

Final

Lean e sua Aplicabilidade na Indústria da Construção

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cátia Isabel Martins Viveiros

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

Fevereiro | 2016

M
V Lea
D-R

T/M
624
VIV Lea
+PD-R



Lean e sua Aplicabilidade na Indústria da Construção

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cátia Isabel Martins Viveiros

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ORIENTADOR
Lino Manuel Serra Maia



LEAN E SUA APLICABILIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Tese submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Universidade da Madeira

por

Cátia Isabel Martins Viveiros

Orientador

Lino Manuel Serra Maia

(Universidade da Madeira)

Fevereiro 2016

Título: *Lean* e sua aplicabilidade na indústria da construção

Palavras-chave: Desperdício, Toyota, Gestão, *Just in time*.

Keywords: Toyota, Just in time, Management, Waste.

Autora: CÁTIA VIVEIROS

FCEE – Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia

Campus Universitário da Penteada

9020 - 105 Funchal – Portugal, s/n

Telefone + 351 291 705 230

Correio electrónico: gabinetedareitoria@uma.pt

Funchal, Madeira

Para a minha família

RESUMO

Nos tempos que correm a gestão de topo das empresas tem como desafio adaptar-se às exigências do mercado, tendo em conta a crise atravessada nos diversos setores. O *lean* mais do que uma ferramenta, é uma filosofia de vida que visa a excelência. Esta filosofia contém dois pilares importantes, a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas. A melhoria contínua pretendida visa a obtenção do valor esperado e definido perante um desafio.

O *lean* é uma filosofia de gestão que nasce após a segunda guerra mundial caracterizado como sistema de produção enxuto que visa eliminação de desperdícios.

Algumas empresas do setor da construção após verificar os resultados satisfatórios noutras áreas, impuseram a implementação da filosofia *lean* nas suas organizações. Esta implementação passa por adotar ferramentas que visam a eliminação de desperdícios, produção puxada e a flexibilidade de processos.

A construção adotou ferramentas tais como: *just in time*, definição de valor, definição de desperdício, fluxo contínuo, *task time*, sistema puxado, *poka-yoke*, *kanban*, *heijunka* (nivelamento de produção), seis sigmas, *last planner*, *kaizen*, fluxo de valor, 5S's.

A presente tese pretende clarificar algumas destas ferramentas e conceitos, aproximando-os da área da construção. Inclui-se um questionário a um grupo de trabalhadores de uma empresa de construção que está na fase inicial de implementação do *lean*. O questionário visou entender em que fase se encontra a implementação e a importância dada ao tema pelos trabalhadores. Foram analisados alguns casos práticos onde a gestão da empresa decidiu implementar o *lean*.

ABSTRACT

Nowadays the top management of companies is challenged to adapt to market requirements, taking into account the crisis in various sectors. Lean more than a tool, it is a philosophy of life that aims excellence. This philosophy, contains two important pillars, continuous improvement and respect for people. Continuous improvement desired aims to achieve the expected value and set before a challenge.

Lean is a management philosophy, that was born after World War II, characterized as lean production system that aims to eliminate waste.

Some companies in the construction sector after verifying the satisfactory results in other areas, imposed the implementation of lean philosophy in their organizations. This implementation involves adopting tools that aim to eliminate waste, pull production and flexibility of processes.

The construction adopted tools such as: Just in time, setting value, the definition of waste, continuous flow, task team, pull system, poka-yoke, kanban, heijunka (production leveling), six sigma, last planner, kaizen, value stream, 5S's.

In this thesis is intend to clarify some of these tools and concepts, bringing them closer to the construction area. A questionnaire to a group of workers of a construction company that is in the initial phase of implementation of lean is included. The questionnaire aimed to understand at what stage the implementation was and the importance given to this issue by the workers. Some practical cases where the company's management decided to implement lean were analyzed.

ÍNDICE

Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice.....	ix
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas.....	xiii
Termos e definições.....	xv
Agradecimentos.....	xvii
 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	 1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Motivação e contribuições científicas	3
1.4. Estrutura da dissertação	4
 2. ESTADO DE ARTE.....	 7
2.1. Enquadramento.....	7
2.2. Sistema de produção em massa.....	7
2.3. Sistema Toyota	8
2.3.1. Just in time.....	11
2.3.2. Significado de valor	11
2.3.3. Desperdício ou simplesmente muda	12
2.3.4. Fluxo contínuo	13
2.3.5. Task time	14
2.3.6. Sistema <i>push and pull</i>	14
2.3.7. <i>Poka – yoke</i>	16
2.3.8. Kanban.....	17
2.3.9. <i>Heijunka</i> ou nivelamento de produção	18
2.3.10. Do <i>lean Manufacturing</i> para o <i>lean construção</i>	18
2.4. Princípios do <i>lean thinking</i>	21
2.4.1. Sistema <i>push and pull</i> na construção	21
2.4.2. Seis sigmas	22
2.4.3. <i>Last planner</i>	24
2.4.4. <i>Kaizen</i>	25
2.4.5. Fluxo de valor.....	26
2.4.6. Introdução ao conceito 5S's e associação com outros conceitos <i>lean</i>	26

3. QUESTIONÁRIO <i>LEAN</i>	29
3.1 Apresentação do questionário.....	29
3.2 Resultados.....	31
4. APLICABILIDADE DO <i>LEAN</i> NA CONSTRUÇÃO.....	43
4.1 <i>Lean</i> na pré-fabricação	43
4.1.1 Construção de tetrápodes para protecção de uma obra marítima.....	49
4.1.2 Construção de bancadas para um estádio de futebol	55
4.2 Aplicabilidade do <i>lean</i> em fase de obra	59
4.2.1 Planeamento e estudo da colocação de um cimbres de uma ponte	60
4.2.1.1 Análise do caso em estudo.....	60
4.2.1.2 <i>Last Planner</i>	69
4.2.1.3 Recursos envolvidos nas diversas fases a desenvolver segundo o plano de trabalhos traçado	71
4.2.1.4 <i>KAIZEN</i> DIÁRIO.....	73
4.2.2 Aplicação do <i>lean</i> numa instalação fixa	76
4.2.2.1 <i>Last Planner</i>	79
4.2.2.2 <i>KAIZEN</i> DIÁRIO.....	80
4.2.2.3 Implementação dos 5 s's	80
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
5.1. Notas finais e conclusões.....	85
5.2. Perspetivas futuras.....	88
REFERÊNCIAS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Ilustração dos paradigmas	4
Figura 2.1 – Casa <i>lean</i>	10
Figura 2.2 – Tipos de Muda.....	13
Figura 2.3 – Esquema de sistema <i>push</i>	14
Figura 2.4 – Esquema de sistema <i>Pull</i>	15
Figura 2.5– Quadro com cartões para assinar de forma visível as tarefas a serem executadas...	17
Figura 2.6– Pirâmide das equipas.....	24
Figura 2.7– Esquema 5s`s	28
Figura 4.1, 4.2, 4.3 – Abastecimento de inertes na central	44
Figura 4.4 – Abastecimento das comportas pela <i>drag-line</i>	45
Figura 4.5 - 4.6– Base do molde	45
Figura 4.7, 4.8 – Betonagem dos tetrápodes.....	46
Figura 4.9, 4.10 – Equipamento auxiliar para a betonagem dos tetrápodes.....	47
Figura 4.11, 4.12 – Carregamento e transporte de tetrápodes.....	48
Figura 4.13, 4.14– Situação Existente.....	49
Figura 4.15, 4.16– Marginal a proteger.....	49
Figura 4.17– Planta estaleiro dos tetrápodes	50
Figura 4.18, 4.19 – Molde dos tetrápodes e bases.....	51
Figura 4.20– Molde tipo de pré-fabricação.....	51
Figura 4.21– Disposição de moldes	53
Figura 4.22– Maquete do estádio de futebol.....	56
Figura 4.23, 4.24– Esquema do molde aplicar	57
Figura 4.25– Pormenor construtivo do molde	57
Figura 4.26, 4.27– Acessórios de suspensão giratórios, mangas de ancoragem, tampas plásticas e fixação magnéticas	58
Figura 4.28– Grua para apoio nas movimentações	58

Figura 4.29– Esquema de armazenamento das bancadas.....	59
Figura 4.30, 4.31– Pormenor de execução dos pré fabricados.....	59
Figura 4.32– Projeto a executar	61
Figura 4.33– Corte inicial com as condicionantes existentes.	61
Figura 4.34– Faseamento dos carrinhos de avanço	62
Figura 4.35– Esquema de treliça	63
Figura 4.36– BB20	63
Figura 4.37– BB70	64
Figura 4.38, 4.39– Cimbres D2.....	65
Figura 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, – Bastidor básico D2, Travadeira D2, base regulável, base regulável 70+porca de aperto rápido B, bastidor básico D2.....	65
Figura 4.46– Pormenor de ligação do cimbres D2	66
Figura 4.47, 4.48– Cimbres STAXO.....	67
Figura 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, – Bastidor STAXO 100, forquilha, cruzeta diagonal, base regulável 70+porca de aperto rápido B, base regulável 130+porca de aperto rápido B.....	67
Figura 4.54– Viga DOKA H20.....	68
Figura 4.55, 4.56– Tipos de vigas DOKA	68
Figura 4.57– projeto Final do Cimbres	69
Figura 4.58– Plano de trabalho inicial.....	70
Figura 4.59– Plano de trabalho ajustado.....	70
Figura 4.60 – Quadro <i>kaizen</i> diário	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Desperdícios	13
Tabela 3.1 – Universo dos entrevistados	29
Tabela 3.2 – Dados dos entrevistados.....	30
Tabela 3.3 – Resultados 1ª Pergunta.....	32
Tabela 3.4 – Percentagem 1ª Pergunta	33
Tabela 3.5 – Resultados 2ª Pergunta.....	34
Tabela 3.6 – Percentagem 2ª Pergunta	35
Tabela 3.7 – Resultados 3ª Pergunta.....	36
Tabela 3.8 – Percentagem 3ª Pergunta	37
Tabela 3.9 – Resultados 4ª Pergunta.....	38
Tabela 3.10 – Percentagem 4ª Pergunta	39
Tabela 3.11 – Resultados 5ª Pergunta	40
Tabela 3.12 – Percentagem 5ª Pergunta	41
Tabela 3.13 – Percentagem 6ª Pergunta	41
Tabela 3.14 – Resultados 6ª Pergunta	42
Tabela 4.1 – Esquema para pré-fabricação	53
Tabela 4.2 – Mapa de planeamento para as betonagens dos tetrápodes.....	53
Tabela 4.3 – Recursos para betonagem.....	55
Tabela 4.4, - Dados estádio de Futebol	56
Tabela 4.5, 4.6 – Recursos para betonagem	73
Tabela 4.7 – Dimensionamento de autobetoneiras	75
Tabela 4.8– Resultado de tempos de autobetoneiras.....	76
Tabela 4.9, 4.10 – Recursos disponíveis na instalação	77
Tabela 4.11– Recursos para reparação	78
Tabela 4.12 – Planeamento das reparações.....	79
Tabela 4.13 – Análise Armazém.....	81

Tabela 4.14 – Análise Oficina	81
Tabela 4.15 – Análise Sala Eletricista	81
Tabela 4.16 – Análise Refeitório.....	81
Tabela 4.17 – Análise Zona Exterior	81
Tabela 4.18 – Plano de ação para a Armazém	82
Tabela 4.19 – Plano de ação a Oficina	82
Tabela 4.20 – Plano de ação a Sala de eletricista	82
Tabela 4.21 – Plano de ação o Refeitório	82
Tabela 4.22 – Plano de ação a Zona Exterior.....	82

TERMOS E DEFINIÇÕES

De modo a facilitar a leitura da presente tese, seguem alguns termos e definições utilizados. O conceito associado a estas terminologias são ao longo do documento mais pormenorizadas e explicadas.

Andon – Ferramenta utilizada para o controlo visual do processo.

Autonomação – É um sistema que visa parar a produção quando surgem problemas, resolvendo-se no imediato.

Desperdício – Significa tudo aquilo pelo qual o cliente não está disposto a pagar.

Heijunka – Significa nivelamento da produção, utilizado para uniformizar o ritmo de produção.

Just in time – Significa oferecer ao cliente o que este precisa, na hora exata que precisa.

Kanban – Significa sinal, placa. É uma forma de sinalizar e garantir o fluxo de produção.

Kaizen - Significa a busca pela melhoria contínua para atingir a excelência operacional.

Last planner – Planeamento e controlo de um trabalho.

Poka-yoke – Significa à prova de erros, ferramenta utilizada para evitar a ocorrência de defeitos.

Valor – Significa tudo aquilo que acrescenta valor ao processo, tudo aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação marca o fim de uma importante etapa da minha vida e o início de uma nova etapa. Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a sua concretização.

Ao meu orientador, Professor Lino Maia, pela atenção e pela disponibilidade na orientação desta dissertação e todo o apoio prestado.

Ao meu chefe, pela sua ajuda, pelas conversas, pelas opiniões diferentes ideias a desenvolver e disponibilidade em me ajudar ao longo desta etapa.

À minha família, em especial aos meus pais, por me terem proporcionado a minha formação académica.

À minha avó que me apoiou no início da minha etapa como estudante universitária.

Aos meus amigos, em especial à “cavaqueira”, aos amigos de Leiria e outros que surgiram no meu percurso profissional.

Funchal, 5 de Fevereiro de 2016

Cátia Viveiros

1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da economia do país e dada a crise que se vive atualmente, torna-se importante desenvolver técnicas que permitam tirar o máximo de rentabilidade das diversas tarefas associadas a projetos. O *lean* claramente trouxe grandes vantagens para o ramo da indústria. Estas vantagens foram visíveis para os restantes ramos, despertando interesse na adoção desta filosofia.

O *lean* tem como linha orientadora seis ideias principais:

- Filosofia de longo prazo: todo o investimento e vivências têm de estar focados no longo prazo e não no imediato. As empresas devem ter uma linha orientadora e trabalhar nessa direção, investindo no seu crescimento. Criar valor para o cliente, utilizando de forma inteligente todos os seus recursos. Agir de forma confiante no seu negócio.
- Processos certos produzem resultados certos: em todas as atividades surgem os mais diversos problemas. Para muitas organizações os problemas são sinal de fraqueza. Na filosofia *lean* os problemas são encarados como forma de evolução. Os problemas devem ser evidenciados e trabalhados em equipa. Estes problemas devem ser trabalhados através da criação de processos, criação de fluxo de valor e tornar o fluxo visível.
- Usar sistemas puxados para evitar superprodução: A equipa deve oferecer ao cliente o que este pretende, quando pretende com a respetiva qualidade (*just in time*).
- Nivelar a produção, parando quando necessário. Padronizar os processos envolvidos numa determinada atividade para manter a previsibilidade, usando quando possível e necessário indicadores visuais (*kanban*).

- Apostar nos funcionários e parceiros; o responsável pelo trabalho deve compreender ao máximo o seu funcionamento, incentivando ao trabalho de equipa e incentivando a equipa a crescer.
- Os problemas devem ser resolvidos na sua base, o responsável deve compreender o porquê dos problemas e promover discussão com a sua equipa. A discussão gerada é vantajosa para troca de ideias sobre possíveis soluções.

A presente tese visa esclarecer e introduzir diversos conceitos. A aplicação deste trabalho é na gestão e organização de obras. O foco principal é no pré-estudo das atividades, investigando diversas formas para execução, adotando a que gera mais valor no projeto. Após o estudo, a fase de planeamento envolvendo os diversos membros da equipa é de grande importância.

O tema apresentado surge como inovador na mudança de mentalidades com o apoio de superiores hierárquicos. O envolvimento dos superiores hierárquicos é de extrema importância dando peso e mostrando a toda a equipa a mais-valia na implementação da filosofia *lean*.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação visa clarificar e introduzir o conceito sobre as metodologias do *lean*. Ao longo de muitos anos, décadas houve um aumento desmesurado de obras onde se perdeu algumas noções de qualidade e de poupança na construção fazendo rentabilizar os meios existentes.

Ao longo dos tempos tem existido diversas crises sendo elas económicas, sociais nos mais variados ramos. As crises são fases complicadas para as empresas onde só sobrevive as que tomam decisões inteligentes para o seu negócio. Perante cenários de crises existem duas possíveis atitudes que são geralmente adotadas. Assumir que o negócio não tem possibilidade de permanecer no mercado, reduzindo quadros e meios até fechar portas. Ou de forma equilibrada tentar se manter no mercado adotando técnicas que permitam produzir com os meios existentes e possíveis visando sempre uma boa qualidade do produto final. Assim aparece o conceito do *lean* e suas metodologias nos nossos dias.

O grupo de empresas que procura sobreviver no mercado em crise tem de se focar em grande escala em três conceitos.

1º Mudança na cultura da empresa;

2º No baixo custo de implementação visando o aproveitamento e rentabilidade de recursos com uma boa relação de custo benefício a curto médio prazo. É defendido que o retorno do investimento é geralmente ao 5º mês, devendo as organizações estarem preparadas para tal.

3º Nos diversos projetos existem fases onde a carga de trabalho é menor. Essas fases devem ser aproveitadas para treinamento dos colaboradores e aperfeiçoamento de conceitos.

Tendo em conta que atualmente o mercado encontra-se com vários vícios que perduram há vários anos, havendo necessidade de implementação e adoção de novos desafios. E é com base no descrito que o objetivo desta tese é compreender o conceito *lean* na indústria da construção e investigar práticas vantajosas que conduzam à redução de desperdícios na área de construção.

1.3. MOTIVAÇÃO E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS

Com o presente trabalho pretende-se introduzir e aprofundar esta filosofia de busca pela excelência de grande importância na gestão. O ponto fulcral do tema é o aperfeiçoamento da forma de planeamento das diversas fases que compõem um projeto e seu acompanhamento. Sejam essas fases no início do projeto ou na concretização do mesmo isto é, na fase de obra.

A grande contribuição deste trabalho é alertar para o aperfeiçoamento de técnicas e processos utilizados que de certa forma deixaram de ser valorizados e que conduzem a poupanças importantes.

Diversas vezes, na área de construção as mais variadas pressões para execução de um determinado trabalho fazem com que a gestão de topo não consiga passar para os diferentes níveis a importância do *lean* aplicado à construção. A gestão de topo deve estar altamente comprometida e empenhada, participando nas diversas tarefas inerentes à implementação do mesmo.

A maior dificuldade encontrada numa fase inicial foram os paradigmas existentes no ramo. As ideias que cada trabalhador tem sobre processos de melhoria contínua e a sua implementação. Para melhor compreensão destes paradigmas descreveu-se um exercício realizado com um grupo de trabalhadores. Foi pedido ao grupo que fizesse em breves minutos uma análise da imagem (figura 1.1) que se segue e que depois descrevesse a sua ideia.

As reações obtidas foram diversas, sendo que em nenhuma foi identificado o real objetivo com o exercício pedido. Após uma certa insistência diversas pessoas expressaram a sua opinião. Nas opiniões ouvidas verificaram-se dois cenários possíveis: um cenário foi que a imagem seria sobre uma jovem senhora e outro de uma senhora de idade. Estes cenários conseguiram instabilizar as pessoas que se encontravam na sala, havendo um certo “choque” de opiniões onde apenas alguns viam a senhora jovem e outros uma senhora de idade. No final o formador perguntou qual seria a conclusão que podíamos retirar. As conclusões estavam muito longe do verdadeiro sentido a retirar da imagem, até que foi explicado os ângulos onde poderíamos ver na imagem apresentada as duas senhoras. Este foi um

exercício introdutório onde foi possível demonstrar que qualquer assunto tratado depende da perspectiva de cada pessoa.



Figura 1.1 – Ilustração dos paradigmas

Tudo é uma questão de visão singular e cada visão pode ser trabalhada para chegar a determinadas conclusões. A visão de cada pessoa está diretamente relacionada com a educação e cultura de cada pessoa. O mesmo se passa com o tema que pretendo introduzir neste trabalho. O tema para ser bem aceite e aplicado tem de ser bem compreendido e trabalhado. Todos nós devemos entender que a vida é um processo de melhoria contínua e que na atividade profissional o mesmo se passa. Tudo pode ser melhorado quando existem pessoas interessadas e que pensam nos assuntos em que são envolvidos.

O sucesso de implementação do *lean* está na compreensão e aceitação desta filosofia pelas pessoas. É importante que sejam reconhecidas e compreendidas as vantagens desta filosofia. A gestão de topo numa primeira fase é a chave para esse caminho.

É de grande importância que os objetivos necessários atingir sejam compreendidos. O envolvimento de toda a equipa, o treinamento de utilização das diversas ferramentas deve ser constante.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente tese foi dividida de acordo com o faseamento da pesquisa realizada. Os capítulos seguem uma sequência que visa a compreensão necessário sobre o tema:

Capítulo 1 - Considerações iniciais: no presente capítulo é introduzido o tema, explicando o que inspira o trabalho, os objetivos a atingir, a motivação e as contribuições científicas do trabalho.

Capítulo 2 - Estado de Arte: explica-se a origem do *lean* e as principais inspirações. São introduzidos os conceitos das ferramentas aplicadas no sector fabril. É também introduzido o tema na área da construção, visando abrir caminho para aplicabilidade do *lean* em obra nos casos práticos.

Capítulo 3 - Questionário *lean*: visa entender a visão dos trabalhadores sobre o tema e a importância dada na aplicação das suas ferramentas.

Capítulo 4 - Aplicabilidade do *lean* na construção: analisam-se casos práticos de aplicação do *lean*. Estes casos práticos permitem compreender a filosofia *lean* e como aplicar as suas ferramentas.

Capítulo 5 - O último capítulo apresenta as notas finais, as principais conclusões obtidas, perspectivas futuras de pesquisa e desenvolvimento para investigações posteriores relacionadas com o tema.

2

ESTADO DE ARTE

2.1. ENQUADRAMENTO

A primeira associação do *lean* foi na área de *Manufacturing*. Muitas das ideias provêm de 1910 através de *Frederic Taylor* com conceitos de *Scientific management*. Durante 50 anos *Frank e Lilian Gilbreth*, *Henry Ford* e *William Deming* amadureceram os conceitos sobre o *lean*.

O início do *lean* baseou-se em dois sistemas de produção. O sistema de produção em massa e o sistema de produção da Toyota. Estes dois sistemas foram desenvolvidos em duas épocas diferentes, facto que influenciou a sua visão.

2.2. SISTEMA DE PRODUÇÃO EM MASSA

O sistema de produção em massa teve como principal base, a produção em grande quantidade mas sem grande visão em garantir a qualidade do produto. O principal objetivo era produzir em grande escala reduzindo o custo unitário desta produção. Este sistema nasce no início do século XX, e foi seguido até aos anos 90. O fundador e seguidor deste sistema foi *Frederic Taylor* e *Henry Ford*.

Frederic Taylor nascido a 20 de Março 1856 é conhecido como pai da administração científica, através da sua proposta de utilização de métodos científicos cartesianos na administração de empresas. *Taylor* tinha como principal objetivo a eficiência operacional na administração industrial.

