhoria das não conformidades com vista a encontrar alguma ferramenta que permitisse melhorar a transparência no processo de não conformidades (Bechar, 2021).

3.5.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Com a utilização de novas sinaléticas, os materiais estarão devidamente identificados consoante o tipo de material, dimensão e imagem ilustrativa. Este tipo de ferramenta é uma vantagem pois facilita a verificação do material para a tarefa em questão. Estas sinaléticas não deveriam acrescentar custos extras à obra. É sugerido um reaproveitamento dos materiais em obra de forma a criar sinaléticas sem que isso resulte em custos extra para a obra. A reutilização de sinaléticas é também vantajosa de forma que evita uma replicação de novas sinaléticas quando estas já existem. Em consequência disso, existe uma pasta de sinaléticas de forma a auxiliar se estas sinaléticas podem ser reutilizadas.

A criação de uma caixa de sugestões tem o objetivo de recolher novas ideias e inovações por parte de todos os intervenientes da obra. Esta caixa ajuda a que todos intervenientes se sintam parte do processo e aproveita as capacidades dos mesmos para aplicar novas ideias e inovações na obra.

Quanto ao material danificado, o preenchimento de PMM tem como objetivo identificar antecipadamente o material que se encontra danificado de modo a encontrar uma solução prévia. O uso de tablets torna o preenchimento das PMM simples e prático. Posteriormente, o uso destes *tablets* também poderia ser incorporado noutros processos, acelerando-os e permitindo um uso mais prático e moderno da tecnologia incorporada (Bechar, 2021).

Quanto ao uso de *tablets*, apesar de ser fácil e prático, exige um investimento em equipamentos eletrónicos e o uso dos mesmos pode não ser bem aceite por parte de todos os intervenientes. Uma solução adaptada ao uso de tablets em que se simplificasse o método de preenchimento das PMM provavelmente seria ainda mais fácil e prático e reduz o risco de resistência à mudança por parte dos intervenientes. Desta forma, sugere-se que o registo das PPM seja feito através de fichas em formato físico de modo que todos os trabalhadores possam fazer o registo das mesmas sem haver entraves. Espera-se que esta medida se traduza numa maior transparência do processo.

Como eram detetadas não conformidades não registadas, foi proposto também a criação de reuniões de equipa de obra com o objetivo de arranjar soluções para o registo de não conformidades (Bechar, 2021). O registo das não conformidades deve ser transparente de modo que sejam investigadas as suas causas para que estas fossem diminuídas ou eliminadas.

3.6. CASO V: LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE LISBOA-MADRID

3.6.1. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta sugere a criação de ferramentas, tais como, um mapa de controlo semanal e PTR (Coutinho, 2011).

O mapa de controlo semanal é sugerido como uma melhoria do sistema de gestão de segurança. Este mapa prevê trabalhos a realizar na semana seguinte. Assim, nas reuniões de planeamento, deve-se preencher o mapa de controlo semanal com os constrangimentos detetados na zona de verificação dos riscos de arranque da atividade. Este mapa é constituído por seis secções. A primeira secção corresponde ao número da semana e as datas correspondentes, não esquecendo que a semana a analisar na reunião deve ser a semana de trabalho seguinte. A segunda secção contém a descrição da atividade, sendo atribuído um número à mesma, responsável pela execução e local onde esta decorre. Na terceira secção encontra-se a data de execução da atividade na semana correspondente. Na quarta secção, encontram-se os pré-requisitos que cada atividade tem, tais como, atividades precedentes cuja conclusão é necessária, existência de materiais, mão de obra e equipamentos necessários à realização da tarefa, verificação do projeto e espaço onde esta atividade decorre.

Na quinta secção, temos a verificação de segurança que fazem as atividades a realizar corresponder com os trabalhos previstos no PSS, verificação do procedimento específico de segurança e identificação de perigos da atividade. Nesta secção também existe uma verificação sobre a formação e informação necessária para a realização da atividade, EPI's e EPC's. Na secção seis, é feita a avaliação dos riscos para o início da atividade. Nesta secção, existe o campo de controlo que é preenchido com a cor verde se a atividade não tiver riscos associados, amarelo se a atividade tiver riscos associados, mas que possam ser colmatados antes do arranque da mesma e vermelho se não estiverem reunidas as condições necessárias para o arranque da atividade. Ainda existe um campo que permite medir a evolução do planeamento e apontar as razões para a não conclusão dos trabalhos (Coutinho, 2011). Na Figura 40 encontra-se um exemplo do mapa de controlo semanal.

Lote: _____
 Localização: _____
 Nº Semana: _____ Semana: ____/____/____

Descrição da actividade a conduzir na semana			Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																									
Nº Semana	Nº Actividade	Responsável de Execução	Realização					Obra					Segurança					Avaliação										
			Local	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	Material	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condições existentes	Recursos especiais	Existência da actividade no PSS	PES aprovado	IPAC/D aprovado	ERP distribuída	Formação dada	Protecção colectiva	EPI's necessários	Controlo	Explicação dos riscos	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												

Figura 40 – Mapa de controlo semanal (Coutinho, 2011, fig. 19)

Após o preenchimento do mapa de controlo semanal, na semana seguinte, é preenchido o campo de conclusão de atividade, especificando se as atividades foram realizadas no prazo estimado. Para o controlo da semana ser positivo, a percentagem de trabalho realizado na atividade em questão tem de ser igual ou superior à estimada na seguinte. No caso de ser negativo, são apuradas as razões para a não conclusão da mesma (Coutinho, 2011).

Foi criado também o PTR. Esta ferramenta consiste e comparar o trabalho realizado com o trabalho previsto nessa semana, analisando a fluidez da obra e indicando se os recursos que são disponibilizados são suficientes ou se estão bem alocados. Quanto maior for o PTR, maior é a produtividade e menor é a imprevisibilidade da semana (Coutinho, 2011).

Na Figura 41 está representado a fórmula do PTR e a secção de controlo no mapa de controlo semanal.

[illegible]

Figura 41 – Mapa de controlo semanal – controlo e PTR (Adaptado de Coutinho, 2011, fig. 20)

3.6.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Esta metodologia baseia-se na aplicação de um mapa de controlo semanal para a segurança e produção da empreitada. Começou-se por fazer uma correspondência das datas com as atividades a realizar de modo a efetuar uma melhor previsão de desperdícios no controlo semanal. Após esta correspondência, é preenchido o mapa de controlo semanal para cada semana de empreitada, considerando-se a existência de riscos possíveis e correntes da atividade de construção em questão (Coutinho, 2011). Este mapa deve conter as atividades descritas com o maior pormenor possível para uma melhor qualificação e prevenção de riscos. No final da semana, o mapa deve ser completado de forma a analisar a semana que decorreu. O Mapa de Controlo Semanal tem como objetivo evidenciar antecipadamente as condições a garantir para que as atividades se possam iniciar. Na produção, o Mapa de Controlo Semanal trata de garantir que estão disponíveis os materiais necessários, a mão de obra, os equipamentos adequados, conformidade dos desenhos, espaço disponível para a execução da atividade, se existe algo que condicione a atividade ou se são necessários recursos especiais.

Na Segurança, o Mapa de Controlo Semanal trata de garantir que o PSS se encontra em conformidade, todos os documentos de prevenção de segurança exigidos se encontram regularizados, EPI's e EPC's em bom estado de utilização e a aprovação do PES da IPARCD. Após este passo, procede-se à identificação dos perigos e riscos que podem ocorrer na atividade em questão. Com isto, pretende-se identificar as falhas de segurança que podem ocorrer e que, consequentemente, podem causar atrasos na progressão da empreitada. Em cada semana apura-se se estão satisfeitas as exigências de produção e segurança para se iniciar a atividade (Coutinho, 2011).

O Mapa de Controle Semanal trata-se de uma ferramenta de informação para uma análise posterior, por isso deveria conter toda a informação possível de modo a facilitar a interpretação de todos os intervenientes. Nota-se a falta de outra ferramenta de gestão visual que permitam informar os intervenientes acerca de todas as especificidades das atividades.

No controlo, trata-se de analisar a semana anterior, analisando se as atividades planeadas foram cumpridas, razões de não conclusão de atividades e PTR (Coutinho, 2011).

Este controlo é visto como uma ferramenta de controlo com o objetivo de controlar o andamento da empreitada através do PTR e analisar as razões de não conclusão de atividades de forma a encontrar soluções para o erro não ser repetido.

No sentido de auxiliar as reuniões no preenchimento do mapa de produção semanal, sugere-se a criação de uma ferramenta visual de modo a auxiliar as reuniões de planeamento. A criação de um quadro nas reuniões de planeamento semanal que contém o mapa de controlo semanal e a secção de controlo e PTR. A criação deste quadro vai ajudar todos os intervenientes a visualizarem o plano nas reuniões semanais, a discutir e analisar o que correu menos bem. O quadro consiste apenas no Mapa de Controlo Semanal para análise da semana que decorreu e preenchimento do mapa de controlo semanal para a semana seguinte. Através da visualização do quadro, deve ser discutido o PTR da semana anterior, as atividades que não foram concluídas e analisar as mesmas de modo a serem concluídas o mais rápido possível. No planeamento da semana seguinte, devem ser discutidas as atividades a incluir no plano e a verificação dos riscos das atividades. A introdução deste quadro nas reuniões elucida e esclarece todos os intervenientes, promovendo a interação e cooperação entre todos.

3.7.CASO VI: POSTO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS DE COIMBRA

3.7.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Nesta metodologia foi elaborado um planeamento, que se trata de um sistema *pull*, em que o dono de obra define a data de conclusão dos trabalhos, fazendo com que todas as atividades planeadas estejam interligadas do início ao fim da obra. É elaborado um gráfico de *Gantt*, no software *Microsoft Project*, tendo em conta a duração e as precedências de cada atividade. Este gráfico pode englobar também as datas para entrega de equipamentos ou atividades externas. Quando existe um atraso na execução de uma atividade, o planeamento é atualizado automaticamente de acordo com as novas datas dessa atividade. Neste planeamento, é analisado também a percentagem de cada atividade e é comparada com a *baseline* inicial na determinação do atraso da atividade (Mendonça, 2009). Na Figura 42 encontra-se um gráfico do planeamento aprovado.

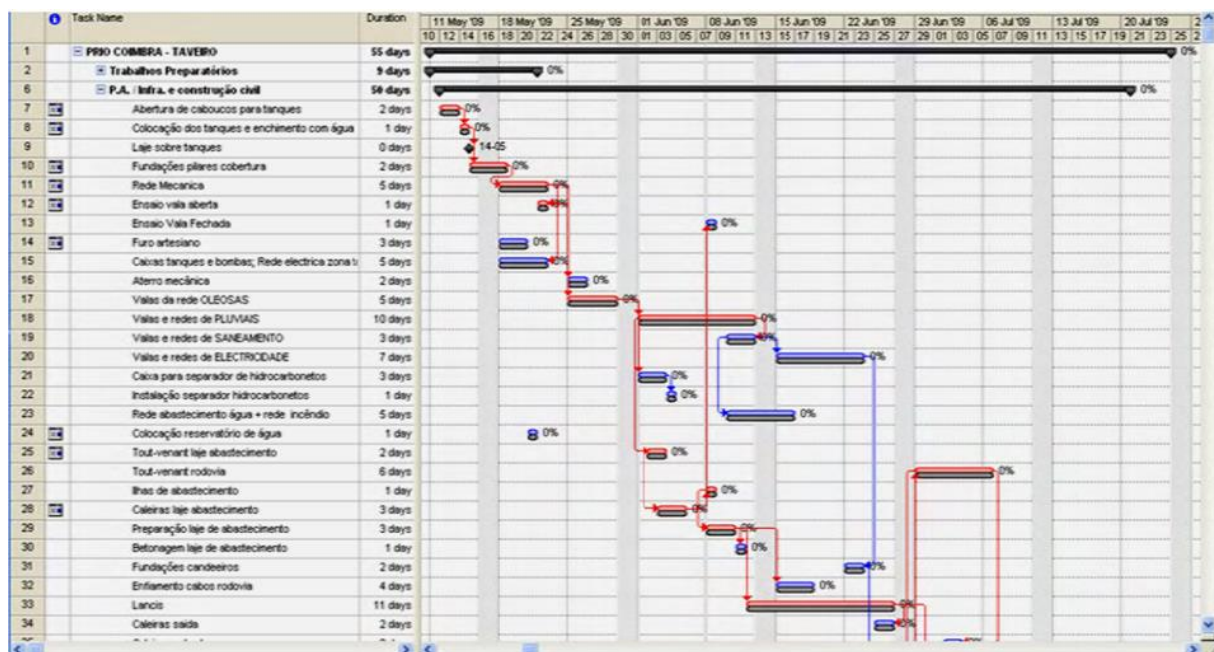


Figura 42 – Diagrama de *Gantt* da obra de Coimbra – Taveiro (Mendonça, 2009, fig. 19)

Através do software Microsoft Project, foi calculado o caminho crítico que define a duração total da obra. Encontra-se representado na Figura 42 a vermelho (Mendonça, 2009).

Foi criado um mapa de controlo semanal de forma a analisar as atividades a executar a curto prazo. É realizada uma reunião semanal e com o auxílio do mapa de controlo semanal, as atividades executadas na semana em questão e as atividades a executar na semana seguinte são analisadas. O mapa de controlo semanal contém seis secções. Na primeira secção, encontra-se o número da semana e as datas correspondentes. Na segunda secção encontra-se a descrição da atividade em questão, quem a executa e o local onde a mesma decorre. A terceira secção corresponde à data de execução da atividade durante a semana. Na quarta secção são analisadas as atividades precedentes para que as atividades da semana possam ser executadas. Existe também uma verificação de materiais, mão de obra e equipamento necessários na execução da tarefa. Por último, existe um espaço onde se pode colocar os fatores externos que condicionam a atividade. Na secção 5 encontra-se a verificação de segurança. Esta secção verifica se as atividades correspondem com os trabalhos previstos no PSS e com o mapa de aprovação de materiais.

Na secção seis faz-se a avaliação dos riscos para o início da execução da atividade. Nesta secção, existem três cores que podem ser atribuídas (Mendonça, 2009):

- Verde, se a atividade não tiver riscos associados na sua execução;
- Amarelo, se a atividade tiver riscos que podem ser colmatados antes do início da sua execução;
- Vermelho, se a atividade não puder ser executada por não estarem reunidas todas as condições de execução.

Na Figura 43 podemos visualizar um exemplo de um mapa de controlo semanal.

Mapa de Controlo Semanal

Obra: PA012 - Coimbra Taveiro

Nº Semana: __ Semana: __/__/2009 a __/__/2009

Descrição actividades a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de arranque da actividade														
Nº Semana	Nº	Actividade	Entidade executante	Local	Data					Obra			Segurança	Qualidade	Avaliação				
					2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	Nº actividade precedente	Materiais	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condições Externas	Existência da actividade no PSS	Aprovação dos materiais
	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
	6																		
	7																		
	8																		
	9																		
	10																		

Figura 43 – Mapa de controlo semanal (Mendonça, 2009, fig. 20)

Também existe um controlo das atividades executadas. Depois da atividade concluída, é preenchido o campo de conclusão da atividade, analisando se a mesma foi executada dentro do prazo estipulado. Em caso da atividade não ter sido executada no tempo estipulado, são descritas as razões para a não conclusão da mesma. A introdução do indicador PPC é importante na medida de estipular quais as atividades concluídas. Quanto mais alto for o PPC, maior é a produtividade e menor é a imprevisibilidade (Mendonça, 2009).

Na Figura 44 encontra-se um exemplo do controlo e registo do PPC efetuado no mapa de controlo semanal.

[illegible]

Figura 44 – Mapa de controlo semanal – controlo e PPC (Mendonça, 2009, fig. 21)

Foi criado um mapa de aprovisionamentos, tendo em conta a filosofia *Just in Time*. Este mapa foi criado considerando todos os empreiteiros e equipamentos possíveis. Este mapa encontra-se dividido em sete secções. Na primeira secção encontra-se o nome da obra, data de início e duração da mesma. A segunda secção corresponde à divisão da obra por especialidades. Na terceira secção, encontra-se a descrição e modelo dos equipamentos a instalar ou empreitadas a executar. Na quarta secção, é feito o controlo de custos com preços de referência, preço unitário do fornecedor e o preço total de cada artigo. Na secção cinco encontra-se a quantidade e designação do fornecedor para cada artigo. As secções seis e sete definem as datas chave para que as adjudicações e aprovisionamentos ocorram dentro do previsto. Na secção seis encontra-se o tempo de aprovisionamento, data de adjudicação e data de entrada em obra. A secção sete é preenchida com cores (Mendonça, 2009):

- Verde - a adjudicação está dentro do prazo;
- Amarelo – a adjudicação deve ser efetuada nessa semana;
- Vermelho – o prazo de adjudicação terminou.

Mapa de Aprovisionamento															
Obra PA012 - Coimbra Taveiro															
Data início obra 11-05-2009															
Duração obra 2,5 meses															
Especialidade	IMO	Designação	Descrição	Modelo	Preço referência	Peço unitário	Preço total	UN	QT	Fornecor	Tempo aprovl.	Data adjudicação	Data entrada obra	Controle	
Total de reservatórios															
Reservatórios	401	Reservatórios Combustível	40 000 L					vg			21		11-05-2009		
			40 000 L (20-20)					vg			21		11-05-2009		
			50 000 L (40+10)					vg			21		11-05-2009		
			50 000 L (30-20)					vg			21		11-05-2009		
			60 000 L					vg			21		11-05-2009		
			60 000 L (50+10)				0	vg	1		21		11-05-2009		
			60 000 L (40-20)					vg			21		11-05-2009		
			60 000 L (30-20+10)					vg			21		11-05-2009		
			60 000 L (30+15-15)					0	vg	1		21		11-05-2009	
			Enchimento dos reservatórios com água					0	vg	1		9		14-05-2009	
402	Reservatório água apto 10 000 L	Reservatório água apto 10 000 L					0	vg	1		21		11-05-2009		
Total de mecânica															
Mecânica	501	Rede mecânica	Rede mecânica					0	Vg	1		7		14-05-2009	
		3,0 l/s							un			14		04-06-2009	
	502	Separador Hidrocarbonetos	6,0 l/s					0	un	2		14		04-06-2009	
		Sonda alarme acústico luminoso						0	un	2		14		04-06-2009	
	503	Compressor + Rede Ar	Rede ar					0	Vg	1		7		14-05-2009	
		Compressor						0	vg	1		7		14-05-2009	

Figura 45 – Mapa de aprovisionamentos (Mendonça, 2009, fig. 22)

Como consequência do *Last Planner System*, foi criado um mapa de falhas. As falhas detetadas pelo mapa de controlo semanal são registadas no mapa de falhas. Este mapa deve ser um documento disponível para todos os intervenientes e sujeito a melhorias em cada obra.

O mapa está dividido em três secções. Na primeira secção está a descrição de cada atividade com o objetivo de fazer a ligação entre este mapa e o mapa de controlo semanal. A segunda secção corresponde às obras concluídas, onde se registam as falhas ocorridas em cada atividade e as consequências dessas mesmas falhas. Na última secção, está a análise feita durante a construção da obra. São descritas as correções efetuadas com base em obras anteriores, de modo a não se repetirem os mesmos erros. Esta secção também contém a análise feita às falhas não prevenidas em obra e após uma análise, são registadas as melhorias de modo a evitar novas falhas. Quando a obra é concluída, deve ser transferida para a segunda secção interligando as falhas prevenidas e as melhorias efetuadas com uma nova obra (Mendonça, 2009). Na Figura 46 encontra-se um exemplo do mapa de falhas.

Mapa de falhas		Obra x		Obra y		Obra a construir			
Atividades	Empreitada	Falha	Consequência	Falha	Consequência	Falhas prevenidas	Falha	Consequência	Melhorias
1 Infraestruturas									
1.1 Estaleiro	Construção civil								
1.2 Vedação	Construção civil								
1.3 Demolições	Construção civil								
1.4 Execução de furo captação de água	Furo								
1.5 Escavação para fundações	Construção civil								
1.6 Fundações especiais - ilha	Micro-estacas								
1.7 Colocação dos chumbadouros	Construção civil								
1.8 Fornecimento dos reservatórios	Aquisição								
1.9 Vala para tanques	Construção civil								
1.10 Laje sob os tanques	Construção civil								
1.11 Colocação dos tanques/enchimento com água/aterro com areia	Construção civil								
1.12 Laje sobre os tanques	Construção civil								
1.13 Valas da rede mecânica	Construção civil								
1.14 Valas e redes pluviais oleosas e saneamento	Construção civil								
1.15 Valas e rede electricidade	Construção civil								
1.16 Estrutura metálica da ilha	Estrutura metálica								
1.17 Cobertura metálica da ilha	Estrutura metálica								
1.18 Fornecimento de separador de hidrocarbonetos	Aquisição								
1.19 Montagem de separador de hidrocarbonetos	Construção civil								
1.20 Montagem das tampas dos tanques	Construção civil								
1.21 Rede água e rede de incêndio	Construção civil								

Figura 46 – Mapa de falhas (Mendonça, 2009, fig. 24)

Foi sugerido um mapa de licenças de modo a tentar fazer a gestão do processo de licenças desde o pedido até à obtenção da licença. Este mapa além de ser uma *checklist* relativamente às licenças e certificados a obter, também serve para controlar a validade das mesmas. Este mapa é constituído por três secções. A primeira secção faz referência ao código interno da obra e à sua denominação, designação da licença e entidade responsável pela sua emissão. A segunda secção corresponde ao pedido de licença em causa que inclui a data do pedido de emissão da licença e o prazo de resposta da entidade externa. Esta secção ainda inclui um campo de controlo com três cores. Essas cores são (Mendonça, 2009):

- Verde – a resposta do pedido encontra-se dentro do prazo;
- Amarelo – a resposta para o pedido encontra-se a 2/3 do fim do prazo;
- Vermelho – o prazo de resposta terminou.

