



IPS Instituto  
Politécnico de Setúbal  
Escola Superior de  
Tecnologia de Setúbal

**Luis António de  
Jesus Coelho  
Pereira de  
Figueiredo**

## **IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Proposta de modelo de implementação e  
validação num contexto real.

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Mestre em  
Engenharia da Produção**

### **Júri**

*Presidente* (Prof. Doutor José Simões, EST)  
*Arguente* (Prof. Doutor Joaquim Ribeiro, ESCE)  
*Orientador* (Prof. Doutor Pedro Cunha, EST)

Dezembro 2015



*LEAN aprende-se fazendo com disciplina e firmeza de propósito.*

(James Womack)

# Agradecimentos

Para a realização desta dissertação foram vários os intervenientes que colaboraram direta e indiretamente, os quais merecem o meu reconhecimento e gratidão.

Ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Cunha, por me aceitar sob a sua supervisão, pela dedicação, empenho e disponibilidade com que direcionou e acompanhou esta dissertação, assim como pelos comentários, sugestões e conhecimentos transmitidos.

Ao Eng<sup>o</sup> Paulo Ferreira e Francisco Freitas, responsáveis do projeto Lean na AG, por todo o apoio prestado a este trabalho.

Aos meus pais Luis e Mirita por todo o apoio que sempre me deram ao longo da minha vida.

À minha mulher Leonor por estar sempre ao meu lado e me encorajar a acabar a minha Tese de mestrado.

Aos meus filhos Luis e Camila por me terem apoiado à maneira deles, e que este trabalho sirva de incentivo às suas vidas futuras.

Aos meus irmãos Carla, Alexandre e Carolina, sogra e cunhados, pela amizade, carinho, apoio e aos meus sobrinhos pelos seus sorrisos e traquinices.

À minha prima Fatinha, pela “canja de galinha” e pela primeira capa de curso oferecida na minha primeira década de vida, que me incentivou de alguma forma a lutar. Consegui!

Ao meu amigo e colega de empresa Eng<sup>o</sup> Luis Lopes, pela amizade, companheirismo e pela partilha de conhecimentos.

Ao meu amigo e colega de curso José Neto pela amizade e companheirismo.

E a todas pessoas, professores, colegas de curso, colegas de trabalho, família e amigos que fizeram parte desta etapa da minha vida, um muito obrigado.

# Resumo

O *Lean Construction* está a emergir como o novo paradigma de gestão de projetos de construção e por essa razão existe um número crescente de empresas a implementar as práticas do *Lean Construction* de forma a melhorar o desempenho dos projetos de construção. O *Lean* é uma filosofia de gestão focada na redução de desperdícios, que quando eliminados, têm impactos, entre outros, na melhoria da qualidade, na redução do tempo de execução de algumas atividades e na diminuição do custo de produção.

Foi desenvolvido um modelo para a implementação da filosofia *Lean* em empresas de construção civil, e aplicado na Andrade Gutierrez EAA S.A. (AG), que é uma empresa de construção com foco no desenvolvimento de grandes obras civis e públicas (pesadas), tais como, estradas, pontes, viadutos, tuneis, aeroportos, gasodutos, vias férreas, barragens, portos marítimos e centrais nucleares. Este modelo tem um âmbito genérico e pretende solucionar os problemas de um processo de produção típico de empresas do sector da construção civil. Assim, num processo de melhoria contínua, o modelo será descrito passo-a-passo identificando-se as várias etapas, incluindo as ferramentas disponíveis, duração estimada e materiais necessários e apresentados exemplos reais de implementação das diferentes técnicas em vários contextos.

O modelo proposto nesta dissertação foi testado e implementado na empresa AG, e assume potencialidade para ser utilizado em qualquer empresa de construção civil.

Entre as principais conclusões deste estudo, destaca-se o facto de a integração dos princípios *Lean Construction* tornarem possível a melhoria do sistema de produção e ampliação das boas práticas no sector da construção. Em concreto, demonstrou-se que a aplicação das técnicas que fazem parte da filosofia *Lean* contribuem para melhorias ao nível dos prazos de construção, de fluxos de informação, motivação e comprometimento das equipas, cumprimento dos trabalhos planeados semanalmente, redução dos desperdícios produzidos e de custos de produção.

Para uma implementação bem-sucedida é fundamental que a liderança esteja comprometida com o programa *Lean*, mantendo a equipa envolvida na melhoria contínua, trabalhando em equipa e focada nos objetivos traçados, focada na redução/eliminação dos desperdícios inerentes aos processos da empresa, monitorizando e auditando frequentemente.

Este trabalho demonstra que a filosofia *Lean* é totalmente adequada ao sector da construção e por isso faz sentido continuar a aprofundar o uso das técnicas *Lean*, e estruturar o conceito de *Lean Construction*, propondo uma metodologia onde integre técnicas e métodos para apoiar as empresas na implementação.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*, Desperdícios, Melhoria Contínua, Eficiência, Construção.

# Abstract

Lean Construction is emerging as the new paradigm in terms of management of construction projects and for this reason there is an increasing number of companies are implementing Lean Construction practices in order to improve the performance of construction projects. Lean management philosophy is focused on the reduction of waste. When this waste is eradicated, both quality and time management are improved so that the manufacturing cost decreases.

Following these lines, a model was developed and applied in the Andrade Gutierrez EAA SA (AG), which is a construction company focused on the development of large civil and public works (heavy), such as roads, bridges, viaducts, tunnels, airports, pipelines, railways, dams, ports and nuclear plants.

This model's goal is to address the problems of the production process in the heavy construction sector.

The various stages of the continuous improvement process will be described step-by-step, including topics such as, available tools, duration and materials, with real examples of implementation of the different techniques in various contexts.

The model put forward in this thesis has been tested and implemented in the company AG, having displayed potential to be used in any heavy construction company.

The key findings of this study show that the integration of Lean Construction principles brings significant improvements regarding the production and the expansion of best practices in the construction sector.

In particular, it was demonstrated that the application of the techniques that are part of the Lean philosophy contribute to improve some aspects such as, the construction time, information flow, motivation, impairment of teams and time management, hence reducing the waste produced and the resulting production costs.

However, for a successful implementation, the team leadership must be committed to the Lean program, keeping all the team involved in the continuous improvement process, thus working together and focused on specific goals and on the reduction / elimination of waste inherent in business processes, which have to be often monitored and audited.

In short, we can say that it is important to research and invest in Lean, trying to systematize a Lean Construction methodology composed of techniques and methods capable of supporting companies during their implementation process.

**Keywords:** Lean Construction, Waste, Continuous Improvement, Efficiency, Construction.

# Índice

Agradecimentos .....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice .....	vii
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Siglas e Acrónimos .....	xiii
Capítulo 1 .....	1
Introdução .....	1
1.1. Problema de investigação .....	2
1.2. Objetivos do trabalho .....	2
1.3. Metodologia de trabalho.....	3
1.4. Organização da dissertação.....	4
Capítulo 2.....	6
Estado da arte.....	6
2.1. Deficiências e problemas no sistema tradicional de gestão da construção civil .....	7
2.2. O conceito de desperdício.....	8
2.3. Desperdícios na Construção Civil e os seus impactos.....	9
2.3.1 <i>O desperdício de materiais e os impactos ao meio ambiente.....</i>	9
2.3.2 <i>Desperdício de mão-de-obra e equipamentos e seu impacto no processo produtivo.....</i>	10
2.3.3 <i>Desperdício financeiro e a gestão de obras. ....</i>	10
2.4. Os 7 tipos de desperdício (MUDA).....	11
2.5. Modelo TPS .....	11
2.5.1 <i>Princípio da melhoria contínua – Kaizen.....</i>	12
2.5.2 <i>Princípio da padronização. ....</i>	12
2.5.3 <i>Princípio do nivelamento da produção – Heijunka.....</i>	12
2.5.4 <i>Just-In-Time.....</i>	13
2.5.5 <i>Técnica de automação – Jidoka.....</i>	13
2.6. Filosofia LEAN .....	14
2.6.1 <i>Conceito Lean.....</i>	15

2.7. Os 5 princípios do sistema <i>Lean</i> .....	16
2.7.1. <i>Valor</i> . .....	16
2.7.2 <i>Fluxo de valor</i> . .....	16
2.7.3 <i>Fluxo contínuo</i> . .....	17
2.7.4 <i>Produção puxada (pull)</i> . .....	17
2.7.5 <i>Perfeição</i> . .....	17
2.8. O <i>Lean</i> na construção .....	17
2.9. Algumas técnicas do sistema de gestão <i>Lean</i> .....	19
2.9.1 <i>Relatório A3</i> . .....	19
2.9.2 <i>Diagrama de Ishikawa ou de causa-efeito</i> . .....	19
2.9.3 <i>Os 5 Porquês</i> . .....	20
2.9.4 <i>Gestão visual</i> . .....	20
2.9.5 <i>Mapeamento do fluxo de valor</i> . .....	21
2.9.6 <i>5S</i> . .....	21
2.9.7 <i>O Last Planner System</i> . .....	22
2.9.8 <i>Brainstorming</i> . .....	22
2.10. O <i>Lean</i> na manutenção .....	23
2.11. O ciclo PDCA .....	24
2.12. O OEE .....	25
2.13. Indicadores de manutenção .....	27
2.14. SMED .....	27
2.15. Conclusões do capítulo .....	28
Capítulo 3 .....	29
Estratégia de implementação .....	29
3.1. Implementação de um sistema <i>Lean</i> em empresas de construção civil ....	30
3.1.1. <i>Modelo de implementação</i> . .....	30
3.2. Ferramentas <i>Lean</i> a implementar em obra .....	32
3.2.1. <i>Workshop Standard</i> . .....	33
3.2.2. <i>Desenho do estaleiro</i> . .....	34
3.2.3. <i>Sala Lean</i> . .....	35
3.2.4. <i>Kaizen Diário – Quadros de equipa e reuniões</i> . .....	40
3.2.5. <i>Organização dos espaços (5S)</i> . .....	44
3.2.6. <i>Standard Work</i> . .....	45
3.2.7. <i>Resolução de problemas (Kobetsu Kaizen e 3C)</i> . .....	47

3.2.8. <i>Planeamento (Last Planner System)</i> .....	53
3.2.9. <i>SMED (Single Minute Exchange of Die)</i> .....	56
3.2.10. <i>Trem Logístico (Mizusumashi)</i> .....	57
3.2.11. <i>Supermercados</i> .....	59
3.2.12. <i>Contrato Produção-Manutenção</i> .....	61
3.2.13. <i>Contrato Manutenção-Armazém</i> .....	62
3.2.14. <i>Manutenção Autónoma</i> .....	62
3.2.15. <i>Mapeamento do processo</i> .....	64
3.2.16. <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i> .....	65
3.3. <i>Conclusões do capítulo</i> .....	66
Capítulo 4.....	67
Validação do modelo.....	67
4.1. <i>Justificação da escolha da empresa</i> .....	68
4.2. <i>Apresentação da empresa</i> .....	68
4.3. <i>O Lean na Construtora AG</i> .....	69
4.4. <i>Exemplos e resultados com implementação das ferramentas em obra</i> .....	71
4.5. <i>Os desperdícios na AG</i> .....	87
4.6. <i>Monitorização</i> .....	89
4.6.1. <i>Auditoria de Estabilização dos WS</i> .....	89
4.6.2. <i>Relatório Semanal</i> .....	90
4.7. <i>Conclusões do capítulo</i> .....	91
Capítulo 5.....	92
Conclusões e trabalho futuro.....	92
Bibliografia.....	95
Anexos.....	99

# Lista de Figuras

Figura 1- Etapas do processo de produção .....	9
Figura 2 – Elementos principais num sistema de produção e a sua relação com os desperdícios [12]. .....	14
Figura 3 - Modelo de implementação.....	30
Figura 4 - Relatório A3 .....	34
Figura 5 - Diagrama de Pareto.....	48
Figura 6 - Diagrama Ishikawa ou “Espinha-de-peixe”. .....	50
Figura 7 - 5 Porquês. ....	50
Figura 8 – Diagrama Ishikawa - Causas raiz das causas. ....	50
Figura 9 – Diagrama Ishikawa – Proposta de soluções para as causas raiz. ....	51
Figura 10 - Ferramenta 3C.....	53
Figura 11 - Sistema <i>Kanban</i> .....	61
Figura 12 – Manutenção tradicional VS Manutenção autónoma.....	63
Figura 13 - Estrutura do mapeamento. ....	65
Figura 14 - Estrutura do mapeamento .....	65
Figura 15 - AG no mundo (Fonte AG). ....	69
Figura 16 - Pilares do <i>Lean</i> na AG.....	70
Figura 17 – A3 - Análise de problemas e causas.....	72
Figura 18 - Relatório A3. ....	72
Figura 19 - Área social. ....	73
Figura 20 - Preparação e discussão de possíveis soluções. ....	73
Figura 21- Atribuição de áreas e estado atual.....	74
Figura 22 - Sala <i>Lean</i> .....	74
Figura 23 - Sala <i>Lean</i> .....	75
Figura 24 - Sala <i>Lean</i> .....	75
Figura 25 - Sala <i>Lean</i> .....	76
Figura 26 - Sala <i>Lean</i> .....	76
Figura 27 – KD - Engenheiro com os seus Encarregados. ....	77
Figura 28 - KD - Encarregados com as suas equipas.....	77
Figura 29 - Kaizen diário. ....	78

Figura 30 - Plano de ações (obra) e quadro de novas ideias.....	78
Figura 31 - Programa 5S.....	79
Figura 32 - 5S - O antes e o depois. ....	79
Figura 33 - LPS. ....	80
Figura 34 - Espaço Obeya. ....	81
Figura 35 - Carro móvel. ....	81
Figura 36 - Comboio de abastecimento. ....	82
Figura 37 - Transporte de pessoal. ....	82
Figura 38 - Horários de saída dos transportes.....	83
Figura 39 - Gestão Visual dos <i>stocks</i> críticos. ....	83
Figura 40 - <i>Kanban</i> – reposição normalizada.....	84
Figura 41 - Necessidades da produção e da manutenção.....	84
Figura 42- Quadro visual de acompanhamento. ....	85
Figura 43 - Operador com manuais e <i>checklist</i> .....	86
Figura 44 - Mapeamento dos processos - Áreas corporativas.....	86
Figura 45 - Mapeamento dos processos - Compras e logística. ....	86
Figura 46 - Mapeamento dos processos - Produção. ....	87

# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de responsabilidades. ....	40
Tabela 2 - Plano de ações PDCA. ....	43
Tabela 3 - Plano de ação do Diagrama Ishikawa. ....	51
Tabela 4 - Classificação ABC por volume. ....	60
Tabela 5 - Classificação ABC por frequência. ....	60
Tabela 6 - Consolidação com análise ABC por volume. ....	60
Tabela 7- Tipos de desperdício na AG. ....	89

# Lista de Siglas e Acrónimos

3C	<i>Contain, Control, Correct</i>
5M	Método, Matéria-prima, Mão-de-obra, Máquinas, Meio ambiente
5S	Qualidade Total (Utilização, Arrumação, Limpeza, Normalizar, Disciplina)
5W2H	<i>What, When, Where, Who, Which, How, How much</i>
AG	Andrade Gutierrez
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
CPM	<i>Critic Path Method</i>
EAA	Europa Africa Asia
FIFO	<i>First In First Out</i>
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KAIZEN	Melhoria contínua
KD	Kaizen Diário
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i>
LPS	<i>Last Planner System</i>
MA	Manutenção Autónoma
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MP	Mapeamento do Processo
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OTE	<i>Overall Team Effectiveness</i>

PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PP	<i>Pull Plan</i>
PQCDSM	<i>Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, Motivation</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
SDCA	<i>Standard, Do, Check, Act</i>
SMART	Simple, Mensuráveis, Atrativos, Realistas, Tempo limite
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SW	<i>Standard Work</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TSC	Tarefas Semanais Concluídas
WIP	<i>Work in Process</i>
WS	<i>Workshop</i>

# Capítulo 1

## Introdução

Ao longo deste trabalho de investigação, o estudo incide sobre o *Lean* e a sua aplicação em empresas de construção civil. Nesse sentido será explicado quais as razões que levaram a este estudo, e qual o método aplicado. Neste capítulo serão também apresentadas as questões de pesquisa que resultam da pesquisa efetuado, e que se relacionam com os objetivos do estudo. O capítulo termina com a apresentação de uma proposta de estrutura da dissertação.

## 1.1. Problema de investigação

É usual ouvir dizer-se que as empresas de construção civil têm que produzir mais com menos recursos. Perante o cenário de instabilidade económica, ao qual as nações e organizações estão hoje sujeitas, existe uma evolução desfavorável da economia e incertezas quanto ao seu futuro, a par com os sucessivos decréscimos da atividade da produção na construção, devido às descidas verificadas na carteira de encomendas. Tal, têm originado um clima de elevado pessimismo nas empresas do setor do ramo da construção, estando estas a adotar novas estratégias de sobrevivência, face às inúmeras dificuldades com que se deparam diariamente. Assim, as empresas do sector da construção civil necessitam de ter um desempenho mais eficiente e produtivo e como tal é de todo incontornável, que uma das estratégias passe pela redução dos desperdícios associados a processos que geram valor acrescentado, aumentando a produtividade da empresa.

Assim, para fazer face ao problema identificado, existe um conjunto de questões de pesquisa que justificam e orientam o presente trabalho, tais como:

- Quais são as principais fontes de desperdício na indústria de construção civil?
- Existem técnicas ou alguma filosofia subjacentes à redução de desperdício?
- Podemos conseguir transpor essas filosofias para o setor da construção civil?
- Como se pode aplicar ou implementar as referidas filosofias numa empresa de construção civil?
- Que tipo de requisitos deverão existir para assegurar a correta implementação e sustentabilidade de uma nova filosofia de gestão das operações?

## 1.2. Objetivos do trabalho

O objetivo da presente dissertação de mestrado é estudar práticas ou filosofias de gestão e propor um método que integre um conjunto de ferramentas e técnicas a aplicar para uma eficaz gestão de obras de construção civil. Pretende-se ainda demonstrar a eficácia da metodologia aplicada na gestão de obras de construção civil, sendo essa demonstração feita em contexto real. A empresa de construção civil a ser escolhida para o caso de estudo deverá permitir validar de que forma é possível melhorar os fluxos de produção e contribuir para o aumento da eficácia e da eficiência na execução de obras, reduzindo vários tipos de desperdícios.

O método a ser proposto poderá estar associado a qualquer das filosofias de gestão a serem estudadas ou integrar ferramentas e técnicas tipicamente apresentadas no contexto das referidas filosóficas. Neste sentido irão ser estudadas as várias técnicas, em particular será dado ênfase à filosofia *Lean*, por se pretender perceber as tendências desta e acompanhar o que hoje em dia se começa a referir como o *Lean Construction* [1]. Em concreto espera-se avaliar em que medida a filosofia *Lean* pode ser aplicada à construção civil, i.e. qual a vitalidade do conceito de *Lean Construction*, e em que medida é possível, otimizar os recursos existentes sejam eles mão-de-obra, tempo de ciclo, máquinas ou materiais.

O foco nas filosofias de gestão, o interesse de formular a proposta de um método e validar a sua aplicabilidade leva a que para o cumprimento dos objetivos propostos se proceda a um conjunto de atividades, como sejam as seguintes:

- Levantamento e caracterização dos procedimentos típicos vigentes em empresas de construção civil e comparar o *gap*, podendo ser usado com referencia a filosofia *Lean*, em especial na gestão de materiais e logística interna;
- Caracterização das fontes do desperdício;
- Proposta de uma abordagem que integre técnicas e métodos para eliminação do desperdício e que possam ser aplicadas em empresas de construção civil de uma forma transversal mas com resultados operacionais muito evidentes, no sentido de melhorar o desempenho operacional destes e por conseguinte a sua competitividade;
- Clarificação de conceitos chave e avaliação da sua aplicabilidade;
- Identificação dos fatores críticos para o sucesso de qualquer mudança organizacional;
- Elaboração de um modelo ideal de mapeamento com eliminação dos processamentos dispensáveis e otimização do uso de recursos inerentes à operação;
- Identificar e caracterizar uma empresa a ser utilizada como caso de estudo;
- Aplicação do modelo em contexto real e análise comparativa dos resultados obtidos pelo método desenvolvido;
- Avaliação das melhorias operacionais dos processos dentro de uma empresa de construção civil em termos de produtividade, qualidade, segurança, saúde e meio ambiente;
- Definição de aspetos chave para a criação de uma cultura de melhoria contínua, orientada para a eliminação de desperdício e para a criação de valor para o cliente através do envolvimento de todos os colaboradores;

Com a conclusão destas atividades aqui listadas, pretende-se contribuir para demonstrar que o modelo a ser proposto pode ser implementado dentro de qualquer tipo de empresa de construção civil.

### **1.3. Metodologia de trabalho**

Por forma a alcançar os objetivos propostos, inicialmente irá recorrer-se a uma pesquisa bibliográfica sobre os temas em questão. Neste contexto será feita uma seleção da bibliografia orientada para a procura de respostas às questões de pesquisa. Com a leitura e estudo das diversas referências bibliográficas será consolidado o estado de conhecimento no âmbito das referidas filosofias de gestão e caracterizado a evolução destas ao longo do tempo, no sentido de perceber a sua génese e a aplicação no setor da construção civil. Irá procurar-se enriquecer o estudo com a maior diversidade de pontos de vista, tendo como premissa a atualidade das investigações feitas sobre a melhoria da eficácia da gestão de obras de construção civil.

Considera-se determinante o contacto e envolvimento direto com a realidade da gestão de obras, acompanhando as mesmas, e analisado o funcionamento da gestão destas. Com esta

iniciativa espera-se obter informação relevante pela visualização direta, análise documental, e realização de inquéritos. Todo este levantamento irá permitir:

- Identificar e caracterizar o problema da gestão das obras nas empresas de construção;
- Orientar o estudo para a proposta de uma metodologia que permita implementar uma organização mais eficaz para a gestão de obras;
- Aplicar a metodologia com a definição de medidas a serem tomadas para obtenção de um melhor desempenho;
- Medir e avaliar os resultados da implementação das medidas que forem tomadas;
- Discutir diretamente com os responsáveis da organização usada como caso de estudo no sentido de validar os resultados e aceitar as medidas e os indicadores propostos;
- Sugerir um processo de implementação da referida metodologia;
- Identificar fatores críticos para que a metodologia possa ser implementada com sucesso;

## 1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos que seguem uma sequência lógica e de acordo com o método de investigação utilizado. Estes estão definidos da seguinte forma:

Capítulo 1º: Neste introduz-se a dissertação de mestrado, é apresentada a contextualização e a importância do problema em estudo, assim como, a metodologia a seguir na sua abordagem e os objetivos que se pretendem alcançar neste projeto, bem como a caracterização de casos de estudo efetuados e análise da informação recolhida sobre o sistema usado em gestão de obras comparativamente ao sistema *Lean*.

Capítulo 2º: Neste capítulo, abordam-se as deficiências e problemas atuais no sistema tradicional de gestão da construção, e desenvolve-se o estado de arte no âmbito dos métodos e técnicas a aplicar para uma eficaz gestão. A revisão bibliográfica permitiu identificar os conceitos base do desenvolvimento do sistema de indicadores de desempenho proposto.

Capítulo 3º: Neste capítulo é apresentado o modelo e as três fases de implementação do *Lean* em obra e sugere a lista de ferramentas a implementar por área/departamento bem como os responsáveis pela sua implementação.

Capítulo 4º: Este capítulo faz a apresentação teórica das ferramentas e descreve o método de implementação e são apresentados os conceitos e os objetivos das várias ferramentas.

Nele, é descrita a empresa, explicando o caso de estudo ao introduzir o conceito de *Lean* aplicado à construção, descrevendo a história do *Lean* na AG. É feita uma apresentação e

análise dos resultados obtidos pela implementação de ferramentas e ideias recomendadas para resolução dos problemas analisados no capítulo anterior, através de exemplos de aplicação em obra, de cada uma das ferramentas.

Capítulo 5º: Apresenta-se a análise e as principais conclusões do trabalho, expondo uma avaliação do cumprimento dos objetivos traçados inicialmente, tendo em conta, a contribuição do estudo para a indústria da construção, para o conhecimento científico, para a avaliação do modelo e a enumeração das limitações encontradas para a realização deste trabalho. Pretende-se ainda, deixar recomendações para trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Estado da arte

No presente capítulo abordam-se as deficiências e problemas atuais no sistema tradicional de gestão da construção civil e desenvolve-se uma pesquisa sobre os métodos e técnicas a aplicar para uma eficaz gestão. A filosofia *Lean* e a referência ao *Lean Construction* permite focar as ferramentas *Lean* relevantes nesta investigação e as técnicas de redução de desperdícios na construção. Tendo em conta que a literatura sobre o *Lean Construction* é escassa, foi necessário fazer um levantamento exaustivo de referências bibliográficas, promovendo assim uma melhor interpretação e aprendizagem de vários conceitos, e definição da base teórica que sustenta a implementação de um sistema de gestão *Lean* na indústria da construção civil.

## 2.1. Deficiências e problemas no sistema tradicional de gestão da construção civil

Os projetos de construção são geridos atualmente através do método do caminho crítico (CPM). Sendo este um conceito chave na gestão e controlo de projeto, este corresponde à sequência de atividades que devem ser concluídas nas datas programadas para que o projeto possa ser concluído dentro do prazo final. A gestão e controlo do projeto é realizada monitorizando cada contrato ou atividade com o planeamento e com as projeções do orçamento. Se existem atividades do caminho crítico que se encontram em atraso, são realizados esforços para reduzir os seus custos e duração, ou altera-se a sequência dos trabalhos [2]. As tentativas de melhoria são muitas vezes centradas na resolução do efeito e não na causa-raiz, logo todos os esforços revelam-se incapazes de melhorar a produtividade. Quando o empreiteiro não consegue cumprir o planeamento, toma uma posição reativa ajustando a mão-de-obra ou a sequência dos trabalhos, para cumprir com o planeamento.

A gestão tradicional do projeto é muito limitada no que se refere à redução da variabilidade do mesmo. O planeamento global define os objetivos da construção e das tarefas, mas não propicia aos intervenientes incentivos para trabalharem juntos, ou definir os melhores métodos [2]. O empreiteiro geral é o gestor da construção e subcontrata com base na especificidade do trabalho. Os métodos de produção tradicionais são conduzidos por muitos especialistas de diferentes áreas – eletricitas, pedreiros, mecânicos, etc. O facto de serem independentes ou seja, terem contratos diferentes com o empreiteiro geral, torna as partes envolvidas no projeto de construção como concorrentes/adversários uma vez que sofrem penalidades, em caso de fraco desempenho. Por sua vez, a margem de lucro da construção depende de diversas circunstâncias de elevado risco associado, tais como aumentos de preços ou escassez de materiais, escassez de mão-de-obra, condições climáticas adversas, entre outros [2].

Enquanto o gestor de projeto se esforça para atingir os objetivos do projeto, os responsáveis por cada atividade tentam maximizar o lucro realizando as suas tarefas o mais rápido possível, desprezando a comunicação entre eles. Consequentemente existem atividades que interrompem a sequência de planeamento previsto das tarefas a montante, prejudicando o planeamento global. Tentativas para o cumprimento do plano resultam muitas vezes em custos adicionais, deficiências de qualidade e falhas nas práticas de segurança.

A análise do acréscimo de valor auxilia os gestores do projeto a avaliarem o desempenho. Contudo, esta ferramenta não controla a variabilidade do projeto. A gestão tradicional do projeto recorre à cultura de trabalho empurrando para os subempreiteiros a responsabilidade de cumprirem com o planeamento global, independentemente de terem os recursos necessário para completar as tarefas semanais [2].

Estão identificados alguns dos principais problemas na indústria de construção, do ponto de vista dos donos de obra:

- Entre 40 a 50% das construções não cumprem com o planeamento;

- O custo que maior impacto tem na construção é o gerado pela gestão ineficiente dos projetos;
- O controlo do projeto não é adequado, nomeadamente no que refere à gestão do projeto e controlo de custos, que são as áreas mais necessitadas de melhoria;

A confiança e a integridade são requisitos necessários para a melhoria da comunicação e colaboração entre os intervenientes [2].