Em 1911, *Taylor* fez uma publicação cuja visão era que uma empresa devia ser administrada de forma científica através da racionalização do trabalho que envolve a divisão das funções dos trabalhadores. *Taylor* era um crítico sobre a forma como um trabalhador sugeria melhorias do sistema à sua

administração. Criticava estas sugestões por serem a base para a dependência do subordinado e ter de lhe dar recompensa por estas sugestões.

Taylor era um defensor da base do trabalho onde o trabalhador devia ser escolhido de forma inteligente e treiná-lo para as funções a desempenhar. Na sua perspetiva o trabalhador deveria tirar a maior rentabilidade possível do seu tempo e reduzir o esforço para finalizar as tarefas. Desta forma a administração da empresa seria beneficiada com a sua evolução.

2.3. SISTEMA TOYOTA

Após a segunda guerra mundial, a indústria japonesa atravessou um período de produção muito baixa com falta de recurso, não conseguindo produzir em grandes massas. Daí nasce um novo conceito de produção fundada por Taiichi Ohno, Toyoda Kiichiro e Toyoda Sakichi. Com esse conceito houve maior preocupação com a qualidade do produto final, produzindo com maior rentabilidade eliminando ao máximo os desperdícios do processo. O Sistema Toyota caracteriza-se como sendo um sistema de produção enxuta, *lean Manufacturing*.

Quando foi realizada a pesquisa, um dos exemplos que mais clarifica este sistema foi sobre a produção de *sedans*. O sistema defende que em vez de produzir 50 *sedans* brancos, a produção seria dividida em lotes de 10 com 5 veículos cada, com uma maior diversidade de cores. A variedade de cores clarifica a preocupação deste sistema em conseguir chegar a maior número de compradores, a divisão por lotes ajudaria a haver maior foco no produto final com mais qualidade. Os trabalhadores têm papel fundamental neste sistema sendo que, todos têm várias tarefas a desenvolver, não se restringindo apenas a uma tarefa ou máquina.

Um dos fundadores do Toyota defende claramente que é importante nos adaptarmos aos tempos que correm e colocarmo-nos no papel dos compradores, definindo o que o comprador está disposto a pagar relativamente ao produto final de uma forma puxada.

Só conhecendo o público-alvo a que queremos chegar é que podemos produzir de forma vantajosa. Nesta situação a produção em massa não atende às necessidades das visões atuais do mercado.

Para atender a esta filosofia de produção surgiram várias bases de apoio, nomeadamente o *just in time* e a *Autonomação*, o *Kanban* e *Poka-Yoke*. Todos estes conceitos seguem a filosofia de eliminar ao máximo os desperdícios na produção.

O *lean* é puramente um sistema de produção com qualidade, com o mais baixo custo e consequente eliminação máxima de desperdícios estando apto às mudanças necessárias para satisfazer o cliente.

Desta filosofia nasce o conceito do *lean Manufacturing*. O *lean Manufacturing* é uma ferramenta de gestão que incide sobre os desperdícios de produção. Neste conceito estão identificados alguns tipos de desperdícios:

- Superprodução: produção em demasiada escala, criando stock que depois não é necessário;
- Tempo de espera: produtos que ficam demasiado tempo retidos até terem o seu destino final. Os tempos de espera de equipamentos e mão de obra também contribuem para desperdícios;
- Transporte: apesar de ser necessário, não agrega valor ao produto;
- Processamento: algumas fases do processo de fabrico podem ser encurtadas ou mesmo eliminadas, reduzindo o tempo de fabrico;
- Stock de materiais: o material que fica em stock retém o rendimento associado ao fabrico, não gerando o lucro na altura certa. Desta forma empata o dinheiro investido, desbalanceando o custo do produto final;
- Movimentação: a movimentação deve ser a necessária para maximizar o resultado. Devem ser minimizadas;
- Defeitos: a produção correta do produto final rentabiliza todos os recursos associados ao processo de fabrico. Ao produzirmos de forma desadequada os recursos associados (mão-de-obra, equipamentos, materiais) são perdidos gerando desperdício.

Muitos dos estudos no *lean* consideram que o pior dos desperdícios é a superprodução dado que gera todas as restantes.

A cultura enraizada nas empresas e a mentalidade existente torna complicado o processo de mudança. No Japão a filosofia *lean* já é seguida a algum tempo, tornando mais fácil a sua aplicação nas organizações.

Todo este processo atravessado pela Toyota conseguiu fazer com que se transformasse na maior empresa de automóveis em 2007, tendo gerado lucros recordes de 11 bilhões (segundo a Newsweek Internacional, em 2005).

A filosofia *lean* que foi inicialmente pensada para a indústria de carros começou a ser pensada para outras áreas. Eric Ries criou o conceito de *lean startup* criando várias metodologias e unindo-se com outras filosofias como o *design thinking*.

Resumindo, o *lean Manufacturing* gera-se pelas seguintes premissas:

- Garantir que a produção sai sem erros, não gerando defeitos. Esta premissa deve ser acompanhada desde o início;

- Minimizar os desperdícios, procurando apenas realizar as atividades essenciais que agregam o valor necessário para o produto;
- Melhoria contínua, procurar reduzir tudo o que não gera valor ao produto. Produção com qualidade procurando as melhores técnicas possíveis, abertura para em caso de ser necessário haver mudança nos processos;
- Processos *Pull*;
- Flexibilidade, rápida produção de diferentes lotes de grande variedade de produtos não comprometendo a eficiência;
- Abertura na comunicação com os fornecedores, procurando reduzir custos, dividir os riscos da produção e partilha da cadeia de informação.

O sistema *Toyota Production* é compreendido com a imagem de uma casa (figura 2.1) sendo a busca pela excelência operacional através da melhoria contínua o telhado da casa. O telhado da casa é suportado por dois sólidos pilares que são o *just in time* e o *jidoka* (automação). No centro da casa estão as bases morais, a cultura, empenho das pessoas e os processos inerentes. Todos estes elementos assentam sobre uma boa fundação que procura nivelar as produções (*heijunka*).

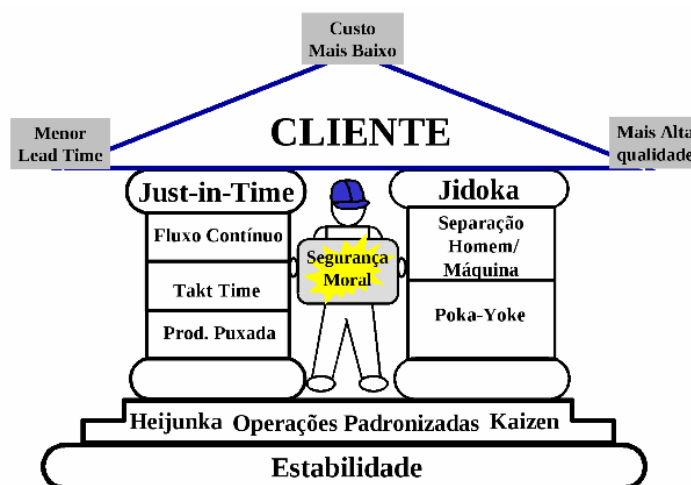


Figura 2.1 – Casa lean

Segue-se uma pequena descrição da cronologia de desenvolvimento de um dos fundadores da Toyota:

Taiichi Ohno

Nasceu a 29 de fevereiro de 1912 e faleceu a 28 de maio de 1990. Nasceu em Dalian, China e formou-se em engenharia mecânica na Escola Técnica de Nagoya. Começou a trabalhar na Toyota Spinning and Weaving. Evoluiu para diretor em 1954, gerente 1964, gerente sénior 1970 tornando-se vice-presidente executivo em 1975.

2.3.1. JUST IN TIME

O *just in time* é um dos pilares do *lean*. *Just in time* traduz a necessidade de produzir o produto certo na hora certa, tentando evitar os *stocks*. Os fornecedores devem ser escolhidos tentando cumprir o *timing* necessário à entrega do material para a produção. O *timing* da receção do material deve ser controlado para não ser desequilibrado. Ou seja, a mercadoria deve ser entregue apenas e quando é necessária. As listas de fornecedores dos diversos materiais necessários para a produção, devem ser controladas e reduzidas. É importante que da lista constem os fornecedores que oferecem maior confiança, que oferecem menor risco de falha nas entregas das quantidades adequadas.

Os fornecedores têm de oferecer confiança a quem vendem o seu produto, cumprindo o acordado nos contratos ao nível do prazo de entrega e da qualidade oferecida.

É comum na indústria fasear as entregas de mercadorias, ou seja, são combinadas entregas de pequenas quantidades ao longo da execução do projeto. Esta forma de fornecimento é arriscada dado que em caso de alguma falha de entrega põe em risco a produção. A comunicação com os fornecedores tem de ser constante, para que estes tenham o tempo necessário para serem treinados.

Refira-se que em 2011 houve um terramoto no Japão que dificultou a atividade de diversos fornecedores pondo em causa o fornecimento de diversas indústrias, entre as quais a da Toyota. Esta quebra de fornecimento afetou não só localmente, mas também o fornecimento nos diversos países onde a Toyota tinha integração.

O conceito do *just in time* é o da produção puxada, em que primeiro vendemos o produto, de seguida compramos os materiais, fabricamos e por fim montamos as peças. Assim os materiais apenas são comprados quando mesmo necessários, produzidos quando mesmo necessários e entregues no momento certo aos compradores eliminando o conceito de *stock*. Os *stocks* existentes neste tipo de produção puxada, são o estritamente necessário para a hora certa. Já o *kanban* é umas das ferramentas utilizadas na filosofia do *just in time*.

2.3.2. SIGNIFICADO DE VALOR

Para uma melhor perceção deste termo é necessário ter presente o significado da palavra *stakeholders*. *stakeholders* são todas as partes interessadas num determinado negócio, estratégia. Parte integrante de um processo que sugere interesse. Robert Edward Freeman foi o criador da palavra *stakeholder*.

Os *stakeholders* são importantes para delinear estrategicamente um negócio. Os responsáveis pelo planeamento de um processo deve ter conhecimento do público *stakeholder* para poder programar melhor o processo que envolve um projeto e verificar o contributo de cada um dos possíveis envolvidos.

No mundo empresarial existem dois modelos em que se baseiam as gestões. O modelo *stakeholder* e *shareholder*. O modelo *shareholder* foi predominante na era industrial onde o sucesso da empresa era medido pelo lucro obtido para os seus acionistas.

O modelo *stakeholder* tem por base a vertente social, onde tem de trazer benefícios a todos os envolvidos no sistema. Prioriza a vertente social e corporativa.

O valor é definido como sendo tudo o que gera interesse para determinados *stakeholders*, tudo o que sugere e agrega interesse para um determinado negócio.

Valor é o que pretendemos atingir com o nosso esforço, ou seja, toda a atividade que nos suscita interesse. Empresarialmente o valor é tudo o que beneficia todos os intervenientes e interessados. Tudo o restante que não resulta em benefício para os *stakeholders* é visto como sendo desperdício de atividade.

Grande parte das atividades desenvolvidas diariamente pelas empresas geram desperdício, são exemplo disso muitos dos processos burocráticos. Por mais que algumas atividades pareçam importantes, muitas vezes são apenas desperdício. Os transportes são exemplo de um desperdício que não é possível serem eliminados por completo.

2.3.3. DESPERDÍCIO OU SIMPLEMENTE MUDA

Todas as atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar é um desperdício no processo. Existem diferentes formas de classificar os desperdícios:

- Puro muda: O puro muda é tudo o que não acrescenta valor ao produto final. Exemplo disso são as reuniões não produtivas, onde não se consegue decidir nada e o exemplo das avarias que acontecem nos processos de fabrico;

- Muda necessário: O desperdício necessário para a qualidade do produto final. Por exemplo as inspeções feitas e os transportes de materiais, são desperdícios que apesar de serem ao máximo minimizados vão existir sempre;

Os desperdícios podem ou não estar visíveis. Apresentam-se na tabela 2.1 os diferentes tipos de desperdício.

Tabela 2.1 – Desperdícios

Muda	Mura	Muri
Toda a atividade que não agrega valor. Tudo o que envolver os recursos que encarece a atividade não trazendo benefício.	São as anomalias ou instabilidades na produção. Excesso de fornecimentos por exemplo.	Tudo o que é em excesso ou defeito.

No início de todos os processos de fabricação, seja em que ramo for deve existir sempre a definição das células de trabalho. As células de trabalho são as fases inerentes a um processo que não podem ser eliminadas, onde são medidos os tempos necessários reduzindo ao máximo os tempos das atividades que apesar de serem necessárias não agregam valor ao produto final. Ou seja, são fases do processo pelos quais o cliente não se interessa (figura 2.2).

É necessário conhecer bem as atividades que compõem o processo e tudo o que envolve para haver uma análise válida. A definição do que realmente é importante para o projeto é a “chave” para este início.

**Figura 2.2 – Tipos de Muda**

2.3.4. FLUXO CONTÍNUO

Toda a produção deve ser pensada e calculada de forma a ser contínua. Na produção de determinados materiais, cada unidade deve ter intervenção singular até à fase seguinte. Sempre transitando em contínuo para as diversas fases intervenientes da produção. Os materiais a transportar deverão ser programados tendo em conta as seguintes premissas:

- O uso estritamente necessário de toda a envolvimento dos recursos, máquinas e pessoas;
- O fluxo contínuo está diretamente relacionado com o *lead time* ou tempo de aprovisionamento. O *lead time* de um produto é o tempo desde a entrada do seu material até ao final do processo, o aprovisionamento do produto;

- Os defeitos são mais fáceis de controlar quando são detetados na fase correta da produção;
- Ajuda na relação de cliente-fornecedor.

2.3.5. TASK TIME

A definição de *task time* é importante para o planeamento das atividades. *Task time* tem proveniência alemã *takt* que significa compasso e *zeit* que significa tempo.

É o tempo necessário para a produção de um produto. Esta produção não deverá ser nem demasiado rápida nem demasiado lenta. Estas duas realidades extremas causam problemas que vão contra o conceito do *lean*. Quando se tem uma produção demasiado rápida geram-se *stocks* demasiado grandes onde todo o custo inerente à fabricação dos produtos fica retido e não se tira o proveito na devida altura. A produção demasiado lenta pode provocar problemas nos fornecimentos de mercadorias.

2.3.6. SISTEMA PUSH AND PULL

Os termos *push and pull* empresarialmente são utilizados na definição do tipo de planeamento da produção. É o que define o tratamento do processo e do tempo de produção. Um bom sistema de fabrico é gerado pelo equilíbrio destas duas realidades.

Sistema Push



Figura 2.3 – Esquema de sistema *push*

O esquema acima apresentado define a ideia de um processo de produção *pull*. No sistema *pull* são definidos os objetivos atingir com base num historial. Existe um levantamento da procura existente do produto a apresentar e a sua produção é definida com base nesse levantamento.

Este sistema caracteriza-se por empurrar o produto para o mercado. Os fornecedores geralmente preferem este tipo de sistema, assim conseguem pressionar o mercado. Uma grande vantagem é que podem definir o ritmo do fluxo de produção. Caracteriza produções com baixas incertezas e poucas variações.

O sistema *push* tem de se ter uma base equilibrada entre a procura-oferta por forma a estarem bem definidas as quantidades necessárias. As produções geralmente são sempre calculadas em excesso o que influencia os *stocks* de matérias.

Uma das principais dificuldades deste sistema é a necessidade de mudança aos requisitos do mercado. Pois, já são definidas as características para o fabrico do mesmo antes de ir para o mercado.

Sistema *pull*

O sistema de produção *pull* é caracterizado por puxar a produção. O mercado tem grande vantagem relativamente ao sistema *push* tendo em conta que podem atempadamente ser incrementadas mudanças ao processo (figura 2.4).

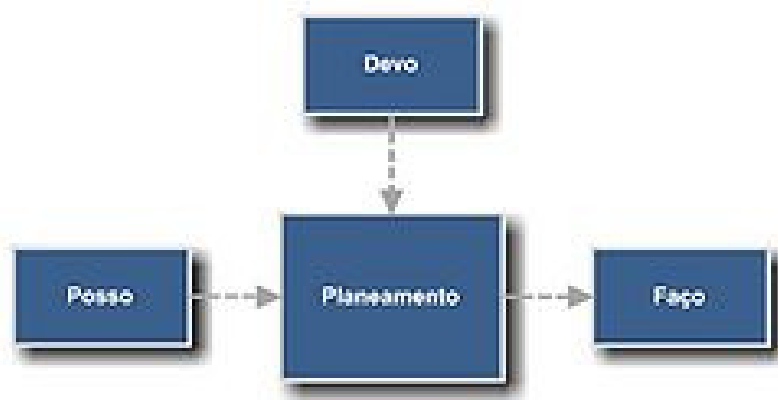


Figura 2.4 – Esquema de sistema *Pull*

No sistema *pull* a produção é definida com base no que é mesmo necessário não gerando *stocks* diminuindo o *lead time*.

Ou seja, só depois da solicitação pelo mercado é que se inicia a produção do produto. Assim consegue-se reduzir imenso os desperdícios e personalizar mais facilmente os produtos finais. Contudo a grande desvantagem é que o tempo de produção acaba por ser mais longo. Por exemplo, se precisamos de um determinado produto como o champô torna-se mais fácil e rápido ir ao supermercado e escolher um existente. Caso queiramos algum champô com diferentes características das já definidas pelo mercado torna-se mais complicado o acesso. No caso da construção, num projeto de pré-fabricação de vigas onde

seja necessário alguma alteração podemos atempadamente fazer esta alteração caso estejamos a utilizar este esquema de produção.

2.3.7. POKA – YOKE

Filosofia utilizada para combater erros na produção, evitando custos desnecessários. Esta filosofia também tem por objetivo combater defeitos no processo de fabrico.

Na indústria automóvel é comum ter como exemplo desta filosofia o sistema de segurança da chave de ignição. A chave de ignição não pode ser removida quando o carro não se encontra em perfeito estado de segurança.

O *poka yoke* surge com a necessidade da eliminação de falhas humanas nos processos de fabrico. Teve como pai Shigeo que diariamente se deparava com diversas falhas humanas no processo de fabricação. Inicialmente chamava estas técnicas de *baka* (idiotas) e *yoka* (à prova de), estas técnicas aos poucos foram sendo aprimoradas passando a chamar-se *poka-yoke* (à prova de erros). A filosofia desta ferramenta é detetar imperfeições nos processos e retificá-los atempadamente evitando os possíveis desperdícios. Os passos essenciais para utilização desta ferramenta são os que seguem:

- 1- Detetar o erro: O erro deve ser perfeitamente identificado de forma objetiva. Deve ser registado, por exemplo através de fotografias;
- 2- Perceber o que causou o erro: só entendendo o porquê dos erros terem acontecido é que é possível traçar estratégias para eliminação dos mesmos. Algumas das causas destes erros são;
 - Erro na execução ou no processamento;
 - Erro na disposição/no posicionamento dos elementos;
 - Ausência ou excesso de elementos;
 - Utilização de elementos errados;
 - Execução ou processamento de elementos errados;
 - Falha do equipamento;
 - Erro de ajuste;
 - Falha na preparação do equipamento;
 - Ferramentas ou dispositivos inadequados.

E as principais falhas humanas são:

- Falta de concentração ou esquecimento;
- Inércia mental, decisão “sem pensar”, excesso de familiaridade;
- Análise superficial e/ou rápida; identificação errônea;
- Falta de experiência, amadorismo;
- Imprudência ou teimosia;
- Distração momentânea;
- Lentidão na ação, demora na decisão;
- Ausência de padrão, falta de procedimento;
- Situação inesperada, surpresa;
- Má-fé ou intencional.

2.3.8. KANBAN

Kanban uma das técnicas utilizadas no sistema *just in time* como forma sinalizadora. O seu significado é registo ou placa visível e tem origem japonesa. Técnica utilizada para agilizar a entrega dos produtos. Podem ser *kanbans* (cartões) de produção ou de movimentação.

O sistema *kanban* é utilizado para assinalar de forma visível, as tarefas a serem executadas e o seu *timing*.

É usual a utilização de um quadro para assinalar o nome dos responsáveis pelas diversas atividades referentes a um projeto. No quadro é assinalado o faseamento necessário para a execução das atividades conjuntamente com as equipas de campo (figuras 2.5). Este trabalho conjunto faz com que haja maior envolvimento, comprometimento das pessoas. O responsável pela tarefa é que coloca os seus cartões no quadro a evidenciar o que se compromete a executar.

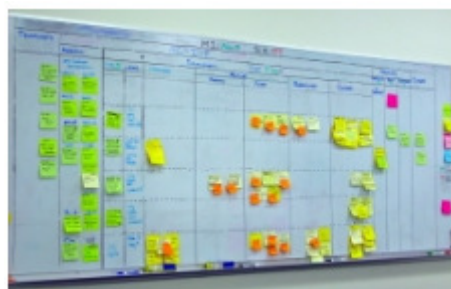


Figura 2.5– Quadro com cartões para assinalar de forma visível as tarefas a serem executadas

2.3.9. **HEIJUNKA OU NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO**

Heijunka é equilibrar a produção. Trata do nivelamento dos pedidos através da programação. É utilizado com a combinação de outras técnicas de *lean* para estabilizar o fluxo de valor. Funciona como base na estabilização do processo de produção. Muitas empresas funcionam com pedidos, encomendas de produtos. Estas empresas para pôr em prática o *heijunka*, acumulam os pedidos por forma a conseguirem planejar e nivelar a sua produção.

As principais vantagens deste processo são:

- Rapidez na satisfação da procura dos compradores;
- Redução de *stocks*;
- Mais espaço em armazém;
- Variedade de produção.

2.3.10. **DO LEAN MANUFACTURING PARA O LEAN CONSTRUÇÃO**

A filosofia *lean* está cada vez mais presente nas diversas áreas. Em 1992 Lauri Koskela finlandês e pesquisador aproximou esta filosofia ao ramo da construção. Escreveu um relatório em que desafiou a indústria da construção a utilizar técnicas desenvolvidas pelo sistema Toyota tentando rentabilizar a sua atividade.

No relatório Técnico nº72 – *Application of the New Production Philosophy to Construction*, Koskela aproxima o pensamento enxuto utilizado na Toyota da construção, como forma de gerar valor. Em 1993 Gregory Howell e Glenn Ballard reuniram-se na Finlândia para discutir esta filosofia. Em 1994 foi integrado o grupo *IGLC-International group for Lean construction* que anualmente reúnem-se para avaliação do avanço desta filosofia recentemente ligada à construção.

O *lean* tem origem numa indústria diferente da indústria da construção, são duas realidades com diversas diferenças. A indústria automóvel tem processos muito repetitivos e com variantes que mais facilmente se consegue controlar e uniformizar. Para o processo de produção automóvel a aplicação do *lean* é bastante visível controlando-se de forma eficaz os defeitos que possam surgir.

Na construção existem diversas variantes que dificultam a uniformização de técnicas. Os processos gerados e necessários numa obra têm a mesma fonte de alimentação, os materiais, os equipamentos e a mão-de-obra. Dentro destas fontes de alimentação existem diversos fatores variantes.

Os materiais são de grande diversidade, diversas naturezas, diversas proveniências. Muitas vezes são adquiridos em diversos sítios diferentes. Aos materiais geralmente está associada uma percentagem de

desperdício que deverá ser considerada e que por vezes não podemos eliminar. Por exemplo o caso do betão projetado.