Na terceira secção encontram-se as informações relativas às licenças ou certificados. Esta secção inclui a data em que foi emitida a licença, o código da licença e um campo de controlo. O controlo é feito através de cores (Mendonça, 2009):

- Verde – a licença encontra-se válida;
- Amarelo – a licença encontra-se válida por mais um ano;
- Vermelho – a licença caducou.

Na Figura 47 encontra-se um exemplo do mapa de licenças.

Posto	Designação	Entidade	Legislação	Data Pedido	Prazo (dias)	Controlo	Data emissão	Nº da licença	Validade (anos)	Controlo	Notas
PAXXX	Obra YYY										
PAXXX	Certificado Instalação Eléctrica	Certiel / Ministério da Economia e Inovação									
PAXXX	Vistoria ISQ	ISQ									
PAXXX	Certificado ITED	ITED / Instalador									
PAXXX	Exploração	CM / Ministério da Economia e Inovação									
PAXXX	Utilização	CM									
PAXXX	Recursos Hídricos (Furo)	CCDR									
PAXXX	Águas	SMAS									
PAXXX	Utilização sonora do alarme intrusão	Governador Civil									
PAXXX	Compressor	DREC									
PAXXX	Comissão Nacional de Protecção de Dados (CCTV)	CNPD									
PAXXX	Pedido de emissão horário	CM									
PAXXX	Imagem	Câmara									

Figura 47 – Mapa de licenças (Mendonça, 2009, fig. 25)

A metodologia proposta também se concentra na padronização e simplificação de processos, visando a redução do tempo de execução. Estes processos devem ser revistos no início da obra ou no início de cada atividade, aproveitando a experiência de todos os intervenientes. A transparência também deve fazer parte desta metodologia. A disponibilização da informação a todos os intervenientes reduz o risco de más interpretações. A criação de parcerias com os fornecedores traz benefícios para a entidade executante e fornecedor de modo a acrescentar valor, aumentando a qualidade e a durabilidade de equipamentos/serviços (Mendonça, 2009).

Deste modo, com a ajuda de um planeamento viável, de um sistema de controlo e medição de progressos, consegue-se atuar perante os problemas previstos e eliminar o risco de falha em cada atividade mesmo antes de começar (Mendonça, 2009).

3.7.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta metodologia, a introdução de um mapa de controlo semanal permite analisar as definições de projeto, dependências entre atividades, trabalhos preparatórios e questões técnicas de cada atividade a executar na semana seguinte. É segundo estes parâmetros que é preenchido o mapa de controlo semanal (Mendonça, 2009). Este mapa constitui uma vantagem para o planeamento da obra pois engloba todas as informações necessárias para precaver problemas que possam atrasar o início das atividades. Este mapa é complementado pelo mapa de aprovisionamentos, mapa de falhas e mapa de licenças. No mapa de controlo semanal, existe uma secção de controlo que permite controlar o andamento da obra.

A análise do PPC e as razões para não conclusão de atividades são os dois indicadores que permitem controlar o andamento da obra e evitar que os erros cometidos se repitam. O PPC teve uma média de 58% o que quer dizer que o executado não correspondeu ao planeamento inicial. As razões para o PPC ser baixo prendem-se com a falta de materiais, mão de obra e problemas com os equipamentos contribuíram para que o PPC registado fosse tão baixo (Mendonça, 2009). De modo a solucionar a falta de materiais, sugere-se uma ficha de registo de encomenda e receção de materiais de modo a precaver a falta de materiais para as atividades a realizar. A falta de materiais em obra nem sempre está relacionada com a ausência de um registo de encomenda e receção de materiais. No entanto, a criação desta ficha previne os problemas que se prendem com a desorganização por parte da empresa da encomenda e receção dos materiais.

Com introdução desta ficha de encomenda e receção de materiais, é esperado uma redução no tempo de espera por falta de materiais. Esta ficha tem como objetivo reduzir número de atividades não concluídas de modo a aumentar o PPC.

Foi introduzido um mapa de aprovisionamentos de forma a fazer um registo de todos os equipamentos que podem ser utilizados na obra. Este mapa permite visualizar o tempo de aprovisionamento do equipamento e a data de entrada em obra para uma correspondência direta da especialidade e da atividade no planeamento.

No mapa de falhas, são registadas todas as falhas ocorridas em cada atividade registada pelo mapa de controlo semanal. O objetivo deste mapa é analisar as falhas ocorridas para que estas não voltem a acontecer. Este mapa contribuiu para que nesta obra, em comparação com as obras anteriores, houvesse uma redução do número de falhas ocorridas e um aumento do número de falhas prevenidas. Com esta redução, também houve consequentemente uma redução de custos, mas estes custos são de difícil contabilização já que, normalmente, são da responsabilidade dos executantes, não acrescentando custo total à obra (Mendonça, 2009).

Foi criado também um mapa de licenças com o objetivo de fazer a gestão do processo de licenciamento desde o pedido até à obtenção da licença. Para além deste mapa funcionar como uma *checklist* de licenças e certificados a obter, também funciona no âmbito de controlar a validade das licenças pedidas.

A padronização e simplificação de processos foi alcançada visto que na última obra, no total de seis obras, houve uma redução de falhas ocorridas e a redução de custos de faturação pelos dias de atraso na conclusão de obras. Visto que a chefia desta obra apenas olhava a custos e prazos, o objetivo foi alcançado, havendo ainda espaço para melhorias (Mendonça, 2009).

3.8. CASO VII: REPARAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE UMA ESTRADA

3.8.1. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta é a implementação do modelo *Last Planner System*. Foi elaborado um plano semanal e um plano mensal com o auxílio do *software Microsoft Excel*. O plano semanal contém as atividades previstas para a semana, a sua localização, objetivo a cumprir na semana, dias de execução das atividades, responsáveis da atividade e as causas de não conclusão de atividades. No final de cada semana, é feita uma análise das causas de não conclusão das atividades (Ferreira, 2014).

Na Figura 48 encontra-se um protótipo do plano semanal.

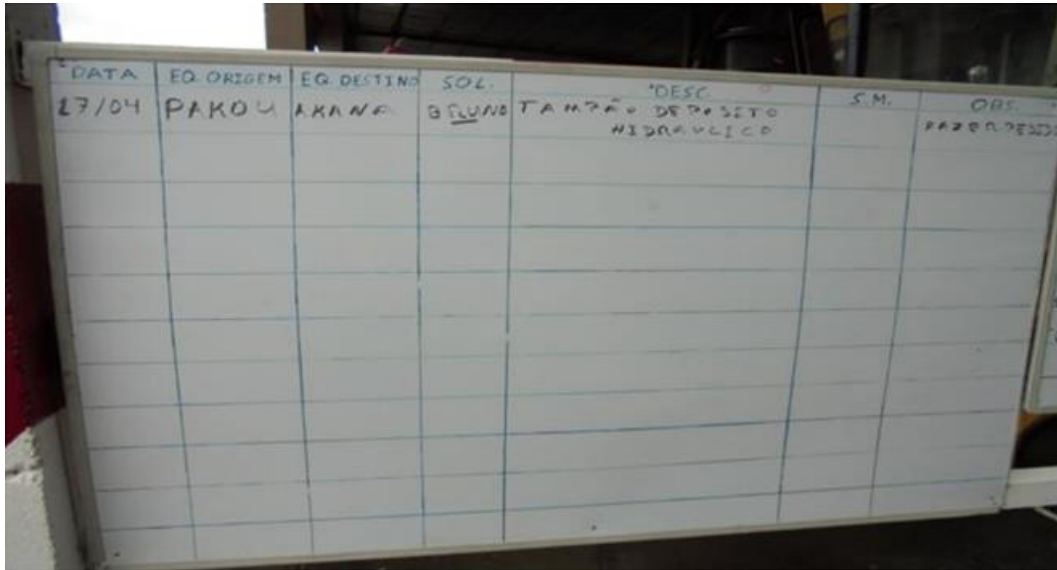
Planeamento Semanal														Estrada	Evo
Semana 22 24-mai-14															
Motivos não concluído														Total unidades:	16
1. Omissões (Plan)														Atividades concluídas:	0
2. Falta equipamento (Manque equip.)														% Planeamento cumprido	
3. Duzentos (Dizites)															
4. Mão de obra (Main d'oeuvre)															
5. Sugerência (Sugerece)															
6. Atividades dependentes (Act. Dependentes)															
7. Alteração de sequência (Changement séquence)															
8. Falta de material (Manque matériel)															
9. Acréscimo de atividades (Activités extra)															
10. Alteração de projeto (Changement Projet)															
11. Falta mecânica (panne)															
12. Falta receção (Manque réception)															
Nº	Atividade	Pk Début Pk Fin	Objetivo	Responsável	24 25 26 27 28 29 30							Concluída?			
					ab	dom	seg	ter	qua	qui	sex	Real	%	?	Motivos para não conclusão / Observações
1	Décapage	Pk 7+525 Pk 8+000	475 m	Ibrahim			X	X							
2	Deblai mis en remblai	Pk 7+825 Pk 8+100	275 m	Ibrahim					X	X	X				
				Eric											
3	Aterro (Deblai)	Pk 20+000 Pk 22+600	2.600 m	Kijji			X	X	X	X	X				
4	Fundação sable jaune (h=0,30m)	Pk 24+975 Pk 25+212	237 m	Kijji				X							
5	Fundação sable jaune (h=0,30m)	Pk 23+500 Pk 24+025	525 m	Kijji					X	X					
6	Couche de base en T.V.C (h=0,20 m)	Pk 24+975 Pk 25+212	237 m	Kijji				X							
7	Couche de base en T.V.C (h=0,20 m)	Pk 23+500 Pk 24+025	525 m	Kijji					X	X					

Figura 48 – Protótipo do plano semanal (Ferreira, 2014, fig. 13)

O procedimento é efetuado em cinco fases. A primeira é uma reunião de planeamento com a participação do departamento de logística, encarregado geral da obra e encarregados de frente de obra para preencher e completar o plano semanal. Na segunda fase, a atualização do quadro de gestão global da obra é feita pelo departamento técnico, ou seja, este departamento trata de afixar o plano semanal na sala de reuniões e preencher o plano mensal. Na fase três, é feita uma atualização do quadro de gestão visual nas frentes de obra. O encarregado geral entrega o plano semanal aos encarregados de frente de obra no início de cada semana. Na quarta fase é feito um levantamento diário do estado das atividades pelo encarregado geral e a sua equipa. Na quinta fase, o encarregado geral entrega o plano semanal devidamente preenchido ao departamento técnico para análise dos motivos de não cumprimento das atividades planeadas. Visto que este método de planeamento é novo na empresa, procedeu-se a uma formação no terreno a todos os intervenientes. As reuniões do novo plano realizam-se às sextas-feiras para avaliação da semana e elaboração do plano para a semana seguinte. Toda a informação deste novo plano foi colocada estrategicamente na sala de reuniões para que todos os intervenientes pudessem visualizar o plano (Ferreira, 2014).

Na manutenção, foi criado um quadro de gestão visual para combater a movimentação de peças de um equipamento para o outro. Este quadro contém a data de troca, o equipamento de onde a peça foi retirada e equipamento onde foi colocado, designação do material, responsável que efetuou e o número da solicitação do material. O chefe da manutenção trata de verificar os vales das peças e proceder ao pedido de encomenda caso a peça ainda não tenha sido feita. Este quadro foi instalado numa zona de maior movimento da oficina de modo a permitir a visualização dos diferentes responsáveis (Ferreira, 2014).

Na Figura 49 encontra-se um exemplo do quadro de gestão visual.



DATA	EQ. ORIGEM	EQ. DESTINO	SOL.	DESC.	S.M.	QBS.
17/04	PAKOU	AKANA	BRUNO	TAMPA	DEPÓSITO	HIDRAULICO

Figura 49 – Quadro de gestão visual (Ferreira, 2014, fig. 19)

Na sala dos encarregados da mecânica leve e pesada foi colocado um quadro de gestão visual de alocação de peças. Este quadro contém o equipamento que se encontra em reparação, os mecânicos atribuídos à reparação do mesmo, estado da reparação e se foi efetuado o pedido de material necessário (Ferreira, 2014).

Foi também elaborado um plano de trabalho para as inspeções mecânicas. O plano é elaborado por secções tendo em conta o percurso à volta das máquinas, a identificação da máquina, o tempo estimado que o colaborador tem para realizar a inspeção e a identificação visual das não conformidades. Este plano é entregue a um mecânico e o mesmo verifica a sua conformidade e no final da inspeção, o plano é entregue ao encarregado para este confirmar a sua inspeção (Ferreira, 2014).

Na Figura 50 encontra-se um exemplo do plano de inspeção mecânica.

			INSPEÇÃO VISUAL MECÂNICA (20 minutos)	
NÚMERO	AJUDA VISUAL	ITENS	OK	NGK
1		Pneus / Suspensão / Travões Verificar Pneus (Pressão de ar, Cortes e Desgaste) Verificar Travões (fugas e desgaste calços) Verificar Suspensões (Estados das molas, Barras em V e Casquilos)		
2		Transmissão / Motor Verificar fugas de óleo no bloco e na caixa de transmissão e diferencial Verificar Correia Nível de água e óleo Diferenciais e eixos de transmissão sem fissuras Verificar fugas de ar Verificar Ruído em funcionamento Verificar se a colmeia do radiador está suja Aquecimento excessivo		
2 b)		Sistema Hidráulico Vazamentos e Conexões Verificar Mangueiras e válvulas Fazer teste do sistema Hidráulico		
2 c)		Material Rodante Folga das Esteiras, peças soltas ou quebradas Verificar fugas e estado dos roletes Verificar Elos, Pinos e Bucha		
3		Segurança e Carroçaria Verificar Parachoques e chaparia Verificar Desempenhimento por baixo do veículo Verificar desgaste das fendas Verificar funcionamento de luzes e piscas Verificar presença de parafusos no chassi		
4		Teste da Viatura na Cabine Verificar vidros Verificar cinto de segurança Verificar buzina / painel de controlo e Limpa Parbrisas Verificar direcção, Travão de mão e travão de pé Testes Caixa das velocidades e embraiagem, Arranque em 1ª e Arranque em Marcha atrás		

Figura 50 – Plano de inspeção mecânica (Ferreira, 2014, anexo E)

Foi sugerido também a criação de uma rampa no local onde os veículos da frente de obra ficavam estacionados no fim do dia. Esta rampa foi construída com material existente em obra e foi colocado um contentor para a colocação de óleos. Estas duas medidas implementadas tinham como objetivo efetuar a lavagem e lubrificação de equipamentos. Como auxílio a esta implementação, foi elaborado uma programação da rampa semanal. Esta programação tinha como objetivo planear o tipo de máquinas e o número de veículos que seria necessário alocar na rampa (Ferreira, 2014).

Na logística, foi introduzido um novo procedimento para o levantamento do material por parte da manutenção. Com este procedimento, todo o material pedido para máquinas paradas é guardado em caixas específicas. Aquando da receção do material para máquinas paradas, o armazém informa a manutenção da chegada do material para aplicação direta. Existe um prazo de 30 dias para o material ser levantado. Caso a data seja ultrapassada, o material é guardado no armazém. As caixas onde o material é guardado contêm o nome do equipamento a que se destina e a data de chegada do material. Foi também colocado um quadro em frente ao balcão do armazém onde são efetuados os pedidos e levantamentos do material. No interior do armazém foi colocado um quadro de monitorização dos materiais destinados aos subempreiteiros.

Neste quadro constam os diâmetros de ferro e os diferentes tipos de madeira. Nas partes laterais do quadro foram introduzidos o *stock* mínimo para cada posição e o padrão de trabalho para esta atividade (Ferreira, 2014).

Na central de britagem foram criadas três equipas de trabalho: a do arranque do dia, a da manutenção e a do turno da noite. Estas equipas foram criadas pois verificou-se esperas dos colaboradores pelas ordens de trabalho, pela verificação do encarregado de trabalho e pela matéria-prima para alimentar a britadora (Ferreira, 2014).

Na frente de obra, foram identificados alguns desperdícios na colocação do granulado. A tampa da caçamba do camião abria totalmente quando era necessário apenas uma abertura parcial. No sentido de melhorar este aspeto, a tampa da caçamba foi substituída por uma tampa que permitisse que o material fosse despejado pela para desejada. Esta tampa foi construída com material já existente na obra. O outro desperdício identificado foi na colocação de *bi-couche*. O camião colocava a *bi-couche* em longas distâncias apenas num sentido. Toda a viagem de volta ao estaleiro representava um *muda* de movimento. De modo a eliminar este desperdício, foi sugerido a colocação de *bi-couche* numa das bermas e colocação de *bi-couche* na berma contrária na viagem de volta ao estaleiro (Ferreira, 2014). Na Figura 51 encontra-se um esquema exemplificativo desta melhoria.

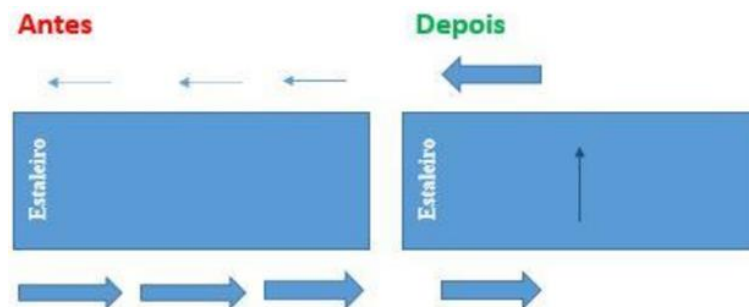


Figura 51 – Percurso de colocação de *bi-couche* (Ferreira, 2014, fig.33)

Na colocação do lancil, foi utilizada a ferramenta 5S. Com esta ferramenta, consciencializou-se os subempreiteiros a informarem o transportador do material proveniente do estaleiro a colocar o mesmo de forma organizada em locais onde não obstruísse a realização da tarefa. Os materiais devem ser colocados em sítios que estejam ao alcance dos colaboradores de forma a facilitar o transporte. Foi criada também uma ferramenta de modo a facilitar o transporte e colocação dos lancis. Esta ferramenta foi criada com materiais já existentes em obra (Ferreira, 2014). Na Figura 52 encontra-se a ferramenta criada para a colocação dos lancis.



Figura 52 – Pega de lancis (Ferreira, 2014, fig. 36)

As ferramentas mais utilizadas nesta metodologia proposta foram o 5S, *kaizen*, planeamento e controlo das atividades, gestão visual e padronização de trabalho (Ferreira, 2014).

3.8.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Na implementação desta nova metodologia, no planeamento, o planeamento semanal e o planeamento mensal deveriam representar uma vantagem como ferramentas de informação e melhor perceção do plano de trabalhos. Mas como a estratégia de construção não é realizada de acordo com os princípios do *Last Planner System*, o planeamento proposto não tem os resultados esperados. No entanto, devido a fatores climáticos, muita das atividades não eram executadas e isso era refletido numa constante frustração por parte da equipa de produção. O departamento técnico insistia em colocar atividades atrasadas no planeamento, mesmo sabendo que estas não iam ser executadas (Ferreira, 2014).

Isto resulta num planeamento irrealista e num PPC baixo. De modo a contribuir para um planeamento mais realista, sugere-se um novo Planeamento Semanal, adaptado ao Planeamento Semanal existente. Neste novo Planeamento Semanal são adicionadas duas novas colunas: controlo visual da atividade e qualidade na execução. Com o controlo visual da atividade espera-se consciencializar os intervenientes da repetição das atividades, contribuindo cada vez mais para um planeamento realista. Com a coluna da qualidade na execução, pretende-se expor a qualidade de execução da atividade de forma a informar sobre o grau de qualidade.

As reuniões diárias entre o encarregado geral e os encarregados de frente de obra não eram realizadas devido à incompatibilidade de horários (Ferreira, 2014). A solução proposta consiste numa reunião semanal com todos os intervenientes de modo a analisar o plano semanal cumprido na semana anterior. Nestas reuniões propõe-se a exposição do plano semanal para todos os intervenientes analisarem o que correu menos bem na semana anterior de modo a elaborar um plano semanal realista para a semana seguinte. Devido à incompatibilidade de horários, as reuniões diárias passam a ser semanais e analisa-se a semana na sua totalidade, com todos os intervenientes de modo a haver mais opiniões relativamente ao que correu menos bem de modo a encontrar soluções. Estas reuniões promovem também a cooperação e interação com todos os intervenientes em obra. Como solução, estas reuniões deveriam ser realizadas semanalmente com a participação de todos os intervenientes, havendo um esforço pela parte de todos para que se realizassem estas reuniões, independentemente da incompatibilidade do horário.