As maiores preocupações para o dono de obra, tendo por base [2], são:

- Cada entidade do projeto protege o seu interesse;
- A existência de falhas repetitivas, resultado de fraca aprendizagem;
- Ignorância na criação e entrega de valor;
- Confiança e integridade no processo de construção;
- Coordenação e colaboração entre os membros da equipa;
- A melhoria das relações entre todos os intervenientes do processo produtivo;
- Ausência dos custos adicionais inerentes à construção dos projetos;
- Incluir empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores na fase de conceção de projeto;
- Clareza no controlo do processo e comunicação entre os intervenientes;
- Fornecimento de desenhos mais completos para a execução dos trabalhos.

## 2.2. O conceito de desperdício

A ideia do *Lean Construction* vem da aplicação do conceito de *Lean Production* que é baseada no TPS, que tem como objetivo aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. O que se procura fazer é olhar a linha do processo produtivo, desde o momento, em que o cliente solicita um produto que gera uma ordem de serviço, até o ponto em que o cliente paga e recebe o bem. Desta feita, o objetivo central deste sistema é reduzir drasticamente o tempo de produção e os desperdícios oriundos de um processo produtivo inadequado e que não agrega valor. Considera-se que a capacidade de produção seja igual ao trabalho real necessário para executar a atividade acrescido do desperdício que ocorre durante a execução da atividade, ou seja, **Capacidade de Produção = Trabalho + Desperdício**. Logo, para que se obtenha uma melhoria na eficiência deve-se produzir zero desperdício [3].

O conceito de desperdício na construção civil é com frequência associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

Tais perdas são consequência de um processo de baixa qualidade, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente.

Para a melhor compreensão deste conceito, deve-se conhecer a natureza das atividades que compõem o processo de produção. Um processo pode ser entendido como um fluxo de materiais e informações desde a matéria-prima até o produto final. Neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera. Assim, as atividades componentes de um processo podem ser classificadas em duas principais categorias (Figura 1):

- Atividades de conversão: envolvem o processamento dos materiais em produtos acabados.
- Atividades de fluxo: relacionam-se às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais.

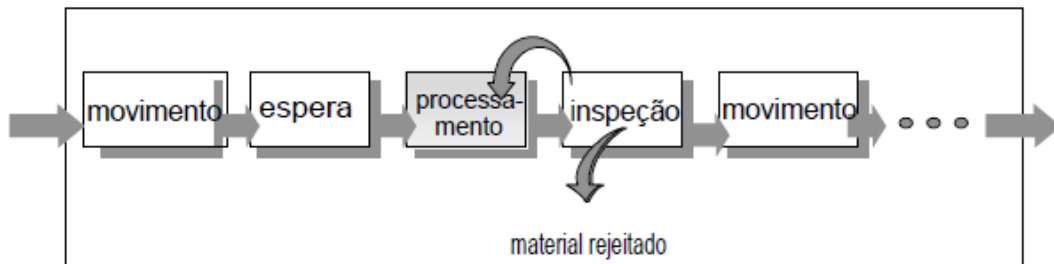


Figura 1- Etapas do processo de produção

São as atividades de conversão que normalmente agregam valor ao produto, ou seja, transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes. Entretanto, nem toda a atividade de conversão agrega valor ao produto. Por exemplo, a necessidade de retrabalho indica que se executou uma atividade de conversão sem agregar valor [4].

## 2.3. Desperdícios na Construção Civil e os seus impactos

A construção civil é uma indústria que geralmente envolve números expressivos, especialmente pela sua representatividade na economia de um país, com impactos até mesmo sobre o PIB. Infelizmente, os números desse setor relativos a desperdícios também são expressivos. Costumava-se dizer que a cada três prédios construídos, um perde-se.

### 2.3.1 O desperdício de materiais e os impactos ao meio ambiente.

O desperdício na construção civil mais facilmente detetável é aquele que diz respeito à geração de resíduos de construção e demolição, comumente denominados de entulhos.

O destino inadequado deste tipo de resíduo pode gerar impactos ambientais significativos, por isso os gestores de obras devem estar atentos ao cumprimento das condicionantes legais.

Para enfrentar essa questão é preciso procurar melhorias constantes da qualidade da obra, investindo em tecnologias, de forma a tornar as construções mais enxutas, o que, conseqüentemente impactará na redução da quantidade de desperdícios gerados. Além disso,

é preciso adotar medidas diretas dentro da própria obra, adotando, por exemplo, conceitos de reciclagem [5].

### *2.3.2 Desperdício de mão-de-obra e equipamentos e seu impacto no processo produtivo.*

Outro aspeto relativo a desperdícios na construção civil diz respeito à mão de obra. O tempo perdido por uma frente de trabalho pela falta de material para a realização de uma atividade específica, impacta demasiadamente todo o processo produtivo, com repercussões financeiras negativas para a empresa.

O mesmo se aplica aos equipamentos. Máquinas inativas, decorrentes do dimensionamento incorreto da frota ou problemas de logística, também representam perdas em função do tempo de espera, devendo ser evitadas sempre que possível.

Um estaleiro com *layout* deficitário pode representar uma logística inadequada, com a ocorrência de deslocamentos desnecessários de materiais que, após recebidos, precisem ser deslocados reiteradas vezes até que sejam definitivamente aplicados na obra.

Todo o processo de produção precisa ser controlado. Investir em formação dos engenheiros e de toda a equipa envolvida no processo é uma boa solução a fim de que desvios na gestão da produção sejam controlados e assim as perdas de mão-de-obra e materiais sejam controladas [5].

### *2.3.3 Desperdício financeiro e a gestão de obras.*

Quando se fala em desperdício a primeira ideia que vem à mente é de uma quantidade extra de um determinado produto que, durante o seu processo de fabricação ou utilização, se perdeu.

Na construção civil o conceito de desperdício é entretanto, bem mais amplo e abrangente. A ocorrência de qualquer tipo de desperdício gera impactos não apenas na quantidade de um produto específico, mas em diversos aspetos da obra. Isso é o que acontece quando analisa-se a questão financeira.

A gestão da obra é nesse ponto o item que mais deve ser observado e controlado. Uma decisão errónea, por exemplo, em relação à execução de um trabalho, pode trazer sérios desperdícios financeiros em relação a custos com mão-de-obra, matéria-prima utilizada e horas de retrabalho [5].

## 2.4. Os 7 tipos de desperdício (MUDA)

Os responsáveis da Toyota identificaram os sete principais tipos de desperdícios de um processo de produção. A sobreprodução como sendo toda produção que é realizada sem um fim determinado (para nenhum cliente específico) ou para o desenvolvimento de novos produtos ou processos, sem valor adicional é na maioria das vezes erradamente vista como um adiantar de trabalho que poderá ser a vir necessário, o que leva a um aumento nos custos não previstos de produção.

A espera de recursos (mão-de-obra, equipamento e produtos finais) para serem processados, que não adicionam nenhum valor é outro dos desperdícios mais comum, devido sobretudo a uma falta de planeamento. O transporte de produtos não cria valor ao cliente, uma vez que enquanto está a ser deslocado o produto não é processado, logo, dever-se-á desenhar um *layout* que permita o menor movimento possível de equipamentos. Os inventários são dispendiosos e levam ao armazenamento ou segregação de produtos.

O excesso de procedimentos é outro dos desperdícios muito habituais, pois, este exagero leva a que os processos possam ter atuações desnecessários, que não adicionam valor ao processo. O excessivo movimento de pessoas que trabalham no processo cria desperdício de mão-de-obra e pode ser prejudicial ao processo, podendo esta ser aproveitada em outras atividades. E por último os erros ou defeitos que ocorrem durante o processo requerem repetição de trabalhos ou trabalho adicional, aumentando os custos quer de matéria-prima e mão-de-obra. [6].

## 2.5. Modelo TPS

O sistema de Gestão Lean resulta de toda uma evolução do *Toyota Production System* (TPS).

O TPS foi criado com o intuito de produzir um fluxo contínuo que não dependesse de longos ciclos de produção, e na premissa de que apenas uma pequena parte do tempo total e esforço num ciclo de produção acrescentava valor para o cliente final.

Este sistema é construído pelas pessoas e para as pessoas. O modelo TPS só resulta se as pessoas forem envolvidas, apostando na aprendizagem e na vontade delas em melhorarem continuamente e a usarem eficazmente as metodologias de redução do desperdício. Efetivamente são as pessoas que operam, pois, são mais do que as próprias metodologias, o agente principal da redução do desperdício.

O TPS teve dois conceitos pilares: *Just-In-Time* (JIT) e a Automação (automação inteligente). No início da década de 1990, surge a nova filosofia de produção, que é conhecida por vários nomes diferentes: produção de classe mundial; *Lean Production* e novo sistema de produção. Esta filosofia é a principal abordagem de fluxo emergente. A nova abordagem também se tem difundido a novos campos, como a produção personalizada, serviços, administração e desenvolvimento de produtos [7].

### 2.5.1 Princípio da melhoria contínua – Kaizen.

O termo *Kaizen* significa mudança (kai) para melhor (zen), ou seja experimentar e treinar novos métodos, que tragam melhoria de resultados – melhoria contínua.

*Kaizen* significa mudar para melhor, todos os dias, em todas as áreas da Organização, envolvendo todos os colaboradores.

Só há *Kaizen*, quando os colaboradores mudam os seus hábitos diários de trabalho. A rotina diária, tanto na forma de pensar como na forma de trabalhar leva a que as pessoas executem um trabalho sem pensar muito, assemelhando-se a uma máquina.

O primeiro passo do ciclo da melhoria contínua é a normalização. Ao estabelecer-se normas há um conjunto de objetivos que podem ser atingidos, nomeadamente a redução da variabilidade, a clarificação de procedimentos, a facilidade de comunicação e a resolução de conflitos, entre outros.

Os princípios básicos da melhoria contínua são: criar valor para o cliente, eliminar o desperdício, envolver todos os colaboradores, procurar o *Gemba* (local onde se acrescenta valor) e utilizar a gestão visual. Este processo aplicado de forma continuada promove a mudança em todos os níveis hierárquicos, havendo assim a assunção de novos comportamentos na busca da melhoria e na eliminação do desperdício, para que se atinjam os objetivos estratégicos desejados pela organização [7].

### 2.5.2 Princípio da padronização.

O trabalho deve ser detalhadamente especificado relativamente ao que deve ser feito e qual o resultado esperado. É a partir de processos padronizados que se estabelecem as metas que se pretendem atingir reduzindo-se a variabilidade [7].

### 2.5.3 Princípio do nivelamento da produção – Heijunka.

O *Heijunka* é o termo japonês que se refere ao nivelamento da tipologia e quantidade de produção durante um período fixo de tempo, para aumentar a constância dos fluxos produtivos e de abastecimento de materiais [7].

Numa linha de produção, as flutuações no fluxo do produto fazem aumentar o desperdício. Isto dá-se, porque, equipamentos, operários, inventários, e outros elementos exigidos para a produção, estão sempre preparados para um extremo.

As vantagens do nivelamento de produção são [8]:

- Diminuição de *stocks*;
- Menor ocupação dos armazéns;
- Permite fabricar ao mesmo tempo grandes quantidades de produtos diferentes.

#### 2.5.4 *Just-In-Time*.

O *Just-In-Time (JIT)* tem como objetivo a eliminação dos desperdícios decorrente do fluxo de produção segundo uma abordagem de melhoria contínua [7].

*Just-In-Time* significa que num processo de fluxo as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time*. Do ponto de vista da gestão de produção, esse é um estado ideal. Outra ferramenta importante é o *Kanban*, que é o meio para se obter o *Just-In-Time* [8].

Num sistema de produção *JIT*, *Kanban* é uma ferramenta que pode controlar os níveis de *stocks* e regular a produção. Ele ajuda a melhorar a produtividade da empresa e, ao mesmo tempo, minimizar o desperdício na produção. O princípio do *Kanban* diz-nos que o material não será produzido ou movido até o cliente enviar o pedido para o fazer. A maioria das empresas implementa o sistema *Kanban* porque economizam custos, eliminando o excesso de produção, desenvolvendo estações de trabalho flexíveis, reduzindo o desperdício e sucata, minimizando os tempos de espera e custos logísticos, reduzindo, assim, os níveis de *stock* de inventário e despesas gerais. A fim de assegurar a implementação do sistema *Kanban* com sucesso, alguns fatores devem ser considerados, tais como: inventário, participação dos administradores, vendedor e fornecedor, melhorias de qualidade e controle de qualidade, funcionários e comprometimento da administração. Basicamente o sistema *Kanban* exige apenas um nível mínimo de *stocks* na linha de produção [7].

Os objetivos finais do *JIT* são alcançar o *stock zero*, entrega do produto sem esperas, ausência de falhas, fluxo contínuo de produção, produção flexível e eliminação dos desperdícios [9].

#### 2.5.5 *Técnica de automação – Jidoka*.

O conceito de *Jidoka* prende-se com a ideia de controlar a qualidade na fonte. Esta é uma filosofia da qualidade que coloca a responsabilidade de alcançar as especificações do cliente e as normas em cada ponto de produção. Ainda que o *Jidoka* esteja frequentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No TPS, *Jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente [8].

Este conceito confere autonomia suficiente para que o operador ou a máquina parem a produção, quando os defeitos são despistados através de mecanismos de deteção de erros - os *Poka-Yoke* [10]. Isso permite a um único operário controlar várias máquinas sem correr risco de produzir grandes quantidades de peças defeituosas [11].

A Figura 2 mostra que há elementos principais na organização e funcionamento de uma empresa e que são nomeadamente, o relacionamento com fornecedores, força de trabalho gestão, processo de fabricação e equipamentos, planeamento de produção e programação, a informação visual do sistema, desenvolvimento de produtos e tecnologia e também do relacionamento com clientes. O texto em itálico da Figura 2 representa os desperdícios e o texto

em caixas representa elementos principais de uma empresa de fabricação. Esta Figura mostra também a relação entre os elementos principais e os desperdícios, por exemplo o fornecedor, pode ter um relacionamento com dois tipos de desperdícios que são de *stock* e de espera. A mesma regra aplica-se a outras dimensões. A ênfase na relação pode ser importante, pois ajudaria os profissionais a identificar as ferramentas ou técnicas de resolução de problemas de acordo com seu objetivo. Por outro lado, a seta indica a direção da contribuição no sistema. Na fase de entrada, por exemplo, a dimensão relacionamento do fornecedor e a de força de trabalho pode contribuir para a próxima fase do sistema, que também é conhecido como o processo de transformação. O processo de transformação é constituído de quatro dimensões, tais como, o processo de fabricação e equipamentos, planeamento de produção e programação, sistema de informação visual, desenvolvimento de produtos e tecnologia. A função de circuito fechado de realimentação desempenha um papel importante na obtenção do *feedback* ou informações de relacionamento com o cliente na fase de saída para o sistema de produção, a fim de produzir o produto certo que os clientes valorizam e estão satisfeitos com ele. Na saída, o subproduto vai para o sistema de sucata [12].