Os equipamentos envolvidos numa obra geralmente são muito diferentes com variados rendimentos para os variados trabalhos.

A mão-de-obra numa obra é extremamente singular porque as categorias e as especialidades podem diferir muito entre si. Além de que para uma categoria nunca temos apenas uma pessoa, cada pessoa é um estudo de caso nos rendimentos associados.

As obras têm uma condicionante de natureza muito importante e cujo centro depende de muitas fontes de informação que podem ter um certo grau de incerteza associado, as condições meteorológicas. Existem diversas redes meteorológicas que acompanham o estado do tempo mas existe sempre um grau de incerteza associado. Por exemplo no caso da Ilha da Madeira podemos encontrar as quatro estações num só dia. No mesmo local podemos ter sol de manhã e de tarde chuva intensa.

Na indústria da construção podemos definir que de uma forma macro existem dois tipos de obras: obras pequenas/médias e grandes obras.

Um autor desconhecido chama atenção para três particularidades na área da construção:

- Produto Singular: Cada projeto tem a sua especificidade tendo em conta o fim para que se destina e o tipo de cliente envolvido. Por exemplo, a construção de uma obra marítima não é igual à construção de uma obra subterrânea;
- Local de Produção: A produção é afetada pelo local onde vai ser realizada. Executar uma obra na Ilha da Madeira não é o mesmo que em África;
- Múltiplas especialidades envolvidas: Para execução de uma obra de um edifício existem especialidades como a equipa do betão que não é a mesma da parte elétrica;

Após análise de comparação do *lean* aplicado à indústria e à construção notam-se grandes distâncias em alguns tipos de controlo. Apesar de haver diferenças nos processos de fabrico na área de construção e indústria, a grande importância centra-se na filosofia de pensamento e a busca pela excelência operacional.

Na construção em traços gerais o *lean* segue os princípios que se segue:

- Definição clara do objetivo principal a ser atingido, os intervenientes têm de entender de forma clara o papel de cada no projeto e as suas metas;
- Equipas para estudo do objetivo traçado que estejam por dentro do projeto e que possam traçar planos para melhorias;
- Alteração dos processos necessários;

- Fase de implementação e adaptação dos processos nas diversas atividades. Acompanhamento e desenvolvimento do necessário para atingirem o objetivo traçado.

A passagem do *lean Manufacturing* para o *lean construção* segue os seguintes passos:

- Redução de tudo o que é considerado desperdício tentando eliminar, quando possível;
- Perceber quais as exigências do cliente para o projeto traçado;
- Minimizar ou reduzir todas as condicionantes diferentes relativamente a um processo na execução do trabalho, tentando uniformizar as técnicas necessárias;
- Redução dos tempos de ciclo, reduzindo tudo o que for processo desnecessário numa organização;
- Simplificação das fases de um processo;
- Tentar criar equipas multidisciplinares para execução dos projetos;
- Tentar ao máximo que os processos sejam visíveis para um melhor acompanhamento e análise;
- Controlar os processos de entregas e fornecimentos de perto, conjuntamente com os fornecedores;
- Tentar de forma contínua analisar e melhorar os processos, eliminando os desperdícios;
- Implementação de meios que possam facilitar a obtenção do resultado espetável;
- Análise dos pontos fortes e fracos, conhecimento das gerências e equipas intervenientes das dificuldades.

O *lean* aplicado na construção deve ser aplicado nas diversas fases de execução dos projetos, tentando rentabilizar ao máximo esta filosofia.

Na fase de projeto é importante perceber bem os requisitos do cliente para a obra. Projetar segundo as normas vigentes, tentando sempre que possível recorrer à pré-fabricação.

Na fase de contratação garantir a transparência de despesas e proveitos envolvidos. Tentar eliminar o máximo de desperdícios envolvidos. Ter todos os intervenientes envolvidos seguindo sempre uma linha de orientação.

Na fase de planeamento é necessário procurar as melhores técnicas para utilizar na fase de execução. Estabelecer de início o caminho crítico e gestão dos riscos associados ao projeto.

Na parte de logística aplicar sempre o *just in time*.

Na fase de construção estabelecer desde início da obra uma clara comunicação entre os envolvidos, através do acompanhamento diário da evolução do projeto.

2.4. PRINCÍPIOS DO LEAN THINKING

Para atingir o máximo de rentabilidade do pensamento *lean* é importante ter presente alguns princípios.

Os princípios bases para esta definição são:

- **Valor:** O valor é definido com base na procura específica do público-alvo. O público-alvo é que define qual o valor do produto necessário, com base no que está disposto a pagar. A empresa não consegue definir o valor, apenas define a quantidade necessária com base na procura.
- **Fluxo de valor:** Nesta premissa são avaliados os fluxos que vão poder gerar valor, os que apesar de não gerar valor são necessários e os que podem ser completamente eliminados não gerando valor e não sendo necessários.
- **Fluxo Contínuo:** Após a definição do valor e o necessário para o fluxo de valor, torna-se necessário por em prática a cadeia para produção com a eliminação das atividades que não são necessárias.
- **Produção Puxada:** as empresas já não empurram os produtos para o mercado gerando os *stocks*. Com este princípio elimina-se o conceito de deixar o material em *stock* não gerando os lucros necessários na altura certa e o consequentemente desbalanceamento dos custos de produção.
- **Perfeição:** A busca da qualidade em toda a produção deixando para trás a mentalidade de produção em grandes quantidades. Com base nas informações trocadas com o mercado, fornecedores e público-alvo define-se as melhores práticas para a produção final.

2.4.1. SISTEMA *PUSH AND PULL* NA CONSTRUÇÃO

O processo de início de uma empreitada rege-se por um planeamento definido. Este planeamento inicial é fixado com base num histórico do desenvolvimento das diversas atividades ligadas a outros projetos com as mesmas características do projeto a iniciar. Esta é a reflexão de um sistema *push*. A filosofia *lean* visa introduzir a sequência do sistema *pull* onde, as datas das tarefas são introduzidas consoante o avanço da produção. Este sistema ajuda a eliminar os desperdícios existentes que são gerados começando pelo desperdício de tempo, sendo este um sistema bastante rigoroso. Esta forma de planeamento ajuda a nivelar a sequência das atividades.

A construção é uma área que distanciando-se da indústria tem uma maior variedade de condicionantes. A construção não pode ser encarada de forma demasiado rígida sistemática como num processo fabril. A construção tem condicionantes como o estado do tempo que não é tão fácil de controlar sem um certo grau de incerteza. A normalização, nivelamento das atividades na construção requer uma análise exaustiva do projeto numa fase inicial.

Tendo em conta tudo o descrito esta é uma área que ainda requer a implicação do sistema *push*, por exemplo na terciarização de fornecimentos. Ao terceirizar uma ponte metálica é preciso ter em conta quanto tempo é que demorará a ser fabricada para sabermos o tempo limite de adjudicação do trabalho. O sucesso de uma empreitada prende-se a uma boa análise de tudo o que é necessário executar.

2.4.2. SEIS SIGMAS

A filosofia dos seis sigmas nasce por volta de 1980. Inspirado nas ideias de Joseph M. Juran e W. Edwards Deming, Gary Cone visando o aumento da fiabilidade dos produtos e da eliminação de desperdícios (sucata).

Joseph Moses é uma figura conhecida pelo seu trabalho na área de Qualidade e Gestão de Qualidade. Nasceu em 1904 na Roménia, formou-se em Engenharia Eléctrica na Universidade de Minnesota. Desenvolveu o seu percurso na área de gestão de Gestão de Qualidade passando por diversas fases, nomeadamente de consultor de processos. No período em que os japoneses tentavam recuperar a sua economia (pós guerra) foi-lhe proposto que ensina-se conjuntamente com W. Edwards Deming técnicas na gestão de Qualidade. W. Edwards Deming nasceu em 1900, famoso estatístico que desenvolveu o seu trabalho também na área da qualidade.

Gary Cone defende que o objetivo é aperfeiçoar os processos numa empresa visando um aumento nos resultados financeiros. Os seis sigmas visam melhorar a qualidade, tendo presente a redução de custos. Contudo, não visa o acompanhamento tradicional da qualidade. A qualidade deverá ser vista pela importância no negócio e não apenas gerar negócio em volta da qualidade.

É importante eliminar os defeitos que possam ser gerados na produção. Estes defeitos podem ser gerados por diversos problemas importantes na organização. Deste modo são escolhidas as melhores pessoas e são lhes dados meios para o melhor desempenho esperado de uma tarefa.

Os seis sigmas seguem duas filosofias:

1ª DMAIC (*define, measure, analyse, improve, control*)

Esta é uma filosofia mais voltada para os processos existentes e que já são utilizados e é composta por cinco fases.

1ª Fase: Definição do problema com base nos objetivos do projeto.

2ª Fase: Investigar e quantificar relações de causa e efeito. Descobrir as principais causas dos defeitos.

3ª Fase: Analisar os processos para descobrir as causas dos defeitos traçando planos de melhoria.

4ª Fase: Implementar melhorias nos processos para eliminar os defeitos encontrados. Utilização de técnicas como o *poka yoke*.

5ª Fase: Controlar as técnicas definidas e implementadas evitando possíveis desvios e tratando-os antecipadamente em caso de acontecerem.

2ª DMACV (*define goals, measure, analyze, design details, verify the design*)

Esta é uma filosofia mais voltada para novos processos e composta por cinco fases.

1ª Fase: Definição dos desenhos e processos que devem ter em conta a exigência do cliente e dos objetivos da empresa.

2ª Fase: Quantificar e identificar as características para garantir a qualidade.

3ª Fase: Analisar as melhores técnicas para implementação dos processos

4ª Fase: Planear todo o processo

5ª Fase: Implementar o processo e fazer verificações.

As duas filosofias apresentadas anteriormente utilizam várias ferramentas aplicadas nas diversas fases. Segue como exemplo as ferramentas DMAIC e equipas utilizadas.

Ferramentas DMAIC:

1ª Fase: Mapa do processo; Análise do Sistema de Medição, cálculo da capacidade e estatística base

2ª Fase: Matriz de Causa Efeito

3ª Fase: Estatística base (fontes responsáveis pelos defeitos), análise gráfica de dados.

4ª Fase: Soma das atividades relacionadas com a geração de soluções

5ª Fase: Controlar a nível estratégico com base em dados estatísticos

De forma simples e simplificada a filosofia DMAIC tem como equipas o representado na pirâmide que segue (figura 2.6).

A pirâmide representa quem está envolvido no processo. Sendo os *champion* a equipa de gestão, *Master Black Belt* a equipa técnica, os *black e green belt* a equipa de treinamento. Os *yellow belt* apenas acompanham o processo, mas sem capacidade de tratamento estatístico. Toda esta filosofia baseia-se em processos e tratamentos estatísticos.

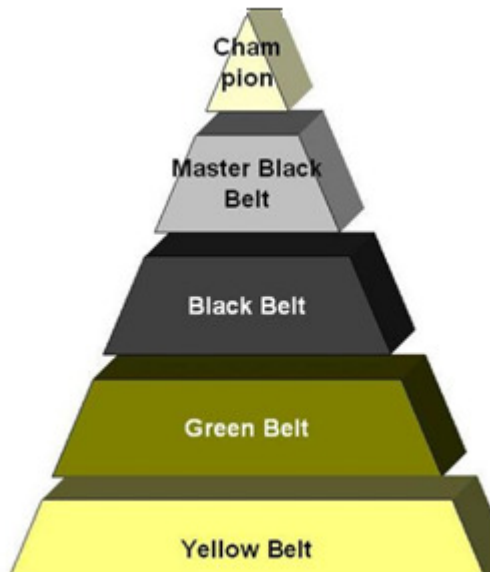


Figura 2.6– Pirâmide das equipas

2.4.3. LAST PLANNER

Desenvolvido por Glenn Ballard e Greg Howell, consiste no planeamento e controlo da produção associada a uma empreitada. Este planeamento deverá envolver todos os intervenientes da empreitada, procurando prever as dificuldades que poderão existir aquando da realização das tarefas.

Com o planeamento antecipado das atividades, podemos de uma forma eficaz estudar as melhores práticas para execução das mesmas. Assim o *last planner* tem como principais objetivos:

- Planear de uma forma mais próxima as atividades a desenvolver;
- Planear e analisar conjuntamente com quem irá executar as tarefas;
- Comprometimento de todos os intervenientes para ultrapassar os desafios encontrados ao longo do projeto;
- Aperfeiçoar o planeamento com base nas falhas que foram verificadas e analisadas;
- Negociações ativas com todas as partes que são necessárias estarem envolvidas.

O *last planner* implica um comprometimento de equipa onde cada interveniente tem delineado de forma clara os trabalhos a desenvolver. Consiste em planear o mais próximo possível os trabalhos a desenvolver evitando ao máximo os desperdícios de tempo e recursos de acordo com a disponibilidade existente. Planear com antecedência necessária para que o trabalho possa ser desenvolvido, mas tendo sempre em conta que poderão existir contratempos. Um dos contratempos que pode existir devido ao planeamento demasiado antecipado são as condições meteorológicas.

As condições meteorológicas têm de ser acompanhadas com base em previsões existentes e quanto maior for o espaço temporal para verificação destas, maior é a probabilidade de não corresponder à realidade.

2.4.4. KAIZEN

A metodologia *kaizen* tem como objetivo o aumento da produtividade. A palavra *kaizen* tem origem japonesa e tem como base uma forte filosofia Oriental. A frase que melhor descreve a filosofia *kaizen* é “hoje melhor do que ontem e amanhã melhor do que hoje” ou seja, é a busca contínua da melhoria contínua.

Esta filosofia é adotada em diversas áreas vividas pelo ser humano, área familiar, área social, área profissional. Visa o bem-estar das pessoas, melhorando diariamente através do aperfeiçoamento das diversas atividades.

O *kaizen* segue as seguintes linhas:

- Eliminação de todo o desperdício que possa existir nas diversas atividades e hábitos existentes;
- Envolver todos os possíveis intervenientes dos processos. Todas as pessoas que trabalham para o desenvolvimento das atividades deverão estar conscientes e ser conhecedoras dos processos que as envolvem;
- A busca de maior produtividade não deverá significar o aumento de custos;
- Deve ser aplicado em todas as situações diárias;
- Toda a equipa envolvida deverá ter conhecimento das melhorias ganhas;
- Devem ser estudadas quais as áreas mais sensíveis que requerem maior acompanhamento e cujo aperfeiçoamento trará maiores ganhos;
- O objetivo é a melhoria de toda a sistemática que envolve as diversas atividades;
- A chave para o *kaizen* são as pessoas, são as pessoas que procuram a melhoria contínua;
- O grande desafio e objetivo é aprender fazendo, ou seja, é com a prática que se aprende andando no *gemba*.

2.4.5. FLUXO DE VALOR

O fluxo de valor (*Value Stream Mapping*) é um processo que visa resumir de forma eficiente e eficaz todas as atividades necessárias para a produção de um dado produto ou projeto. É uma ferramenta introduzida por Mike Rother e John Shook em 1998.

Mike Rother nasceu em 1958 é pesquisador e professor do Instituto de Tecnologia Industrial e da Universidade do Michigan College. Foi co-autor da publicação *Lean Enterprise Institute*.

John Shook trabalhou durante 11 anos na Toyota onde desenvolveu o seu conhecimento em Gestão e evoluiu na sua carreira dentro da Toyota.

É um antropólogo Industrial com bacharel na Universidade de Tennessee, mestrado na Universidade do Havai e pós-graduação no Instituto Japão América. Foi diretor em diversas universidades tais como na Universidade do Michigan.

No conceito de fluxo de valor todas as atividades importantes e relevantes devem ser tidas em conta. A análise e documentação destas atividades pode ser dividida em três grupos.

1ª Atividades que agregam valor: Todas as atividades necessárias para agregar valor ao produto final.

2ª Atividades: Todas as atividades necessárias que não agregam valor: Atividades que apesar de serem necessárias, não acrescentam valor ao produto final.

3ª Atividades que não agregam valor: Todas as atividades que não acrescentam valor e não são necessárias, ou seja, o puro desperdício. Estas são as atividades que deverão ser excluídas do processo.

A todas estas atividades devem estar relacionados tempos necessários para a sua execução. O tempo necessário para produção deverá ser a soma individual de toda a cadeia de tempos de todas as atividades necessárias de processo.

2.4.6. INTRODUÇÃO AO CONCEITO 5S`S E ASSOCIAÇÃO COM OUTROS CONCEITOS LEAN

Filosofia que nasce tal como as ideias bases sobre o *lean*, após a Segunda Guerra Mundial com a visão de reestruturar a economia Japonesa. Foram adotadas várias teorias sobre qualidade de americanos especializados. Estas teorias foram aprofundadas e aplicadas na indústria Japonesa, ficando assim denominada de Qualidade Estilo Japonês ou Total Quality Control (TQC – Controlo de Qualidade Total).

O conceito dos 5 S`s tem como base resolver gestões e aplicações de materiais desadequados. Estas resoluções passam por evitar possíveis desperdícios zelando pelos equipamentos, materiais, pessoas e

pelo próprio ambiente de trabalho. Este trabalho assegura a entrega do produto espectral, controlando os processos considerados necessários.

Considerada uma metodologia simples que defende que a área de trabalho deve ser mantida limpa e arrumada.

A denominação 5 S's tem como base cinco palavras Japonesas que começam com a letra 's'. A tradução destas cinco palavras tem vindo a ser aperfeiçoada tentando traduzir com a ênfase necessária do que realmente se pretende. Em todos os sentidos o sentido de disciplina deverá estar presente para que seja obtido o máximo resultado.

Todas as pessoas envolvidas nos projetos têm uma atividade para a qual são responsáveis e devem ter essa consciência. Todos são importantes e o seu contributo é bastante válido para obtenção do sucesso pretendido.

1º - *Seiri* - Senso de utilização

Com esta palavra pretende-se que seja separado o útil do que já não é útil para o trabalho a desenvolver. *Seiri* pode ser facilmente entendido como senso de utilização onde o que não é utilizado pode ser descartado, tornando o ambiente de trabalho mais limpo e desimpedido.

2º - *Seiton* – Senso de arrumação e ordenação

No senso de arrumação e ordenação, a filosofia é a organização de tudo o que envolve o ambiente de trabalho que seja necessário para desenvolver as diversas atividades. A organização deve ser feita para que qualquer pessoa envolvida no processo consiga localizar e identificar o necessário.

3º *Seiso* – Senso de limpeza

O senso de limpeza visa mentalizar as pessoas de que quando executam um trabalho devem estar num ambiente limpo. Ou seja, quando já não sejam necessárias as ferramentas é importante limpá-las logo de seguida para desocupar o ambiente de trabalho.

A ideia é consciencializar os trabalhadores que se cada um limpar o que suja haverá uma poupança de tempo e logo de dinheiro sobre o produto e o desenvolvimento do trabalho será muito mais rápido e eficaz.

4º - *Seiketsu* – Senso de saúde

O senso de saúde neste caso é aplicado como sendo a saúde no ambiente no trabalho. A saúde é vista como sendo no ambiente de trabalho, a saúde física, mental, social, e financeira, ou seja, tudo o que pode influenciar de forma positiva a organização e desenvolvimento das atividades.

A sensibilidade e experiência de todos os trabalhadores é importante para obtermos o máximo proveito do senso de saúde.

5º - *Shitsuke* – Senso de autodisciplina

A autodisciplina em colocar em prática o necessário no processo é importante e é uma das etapas mais complicadas. As pessoas deverão reeducar-se e disciplinar-se. Todos os processos envolvidos nesta filosofia devem ser seguidos diariamente e o grupo de pessoas envolvidas devem tentar se apoiar. Todos os 5 S's são importantes e complementam-se para a obtenção do resultado pretendido.

É usual serem feitas reuniões de acompanhamento regulares onde são dados *feedbacks* sobre a implementação do processo e metodologias necessárias. Nestas reuniões a troca de ideias entre os membros das equipas é muito importante, só assim são compreendidas as dificuldades diárias e a adequabilidade às fases a serem implementadas (figura 2.7). Por vezes as fases impostas para implementação da metodologia não são as mais adequadas ao meio levando ao insucesso do mesmo. Assim com os *feedbacks* dados são avaliados os processos implementados e quais as melhorias necessárias para atingir os objetivos previstos, aumentando a produtividade e consecutiva redução de custos.



Figura 2.7– Esquema 5s`s

3

QUESTIONÁRIO *LEAN*

3.1 APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O tema tratado na presente tese é um assunto que tem muito por onde ser explorado na área da construção. O aperfeiçoamento, a forma de implementação e como conseguir chegar à excelência operacional pretendida. A base desta filosofia são as pessoas, o modo como encaram esta busca e acompanhamento. A cultura de cada pessoa, a educação face ao tema é de grande importância. De modo que achei interessante perceber a importância que um determinado grupo de pessoas dá ao tema numa empresa que está em fase inicial de implementação.

Foram elaboradas algumas entrevistas tendo como base um pequeno questionário, a um grupo de pessoas (trabalhadores de uma empresa) que estavam familiarizadas com o tema e com as metodologias definidas pela empresa a serem aplicadas para introdução do *lean*. O público-alvo é o que segue na tabela 3.1 e nos respectivos intervalos de idades apresentados e correspondente percentagem. No total foram entrevistadas 40 pessoas, 13 pessoas com idades compreendidas entre 25 e 40 anos, 17 pessoas entre 41 e 50 anos e 10 pessoas acima dos 50 anos.

Tabela 3.1 – Universo dos entrevistados

IDADE	Nº PESSOAS	PERCENTAGEM
25 < I < 40	13	32,5%
41 < I < 50	17	42,5%
> 51	10	25,0%
TOTAL	40	100,0%

Segue na tabela 3.2 o número de pessoas por categorias, idades de cada grupo e respectivos anos de serviço.

Tabela 3.2 – Dados dos entrevistados

	Nº	Idade	Anos Serviço
Diretor Obra	2	29	8
		32	7
Técnico superior de segurança	1	36	15
Técnico Higiene e segurança no Trabalho	1	38	13
Técnico Qualidade e Ambiente	1	38	13
Chefe Administrativo	1	56	27
Escriturário de 2ª	1	38	17
Encarregado Armazém	1	53	26
Técnico Obras	1	37	1
Técnico Administrativo	6	37	20
		39	14
		48	20
		53	26
		50	20
		53	38
Encarregado Geral	1	44	30
Encarregado	4	46	26
		52	38
		44	24
		54	32
Operador Britagem	1	57	15
Gruísta	1	42	20
Mecânico	1	60	46
Eletricista	1	39	14
	1	66	40
Manobrador	1	42	16
Motorista	1	46	14
	1	55	5
Serralheiro	3	46	20
		42	24
		41	22
Carpinteiro	2	35	17
		42	25
Pedreiro	3	60	32
		51	33
		50	32
Servente	4	37	10
		35	17
		51	34
		43	25

Verificou-se que a maior parte do universo entrevistado se encontra entre 41 anos e 50 anos. Foi objetivo ter várias categorias e vários níveis hierárquicos para análise da importância dada pelas pessoas ao tema. Dentro do mesmo nível hierárquico como por exemplo os encarregados, a preocupação foi ter no universo de entrevistados encarregados de diversos sectores para poder verificar qual a importância e as dificuldades que cada um tem para definir o seu trabalho.