O sucesso da implementação deste planeamento também não obteve os resultados esperados devido ao plano ser excessivamente discriminado (Ferreira, 2014).

Na manutenção e na logística, a gestão visual com a criação de um quadro de vales, quadro de alocação de peças e a criação de um plano de trabalho para verificação de conformidade de equipamentos, constitui uma vantagem no processo. A padronização do trabalho cria noção do tempo que deve ser dedicado à atividade, minimização da variabilidade durante a inspeção visual e minimização de movimentações (Ferreira, 2014).

A construção de uma rampa na frente de obra para lavagem e lubrificação dos equipamentos também reduziu as movimentações desnecessárias. A informação da chegada do material ao armazém, reduz os desperdícios que existia com o material esquecido. As caixas de material criadas e o quadro de pedidos e levantamentos de material, minimiza as constantes interrupções por parte da manutenção o que permite que se concentrem no seu trabalho.

Estas ferramentas aplicadas resultam no esclarecimento de quem levanta o material e promove a comunicação entre todos os departamentos envolvidos.

Os quadros de monitorização dos materiais destinados aos subempreiteiros resultaram numa definição clara das atividades e encadeamento das mesmas que envolvem o processo de controlo e preenchimento do quadro de gestão visual de *stocks*, responsabilização pelas atividades e fácil interpretação visual das atividades (Ferreira, 2014).

Na central de britagem, a criação de equipas de trabalho fez com que os colaboradores se especializem num só serviço. O colaborador apesar de ficar limitado apenas a essa atividade, melhora a qualidade de trabalho. No caso de existir uma má qualidade na execução, o problema é rapidamente detetado e corrigido. Isto diminui os erros de execução nas atividades e melhora a qualidade de execução. Devido às atividades serem precedentes umas das outras, a última equipa a efetuar a revisão ficou com a responsabilidade de alertar o motorista que transporta o material da pedreira de forma a eliminar tempos de espera da pedra. Estas medidas constituíram numa redução do tempo de espera da pedra nos dois turnos, uma redução no tempo de arranque em menos de 40 minutos e uma redução de trinta minutos do tempo de avarias pela organização de trabalho. É evidente um ligeiro melhoramento no arranque matinal e um aumento na disponibilidade da britadora como podemos verificar na Figura 53 (Ferreira, 2014).

Indicador	Objetivo	Fevereiro	Março	Abril	Maió
Produção Tout Venant [m ³]	14 040	15 353	10 863	10 583	15 522
Disponibilidade	> 84%	81%	79%	82%	85%
Arranque Matinal	2h30	3h	3h15	2h41	2h15

Figura 53 – Monitorização de indicadores da Central de Britagem (Ferreira, 2014, tab. 9)

Na central de britagem, a criação de equipas revelou-se uma boa prática na redução de erros, diminuição de tempos de espera e uma redução de perdas da central em 30% (Ferreira, 2014).

Na colocação de *bi-couche*, a colocação de uma nova tampa no camião basculante permitiu que o material saísse pela parte desejada, diminuindo o tempo de paragem das movimentações de material no atrelado. O número de colaboradores necessários nesta atividade foi reduzido, assim como o número de paragens do camião. A colocação do *bi-couche* na berma esquerda na ida e na berma direita na volta do camião ao estaleiro, permitiu aproveitar as viagens de camião ao máximo, eliminando o desperdício que existia no retorno do camião ao estaleiro sem colocação de *bi-couche*. Estas medidas reduziram o tempo de colocação de *bi-couche* em 10 dias (Ferreira, 2014).

Na colocação de lancis, a conscientização dos transportadores de material para a frente de obra de modo a colocarem o material de forma organizada e em locais que não obstruísse a tarefa em questão, resultou num espaço mais limpo e organizado na frente de obra. A criação de uma pega de lancis permitiu subir a média de colocação de lancis em 10 lancis e a diminuição de subempreiteiros para um terço. Isto resultou numa grande vantagem na colocação de lancis (Ferreira, 2014).

3.9.CASO VIII: REABILITAÇÃO DE UM APARTAMENTO

3.9.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Nesta metodologia proposta, foi elaborado um plano de trabalho com um plano prévio com medições precisas para cada trabalho e os materiais críticos na empreitada. Este plano permite identificar os materiais correntes a adquirir, quantidades e fornecedores previamente.

Neste plano também são identificados todos os materiais e acessórios necessários nas redes de águas, esgoto e eletricidade assim como os seus recursos (Araújo, 2015). O plano encontra-se representado na Figura 54.

PROJETO360		Local:	xxxxxxxxxxxx			
		Obra:	Reabilitação de apartamento e sótão			
		data:	14.07.2015	proposta:	Nº 036-2015	
It.	MAPA DE TRABALHOS	Ferramentas necessárias	Compra (S/N)	Fornecedor	Observações	OK?
1	Sala/hall					
2	Cozinha					
3	Quarto do bebé					
4	Quarto de banho					
5	Quarto do casal					

PROJETO360 - Unipessoal, Lda. N.º 513 265 449
Rua de São Pedro, 2 C, Quintinhas, 2820-196, TEL: 917 277 701 email: paraújo45@gmail.com

Figura 54 – Formulário de planeamento de trabalho (Araújo, 2015, fig. 24)

Foi também elaborada uma *checklist* de todas as ferramentas necessárias na execução da empreitada. Esta *checklist* contém, por trabalhos, as ferramentas necessárias, compra, fornecedor, observações e verificação de conformidade (Araújo, 2015). Esta *checklist* encontra-se representada na Figura 55.

PROJETO360		Local:	xxxxxxxxxxxx			
		Obra:	Reabilitação de apartamento e sótão			
		data:	14.07.2015	proposta:	Nº 036-2015	
It.	MAPA DE TRABALHOS	Materiais necessários	Medição	Data da necessidade	Quantidade a comprar	Fornecedor
1	Sala/hall					
2	Cozinha					
3	Quarto do bebé					
4	Quarto de banho					
5	Quarto do casal					

PROJETO360 - Unipessoal, Lda. N.º 513 265 449
Rua de São Pedro, 2 C, Quintinhas, 2820-196, TEL: 917 277 701 email: paraújo45@gmail.com

Figura 55 – Checklist de ferramentas (Araújo, 2015, fig. 25)

A formação dos trabalhadores em 5S no início dos trabalhos foi uma das ferramentas sugeridas de forma a haver uma formação e sensibilização para este assunto, não só nesta empreitada como em empreitadas futuras (Araújo, 2015).

A empreitada é submetida a uma auditoria semanal com um formulário tipo. Os valores registados no formulário são registados para serem continuamente melhorados. São identificados 3 pontos por semana com o objetivo de melhorar na semana seguinte (Araújo, 2015).

O formulário da auditoria 5S encontra-se representado na Figura 56.

Auditoria 5S				
Detalhe da Auditoria:				
Data		Local	Comentários	
5S requirements			Nota 0=Não OK 1=OK	Não conformidades detectadas
15 Seleção	1	A área não possui objectos / materiais / equipamentos desnecessários?		
	2	Os materiais desnecessários foram / estão colocados em local identificado para o efeito?		
25 Organização	3	Os caminhos de circulação de peões e de equipamentos estão delimitados, desobstruídos e mantidos?		
	4	A área possui os equipamentos de limpeza necessários?		
	5	Os materiais estão correctamente colocados nos locais identificados?		
	6	Os materiais estão correctamente guardados nos armários?		
35 Limpeza	7	Os pisos e as paredes estão limpos?		
	8	As máquinas, equipamentos, ferramentas, armários e mesas estão limpos?		
45 Padronização	9	As máquinas, equipamentos, mesas, paletes estão em áreas delimitadas?		
	10	Na área existe toda a informação necessária (5S, Instrução de segurança, Manual de operações,...)?		
	11	O quadro de produção Hora-a-Hora está actualizado?		
	12	Os contentores de resíduos são standard, identificados e periodicamente esvaziados?		
	13	Os trabalhadores cumprem a utilização dos equipamentos de protecção individual (tardamento, ocultos, e botas de protecção)?		
55 Auto-disciplina	14	Não existe questões de segurança negligenciadas (acessos bloqueados aos extintores, protecções danificadas,...)?		
	15	Foram analisadas e corrigidas as situações resultantes do ultimo relatório de auditoria?		
Resultado			0,0%	>50 %

Figura 56 – Formulário de auditoria 5S (Araújo, 2015, fig. 27)

Foi colocado um placar na obra de modo a estar visível a todos. Este placar continha o planeamento de trabalhos, a *checklist* de ferramentas, a cruz de segurança e três quadros de indicadores. Os quadros de indicadores são gerais e aplicáveis em toda obra, isto é, podem ser utilizados em qualquer indicador que se pretenda obter. Nesta empreitada, os indicadores foram os tempos de espera por indecisão/alteração por parte do cliente, espera por parte do fornecedor e retrabalho por insatisfação do cliente/erro do trabalhador (Araújo, 2015).

Na Figura 57 encontra-se um exemplo do quadro de indicadores aplicado nesta empreitada.

PROJETO360

Indicador Seguido: _____ **Unidade:** _____

Objetivo = _____

Mês: 1 div = ...

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Resp. actualização																																										
Ano:																																										
Grupo 1																																										
Grupo 2																																										
Grupo 3																																										

Preencher gráfico a preto
Valores abaixo do target registar na tabela a vermelho, valores acima registar a verde

Figura 57 – Quadro de indicadores (Araújo, 2015, fig. 29)

Também foi sugerido uma visita diária de 15 minutos pela empreitada (*Gemba Walk*). O objetivo desta visita analisar o andamento da obra, verificar o que correu menos bem e criar medidas de prevenção. No *Gemba Walk* são verificados (Araújo, 2015):

- Cruz de segurança e medidas preventivas;
- Planeamento de trabalho onde são registadas as atividades que estão a decorrer e se estão a decorrer dentro do previsto e tempo de espera dos materiais;
- *Checklist* de ferramentas onde é registado necessidades adicionais, faltas de ferramentas ou não utilização das mesmas;
- Tempos de espera por indecisão ou alteração por parte do cliente;
- Registo de espera por parte do fornecedor;
- Situações de retrabalho quer seja por insatisfação do cliente ou por erro do trabalhador.

Foi também criado um registo para o OEE dos equipamentos principais da empreitada. A importância desta análise prende-se com máquinas na construção civil que aparentemente estão aptas e disponíveis, mas quando são utilizadas, as mesmas falham devido a avarias, falta de material, falta de peças, falta de ligações elétricas, etc. Este indicador mede a qualidade, disponibilidade e eficiência de um equipamento. Multiplicando os resultados anteriores, obtém-se o OEE. Através de vários registos, a eficácia e eficiência destes equipamentos pode ser melhorada através da deteção de causas raiz e implementação de medidas de correção e de prevenção (Araújo, 2015).

Na Figura 58 encontra-se um exemplo do cálculo do OEE.

	9h	10h	11h	12h	14h	15h	16h	17h	9h	10h	11h	12h	14h	15h	16h	17h	Total
Minutos não Planeados	0	0	0	0	0	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	180
Minutos Programados	60	60	60	60	60	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60	60	780
Minutos de equipamento Parado	25	20	20	30	20	0	0	0	30	15	20	0	0	0	0	0	180
Minutos a produzir	35	40	40	30	40	0	0	0	30	45	40	60	60	60	60	60	600
Scrap (kg)	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
Produção Total	20	30	20	10	23	0	0	0	5	20	20	20	20	20	20	20	248
Disponibilidade	58%	67%	67%	50%	67%				50%	75%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	77%
Qualidade	100%	100%	90%	100%	100%				20%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93%
Performance	86%	113%	75%	50%	86%				25%	67%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	64%
OEE	50%	75%	45%	25%	58%				3%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	47%
Refeições / Pausas (minutos)		15								15							30
Afinação (minutos)	20																20
Limpeza (minutos)																	0
SETUP (minutos)																	0
Manutenção Correctiva (minutos)				30	20												50
Manutenção Preventiva (minutos)																	0
Manutenção Operador (minutos)	5	5															10
Espera pelo trabalhador (minutos)									30								30
Espera pelo transporte de materiais (minutos)											20						20
Avaria (minutos)				20													20
Outros																	0
Total	25	5	20	30	20	0	0	0	30	0	20	0	0	0	0	0	130
OBSERVAÇÕES																	

Figura 58 – Exemplo de registo do OEE (Araújo, 2015, fig. 31)

Foi proposto um evento *kaizen* quinzenal. Este evento serve para analisar o que correu menos bem de forma a haver uma melhoria contínua. Foi sugerido também a o diagrama da espinha de peixe, considerando os “6M’s” (Método, Máquina, Mão de obra, Meio-Ambiente, Medições e Materiais). Os “6M’s” são uma ferramenta que identifica as várias causas que originam um problema (Araújo, 2015). Na Figura 59 encontra-se um exemplo da aplicação da “espinha de peixe”.

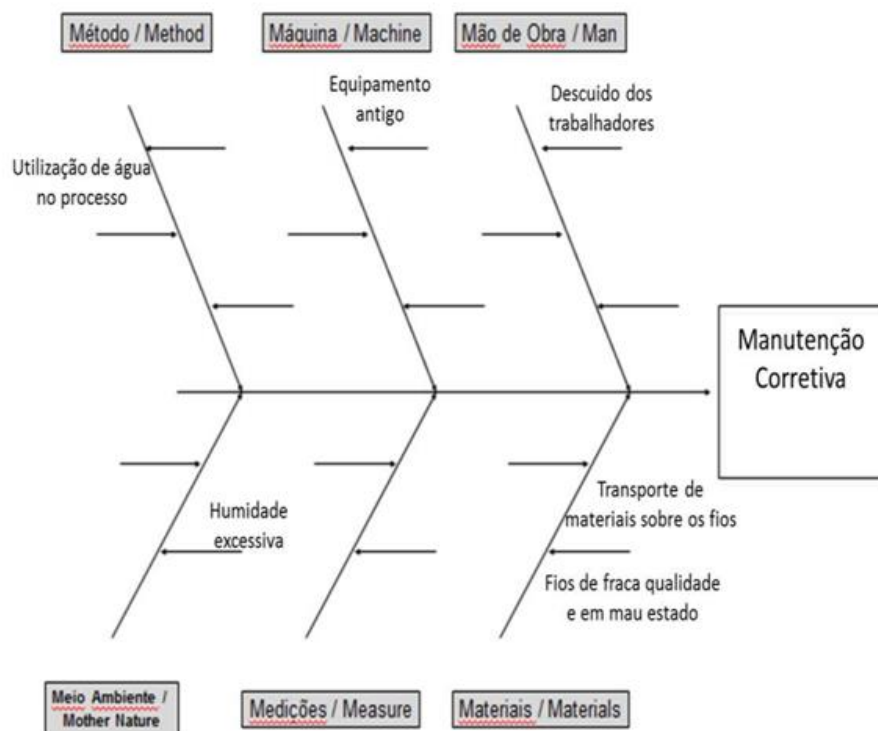


Figura 59 – Aplicação da “espinha de peixe” (Araújo, 2015, fig. 33)

3.9.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Através do formulário de planeamento de trabalhos, é possível identificar os materiais correntes a adquirir de forma atempada e prévia ao início da empreitada. Como nas empreitadas anteriores, os materiais eram identificados no dia do arranque, este novo formulário permite evitar falta de materiais ou até mesmo materiais excedentes. O mesmo acontece com as ferramentas. Desta forma, são identificadas as ferramentas correntes o que previne a falta ou excesso das mesmas (Araújo, 2015).

No entanto, deveria haver um registo que incluísse a conformidade dos materiais e uma ferramenta de gestão visual de forma a informar a entrada dos materiais em obra.

A formação 5S permitiu a formação e sensibilização para a implementação deste assunto. O objetivo era enraizar esta metodologia na cultura da empresa. Com os 5S's, devem apenas estar na empreitada os materiais e ferramentas indispensáveis, de forma organizada no local onde vão ser utilizados e que o espaço permanecesse limpo e organizado. Também se pretende que se atinja a padronização de trabalhos e a autodisciplina. Como ferramenta 5S de modo a complementar a formação 5S, sugere-se o uso de contentores nas frentes de trabalho de modo a manter o local limpo e organizado. Desta forma é eliminada a atividade da limpeza e com isto consegue-se um local limpo e organizado nas frentes de trabalho. A criação de sinaléticas para os materiais em obra permite com que haja a identificação correta dos materiais por tipo de material, dimensões e imagens ilustrativas. Sendo estas sinaléticas criadas com materiais já existentes em obra, não existem custos extra associados. Estas sinaléticas, além de contribuírem para um espaço limpo e organizado, também contribuem para verificar a conformidade dos materiais. A informação visual dos mesmos permite aos intervenientes a fácil e rápida identificação do material, verificando se este se encontra em conformidade. Posteriormente, deve-se criar um conteúdo exclusivo para as sinaléticas criadas. Desta forma, é possível reutilizar as sinaléticas já criadas, reaproveitando o desperdício que provém desta atividade.

Nos quadros de indicadores criados, a vantagem dos mesmos é que podem ser utilizados para qualquer indicador na obra, podem ser preenchidos por qualquer trabalhador e ficam visíveis a qualquer pessoa (Araújo, 2015).

Com o *Gemba Walk*, é possível ter uma noção do andamento da obra e analisar o que correu menos bem. Deveria ser introduzida uma ferramenta de modo a registar todos os problemas identificados no *Gemba Walk*.

O OEE permite-nos avaliar a disponibilidade, qualidade e produtividade de um equipamento. Desta forma, é detetado o problema no equipamento para posterior análise de modo a melhorar a eficácia e eficiência do equipamento (Araújo, 2015).

Os eventos *kaizen* e os “6M’s” têm como objetivo analisar o que correu menos bem de modo a retificar. O objetivo é uma melhoria contínua, de modo a poder ser aplicado em outras empreitadas (Araújo, 2015).

Nesta metodologia, nota-se a ausência de ferramentas de modo a complementar a metodologia proposta. É uma metodologia muito básica e existe oportunidade de introdução de melhorias.

3.10.CASO IX: GESTÃO DE UM ESTALEIRO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO

3.10.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Nesta metodologia, a construção foi dividida por setores onde as tarefas eram as mesmas e com isto foi criada uma lista que diferencia os diferentes setores na obra. A construção foi dividida em cinco setores: Habitação, Circulação, Cobertura, Fachada e Áreas verdes e Acabamentos. Esta lista contém o nome da empresa responsável, diferenciada por cores, a natureza da tarefa e uma breve descrição. Esta lista é fácil de elaborar quando se trata da construção de um conjunto habitacional. Embora o planeamento seja o primeiro passo para uma construção mais eficaz, se não houver um método bem organizado de como aproveitá-lo, as mudanças não se vão notar (Pereira, 2018).

Na Figura 60 encontra-se a lista elaborada por setores.

L LOGEMENT					
N°	N°	Entreprise	Lot	Nom	Tâche
L1	1	FLA	Plaquiste	ACP Isolation	Doublage
L2	2	FLA	Plaquiste	ACP Isolation	Cloison
L3	3	ELEC	Électricien	Euronunes	Incorporation électriques
L4	4	PLB	Plombier	RCE Habitat	Incorporation plomberie
L5	5	EG	Entreprise Générale	BOUYGUES	Contrôle ICD
L6	6	FLA	Plaquiste	ACP Isolation	Bandes
L7	7	PEI	Peintre	SPC Concept	Réceptions de support
L8	8	FLA	Plaquiste	ACP Isolation	Levée niv / niv
L9	9	PEI	Peintre	SPC Concept	Enduit 1 + palier
L10	10	SEC	Séchage		Séchage
L11	11	PEI	Peintre	SPC Concept	Enduit 2 + palier
L12	12	PLB	Plombier	RCE Habitat	Pose baignoire, bac, raccordement
L13	13	ELEC	Électricien	Euronunes	Appareillage primaire
L14	14	PLB	Plombier	RCE Habitat	Mise en eau et tests
L15	15	SER	Serrurier	Structure	Pose Garde Corps
L16	16	PEI	Peintre	SPC Concept	Impression
L17	17	PEI	Peintre	SPC Concept	Protections et révision
L18	18	PEI	Peintre	SPC Concept	Ponçage
L19	19	PEI	Peintre	SPC Concept	Nettoyage
L20	20	CAR	Carrelage	SOFRA	Falence/ Joints
L21	21	PEI	Peintre	SPC Concept	Peinture 1
L22	22	SOL	Sol souple/Falence	SZ Déco	Rogrèage
L23	23	MINT			Habillages et portes palières
L24	24	EG	Entreprise Générale	BOUYGUES	Réception peinture
L25	25	PEI	Peintre	SPC Concept	Peinture 2
L26	26	PEI	Peintre	SPC Concept	Peinture boiserie, huisseries
L27	27	PEI	Peintre	SPC Concept	Nettoyage, déprotection
L28	28	SOL	Sol souple/Falence	SZ Déco	Pose sol souple
L29	29	PLB	Plombier	RCE Habitat	Radiateurs vaseille et raccordement
L30	30	ELEC	Électricien	Euronunes	Appareillage final et tableaux élec
L31	31	PLB	Plombier	RCE Habitat	Pose robinetterie
L32	32	MINT	Menuiserie intérieure	DE LUMA	Pinthes, placards, cache nourices, p
L33	33	MEXT	Menuiserie extérieure	Menuiseries Protec	Séguillages et réglages
L34	34	PEI	Peintre	SPC Concept	Peinture de finition
L35	35	PEI	Peintre	SPC Concept	Nettoyage
L36	36	EG	Entreprise Générale	BOUYGUES	OPR
L37	37	LVR	LVR	RCE	Levées de Réserves
L38	38	NET	Nettoyeur		Nettoyage
L39	39	VPR	OPR MO/ MOE		OPR MO/ MOE
L40	40	LVR	LVR	RCE	Levées de Réserves

Figura 60 – Lista de tarefas por setores (Pereira, 2018, fig. 10)

Foram sugeridas reuniões semanais com o objetivo de cada responsável explicar quais as tarefas que vão executar naquela semana e quais as tarefas que foram concluídas e que ficaram por concluir. Esta reunião é realizada no início de cada semana. Como auxílio a estas reuniões, na sala onde se realiza as mesmas introduziu-se um quadro do planeamento semanal na sala de reuniões. Este quadro contém as atividades por setores e os subempreiteiros representados nas tarefas por cartões com diferentes cores consoante o subempreiteiro. Este quadro desafiava os subempreiteiros a traçar a sua programação semanal através do cartão correspondente. Cada cartão continha a informação sobre o subempreiteiro, número da tarefa conforme a lista de tarefas, uma breve descrição da tarefa e a informação se o seu cartão representava o início ou fim da tarefa. Desta forma, cada tarefa era acompanhada por dois cartões, representando o dia de início e o dia do fim da tarefa. A colocação destes cartões era feita no início da semana pelos subempreiteiros para um posterior tratamento da informação (Pereira, 2018).