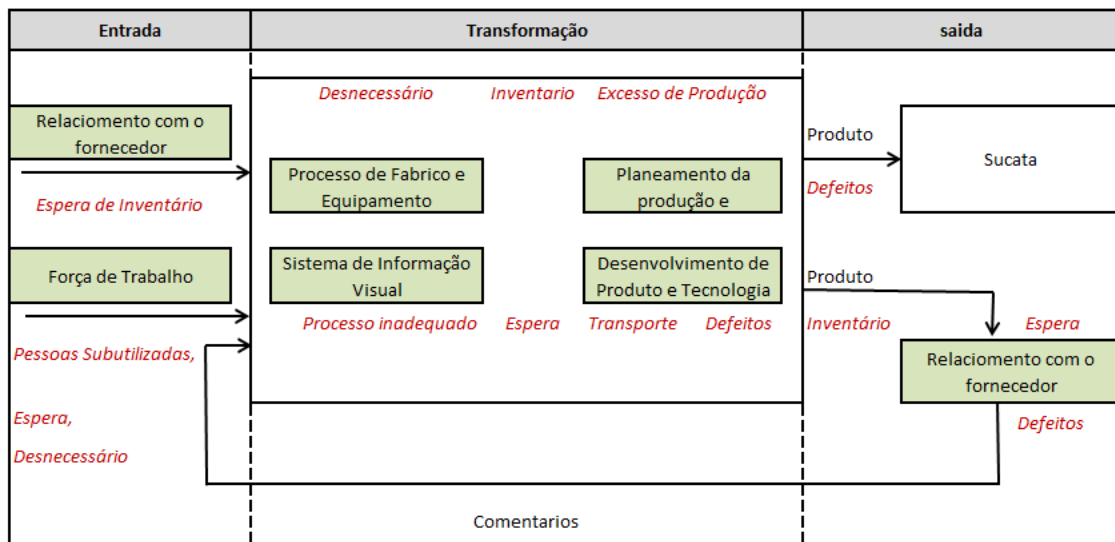


Figura 2 – Elementos principais num sistema de produção e a sua relação com os desperdícios [12].

## 2.6. Filosofia *LEAN*

A filosofia Lean, muitas vezes identificada como sistema de Gestão Lean resulta de toda uma evolução do TPS. No Japão, na década de 50, o cenário económico difícil do pós-guerra não permitia realizar investimentos elevados num mercado interno limitado, caracterizado pela reduzida procura e pelo aumento da concorrência, com vários dos principais fabricantes de automóveis ávidos por operar no Japão e com intenção de impor barreiras às exportações japonesas.

As ideias inovadoras surgem a partir da necessidade de ultrapassar novos desafios, perante os quais a técnica corrente se revela inadequada. No Japão do pós-guerra, não se

justificava um sistema de produção em massa, nem dum sistema de produção tradicional, mas sim dum outro que pudesse diferenciar a Toyota ajustando-se à procura do mercado japonês e à satisfação do cliente [13].

A filosofia *Lean* teve a sua origem no Japão, pela mão de Taiichi Ohno, com o *Toyota Production System* (TPS). Os métodos, técnicas e ferramentas do TPS têm como principais objetivos: fornecer valor ao cliente, produzir em fluxo contínuo, melhorar constantemente o desempenho e eliminar desperdícios e deficiências do processo [14].

O TPS resulta da integração de elementos dos sistemas de produção da Ford num novo contexto geográfico, económico e cultural muito diferente do existente nos Estados Unidos da América. O TPS desafiou com sucesso a técnica corrente de produção em massa da indústria automóvel, mudando significativamente o *trade-off* entre a produtividade e a qualidade, levando também a um repensar de uma ampla gama de operações de produção e serviços, bem como da produção repetitiva de elevada quantidade.

O resultado foi alcançar a capacidade de produzir uma variedade considerável de veículos em quantidades relativamente pequenas, a um custo competitivo, alterando a lógica convencional de produção em massa. Essas mudanças revolucionárias foram resultado de adaptações necessárias às circunstâncias económicas da época [15].

### 2.6.1 Conceito *Lean*.

O termo "*Lean*" foi cunhado no final da década de 80 num projeto de pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) sobre a indústria automobilística mundial. A pesquisa revelou que a Toyota havia desenvolvido um novo e superior paradigma de gestão nas principais dimensões dos negócios (produção, desenvolvimento de produtos e relacionamento com os clientes e fornecedores) [16].

A ideia base do sistema *Lean* é maximizar o valor para o consumidor, minimizando o desperdício com menos recursos [17].

Em suma, a produção é *Lean* porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, e ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

Esta inovadora forma de gerir a produção é analisada da seguinte maneira [18]:

- Um sistema produtivo integrado, com realce no fluxo de produção. Produção em pequenas quantidades baseando-se na filosofia *Just-In-Time* e *stocks* reduzidos;
- Proporciona ações preventivas em relação aos defeitos em vez de medidas corretivas, depois dos mesmos acontecerem;
- Funciona com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de procura;
- É flexível, sendo organizada por meio de equipas de trabalho formadas por mão-de-obra polivalente;

- Envolvimento efetivo na solução das causas de problemas objetivando a maximização do valor agregado ao produto final;
- Relacionamento de uma parceria intensiva desde o primeiro fornecedor até ao cliente final.

A Toyota é líder mundial, na aplicação do *Lean*. Está prestes a tornar-se a maior construtora automóvel do mundo em termos de vendas globais. O seu sucesso é dominante em tudo, desde o aumento das vendas e quotas de mercado em todos os mercados globais, já para não mencionar uma clara liderança em tecnologia híbrida, destacando-se como a mais forte prova do poder de uma empresa *Lean*.

Este sucesso continuou ao longo das últimas duas décadas, tendo criado uma enorme exigência por um maior conhecimento sobre o pensamento *Lean*.

Como o pensamento *Lean* continua a espalhar-se para todos os países do mundo, os líderes também estão a adaptar-se às ferramentas e princípios além da produção, da logística e distribuição, serviços, saúde, construção, manutenção e até mesmo a nível governamental. Na verdade, a consciência e métodos *Lean* estão apenas a começar a ser enraizados entre administradores e líderes em todos os setores [13].

## **2.7. Os 5 princípios do sistema *Lean***

Os princípios do sistema *Lean* são 5 e são propostos com o objetivo de se fazer cada vez mais, com cada vez menos. O essencial é entender o que é valor para o cliente, para mais facilmente identificar e eliminar os desperdícios, visando a melhoria contínua dos processos de produção, promovendo a sua posição competitiva.

### **2.7.1. Valor.**

O ponto de partida para o sistema *Lean* consiste em definir o que é Valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa, e sim o cliente quem define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, a fim de manter a empresa no negócio e aumentar seus lucros por meio da melhoria contínua dos processos, da redução de custos e da melhoria da qualidade (Adaptado de [19, 20]).

### **2.7.2 Fluxo de valor.**

Significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor; aqueles que não geram valor mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade; e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final (aliás, inclusive, até o pós-venda) (Adaptado de [11, 19]).

### 2.7.3 Fluxo contínuo.

Consiste em identificar a cadeia de valor dum processo e criar um seguimento de etapas e procedimentos, sem desperdícios associados. A introdução de fluxo contínuo é complexa devido aos diferentes tipos e duração das atividades. Assim, é mais importante desenvolver um sistema *Pull* que satisfaça o cliente em vez de desenvolver um fluxo contínuo [20].

### 2.7.4 Produção puxada (*pull*).

Os produtos são “puxados” a jusante, pelas atividades posteriores, apenas quando são necessários, evitando assim a acumulação de grandes *stocks*. Este sistema usa para controlo de inventários entre atividades, sinais visuais que controlam o fluxo da produção, usualmente chamados Kanban [21].

### 2.7.5 Perfeição.

A perfeição, quinto e último passo para o sistema *Lean*, deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor. A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, em que todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de se criar valor (Adaptado de [11, 19]).

## 2.8. O *Lean* na construção

Para entender a origem do *Lean Construction* é necessário analisar e compreender algumas mudanças ocorridas na produção industrial do século XX. Desde o final da década de 1970 muitos sectores industriais experimentaram profundas modificações na organização das suas atividades produtivas, estabelecendo um novo paradigma de gestão de produção. Muitas dessas modificações, propostas no novo paradigma, surgiram inicialmente na indústria automóvel japonesa, sendo a sua mais importante aplicação o Sistema de Produção Toyota [22].

O *Lean Construction* é um novo caminho para a gestão na indústria da construção civil, com implicações nas relações comerciais e na conceção de projetos, planeando e controlando as técnicas que reduzam os desperdícios e melhorando a fiabilidade dos fluxos produtivos [22].

Considerando a incerteza do setor da construção, é essencial adotar atitudes de gestão que permitam a estabilidade do ambiente operacional, reduzir a variabilidade dos processos produtivos e aumentar significativamente a confiança no cumprimento de todas as fases do planeamento de construção [23].

Com o programa *Lean* pretende-se aplicar métodos ou técnicas *Lean* de forma a:

- Reduzir a percentagem das atividades que não acrescentam valor;
- Aumentar o valor final através da consideração sistemática dos requisitos e

necessidades do cliente;

- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar os processos, minimizando o número de etapas, passos ou ligações;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controle de todo o processo.

Tendo em conta que o pensamento *Lean* é aplicável a toda a empresa, devem ser analisados pelo menos três fluxos básicos existentes na maioria das empresas:

- Projeto (da conceção até aos consumidores);
- Construção (do pedido à entrega, combinado o fluxo de informações do pedido ao recebimento e o fluxo físico da matéria prima à entrega);
- Sustentação (uso ao longo do ciclo de vida até a reciclagem).

Considerando-se cada empresa envolvida no setor da construção, estes mesmos fluxos seriam facilmente identificáveis. Assim, são propostos cinco novos fluxos [23]:

- Fluxo de negócio: liderado pelo contratante, compreende desde a identificação das necessidades, planeamento geral da obra, aprovações, obtenção de financiamento, contratações, monitorização do projeto e construção, recebimento da construção e entrega da mesma ao proprietário.
- Fluxo de projeto: em geral liderado pelo arquiteto, envolve o contratante (identificação de necessidades e briefing) e os demais projetistas como principais participantes.
- Fluxo de obra: liderado pela empresa construtora, geralmente utilizando um elevado grau de subcontratação.
- Fluxo de compras: liderado pela empresa construtora, envolve todos os fornecedores de materiais e serviços e seus subfornecedores.
- Fluxo de uso e manutenção: começa após a entrega, e equivale ao fluxo sustentação da produção. Este fluxo compreende uso, operação e manutenção, assim como reparação, reforma, remodelagem e demolição. As empresas envolvidas neste fluxo são, em geral, diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

A produção *Lean* tem como objetivo projetar e fazer coisas diferenciadas das formas de produção em massa para otimizar o desempenho do sistema de produção para atender as necessidades específicas dos clientes [24].

## 2.9. Algumas técnicas do sistema de gestão *Lean*

O presente trabalho de investigação evidencia que as ferramentas do sistema de gestão *Lean* são um auxílio na organização das empresas, coordenando melhor o fluxo de produção, gerando ações que criam valor, tornando os processos mais eficazes e rentáveis. As técnicas de redução de desperdícios foram desenvolvidas uma a uma por Ohno durante 30 anos, conseguindo que fazer com que a Toyota aceitasse o seu sistema.

### 2.9.1 *Relatório A3.*

O relatório A3 é um sistema que permite a implementação da gestão PDCA numa folha A3. O objetivo é detalhar em quadros que dividem a folha, o problema, projeto ou desafio, e também como se deverá abordar o problema com as respetivas análises, ações corretivas e planos de ação.

A simplicidade da folha A3 é um estímulo para o poder de síntese e foco, evitando longos e entediantes relatórios que ninguém lê. O desenvolvimento das pessoas com a capacidade de identificar problemas com maior profundidade, tomar iniciativas e assumir responsabilidades são algumas das vantagens encontradas. O relatório é realizado numa folha A3 e documenta os resultados do ciclo PDCA numa forma sumariada. O modelo guia o utilizador por entre alguns passos necessários para determinar as causas raiz dos problemas da organização e a forma de os resolver. Mais do que um simples relatório ou ferramenta de gestão, o A3 é uma forma de pensar que modifica a gestão rotineira para um saber acumulado em toda a organização. O A3 é um apoio importante para o ciclo PDCA [25].

### 2.9.2 *Diagrama de Ishikawa ou de causa-efeito.*

O diagrama de *Ishikawa* pretende explorar todas as potenciais ou reais causas que resultam num único efeito. As causas são dispostas segundo o seu nível de relevância ou detalhe, resultando na representação das relações e hierarquia de eventos. É bastante útil para enumerar as diversas causas que podem contribuir para um mesmo problema, podendo ser usado mesmo quando os dados são escassos. Para elaborar o diagrama definem-se as causas principais de qualquer problema, designadas por 6M.

As etapas para a construção do diagrama devem ser:

- Definir o problema ou o tema que será abordado no diagrama e o objetivo;
- Reunir informações sobre o problema ou tema abordado;
- Selecionar um grupo (de pessoas que estejam relacionadas ao problema/tema) para ajudar na elaboração do diagrama, apresentar os fatos e discutir o problema/tema, pedindo que cada um dê sua opinião, recorrendo à técnica de brainstorming;
- Organizar toda a informação em poucas palavras e estabelecer as causas principais, eliminando o que for desnecessário e montar o diagrama identificando

as causas de acordo com os 6 M [25].