3.2 RESULTADOS

1 - Importância do estudo das metodologias construtivas a aplicar em obra na fase da orçamentação

Para as equipas de execução de uma obra o projeto inicia-se quando são estudados os preços na fase de concurso. É fundamental que nesta fase seja logo posto em prática a filosofia do *lean*, e o pensamento associado à produção enxuta. Este pensamento nesta fase, tem de ser analisado de forma equilibrada e consciente. As atividades têm de ser analisadas de forma mais realista possível para que o preço não seja deturpado. Nesta fase, uma má aplicação dos conceitos pode gerar a perda da obra, caso o preço seja demasiado alto e em caso de ser demasiado baixo à posteriori pode gerar perda de lucro tendo em conta os custos que ocorrerão. Todos os envolvidos têm de ter esta perceção. No universo entrevistado, os resultados obtidos face à importância dada ao estudo das metodologias construtivas aplicar em obra na fase da orçamentação foram os seguintes (tabela 3.3).

Nos resultados foi atribuída maior percentagem ao nível 4 (grande importância), 75%. Verifica-se que os 25% restantes são de classes profissionais que pouco intervêm no início do estudo das propostas para concurso de obras. A única surpresa face ao esperado foi nos encarregados que têm papel importante no estudo das metodologias e rendimentos aplicar, sendo que 50% deu uma importância de 3. Os 50% correspondem a 2 encarregados sendo um da central de britagem e outro de obra mas que tem 54 anos. O encarregado de britagem não valorizou muito esta pergunta pois, no trabalho diário que tem de desenvolver os planeamentos em fase de execução de obra fazem-lhe muito mais falta. Ou seja, em fase de estudo de obra este encarregado apenas ajuda nos rendimentos que a central tem para produção diária, não havendo grande margem para desenvolver metodologias. A idade destes dois encarregados e a resposta dada, pressupõe a resistência das pessoas mais velhas à aplicação de novas metodologias. Nota-se aquando da apresentação do questionário pelos comentários e pelas dúvidas colocadas que os trabalhadores mais antigos, com mais experiência são os mais reticentes às mudanças. Segue resumo dos resultados na tabela 3.4.

Tabela 3.3 – Resultados 1ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra				1
				1
Técnico superior de segurança				1
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazém				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
			1	
			1	
			1	
			1	
				1
Encarregado Geral				1
Encarregado			1	
				1
			1	
				1
Operador Britagem			1	
Gruísta				1
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
			1	
Pedreiro				1
			1	
				1
Servente				1
				1
				1
				1

Tabela 3.4 – Percentagem 1ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	10	25,0%
4	30	75,0%

Com esta pergunta conclui-se que o encarregado da central de britagem deveria ser esclarecido nos processos de concurso e aos dois encarregados deveria ser dada nova formação para tentar que os encarregados consigam entender os conceitos inerentes do processo e as vantagens que podem tirar ajudando no seu dia-a-dia com estes estudos prévios na fase de concurso. Os pedreiros e carpinteiros nesta fase do projeto, pouca intervenção têm. Sendo mesmo desconhecedores de como se desenvolvem os processos de concurso. O encarregado tem papel fundamental em passar a informação à sua equipa, para que estes compreendam o que este estudo influencia no seu trabalho quando a obra é ganha e iniciada.

2 - Importância do planeamento geral no início da obra

Quando é iniciada uma obra, é importante todos os intervenientes saberem quais as atividades a desenvolver e os respetivos rendimentos adotados na fase de concurso. As metodologias adotadas na fase de concurso, que se traduziram em rendimentos e consequentes custos devem servir de guia na fase de obra com os recursos necessários e previstos. Nesta fase a determinação dos recursos assumidos no processo de concurso ajuda a não haver desvios de materiais, mão-de-obra e equipamentos. Desta forma considero muito importante este planeamento que serve de ponto de partida de todas as atividades afetas aos diversos recursos e equipamentos. Seguem respostas obtidas à questão na tabela 3.5.

Apesar da maior parte dos entrevistados ter dado grande importância ao questionado, nos resultados obtidos verificam-se surpresas principalmente na interpretação da importância dada ao planeamento inicial de obra pelo diretor de obra. Esperava que este valoriza-se este planeamento dado que é o “pontapé” de saída ou arranque das suas equipas e atividades de obra. O encarregado de obra mais reticente novamente desvalorizou a pergunta feita. Todos os outros intervenientes que desvalorizaram a pergunta, conclui-se com as conversas mantidas que é desconhecimento mais aprofundado das vantagens que este trás para o seu dia-a-dia. Apresenta-se um resumo dos resultados obtidos na tabela 3.6. Após análise desta pergunta novamente foi concluído que é necessário reforçar nas formações a vantagem do planeamento.

Tabela 3.5 – Resultados 2ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra			1	
				1
Técnico superior de segurança				1
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazem				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
				1
				1
				1
			1	
			1	
Encarregado Geral				1
Encarregado				1
				1
				1
			1	
Operador Britagem			1	
Gruista				1
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
				1
Pedreiro			1	
				1
				1
Servente				1
				1
				1
				1

Tabela 3.6 – Percentagem 2ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	7	17,5%
4	33	82,5%

3 - Importância do planeamento semanal

Esta pergunta visou perceber qual a importância que cada entrevistado dá ao planeamento mais apertado, planeamento semanal e perceber o grau de sucesso do *kaizen* diário desenvolvido junto aos intervenientes.

No início dos trabalhos é importante listar as dificuldades que se prevê ter, lista de restrições. As restrições são todas as possíveis dificuldades, problemas que encontraremos no decorrer das tarefas que devem ser solucionadas o quanto antes.

Pela experiência de diversos intervenientes conclui-se que todos os trabalhos que foram iniciados sem as suas restrições estarem solucionadas geralmente acabam com problemas graves por resolver e em muitos casos implicam paragens de trabalhos. Neste planeamento deverão ser incluídas atividades cujas restrições estão solucionadas. Apresenta-se na tabela 3.7 as respostas dadas à questão.

Dos resultados obtidos verificou-se que o encarregado mais antigo continua a não aceitar os benefícios destas novas metodologias. O diretor de obra dá maior importância a este planeamento, sendo que é mais fácil de controlar. Segue na tabela 3.8 um resumo das respostas obtidas.

Tabela 3.7 – Resultados 3ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra				1
				1
Técnico superior de segurança			1	
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazem				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
			1	
				1
				1
			1	
				1
Encarregado Geral				1
Encarregado				1
				1
				1
			1	
Operador Britagem			1	
Gruista				1
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
			1	
Pedreiro				1
				1
				1
Servente				1
				1
				1
				1

Tabela 3.8 – Percentagem 3ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	7	17,5%
4	33	82,5%

4 - Importância da análise diária dos resultados do trabalho planeado

A análise diária através do *Poka yoke* é importante para alinhar as equipas e ajudar as pessoas a focarem-se no objetivo traçado. Este acompanhamento ajuda a detetar possíveis erros ou desvios do dia anterior e possíveis soluções para melhor desenvolvimento do mesmo do dia corrente.

As equipas conseguem medir o executado no dia anterior, fazendo uma pequena análise da forma como foi executada e como melhorar. Gera-se uma partilha de ideias. Apresenta-se na tabela 3.9 os resultados à questão.

Nos resultados obtidos verifica-se que grande parte das pessoas que desvaloriza esta atividade são indiretos que se encontram no escritório. O seu trabalho diário, acaba por ser um pouco rotineiro. Não consideram importante a análise diária dado que se programam semanalmente.

O seu trabalho é determinado para a semana e é gerido conforme cada um achar mais conveniente dado que aparecem sempre algumas atividades não previstas pelo meio. Os trabalhadores de campo já consideram de mais valia porque conseguem analisar conjuntamente com a sua chefia o seu desempenho, passar algumas dificuldades, partilhar restrições que a chefia possa não estar a entender ou a ver. É importante a partilha de informação nestas pequenas reflexões e é importante que sejam intervenções diárias rápidas e objetivas. Os resultados estão resumidos na tabela 3.10.

Tabela 3.9 – Resultados 4ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra			1	
				1
Técnico superior de segurança			1	
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazem				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
			1	
			1	
			1	
				1
			1	
Encarregado Geral				1
Encarregado				1
				1
			1	
			1	
Operador Britagem			1	
Gruista				1
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
			1	
Pedreiro				1
				1
				1
Servente				1
				1
				1
				1

Tabela 3.10 – Percentagem 4ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	11	27,5%
4	29	72,5%

5 - Frequência de procura de técnicas para redução de desperdícios por atividade

Os desperdícios inerentes às atividades podem pôr em risco o sucesso de um projeto. A execução de uma obra e os seus lucros estão diretamente relacionados com a excelência operacional que poder ser adquirida com a maior rentabilidade e qualidade possível.

A busca de novas técnicas faz parte do processo de melhoria contínua onde tudo tem um ponto que deve e pode ser melhorado. Todo o processo tem pontos de imperfeição. Todos os intervenientes do projeto têm de estar abertos a esta forma de pensamento, desde os trabalhadores diretos aos indiretos. Seguem resultados à questão na tabela 3.11.

Pelos resultados obtidos é de grande perceção que a grande parte dos intervenientes acha que de certa forma consegue melhorar o seu trabalho diário. Que a busca pela redução e até eliminação dos desperdícios que colocam em causa o sucesso do processo é contante. Segue resumo dos resultados à questão na tabela 3.12.

Tabela 3.11 – Resultados 5ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra				1
				1
Técnico superior de segurança			1	
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazem				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
				1
				1
				1
				1
				1
Encarregado Geral				1
Encarregado				1
				1
			1	
				1
Operador Britagem			1	
Gruista			1	
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
				1
Pedreiro				1
				1
				1
Servente				1
				1
				1
				1

Tabela 3.12 – Percentagem 5ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	5	12,5%
4	35	87,5%

6 - Importância dos princípios dos 5S's na sua área de trabalho

Foi ainda realizado um questionário às ferramentas dos 5S's, supostamente algo que já estaria amadurecido na empresa, visto que já utilizam esta ferramenta em diversos departamentos – o que facilita a interpretação e a importância dada. Este amadurecimento faz com que os trabalhadores já tenham verificado a sua importância e dão maior valor às suas ferramentas. Nas tabelas 3.13 e 3.14 seguem-se os resultados obtidos.

Nos resultados obtidos esperava-se uma uniformização das respostas, mas existiu uma pequena percentagem de trabalhadores que não deu a importância máxima.

Tabela 3.13 – Percentagem 6ª Pergunta

CLASSIFICAÇÃO	RESPOSTAS	PERCENTAGEM
1	0	0,0%
2	0	0,0%
3	4	10,0%
4	36	90,0%

Tabela 3.14 – Resultados 6ª Pergunta

Classificação Categoria	1	2	3	4
Diretor Obra			1	
				1
Técnico superior de segurança				1
Técnico Higiene e segurança no Trabalho				1
Técnico Qualidade e Ambiente				1
Chefe Administrativo				1
Escriturário de 2ª			1	
Encarregado Armazem				1
Técnico Obras				1
Técnico Administrativo				1
				1
				1
				1
				1
				1
Encarregado Geral				1
Encarregado			1	
				1
				1
				1
Operador Britagem				1
Gruista				1
Mecânico				1
Eletricista				1
				1
Manobrador				1
Motorista				1
				1
Serralheiro				1
				1
				1
Carpinteiro				1
			1	
Pedreiro				1
				1
				1
Servente				1
				1
				1
				1

4

APLICABILIDADE DO *LEAN* NA CONSTRUÇÃO

4.1 *LEAN* NA PRÉ-FABRICAÇÃO

A pré-fabricação é uma técnica de construção muito utilizada em diversos tipos de obras. Esta técnica consiste na moldagem e betonagem dos elementos pretendidos em estaleiro. É uma técnica que traz muitos benefícios para todas as áreas envolvidas.

A pré-fabricação tem uma boa relação custo/benefício quando utilizada de forma correta. Em que a produção das peças pode ser planeada controlando mais facilmente as possíveis variações. O planeamento na pré-fabricação é muito importante, dependendo o sucesso do processo nesta fase. Com base neste planeamento e com o andamento do processo é possível verificar possíveis otimizações nas fases inerentes.

O planeamento da pré-fabricação é iniciado com a escolha estratégica do local onde serão prefabricadas as peças e o tipo de moldes a serem utilizados. Estas duas situações são muito importantes para o sucesso. Com uma boa escolha destas duas situações podemos rentabilizar e eliminar vários desperdícios de tempo, de recursos e materiais.

Os exemplos analisados e verificados foram de grande importância para compreensão do funcionamento do *lean* e sua aplicabilidade na pré-fabricação.

A pré-fabricação apesar de poder ser utilizada em diversificados trabalhos segue uma linha orientadora de faseamento construtivo. O faseamento construtivo dos prefabricados é de acordo com os passos que seguem:

1. Trabalhos de preparação (ex. plataformas de trabalho, receção e aprovação de materiais);
2. Preparação e montagem do aço (quando aplicável);

3. Verificação da conformidade da montagem do aço (quando aplicável);
4. Colocação do molde;
5. Verificação da conformidade da montagem do molde (ex. recobrimentos – quando aplicável);
6. Pedido do betão;
7. Betonagem;
8. Processo de proteção e cura;
9. Armazenamento;
10. Expedição do elemento.

Trabalhos de preparação (ex. plataformas de trabalho, receção e aprovação de materiais)

Os trabalhos de preparação, consistem na preparação das plataformas de trabalho:

- Análise da documentação técnica aplicável - projeto;
- Preparação de programa/plano de trabalhos;
- *Layout* do local de trabalho em coerência com o programa de trabalhos – ex. posição, n.º de plataformas de trabalho, local e gestão *stock*, expedição etc...;
- Construção das plataformas de trabalho perfeitamente horizontais, para evitar desvios geométricos das peças;
- Plataformas limpas e sem contaminações que prejudiquem as características dos materiais;
- Colocação de película impermeável sobre a plataforma de trabalho da betonagem, de modo a que aquando da betonagem o betão aplicado à peça não adira a plataforma;
- Aprovação pelo cliente dos materiais;
- Processo de aquisição, receção e armazenamento destes materiais ex. aço; descobrante etc...;
- Nesta fase a receção dos materiais para a produção do betão é importante. A receção dos inertes é feita em central de produção.



Figura 4.1, 4.2, 4.3 – Abastecimento de inertes na central



Figura 4.4 – Abastecimento das comportas pela *drag-line*

Colocação do molde

O molde deverá estar aspergido com a quantidade suficiente de produto descofrante, que facilite a sua desmoldagem e um conforme acabamento ao betão. O molde deverá ser colocado de acordo com o esquema definido para a sua montagem, em concordância com os pontos de apoio e as correspondentes forças, as disposições do sistema de elevação e onde necessário, quaisquer disposições especiais. O molde deverá estar limpo e livre de qualquer impureza que prejudique o correto desempenho dos materiais. A montagem do molde deve garantir que o prefabricado cumpra com a geometria e dimensionamento especificado. Refira-se que o molde tinha 1600 kg.



Figura 4.5 - 4.6– Base do molde

Verificação da conformidade da montagem do molde

A verificação da montagem do molde é supervisionada pelo encarregado ou chefe de equipa. Após a montagem da cofragem é necessário validar a conformidade da montagem. Ou seja, verificar se a cofragem se encontra estável, se assim se mantém durante todo o processo de betonagem e tempo de cura. Quando aplicável, a armadura deve estar bem colocada e com espaçadores em quantidade suficiente de modo a garantir os recobrimentos previstos.

Pedido do betão

O pedido do betão deverá ser feito após a realização de todas as verificações ao molde e confirmação do volume necessário à execução do prefabricado ou elementos a betonar.

O betão deverá ser o especificado e aprovado. A cadência de entrega do betão deverá ser planeada por forma a executar o processo de betonagem em conformidade. Todos os recursos devem estar ao dispor para uma cadência de entrega contínua.

Betonagem

O betão deverá ser inspecionado e validado antes de se dar início ao processo de betonagem. Todos os recursos devem estar disponíveis para que o processo de betonagem seja realizado de modo contínuo (ex. vibradores, pessoal etc..).

A betonagem deverá ser realizada em conformidade com as boas práticas de execução por forma a não prejudicar a qualidade dos materiais (ver figuras 4.7 a 4.10):

- Vibração vertical;
- A vibração deverá ser executada no betão e nunca na armadura;
- O betão deverá ser colocado de forma contínua em camadas de modo a evitar juntas ou “sombras” de betonagem;
- A vibração deverá ser a suficiente para promover a compacidade máxima do betão, mas nunca deverá ser em excesso evitando a sua segregação;
- A vibração deverá ser realizada em toda a camada.



Figura 4.7, 4.8 – Betonagem dos tetrápodes

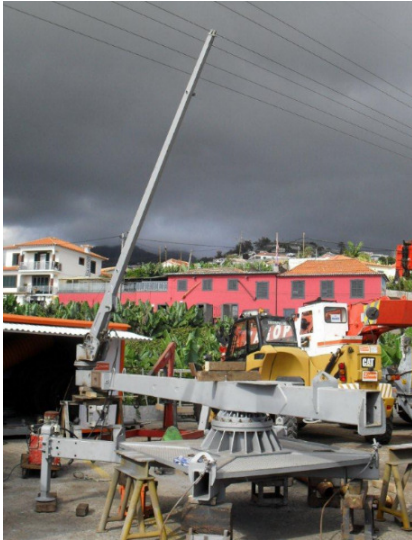


Figura 4.9, 4.10 – Equipamento auxiliar para a betonagem dos tetrápodes

Em diversos casos para se obter a altura necessária para a betonagem, utiliza-se um equipamento auxiliar de distribuição do betão. Este equipamento facilita a deslocação do tubo de descarga no seu raio de Acção sem grande esforço. O equipamento dispõe de um braço móvel acionado por um cilindro hidráulico que possibilita a elevação do tubo de descarga do betão até aproximadamente 4 m de altura. O equipamento dispõe também de duas articulações rotativas movidas manualmente que facilita a manobra do braço abrangendo toda a área de alcance do braço sem que seja necessário movimentar a estrutura do distribuidor.

O cilindro hidráulico é alimentado a partir de uma central hidráulica composta por um reservatório com cerca de 30 litros de capacidade, um motor trifásico, uma bomba hidráulica de carretos e um comando manual do cilindro hidráulico.

Processo de proteção e cura

A cura do betão deve efetuar-se em condições de temperatura e humidade que permitam a correcta hidratação do ligante, evitando as patologias subsequentes, entre outros, a fendilhação devida à retracção.

O betão nas idades jovens deve ser objecto de cura e protecção para:

- Minimizar a retracção plástica;
- Assegurar uma resistência superficial adequada;
- Assegurar uma durabilidade adequada na zona superficial;
- Proteger contra vibrações prejudiciais, impacto ou danos.

Armazenamento / Movimentação

Findo o período mínimo de cura, as peças devem ser armazenadas em locais com condições adequadas, devendo ser tomadas precauções para que os blocos não fiquem sujeitos a agressões mecânicas nem a esforços de flexão ou de tração.

O manuseamento (figuras 4.11 e 4.12), armazenagem e protecção dos produtos pré fabricados devem ser executados de acordo com as especificações de projeto.

As instruções de armazenamento dos produtos pré-fabricados devem definir o local de armazenamento e os pontos de apoio admissíveis, a altura máxima das pilhas de armazenamento, as medidas de protecção e, onde necessário, quaisquer disposições necessárias para assegurar a estabilidade.



Figura 4.11, 4.12 – Carregamento e transporte de tetrápodes

Expedição de elementos

A expedição (quando aplicável) deverá ser realizada garantindo que os elementos têm o tempo de cura especificado.

O cliente geralmente define algumas premissas relativamente a este trabalho. Por exemplo verificações nas fases que seguem pelo fiscal:

- Montagem da armadura;
- Montagem da cofragem;
- Verificação da cofragem após montagem;
- Betonagem (colocação e compactação do betão);
- Cura do betão.

4.1.1 CONSTRUÇÃO DE TETRÁPODES PARA PROTECÇÃO DE UMA OBRA MARÍTIMA

O caso de estudo foi numa obra que nasce com a necessidade de protecção de uma das marginais do Funchal. A marginal é alvo de sucessivos galgamentos do mar e consequente destruição de diversas infraestruturas quando existem temporais. Por diversos anos foram sendo executadas obras para minimizar estes galgamentos mas nunca foram totalmente eficazes. Assim foi desenvolvido um projeto para execução que serviu para protecção da marginal e remodelação do destruído (figuras 4.13 a 4.16).

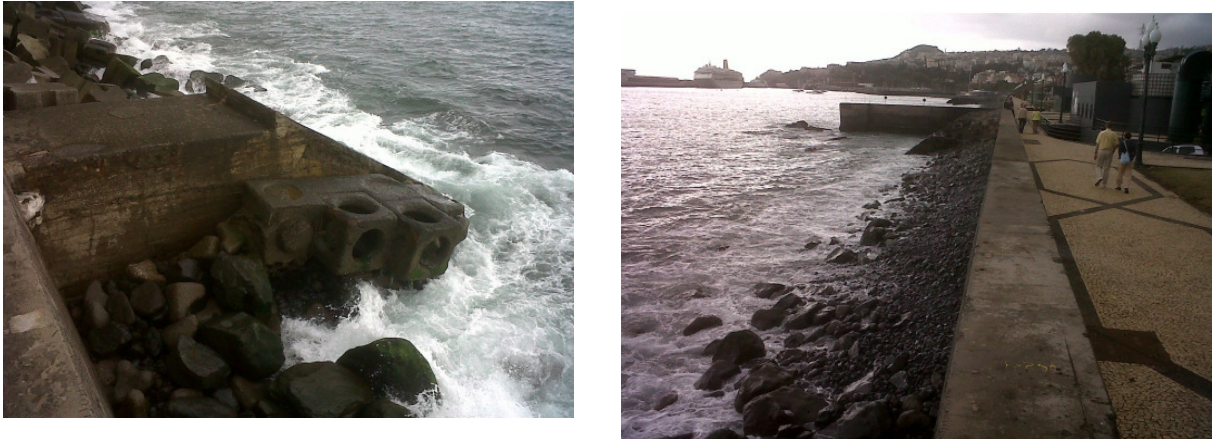


Figura 4.13, 4.14– Situação Existente



Figura 4.15, 4.16– Marginal a proteger

O caso de estudo foi o fabrico e colocação de tetrápodes previstos para a protecção do manto exterior do esporão. Dadas as dimensões dos pré-fabricados, o processo foi iniciado pela análise do local onde se iria proceder à pré-fabricação.

A primeira opção seria na central que forneceria o betão, assim poderiam ser economizados vários recursos. Esta situação à primeira vista pareceria a mais vantajosa, mas existiu um pormenor importante que fez com que se repensasse esta opção – o peso das peças. Para se tornar rentável, teria de ser efetuado o transporte com mais que um tetrápode – o que não era exequível devido ao peso demasiado elevado. Assim, este transporte não foi autorizado pelas estradas por onde passariam tendo em conta que

poderiam provocar danos no pavimento. Foi analisada a opção de transportar o betão fresco para a obra e proceder à pré-fabricação dos tetrápodes em obra em alternativa à pré-fabricação na central. Após a análise concluiu-se que era mais vantajoso a pré-fabricação em obra.