Na Figura 61 está representado o quadro do planeamento adotado na reunião.



Figura 61 – Quadro do plano semanal adotado nas reuniões semanais (Pereira, 2018, fig. 11)

Também foi introduzido o indicador da percentagem de planeamento concluído (PPC). No final de cada semana, é efetuado o cálculo do PPC. Após o cálculo de PPC, as tarefas concluídas são marcadas com uma fita verde e as tarefas que não foram concluídas são marcadas com uma fita vermelha. O PPC é um indicador calculado todas as semanas (Pereira, 2018).

Foi também introduzida um quadro para o registo das não conclusões das tarefas e sugestão de resolução das mesmas. Este quadro contém a tarefa não concluída, data, palavra que descreve o problema identificado, descrição breve das razões de não conclusão, subempreiteiro responsável pela tarefa, causa da não conclusão, subempreiteiro responsável pela resolução do problema identificado, data de resolução e ainda informação sobre se o problema foi resolvido e se a execução da tarefa foi correta. Este quadro é usado juntamente com o indicador do PPC (Pereira, 2018). Na Figura 62 encontra-se um exemplo do gráfico do PPC e um exemplo do quadro de razões de não conclusão das tarefas.

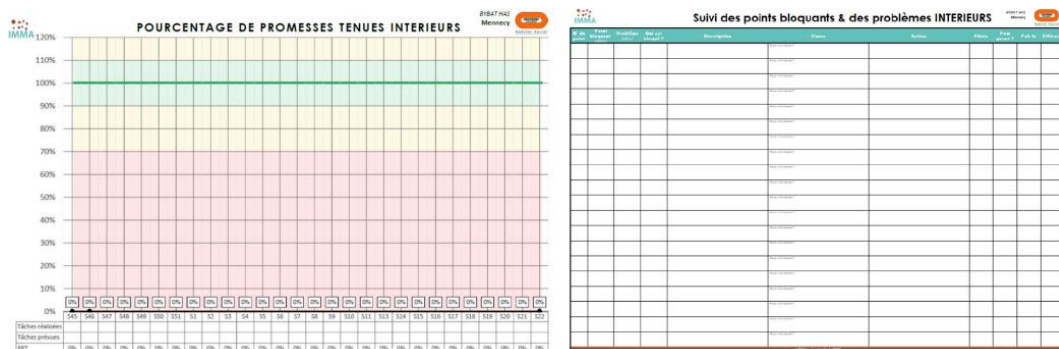


Figura 62 – Gráfico de PPC e quadro de não conclusões (adaptado de Pereira, 2018, fig. 12 e 13)

Também foi proposto a introdução da aplicação *FINALCAD* com o objetivo de melhorar a comunicação. Esta aplicação trata-se de um modelo digital intuitivo que permite o registo do avanço da obra em tempo real. Esta aplicação permite que as várias entidades acessem ao projeto e efetuem alterações consoante o seu nível de habilitação. Isto permite uma comunicação constante entre os intervenientes. Também permite que seja criada uma lista de tarefas detalhada. A criação desta lista de tarefas permite saber o andamento da obra em tempo real, isto é, se a tarefa está finalizada ou se ainda não começou. Esta lista fornece também o PPC por tarefa ou por empreiteiro. Também pode ser inserido na aplicação as tarefas não concluídas, as suas causas e o responsável por executar a tarefa novamente.

Nesta aplicação é disponibilizada uma série de informações estatísticas, tais como, andamento geral da obra, observações mais frequentes, número de tarefas concluídas e número de tarefas não concluídas. Esta aplicação também permite o controlo de qualidade. São criados formulários de modo a controlar a qualidade das tarefas que são executadas. A introdução desta aplicação no método proposto permite uma comunicação constante entre todos os intervenientes de modo a terem uma visão clara do trabalho que devem realizar (Pereira, 2018).

3.10.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta metodologia, o planeamento proposto permitiu que o encadeamento de tarefas fosse simplificado. Com este planeamento, baseado num planeamento geral e num planeamento semanal e em reuniões para discutir os mesmos, a necessidade de comunicação permitiu que os subempreiteiros entendessem os pré-requisitos das atividades de modo a executar a mesma com qualidade. No entanto, a ausência de um plano a médio prazo capaz de interligar o plano geral e o plano semanal é uma desvantagem para o planeamento proposto.

Foi introduzida uma lista de tarefas por setores, mas de forma a complementar esta ferramenta propõe-se um plano a médio prazo com o horizonte de quatro semanas de forma que todos os intervenientes comessem a visualizar a obra a médio prazo e a fazer uma análise de pré-requisitos mais eficaz. O plano a médio prazo consiste num plano de produção a quatro semanas que contém as atividades a realizar nas próximas quatro semanas, a descrição e o responsável pela execução das mesmas. Este plano ainda contém um campo para análise de restrições para o início das atividades. Este plano permite uma análise de pré-requisitos a quatro semanas e fazer um encadeamento entre todas as tarefas, com um horizonte de quatro semanas, através do número de precedências por iniciar. Este plano permite a discussão do mesmo nas reuniões, tornando mais eficaz o entendimento dos pré-requisitos das atividades por parte dos subempreiteiros. O horizonte de quatro semanas é suficiente para satisfazer os pré-requisitos. No entanto, este horizonte pode ser variável consoante as atividades a executar. A preparação das atividades antecipadamente, é outra das vantagens do plano a médio prazo sugerido. Com este plano, existe um horizonte de quatro semanas para analisar e satisfazer todos os pré-requisitos das atividades a realizar.

No plano semanal, este deve ser tratado apenas como uma sugestão para os subempreiteiros. Desta forma, esta sugestão responsabiliza o subempreiteiro de modo a sentir obrigação em concluir as atividades devido à interdependência de atividades existente. Espera-se um aumento do PPC resultante desta medida (Pereira, 2018).

O principal problema na implementação desta metodologia foi o excesso de informação que existia no processo. Maior parte das ferramentas propostas não acrescentaram valor ao processo. Notou-se a ausência de preparação e informação no sentido de todos os intervenientes perceberem as vantagens de utilizar as ferramentas propostas e que se estas forem bem utilizadas, estas vão acrescentar valor ao processo (Pereira, 2018). Desta forma, sugere-se uma constante comunicação com todos os intervenientes de forma a consciencializar os mesmos das vantagens do processo e que valor ele pode acrescentar ao mesmo. Se todos os intervenientes entenderam as vantagens que o processo acrescenta à obra, todos se vão sentir motivados e espera-se uma maior adesão às novas práticas adotadas.

A introdução do PPC revelou-se uma ferramenta que não acrescenta valor ao processo a curto prazo. Esta ferramenta não é eficaz pois não traduz quais as tarefas que não foram concluídas e o porquê de não serem concluídas.

É necessária uma análise posterior das tarefas que não foram concluídas e as razões para a não conclusão. Por esta razão foi introduzido um quadro de registo de não conclusão de atividades nas reuniões no início da semana para complementar a análise do PPC (Pereira, 2018).

A aplicação *FINALCAD* revelou-se uma ferramenta muito útil pois permite reportar o andamento da obra ou os problemas que existem em tempo real. Por ser uma ferramenta recente, tem de haver consciencialização dos benefícios que esta aplicação implica. Além disso, tem de haver formação de modo a aplicação ser utilizada da maneira correta.

3.11.CASO X: PALÁCIO ESTORIL RESIDÊNCIAS

3.11.1.METODOLOGIA PROPOSTA

Nesta metodologia foi proposto a introdução do método *Scrum*. Este método começa com o ciclo do *Scrum* que se divide em três fase: *pré-Sprint*, *Sprint* e *pós-Sprint* (Neves, 2010). Na Figura 63 encontra-se um esquema do Ciclo de *Scrum*.

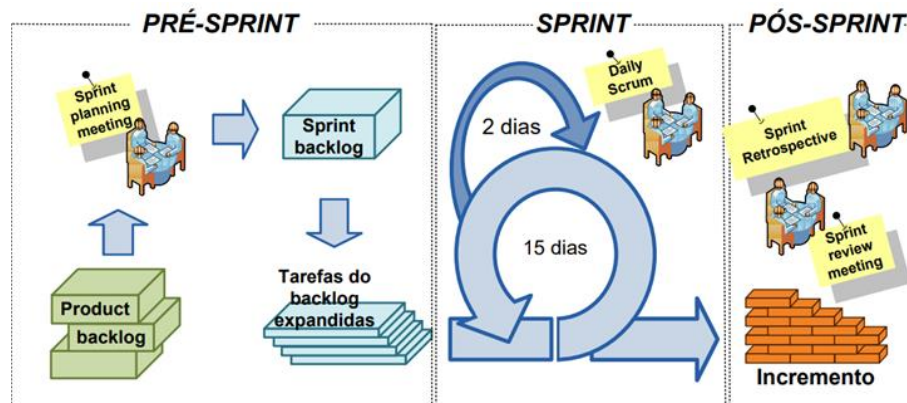


Figura 63 – Ciclo de *Scrum* (Neves, 2010, fig. 4.10)

É realizada uma reunião de planeamento chamada de *Sprint Planning Meeting* para iniciar o pré-Sprint. É construído um *Sprint Backlog*, selecionando as atividades através da prioridade de execução listadas no *Product Backlog*. Em cada novo ciclo, as atividades do *Product Backlog* podem ser alteradas, introduzindo ou eliminando novas exigências. As atividades que constam no plano a médio prazo vão sendo introduzidas no *Product Backlog* se tiver as restrições resolvidas (Neves, 2010). Na Figura 64 encontra-se representado um exemplo da escolha de tarefas do *Product Backlog* para o *Sprint*.

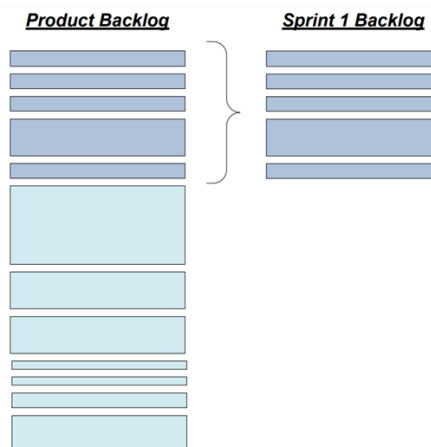


Figura 64 – Escolha de tarefas do *Product Backlog* para o *Sprint* (Neves, 2010, fig. 4.11)

Na Figura 67 encontra-se um exemplo do planeamento a longo prazo de frações com o auxílio do software Microsoft Project.

Text	Actividades	Baseline Duration	Baseline Start	Baseline Finish	Actual Start	Start Variance	Start	Finish	% Complete
1	Bloco A3	98 days	Tue 20-04-10	Thu 02-09-10	Tue 20-04-10	0 days	Tue 20-04-10	14 days	39%
3	Fracção E (apt modelo) - 1 ESQ	43 days	Thu 22-04-10	Mon 21-06-10	Thu 22-04-10	0 days	Thu 22-04-10	21,5 days	71%
4	transf Caixa estore	1 day	Mon 26-04-10	Mon 26-04-10	NA	44 days	Fri 25-06-10	44 days	0%
14	mac Pavimento madeira + rodapé	10 days	Tue 04-05-10	Mon 17-05-10	Tue 04-05-10	0 days	Tue 04-05-10	30 days	80%
16	Wall Pintura final apartamento	10 days	Tue 18-05-10	Mon 31-05-10	Tue 18-05-10	0 days	Tue 18-05-10	25 days	50%
18	Va espelhos de apar + grelhas	5 days	Tue 01-06-10	Mon 07-06-10	Tue 01-06-10	0 days	Tue 01-06-10	24 days	20%
19	Galv Louças+torneiras+toalheiros	5 days	Tue 01-06-10	Mon 07-06-10	Tue 01-06-10	0 days	Tue 01-06-10	24,75 days	5%
20	Va Resguardos e espelhos	5 days	Tue 01-06-10	Mon 07-06-10	Tue 01-06-10	0 days	Tue 01-06-10	20,5 days	90%
21	Blackout	1 day	Tue 01-06-10	Tue 01-06-10	Tue 01-06-10	0 days	Tue 01-06-10	24,9 days	10%
22	mac Pavimento madeira envernizar	5 days	Tue 08-06-10	Mon 14-06-10	Tue 08-06-10	0 days	Tue 08-06-10	21,5 days	50%
26	Montagem de equipamento	3 days	Thu 08-05-10	Mon 10-05-10	Thu 08-05-10	0 days	Thu 08-05-10	33,15 days	95%
27	Tecto falso varanda serviço	5 days	Tue 11-05-10	Mon 17-05-10	Tue 11-05-10	0 days	Tue 11-05-10	31,65 days	30%
32	Mart Guardas varanda estar	5 days	Tue 25-05-10	Mon 31-05-10	Tue 25-05-10	0 days	Tue 25-05-10	20,5 days	50%
33	Mart Lâminas varanda serviço	5 days	Tue 25-05-10	Mon 31-05-10	NA	23 days	Fri 25-06-10	23 days	0%
34	Wall Pintura varanda estar	2 days	Tue 01-06-10	Wed 02-06-10	NA	20,5 days	Tue 29-06-10	20,5 days	0%
35	mac Deck	5 days	Thu 03-06-10	Wed 09-06-10	Thu 03-06-10	0 days	Thu 03-06-10	16,75 days	75%
36	Limp Limpeza	5 days	Tue 15-06-10	Mon 21-06-10	NA	21,5 days	Wed 14-07-10	21,5 days	0%

Figura 67 – Exemplo de Planeamento de uma fração (Neves, 2010, fig. 5.1)

Na introdução do plano a médio prazo, as atividades são retiradas diretamente do plano geral. Este plano a médio prazo contém a atividade, duração da mesma, data de início e fim, comparação entre a duração e datas previstas e reais e análise de restrições (Neves, 2010). Na Figura 68 encontra-se representado um exemplo do plano a médio prazo com o horizonte de duas semanas.

DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES	PLANEAMENTO DAS ACTIVIDADES							ANÁLISE DE RESTRIÇÕES			
	Período do PMP: 12/07/2010 a 25/07/2010							Precedências por iniciar			
	Actividades	Previsão	Real	Previsão	Real	Previsão	Real	Precedências por iniciar	Precedências por terminar	Precedências por recurso	Estado
		Duração	Data de Início	Data de Fim	Data de Início	Data de Fim	% Comp.				
Bloco A3	98 d	20-4-10	2-9-10	20-4-10	22-8-10	14 d	39%				
Fracção D - 1º dto	74 d	20-4-10	30-7-10	20-4-10	16-8-10	11 d	38%				
Pav. mad. envernizar	5 d	21-7-10	27-7-10	5-8-10	11-8-10	11 d	0%	Pintura final apart. Portas int. e guarnições Espelhos apar + grelhas Louças+torn.+toalh. Resguardos e espelhos Pav. mad. enverniz (2)			OK
Fracção L - 2º esq	74 d	22-4-10	3-8-10	22-4-10	18-8-10	11 d	46%				
espelhos apar + grelhas	5 d	21-7-10	27-7-10	5-8-10	11-8-10	11 d	0%	Pintura final apart.			OK
Louças+torn.+toalh.	5 d	21-7-10	27-7-10	5-8-10	11-8-10	11 d	0%	Pintura final apart. Base duche IS			OK
Resguardos e espelhos	5 d	21-7-10	27-7-10	5-8-10	11-8-10	11 d	0%	Pintura final apart. Base duche IS			OK
Blackout	1 d	21-7-10	21-7-10	5-8-10	5-8-10	11 d	0%	Pintura final apart.			OK
Limpeza	3 d	22-7-10	26-7-10	6-8-10	10-8-10	11 d	0%	Blackout Lâminas varanda serviço Jock		X	
Fracção J - 2º dto	83 d	21-4-10	13-8-10	22-4-10	30-8-10	11 d	30%				
espelhos apar + grelhas	5 d	19-7-10	23-7-10	6-8-10	12-8-10	14 d	0%	Pintura final apart.			OK
Louças+torn.+toalh.	5 d	19-7-10	23-7-10	6-8-10	12-8-10	14 d	0%	Pintura final apart. Base duche IS			OK
Resguardos e espelhos	5 d	19-7-10	23-7-10	6-8-10	12-8-10	14 d	0%	Pintura final apart. Base duche IS			OK
Blackout	1 d	19-7-10	19-7-10	6-8-10	6-8-10	14 d	0%	Pintura final apart.			OK
Fracção R - 3º esq	87 d	26-4-10	24-8-10	26-4-10	8-9-10	11 d	40%				
Portas int. e guarnições	5 d	14-7-10	21-7-10	14-7-10	5-8-10	11 d	10%	[BF] Pintura final apart.			OK
Pintura final apartamento	10 d	21-7-10	3-8-10	5-8-10	18-8-10	11 d	0%	Caixa estore Remates estuque Portas entrada Pintura final apart. (L)			OK
Fracção Q - 3º dto	92 d	26-4-10	31-8-10	26-4-10	15-9-10	11 d	32%				
Portas int. e guarnições	5 d	12-7-10	19-7-10	12-7-10	6-8-10	14 d	20%	[BF] Pintura final apart.			OK
Pintura final apartamento	10 d	19-7-10	30-7-10	6-8-10	19-8-10	14 d	0%	Pintura final apart. (J) Caixa estore Remates estuque Portas entrada			OK
Fracção Z - 4º esq	83 d	30-4-10	27-8-10	30-4-10	11-9-10	11 d	40%				
Pav. mad. envernizar	5 d	14-7-10	20-7-10	29-7-10	4-8-10	11 d	0%	Pintura final apart. (Z) Espelhos apar + grelhas Louças+torn.+toalh. Resguardos e espelhos			OK
Limpeza	5 d	21-7-10	27-7-10	5-8-10	11-8-10	11 d	0%	Blackout Pav. mad. enverniz Lâminas varanda serviço Jock		X	
Fracção X - 4º dto	92 d	26-4-10	31-8-10	26-4-10	16-9-10	12 d	38%				
Deck	5 d	12-7-10	16-7-10	12-7-10	16-7-10	9 d	0%	Pintura varanda estar		X	
Portas entrada	2 d	19-7-10	20-7-10	6-8-10	9-8-10	14 d	0%	[FF] Pav.pedra+rodapé			OK
Remates estuque	2 d	21-7-10	22-7-10	10-8-10	11-8-10	14 d	0%	Pav. pedra + rodapé			OK
Aduelas	2 d	21-7-10	22-7-10	21-7-10	11-8-10	13 d	30%	Pav. pedra+rodapé Pav. mad.+rodapé			OK
Fracção AD - 5º Piso	96 d	20-4-10	31-8-10	20-4-10	15-9-10	11 d	36%				
Pav. mad. + rodapé	7 d	12-7-10	20-7-10	28-7-10	6-8-10	12 d	0%	Prep. tectos e pared pintar			
Guarda varanda	5 d	12-7-10	16-7-10	5-8-10	11-8-10	18 d	0%	Montagem equipamento			
Pintura varanda	5 d	19-7-10	23-7-10	12-8-10	18-8-10	18 d	0%	Guarda varanda			
Porta entrada	1 d	21-7-10	21-7-10	5-8-10	6-8-10	11 d	0%	[FF] Pav.pedra+rodapé			OK
Remates estuque	2 d	22-7-10	23-7-10	6-8-10	10-8-10	11 d	0%	Pav. pedra+rodapé			
Aduelas	3 d	22-7-10	26-7-10	6-8-10	11-8-10	11 d	0%	Pav. pedra+rodapé Pav. mad.+rodapé			
Elevador interior	20 d	22-7-10	18-8-10	6-8-10	2-9-10	11 d	0%	[FF] Pintura final apart.			