### 2.9.3 Os 5 Porquês.

Os 5 Porquês é uma técnica que visa descobrir a causa raiz e a metodologia de aplicação é a mais simples: consiste em aplicar cinco vezes a pergunta “Porquê?”. A técnica reconhece que muitas vezes uma pretensa razão para um problema irá necessariamente conduzir a outras questões. Quatro ou cinco questões, tendem a ser suficientes para revelar a razão principal de todo o problema, descartando os sintomas, sendo possível conferir a forma como está estruturado o problema [25].

Na ocorrência de um problema, e repetindo porquê cinco vezes pode-se identificar a raiz do problema.

Suponhamos que uma máquina parou de funcionar:

**1. Porque parou a máquina?**

Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.

**2. Porque houve uma sobrecarga?**

Porque o equipamento não estava suficientemente lubrificado.

**3. Porque e que não estava suficientemente lubrificado?**

Porque a bomba de lubrificação não estava a bombear o suficiente.

**4. Porque não estava a bombear o suficiente?**

Porque o eixo da bomba estava gasto e solto.

**5. Por é que o eixo da bomba estava gasto?**

Porque não havia um o-ring acoplado e entrava limalha.

Se não utilizasse esta ferramenta neste caso, provavelmente só trocariam o fusível, e brevemente o problema ocorreria novamente. Um dos principais motivos da evolução do TPS foi à utilização desta ferramenta. Cada problema que surgia no desenvolvimento do sistema, fazia-se os cinco porquês, e logo encontravam a verdadeira causa do problema. Cinco Vezes Porquê é uma metáfora, pois as raízes dos problemas de forma geral podem ser encontradas em duas ou vinte perguntas, onde o importante é encontrar uma explicação para o evento de modo que ele não se repita [8].

### 2.9.4 Gestão visual.

A gestão visual procura ajudar a condução de processos por meio de melhoria da comunicação entre pessoas, partilhando informação relativa a objetivos e métricas. Esta informação é disponibilizada graficamente, sendo a sua interpretação intuitiva e em tempo real. A comunicação visual tem como benefícios dar visibilidade às melhorias resultantes do *Lean*, contribuir para o conhecimento do processo e suporta a aplicação de novas iniciativas [25].

### 2.9.5 Mapeamento do fluxo de valor.

O principal objetivo do mapeamento de fluxo de valor (MFV) é identificar todos os tipos de desperdício da cadeia de valor e eliminá-lo. Com esta ferramenta é possível identificar todas as ações do processo que adicionam e não adicionam valor ao produto [26].

No entanto, esta aplicação não permite medir a acumulação de custos do processo [27].

Existem várias etapas necessárias à utilização desta metodologia:

1. Identificar o processo que se pretende tornar mais eficiente;
2. Desenhar o estado atual do MFV, que ilustra as etapas atuais, os atrasos e o fluxo de informação necessária para a entrega do produto ou serviço;
3. Avaliar o atual MFV em termos de criação de fluxo, eliminando os desperdícios *Muda*;
4. Desenhar um MFV do estado futuro, tornando-se este mapa o padrão para as mudanças necessárias;
5. Implementar o estado futuro;
6. Avaliar e ajustar o novo processo consoante as necessidades e com base na medição e verificação das alterações efetuadas;

O MFV aplicado à conceção e construção permite visualizar a quantidade de desperdícios ocultos, inerentes à execução das operações, por muitas vezes nunca se ter questionado a execução de determinada forma das operações, isto é, as equipas descobrem que algumas etapas do processo produtivo podem ser eliminadas ou reorganizadas de modo a melhorar o planeamento, reduzir o tempo e melhorar a qualidade do produto [26].

### 2.9.6 5S.

O 5S é uma ferramenta simples no sucesso dos sistemas de qualidade, pois tem como objetivos melhorar o ambiente de trabalho, prevenir acidentes, incentivar a criatividade, reduzir os custos, eliminar desperdícios, melhorar a qualidade de produtos e serviços e estreitar as relações humanas facilitando o trabalho de equipa [25].

É uma ferramenta que visa a organização e padronização do espaço. Corresponde a cinco palavras japonesas iniciadas com som “s”.

O 5S é aplicado segundo um ciclo de 5 passos [11]:

- **Seiri** (senso de utilização) – Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no estaleiro;
- **Seiton** (senso de organização) – Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários;
- **Seiso** (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível, com todos componentes nos respetivos locais;

- **Seiketsu** (senso de padronização) – Padronizar as práticas de trabalho e a organização do espaço, conforme as regras anteriores;
- **Shitsuke** (senso de autodisciplina) – Tornar as quatro regras anteriores num padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos. No surgimento de uma nova ideia, permite a revisão das outras regras.

### 2.9.7 O Last Planner System.

É por si só uma filosofia com um conjunto de regras e ferramentas de auxílio. É das aplicações mais comuns no sistema *Lean Construction*, por isso não poderia ser deixada sem referência. Esta aplicação está vocacionada para o planeamento e controlo da produção, e permite o planeamento de curto e médio prazo, mais próximo do terreno, onde as incertezas são menores [28].

Para além de ser flexível e ser capaz de readaptação, tendo em conta os desvios observados durante a sequência das operações, o objetivo do *Last Planner System* é assegurar que todos os pré-requisitos e condicionalismos de determinada atividade estão cumpridos quando a mesma se inicia, de forma que a sua execução decorra sem perturbações e seja completada de acordo com o planeado [29].

### 2.9.8 Brainstorming.

A prática do *Brainstorming* é utilizada para gerar ideias. As quatro regras do *Brainstorming* são [25]:

- A regra mais importante é a rejeição das críticas pois o princípio do julgamento não pode operar. A falha no cumprimento desta regra é a razão mais crítica para que a sessão de *Brainstorming* não resulte. É a regra que diferencia um *Brainstorming* clássico dos métodos de conferência tradicionais;
- A criatividade é sempre bem-vinda. Esta regra é utilizada para encorajar os participantes a sugerir qualquer ideia que venha a mente sem preconceito. É necessário impedir que as inibições imperem enquanto se geram ideias.
- Quantidade é necessária. Quanto mais ideias forem geradas, mais hipóteses existem de encontrar uma boa ideia;
- Combinações e aperfeiçoamento são necessários: o objetivo desta regra é encorajar a geração de ideias adicionais para a construção e reconstrução das ideias dos outros.

## 2.10. O *Lean* na manutenção

O atual contexto económico deve levar as empresas a apostar cada vez mais na função manutenção de modo a aumentar a fiabilidade dos equipamentos e a diminuição dos seus custos. Paradoxalmente, o nível de desenvolvimento desta função ainda é considerado relativamente baixo. Mesmo nas empresas com experiência na implementação de projetos *Lean*, reconhece-se que ainda há muito para fazer nesta área. Para analisar a importância do aumento da fiabilidade dos equipamentos de fabrico e da melhoria da função Manutenção, várias empresas quantificaram o custo das paragens dos equipamentos. Pode-se concluir, então, que a maior dependência do sistema de produção na disponibilidade dos equipamentos, torna a melhoria das atividades de manutenção ainda mais premente.

A manutenção *Lean* pode ser definida como um sistema de manutenção proactiva que utiliza atividades planeadas e calendarizadas, fundamentadas na Manutenção Produtiva Total (TPM) [30].

O TPM considera a manutenção uma parte fundamental do processo. De forma a evitar-se imprevistos que prejudiquem o fluxo de produção (por exemplo: acidentes, defeitos e avarias), devem ser efetuadas manutenções regulares. O TPM é usualmente definido pelo aumento da eficácia do equipamento. Com o TPM pretende-se reduzir paragens inesperadas e diminuir o tempo de trabalho [20].

O TPM estabelece como objetivo três metas essenciais:

- Zero Defeitos;
- Zero Avarias;
- Zero Acidentes.

A metodologia TPM foca a importância do plano de manutenção na margem de lucro da empresa, demonstrando que esta não deve ser vista como um custo, mas sim como um investimento. O objetivo da metodologia TPM é conjugar o aumento da eficiência da empresa com a melhoria das condições de trabalho e dos níveis de satisfação que os colaboradores retiram do seu trabalho. Espera-se que a implementação desta metodologia contribua efetivamente para o aumento do MTBF e a diminuição do MTTR [12].

O objetivo básico da manutenção *Lean* é garantir a fiabilidade dos equipamentos. Os objetivos parciais consistem na gestão da carga de trabalho, redução do tempo de paragem dos equipamentos, garantia da eficácia do trabalho, aplicação de práticas que otimizem o trabalho, criação e aplicação de medidas de desempenho, análise de dados relevantes de controlo dos processos e garantia da qualidade do serviço prestado [30].

Para se alcançar um sistema de manutenção *Lean* é necessário integrar a estratégia do TPM com a da Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM).

RCM determina a abordagem de manutenção (preditiva, preventiva ou corretiva) que deve ser seguida. A metodologia utilizada obriga a responder a sete questões sobre o equipamento ou sistema:

- 1 - Quais as funções do sistema/equipamento e os padrões de desempenho associados?

- 2 - Como é que o sistema pode falhar ao realizar essas funções?
- 3 - O que pode causar a falha funcional?
- 4 - O que acontece quando a falha ocorre?
- 5 - Quais são as potenciais consequências da falha?
- 6 - O que pode ser feito para detetar e prevenir a ocorrência da falha?
- 7 - O que deverá ser feito se uma tarefa de manutenção proactiva não puder ser aplicada?

O RCM permite identificar e eliminar o desperdício nas atividades de manutenção. Este sistema obriga a identificar os equipamentos mais críticos e a priorizar as tarefas de manutenção. Só depois é que se efetua o planeamento e a calendarização das atividades de manutenção até todos os recursos disponíveis serem utilizados [31].

Segundo a NP EN 13306 de 2007, manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida. Ainda segundo a mesma norma, a gestão da manutenção são todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos.

Existem vários tipos de manutenção;

- Manutenção corretiva pode ser dividida em dois grupos, nomeadamente manutenção corretiva não planeada e manutenção corretiva planeada. Manutenção corretiva não planeada é a correção da avaria após um problema.
- Manutenção preventiva, que é efetuada com a intenção de reduzir ou evitar a avaria do equipamento. Para isso utiliza-se um plano antecipado, com intervalos de tempo definidos.
- Manutenção preditiva é aquela que aponta para a realização de ajustes nas máquinas ou equipamentos apenas quando elas necessitam, porém sem que elas avariem ou parem, com um acompanhamento direto e constante [32].

A implementação do *Lean* numa empresa só é bem-sucedida se as ferramentas forem bem aplicadas. E os trabalhadores têm de ajudar nessa mudança, têm de ter uma mentalidade para a mudança, virada para o futuro, aceitar novos desafios e melhorar a comunicação com os colegas.

A implementação do *Lean* acabou por ter um impacto positivo, ou seja, reduziram-se custos na manutenção, o tempo de trabalho começou a ser melhor gerido, deixou de haver tempos de espera sem produzir. As próprias máquinas estão à disposição da produção mais tempo, existem poucas paragens [33].

## 2.11. O ciclo PDCA

O método de gestão descrito pelas letras: PDCA, que significa, *PLAN, DO, CHECK, ACT*, é conhecido também como Método de Melhorias PDCA, ciclo PDCA, ciclo de *Shewhart* ou ciclo

de *Deming*.

O primeiro módulo do ciclo PDCA é o expresso pela letra P (Planear). Este módulo é considerado como o mais importante, por ser o início do ciclo, desencadeando todo o processo referente ao ciclo PDCA.

A fase *PLAN* do ciclo PDCA é subdividida em cinco etapas:

1. Identificação do problema;
2. Estabelecer a meta;
3. Análise do fenómeno;
4. Análise do processo (causas);
5. Plano de ação.

A segunda é definida como *DO*, (Executar), onde deverão ser postos em prática, de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização, as metas e objetivos traçados na etapa anterior, e devidamente formalizados num plano de ação. Para que esse módulo apresente a eficiência desejada, o mesmo deve ser dividido em duas etapas principais:

- A etapa de formação;
- A etapa da execução da ação.

Na etapa relativa á formação, a organização deverá efetuar a divulgação do plano a todos os funcionários envolvidos. A segunda etapa da fase *DO* consiste em executar o plano de ação proposto.

O terceiro módulo do ciclo PDCA é definido como a fase de verificação das ações executadas *CHECK* (Verificar) na etapa anterior (*DO*). Esta é considerada como a fase mais importante do ciclo, devendo ser enfatizada pela organização a fim de obter um resultado satisfatório e eficaz no final de cada ciclo.

O ciclo PDCA chega á sua fase final no módulo *ACT*. É nesta fase que se dá a necessidade de se iniciar um dos processos mais importantes, e, atualmente, mais discutidos para uma organização:

- O processo de melhoria contínua.

Tal processo pode ser executado utilizando o método de melhorias PDCA. A partir do momento que uma organização obtém seus padrões de excelência, estes deverão sofrer contínuas mudanças, a fim de melhorá-los cada vez mais, evidenciando o processo de Melhoria Contínua, e mantendo a competitividade associada aqueles padrões [34].

## 2.12. O OEE

Uma condição básica para uma boa gestão industrial é possuir um conjunto de indicadores representativos do desempenho industrial da fábrica com o objetivo de maximizar a operacionalidade e o desempenho dos equipamentos em termos de eficiência e qualidade. O OEE deve ser um indicador relevante em empresas cuja produção dependa principalmente do bom desempenho dos equipamentos [35].

O OEE ou Eficácia Global dos Equipamentos é a ferramenta primária para medir a eficiência

da produção. Pode ser usado para medir a produtividade de uma estação de trabalho, de uma célula, de uma linha ou de uma fábrica inteira.

Este cálculo é muito importante por permitir separar os problemas responsáveis pela quebra mais substancial do OEE e selecionar exatamente esses como prioritários para posterior resolução. O cálculo do OEE engloba três parâmetros operacionais:

- Disponibilidade (Eficiência): É a quantidade de tempo em que um equipamento esteve disponível para trabalhar comparado com a quantidade de tempo em que foi programado para trabalhar.
- Desempenho (ou Performance): É o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para produzir.
- Qualidade: É o número total de peças/horas boas produzidas, comparado com o número total de peças/horas produzidas.

$$\text{OEE} = \text{EFICIÊNCIA} \times \text{PERFORMANCE} \times \text{QUALIDADE}$$

A análise do OEE e da produção de um grupo de máquinas permite identificar o recurso com menor eficiência, possibilitando, desta forma, focalizar os esforços nesses recursos [36].