Já em fase de implantação do estaleiro de pré-fabricação em obra, foram colocados diversos cenários estratégicos para instalar e iniciar o processo. Vários fatores pesaram nesta escolha, desde a colocação da grua, ao transporte para o esporão.

Na obra existia uma zona de aterro, ampla onde a implantação do estaleiro de pré-fabricação seria razoavelmente fácil. Era um espaço que permitia a produção e implantação dos meios e recursos necessários sem causar transtornos para a obra e para a circulação normal existente. Esta zona estava perto da estrada, onde as autobetoneiras entravam facilmente e era perto do esporão onde o transporte dos tetrápodes iriam ser colocados – ou seja o seu transporte desde a área de pré-fabricação para a sua posição final seria simples e rápida (figuras 4.17 a 4.19).

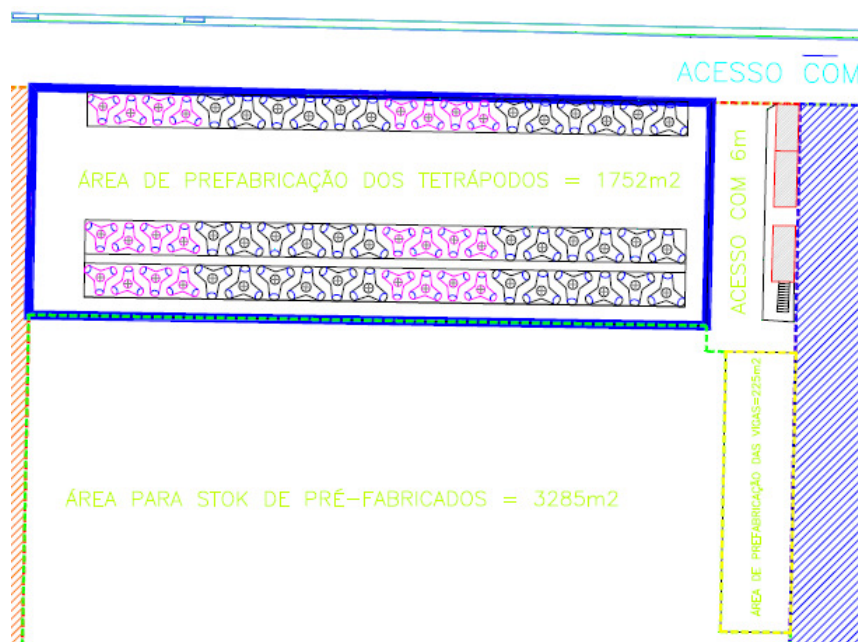


Figura 4.17– Planta estaleiro dos tetrápodes



Figura 4.18, 4.19 – Molde dos tetrápodes e bases

Após a escolha do local do estaleiro de pré-fabricação, foi necessário a escolha do tipo de molde a utilizar ao longo do processo. O tempo para a pré-fabricação foi bastante acompanhado para que não houvesse atrasos. Segue figura 4.20 com o tipo de molde usado na produção dos tetrápodes.

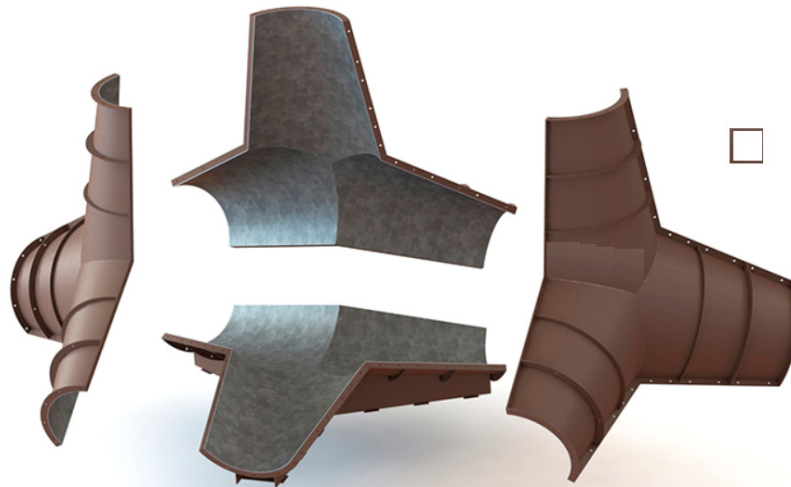


Figura 4.20– Molde tipo de pré-fabricação

A escolha do molde de pré-fabricação foi alvo de um estudo e consulta exaustiva aos diversos parceiros da obra. A primeira opção passaria pela escolha de um molde como o ilustrado acima (figura 4.20) mas o processo de cofragem seria extremamente moroso e para o ciclo de produção pretendido poderia pôr em risco a resistência necessária do betão à idade de descofragem. Tendo em conta o tempo do ciclo de produção os moldes teriam de garantir uma fácil e rápida descofragem. Assim, foi optado por um molde composto pelo mínimo de peças possível. As bases dos tetrápodes em aço estavam fixadas no solo com uma plataforma em betão, ou seja, eram inamovíveis. Já as restantes 3 peças da “carçada” do molde eram utilizadas 2 vezes ao dia através da aplicação em bases diferentes. As peças do molde eram fixadas

com chavetas de fácil aperto e desaperto eliminando desperdícios de tempo. A diferença e inovação do processo adotado conduziu à encomenda de várias bases face aos restantes componentes, poupando na encomenda de moldes que eram dispendiosos tendo em conta o número de elemento a pré-fabricar diariamente.

Ao longo de todo o processo descrito foram feitas diversas listas com os desperdícios que deveriam ser eliminados, foram definidas células de trabalho que não poderiam ser eliminadas e tudo o restante à volta do processo foi analisado pormenorizadamente. Os tempos dos tetrápodes a fabricar foram definidos visando *just in time* não permitindo que houvesse grandes *stocks* de tetrápodes. Refira-se que grandes stocks não eram desde o início possíveis devido ao espaço do estaleiro.

As peças a fabricar eram as necessárias para colocação no mar atempadamente quando a obra tinha as marés possíveis de trabalhar. A obra trabalhava com uma produção puxada. A excelência operacional deste processo foi muito apoiada visando o *just in time*, *heijunka*, o coração central da filosofia que passa pelas pessoas e os processos inerentes. A produção foi de início nivelada e sempre com o número de peças previstas a colocar no mar, havendo uma uniformização na produção. Todos os dias de manhã era feito um balanço numa pequena reunião entre a gestão de topo e os trabalhadores de campo contabilizando as peças fabricadas e os recursos envolvidos. Foram retificadas diversas restrições nomeadamente nos tempos de desmoldagem e esperas de materiais que ponham em risco toda a operação. A ferramenta do *Poka yoke* foi de grande importância, onde os erros geralmente humanos eram analisados e chamados atenção atempadamente pelos envolvidos. Desde numa fase inicial de má montagem de moldes, ao mau posicionamento de equipamentos e colocação dos materiais.

Last Planner

O *last planner* foi definido logo de início o plano para a pré-fabricação. Foi feito um esquema com a disposição dos tetrápodes para a betonagem que facilitou a detetar e a corrigir erros de fabricação. Este esquema também visava analisar a disposição dos moldes para verificação do espaço para a deslocação da bomba de betão, das autobetoneiras e da grua. Apresenta-se na tabela 4.1 o esquema da pré-fabricação. A betonagem era feita com base em 10 moldes. O esquema acima era distribuído com números por células, sendo 1º número correspondente ao número da fila dos tetrápodes, e o segundo o número do molde. Iniciavam-se as betonagens à segunda-feira de manhã com 10 betonagens e de tarde eram feitas mais 10 betonagens, sendo que nos restantes dias se seguia conforme o esquema representado na tabela 4.1. As betonagens eram realizadas com ajuda de uma estrutura metálica com braço. Esta estrutura encaminhava a mangueira até à bomba de betão de apoio. Na figura 4.21 está marcado o raio de rotação possível alcançar com esta estrutura que foi também analisado. Foi feita uma programação (tabela 4.2) com a produção e recursos (tabela 4.3) expectáveis e necessária tendo em conta o prazo de obra.

Tabela 4.1 – Esquema para pré-fabricação

Terça-feira Manhã					Segunda-feira Tarde					Segunda-feira Manhã				
3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
3.10	3.9	3.8	3.7	3.6	2.10	2.9	2.8	2.7	2.6	1.10	1.9	1.8	1.7	1.6
6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1
6.10	6.9	6.8	6.7	6.6	5.10	5.9	5.8	5.7	5.6	4.10	4.9	4.8	4.7	4.6
Terça-feira Tarde					Quarta-feira Manhã					Quarta-feira Tarde				

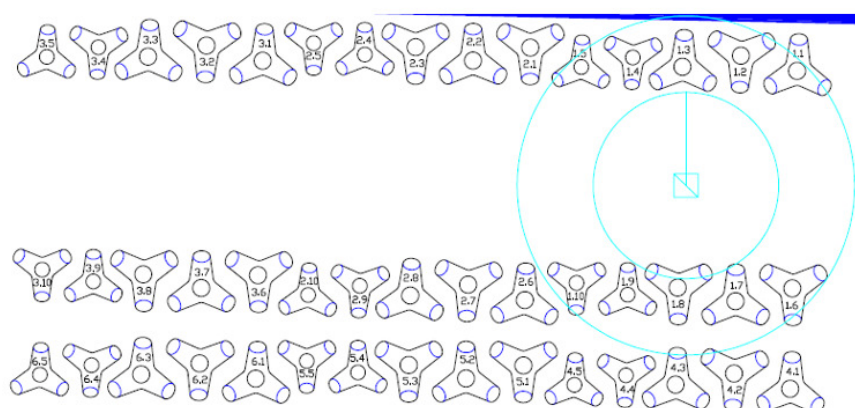


Figura 4.21– Disposição de moldes

Tabela 4.2 – Mapa de planeamento para as betonagens dos tetrapodes

Mês 1 e 2											
	240kN			240kN			240kN			240kN	
Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível
1			15			29	72		43	192	60
2			16			30	84		44	204	0
3			17			31	96	0	45	216	0
4			18			32	108	0	46	228	0
5			19			33	120	0	47	FÉRIAS	
6	F.D.S		20	F.D.S		34	F.D.S		48		
7			21			35			49		
8	12		22	12		36	132	0	50		
9	24		23	24		37	144	0	51		
10	36		24	36		38	156	12	52		
11	48		25	48		39	168	24	53		
12	60		26	60		40	180	36	54		
13	F.D.S		27	F.D.S		41	F.D.S		55		
14			28			42			56		
									57		

Mês 5, 6 e 7

240kN			240kN			240kN			240kN		
Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível
117	F.D.S		133	876	636	149	1020	780	165	1164	924
118			134	888	648	150	1032	792	166	F.D.S	
119	756	516	135	900	660	151	1044	804	167		
120	768	528	136	912	672	152	F.D.S		168	1176	936
121	780	540	137	924	684	153			169	1188	948
122	792	552	138	F.D.S		154	1056	816	170	1200	960
123	804	564	139			155	1068	828	171	1212	972
124	F.D.S		140	936	696	156	1080	840	172	1224	984
125			141	948	708	157	1092	852	173	F.D.S	
126	816	576	142	960	720	158	1104	864	174		
127	828	588	143	972	732	159	F.D.S		175	1236	996
128	840	600	144	984	744	160			176	1248	1008
129	852	612	145	F.D.S		161	1116	876	177	1260	1020
130	864	624	146			162	1128	888	178	1272	1032
131	F.D.S		147	996	756	163	1140	900	179	1284	1044
132			148	1008	768	164	1152	912	180	F.D.S	

Mês 7, 8 e 9

240kN			240kN			240kN			240kN		
Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível
180	F.D.S		196	1428	1188	212	1572	1332	228	F.D.S	
181			197	1440	1200	213	1584	1344	229		
182	1296	1056	198	1452	1212	214	F.D.S		230		
183	1308	1068	199	1464	1224	215			231	1709	1476
184	1320	1080	200	F.D.S		216	1596	1356	232	1721	1488
185	1332	1092	201			217	1608	1368	233	1733	1500
186	1344	1104	202	1476	1236	218	1620	1380	234	1745	1512
187	F.D.S		203	1488	1248	219	1632	1392	235	1750	1524
188			204	1500	1260	220	1644	1404	236	F.D.S	
189	1356	1116	205	1512	1272	221	F.D.S		237		
190	1368	1128	206	1524	1284	222			238	1762	1536
191	1380	1140	207	F.D.S		223	1656	1416	239	1774	1548
192	1392	1152	208			224	1668	1428	240	1786	1560
193	1404	1164	209	1536	1296	225	1680	1440	241	1798	1572
194	F.D.S		210	1548	1308	226	1692	1452	242	1803	1584
195			211	1560	1320	227	1697	1464	243	F.D.S	

Mês 9 e 10					
	240kN			240kN	
Dia	Fabricação	Disponível	Dia	Fabricação	Disponível
243	F.D.S		259		1721
244	1815	1596	260		1721
245	1827	1608	261		1733
246	1839	1620	262		1745
247	1851	1632	263	F.D.S	
248	1856	1644	264		
249	F.D.S		265		1750
250			266		1762
251		1656	267		1774
252		1668	268		1786
253		1680	269		1798
254		1692	270	F.D.S	
255		1697	271		
256	F.D.S		272		1803
257			273		
258		1709	274		

Tabela 4.3 – Recursos para betonagem

Mão-de-obra

Recurso	nº	ht	h totais
Carpinteiro	1	8	8
Pedreiro	2	8	16
Servente	4	8	32

Equipamento

Recurso	nº	ht	h totais
Bomba de betão	1	8	8
Autobetoneiras	8	8	64

4.1.2 CONSTRUÇÃO DE BANCADAS PARA UM ESTÁDIO DE FUTEBOL

O projeto a referir consiste na remodelação de um campo de futebol. O projeto para a intervenção nasce visando melhorar o espaço face às exigências e entradas das equipas nos jogos das competições internacionais.

O projeto contempla além da remodelação do estádio existente o arranjo da envolvente urbanística, vias, passeios e estacionamento, sendo o objetivo transformá-lo num estádio moderno.

As características do estádio definidas são apresentadas na tabela 4.4:

Tabela 4.4, - Dados estádio de Futebol

Área de Jogo	
Comprimento	105,00 m
Largura	68,00 m
Margem topo	4,00 m
Margem Lateral	3,00 m
Área de Segurança	6,00 m



Figura 4.22– Maquete do estádio de futebol

O projeto contempla a fabricação de bancadas sendo estas materializadas através de elementos pré-fabricados. O processo para esta pré-fabricação passou pelas quatro fases normais desde o projeto, fabricação, transporte e montagem. O processo de fabrico compreende resumidamente:

- 1º Preparação dos moldes;
- 2º Colocação de armaduras;
- 3º Betonagem e compactação;
- 4º Desmoldagem e armazenamento;
- 5º Controlo de qualidade.

Atendendo às necessidades e faseamento de obra, ficou definido utilizar dois moldes, fabricados por forma a garantir:

- 1º Geometria das peças;
- 2º Estanquicidade e manuseamento;
- 3º Fraca aderência ao betão (facilidade de descofragem);

4º Reutilização e readaptação;

5º Fácil limpeza.

O objetivo do plano traçado pela equipa de planeamento e estudo foi garantir a betonagem de oito elementos por dia com um faseamento subdividido em duas partes. Betonavam-se quatro elementos de manhã e de tarde mais quatro garantindo sempre a sua cura (figura 4.24 e 4.25). Refira-se que os painéis exteriores de cofragem de cada molde foram concebidos por forma a ser possível a sua movimentação.

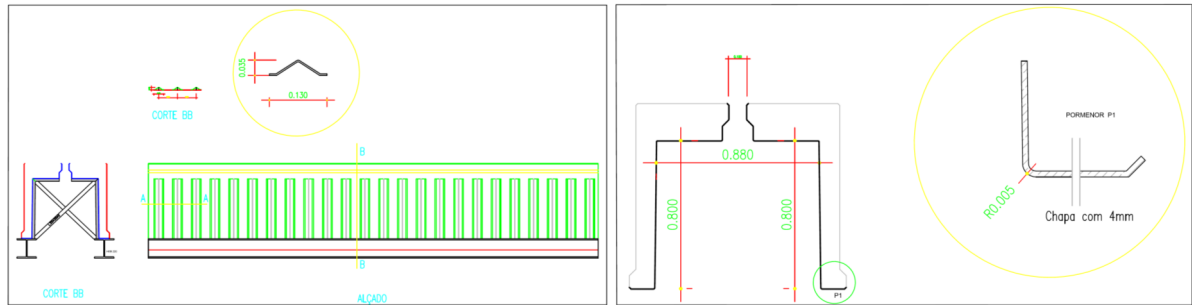


Figura 4.23, 4.24– Esquema do molde aplicar

Um aspeto importante para garantir um bom rendimento foi o esquema de fecho do molde. O fecho foi pensado para minimizar tempos e recursos envolvidos (figura 4.25).



Figura 4.25– Pormenor construtivo do molde

O projeto inicialmente previa o fabrico de peças com topos inclinados, maximizando o rendimento e minimizando o risco de fugas de pasta de betão. Contudo optou-se por uma solução de afinação do topo através de uma peça fixa centralmente no molde de modo a que o mesmo apenas necessitasse de se movimentar no plano horizontal.

Após ao correto posicionamento dos moldes e aplicação do óleo descofrante a colocação da armadura seguia o processo comum (dado que já vinha moldada). Nesta fase era necessário garantir a aplicação dos negativos cónicos e as mangas de ancoragem. As mangas de ancoragem e respetivos acessórios de

suspensão giratórios tinham a dimensão e capacidade de carga suficientes para as características do elemento pré-fabricado (figura 4.26 e 4.27).



Figura 4.26, 4.27– Acessórios de suspensão giratórios, mangas de ancoragem, tampas plásticas e fixação magnéticas

O processo de betonagem foi definido ser por descarga direta da autobetoneira. Já o processo de desmontagem foi estudado cuidadosamente tendo em conta os tempos necessários para a produção.

Após se obter uma resistência suficiente do betão efetuava-se a desmoldagem do elemento prefabricado. A desmoldagem compreendia a abertura do molde e remoção do elemento de bancada para armazenamento. Para executar ambas as operações utilizou-se a grua móvel apresentada na figura 4.28. O stock dos elementos foi efetuado segundo o esquema apresentado na figura 4.29 e o transporte foi executado com auxílio de um camião trela, fixando por forma às peças ficarem estabilizadas (ver esquemas das figuras 4.30 e 4.31).



Figura 4.28– Grua para apoio nas movimentações

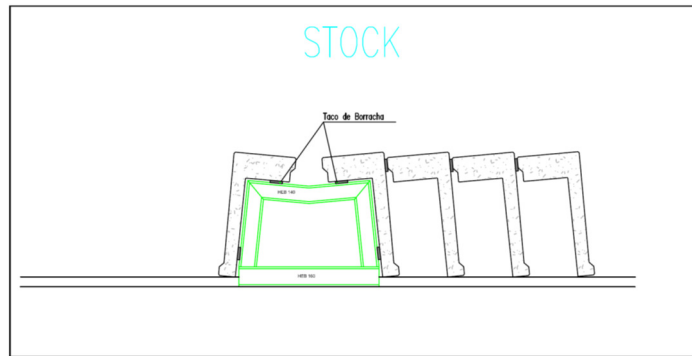


Figura 4.29– Esquema de armazenamento das bancadas

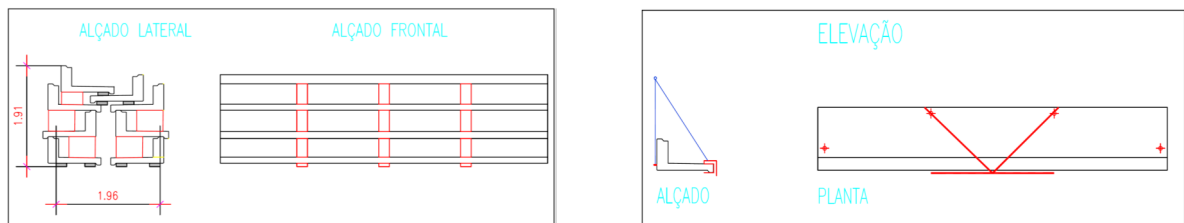


Figura 4.30, 4.31– Pormenor de execução dos pré fabricados

4.2 APLICABILIDADE DO *LEAN* EM FASE DE OBRA

Neste capítulo são apresentados exemplos da aplicabilidade do *lean* na fase de obra. Demonstra-se a importância e as vantagens que este conceito conseguiu trazer para o construtor. A adoção de métodos eficazes em fase de obra é muito importante em diversos aspetos, sendo o principal fator a ter em conta num pré-estudo a segurança que envolve o meio envolvente com principal foco nas pessoas, isto é, nos trabalhadores envolvidos. Importa ter sempre em mente que a segurança dos envolvidos deverá ser a maior e primeira preocupação, pois a vida humana é o único fator que não pode ser recuperado em nenhuma fase.

Não obstante, a parte económica toma papel fulcral nesta análise onde deverão ser planeados todos os recursos produtivos envolventes: desde o pessoal, ao material e equipamentos. A rentabilização dos recursos traz como retorno economias que podem tornar o projeto num sucesso. Nesta fase o primeiro passo a dar é o planeamento conjunto com as partes envolvidas sendo que os gestores do topo da hierarquia deverão passar a mensagem clara do objetivo do projeto e as suas fases.

É importante aproveitar a experiência dos envolvidos e antever os problemas que poderão aparecer ao longo do processo. Geralmente os trabalhadores mais experientes já passaram por situações semelhantes que poderão aparecer ao longo do processo e terão conseguido anteriormente arranjar soluções válidas que aceleram o processo.

Neste sentido importa distinguir entre um líder e um chefe. Na realidade no *lean* é importante que os gestores de topo sejam bons líderes. No caso da indústria da construção verifica-se que o líder deverá ser informal, espontâneo onde deverá conduzir o grupo a trazer as melhores e principais soluções para o processo que conduz. Com base nesta preocupação o líder receberá a sua autoridade no grupo. A liderança é extremamente flexível e com base nos pressupostos do grupo direcionar o processo no caminho que achar mais adequado para atingir os objetivos necessários. A liderança assume proximidade com a sua equipa numa perspetiva de cooperação sobre o caminho a seguir por forma atingir os objetivos exteriores propostos.

4.2.1 PLANEAMENTO E ESTUDO DA COLOCAÇÃO DE UM CIMBRE DE UMA PONTE

O caso proposto foi uma das tarefas que compoñham um projeto de grande importância para uma comunidade local da Ilha da Madeira. Este projeto foi desenvolvido com objetivo de repor o normal funcionamento de uma via que foi destruída aquando de um temporal de 20 de Fevereiro de 2010. Esta via ficou interrompida durante alguns anos influenciando negativamente a vida das pessoas que viviam nas proximidades visto que antes do temporal, existia uma ponte já muito antiga que facilitava a deslocação das pessoas no seu normal dia-a-dia.