Figura 68 – Exemplo de Plano a Médio Prazo (Neves, 2010, quadro 5.3)

Este plano encontra-se bastante completo, no entanto existe espaço para melhorias de modo a proporcionar mais informação de modo a esclarecer todos os intervenientes (Neves, 2010).

Após a análise de restrições estar completa, as atividades prontas a iniciar são introduzidas numa lista de atividades que representam o plano a curto prazo. Este plano é dividido em atividades críticas e atividades não críticas (Neves, 2010)

O controlo do plano a médio prazo é feito através do TMR. Este indicador avalia a performance do plano a médio prazo traduzindo a relação entre o número de atividades introduzidas no plano a médio prazo e o número de atividades prontas a executar. Também foi introduzido o indicador PPC com o objetivo de controlar a produção. O PPC é a relação entre o número de tarefas concluídas e o número de tarefas planeadas no plano a curto prazo. Estes dois indicadores permitem analisar e detetar as não conformidades na produção, tornando possível saber a origem das causas de não conclusão (Neves, 2010).

3.11.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

As ferramentas implementadas neste caso são de fácil uso e baixo custo. Permitem o controlo da obra em tempo real o que permite prevenir os problemas que surgem (Neves, 2010).

No método *Scrum*, as atividades que se encontram com os pré-requisitos já resolvidos são introduzidas no *Product Backlog*. Quando um problema é identificado, este é reportado ao *Scrum Master*. Nas reuniões *Scrum* é discutido o andamento da obra, através do quadro *Scrum*. As tarefas que não foram concluídas no prazo previsto, devem também ser discutidas entre todos através das ferramentas que o método *Scrum* disponibiliza. No *pós-Sprint*, é analisado o progresso do projeto, resumo das causas de não conclusão das atividades do *Sprint* e cálculo do PPC. Todo este método é um ciclo pois quando se encerra um *Sprint* semanal, outro novo *Sprint* é iniciado e todo o processo se repete para as atividades em questão.

O plano a médio prazo representa uma vantagem pois interliga o plano a longo prazo e o plano a curto prazo. No entanto, apesar deste plano se encontrar bastante completo, existe espaço para melhorias de modo a proporcionar mais informação de modo a esclarecer todos os intervenientes. No planeamento a médio prazo propõe-se a adição de duas colunas no campo das atividades com a descrição da tarefa e responsável pela mesma. Ainda se propõe uma alteração na calendarização das atividades e a adição de uma coluna, na análise de restrições, de registo de materiais necessários para o início da atividade e a adição de um campo com o registo das restrições para início de atividades mais frequentes.

O plano a curto prazo é feito através de uma lista de atividades prontas a iniciar retiradas do plano a médio prazo. Este plano revela-se muito incompleto pois existe ausência de informação de modo a elucidar todos os intervenientes do plano a curto prazo. De forma a introduzir um plano a curto prazo mais completo, sugeriu-se um novo plano que contém a atividade, descrição da atividade, responsável pela mesma, preocupações especiais, calendarização da semana, controlo visual da atividade, qualidade na execução, informação sobre a sua conclusão, PPC e motivos de não conclusão. Este plano revela-se muito útil pois fornece mais informação na sua análise e elaboração. Desta forma, todos os intervenientes são elucidados sobre as atividades executadas na semana anterior e sobre as atividades a executar na semana seguinte de modo a compreenderem melhor o plano na sua execução e perceber o que correu menos bem.

No atraso das atividades a executar, um dos motivos mais relevantes foi a falta de material em obra (Neves, 2010). De modo a combater este problema, existe espaço para a introdução de uma ferramenta de modo a reduzir a falta de material em obra. É sugerido a criação uma ficha de encomenda e receção de materiais. Com esta ficha, espera-se que haja uma redução da falta de material em obra, otimizando um processo através de registos de forma a minimizar o desperdício causado.

Esta ficha serve como auxílio ao plano a médio prazo. Com esta ficha é possível precaver a falta de material através da encomenda prévia e registo de datas de encomenda e datas de receção. Esta ficha também informa se a entrega do material se encontra dentro do prazo ou atrasada. Na última coluna, o objetivo é preencher com cores se a receção do material se encontrar dentro do prazo previsto (verde), se a entrega do material se encontrar com uma semana de atraso (amarelo) ou se a entrega do material se encontrar com mais de uma semana de atraso (vermelho).

3.12.CASO XI: COMPLEXO TERMAL DO ESTORIL

3.12.1.METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta baseia-se no modelo *Last Planner System* como um sistema de planeamento e controlo da produção no estaleiro. No planeamento, é sugerida uma hierarquia de três níveis de planeamento: Plano Fase, Plano de Execução a três semanas e Plano Semanal de Trabalhos (Peneirol, 2007).

No Plano Fase, na construção do gráfico de *Gantt*, define-se a WBS. O *Gantt* de controlo é atualizado mensalmente pelo progresso em percentagem. No *Gantt* de controlo surge também a *baseline* definida e o progresso que se regista para cada atividade. Assim são comparados os objetivos iniciais com o que já foi executado. Esta atualização do progresso em percentagem é feita em conjunto com os subempreiteiros e a informação fornecida pelos planos de níveis inferiores. Também é necessário proceder à atualização das datas no caso de atrasos ou adiantamentos significativos. É necessário a revisão do plano de fase para os trabalhos a realizar, meses após o início (Peneirol, 2007).

No planeamento a médio prazo, com base no Plano Fase, é elaborado um plano de execução a três semanas. Este plano tem como objetivo analisar os pré-requisitos que podem afetar o arranque das atividades. O Plano de Execução a três semanas faz a ponte entre o Plano Fase e o Plano de Trabalhos Semanal (Peneirol, 2007). Na Figura 69 encontra-se o Plano de Execução a 3 Semanas.

OPCA		COMPLEXO TERMAL DO ESTORIL										3 SEMANAS		29 a 31		1
		Plano Semanal de Execução												26-Jul-07 a 30-Ago-07		
Descrição da Atividade		Atividade	Resumo	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	01-Ago	02-Ago	03-Ago	04-Ago	05-Ago	06-Ago	07-Ago
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6.1.1	Fase de Metalização	Metalização	X	X												
6.1.4	Fase de Pinturas Exteriores	Wálvula				X	X	X								
6.1.4	Fase de Andares Desmontagem	Andares						X	X							
6.1.3	Cobertura: Preparação (moldes, formas estruturais metálicas, proteções de	OPCA	X	X	X	X	X	X								
6.4	Centrais: solares, condutores e vergas	Artigos e Eclides	X	X	X	X	X									
6.5.2	Fachada Ventilada: assentamento	Notas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.6.1.1	Revestimento Pavimento: enchimento	OPCA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.6.1.2.1	Raboco Interior	Artigos e Eclides	X	X	X	X	X	X	X							
6.6.2.2.1	Lambros: Assentamento de Andares	Artigos e Eclides				X	X	X	X							
7.5	AVAC Premadas Corretas	SOT ACE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.5.4.4	BLE Assentamento de caixas	SOT ACE	X	X	X	X										
7.5.4.5	BLE Assentamento de caixas	SOT ACE				X	X	X	X	X	X					
7.5.5.3	BLE Instalação de tubagem	SOT ACE	X	X	X	X										
7.5.5.4	BLE Instalação de tubagem	SOT ACE	X	X	X	X	X	X	X	X						
7.5.5.5	BLE Instalação de tubagem	SOT ACE				X	X	X	X	X	X	X	X			
7.5.6.3	BLE Instalação de condutores de cabos	SOT ACE	X	X	X	X	X									
7.5.6.4	BLE Instalação de condutores de cabos	SOT ACE				X	X	X	X	X	X					

Figura 69 – Exemplo de Plano de Execução a 3 Semanas (Peneirol, 2007, fig. 20)

No planeamento a curto prazo, é elaborado um mapa de trabalhos semanal que inclui a informação relativa à semana em questão, descrição de atividades, calendarização, local da obra, verificação do arranque da atividade e o controlo das atividades. Este plano trata-se do Plano de Trabalhos Semanal. Este plano é retirado diretamente do Plano de execução a 3 semanas, registando-se todas as atividades a concluir e a decorrer na semana em questão. É adicionada uma coluna de controlo com o registo do PPC e não conclusão das atividades. Através do cálculo do PPC, consegue-se perceber se o planeamento está a ser realista em relação ao que foi inicialmente planeado. Através do registo de não conclusões, consegue-se analisar que atividades não foram concluídas e as suas razões (Peneirol, 2007). Na Figura 70 encontra-se um pormenor da coluna de controlo que é adicionada à parte extraída do Plano de Execução a 3 Semanas que consiste no mapa do Plano de Trabalhos Semanal.

26 2007	PPC			
	61,5%			
	CONTROLO			
	Concluída?			
	Sim	Não	Razões para a NÃO conclusão / Observações	Registo
Trabalho dos Riscos (R)				
Trabalho em várias frentes		Não	Falta colocação de tábuas: mão-de-obra foi alocada para outras actividades prioritárias	X
		Não	Actividade precedente não foi iniciada	
		Não	Não de entrada a frente de trabalho	
Reforço de equipa de cobrimento	Sim			
Reforço de equipa de cobrimento	Sim			

Figura 70 – Pormenor da coluna de controlo no mapa do Plano de Trabalhos Semanal (Peneiro, 2007, fig. 22)

Para realização e análise deste plano, são realizadas reuniões semanais com o objetivo de elaborar um plano de execução de atividades a cada semana com um horizonte de 3 semanas. Semana a semana é calculado e analisado o PPC com o objetivo de verificar se o andamento da obra decorre como previsto. Nestas reuniões, são levantadas as causas de não conclusão das atividades e para serem posteriormente analisadas de modo a encontrar uma resolução para as mesmas (Peneirol, 2007).

Na análise de pré-requisitos, é feita a contabilidade de materiais e equipamentos para que o seu aprovisionamento ou alocação para uma determinada atividade seja feito dentro do prazo. É analisada também a mão de obra, avaliando-se as necessidades de carga pessoal. Também são analisadas as dúvidas ou indefinições que existem relativamente ao projeto e os riscos associados a cada atividade. Todas estas análises são feitas e discutidas nas reuniões semanais. Estas análises servem de certa forma para proteger o planeamento semanal e garantir que o mesmo é cumprido. Neste modelo é sugerido o envolvimento dos subempreiteiros no planeamento e controlo de modo a eliminar problemas e a incerteza da produção (Peneirol, 2007).

Este modelo tem como objetivo incrementar de forma consistente o aperfeiçoamento do sistema de forma a haver uma melhoria contínua em todo o processo (Peneirol, 2007).

3.12.2. ANÁLISE CRÍTICA – VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta metodologia, o lead time proposto no plano a médio prazo é de 3 semanas. Para a análise total de pré-requisitos, pode ser insuficiente. No campo de análise de restrições de atividades, o campo deveria ser mais específico de modo a facilitar o seu preenchimento e a elucidar todos os intervenientes sobre as restrições identificadas.

No plano a curto prazo, o mesmo é extraído do plano a médio prazo associando o PPC e o registo de não conclusão de atividade. Este plano encontra-se bastante completo, mas existe a necessidade de informar os intervenientes na análise do plano sobre o controlo visual das atividades e sobre o controlo da qualidade. A introdução de controlo visual das atividades e de controlo da qualidade de execução fornece mais informação aos intervenientes de forma a compreenderem melhor o plano para análise e preenchimento do mesmo. Com a introdução destes dois novos campos, espera-se também uma redução de atividades não concluídas no plano de produção semanal assim como uma melhor qualidade na execução devido à sua monitorização.

Durante a implementação desta metodologia, na análise do PPC foi registado um aumento da média de 52% para 70%. No entanto nota-se um decréscimo do PPC na semana que contém mais atividades (Peneirol, 2007). Na Figura 71 podemos verificar o registo do PPC e o aumento registado.

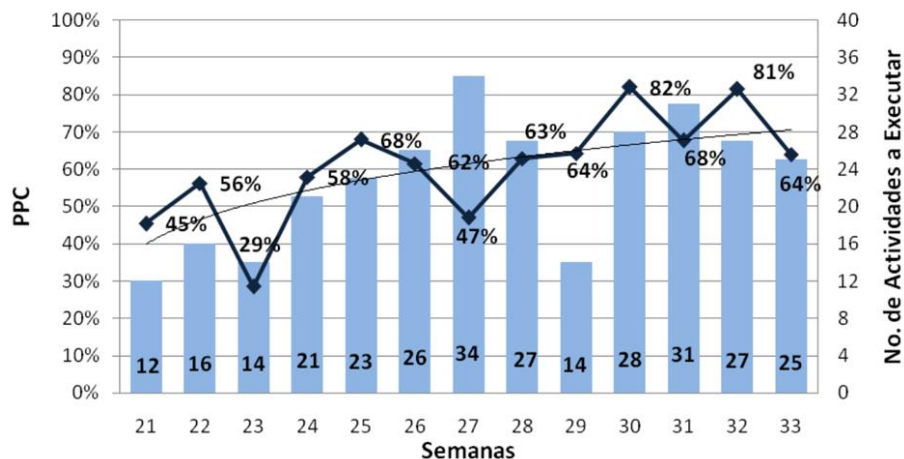


Figura 71 – Registo do PPC e Nº de atividades ao longo da obra (Peneirol, 2007, fig. 30)

Na análise das causas de não conclusão, as causas que mais contribuíram para a não conclusão de atividades foram os pré-requisitos das atividades e a mão de obra (Peneirol, 2007). Isto significa que o lead time do plano a médio prazo é insuficiente pois os pré-requisitos não se encontram satisfeitos se forem analisados com três semanas de antecedência. Na Figura 72 podemos visualizar a análise de causas de não conclusão de atividades.

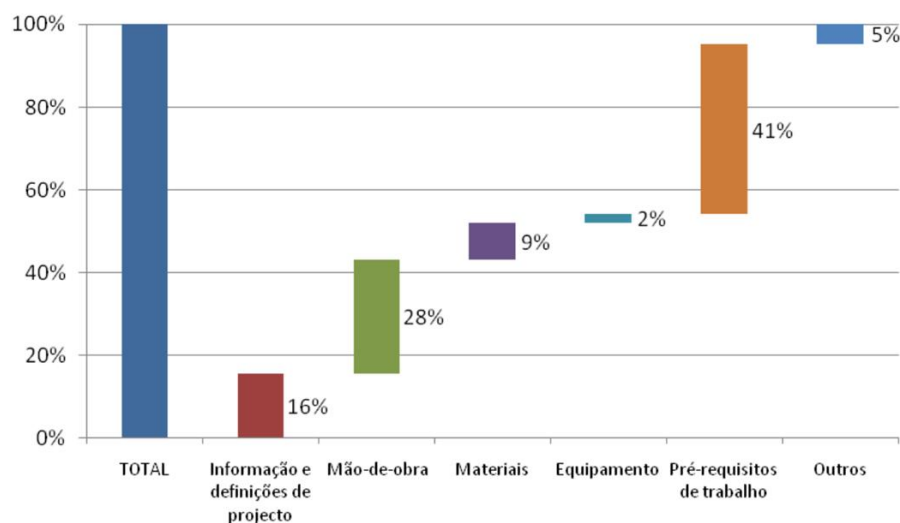


Figura 72 – Categorias de causas de não conclusão de atividades (Peneirol, 2007, fig. 32)

De forma a combater este problema, sugere-se aumentar o lead time do plano a médio prazo para quatro semanas. O novo plano a médio prazo proposto é adaptado ao plano a médio prazo anterior, adicionando um campo de registo das restrições de atividades mais frequentes, precedências, material em obra, equipamento em obra e outras observações. Com o aumento do lead time de três para quatro semanas, espera-se uma redução das causas de não conclusão de atividades resultantes da análise de pré-requisitos. Com a introdução de mais informação, espera-se uma melhor compreensão do plano por parte dos intervenientes, facilitando assim a sua análise e preenchimento.

Este modelo sugerido exige mais disponibilidade por parte da administração geral da empreitada, o que implica custos extras para a obra. No entanto, esta metodologia pode resultar numa redução de desperdícios e num aumento de produtividade de modo a compensar os custos extras provocados pela exigência de mais tempo por parte da administração da empreitada (Peneirol, 2007).

3.13.RESUMO

Neste Capítulo foram descritas as metodologias implementadas em cada caso de forma a identificar os problemas que resultaram da sua implementação. Em todos os casos, existem problemas em comum, tais como:

- Pouco tempo de implementação;
- Não obtenção dos resultados esperados a curto prazo;
- Resistência à mudança.

No entanto, os problemas mais relevantes encontram-se representados na Tabela 1. Estes problemas identificados resultam da má aplicação de metodologias Lean que resultam em tempo e recursos gastos e não acrescentam valor ao processo no final da sua implementação. Na página seguinte, encontra-se a Tabela 1 com uma síntese dos problemas identificados em cada caso.

Tabela 1 - Problemas identificados na aplicação de metodologias Lean Construction

Caso	Problemas identificados
Caso I: Creche - Instituto S. José de Vila do Conde	Lead time de 4 semanas insuficiente na realização de mapas comparativos
	Falta de comprometimento por parte dos subempreiteiros
	Falta de qualidade na execução de tarefas
Caso II: Hotel na Praia da Tocha	Constante espera por material e alterações de projeto
	Material em não conformidade
	Plano a Médio Prazo muito incompleto
	Plano a Curto Prazo incompleto
Caso III e IV: Superfície Comercial e Unidade Industrial para Reparação de Equipamento	Uso de novos materiais na criação de sinaléticas
	Falta de transparência na ficha de controlo de produtividade
	Não conformidades não registadas
	Uso de tablets
Caso V: Linha Ferroviária de Alta Velocidade Lisboa-Madrid	Falta de gestão visual nas reuniões semanais
	PPC baixo
Caso VI: Posto de Abastecimento de Combustíveis de Coimbra	Falta de materiais, mão de obra e problemas com equipamentos
Caso VII: Reparação e Pavimentação de uma Estrada	Plano não é executado de acordo com o LPS
	Reuniões diárias não realizadas
	PPC baixo
Caso VIII: Reabilitação integral de um Apartamento	Falta de limpeza e organização nas frentes de trabalho
	Falta de identificação e registo de não conformidade de materiais
Caso IX: Gestão de um Estaleiro na Construção de um Edifício de Habitação	Falta e interligação do Plano a Longo Prazo e Plano a Curto Prazo
	Excesso de informação no processo
Caso X: Palácio Estoril Residências	Plano a médio prazo incompleto
	Falta de material em obra
	Plano a curto prazo incompleto
Caso XI: Complexo Termal do Estoril	Lead time de 3 semanas insuficiente na análise de pré-requisitos
	Plano a Médio Prazo incompleto
	Plano a Curto Prazo incompleto

4

METODOLOGIA PROPOSTA

4.1. INTRODUÇÃO

Este estudo concentrou-se na identificação de problemas em metodologias implementadas e na criação de uma nova metodologia para combater esses problemas identificados. A metodologia proposta tem como objetivo proporcionar um processo mais eficiente e eficaz de modo a aumentar a produtividade e minimizar desperdícios.

A metodologia foi desenvolvida através de uma revisão de metodologias implementadas em outros casos e na identificação de problemas e limitações nos mesmos. Foram identificados problemas como falta de transparência nos processos, falta de comunicação efetiva entre os intervenientes, falta de mecanismos de controlo de produção e qualidade.

Para combater esses problemas identificados, foi criado um modelo baseado num conjunto de ferramentas e metodologias *Lean* com o objetivo de minimizar os desperdícios. Este modelo deve ser entendido no contexto das funções do diretor de obra e/ou encarregado de obra. O objetivo geral é concluir a obra dentro do prazo, controlando o planeamento, elucidando todos os intervenientes acerca de dúvidas relacionadas com o projeto ou a execução, obter uma execução com qualidade e coordenar todos os intervenientes.

Com este novo modelo, espera-se alcançar uma melhor eficiência e produtividade, minimizando os desperdícios e melhorando a interação e colaboração entre todos os intervenientes.

4.2. BASES TEÓRICAS

O modelo desenvolvido baseia-se no sistema *Last Planner System*, na ferramenta de melhoria contínua 5S e no método *Just in Time*.

O *Last Planner System* é um método de planeamento e controlo da produção, baseado na filosofia *Lean Construction*, para projetos de construção que tem como objetivo melhorar a eficácia do planeamento e execução de tarefas. O objetivo principal do *Last Planner System* é fazer com que todos os intervenientes possam participar no processo de planeamento e controlo da produção. Numa primeira fase, é elaborado um plano geral de trabalhos. Na fase seguinte, os responsáveis pela execução das tarefas criam um plano detalhado, que é avaliado pelo último planeador. A terceira fase envolve a execução das tarefas em questão e o controlo do último planeador, que é responsável por garantir que as tarefas sejam executadas dentro do prazo previsto. A fase final envolve a análise de dados e melhoria contínua no processo.

O *Last Planner System* requer uma mudança de cultura e comportamento, pois é necessário que todos os intervenientes estejam comprometidos com o sucesso do método e que sejam capazes de trabalhar em equipa. O *Last Planner System* tem mostrado resultados significativos na redução de custos, atrasos e melhoria na qualidade dos projetos (Ballard, 2000).