A metodologia TPM identifica seis grandes categorias de perdas que influenciam o OEE de uma empresa, sendo elas:

- Paragens por avaria;
- Excesso de *Setups* (configurações e mudanças de produto);
- Baixas Cadências
- Micro-paragens
- Perdas no arranque
- Sucata, defeitos e retrabalho

As duas primeiras perdas influenciam diretamente a quantidade de tempo disponível para produção e permitem definir o índice de disponibilidade.

As duas perdas seguintes influenciam diretamente o tempo de ciclo da máquina e constituem o Índice de Performance.

Por fim, as duas últimas perdas indicam a quantidade de tempo perdido a fabricar peças não conformes com as especificações e permitem definir o Índice de Qualidade [37].

Uma vez analisadas as causas das falhas, e para que realmente as falhas sejam erradicadas deve estabelecer-se um plano que contenha contramedidas para as causas das mesmas.

A essa metodologia dá-se o nome de Plano de Ação 5W2H onde o W e H provém dos termos em inglês *What, Why, Who, Where, When, How* e *How Much* cujas traduções são respetivamente O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto Custa.

O segredo está na identificação precisa do tempo em falha, de gargalos, de perdas de velocidade, de anormalidades e produtos fora de especificações. Medindo e registrando o indicador OEE, a equipa de produção diariamente terá um feedback do desempenho atual e é capaz de tomar ações adequadas. Mesmo um pequeno incremento do OEE pode resultar num aumento significativo da produtividade. Medir a eficácia do equipamento de maneira estruturada

é muito importante [36].

## 2.13. Indicadores de manutenção

Os indicadores são dados chave para a tomada de decisão. Os Indicadores são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que queremos controlar. A manutenção é vista atualmente pelas empresas que têm as melhores práticas, como uma atividade que deve proporcionar redução nos custos de produção ou serviços. Para tal, a manutenção deve estar ciente:

- 1 - Da importância seu papel;
- 2 - Do que a organização necessita dela;
- 3 - Do desempenho dessa atividade nos concorrentes;

Para isso, é importante procurar o que fazem as empresas de sucesso; procurar encontrar, tanto para os processos como para funções, o que há de "melhor nos melhores". Esse processo é a essência do *benchmarking*, que pode ser definido do seguinte modo:

"*Benchmarking*" é o processo de melhoria da performance pela contínua identificação, compreensão e adaptação de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações.

É preciso muito cuidado com duas armadilhas que envolvem a questão de definição e acompanhamento de indicadores:

- Os indicadores devem acompanhar a performance da manutenção nos seus processos principais e não aspetos particulares;
- É melhor ter poucos indicadores importantes e acompanhá-los bem...;

A importância dos indicadores é aceite por todos os responsáveis e pessoal de supervisão da manutenção. O que se espera é que se passe da intenção para a prática, ou seja [38]:

- Definir os indicadores mais importantes;
- Estabelecer as metas a serem alcançadas;
- Fazer uma ampla divulgação para toda a estrutura de manutenção;
- Montar um painel para acompanhamento em local visível a todos;
- Manter os gráficos atualizados;
- Adotar ações corretivas necessárias.

## 2.14. SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*), é uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e tem como principal objetivo o de redução do tempo de *setup* de máquinas ou de linhas de produções. A metodologia que pode ser traduzida por troca rápida de ferramenta em um dígito de minuto. Propõe que os *setups* sejam realizados

em até 10 minutos, tempo possível de ser atingido a partir da racionalização das tarefas realizadas pelo operador da máquina. O tempo despendido é originado pelas operações realizadas de preparação ou ajuste, antes e depois do processamento de um determinado produto.

A adaptação desta técnica à construção pode ser aplicada no desenvolvimento de processos de substituição otimizados de equipas de trabalho [39].

## 2.15. Conclusões do capítulo

Na análise efetuada à indústria portuguesa da construção civil, foi possível observar que esta se encontra a ultrapassar uma crise económica, de insuficiência da procura e de baixos lucros. Logo será de todo o interesse otimizar processos que levem a um aumento de lucros.

A abordagem ao estado de conhecimento do *Lean*, apresentando-se extensa e de entendimento diverso, integra a evolução ocorrida desde o final da II Guerra Mundial até à atualidade, permitindo verificar as derivações e complexidades encontradas nos caminhos percorridos na procura da melhoria contínua dos sistemas de gestão, com particular enfoque na indústria e na construção civil pesada. A filosofia *Lean* e a referência ao *Lean Construction* permite focar as ferramentas *Lean* relevantes nesta investigação e as técnicas de redução de desperdícios na construção civil, tendo sido identificados os sete principais tipos de desperdícios de um processo de produção, sendo eles a sobreprodução, espera, transporte, inventários, excesso de procedimentos, movimentos e defeitos.

A busca da excelência na aplicação das diversas metodologias é traduzida em avaliações concretizadas pela adoção de indicadores-chave de desempenho, que irão ser sempre definidos e ajustados às condições reais de aplicação.

Esta pesquisa visa confirmar os seguintes objetivos:

- Determinar a implementação ideal do *Lean*;
- Identificar a fonte de desperdícios classificados na indústria da construção;
- Examinar as perceções gerais da indústria da construção com os princípios *Lean* na construção de novas práticas;
- Eliminação de desperdícios;
- Examinar a relação entre a construção *Lean* e os programas de melhoria de desempenho em construção;
- Analisar as características dos programas de melhoria de desempenho do sucesso;
- Desenvolver um modelo que identifica três elementos essenciais: o tempo gasto na melhoria, as habilidades e mecanismos de melhoria e perspetiva e metas de melhoria.

Como síntese desta pesquisa conclui-se que vale a pena continuar a utilizar e a aprofundar as técnicas *Lean*.

# Capítulo 3

## Estratégia de implementação

Neste capítulo é apresentado o modelo de implementação do programa *Lean* e as fases para a sua implementação em empresas de construção civil desde a preparação ao fecho. Neste modelo é sugerida a lista de ferramentas a aplicar por área/departamento bem como os responsáveis que devem participar no processo de implementação. Este capítulo faz também a apresentação teórica das ferramentas, apresentando os conceitos e os objetivos das mesmas na implementação do programa *Lean* nas empresas de construção civil. O objetivo é evidenciar que as ferramentas associadas à existência de um sistema *Lean* são um auxílio na organização de Empresas, coordenando melhor o fluxo de produção, gerando ações que criam valor, e tornando os processos mais eficazes e rentáveis.

## 3.1. Implementação de um sistema *Lean* em empresas de construção civil

As empresas de construção civil estão a viver um momento em que precisam de achar caminhos para serem mais competitivas nas suas entregas, custos, qualidade, prazos e atendimento aos clientes. A implementação de um sistema *Lean* é uma oportunidade para os gestores melhorarem as suas técnicas de gestão, com foco na melhoria dos resultados, fazendo mais com menos, procurando a ajuda necessária para fazerem algo novo, utilizando as ferramentas adequadas para mudar.

O modelo de implementação do *Lean* prevê a utilização de ferramentas e técnicas apropriadas a cada fase da obra. Para que se consigam atingir máximo de potencial do programa *Lean* em obra é fundamental que a liderança esteja comprometida com o programa *Lean*, pois, permite manter a equipa focada nos objetivos traçados para cada atividade *Lean* e no comprometimento de todos com as ações delineadas, sempre com o foco na redução e eliminação dos desperdícios inerentes aos processos da empresa através da utilização de ferramentas que os tornem visíveis.

### 3.1.1. Modelo de implementação.

O modelo é composto por 3 fases, apresentadas na Figura 3.

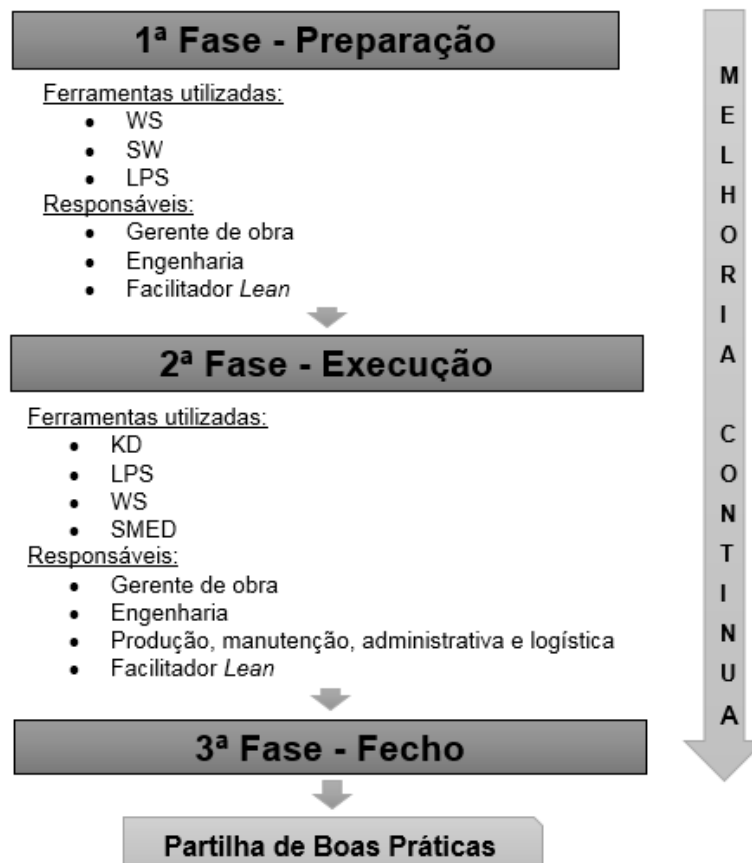


Figura 3 - Modelo de implementação.

### **1ª Fase – Preparação**

A primeira fase deverá ser realizada até 2 meses antes da montagem do estaleiro, onde serão definidas as responsabilidades na gestão da obra, com a preparação e treino da equipa nos conceitos e ferramentas *Lean*. Faz-se a seleção dos WS de melhoria, avaliando e definindo as atividades com maior impacto a serem melhoradas incluindo o potencial de ganho. Define-se o *layout* do estaleiro, identificando as diversas áreas e os caminhos de circulação de estaleiro por forma a facilitar a logística de transporte dos recursos. Na sala *Lean*, definem-se os KPI's e monta-se a sala com as informações requeridas. Por último, o LPS do programa *Lean* estabelecendo-se o plano de implementação.

### **2ª Fase - Execução**

A segunda fase durará os meses de execução da obra. Aqui dá-se a implementação de *Kaizen* diário entre o gerente de obra e os responsáveis das diversas áreas, entre os responsáveis de área e os encarregados e por último entre os encarregados e as suas equipas, avaliando os ganhos conquistados, os resultados de avaliação do grau de implementação do programa, os planos de ações de melhoria, e as boas práticas implementadas. Realiza-se o LPS, definindo o planeamento e o controlo da produção. São realizadas ações de acolhimento das equipas antes da realização dos WS, realizando também WS de melhoria nas áreas de manutenção (rampa; camião de lubrificação; manutenção autónoma), área da logística (transporte de recursos; armazém/stocks), área administrativa (gestão de rotinas) e na área de produção (atividades definidas na fase de preparação). Nesta fase dá-se o contrato entre as áreas manutenção/produção com o objetivo de melhorar o planeamento da manutenção dos equipamentos, para que a manutenção seja feita de forma mais eficiente e sem prejudicar o trabalho da produção e entre as áreas armazém/manutenção com o objetivo de garantir o alinhamento entre as necessidades da manutenção e a disponibilidade de componentes do armazém, para que ao armazém não coloque em risco o trabalho da equipa de manutenção.

A monitorização através do envio de relatório semanal e auditoria de análise frequente à estabilidade dos WS desenvolvidos, é uma ação que acompanha sempre esta fase.

### **3ª Fase - Fecho**

A fase de fecho dá-se a cerca de 2 meses do *términus* da obra e seguintes, e é onde se apuram os resultados obtidos. Aqui, como *inputs* temos os ganhos conquistados, os resultados de avaliação do grau de implementação do programa, os planos de ações de melhoria. A recolha e partilha de boas práticas ou lições aprendidas ao longo do projeto permite desenvolver o capital humano e manter o conhecimento *Know-how* na empresa. Quando aos *outputs*, temos a partilha de boas práticas para novas obras, o conhecimento da filosofia *Lean* e uma cultura de combate ao desperdício. Devem-se igualmente implementar programas de reconhecimento das melhorias conquistadas e um programa de comunicação.

No processo de implementação do *Lean* existem três grandes intervenientes, os

facilitadores, os líderes de áreas de obra, e as equipas, todos eles com o seu papel bastante importante.

**Facilitador – Coordenador *Lean*:**

- Apoio aos líderes de áreas de obra na definição das fases de implementação *Lean*;
- Assegurar a realização, acompanhamento e controlo das atividades *Lean* realizadas pela organização de acordo com o planeado;
- Prosseguir e monitorizar os objetivos definidos em cada WS definidos pela obra e/ou pelo mercado;
- Acompanhamento das fases de implementação *Lean* (ações implementadas);
- Treino dos líderes de equipa nas ferramentas *Lean* e assegurar a realização do plano de formação *Lean*;
- Manutenção do espaço de controlo da missão;
- Gestão das reuniões de acompanhamento de projeto;
- Divulgação de boas práticas obtidas pelas equipas de trabalho.

**Líderes de áreas de obra:**

- Definição das fases de implementação *Lean*;
- Implementação do plano *Lean*;
- Atualização do espaço de controlo da missão relativo à sua equipa/projetos;
- Envolvimento dos colaboradores na implementação;
- Participação nas reuniões de gestão de projeto. (As responsabilidades serão definidas no espaço para controlo da missão).

**Equipas:**

- Participação nas atividades de *Lean*;
- Sugestão de melhorias.

## **3.2. Ferramentas *Lean* a implementar em obra**

A implementação e a sustentabilidade de um sistema de gestão *Lean* vai além da identificação e redução de desperdícios. Não podemos ver o *Lean* como uma caixa de ferramentas para a produção somente. No estudo de caso são implementadas algumas das ferramentas do sistema *Lean*, que serão descritas abaixo, sendo estas instrumentos utilizados para implementação de um sistema *Lean*, que ditam como seguir os seus princípios. As ferramentas subseqüentes são instrumentos utilizados para implementação de um sistema *Lean* que ditam como seguir os seus princípios.