4.2.1.1 ANÁLISE DO CASO EM ESTUDO

O processo foi iniciado com análise pormenorizada da estrutura a executar. O projeto era uma ponte dividida em três vãos. A laje da ponte era aligeirada reduzindo o peso próprio facilitando o processo de construção. O primeiro foco do processo foi a segurança das pessoas envolvidas. Para prevenir e controlar os riscos nesta fase o mais importante foi a montagem do cimbra. Foi necessário ter em conta vários fatores:

- Peso do cimbra;
- Peso das cofragens;
- O peso do betão;
- O peso dos trabalhadores;
- O peso das cargas que sobre ele podiam ser colocadas;
- A força do vento;
- A escolha de pessoal especializado para a montagem do cimbra.

Nesta fase torna-se necessário clarificar o conceito de cimbre e tipos de cimbre existentes. Cimbres são estruturas temporárias de suporte. Estas estruturas têm como função suportar as cargas das estruturas até que estas adquiram as capacidades de resistência necessárias assim como suportar o peso das cofragens. As cofragens são as estruturas utilizadas para dar forma ao betão até que este endureça o suficiente dando forma à peça necessária.

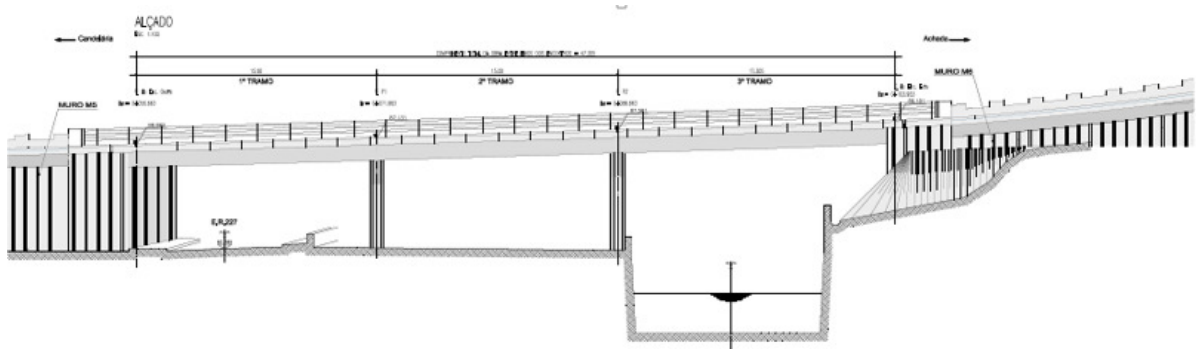


Figura 4.32– Projeto a executar

Os vãos da ponte eram sobre três zonas distintas:

- 1º Vão: com 15 m entre pilares uma altura útil de 5 m passava sobre uma via antiga que foi logo de início imposto que não poderia ser interrompida;
- 2ª Vão; com 15 m entre pilares, uma altura útil média de 7 m passava sobre uma zona onde foi necessário executar um aterro dado que a cota existente era inferior à pretendida para a altura do projeto final;
- 3ª Vão; com 17,305 m entre pilares, uma altura útil de 17 m passava sobre uma ribeira.

Tendo em conta as condicionantes existentes na fase de execução, a análise inicial antes do início da execução foi do ponto de vista da segurança bastante complexa.

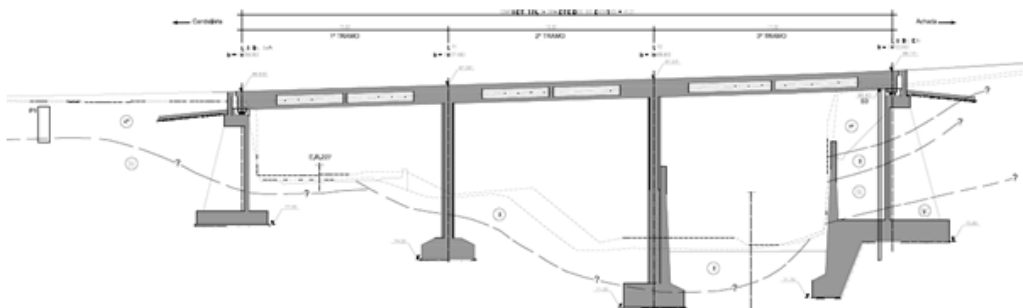


Figura 4.33– Corte inicial com as condicionantes existentes.

Numa fase inicial foram ponderados três sistemas de possíveis soluções de cimbra. Apesar do primeiro não ser adequado segue uma pequena explicação do esquema construtivo.

1ª Cimbra com carrinhos de avanço

O processo consiste na betonagem com recurso a avanços sucessivos de uma estrutura de suporte que apoia-se nos tramos que forem sendo executados, as aduelas e iniciam-se a partir de um pilar ou de um dos encontros.

Consiste na construção simétrica de consolas e após as betonagens a estrutura de suporte que vai avançando.

A utilização de carrinhos de avanço pressupõe a utilização de duas gruas, uma com capacidade de 3 toneladas para levantamento das peças até a aduela principal e outra com capacidade de 1,5 toneladas de apoio à montagem no solo de subconjuntos. A montagem dos carros de avanço inicia-se com a montagem de subconjuntos de peças e da cofragem com auxílio da grua. Estes subconjuntos são içados para a aduela principal. A execução da cofragem junto ao pilar já com os subconjuntos dos carrinhos é um processo mais moroso. A cofragem das almas deverá ser montada no solo por forma a haver economia de tempo e consequentemente de recursos (figura 4.34).

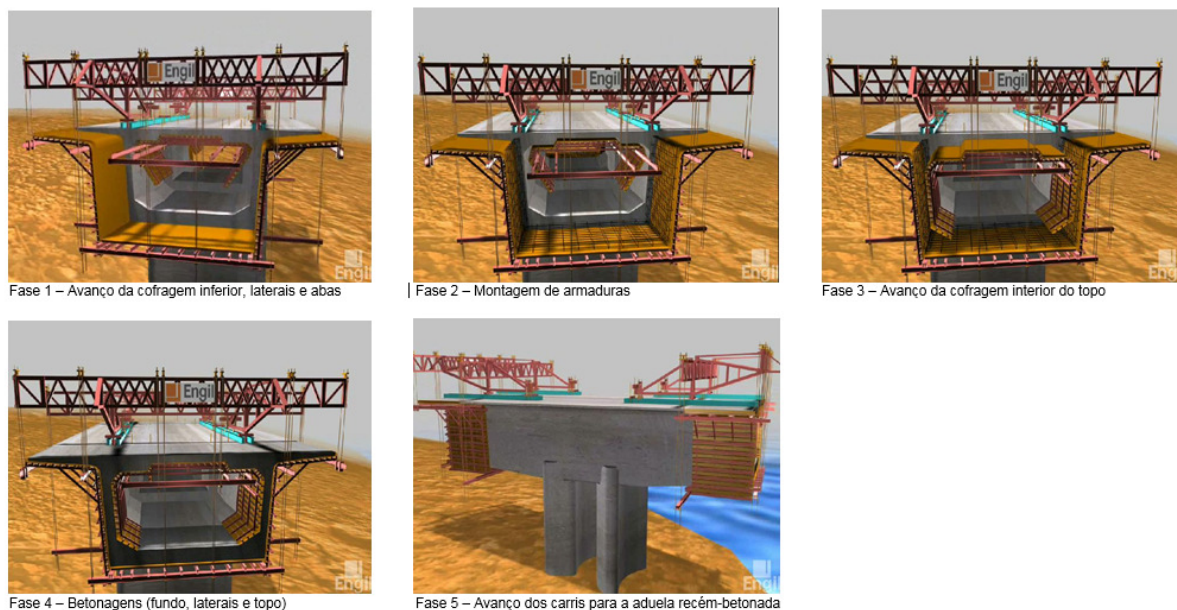


Figura 4.34– Faseamento dos carrinhos de avanço

2ª Cimbra com recurso a estrutura em treliça

O cimbra com recurso a estruturas em treliça e torres é um tipo de cimbra muito utilizado para vencer vãos com necessidade de aberturas a meio vão. Para o caso em estudo existiam duas zonas que era

necessário estar a meio vão desobstruída a passagem. Uma dessas zonas era a estrada onde teria que passar o trânsito e a outra, a zona da Ribeira. Utilizariam asnas BB70 e torres BB20 materializadas por peças modelares com tramos de 2,5 m e tramos de 5 m de comprimento. As asnas são constituídas por perfis HEB 120 nos banzos e tubos de secção circulares nas diagonais e verticais ($D = 88 \text{ mm}$; $\text{esp}=6 \text{ mm}$; $D=76 \text{ mm}$; $\text{esp}= 6\text{mm}$) fabricadas em aço FE360 (figuras 4.35 a 4.37).

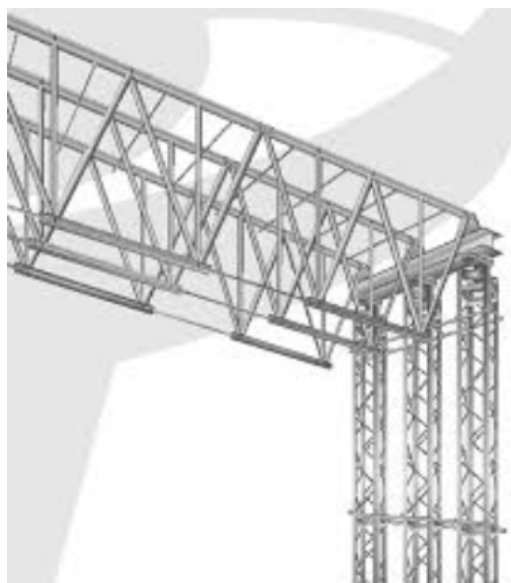


Figura 4.35– Esquema de treliça

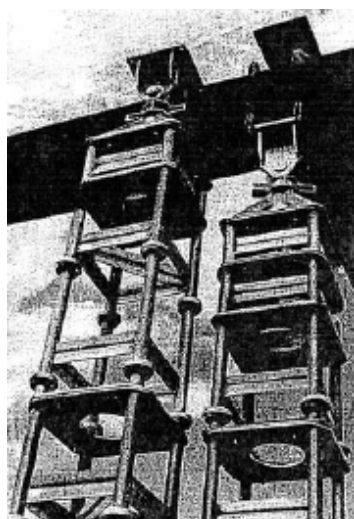


Figura 4.36– BB20

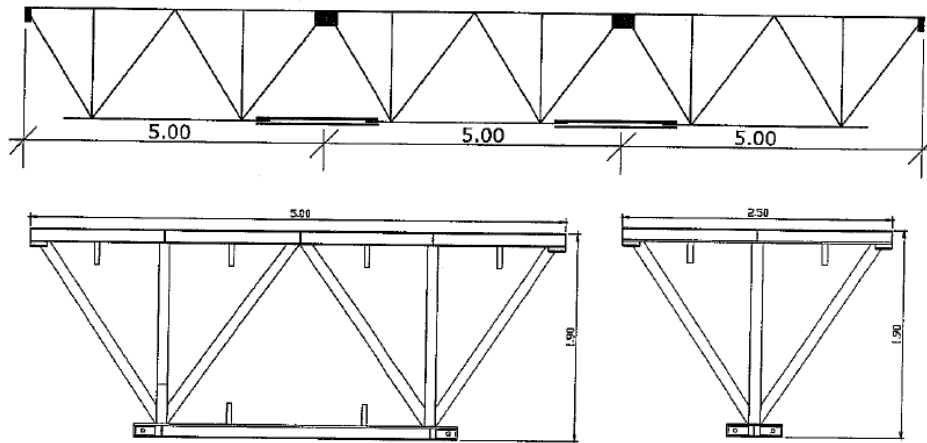


Figura 4.37– BB70

Os posicionamentos das BB70 e BB20 seriam determinados após o cálculo do cimbre, tendo em conta as cargas atuantes. O processo iniciava-se pela criação de vigas contínuas como base para assentamento das BB20 para a fundação ser estável e resistente aos esforços solicitados. A montagem das BB20 e colocação era realizado com recurso a uma grua ou camião grua procedendo-se depois à colocação das BB70 e respetivos perfis metálicos. Este era um processo rápido e fiável quando executado por mão-de-obra especializada.

3ª Cimbre ao solo

O local de obra, as condicionantes existentes, os recursos possíveis e a parte económica do projeto proporcionaram logo de início um grande desafio. Após as análises dos processos anteriores foi concluído que deveria existir algo mais rápido tendo em conta todas as condicionantes existentes. Após diversas trocas de impressões sobre tudo o que envolvia o processo foi pensado num sistema misto onde seria necessário conjugar algumas técnicas e materiais de aluguer de fácil e rápida montagem.

Tendo em conta a experiência dos envolvidos em situações semelhantes concluiu-se que o cimbre D2 era o mais indicado para uma ponte de maior dimensão. No entanto este que não estava completo – desde a última utilização houve perdas de peças que inutilizavam grande parte do cimbre. Assim, foi feita uma pesquisa e levantamento das peças existentes e que estariam em condições de ser utilizados por pessoas conhecedoras e experientes deste tipo de sistema e técnicas. Quando foi decidido fazer o levantamento deste material foi necessário mudar algumas ideias de diversas pessoas envolvidas que não acreditavam no sucesso desta utilização. Ou seja, a mentalidade dos profissionais teve de ser trabalhada e moralizada mostrando a vantagem que poderia trazer à empresa e à equipa.

Este levantamento demorou quatro dias a ser feito por uma equipa de três pessoas especializadas. Nesta fase tornou-se importante explicar o funcionamento deste tipo de cimbre (figura 4.38 e 4.39).

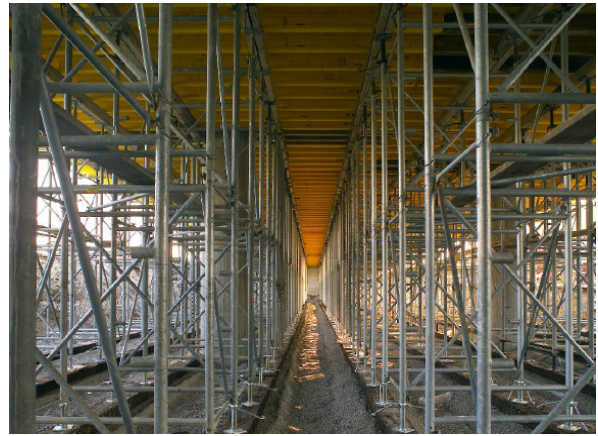
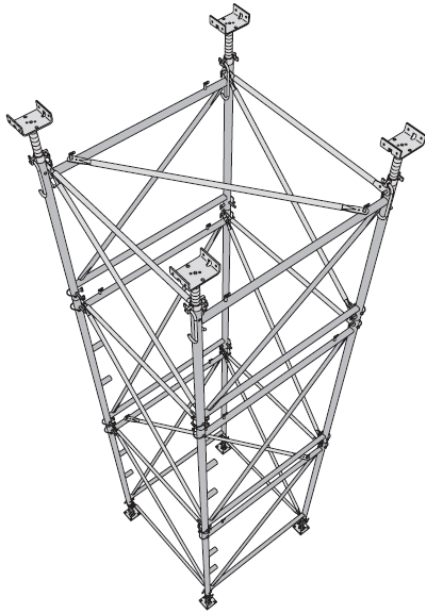


Figura 4.38, 4.39– Cimbre D2

O cimbre tipo D2 é um cimbre de montagem fácil desenvolvido e comercializado pela empresa DOKA. É composto por peças bastante simples e de fácil manuseamento. A base principal da sua composição são bastidores em aço galvanizado resistentes. A principal vantagem deste cimbre seria o fato de ser de fácil e rápida montagem e seus componentes permitem o ajuste à ponte. Ou seja, permitiria os ajustes necessários à sobrelevação que caracterizava a ponte.

Do ponto de vista da segurança é um processo bastante vantajoso dado que tem elevada capacidade de carga – até 60 kN por apoio, assim como a grande estabilidade dada principalmente pelo bastidor de 1,52 m. É um processo bastante flexível devido à distância variável entre bastidores, ajustando-se facilmente até 30 cm devido às três alturas dos bastidores possíveis (0,90 m; 1,2 m; 1,8 m). Apresentam-se nas figuras 4.40 a 4.45 as peças principais do sistema.

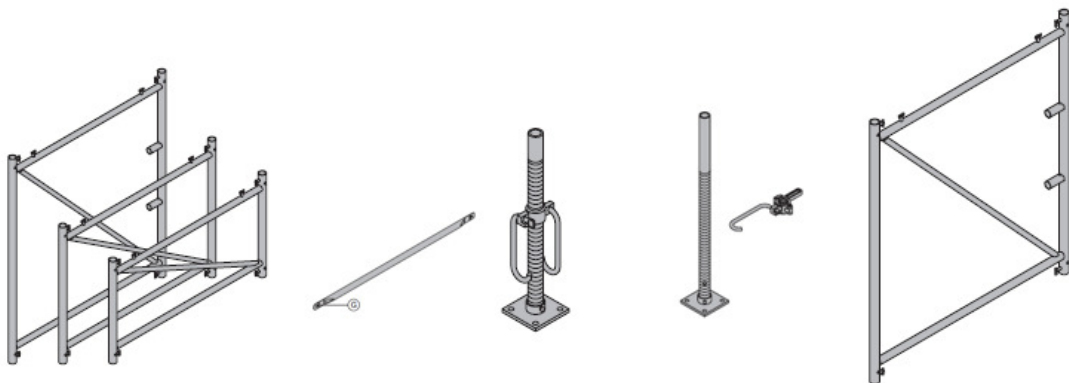


Figura 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, – Bastidor básico D2, Travadeira D2, base regulável, base regulável 70+porca de aperto rápido B, bastidor básico D2.

A ligação do cimbre é uma fase importante do processo sendo composta pela espiga de ligação (A), Cavilha pinça (B) e pelo bastidor (C) que se podem observar na figura 4.46.

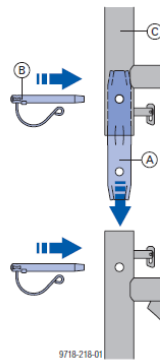


Figura 4.46– Pormenor de ligação do cimbre D2

Conforme anteriormente referido a solução teria de ser mista tendo em conta as condicionantes existentes no processo. O D2 apesar de ser um sistema bastante vantajoso teria de ser conjugado com o sistema STAXO. Foram executados diversos cálculos e estudos por profissionais experientes onde foi visto como conjugar os tipos de cimbre mantendo sempre a segurança estrutural do projeto. Foi concluído que para garantir a segurança, no primeiro vão (vão da estrada) seriam executadas duas sapatas mantendo uma base resistente e nivelada. Estas sapatas serviriam para a base do Cimbre STAXO. Por cima do STAXO colocavam-se as vigas metálicas HEB, vigas de regulação, vigas DOKA e por fim o contraplacado da cofragem.

No 2º vão a solução passaria apenas pelo D2 distribuído ao longo de todo o vão com uma base em solipas de madeira, vigas de regulação, vigas DOKA e contraplacado.

No 3º vão a solução seria composta por maciços de betão até uma altura útil necessária para garantir a segurança da estrutura em caso de cheia da ribeira. Assim, iniciou-se pela montagem do cimbre tipo STAXO, vigas metálicas, cimbre tipo D2 distribuído ao longo das vigas metálicas, vigas reguláveis, vigas DOKA e por fim contraplacado (figuras 4.47 e 4.48).



Figura 4.47, 4.48– Cimbres STAXO

O STAXO é um cimbres comercializado e desenvolvido também pela empresa DOKA. É em grande parte semelhante ao cimbres D2 tendo em conta as suas características e vantagens e é composto pelo mesmo tipo de peças. É também de fácil montagem/manuseamento mas tem como principal vantagem face ao D2 o facto de poder suportar cargas superiores – suporta até 97 kn por perna.

A vantagem ou necessidade de incorporar este tipo de cimbres foi a maior solicitação de carga face a ser necessário vãos maiores. Foi necessário garantir em dois vãos a abertura e completa desobstrução. No primeiro vão devido à necessidade de passagem de veículos e no último vão devido à necessidade de desobstrução da Ribeira garantindo a sua normal continuidade em caso de cheia. Apresentam-se nas figuras 4.44 a 4.54 as peças principais do sistema.

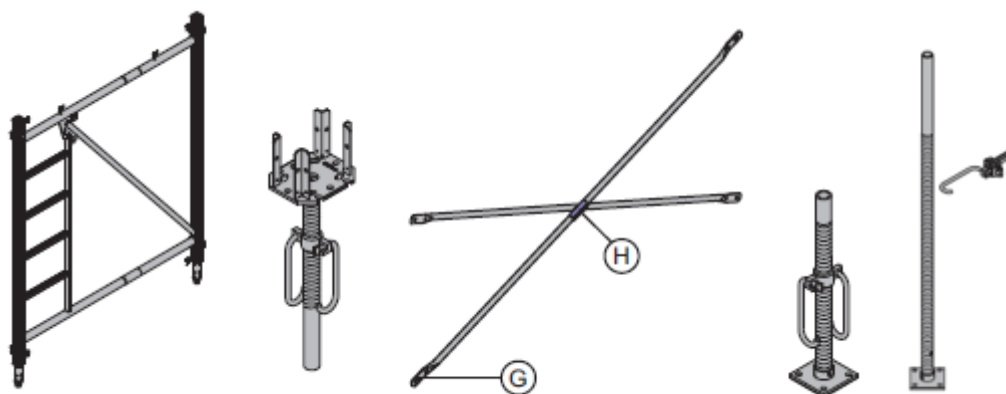


Figura 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, – Bastidor STAXO 100, forquilha, cruzeta diagonal, base regulável 70+porca de aperto rápido B, base regulável 130+porca de aperto rápido B.

Viga DOKA H20

As vigas DOKA H20 (figura 4.54) são vigas de madeira utilizadas como recurso a cofragem para betonagens de peças como lajes e vigas. Existem outros tipos de viga DOKA com diferentes características de resistência e tamanhos (figuras 4.55 e 4.56). Tendo em conta o descrito anteriormente, com base nas condicionantes existentes do local, a segurança chegou-se ao projeto final cuja imagem segue a baixo (figura 4.57).