O 5S é uma ferramenta de gestão da qualidade que visa melhorar a organização e a eficiência no ambiente de trabalho. A ferramenta foi desenvolvida no Japão na década de 1960 fazendo parte do movimento de melhoria contínua conhecido como *Kaizen* (Hirano, 1996). Os 5S's são os seguintes:

- *Seiri* (Selecionar): separar o que é necessário do que não é necessário, eliminando itens desnecessários do espaço de trabalho (Hirano, 1996);
- *Seiton* (Ordenar): organizar os itens restantes de forma a facilitar o acesso e uso, definindo sempre um lugar para cada item (Hirano, 1996);
- *Seiso* (Limpar): manter o espaço de trabalho sempre limpo e arrumado, eliminando o lixo e desorganização proveniente das atividades (Hirano, 1996);
- *Seiketsu* (Padronizar): desenvolver padrões para a implementação dos três primeiros S's, garantido que o processo seja repetido de forma a implementar normas e padrões em áreas de armazenamento de forma a reduzir o tempo de procura por determinado material ou equipamento (Hirano, 1996);
- *Shitsuke* (Disciplinar): criar a disciplina necessária para manter os padrões definidos, fazendo com que o 5S se torne um hábito (Hirano, 1996).

A aplicação dos 5S's pode trazer uma série de benefícios para a organização da empreitada, incluindo a melhoria da eficiência, redução de custos, melhoria da qualidade, segurança e o bem-estar dos funcionários (Hirano, 1996).

O *Just in Time* é um método de produção com o objetivo de produzir ou fornecer produtos ou serviços exatamente quando e onde são necessários, eliminando o excesso de stock e reduzindo o desperdício. Na indústria da construção, o *Just in Time* tem sido utilizado para melhorar a eficiência da produção e reduzir os custos de construção. O *Just in Time* na construção envolve a coordenação e integração de todos os processos envolvidos na construção, desde o planeamento até à entrega final. Isto inclui a coordenação da entrega de materiais e equipamentos, o planeamento de atividades, a monitorização das atividades e garantia de qualidade na execução. A utilização do *Just in Time* está associada a uma série de benefícios, incluindo a redução de stocks de materiais e equipamentos, redução de prazos de execução e redução de custos. Além disso, a utilização do *Just in Time* pode melhorar a produtividade, aumentando a qualidade do produto final (Womack & Jones, 1996).

4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS CRIADAS

O modelo proposto baseia-se no sistema *Last Planner System* estabelecendo-se uma hierarquia e um conjunto de objetivos em três níveis de planeamento: planeamento a longo prazo, planeamento a médio prazo e planeamento a curto prazo.

Na Figura 73 encontra-se um esquema dos níveis de planeamento da metodologia.

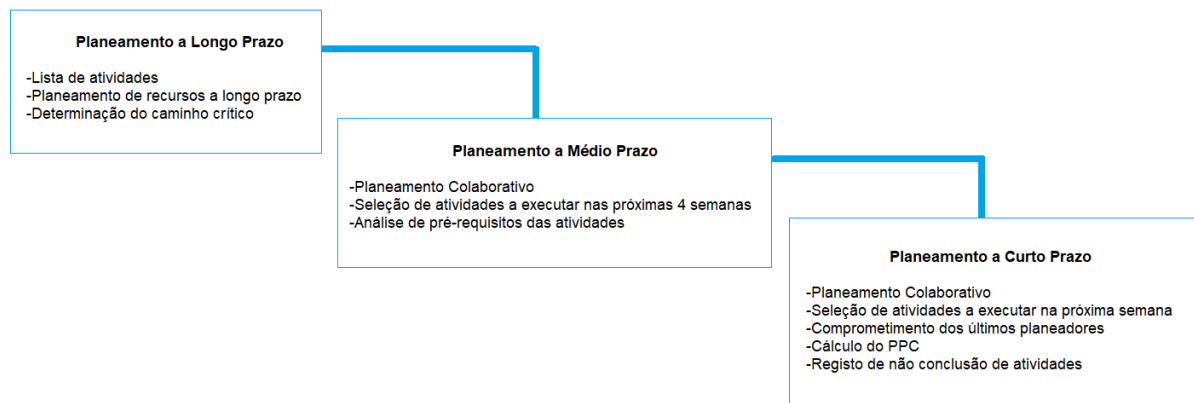


Figura 73 – Níveis de planeamento da metodologia

Nesta metodologia, é também sugerida a implementação da ferramenta 5S e da filosofia *Just in Time* no sentido de manter o local de trabalho limpo e organizado através de uma melhoria contínua e de reduzir o excesso de stocks, minimizando o desperdício, respetivamente.

4.3.1. PLANO A LONGO PRAZO

4.3.1.1. Plano Geral de Trabalhos

O plano geral de trabalhos é elaborado com o apoio do *software Microsoft Project*. O plano tem de ser detalhado nas atividades principais. Estas atividades principais relacionam-se entre si através do método do caminho crítico. O plano geral de trabalhos é elaborado respeitando o caderno de encargos e os principais prazos de entrega a cumprir. Deve ser elaborada uma lista de atividades para posteriormente se elaborar o gráfico de *Gantt* com o objetivo de visualizar as atividades críticas. Na Figura 74 está representado um exemplo da lista de atividades, gráfico de *Gantt* e caminho crítico elaborado com recurso ao *software Microsoft Project*.

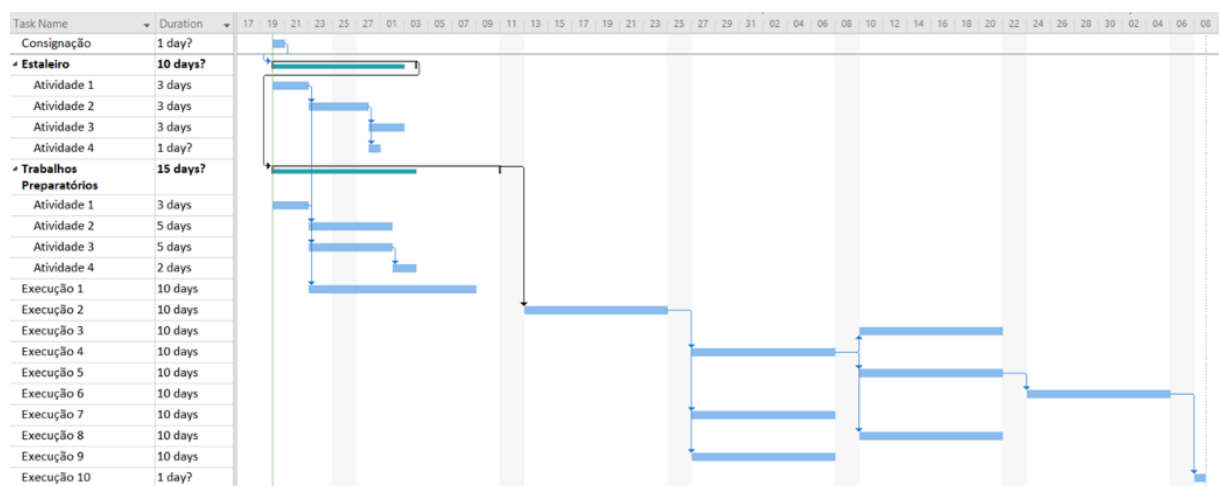


Figura 74 – Exemplo de lista atividades, gráfico de *Gantt* e caminho crítico

4.3.2. PLANO A MÉDIO PRAZO

4.3.2.1. Plano de Produção a 4 Semanas

Após a elaboração do Plano Geral de Trabalhos, é elaborado um Plano de Produção a 4 Semanas. Este plano tem como objetivo fazer a interligação entre o plano a longo prazo e o plano a curto prazo. As atividades inseridas no Plano de Produção a 4 Semanas representam as atividades que deveriam ser feitas nas próximas quatro semanas de forma a cumprir o Plano Geral de Trabalhos. À medida que se avança uma semana, essa semana é retirada do Plano de Produção a 4 Semanas e é inserida uma nova semana no plano. Na Figura 75 está representado o Plano de Produção a 4 Semanas feito com recurso ao *software Microsoft Excel*.

Plano de Produção a 4 Semanas					Semana: _____																				Data: ____/____/____ a ____/____/____					
					Análise de Pré-requisitos de Atividades																									
Obra:					1 - _____																				6 - _____					
					2 - _____																				7 - _____					
					3 - _____																				8 - _____					
					4 - _____																				9 - _____					
					5 - _____																				10 - _____					
Atividade	Descrição da Atividade	Responsável	Local	Preocupações Especiais	Semana: 5					Semana: 6					Semana: 7					Semana: 8					Análise de Pré-requisitos para início de cada atividade		Nº	Outras Observações		
					2º	3º	4º	5º	6º	S	D	2º	3º	4º	5º	6º	S	D	2º	3º	4º	5º	6º	S	D	2º			3º	4º

Figura 75 – Plano de Produção a 4 Semanas

Como podemos verificar na Figura 75, o plano contém um campo onde estão representadas as atividades, descrição das atividades, responsável, local e preocupações especiais. Existe um campo de calendarização composto por quatro semanas que é o lead time do plano a médio prazo.

Na parte superior do plano, há um registo de pré-requisitos das atividades. Aqui são registados todos os pré-requisitos referentes às atividades em questão. Por fim, existe um campo de análise de pré-requisitos onde é preenchido o número do pré-requisito, as precedências por iniciar, o material e equipamento em obra, a explicação dos riscos associados à tarefa e outras informações relevantes para a atividade em questão.

Este plano foi elaborado com recurso ao *software Microsoft Excel* pois é uma ferramenta de uso fácil, mais intuitiva e de modo a não provocar uma resistência à mudança por parte dos intervenientes que elaboram estes mapas. No entanto, o *software* indicado para manter uma atualização constante do plano seria o *software Microsoft Project*, por ser mais completo e englobar mais funcionalidades.

4.3.2.2. Reunião de Planeamento da Produção a 4 Semanas

As reuniões de Planeamento da Produção a 4 semanas são muito importantes pois é nesta reunião que é analisado e preenchido o Plano de Produção a 4 Semanas. Esta reunião é realizada semanalmente de forma a analisar as 4 semanas de planeamento seguintes. Nesta reunião devem participar o diretor de obra, o encarregado geral da obra e os últimos planeadores responsáveis pelas atividades a decorrer ou a iniciar nas quatro semanas seguintes. Deve ser feita uma análise de pré-requisitos para cada atividade de modo a verificar se estes podem ser satisfeitos nas próximas quatro semanas. Devem também ser discutidas as interdependências e os problemas das atividades introduzidas no plano. Por fim, deve ser elaborado um novo Plano de Produção a 4 Semanas, eliminando a primeira semana no Plano de Produção a 4 Semanas e introduzindo uma nova quarta semana proveniente do Plano Geral de Trabalhos. Esta reunião deve ser realizada à sexta-feira devido à proximidade com a semana seguinte que reduz a probabilidade de haver uma variação do processo, tornando a elaboração do novo plano mais realista.

Estas reuniões devem ser realizadas à sexta-feira devido à proximidade com a semana seguinte reduzindo a probabilidade de haver uma variação do processo, tornando o planeamento mais realista.

4.3.4. ANÁLISE DE PRÉ-REQUISITOS

A análise de pré-requisitos tem como objetivo combater e minimizar os efeitos da incerteza que é um dos maiores problemas na construção. Este processo garante o início e conclusão da atividade através de uma análise antecipada dos requisitos de cada atividade. Se os requisitos de cada atividade foram satisfeitos, a probabilidade de a mesma não ser executada no prazo proposto é menor. Cada pré-requisito deve ser coordenado e analisado pois representa uma incerteza para a atividade. O lead time da análise de pré-requisitos é de quatro semanas. Este prazo coincide com o prazo em que a atividade entra no Plano de Produção a 4 Semanas até estar pronta a transitar para o Plano de Produção Semanal.

Existem pelo menos sete tipos de pré-requisitos ou subfluxos que condicionam o início de uma atividade. Os pré-requisitos chave são: Materiais, equipamentos, mão de obra, atividades precedentes, desenhos, espaço e condições externas (Koskela, 2000).

4.3.4.1. Materiais

Os materiais necessários para as atividades são um pré-requisito chave. Na análise dos pré-requisitos deve-se analisar se estão definidos o tipo de material e a quantidade necessária para executar a atividade, se o material foi encomendado, se chega ao local da execução da atividade na data prevista e se existe espaço em obra para armazenar o material. Todos estes fatores devem ser discutidos e analisados na reunião de Produção a 4 Semanas de forma a solucionar e satisfazer este pré-requisito para que a atividade se possa iniciar e concluir na data prevista.

Para auxiliar na análise deste pré-requisito, deve ser elaborado um Mapa de Materiais e Quantidades, tendo em conta a filosofia *Just in Time*, de forma a facilitar o registo do material encomendado. Este mapa deve conter o material, tarefa em que é necessário, quantidade, dimensões/especificações, data de encomenda, data de receção, local a depositar e um registo visual receção de materiais por cores. O Mapa de Materiais e Quantidades está representado na Figura 77.

Mapa de Materiais e Quantidades							
Obra:					Material entregue dentro da data prevista		
					Material não entregue (atraso de 1 semana)		
					Material não entregue (atraso de + 1 semana)		
Tarefa	Materiais	Quantidade	Dimensões/Especificações	Data de Encomenda	Data de receção	Local a depositar	Receção de Materiais (Cor)

Figura 77 – Mapa de Materiais e Quantidades

4.3.4.2. Equipamentos

Os equipamentos necessários para cada atividade são também um pré-requisito chave. Na análise do pré-requisitos deve-se verificar se está definido o tipo de equipamento necessário para a realização da atividade e se este existe em obra. Caso não exista, são analisadas e discutidas soluções no sentido de adquirir o equipamento para a atividade em questão.

Estes fatores são analisados e discutidos na reunião de Produção a 4 Semanas de forma a solucionar e satisfazer este pré-requisito.

Para auxiliar a análise deste pré-requisito, é elaborado um Mapa de Aprovisionamentos tendo em conta a filosofia *Just in Time*. Este mapa contém informações relativamente à tarefa em questão, equipamento necessário, descrição do equipamento, preços, quantidades, fornecedor, tempo de aprovisionamento, datas de adjudicação e de entrada em obra e um controlo por cores. O Mapa de Aprovisionamentos está representado na Figura 78.

Mapa de Aprovisionamentos									Semana: 5		Data:	
Obra:									Adjudicação dentro do prazo estipulado			
									Adjudicação deve ser efetuada na presente semana			
									Prazo de adjudicação terminado			
Tarefa	Equipamento	Descrição do Equipamento	Preços de	Preço Unitário	Preço Total	UN	QT	Fornecedor	Tempo de	Data de	Data de entrada em	Controlo

Figura 78 – Mapa de Aprovisionamentos

4.3.4.3.Mão-de-Obra

Sendo a mão de obra um dos pré-requisitos chave, é analisado a quantidade de colaboradores exigida para cada atividade e se têm capacidade para executar a atividade com a qualidade exigida.

4.3.4.4.Atividades Precedentes

Neste pré-requisito, deve-se ter em conta todas as atividades precedentes da atividade em questão. Deve-se verificar se estas vão ser concluídas dentro do prazo estipulado de modo que se possa iniciar a atividade em questão. É importante saber se existe alguma atividade crítica neste pré-requisito de modo a não haver atrasos significativos no planeado.

4.3.4.5.Desenhos

As alterações no projeto são constantes. Este pré-requisito é o mais incerto. Deve-se verificar se os desenhos disponíveis são suficientes para realizar a atividade. Caso contrário, deve-se pedir informação suficiente para que os desenhos sejam elucidativos para a execução da atividade. Quanto às alterações, deve-se comunicar todas as alterações que são feitas nos desenhos de modo que se possa proceder à execução da atividade sem erros.

4.3.4.6.Espaço

Neste pré-requisito é importante ter em conta a realização de uma formação 5S. Na análise deste pré-requisito deve verificar se existe o espaço físico necessário para realizar a atividade e se este está limpo. Implementando os 5S's, o espaço tornar-se-á mais limpo e organizado de modo a facilitar a análise e satisfação deste requisito.

4.3.4.7.Condições externas

Este pré-requisito tem em conta as condições climáticas por exemplo. Na análise deste pré-requisito deve-se verificar se as condições climáticas podem condicionar o início da atividade. Para isso deve-se recorrer à previsão do tempo e considerar que esta previsão não é 100% fiável.

Devido à incerteza associada a este pré-requisito, deve ser feita uma análise cuidadosa de modo a verificar todas as condicionantes.

4.3.4.8.Outros

Existem outros tipos de pré-requisitos a ter em conta. Devem ser revistas e verificadas se as condições especiais exigidas por cada atividade, caso elas existam. Também devem ser revistas e verificadas as condições de segurança. Deve-se verificar se a atividade requer condições especiais de segurança e se é possível satisfazer estas condições dentro do lead time estipulado.

Outro pré-requisito importante para analisar é a realização de mapas comparativos. Deve-se verificar se o mapa comparativo está finalizado e se a atividade está adjudicada. Para auxiliar esta análise, é elaborado um Mapa Comparativo para que se possa obter todas as informações de uma forma fácil e organizada. Este Mapa Comparativo contém as atividades em questão, data de consulta, data de adjudicação, empresa adjudicada, data de entrada em obra e um campo para observações ou comentários. Ainda contém um campo de controlo visual que transmite informação acerca do estado da análise da atividade por cores. Este mapa encontra-se representado na Figura 79.

Mapa Comparativo					
Obra:		Semana: 6		Em Obra	
				Adjudicado	
		Data:		Falta consulta	
				Pendente	
Atividades	Data de consulta	Data de Adjudicação	Empresa adjudicada	Data de entrada em obra	Observações / Comentários

Figura 79 – Mapa Comparativo

4.3.5.SALA LEAN

As reuniões de planeamento devem ser realizadas numa sala que reúna as condições necessárias para ser analisado e discutido o planeamento. A criação de uma sala Lean para a realização das mesmas com a introdução de um painel de informação facilita a análise e discussão do planeamento.

A sala Lean deve conter um painel com o Plano de Produção Semanal e o Plano de Execução a 4 Semanas com os diferentes trabalhos representados com papéis de diferentes cores e outras informações relevantes para a obra para facilitar a leitura do planeamento. Este painel facilita a visualização das atividades a médio prazo e as suas dependências e possibilita todos os intervenientes de participarem na elaboração do planeamento de uma forma interativa. Este painel deve ser colocado num local visível a todos os intervenientes na reunião. Desta forma, vai haver uma visualização do plano a médio prazo por parte de todos e estes poderão intervir de forma produtiva e elucidativa na elaboração do planeamento.

4.3.6.CONTROLO

No controlo da produção, o PPC e o registo de não conclusões das atividades contribuem para uma maior transparência no processo. No Plano de Produção Semanal existe um campo de controlo que permite registar o PPC da semana que consta no plano e o registo de não conclusões das atividades.

Esse campo encontra-se a cinzento representado na Figura 80.

[illegible]

Figura 80 – Pormenor de controlo do Plano de Produção Semanal

4.3.6.1.PPC

A introdução do PPC no Plano de Produção Semanal permite controlar a percentagem de planeamento concluído. Este indicador é calculado através da seguinte fórmula:

$$PPC = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades concluidas}}{N^{\circ} \text{ de actividades planeadas}} * 100$$

Este indicador fornece a informação relativamente ao bom ou mau funcionamento do modelo. O aumento do PPC significa que o planeamento se tornou mais fiável porque grande parte das atividades planeadas naquela semana foram concluídas. Este indicador permite analisar e detetar as não conformidades na produção, tornando possível saber a origem das causas de não conclusão.

4.3.6.2.Registo de não conclusões

O registo de não conclusões é efetuado após o cálculo do PPC. Através da análise das razões de não conclusão é possível prevenir que os erros que provocaram a não conclusão de uma atividade no futuro. As causas de não conclusão mais frequentes são:

- Materiais;
- Equipamentos;
- Mão de obra;
- Pré-requisitos;
- Alterações no projeto.

Após o registo de não conclusões, devem ser analisadas as causas de não conclusões de modo a solucionar as mesmas para que a atividade possa ser concluída. Este indicador está sempre associado ao PPC de modo a proporcionar a perceção do andamento da empreitada.

4.3.7.IMPLEMENTAÇÃO 5S

No sentido da implementação da ferramenta 5S, devem ser realizadas formações de forma a informar e sensibilizar todos os intervenientes acerca dos 5S's e como cumpri-los. Também devem ser introduzidos contentores nos locais das frentes de trabalho de modo a manter o espaço limpo e organizado. Os materiais que se encontram no estaleiro devem ser bem organizados para facilitar a sua identificação. Desta forma, devem ser criadas sinaléticas para facilitar a identificação dos materiais em estaleiro e para que estes estejam no estaleiro de uma forma organizada.

Como ferramenta de auxílio na organização e identificação dos materiais deve ser criada um tipo de sinalética com informação relativa ao tipo de material, as suas dimensões e ainda uma imagem ilustrativa de modo a ser fácil a distinção entre materiais. Na Figura 81 está representado um exemplo da sinalética criada para identificação dos materiais.

Material:	Imagem Ilustrativa
Dimensões:	

Figura 81 – Identificação de materiais em obra

Este tipo de sinalética não deve acrescentar custos extra à obra. Portanto, devem ser reaproveitados ao máximo os materiais em obra para a criação desta nova sinalética de forma a não acrescentar custos extra à obra.