### 3.2.1. *Workshop Standard.*

Os WS permite uma Implementação rápida das melhorias, fazendo a mudança acontecer através das pessoas. Os WS encorajam um ritmo estável de mudança e o “aprender fazendo”.

#### **Características de um WS Lean:**

- Trabalho de equipa;
- Foco num assunto a melhorar;
- Um objetivo claro a atingir;
- Duração limitada;
- Realizado no espaço *Gemba* (On-the-Job);
- Metodologia *Standard* (A3 de WS);
- Prática da melhoria para criação de hábitos de eliminação desperdício;
- Obtenção de resultados com soluções de baixo custo;
- Rapidez na implementação;
- Seguimento de resultados e benefícios.
- Lições aprendidas quando as metas do WS foram atingidas e comunicação das boas práticas à organização.

#### **Principais Etapas de um WS Lean:**

- Preparação do WS:
  - *Checklist* de atividades
  - Planeamento do WS
  - Convocatórias
  - Reunião com o líder do WS e definição dos objetivos
  - Preparação do A3
- Execução do WS:
  1. Definição das atividades
  2. Formação
  3. Análise da situação atual
  4. Soluções
  5. Medição
  6. Controle
  7. Apresentação resultados
- Monitorização do WS:
  - Auditoria de estabilização do WS

#### **Passos para a execução de um WS:**

- Passo 1 - Clarificar os objetivos.
- Passo 2 – Formação.
- Passo 3 - Análise da situação atual.
- Passo 4 - Soluções.
- Passo 5 - Implementação e medição.
- Passo 6 - Controlo.
- Passo 7 - Apresentação dos resultados.

Os WS Lean devem ser acompanhados através do relatório A3 (Figura 4), que ajuda a simplificar, obter consenso e normalizar o processo de melhoria, permitindo verificar a eficácia do processo de melhoria e guardar o conhecimento organizacional.

O relatório A3 é constituído por 9 etapas normalizadas:

- Preparação: etapas 1 a 3;
- Desenho de soluções: etapas 4 a 6;
- Seguimento Implementação: etapas 7 a 9.

**Etapas do relatório A3:**

<b>A3</b>		Data de inicio:
Titulo:		Data de atualização:
Tipo de Evento:		Data de hoje:
		Data de fim do evento:
1. Clarificar os objetivos	4. Analisar diferenças e causas	7. Atualizar plano de ações
2. Observar realidade inicial	5. Desenhar soluções	8. Confirmar metas
3. Fixar metas	6. Testar soluções	9. Lições aprendidas
Dono do Processo:	Equipa de trabalho:	Responsáveis:

Figura 4 - Relatório A3

**3.2.2. Desenho do estaleiro.**

Na disposição dos meios e instalações que integram o estaleiro de obra deve-se ter em consideração alguns princípios *Lean* que permitem a minimização do desperdício.

A localização dos meios e instalações dentro do estaleiro deve permitir:

- Minimizar as distâncias a percorrer em obra, pelas pessoas, materiais e máquinas;

- Minimizar o número de operações de carga, descarga e transporte dentro de obra;
- Realizar os percursos referidos anteriormente em boas condições;
- Minimizar o número de montagens e desmontagens implícitas aos ajustes que acompanham as várias fases de execução da obra;
- Flexibilizar os espaços de trabalho para permitir a alteração em face do faseamento da obra;
- Isolar as áreas sociais do estaleiro, tendo em consideração o conforto e a segurança;
- Posicionar as áreas de controlo e estacionamento junto às entradas para a obra;
- Garantir a segurança dos trabalhadores e restantes utilizadores do estaleiro.

De forma a conciliar as boas práticas acima referidas, existe um conjunto de etapas sequenciais que devem ser seguidas:

- Seleção de infraestruturas e meios a instalar;
- Atribuição de áreas, tipo de construção (coberto, coberto com estrado, armazém, máquina, armazém ao ar livre) e forma geométrica a cada grupo de infraestrutura;
- Implantação física à escala das áreas definidas no passo anterior sobre planta de implantação da obra, seguindo uma ordem sucessiva de importância;
- Selecionar melhor opção.

### 3.2.3. Sala Lean.

A sala *Lean* é o local do estaleiro onde estão todos os dados que permitam realizar a gestão à vista da obra, incluindo o controlo do programa *Lean*, permitindo seguir todas as atividades de uma forma rápida e visual.

A sala *Lean* tem como objetivos permitir:

- A monitorização visual das várias atividades do programa *Lean* e das várias áreas da Obra;
- A antecipação de problemas;
- O planeamento visual das atividades;
- A normalização das atividades com gestão visual;
- O acompanhamento de problemas, tarefas, entregáveis e equipamentos de uma forma visual.

Vantagens de utilização da sala *Lean* por tipo de utilizador:

- Diretores de obra - Permite ter a informação relevante sempre disponível;
- Equipa de projeto - Permite minimizar o número de relatórios e apresentações para os diferentes *Stakeholders*;
- Líderes de equipas - Permite acompanhar melhor as atividades, minimizando o tempo de reação aos problemas.

#### Principais elementos da sala *Lean*:

- Objetivos da obra em cada área;
- A3 programa *Lean* & indicadores;
- Programa de trabalhos, que inclui a implementação do programa *Lean*;
- A3 de WS;
- Reuniões de projeto (agenda e mapa de presenças);
- Plano de ações semanal (anexo A.1.);
- Indicadores de gestão da obra;
- Planta da obra e acompanhamento físico das diversas atividades;
- Outros elementos necessários para a gestão da obra.

#### **Objetivos:**

- Descrição:
  - Quadro com os principais objetivos das diversas áreas da obra e seus responsáveis.
- Ferramentas:
  - Indicador do objetivo da obra em cada área e sua tradução em objetivos locais.
- Funcionamento:
  - A avaliação dos objetivos da empresa e desdobramento dos mesmos para objetivos locais é feita anualmente e revista a 3 meses;
  - Os objetivos da empresa são dados e acompanhados em reuniões da administração;
  - O desdobramento dos objetivos da empresa é feito e acompanhado em reuniões da gestão;
  - Deve ser consultado nas reuniões de acompanhamento.

#### **A3 do programa *Lean* da obra e indicadores:**

- Descrição:
  - Quadro para seguimento dos indicadores de projeto e publicação do A3 global do programa *Lean* em obra.
- Ferramentas:
  - A3 do programa *Lean* da obra;
  - Indicadores do projeto.
- Funcionamento:
  - O A3 do programa *Lean* da obra é atualizado mensalmente pelo líder de projeto, para a reunião de acompanhamento;
  - Os indicadores são introduzidos após o arranque de cada subprojecto;
  - A atualização dos indicadores é semanal, feita manualmente antes da reunião de projeto por cada líder interno do WS.

### **Planeamento Colaborativo:**

- Descrição:
  - Quadro com cronograma de projeto definido na fase de planeamento e dividido em subprojectos.
  - Para cada subprojecto são definidos os WS e a sua localização no tempo.
- Ferramentas:
  - Programa de trabalhos da obra.
  - Implementação do programa *Lean* na obra
- Funcionamento:
  - O plano de projeto está detalhado conforme as 3 grandes etapas do A3 de cada WS (preparação, dias intensivos, seguimento);
  - Cada WS deve ter um líder identificado;
  - No arranque de cada semana, é identificada a semana atual;
  - O líder de projeto atualiza a verde todas as atividades realizadas na semana anterior de acordo com o planeado no cronograma e a vermelho todas as atividades planeadas que não foram efetivamente realizadas;
  - Consultado nas reuniões de acompanhamento, podendo ser revisto a cada trimestre.

### **A3 dos WS:**

- Descrição:
  - A3 dos WS
- Ferramentas:
  - Um A3 por cada WS.
- Funcionamento:
  - Durante o WS, são registadas atualizações às caixas do A3;
  - No final de cada WS realizado, o respetivo A3 é atualizado informaticamente;
  - Mensalmente, antes da reunião de acompanhamento o A3 é impresso e afixado na sala *Lean*;
  - Cada A3 deve ser representado por uma cor diferente, para ligar visualmente ações do plano de ações ao WS respetivo.

### **Reuniões de Projeto:**

- Descrição:
  - Quadro para gestão das reuniões semanais de projeto e mensais de acompanhamento;
- Ferramentas:

- Registo de presenças das reuniões;
- Norma das reuniões e regras de equipa.
- Funcionamento:
  - Em cada reunião, são registados a verde as presenças dos elementos à hora de arranque são registados a cor vermelha todos os elementos ausentes ou com atraso;
  - A agenda da reunião é destacável do quadro, para permitir a sua utilização durante a reunião.

### **Agenda de Reuniões**

- Descrição:
  - Agenda de reuniões frequentes e normas de equipa.
- Ferramentas:
  - Normas de equipa e de agendas das reuniões.
- Funcionamento:
  - Líder da reunião: líder de projeto;
  - Dia e hora fixos para a reunião semanal – facilita a gestão de agendas de toda a equipa;
  - Duração controlada e limitada. Todos os temas de projeto que não estejam contemplados no âmbito da reunião são tratados num fórum diferente da reunião;
  - *Timings* definidos para cada ponto da agenda, de forma a marcar o ritmo e disciplina da reunião;

### **Plano de Ações Semanal:**

- Descrição:
  - Quadro de gestão das ações em curso e visibilidade das iniciativas de projeto da semana.
- Ferramentas:
  - PDCA para cada elemento da equipa de projeto, representado no quadro por fotografia e nome;
  - Planeamento semanal das iniciativas de projeto da semana (WS, visitas, auditorias).
- Funcionamento:
  - Durante a semana, cada elemento da equipa carrega no quadro novas tarefas e é responsável pela sua atualização;
  - As tarefas concluídas são retiradas do quadro durante a reunião semanal de projeto;
  - O planeamento semanal é alimentado pelo cronograma de projeto;
  - O líder de projeto utiliza o quadro para seguimento.

### **Planta da Obra:**

- Descrição:
  - *Layout* das principais áreas de intervenção física da obra por frente de trabalho.
- Ferramentas:
  - Desenho 2D da planta da obra.
- Funcionamento:
  - Utilizado durante a reunião sempre que há necessidade de referenciar uma zona da obra, para um rápido entendimento de toda a equipa;
  - Utilizado para sinalizar alterações de *layout* ou introdução de novos elementos;
  - Utilizado para sinalizar o andamento físico da realização dos trabalhos.

### **Matriz de Responsabilidades:**

- Descrição:
  - Matriz com a identificação das responsabilidades/funções de cada elemento da equipa (Tabela 1). Identifica, também, a política de substituições/delegações, em períodos de ausência, tais como liberações, férias ou outras.
- Elementos:
  - Matriz com os membros da equipa e suas responsabilidades/funções.
- Funcionamento:
  - No início do projeto definir claramente quais as responsabilidades/funções que têm de ser asseguradas pela equipa;
  - Atribuir pelo menos um responsável a cada responsabilidade/função e um substituto;
  - Fazer o levantamento se todos os responsáveis e substitutos possuem as competências necessárias para a realização das tarefas que lhes foram atribuídas;
  - Se necessário, fazer um plano de treino.

Tabela 1 - Matriz de responsabilidades.

Funções	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Tarefa A	○	●			
Tarefa B		○		●	
Tarefa C		○		●	
Tarefa D	○		●		
Tarefa E	●		○		
Tarefa F		○			●
Tarefa G	●		○		
Tarefa H	●		○		
Tarefa I		●		○	
Tarefa j		●			○

**Legenda:** Principal ● Substituto ○

#### 3.2.4. Kaizen Diário – Quadros de equipa e reuniões.

O KD estabelece o hábito das reuniões de equipa (anexo A.2.):

- Focalizadas no planeamento, indicadores e ações de melhoria;
- De curta duração;
- Com suporte visual;
- Com frequência estabelecida.

O KD tem como objetivos:

- Melhorar a organização operacional das equipas;
- Capacitar equipas naturais para a melhoria contínua do seu trabalho;
- Melhorar a motivação de colaboradores;
- Melhorar as métricas chave do trabalho das equipas (qualidade, produtividade, serviço, motivação).

Vantagens de aplicação do KD por tipo de utilizador:

- Equipa natural – Melhor desempenho e motivação da equipa;
- Líder da equipa natural – Maior facilidade na gestão da equipa, pois a informação é disponibilizada de forma visual e centralizada;
- Clientes internos e externos – Melhor output da equipa.

Principais elementos do KD:

- Reuniões de equipa;
- Quadros de equipa.

O quadro de equipa deve conter toda a informação necessária à gestão e comunicação eficaz dentro da equipa, servindo de suporte a reuniões de equipa normalizadas. O quadro de equipa deve ser entendido como uma ferramenta de trabalho do dia-a-dia, puramente operacional, e não como um elemento complexo de gestão, sem efeito prático na rotina da equipa.

Os principais elementos dos quadros de KD são:

- Indicadores de equipa;
- Plano de trabalho;
- Plano de ações (PDCA visual);
- Presenças;
- Norma;
- Outros.

### **Indicadores:**

Os Indicadores de equipa devem refletir as necessidades do cliente direto, proporcionar informação reativa e proativa sobre a performance da equipa, antecipando problemas e identificando oportunidades de melhoria.

Principais tipos de indicadores:

- Indicadores de produtividade (eficiência): medem a proporção de recursos consumidos com relação às saídas (resultados) dos processos;
- Indicadores de qualidade (eficácia): focam as medidas de satisfação dos utilizadores e as características do produto/serviço;
- Indicadores de capacidade: medem a capacidade instalada vs. carga de trabalho;
- Indicadores da moral e motivação da equipa: medem o grau de compromisso e satisfação da equipa.

Requisitos dos indicadores:

- Disponibilidade: facilidade de acesso e tratamento dos dados.
- Simplicidade: facilidade de ser compreendido.
- Estabilidade: permanência no tempo, permitindo a formação de histórico.
- Rastreabilidade: identificação da origem dos dados, seu registo e manutenção.
- Representatividade: indicadores relevantes e abrangentes para a equipa.