Figura 4.54– Viga DOKA H20

H16 N e P	H20 N e P	H24 N	H30	H36
Código de homologação				
Z-9.1-222 (N) Z-9.1-391 (P)	Z-9.1-21 (N) Z-9.1-391 (P)	Z-9.1-317	Z-9.1-21	Z-9.1-21

	H20 N e P	H16 P	H16 N	H24	H30*	H36*
adm. Q [kN]	11,0	8,5	7,5	12,5	15,0	17,0
adm. M [kNm]	5,0	2,7	2,7	6,5	13,5	17,0
E-J [kNm ²]	450	250	250	700	1250	1850
Distância adm. entre apoios [m]	4,00	3,20	3,20	4,80	6,00	6,00

Figura 4.55, 4.56– Tipos de vigas DOKA

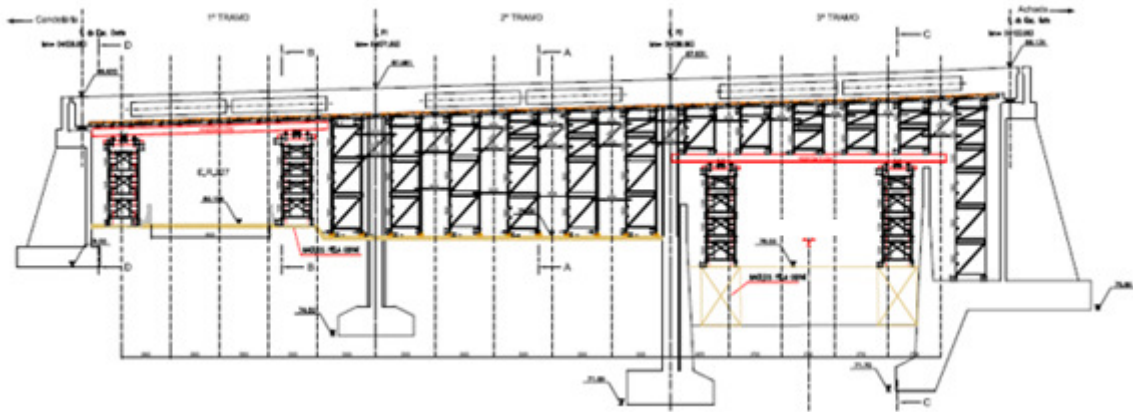


Figura 4.57– projeto Final do Cimbre

Aplicação do *lean*

Nesta primeira fase foi importante adoção da filosofia *lean*, tentando tirar o máximo de rentabilidade do processo:

- Foi definido desde o início o objetivo a ser atingido e explicado aos diversos intervenientes de forma clara. O empreiteiro teve de compreender o que poderia fazer e de que forma para não colocar em risco a segurança das pessoas que passavam diariamente no local, nem o processo de execução do cimbre.
- Foram definidas equipas para o estudo do objetivo traçado que estavam por dentro do projeto e que foram traçando processos de melhoria. Foram traçados alguns cenários para execução do cimbre. Este processo exigiu uma grande pesquisa de mercado, onde foi solicitado a vários subempreiteiros especializados em projeto e fornecimento de materiais para cimbre a sua opinião e possíveis soluções. A experiência do pessoal interno da empresa que já anteriormente tinham participado em projetos semelhantes foi a maior valia, ou seja, a troca de impressões constantes e o pedido de opinião constante com a “prata da casa” foi decisivo para a adoção da solução final.
- O estudo e análise do projeto a adotar foi um processo dinâmico onde foram sendo analisadas as melhores práticas que poderiam trazer a maior vantagem para o produto final.
- O processo até à sua implementação foi acompanhado de perto pela gestão de topo e pelo cliente. Por outro lado procedeu-se à visita diária ao *gemba* para conseguir acompanhar as dificuldades encontradas e fazer parte na ajuda das resoluções.

4.2.1.2 LAST PLANNER

Após ter sido definido qual o tipo de cimbra a utilizar a fase seguinte e importante foi definir um plano de trabalhos o máximo eficaz para ser acompanhado. Este acompanhamento foi diário para prevenir

possíveis desvios e soluções imediatas. O primeiro plano traçado ainda em fase de prospecção de mercado foi o que se apresenta na figura 4.58. O plano de trabalho definido numa primeira fase foi analisado tendo em conta os tempos que poderiam ser tidos.

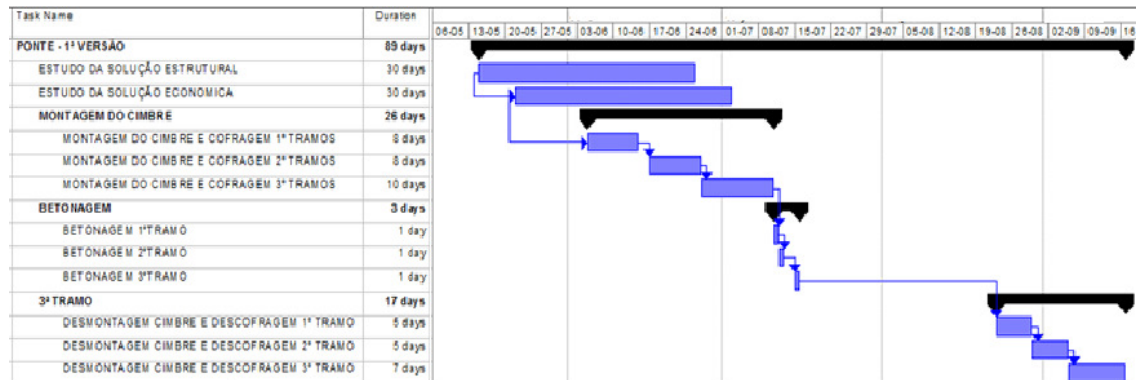


Figura 4.58– Plano de trabalho inicial

Conforme foram sendo analisados os possíveis cimbres a utilizar houve um pequeno atraso no processo. Na fase de montagem dos materiais, equipas e equipamentos a utilizar houve um desvio que teve de ser corrigido e adaptado para poder ser cumprido o prazo necessário. Este desvio foi devido ao atraso da chegada de material que não estava disponível. Foi necessário traçar um novo plano de trabalhos para ser acompanhado (figura 4.59).

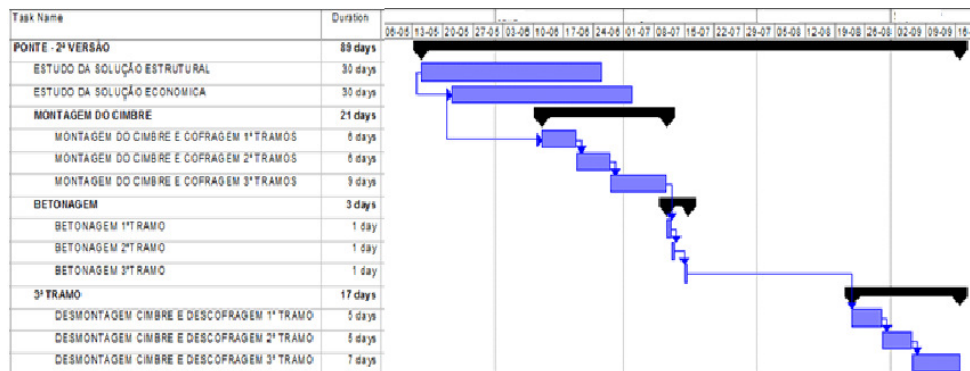


Figura 4.59– Plano de trabalho ajustado

Nas primeiras reuniões cujo objetivo foi traçar um plano de trabalhos exequível e que pudesse ser acompanhado foram convocados todos os intervenientes, incluindo a gestão de topo para que a equipa pudesse estar alinhada e assumido um comprometimento que todos trabalhariam em prol do plano traçado. Na mesma reunião foram escolhidos todos os recursos necessários para execução do projeto.

4.2.1.3 RECURSOS ENVOLVIDOS NAS DIVERSAS FASES A DESENVOLVER SEGUNDO O PLANO DE TRABALHOS TRAÇADO

1ª Tarefa – Estudo da solução estrutural

Para o estudo da solução estrutural do cimbreno foi necessária uma equipa técnica capaz de prever e calcular todas as condicionantes que seriam espetáveis para execução do projeto.

Projetista: O projetista que calculou e desenvolveu o projeto da ponte foi parte importante desta primeira fase dado que ele sendo o “pai” do projeto já tinha estudado de forma aprofundada as dificuldades espetáveis. O projetista é que teria calculado todas as cargas da ponte que seriam necessárias suportar com base no terreno existente, e todas as variantes e ações existentes.

Laboratório e Geólogos: Aquando do início do projeto foi necessário fazer prospeção e verificações do solo existente, apesar de já ter sido estudado na fase de desenvolvimento do projeto. Foram feitos ensaios ao material existente e analisados os resultados obtidos.

Projetista de estruturas, externo: Foi pedido um parecer sobre a estrutura a adotar e os cálculos necessários para as verificações necessárias à segurança do processo.

Cliente: O cliente acompanhou de perto todo o desenvolvimento do processo, indo nas diversas fases opinando e dizendo o pretendido.

Empreiteiro (Direção Técnica, Equipa de Segurança e Qualidade, Direção Produção, Encarregado Geral, Encarregado de Frente, Equipa de Topografia, Equipa de Montagem): A equipa de obra teve uma forte intervenção na solução do projeto. O envolvimento de todos os intervenientes de topo por parte do empreiteiro demonstrou o empenho e apoio existentes na equipa. A Direção Técnica da empreitada foi extremamente presente no processo visando e reforçando as áreas de segurança, na produção o tempo de execução e custos envolvidos. O responsável da segurança esteve sempre presente nas reuniões e decisões tomadas para executar o projeto. A experiência dos colaboradores da parte de produção foi de extrema importância para estudar dificuldades na fase de montagem, desde os rendimentos a todos os materiais necessário que poderiam não estar a ser contemplados. Foram mantidas algumas conversas com os montadores mais experientes procurando algumas dificuldades que não estariam a ser contabilizadas. A equipa de topografia teve um forte papel na colocação de problemas que seriam encontrados no desenvolvimento dos parâmetros do projeto. A equipa de qualidade contribuiu na medida que foi transmitindo todos os requisitos necessários para atingir o produto final garantindo a qualidade requerida pelo cliente e para os utentes.

2ª Tarefa – Estudo da solução

Nesta fase o maior interveniente é o empreiteiro para garantir o cumprimento do estabelecido face aos custos esperados.

Empreiteiro (Direção Técnica, Equipa de Segurança e Qualidade, Direção Produção, Encarregado Geral, Encarregado de Frente, Equipa de Topografia, Equipa de Montagem): A Direção Técnica teve papel fundamental fixando o objetivo que teriam que atingir. A equipa de segurança participou em todas estas reuniões também por forma a ajudar a prever materiais que garantiriam o bom desenvolvimento do projeto garantindo a segurança dos envolvidos. Esta análise era complementada pela equipa de qualidade. A equipa de produção transmitiu os rendimentos possíveis, todos os materiais que não estavam contemplados indo ao pormenor dos pregos necessários a ser contabilizados.

3ª Tarefa – Montagem do Címbre

Na montagem do címbre a intervenção dos responsáveis técnicos foi para garantir o bom funcionamento e possíveis dúvidas que pudessem aparecer no projeto sendo este o caso do projetista, laboratório e geólogo, projetista da estrutura do címbre.

Equipa de Segurança e Qualidade: Esteve em permanência na obra, acompanhando todas as atividades desenvolvidas e materiais utilizados.

Equipa Técnica: Acompanhou diariamente o avanço dos trabalhos, garantindo que toda a parte burocrática, logística foi mantida.

Equipa de Produção: A equipa de produção acompanhou diariamente o processo analisando conjuntamente com as equipas de campo o plano de trabalho traçado, os desvios encontrados e soluções para a resolução dos desvios.

Equipa de Topografia: Monitorizou em permanência as cotas a serem cumpridas minimizando os erros que poderiam aparecer de desvios de medidas previstas de materiais.

4ª Tarefa – Betonagem

Na fase de betonagem foram concretizadas diversas análises e acompanhamentos pelos diversos intervenientes.

Equipa de Segurança e Qualidade: Esteve em permanência no desenvolvimento da tarefa, controlando além do processo de execução a parte dos utentes.

Equipa Técnica: Acompanhou de perto a betonagem garantindo que toda a equipa de produção estaria a cumprir o requerido para o cliente e para obter o melhor resultado no processo.

Equipa de Produção: A equipa de produção procurou com qualidade e segurança manter o que se tinham comprometido inicialmente para finalizar o projeto.

Equipa de Topografia: Monitorizou a betonagem com alvos monitorizar para verificar que não existiram assentamentos da estrutura montada que pudessem por em risco o projeto.

4.2.1.4 KAIZEN DIÁRIO

Para todas as fases descritas anteriormente foram traçados objetivos diários a serem cumpridos pelas equipas intervenientes.

Foram realizadas pequenas reuniões de muito curta duração onde se discutiu a produção do dia anterior, os recursos e rendimentos que podiam ter sido falhados. Com esta análise foram sendo detetados diversos desperdícios que teriam e podiam ser eliminados.

Para esta atividade foi feita uma primeira reunião onde foi definido o planeamento semanal e nessa reunião ficou decidido o dia que estariam reunidas todas as condições para a 2ª betonagem. Foi alugada a bomba de betão que utilizaram para a betonagem. Foi feita uma reunião para discutir o posicionamento da bomba, programação das autobetoneiras e a quantidade de betão necessária.

Os recursos programados para a betonagem foram os que se apresentam nas tabelas 4.6 e 4.7. Foi necessário o dimensionamento das autobetoneiras para a betonagem. A betonagem do tabuleiro é uma fase muito importante dado que a qualidade do produto final e a estabilidade é também influenciada por esta fase. Relativamente aos recursos envolvidos (parte foram alugados) foram ao máximo rentabilizados e acompanhados para não haver desvios. O dimensionamento das autobetoneiras definiu o tempo de betonagem para garantir a qualidade do produto final. Foram acompanhados os tempos de ciclo das autobetoneiras e analisados (tabela 4.8) e feitas várias reuniões de *kaizen*.

Tabela 4.5, 4.6 – Recursos para betonagem

Mão-de-obra			
Recurso	nº	ht	h totais
Carpinteiro	1	8	8
Pedreiro	2	8	16
Servente	3	8	24

Equipamento			
Recurso	nº	ht	h totais
Bomba de betão	1	8	8
Autobetoneiras	8	8	64

KAIZEN 1º DIA

A 1ª reunião de *kaizen* foi feita ao final do dia. Foi feito ponto da situação e verificação se a equipa tinha conseguido reunir todas as condições para manter a betonagem. Foi concluído que tudo estava pronto para continuar com o planeado para a betonagem do 2º troço da ponte. Foi feita reunião em obra onde todos os intervenientes estavam presente e foi conversado como se procederia o andamento dos trabalhos e falado sobre os materiais envolvidos. Foi verificado se todos os pequenos equipamentos necessários se estavam operacionais, o desimpedimento dos locais onde estaria posicionada a bomba do betão e a colocação dos alvos topográficos para acompanhamento da monitorização dos possíveis assentamentos do cimbre.

KAIZEN 2º DIA

No 2º dia de *kaizen*, foi reunida toda a equipa envolvida e encaminhada com os respetivos recursos para as frentes de obra.

A betonagem iniciou-se no horário previsto com os recursos previstos. Chegou-se ao final do dia e fez-se ponto da situação e análise do decorrer dos trabalhos ao longo do dia. Os recursos utilizados foram os inicialmente previstos, as alterações que houveram foram nos tempos das autobetoneiras. Foi feito quadro com análise dos tempos obtidos e desvios ocorridos (tabela 4.9).

A 2ª betonagem correu bem do ponto de vista da produção, dado que ocorreram desvios muito pequenos – sendo no total um desvio de 1h 40. O desvio ocorrido foi aos poucos tentando ser corrigido diminuindo os tempos de espera entre as autobetoneiras. No final o atraso da betonagem resumiu-se a 20 minutos. Concluiu-se que o planeamento feito pela equipa técnica foi executado e acompanhado conseguindo retificar os desvios. Mas este resultado também foi o reflexo da 1ª betonagem onde as dificuldades encontradas foram retificadas na 2ª betonagem.

Tabela 4.7 – Dimensionamento de autobetoneiras

DIMENSIONAMENTO DE AUTOBETONEIRAS PARA A 2ª BETONAGEM DO TABULEIRO														
FASES	AUTOBETONEIRA	M3		SAIDA CENTRAL	Duração	CHEGADA OBRA	Duração	ESPERA	Duração	BETONAGEM	Duração	LAVAGEM	Duração	CHEGADA CENTRAL
1ª	1ª	9	00:15:00	8:15:00	0:50:00	9:05:00		9:05:00	0:10:00	9:15:00	0:10:00	9:25:00	0:45:00	10:10:00
	2ª	9	00:15:00	8:30:00	0:50:00	9:20:00	0:15:00	9:35:00	0:10:00	9:45:00	0:10:00	9:55:00	0:45:00	10:40:00
	3ª	9	00:15:00	8:45:00	0:50:00	9:35:00	0:15:00	9:50:00	0:10:00	10:00:00	0:15:00	10:15:00	0:45:00	11:00:00
	4ª	7	00:10:00	09:00:00	0:50:00	9:50:00	0:15:00	10:05:00	0:10:00	10:15:00	0:15:00	10:30:00	0:45:00	11:15:00
	5ª	7	00:10:00	09:10:00	0:50:00	10:00:00	0:10:00	10:10:00	0:10:00	10:20:00	0:15:00	10:35:00	0:45:00	11:20:00
	6ª	6	00:10:00	09:20:00	0:50:00	10:10:00	0:10:00	10:20:00	0:10:00	10:30:00	0:15:00	10:45:00	0:45:00	11:30:00
	7ª	6	00:10:00	09:30:00	0:50:00	10:20:00	0:10:00	10:30:00	0:10:00	10:40:00	0:15:00	10:55:00	0:45:00	11:40:00
	8ª	6	00:10:00	09:40:00	0:50:00	10:30:00	0:10:00	10:40:00	0:10:00	10:50:00	0:15:00	11:05:00	0:45:00	11:50:00
	9ª	9	00:10:00	09:50:00	0:50:00	10:40:00	0:10:00	10:50:00	0:10:00	11:00:00	0:15:00	11:15:00	0:45:00	12:00:00
	10ª	9	00:10:00	10:00:00	0:50:00	10:50:00	0:10:00	11:00:00	0:10:00	11:10:00	0:15:00	11:25:00	0:45:00	12:10:00
TOTAL		77	1:35:00											
2ª	1ª	9	00:15:00	10:25:00	0:50:00	11:15:00	0:10:00	11:25:00	0:10:00	11:35:00	0:10:00	11:45:00	0:45:00	12:30:00
	2ª	9	00:15:00	10:40:00	0:50:00	11:30:00	0:10:00	11:40:00	0:10:00	11:50:00	0:10:00	12:00:00	0:45:00	12:45:00
	3ª	9	00:15:00	11:00:00	0:50:00	11:50:00	0:10:00	12:00:00	0:10:00	12:10:00	0:15:00	12:25:00	0:45:00	13:10:00
	4ª	7	00:10:00	11:15:00	0:50:00	12:05:00	0:10:00	12:15:00	0:10:00	12:25:00	0:15:00	12:40:00	0:45:00	13:25:00
	5ª	7	00:10:00	11:20:00	0:50:00	12:10:00	0:10:00	12:20:00	0:10:00	12:30:00	0:15:00	12:45:00	0:45:00	13:30:00
	6ª	6	00:10:00	11:30:00	0:50:00	12:20:00	0:10:00	12:30:00	0:10:00	12:40:00	0:15:00	12:55:00	0:45:00	13:40:00
	7ª	6	00:10:00	11:40:00	0:50:00	12:30:00	0:10:00	12:40:00	0:10:00	12:50:00	0:15:00	13:05:00	0:45:00	13:50:00
	8ª	6	00:10:00	11:50:00	0:50:00	12:40:00	0:10:00	12:50:00	0:10:00	13:00:00	0:15:00	13:15:00	0:45:00	14:00:00
	9ª	9	00:10:00	12:00:00	0:50:00	12:50:00	0:10:00	13:00:00	0:10:00	13:10:00	0:15:00	13:25:00	0:45:00	14:10:00
	10ª	9	00:10:00	12:10:00	0:50:00	13:00:00	0:10:00	13:10:00	0:10:00	13:20:00	0:15:00	13:35:00	0:45:00	14:20:00
TOTAL		77	1:35:00											
3ª	1ª	9	00:15:00	12:45:00	0:50:00	13:35:00	0:10:00	13:45:00	0:10:00	13:55:00	0:10:00	14:05:00	0:45:00	14:50:00
	2ª	9	00:15:00	12:45:00	0:50:00	13:35:00	0:10:00	13:45:00	0:10:00	13:55:00	0:10:00	14:05:00	0:45:00	14:50:00
	3ª	9	00:15:00	13:10:00	0:50:00	14:00:00	0:10:00	14:10:00	0:10:00	14:20:00	0:15:00	14:35:00	0:45:00	15:20:00
	4ª	7	00:10:00	13:25:00	0:50:00	14:15:00	0:10:00	14:25:00	0:10:00	14:35:00	0:15:00	14:50:00	0:45:00	15:35:00
	5ª	7	00:10:00	13:30:00	0:50:00	14:20:00	0:10:00	14:30:00	0:10:00	14:40:00	0:15:00	14:55:00	0:45:00	15:40:00
TOTAL		41												
TOTAL		195	M3	TEMPO BETONAGEM		7:25:00								

Tabela 4.8– Resultado de tempos de autobetoneras

ANÁLISE DO TEMPO REAL DAS AUTOBETONEIRAS 2ª BETONAGEM DO TABULEIRO															
FASE S	AUTOBETONEIR A	M3		SAIDA CENTRAL	Duraçã o	CHEGADA OBRA	Duraçã o	ESPERA	Duraçã o	BETONAGE M	Duraçã o	LAVAGE M	Duraçã o	CHEGADA CENTRAL	Atraso s
1ª	1ª	9	00:15:00	8:15:00	0:50:00	9:05:00		9:05:00	0:10:00	9:15:00	0:10:00	9:25:00	0:45:00	10:10:00	0:15:00
	2ª	9	00:15:00	8:30:00	0:50:00	9:20:00	0:25:00	9:45:00	0:10:00	9:55:00	0:10:00	10:05:00	0:45:00	10:50:00	
	3ª	9	00:15:00	8:45:00	0:50:00	9:35:00	0:05:00	9:40:00	0:10:00	9:50:00	0:15:00	10:05:00	0:45:00	10:50:00	
	4ª	7	00:10:00	09:00:00	0:50:00	9:50:00	0:15:00	10:05:00	0:10:00	10:15:00	0:15:00	10:30:00	0:45:00	11:15:00	
	5ª	7	00:10:00	09:10:00	0:50:00	10:00:00	0:10:00	10:10:00	0:10:00	10:20:00	0:15:00	10:35:00	0:45:00	11:20:00	0:15:00
	6ª	6	00:10:00	09:20:00	0:50:00	10:10:00	0:10:00	10:20:00	0:10:00	10:30:00	0:15:00	10:45:00	0:45:00	11:30:00	
	7ª	6	00:10:00	09:30:00	0:50:00	10:20:00	0:10:00	10:30:00	0:10:00	10:40:00	0:15:00	10:55:00	0:45:00	11:40:00	
	8ª	6	00:10:00	09:40:00	0:50:00	10:30:00	0:15:00	10:45:00	0:10:00	10:55:00	0:15:00	11:10:00	0:45:00	11:55:00	
	9ª	9	00:10:00	09:50:00	0:50:00	10:40:00	0:05:00	10:45:00	0:10:00	10:55:00	0:15:00	11:10:00	0:45:00	11:55:00	0:15:00
	10ª	9	00:10:00	10:00:00	0:50:00	10:50:00	0:15:00	11:05:00	0:10:00	11:15:00	0:15:00	11:30:00	0:45:00	12:15:00	
TOTAL		77	1:35:00												
2ª	1ª	9	00:15:00	10:25:00	0:50:00	11:15:00	0:05:00	11:20:00	0:10:00	11:30:00	0:10:00	11:40:00	0:45:00	12:25:00	
	2ª	9	00:15:00	10:50:00	0:50:00	11:40:00	0:10:00	11:50:00	0:10:00	12:00:00	0:10:00	12:10:00	0:45:00	12:55:00	
	3ª	9	00:15:00	10:50:00	0:50:00	11:40:00	0:10:00	11:50:00	0:10:00	12:00:00	0:15:00	12:15:00	0:45:00	13:00:00	
	4ª	7	00:10:00	11:15:00	0:50:00	12:05:00	0:10:00	12:15:00	0:10:00	12:25:00	0:15:00	12:40:00	0:45:00	13:25:00	
	5ª	7	00:10:00	11:20:00	0:50:00	12:10:00	0:10:00	12:20:00	0:10:00	12:30:00	0:15:00	12:45:00	0:45:00	13:30:00	
	6ª	6	00:10:00	11:30:00	0:50:00	12:20:00	0:10:00	12:30:00	0:10:00	12:40:00	0:15:00	12:55:00	0:45:00	13:40:00	
	7ª	6	00:10:00	11:40:00	0:50:00	12:30:00	0:10:00	12:40:00	0:10:00	12:50:00	0:15:00	13:05:00	0:45:00	13:50:00	
	8ª	6	00:10:00	11:55:00	0:50:00	12:45:00	0:10:00	12:55:00	0:10:00	13:05:00	0:15:00	13:20:00	0:45:00	14:05:00	
	9ª	9	00:10:00	11:55:00	0:50:00	12:45:00	0:10:00	12:55:00	0:10:00	13:05:00	0:15:00	13:20:00	0:45:00	14:05:00	
	10ª	9	00:10:00	12:15:00	0:50:00	13:05:00	0:10:00	13:15:00	0:10:00	13:25:00	0:15:00	13:40:00	0:45:00	14:25:00	
TOTAL		77	1:35:00												
3ª	1ª	9	00:15:00	13:10:00	0:50:00	14:00:00	0:10:00	14:10:00	0:10:00	14:20:00	0:10:00	14:30:00	0:45:00	15:15:00	0:35:00 0:20:00
	2ª	9	00:15:00	13:30:00	0:50:00	14:20:00	0:10:00	14:30:00	0:10:00	14:40:00	0:10:00	14:50:00	0:45:00	15:35:00	
	3ª	9	00:15:00	13:35:00	0:50:00	14:25:00	0:10:00	14:35:00	0:10:00	14:45:00	0:15:00	15:00:00	0:45:00	15:45:00	
	4ª	7	00:10:00	13:45:00	0:50:00	14:35:00	0:10:00	14:45:00	0:10:00	14:55:00	0:15:00	15:10:00	0:45:00	15:55:00	
	5ª	7	00:10:00	13:50:00	0:50:00	14:40:00	0:10:00	14:50:00	0:10:00	15:00:00	0:15:00	15:15:00	0:45:00	16:00:00	1:40:00
TOTAL		41													
TOTAL		195	M3	TEMPO BETONAGEM		7:45:00									

4.2.2 APLICAÇÃO DO LEAN NUMA INSTALAÇÃO FIXA

O caso em estudo trata-se de uma instalação fixa de apoio a obras, uma instalação de manutenção e reparação de equipamentos.