Deve ser também elaborado uma auditoria 5S mensal através do preenchimento de uma *checklist* que avalia cada um dos 5S's através de cores. A *checklist* 5S encontra-se representada na Figura 82.

Checklist 5S												
Obra:							Muito Bom (90-100%)		Mau (21-49%)			
							Bom (71-89%)		Muito Mau (0-20%)			
							Razoável (50-70%)					
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
1S												
2S												
3S												
4S												
5S												

Figura 82 – Checklist 5S (adaptado de Bechar, 2021, fig.17)

5

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.1. INTRODUÇÃO

A filosofia *Lean Construction* é uma abordagem de gestão de projetos que tem como objetivo eliminar os desperdícios, reduzindo a variabilidade do fluxo de produção e criando valor no produto final para o cliente. Como exemplo de aplicação da filosofia *Lean Construction*, considerou-se o caso da obra da Passagem Superior para Peões na estação de Águas Santas/Palmilheira.

Nesta metodologia proposta, é sugerido um modelo de planeamento e controlo da produção com base nas filosofias associadas ao *Lean Construction* com o objetivo de otimizar o processo de construção, a padronização de atividades e redução de *stocks*.

Em resumo, a metodologia Lean Construction pode ser aplicada em todas as etapas do processo de construção, desde o planeamento até à execução. Ao utilizar esta abordagem, o objetivo é eliminar os desperdícios, reduzindo a variabilidade do fluxo de produção e criando valor no produto final para o cliente.

Neste capítulo, foi escolhida a obra Passagem Superior para Peões – Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira, para a aplicação da metodologia criada no capítulo anterior, por ser uma obra já abordada numa unidade curricular anterior e por essa mesma razão, a aplicação do método seria mais prática e simples. A metodologia criada, tem como base o sistema *Last Planner System*, a ferramenta de melhoria contínua 5S e o método *Just in Time*. As ferramentas criadas são baseadas em todas as ferramentas analisadas nos casos referenciados numa fase inicial desta dissertação, tentando obter o melhor que estas têm, aplicando-as de uma forma mais eficaz e também introduzindo algumas alterações de modo a produzirem o efeito pretendido.

5.2. PASSAGEM SUPERIOR PARA PEÕES – APEADEIRO ÁGUAS SANTAS/PALMILHEIRA

5.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJETO

No sentido de melhorar as condições de segurança no acesso às plataformas e eliminar a passagem de nível existente no Apeadeiro de Águas Santas/Palmilheira, na Linha do Minho, entre o topo norte da plataforma da via ascendente e o topo sul da plataforma da via descendente, ao quilómetro 6,653, será construída uma passagem superior pedonal sobre as duas vias, na proximidade do atual atravessamento ao quilómetro 6,660, a qual consiste num tabuleiro e acessos por escadas e elevadores.

A planta de implantação da obra encontra-se representada na Figura 83.

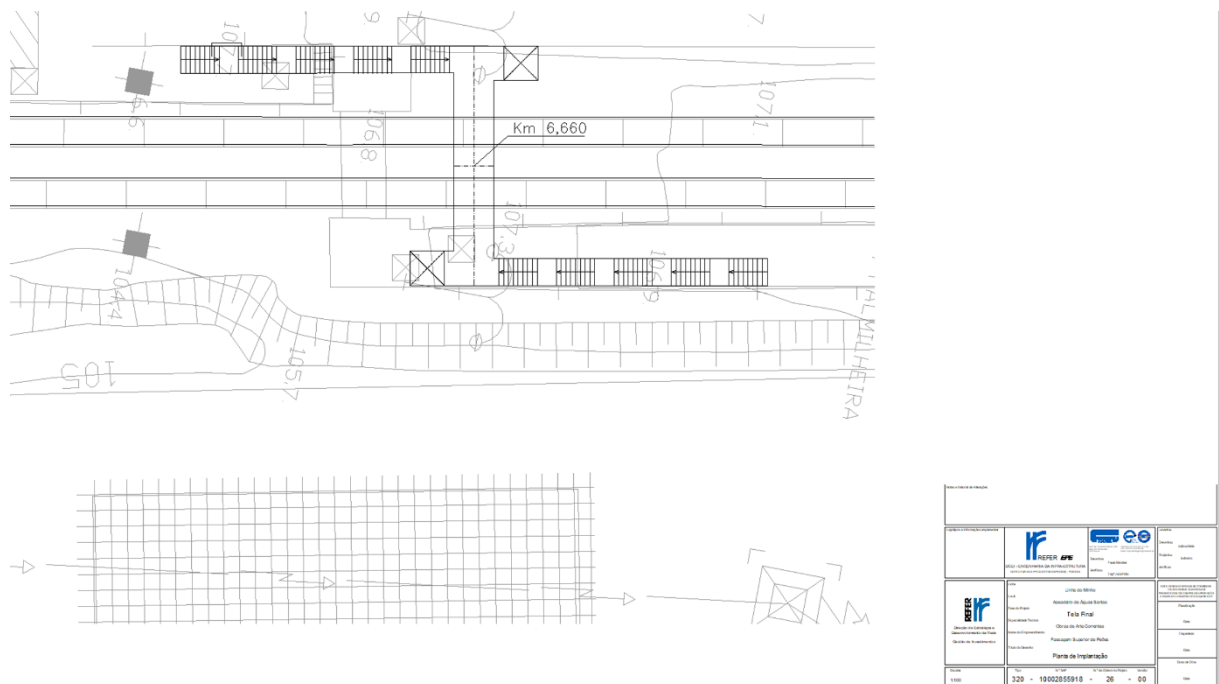


Figura 83 – Planta de Implantação da obra Passagem Superior para Peões – Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira

Com a construção desta passagem superior para peões, pretende-se evitar o atravessamento da via-férrea pelos utentes desta Apeadeiro, garantindo o cumprimento da legislação em vigor no que se refere às acessibilidades (Decreto-Lei nº 163/2006 de 8 de agosto). O projeto foi desenvolvido para um atravessamento desnivelado, sobre as duas vias-férreas entre as atuais plataformas. A estrutura a instalar ficará, contudo, preparada para a instalação numa segunda fase, aquando da quadruplicação do troço entre Contumil e Ermesinde, de um segundo tabuleiro que permitirá efetuar o atravessamento sobre as duas novas vias a instalar a ponte, ligando à futura plataforma poente.

O projeto é constituído pelas seguintes especialidades:

- Arquitetura;
- Fundações e Estruturas;
- Instalações Elétricas;
- Instalações Mecânicas;
- Coordenação de Segurança em Projeto;
- Ambiente.

As principais condicionantes são as seguintes:

- Respeito pelo definido no Decreto-Lei 163/2006 de 8 de agosto, que define as condições de acessibilidade a satisfazer no projeto e na construção de espaços públicos, equipamentos coletivos e edifícios públicos, garantindo-se deste modo a acessibilidade a pessoas de mobilidade condicionada;
- Limitações relacionadas com a topografia, acessos, envolvente contruída e limites do Domínio Público Ferroviário;

- A passagem superior pedonal da qual se apresenta o projeto de execução, irá servir no futuro o Apeadeiro de Águas Santas/Palmilheira, a remodelar aquando da realização do futuro empreendimento de quadruplicação da via-férrea do Troço Contumil-Ermesinde;
- A passagem superior irá no futuro dispor de 3 núcleos verticais de acesso à travessia desnivelada que servirão as 3 plataformas do futuro apeadeiro;
- Numa primeira fase serão construídos unicamente 2 dos 3 núcleos de acesso, assim como a travessia entre ambos, os quais irão servir as atuais plataformas.

A obra consiste na construção de dois núcleos de acesso (nascente e poente) à passagem superior. Os núcleos de acesso às plataformas das vias ascendente e descendente têm 2,15 metros de largura e 10,80 metros de altura. Nas plataformas de passageiros, haverá uma intervenção de modo a permitir o acesso aos elevadores. A passagem superior é composta por 2 núcleos de acesso com escada e elevador cada um e ligação entre ambos, permitindo a utilização por deficientes e pessoas de mobilidade reduzida. Na passagem superior, o tabuleiro tem 15 metros de comprimento e uma largura interior de 2,50 metros.

O estudo geológico e geotécnico do terreno de fundação caracteriza genericamente o solo com propriedades heterogêneas de fraca resistência nas camadas superiores, sendo necessário atingir a camada de formações graníticas para o encastramento das fundações.

Com a retirada de serviço da passagem de nível existente, o estrado da passagem de nível deve ser levantado em condições de ser reaplicado e transportado para o local da passagem de nível provisória ao quilómetro 6,860.

As águas pluviais do tabuleiro serão recolhidas em caleiras transversais com grelha, situadas junto aos patamares de acesso às escadas. Ao nível do tabuleiro, junto às portas dos elevadores são também instaladas caleiras de águas pluviais.

Nas instalações projetadas, serão consideradas as seguintes infraestruturas:

- Antes de dar início à execução dos trabalhos procede-se ao desvio provisório e/ou reposição dos serviços afetados definido no projeto de instalações elétricas;
- Execução dos trabalhos necessários para a realização do desvio provisório dos acessos pedonais à travessia sobre o caminho de ferro, nomeadamente o rebaixamento parcial na plataforma da via descendente e a alteração da localização da passagem de nível.

Fase 2 (Execução da Passagem Superior Pedonal):

- Realização dos trabalhos preparatórios de demolição das plataformas e acessos existentes, para permitir a execução das fundações da passagem superior de peões;
- Execução das micro estacas;
- Execução dos maciços, fustes e vigas de fundação;
- Execução de caminhos de cabos e rede de terras definidos no projeto específico de instalações elétricas;
- Execução dos muros de prolongamento e alteamento das plataformas;
- Montagem da estrutura metálica das torres dos elevadores;
- Montagem dos pilares metálicos;
- Colocação da estrutura metálica da passagem superior previamente executada em período de interdição rodoviária, com corte de tensão;
- Montagem da estrutura metálica das escadas de acesso à passagem pedonal;
- Reposição dos pavimentos e revestimentos demolidos com eventuais ajustamentos às necessidades e cotas do projeto;

- Instalação dos elevadores e das armaduras de iluminação;
- Remoção da passagem de nível.

O planeamento dos trabalhos em obra deverá garantir o acesso dos passageiros aos comboios em todas as fases da obra, tirando partido das interdições da via. Todos os trabalhos a ocorrer nesta fase em que não seja possível respeitar o gabarit elétrico de 2,5 metros em torno de qualquer elemento com tensão da infraestrutura de catenária terão de ser executados em períodos de interdição.

5.2.2. DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENFRENTADOS EM OBRA

A implementação dos princípios da *Lean Construction* pode trazer vários benefícios para a gestão de projetos, tais como aumento da eficiência, redução de prazos e custos e maior satisfação para o cliente.

No entanto, existem desafios que podem dificultar a aplicação desses princípios. Esses desafios estão associados aos 7 princípios da *Lean Construction*, que são os seguintes.

- Planeamento e controlo do fluxo de valor: Identificar todas as etapas do processo de produção, eliminar desperdícios e estabelecer um fluxo contínuo de trabalho (Koskela, 1992);
- Planeamento pull: Produzir apenas o que é solicitado pelo cliente e quando o cliente solicita de modo a evitar excesso de stock (Koskela, 1992);
- Fluxo contínuo: Projetar o fluxo de trabalho para que o processo seja executado sem interrupções ou atrasos (Koskela, 1992);
- Nivelamento da produção: Distribuir a produção uniformemente ao longo do tempo, evitando picos de trabalho (Koskela, 1992);
- Colaboração e aprendizagem: Fomentar a colaboração entre todos os intervenientes e incentivar a aprendizagem mútua (Koskela, 1992);
- Criação de valor: Fornecer valor ao cliente através da produção ou serviços que vão de encontro às suas necessidades (Koskela, 1992);

Estes são os desafios da Lean Construction em obra. O objetivo é implementar ferramentas de modo a cumprir todos os desafios, aumentando a eficiência, reduzindo custos e prazos e acrescentar valor ao produto final para o cliente.

5.2.3. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PROJETO

No sentido de satisfazer os desafios enfrentados em obra no âmbito da filosofia Lean Construction, foi proposto um método para aplicação na obra da Passagem Superior para Peões no apeadeiro de Águas Santas/Palmilheira. Esta obra ainda não se encontra em fase de execução pelo que a proposta é apenas uma sugestão para a realização da mesma.

Estabeleceu-se uma hierarquia e um conjunto de objetivos em três níveis de planeamento: longo prazo, médio prazo e curto prazo. Este modelo é apoiado no sistema *Last Planner System*, filosofia 5S e método *Just in Time* de forma a satisfazer os desafios encontrados em obra no âmbito da *Lean Construction*.

5.2.3.1. Planeamento e Controlo

O diretor de obra deve ser o responsável pelo planeamento e controlo nesta metodologia. O planeamento inicia-se com a elaboração do Plano Geral de Trabalhos. Neste plano está presente uma lista das atividades principais a executar e através destas são identificadas e sequenciadas as mesmas através do método do caminho crítico. É também elaborado um gráfico de *Gantt* de modo a facilitar a interpretação e visualização de todas as interdependências e prazos de execução das atividades. Este plano é apenas um guia para os outros níveis de planeamento, onde o plano é mais detalhado e realista de modo a proceder à execução das atividades

Na Figura 84 encontra-se o Plano Geral de Trabalhos retirado da memória descritiva da obra com a lista de atividades e o gráfico de *Gantt*. Este plano não contém o caminho crítico das atividades.

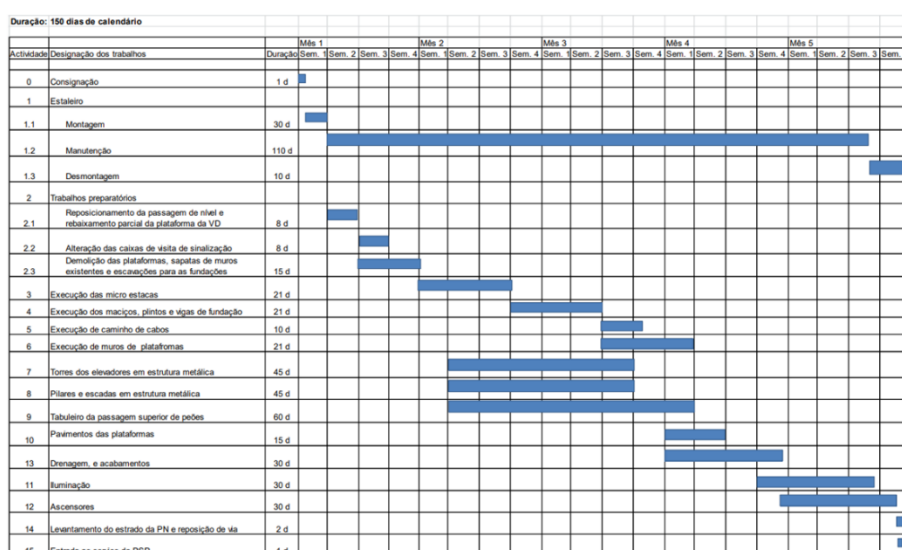


Figura 84 – Lista de atividades e gráfico de *Gantt* do Plano Geral de Trabalhos

Após a elaboração do Plano Geral de Trabalhos, passa-se ao segundo nível de planeamento que é a elaboração do Plano de Produção a 4 Semanas, descrito no ponto 4.3.2.1. Este plano representa as atividades que devem ser executadas nas próximas 4 semanas de modo a cumprir o objetivo do Plano Geral de Trabalhos. Neste plano, o nível de detalhe das atividades é maior com a descrição da atividade, responsável pela execução, local da execução e preocupações especiais associadas à atividade. Ainda existe uma calendarização das atividades nas próximas 4 semanas e uma análise de pré-requisitos. Foi definido em horizonte de 4 semanas neste plano para facilitar a implementação do mesmo devido a uma possível inexperiência por parte dos intervenientes. Este plano é discutido, analisado e elaborado nas reuniões de Planeamento da Produção a 4 Semanas, descrito no ponto 4.3.2.2., onde participam o diretor de obra, encarregado de obra e os subempreiteiros responsáveis pela execução das atividades nas próximas 4 semanas. Esta reunião é efetuada na Sala Lean, descrito no ponto 4.3.5. que contém as condições necessárias para a análise e discussão do plano. Em cada atividade inserida no Plano de Produção a 4 Semanas deve ser elaborada uma análise dos pré-requisitos de cada atividade para a mesma ser executada. Com isto, a satisfação dos pré-requisitos de cada atividade deve ser acompanhada semanalmente para quando se aproximar o prazo de execução, a atividade possa ser executada com todos os pré-requisitos satisfeitos. O objetivo deste Plano de Produção a 4 Semanas é transformar atividades que devem ser executadas em atividades que podem ser executadas de modo a criar um bom fluxo de trabalho e uma produção sob controlo.

Após os pré-requisitos de uma atividade estarem satisfeitos, essa atividade deve ser introduzida no último nível de planeamento, o Plano de Produção Semanal, descrito no ponto 4.3.3.1.

Este plano é constituído por atividades em que os subempreiteiros se comprometem a executar na semana seguinte. Este plano é discutido, analisado e elaborado nas Reuniões de Planeamento de Produção Semanal, descrita no ponto 4.3.3.2. Esta reunião é efetuada na Sala Lean, descrito no ponto 4.3.5. que contém as condições necessárias para análise e discussão do plano. As atividades inseridas no Plano de Produção Semanal já se encontram prontas a executar pois só devem ser inseridas neste plano se todos os pré-requisitos estiverem satisfeitos. Este plano tem um nível de detalhe das atividades ainda maior de forma a elucidar os responsáveis pela sua execução. Este plano é retirado diretamente do Plano de Produção a 4 Semanas e inserido no Plano de Produção Semanal onde existe um campo de controlo visual da atividade, qualidade de execução da atividade, PPC semanal e motivos de não conclusão da atividade.

É no diretor de obra que se depositam as responsabilidades do projeto. Este modelo obriga a uma maior dedicação e disponibilidade de tempo por parte do diretor de obra que é obrigado a disponibilizar mais tempo na coordenação e controlo do planeamento proposto. Este facto pode implicar em custos extra para obra, mas com a vantagem de haver uma sistematização do modelo e um aumento de lucros por parte da empresa.

5.2.3.2. Análise de pré-requisitos

A análise de pré-requisitos é o propósito da elaboração de Plano de Produção a 4 Semanas. Foi escolhido um horizonte de 4 semanas na análise de pré-requisitos. Para auxiliar a análise de pré-requisitos, foram criadas ferramentas com o objetivo de facilitar a análise e satisfação dos pré-requisitos das atividades.

Para os materiais, foi criado um Mapa de Materiais e Quantidades, descrito no ponto 4.3.4.1. Esta ferramenta permite analisar os materiais que são necessários para a execução da atividade, a quantidade necessária, as suas especificações, data de encomenda e receção, local em que os materiais devem ser depositados e ainda a informação sobre a entrega, se esta está dentro do prazo previsto ou não.

Para os equipamentos, foi criado um Mapa de Aprovisionamentos, descrito no ponto 4.3.2.2. Esta ferramenta permite analisar os equipamentos necessários para a execução da atividade, os respetivos preços, fornecedor, tempo de aprovisionamento, data de adjudicação, data de entrada em obra e ainda um campo de controlo da adjudicação para informar se adjudicação se encontra dentro do prazo estipulado.

Na elaboração dos mapas comparativos, foi sugerido a criação de uma equipa de mapas comparativos visto que é o pré-requisito que demora mais tempo a ser satisfeito. Como auxílio à equipa de mapas comparativos, foi criado um Mapa Comparativo, descrito no ponto 4.3.2.8. Esta ferramenta permite analisar a data de adjudicação, empresa adjudicada, data de entrada em obra e ainda tem um campo para registar algumas observações relevantes. Ainda no pré-requisito dos mapas comparativos, o lead time proposto é de 4 semanas, mas este pode ser variável consoante a dificuldade da elaboração do mesmo. A equipa responsável pela realização dos mapas comparativos deve analisar se o lead time proposto para a elaboração do mapa comparativo é suficiente, podendo alterar o lead time, aumentando o mesmo se for necessário. O processo da procura de subempreiteiros, pedido de orçamentação, receção e registo para validação do mesmo pode demorar mais do que 4 semanas, tendo a equipa responsável pela elaboração de mapas comparativos que analisar o lead time necessário para todo este processo.

Com o objetivo de cumprir o Plano Geral de Trabalhos, deve-se manter um conjunto de atividades prontas a executar para o Plano de Produção Semanal. Logo, no processo da elaboração do Plano de Produção a 4 Semanas, este tende a introduzir, semana após semana, as atividades que se encontram fora do caminho crítico no Plano de Produção Semanal. As atividades do caminho crítico, como se encontram dependentes de outras atividades que não podem ser executadas no prazo estabelecido, não devem ser introduzidas no Plano de Produção a 4 Semanas. Esta situação pode levar à falta de cumprimento do Plano Geral de Trabalhos e posteriormente ter de se reajustar o mesmo.

5.2.3.3. Análise do PPC e registo de não conclusão das atividades

A análise do PPC e o registo de não conclusão de atividades tem como objetivo fazer uma análise sobre a evolução da empreitada.