A instalação é composta por um armazém de armazenamento de materiais e ferramentas, um armazém de lubrificantes, uma fossa para lavagens e manutenção, um parque a céu aberto de estacionamento de viaturas e equipamentos, área coberta de apoio a execução de manutenções e reparações e escritório com as respetivas áreas sociais.

Os recursos disponíveis na instalação são os que seguem nas tabelas 4.10 e 4.11:

Tabela 4.9, 4.10 – Recursos disponíveis na instalação

Mão-de-obra			
Recurso	nº	ht	h totais
Responsável da Manutenção	1	8	8
Administrativo	1	8	8
Mecânico / Lubrificador	1	8	8
Servente	1	8	8

Equipamento - Fixo			
Recurso	nº	ht	h totais
Carrinha de apoio	1	2	2
Prensa hidráulica	1	8	8
Engenho de Furar	1	8	8
Compressor	1	8	8
Reservatório de óleos usados	1	8	8
Separador de hidrocarbonetos	1	8	8

A equipa é reduzida e rentabilizada de acordo com as necessidades existentes da empresa, a nível de obras e de instalações de apoio.

A aplicação do *lean* nesta instalação foi um processo estudado e pensado dado que todos os intervenientes são profissionais que trabalham há vários anos na empresa e poderiam causar alguma resistência ao processo de implementação. Toda a equipa foi envolvida no processo colaborando ativamente com ideias e soluções. O responsável da instalação foi parte integrante na implementação do processo dando abertura ao pessoal para intervir demonstrando as suas ideias e procurando sempre a melhoria contínua para o funcionamento da manutenção.

O processo foi iniciado com base numa simulação de manutenção num equipamento. A simulação seria uma revisão com lubrificação de um equipamento. Na fase inicial a maior preocupação foi cumprir os planos de manutenção e planeamento para a atividade. Após a verificação dos planos e planeamento, começou-se por pensar no passo necessários para execução do trabalho.

1º Onde seria executado o trabalho? Dada a especificidade do trabalho o local mais apropriado seria a fossa de apoio. Assim conseguiam executar o trabalho com mais segurança e aceder mais facilmente ao equipamento eliminando desperdícios de tempo no acesso às várias partes do equipamento.

2º Qual o trabalho a executar? O trabalho a executar teve de seguir o plano proposto de manutenção.

3º Qual a mão-de-obra que seria necessária? A definição da mão-de-obra foi feita com base na especificidade do trabalho. Na prática o trabalho foi executado pelo lubrificador e pelo servente. A intervenção do responsável foi para ajudar nas verificações finais do processo para garantir que tudo seguia o plano de manutenção e o administrativo carregou toda a informação. Segue na tabela 4.12 os recursos utilizados na reparação.

Tabela 4.11– Recursos para reparação

Recurso	nº	ht	h totais
Responsável da Manutenção	1	8	8
Administrativo	1	8	8
Mecânico / Lubrificador	1	8	8
Servente	1	8	8

O responsável da instalação combinou a hora para o equipamento estar disponível na instalação. O equipamento chegou à hora marcada. O lubrificador estacionou o equipamento ficando disponível para o início da atividade. O lubrificador iniciou o processo começando a drenar os lubrificantes dos vários órgãos. De seguida foi ao armazém buscar os filtros e os lubrificantes. Depois entrou novamente na fossa, tapou os órgãos onde foi drenado o lubrificante antigo, repôs os lubrificantes e substituiu os filtros.

4º Que materiais que seriam necessários? Os materiais necessários encontravam-se em dois locais distintos, parte no armazém de materiais e a outra parte no armazém dos lubrificantes. A drenagem dos óleos foi feita para vários recipientes, sendo necessária mais movimentações de recipientes face à logística existente.

5º Qual o tempo necessário para a executar? O tempo inicial previsto para esta manutenção que foi executada em simulação foi de 2 h. O processo foi analisado por todos os intervenientes e discutidas várias ideias onde poderiam ser reduzidos os desperdícios.

Da análise concluiu-se que:

- O local foi bem escolhido, sendo mantidas todas as vantagens inerentes;
- O trabalho seguiu efetivamente o plano de manutenção, mas não existiu o planeamento antecipado da vinda do equipamento à manutenção;
- A mão-de-obra necessária para o trabalho foi bem dimensionada apesar de não ter sido rentabilizada. Constataram que houve perdas no transporte de materiais entre o armazém e o local onde estava a ser feito o trabalho. O lubrificador teve de se deslocar 3 vezes da fossa ao armazém. Foi planeada a atividade com antecedência onde se definiu os materiais necessários (filtros e ferramentas). Sendo feito apenas um transporte de materiais entre o armazém e a fossa. O lubrificador posicionou o equipamento, enquanto simultaneamente o servente transportava os materiais e ferramentas do armazém para a fossa. Relativamente aos lubrificantes houve uma preparação prévia prevendo as quantidades necessárias já aprovisionadas para ser *just in time*;

- d) Os materiais aplicados foram os necessários seguindo o plano de manutenção respetivo ao equipamento e às horas a que se referia. Apesar dos materiais estarem aprovacionados em dois locais distintos não foi possível alterar para um único local dada a especificidade e características de cada um deles. Ou seja, por segurança e questões ambientais não é possível estes dois tipos de materiais partilharem o mesmo espaço. A drenagem inicialmente feita para diversos recipientes foi alterada, sendo necessário despejar cada recipiente no depósito de óleos usados. Foi colocado um recipiente de maior capacidade e conseguiram levar a quantidade total de uma única vez. Esta movimentação garantiu uma poupança de tempo;
- e) O tempo de poupança desta atividade refletiu-se em 20 minutos podendo os recursos desta atividade ser aproveitados para outros, inclusive na preparação de outras atividades.

Após esta pequena experiência iniciou-se o processo de implementação do *lean* analisando e programando todas as atividades.

4.2.2.1 **LAST PLANNER**

O primeiro passo a ser implementado foi o *last planner*, onde semanalmente eram feitos planos que definiam quais os equipamentos que necessitariam de efetuar as manutenções. Este planeamento era enviado para as obras (tabela 4.13). No planeamento constava a data, hora e qual o tipo de revisão a efetuar. Estando previsto o tempo de duração da atividade, não interferindo com o normal funcionamento da obra e produção. Este planeamento semanal era discutido conjuntamente pelo responsável da instalação, o responsável de obra e com a equipa que entrevista na obra e instalação.

Tabela 4.12 – Planeamento das reparações

Marca	Mod.	Horas última 2 semanas	Proxima revisão			Níveis de Revisão		
			Horas/KM	H/km	Faltam	1	2	3
Caterpillar	320C	0	16502	H	339	2	3	5
Atlas Copco	100-12EH	0	909	H	476	0	0	0
Nissan	D22	354	465382	KM	-3247	2	4	0
Mercedes Benz	AXOR 3240	6	0	H	-11119	0	0	0
Volpor	175M	0	11434	H	6681	0	0	0
Caterpillar	324D	0	4682	H	-9532	2	2	4
Caterpillar	730	0	14539	H	11853	2	1	1
Caterpillar	320C	0	2938	H	-11096	2	3	5
Volvo	FL10	13	14203	H	12729	2	7	12
Mercedes Benz	AXOR 3240	0	1477	H	-11619	2	3	5
Renault	CLIO	0	19373	KM	-169588	2	3	8

4.2.2.2 KAIZEN DIÁRIO

O *kaizen* diário começou a ser executado ao início do dia discutido o trabalho previsto e o respectivo responsável para acompanhar o trabalho, tendo em conta os horários previstos. Começou-se a analisar conjuntamente com a equipa os desvios encontrados no dia anterior e possíveis correções. Nestas reuniões são abordados os pontos de segurança. A reunião demorava entre 10 a 15 minutos. Segue quadro com as atividades a serem desenvolvidas e respectivo responsável (figura 4.60).

MANUTENÇÃO: informação semanal/KAIZEN diário						
	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
AGOSTINHO	LOTBO de Fico	REVZ 24 GUINIA GIRAR	ZARACOSTA (ALGODÃO) GIRAR			
DAVIDE	REPARAÇÃO MÁQUINA	RIBEIRO BENTO	FÉRIAS			
LOPES	MÁQUINA	RIBEIRO BENTO	SIZ			
MIGUEL	RIBEIRO BENTO	SIZ GIRAR	CHAMBERLAIN			
JUVENAL	RIBEIRO BENTO	RIBEIRO BENTO	RIBEIRO BENTO (MÁQUINA) (VALVULA)			
TÓNI	—	—	—			

Figura 4.60 – Quadro *kaizen* diário

4.2.2.3 IMPLEMENTAÇÃO DOS 5 S`S

A implementação dos 5 s`s é de grande vantagem, trazendo maior eficiência aos trabalhos desenvolvidos nos respetivos locais. O local em estudo trata-se da instalação fixa de manutenção. A implementação foi cuidadosamente estudada e analisados passos necessários e eficazes para ser o mais rentável, rápido trazendo para o respetivo projeto as vantagens necessárias.

1º Foi definido o local de aplicação dos 5s`s. O local definido foi a instalação fixa, onde foram analisados todos os locais onde seria possível e necessário aplicar o programa. A instalação é dotada de vários espaços onde facilmente existe dispersão de materiais e equipamentos, provocando desordem ao ponto de influenciar o rendimento do trabalho a executar. O objetivo principal para implementação do processo foi o de arrumar de dentro para fora.

2º Instrução de todos os envolvidos: Todo o pessoal envolvido na estrutura onde foi implementado o projeto, foi instruído e integrado no projeto. O pessoal envolvido não estava familiarizado com as fases do projeto e que mais-valias traria a sua implementação. Foi necessário a gestão de topo e responsáveis

definidos para a implementação do projeto elucidarem todos os envolvidos demonstrando os ganhos que traria. Teve de haver um comprometimento de toda a equipa para trabalharem para alcançarem o objetivo traçado. Os termos utilizados, as técnicas a desenvolver foram elucidados e foram analisadas ideias da equipa que anda diariamente no campo que ajudassem no trabalho do dia-a-dia. Todos os envolvidos concordaram com as mais-valias associadas ao conceito de separar, organizar, limpar, normalizar e sistematizar. A opinião transmitida foi que além de ser vantajoso no trabalho, na vida pessoal de cada um são conceitos de grande importância.

3º Levantamento da situação atual. A instalação foi alvo de uma exaustiva análise (tabelas 4.14 a 4.18) sendo verificados os desvios que eram provocados pela não implementação de um processo como o 5S's.

Tabela 4.13 – Análise Armazém

ARMAZÉM	
1	Prateleira com falta de organização
2	Bancada desarrumada
3	Material não utilizado junto com utilizado

Tabela 4.14 – Análise Oficina

OFICINA	
1	Armário de ferramenta desorganizada sem identificações
2	Bancada desarrumada
3	Material não utilizado junto com utilizado
4	Zona suja

Tabela 4.15 – Análise Sala Eletricista

SALA DE ELETICISTA	
1	Área desorganizada, sem identificações
2	Bancada desarrumada

Tabela 4.16 – Análise Refeitório

REFEITÓRIO	
1	Área desorganizada
2	Material não utilizado junto com utilizado

Tabela 4.17 – Análise Zona Exterior

ZONA EXTERIOR	
1	Área desorganizada
2	Zona Suja
3	Material não utilizado junto com utilizado

4º Definido o plano de ação: Após a análise e identificação das melhorias necessárias criou-se um plano de ação. O plano de ação (tabelas 4.19 4.23) passava por um mapa onde se contavam as melhorias, as datas limites para a sua execução e respectivos responsáveis.

Tabela 4.18 – Plano de ação para a Armazém

ARMAZÉM	
1	Arrumar todas as prateleiras e identificar por tipo material
2	Manter sempre a bancada arrumada
3	Separação dos materiais, inutilizando os não utilizados

Tabela 4.19 – Plano de ação a Oficina

OFICINA	
1	Arrumar o armário e identificar por tipo de material
2	Manter sempre a bancada arrumada
3	Separação dos materiais, inutilizando os não utilizados
4	Limpeza diária após execução dos trabalhos

Tabela 4.20 – Plano de ação a Sala de eletricista

SALA DE ELETRICISTA	
1	Arrumação da área e identificação dos materiais
2	Manter sempre a bancada arrumada

Tabela 4.21 – Plano de ação o Refeitório

REFEITÓRIO	
1	Arrumação da área e identificação dos materiais
2	Separação dos materiais, inutilizando os não utilizados

Tabela 4.22 – Plano de ação a Zona Exterior

ZONA EXTERIOR	
1	Organização da área
3	Limpeza diária após execução dos trabalhos
4	Separação dos materiais, inutilizando os não utilizados

5º Definido o plano de limpeza: Para que houvesse uma boa implementação do plano de limpeza, foi efetuado um mapa semanal onde constava o responsável para a execução do trabalho definido.

6º Placar 5s`s: Foi criado um placar com toda a informação relativo ao 5S`s e os respectivos planos de ação. Essa facilidade ajudou a visualizar a responsabilidade de cada envolvido não havendo forma de esquecimento.

7º Implementação das ações definidas para melhoria. Após a definição das atividades nos respectivos planos executados toda a equipa iniciou as suas tarefas e em caso de dúvida foi sempre solicitada ajuda aos gestores e responsáveis de implementação.

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. NOTAS FINAIS E CONCLUSÕES

No capítulo que segue, é feita uma análise de todos os objetivos traçados. São explicadas quais as principais conclusões retiradas do tema proposto e possíveis aplicações futuras. Este é um tema ainda muito verde na nossa realidade diária na indústria da construção. Contudo, é muito importante e interessante a contínua exploração do tema.

Ao longo da pesquisa para este trabalho foi notável que a grande parte das pessoas que não aceitavam a aplicação do *lean*, na realidade não estavam bem informadas sobre o seu significado, tendo-se verificado que a primeira abordagem sobre o tema é fundamental para o sucesso na implementação desta filosofia.

Através da pesquisa efetuada foi importante clarificar que o *lean* é mais do que ferramentas e técnicas. Existem diversas técnicas que se aplicam para facilitar a implementação da introdução desta filosofia por exemplo o *kanban* e o *andon*. Essas ferramentas são implementadas e acompanhadas no início, mas têm de ser acompanhadas. Caso contrário todo o investimento será em vão.

O fundamental do *lean* são as pessoas na medida em que são as pessoas que vão identificar os problemas e resolvê-los. O 5S's é uma ferramenta enxuta que ajuda a clarificar e acompanhar a filosofia *lean*. Para abordagem do tema quando está em fase de implementação é importante clarificar que este rege-se por quatro categorias: filosofia a longo prazo, processos certos conduzem a resultados certos, agregar valor e a resolução de problemas pela raiz ajuda no crescimento e aprendizagem organizacional (figura 4.61).



Figura 4.61 – Filosofia lean

Ao longo destas categorias existem diversas ideias importantes:

- Basear as decisões administrativas na filosofia a longo prazo, mesmo colocando em risco algumas metas financeiras de curto prazo;
- Usar tecnologia confiável;
- Tornar os problemas existentes visíveis;
- Padronizar tarefas;
- Parar quando houver problemas;
- Nivelamento de trabalho;
- Utilizar sistemas puxados de produção;
- Criar fluxo contínuo de produção, através de células de trabalho;
- Respeitar, desafiar fornecedores e as pessoas;
- Investir nas pessoas, formando líderes;
- Espírito de equipa, trocar ideias e chegar a conclusões conjuntamente;
- Visualização em campo, ir ao terreno para verificação de trabalhos e dificuldades;
- Excelência operacional através do *kaizen*.

A presente tese teve numa fase inicial como objetivo abordar e clarificar os conceitos e ferramentas desta filosofia. Todas essas ferramentas servem de *input* para implementação nas organizações.

A meio da pesquisa foi constatada a necessidade de entender em que fase estaria um grupo de pessoas que pertenciam a uma empresa que estava a implementar o *lean*. Foi importante definir um pequeno questionário onde além de obter respostas a um grupo de perguntas base, o contacto com as pessoas e troca de opiniões foi enriquecedor. A análise dos resultados associados a diversas profissões e hierarquias na estrutura da empresa esclareceu o porquê das resistências existentes à mudança. Da análise deste questionário existem três pontos que ajudam a empresas em fase de implementação. Essas ideias são:

- A primeira abordagem sobre o tema é muito importante, as pessoas envolvidas no programa têm de entender de forma clara quais as principais vantagens que tiram do processo. As vantagens que ajudarão no seu trabalho diário;
- As pessoas mais novas têm maior tendência a querer aprender e desenvolver novas técnicas que facilitem o seu trabalho;
- A gestão de topo tem de estar presente demonstrando o seu empenho.

No capítulo 4 foram analisados alguns casos de obra acompanhados por alguns responsáveis. Através da descrição dos casos práticos foi importante verificar os estados de implementação dos processos. Os casos descritos foram;

- *Lean* na pré-fabricação (tetrápodes e bancadas): Neste caso foi dada grande importância ao estudo de como seria executado o trabalho. Foi também exemplificado duas ferramentas utilizadas da filosofia *lean*, *last planner* e o *kaizen*. Através destas ferramentas era praticado o *andon*, o *heijunka*, *kanban*, e as reuniões eram preparadas com idas diárias ao *gemba*.

- Aplicabilidade do *lean* em fase de obra, isto é, o *lean* na indústria da construção (montagem de um cimbri de uma ponte): À semelhança do exemplo na pré-fabricação foi dada grande importância à fase de estudo de como seria executado o trabalho. Foram aplicados os conceitos de *last planner*, *kaizen*, *andon*, *heijunka*, *kanban*, com diversas idas ao *gemba*. Neste exemplo foram medidos tempos de movimentações como forma de rentabilizá-los eliminando desperdícios de tempo.

- Aplicabilidade do *lean* numa instalação fixa da indústria da construção: À semelhança dos casos anteriores foram aplicados os conceitos de *last planner*, *kaizen*, *andon*, *heijunka*, *kanban*, com diversas idas ao *gemba*. Neste exemplo foi introduzida a ferramenta dos 5S's.

5.2. PERSPETIVAS FUTURAS

Em trabalhos futuros recomenda-se uma análise e medição de todos os passos de diversas atividades, por exemplo, mapeando com células de trabalho um determinado processo identificando todos os desperdícios encontrados. Seria igualmente muito interessante aplicar metodologias *lean* num exemplo prático que consistisse na construção de uma via de comunicação e na construção de um edifício com elevado número de especialidades, por exemplo, um hospital ou um hotel.

Para além disso, recomenda-se a investigação de metodologias *lean* na gestão de projetos de engenharia civil.

REFERÊNCIAS

Liker, Jeffrey K. 2005. 14 Principios de Gestão do maior fabricante do mundo “O Modelo Toyota”

Costa, Ricardo 2011. “Lider VS chefe” [Internet] disponível em <http://dinamicasecoaching.webnot.pt/lideran%C3%A7a/lider-vs-chefe/> [consultado em 30 Janeiro]

Gonçalves, Wilma Karina Fernandes 2009 “Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras. Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Moreira, Sónia Patrícia da Silva 2011 “ Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de estudo” Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

Rodrigues, Rodolfo Alexandre de Almeida 2008 “ Estudo económico de processos construtivos de tabuleiros betonados in situ em pontes de pequeno e médio vão”. Dissertação para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Carldora Alicerces de Grandes obras [Internet] disponível em <http://www.carldora.com/pt/produtos/cofragens/cofragem-aplicada-em-pre-fabricacao/pre-fabricacao-de-elementos-de-betao-armado> [consultado em 30 Janeiro]

Estádio dos Barreiros, [Internet] disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1dio_dos_Barreiros [consultado em 30 Janeiro]

Endeavor Brasil, [Internet] disponível em <https://endeavor.org.br/autor/endeavor-brasil/> [consultado em 30 Janeiro]

Significado de Kanban, [Internet] disponível em <http://www.significados.com.br/kanban/> [consultado em 30 Janeiro]

Almeida, Lucas Milanez de Lima 2010 “ O Modelo da Gestão da Toyota: Uma análise do Lean Manufacturing ou manufatura enxuta baseada na teoria marxiana do valor trabalho”. Programa de Pós Graduação. Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

Referências