O registo do PPC ao longo das semanas associado ao nº de atividades planeadas é importante pois permite saber qual a percentagem de atividades planeadas que foram concluídas. O PPC deve ser calculado semanalmente e associado ao registo de não conclusão de atividades de modo a identificar os problemas que resultaram na não conclusão de atividades.

Na reunião de Planeamento de Produção Semanal, estes dois indicadores devem ser analisados e discutidos de modo a proceder à resolução dos problemas provenientes da não conclusão de atividades e desta forma aumentar o PPC para que se possa cumprir todos os prazos estipulados na execução das atividades. Como auxílio, existe um campo no Plano de Produção semanal que regista se a atividade vai ser elaborada pela primeira vez ou se esta vai ser repetida.

É importante o registo deste campo pois permite saber se é preciso adotar por soluções mais drásticas de modo a executar a atividade sem que esta comprometa o prazo estipulado no Plano Geral de Trabalhos.

5.2.3.4. Implementação dos 5S's

Na implementação da ferramenta 5S, devem ser realizadas formações aquando da entrada de novos colaboradores em obra de modo que sejam cumpridos todos os 5S's. Para avaliar a implementação da ferramenta 5S, foi proposto uma auditoria 5S mensal e elaborada uma *checklist* 5S com o objetivo de avaliar cada um dos 5S's ao longo da empreitada. Esta auditoria permite avaliar se a implementação dos 5S's está a ser cumprida. Caso não esteja a ser cumprida, deve ser feita uma sensibilização a todos os intervenientes para procederem ao cumprimento dos mesmos, explicando as vantagens em cumprir o que é proposto por esta ferramenta.

Uma das medidas sugeridas é a introdução de contentores nas frentes de trabalho de modo a manter o local da frente de trabalho limpo e organizado, eliminando assim a atividade de limpeza do local. Na execução de atividades, qualquer lixo gerado na execução deve ser colocado nos contentores.

Para complementar a implementação da ferramenta 5S, foi sugerido a criação de sinaléticas de forma a sinalizar os materiais em obra através de uma placa sinalizadora que expõe o tipo de material, as suas especificações e ainda uma imagem ilustrativa. Esta medida contribui para uma melhor organização em obra e uma fácil identificação dos materiais necessários para a execução da tarefa.

5.2.3.5. Qualidade de execução

No Plano de Produção Semanal, foi introduzido um campo de controlo da qualidade de execução das atividades. Se a atividade não for executada com qualidade, isso pode implicar em atrasos e num retrabalho da execução da mesma atividade. Para isso, deve ser analisado a qualidade de execução das atividades de forma a averiguar se é necessária mão de obra com mais formação e especialização de forma a executar as atividades de acordo com as exigências do cliente. Um bom planeamento não implica uma boa qualidade na execução, pelo que este campo é bastante importante e deve ser monitorizado.

5.2.4. SEGUNDO MÊS DA OBRA

Agora, supondo que a obra vai no início do segundo mês e que todas as atividades foram executadas dentro do prazo estipulado, vai ser elaborado o Plano de Produção a 4 Semanas para as semanas 5, 6, 7 e 8.

As atividades a executar no segundo mês no Plano Geral de Trabalhos nestas semanas são:

- Execução das micro estacas;
- Execução de maciços, plintos e vigas de fundação;
- Torre dos elevadores em estrutura metálica;
- Pilares e escadas em estrutura metálica;
- Tabuleiro da passagem superior para peões.

Estas atividades vão ser introduzidas no Plano de Produção a 4 Semanas. Podemos ver esse exemplo na Figura 85.

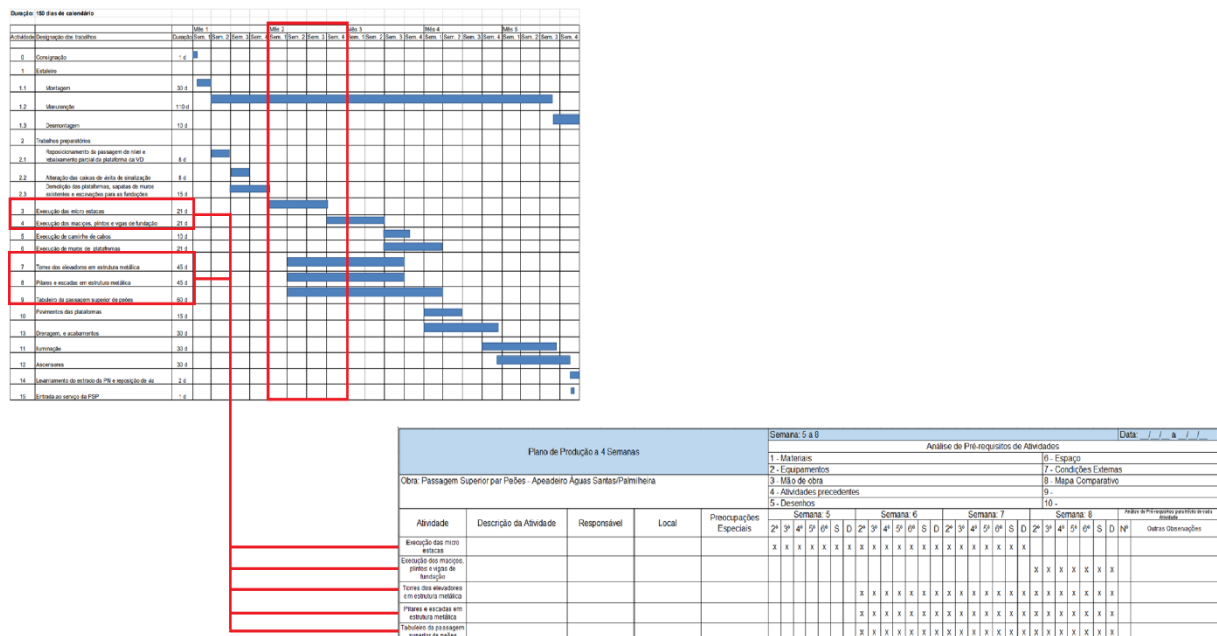


Figura 85 – Introdução de atividades no Plano de Produção a 4 Semanas

No Plano de Produção a 4 Semanas, deve ser preenchida a descrição das atividades, o responsável pelas mesmas, o local onde vai ser executada, preocupações especiais e ainda a análise de pré-requisitos para início da atividade. Estes campos devem ser preenchidos durante ou após a reunião de Planeamento a 4 Semanas.

Como se pode verificar na Figura 84, a atividade “Execução das micro estacas” deve estar com todos os pré-requisitos satisfeitos para poder ser introduzida no Plano de Produção Semanal, pois o prazo da sua execução é na semana seguinte. Se a atividade estiver livre de pré-requisitos, esta pode ser introduzida no Plano de Produção Semanal.

Na Figura 86 podemos ver o Plano de Produção Semanal para a semana 5 da obra.

Plano de Produção a 4 Semanas					Semana: 5 a 8																Data: / / a / /						
Obra: Passagem Superior por Peões - Apeadeiro Águas Santas/Palmilha					Análise de Pré-requisitos de Atividades																						
					1 - Materiais																6 - Espaço						
					2 - Equipamentos																7 - Condições Externas						
					3 - Mão de obra																8 - Mapa Comparativo						
					4 - Atividades precedentes																9 -						
					5 - Desenhos																10 -						
					Análise de Pré-requisitos para início de cada atividade																						
Atividade	Descrição da Atividade	Responsável	Local	Preocupações Especiais	Semana: 5				Semana: 6				Semana: 7				Semana: 8				Outras Observações						
					2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº	
Execução das micro estacas					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Execução dos maciços, pilotes, vigas de fundação																											
Torres dos elevadores em estrutura metálica												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pilares e escadas em estrutura metálica												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Tabuleiro de passagem superior de peões												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Plano de Produção Semanal					Semana: 5																Data: / /						
Obra: Passagem Superior por Peões - Apeadeiro Águas Santas/Palmilha					Motivos de Não Conclusão																Total de Atividades						
					1 -																Atividades Completas						
					2 -																PPC						
					3 -																Atividade repetida + de 1 vez						
					4 -																Atividade repetida						
					5 -																Atividade planeada						
					6 -																Motivos de Não Conclusão						
					7 -																						
Atividade	Descrição da Atividade	Responsável	Local	Preocupações Especiais	Semana				Semana				Semana				Semana										
					2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Nº	Obs:	
Execução das micro estacas					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Figura 86 – Introdução de atividade livre de pré-requisitos no Plano de Produção Semanal

Na introdução da atividade “Execução das micro estacas”, devem transitar todas as informações comuns entre o Plano de Produção a 4 Semanas e o Plano de Produção Semanal. Esta atividade deve ser realizada na semana seguinte, como está estipulado no Plano de Produção Semanal.

Voltando ao Plano de Produção a 4 Semanas, existem outras atividades a serem analisadas. Nas atividades “Torres dos elevadores em estrutura metálica”, “Pilares e escadas em estrutura metálica” e “Tabuleiro da passagem superior de peões”, estas devem estar livres da maioria do pré-requisitos para início da atividade porque está estipulado no Plano de Produção a 4 Semanas que estas serão executadas em 2 semanas.

Como auxílio da análise de pré-requisitos, são utilizadas as ferramentas propostas em 4.3.4.1, 4.3.4.2., e 4.3.4.8. Estas devem ser utilizadas para registar e confirmar a satisfação do pré-requisito em questão.

A atividade mais recente introduzida no Plano de Produção a 4 Semanas é a atividade “Execução dos maciços, pilotes e vigas de fundação”. Esta atividade é a atividade mais recente a ser introduzida e devem ser analisados os seus pré-requisitos o mais rápido possível para esta nas próximas 4 semanas estar livre de pré-requisitos e pronta a ser inserida no Plano de Produção Semanal.

Após uma semana, a semana 5 é eliminada do Plano de Produção a 4 Semanas e a semana 9 é introduzida no plano. Na semana 6, as atividades que se encontram livres de pré-requisitos, são introduzidas no Plano de Produção Semanal, e assim sucessivamente.

A análise do PPC é efetuada após o final de cada semana. São registadas as atividades concluídas e as atividades não concluídas e é calculado o PPC como descrito em 4.3.6.1. Nas atividades não concluídas é feito o registo das razões de não conclusão, como descrito em 4.3.6.2.

A qualidade de execução das atividades também deve ser monitorizada. No Plano de Produção Semanal existe um campo de registo da qualidade de execução das atividades. Este deve ser analisado e discutido de forma a garantir sempre uma boa qualidade de execução.

No sentido da implementação 5S devem ser realizadas formações 5S de modo a sensibilizar todos os intervenientes a cumprirem os 5S's em obra. Como auxílio na implementação 5S, foi criada uma sinalética com o objetivo de facilitar a identificação e organização dos materiais em obra.

Na Figura 87 está representada a sinalética proposta.

Material:	Imagem Ilustrativa
Dimensões:	

Figura 87 – Sinalética de Materiais

Para verificar o cumprimento da ferramenta 5S em obra, deve ser feita uma auditoria mensal de modo a fazer o registo do cumprimento da ferramenta 5S. A auditoria é efetuada através de uma *checklist* representada na Figura 88. Como nos encontramos no início do segundo mês, apenas foi feita uma auditoria.

Checklist 5S												
Obra: Passagem Superior para Peões - Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira							Muito Bom (90-100%)		Mau (21-49%)			
							Bom (71-89%)		Muito Mau (0-20%)			
							Razoável (50-70%)					
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1S												
2S												
3S												
4S												
5S												

Figura 88 – Checklist da auditoria mensal 5S

A auditoria deve ser efetuada através da *checklist* representada na Figura 88, verificando se os 5S's estão a ser cumpridos.

5.3. CONCLUSÕES FINAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A metodologia proposta baseia-se no sistema *Last Planner System*, na ferramenta de melhoria contínua 5S e no modelo *Just in Time*.

No modelo de planeamento proposto, é necessária uma preparação prévia de todos os intervenientes para que todos estejam informados sobre as vantagens que o modelo proporciona. Este modelo deve fazer todos os colaboradores sentirem-se parte do processo, motivando-os e fazendo-os saber que a sua opinião conta na elaboração do planeamento. Este modelo também exige bastante disponibilidade e dedicação por parte do diretor de obra, que pode implicar custos extra para a obra, mas também pode resultar em valor agregado no resultado final, quer em cumprimento de prazos, quer em redução de custos.

No controlo do andamento da empreitada, o processo deve ser transparente de modo a obter-se informações verídicas. A transparência é muito importante para que se possam resolver todos os problemas relacionados com a conclusão de tarefas e cumprimento de prazos.

Na qualidade de execução, sempre que necessário, devem ser realizadas formações para que as atividades sejam executadas com a qualidade exigida pelo cliente. Se a qualidade de execução

permanecer em níveis não aceitáveis, deve-se procurar mão de obra especializada de modo a evitar erros e retrabalho na execução das atividades.

A formação 5S é muito importante porque contribui para um local limpo, desimpedido e organizado de modo a não afetar a execução das atividades. O 5S é uma ferramenta de melhoria contínua, portanto a sua implementação deve ser monitorizada de forma a haver uma melhoria contínua e registar o que não está a ser cumprido. Os trabalhadores, além de terem uma formação 5S aquando da entrada em obra, devem ser constantemente sensibilizados a cumprirem o que lhe foi proposto no sentido de melhoria contínua.

Na tabela 2, encontram-se representadas as ferramentas e processos que foram criados de forma a resolver os problemas identificados.

Tabela 2 – Síntese de ferramentas/processos propostos em ordem a resolver os problemas identificados

Problemas Encontrados	Metodologia Proposta
Lead time insuficiente na realização de mapas comparativos	Criação de uma equipa de mapas comparativos
	Lead time variável consoante a atividade em questão
Falta de comprometimento na execução das atividades	Plano de Produção Semanal
	Reunião de Planeamento de Produção Semanal
Falta de qualidade na execução das atividades	Introdução de coluna de controlo de qualidade no Plano de Produção Semanal
Constante espera por material	Criação de um Mapa de Materiais e Quantidades
Material em não conformidade	
Alterações de projeto	Elaboração de Reuniões de Planeamento de Produção a 4 Semanas e Reuniões de Planeamento Semanal
PPC baixo	Elaboração de um Planeamento completo e elucidativo com o auxílio de Reuniões de Planeamento
Reuniões de planeamento não realizadas	Reuniões de Planeamento de Produção Semanal e de Planeamento de Produção a 4 Semanas
Planeamento incompleto	Elaboração de um Planeamento com 3 níveis

6

CONCLUSÕES FINAIS

6.1. CONCLUSÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo contribuir para o desenvolvimento e abordagem teórica da filosofia Lean Construction. O estudo focou-se na elaboração e implementação de um método Lean de planeamento e controlo de produção, na obra de construção civil Passagem Superior para Peões – Apeadeiro Águas Santas/Palmilheira.

Para a abordagem do estudo, contribuíram a análise dos casos práticos escolhidos no capítulo 2. O modelo criado baseado em filosofias associadas ao Lean Construction, tem como base o sistema *Last Planner System*, a ferramenta de melhoria contínua 5S e o método *Just in Time*. O principal objetivo desta metodologia será, sempre, eliminar os desperdícios, diminuindo a variabilidade do fluxo de produção e criar valor para o cliente.

Os casos práticos selecionados para análise revelam resultados significativos ao nível do aumento da eficiência do planeamento e controlo do processo de produção, e consequentemente, controlo da variabilidade da produção e melhoria da produtividade.

Numa primeira fase, após uma análise às metodologias implementadas nos casos práticos escolhidos, conclui-se que a implementação de métodos baseados em filosofias associadas ao Lean Construction resultam em alguns problemas, tais como:

- Lead time insuficiente na elaboração de mapas comparativos;
- Falta de comprometimento na execução das atividades;
- Falta de qualidade na execução das atividades;
- Constante espera por material;
- Material em não conformidade;
- Alterações de projeto;
- PPC baixo;
- Reuniões de planeamento não realizadas;
- Planeamento incompleto.

O novo modelo criado é desenvolvido em três níveis de planeamento diferentes:

- Planeamento a Longo Prazo (Plano Geral de Trabalhos);
- Planeamento a Médio Prazo (Plano de Produção a 4 Semanas);

- Planeamento a Curto Prazo (Plano de Produção Semanal).

Este modelo também inclui reuniões de Planeamento de Produção a 4 Semanas e reuniões de Planeamento de Produção Semanal, realizadas no mesmo dia, de forma a analisar, discutir e elaborar o Plano de Produção a 4 Semanas e o Plano de Produção Semanal.

No Plano de Produção a 4 Semanas, o objetivo é assegurar que os pré-requisitos de cada atividade sejam analisados, discutidos e satisfeitos antes do início das atividades. Desta forma a produção torna-se mais estável e previsível.

No Plano de Produção Semanal, o objetivo é introduzir as atividades livres de pré-requisitos no Plano de Produção a 4 Semanas, na semana seguinte e analisar e discutir o PPC e as razões de não conclusão de atividades registadas na semana anterior. Estes indicadores servem para análise e aprendizagem pois este modelo trata-se de um modelo de melhoria contínua.

Como esta metodologia se trata de uma ferramenta de melhoria contínua, numa fase posterior os planos de produção a 4 semanas e os planos de produção semanal poderão ser elaborados no *software Microsoft Project*, desde que não prejudiquem a elaboração do mesmo e a compreensão dos intervenientes na obra.

A criação de uma Sala Lean, com um painel de informação do planeamento elaborado, constitui uma ferramenta importante pois todas as reuniões de planeamento devem ser realizadas nesta sala devido às condições criadas. Estas condições têm a vantagem de todos os intervenientes poderem visualizar o planeamento e analisar, discutir e elaborar o planeamento nas próximas quatro semanas e na próxima semana (Plano de Produção a 4 Semanas e Plano de Produção Semanal).

A ferramenta 5S, revela-se uma ferramenta muito útil pois permite manter o local de trabalho limpo e organizado através da criação de contentores e de nova sinalética. A auditoria 5S criada permite saber, mensalmente, se os 5S's estão a ser cumpridos.

Apesar do modelo criado ter conseguido satisfazer os objetivos propostos, não se conseguiu obter conclusões práticas pelo facto do modelo apenas ter sido aplicado de uma forma teórica. Para obter conclusões reais e verificar se o método resultava numa eliminação de desperdícios, diminuição da variabilidade do fluxo de produção e aumento do valor do produto final para o cliente, este método teria que ser aplicado de uma forma prática, preparando todos os intervenientes, informando-os antecipadamente sobre todo o procedimento e do valor que poderia acrescentar ao processo, de forma que o modelo fosse bem aplicado e que obtivesse os resultados pretendidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Pedro Jorge Martins de. 2015. “*Lean management: aplicação a uma pequena empresa de construção civil*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.21/6062>
- Ballard, Herman Glenn. 2000. “The Last Planner System of Production Control”. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculty of Engineering of The University of Birmingham. <http://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789>
- BECHAR, Ariana de Sousa. 2021. “*Melhoria da produtividade usando ferramentas lean construction numa empresa de construção civil*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Escola de Engenharia, Universidade do Minho. <https://hdl.handle.net/1822/76112>
- COUTINHO, Telmo Diogo Ferreira. 2011. “*Melhoria da gestão de segurança em obras ferroviárias através do Lean*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/7521>
- FERREIRA, Amadeu Daniel de Sousa Ferreira. 2014. “*Lean construction em obras públicas*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/84055>
- FERREIRA, Ricardo Rafael Dinis de Sousa. 2010. “*Lean Construction na Norlabor – Engenharia e Construção, SA*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. <http://hdl.handle.net/10216/58888>
- GOMES, Paulo Sérgio dos Santos Pereira. 2012. “*Lean Construction aplicado a edifício hoteleiro*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. <http://hdl.handle.net/10216/68233>
- Hirano, Hiroyuki 1996. “5S for operators: 5 pillars of the visual workplace”. 1º ed. Productivity Press.
- Koskela, Lauri. 1992. “Application of the New Production Philosophy to Construction”. Technical Report no. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University
- Koskela, Lauri & Howell, Gregory. 2002. “The underlying theory of project management is obsolete”. Comunicação apresentada no PMI Research Conference 2002: Frontiers of Project Management Research and Applications, Seattle, Washington, julho de 2002. <https://www.pmi.org/learning/library/underlying-theory-project-management-obsolete-8971>
- MENDONÇA, Tiago Casinhas Pereira de. 2009. “*Desenvolvimento e aplicação de metodologias lean na construção*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/2396>
- NEVES, Andreia Luísa Henrique Costa dos Santos. 2010. “*Agilidade e Lean Construction: Metodologia de Planeamento e Controlo da Produção baseada na integração de práticas ágeis com a filosofia Lean*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico. https://scholar.tecnico.ulisboa.pt/records/Vi0YS_iAukko02tyvyTDTynh7S92vj22Z7Ba
- PENEIROL, Nelson Luís Sampaio. 2007. “*Lean Construction em Portugal: Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner*”. Dissertação de Mestrado em

Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico.
<https://scholar.tecnico.ulisboa.pt/records/beGeUgB28TJ5GGIqNsijnizhHxiU3OLPZRQL>

PEREIRA, Francisco Raposo. 2018. “*Lean Management in the Construction Site - Case Study*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/119148>

Womack, James P. & Jones, Daniel T. 1996. “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”. 2º ed. New York: Free Press.