### Representação dos indicadores:

- Todos os indicadores têm que ter um objetivo associado que deve ser redefinido sempre que se justifique.
- De modo a facilitar a análise dos indicadores em equipa, estes devem ser representados preferencialmente sob a forma de gráfico com recurso à Gestão Visual, como, por exemplo, código de cores associado a um semáforo (comparação com o objetivo ou com valores de histórico), gráfico de barras com evolução, gráfico circular com repartição por categoria, etc.

### Plano de trabalho:

- O plano de trabalho é uma ferramenta que permite nivelar a carga de trabalho, gerir o nível de serviço ao cliente e aumentar a flexibilidade da equipa.
- O horizonte temporal e o detalhe das atividades planeadas depende do tipo de trabalho e deve ser alvo de estudo da equipa.
- O plano de trabalho deve ter um suporte físico e estar visível para todos no quadro de equipa. Deve ainda usar os princípios da gestão visual para representar as ações, o responsável, o *timing* de realização das mesmas, assim como o estado de concretização.
- Enquanto o plano de trabalho de equipa engloba as ações planeadas (periódicas ou pontuais), todas as tarefas que saem fora dos padrões do trabalho operacional da equipa (ações de melhoria ou projetos) devem ser inseridas num plano de ação (PDCA).

### Plano de ações:

- O plano de ações destina-se ao acompanhamento de ações de melhoria e ações corretivas para resolução de problemas detetados.
- Origem das ações
  - As ações podem surgir de quatro origens distintas:
    - Macro plano de melhoria;
    - Análise dos indicadores;
    - Dificuldades na realização do trabalho;
    - Auditorias.
- Qualquer colaborador pode, a qualquer momento, colocar uma ação na área das sugestões.
- Estrutura
  - O plano de ações (Tabela 2) está organizado na forma matricial. As linhas representam os responsáveis e as colunas os diferentes estados de execução de cada ação.

Tabela 2 - Plano de ações PDCA.

PESSOA / DPT	A AGUARDAR PLANEAMENTO	P PLANEADA	D EM EXECUÇÃO	C EM VERIFICAÇÃO	A CONCLUÍDA
A					
B					
C					
D					
...					

- O Plano de ações está dividido em 5 estados:
  - A aguardar planeamento
    - Ideias de melhoria por planear;
    - Problemas que carecem de ação.
  - Planear
    - Planear a execução da melhoria: quem, quando.
  - Executar
    - Implementar a melhoria.
  - Verificar
    - Verificar os resultados obtidos com a implementação da melhoria.
  - Atuar
    - Corrigir desvios;
    - Avaliar impacto;
    - Registrar melhoria;
    - Concluídas.

**Norma da reunião:**

A norma da reunião deve especificar:

- Os participantes;
- O horário para a realização da reunião indicando;
  - A hora de início;
  - A duração que depende da frequência de realização: 5 -15 minutos para uma reunião diária ou  $\leq 1$  hora se para uma reunião semanal.
- A agenda - A existência de uma agenda da reunião facilita o papel do líder de KD, garantindo o cumprimento da duração da reunião e que os tópicos fundamentais

são abordados. Assim, temas fora do âmbito de toda a equipa deverão ser discutidos em privado. A agenda de uma reunião de KD deve sempre incluir:

- Análise do cumprimento do plano de trabalho do ciclo anterior;
- Análise dos indicadores do ciclo de trabalho anterior;
- Planeamento do trabalho para o ciclo seguinte;
- Gestão de ações de melhoria.

#### **Gestão de presenças:**

- O registo de presenças nas reuniões é importante para criar o novo hábito e deve ser preenchido com recurso a gestão visual.
- O critério para marcação de ausências deve ser rigoroso: é considerado ausente quem não está presente à hora marcada para o início.

#### **Matriz de competências, plano de treino e matriz de responsabilidades:**

- A matriz de competências permite identificar o nível de conhecimento que cada elemento da equipa possui, relativamente às principais tarefas desempenhadas pela equipa.
- Esta ferramenta permite detetar necessidades de formação dentro das equipas e alimentar o plano de treino.
- O plano de treino permite programar as formações (internas e externas) da equipa e realizar o respetivo acompanhamento.
- Após a realização dos treinos a matriz de competências deve ser atualizada.
- A matriz de responsabilidades identifica as responsabilidades/funções de cada elemento da equipa. Identifica, também, a política de substituições / delegações, em períodos de ausência. Cada tarefa deve ter pelo menos um responsável e um substituto.
- Esta matriz permite também alimentar o plano de treino.

#### **Outros Elementos do KD:**

- Além dos elementos referidos, a equipa poderá selecionar outros elementos para colocar no seu quadro de KD.

#### **Quadro novas ideias :**

- Suporte ao PDCA da reunião semanal do Projeto *Lean*;
- Ideias novas colocadas do lado esquerdo;
- Ideias aprovadas colocadas do lado direito superior;
- Ideias rejeitadas colocadas do lado direito inferior;
- Ideias aprovadas podem passar a qualquer momento a ações ou ser rejeitadas.

### ***3.2.5. Organização dos espaços (5S).***

Os 5S's são uma metodologia com origem japonesa, composta por cinco etapas, cujas

palavras iniciam com a letra “S” e tem como base a organização dos espaços de trabalho.

- Os 5S's tem como objetivos:
  - Melhorar a organização dos postos e áreas de trabalho;
  - Aumentar a produtividade;
  - Aumentar a motivação dos colaboradores.
  
- O conceito 5S deriva das expressões japonesas:
  - Seiri (Utilização);
  - Seiton (Ordenação);
  - Seiso (Limpeza);
  - Seiketsu (Normalização);
  - Shitsuke (Autodisciplina).
  
- O principal benefício da metodologia 5S é o aumento de produtividade através da redução do tempo de procura e acessibilidade imediata a material e informação necessários. Como consequência, a prática dos 5S conduz à melhoria da qualidade de serviço, uma maior satisfação dos colaboradores com o trabalho e uma redução de custos e aproveitamento de materiais. Uma vez implementado, o processo 5S para além de melhorar a moral e eficiência do trabalho, pode criar uma impressão muito positiva nos clientes e fornecedores.
  
- A metodologia 5S é aplicável a qualquer ambiente de trabalho, seja físico ou informático, desde pequenas até grandes áreas de trabalho. Em qualquer dos casos, a sequência de procedimentos a seguir de forma a melhorar a organização do local de trabalho é idêntica.
  
- Existe um programa de implementação do 5S na AG e que está em funcionamento. O departamento de qualidade segurança e ambiente gere todo o programa e é responsável pela sua implementação.

### 3.2.6. *Standard Work.*

O *Standard Work* (SW) consiste na melhoria e normalização dos processos de trabalho.

- O objetivo do SW é eliminar *MUDA* e normalizar o trabalho dos colaboradores de modo a:
  - Melhorar o nível de qualidade;
  - Aumentar a produtividade;
  - Aumentar a produção;
  - Resolver gargalos;
  - Melhorar a motivação e a moral dos operadores.

- O foco do SW é:
  - Regularizar o fluxo das tarefas de trabalho;
  - Eliminar *MUDA*;
- Garantir a qualidade;
- Implementar gestão visual normalizada.
- Uma norma é a melhor maneira, mais segura, mais fácil e mais eficaz de fazer determinada tarefa, chegando à melhor coordenação entre o trabalho humano e o trabalho da máquina.

**O SW está estruturado em 5 passos:**

1. Definir objetivos de melhoria:

- Definir o que deve ser melhorado;
- Definir um objetivo e um calendário das ações.
- O objetivo deve ser SMART:
  - Simples
  - Mensurável
  - Atrativo
  - Realista
  - Tempo Limite

2. Estudar o trabalho:

- Medição de tempos e observação de *MUDA*.

3. Melhorar o trabalho:

- Definir ações de melhoria;
- Testar soluções;
- Implementar as soluções definidas.

4. Normalizar o trabalho:

- Criar normas visuais.

5. Consolidar o trabalho:

- Elaborar um plano de treino;
- Treinar os operadores segundo as novas normas.

Uma Norma é a maneira mais fácil, simples e segura de realizar uma tarefa.

- Os objetivos da normalização são permitir:
  - Ter uma base para treino;
  - Preservar o conhecimento;
  - Garantir estabilidade nos processos e procedimentos;

- Prevenir erros e recorrências;
  - Dar Linhas de orientação que permitem delegação de tarefas;
  - Ter uma base para auditorias e diagnósticos.
- Características de uma norma *Lean*:
    - Visual – Recorre a imagens;
    - Simples – Fácil compreensão;
    - Única – Em cada momento só existe uma norma para uma tarefa, que é a melhor maneira, conhecida até ao momento, de realizar a tarefa;
    - Acessível – Disponível no ponto de uso;
    - Objetiva – Específica de uma tarefa específica.
- Ciclo da normalização: *SDCA*
    - S (de “*Standard*” ou padrão) - estabelecimento de objetivos e procedimentos operacionais padrão (Normas);
    - D (“Do”) - treino e supervisão do trabalho, avaliação para saber se todas as normas estão a ser cumpridas na execução das tarefas;
    - C (“Check”) - verificação da execução das normas, e avaliar se o objetivo foi ou não alcançado;
    - A (“Act”) - caso o objetivo não tenha sido atingido, adotar ações corretivas, removendo os sintomas e agindo nas causas.

### 3.2.7. Resolução de problemas (*Kobetsu Kaizen* e 3C).

Os objetivos da resolução estruturada de problemas podem ser de variadíssimas ordens e geralmente designam-se por objetivos PQCDSM uma vez que podem ter como finalidade:

- P - Aumentar a produtividade (*Productivity*);
- Q - Alcançar zero defeitos de qualidade (*Quality*);
- C - Reduzir os custos (*Cost*);
- D - Melhorar o serviço (*Delivery*);
- S - Atingir zero defeitos na segurança (*Safety*);
- M - Melhorar a moral/motivação (*Motivation*) dos colaboradores.

O *Kobetsu Kaizen* e o 3C são duas ferramentas de resolução estruturada de problemas. O 3C é uma ferramenta para resolução rápida e eficaz de problemas simples. O *Kobetsu Kaizen* é geralmente utilizado para problemas mais complexos.

#### **Kobetsu Kaizen:**

O *Kobetsu KAIZEN* é uma metodologia que nos permite fazer uma resolução estruturada de problemas, seguindo 8 passos:

1. Seleção do problema;
2. Descrição do problema;
3. Definição do objetivo;
4. Análise das causas;
5. Desenho da solução;
6. Verificação da solução;
7. Normalização;
8. Comunicação e multiplicação.

### **1. Seleção do problema:**

Para a seleção do problema, devemos analisar os dados sobre as principais perdas e definir quais os problemas prioritários, tendo em consideração diversos fatores:

- Quais os problemas que nos provocam maiores dificuldades no dia-a-dia?
- Quais os problemas que mais afetam o cliente?
- O que provoca problemas no processo seguinte?
- Quais os problemas que mais dificultam que os objetivos da empresa sejam atingidos?
- Quais os problemas que podem ser provocados por inexistência de norma ou por falta de cumprimento desta?
- Quais os problemas que também afetam outras áreas ou mesmo outras obras?

Para esta análise, podem utilizar-se diagramas de Pareto. O diagrama de Pareto (Figura 5) é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo identificar qual a prioridade dos problemas. Esta representação permite uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. Este diagrama tem como base o Princípio de Pareto que refere que um pequeno número de causas (geralmente 20%) é responsável pela maioria dos problemas (geralmente 80%).

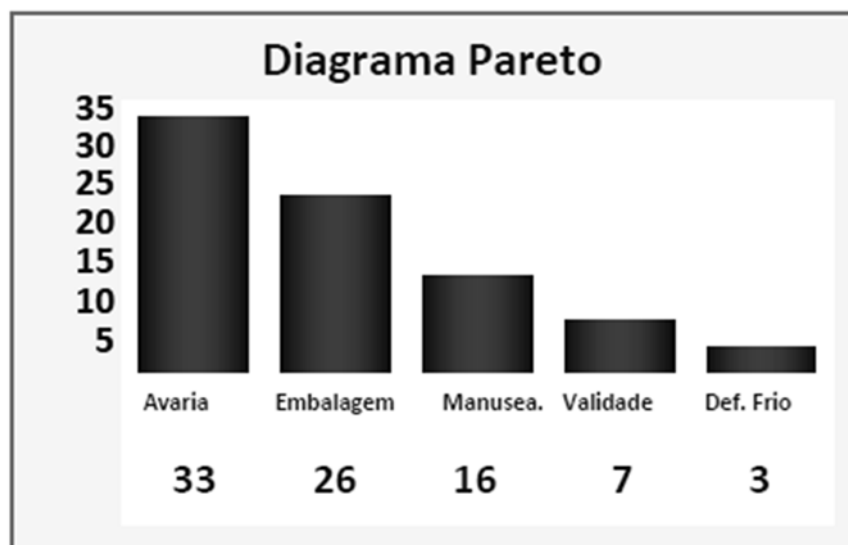


Figura 5 - Diagrama de Pareto

## **2.Descrição do problema:**

Nesta segunda etapa deve-se descrever o problema selecionado no passo anterior. Para isso pode-se utilizar a análise 5W2H, que consiste em responder às seguintes perguntas:

- O quê? (*What?*) – Refere-se ao tema do problema e deve ser bem específico;
- Quando? (*When?*) – Refere-se à tendência da ocorrência do problema (contínua / em fases) e ao tempo em que ocorre (no arranque / durante o processo);
- Onde? (*Where?*) – Refere-se ao local onde ocorre o problema;
- Quem? (*Who?*) – Refere-se a quem lida com o problema;
- Qual? (*Which?*) – diz respeito a indicadores e tendências relacionados com o problema (Qual a tendência / Quais os indicadores associados ao problema?).
- Como? (*How?*) – Refere-se ao modo de ocorrência do problema;
- Quanto? (*How Much?*) – Refere-se à percentagem de ocorrências do problema.

O diagrama de Pareto pode ser também utilizado nesta fase para ajudar a descrever o problema.

## **3.Definição do Objetivo:**

Na terceira etapa é necessário definir quais os objetivos que pretendemos atingir.

Os objetivos devem ser inteligentes (SMART), ou seja:

- Simples: a meta traçada deve ser objetiva e de fácil percepção. Os objetivos generalistas tendem a ser menos eficazes;
- Mensuráveis: numéricos, de forma a ser possível avaliar o sucesso ou insucesso das ações;
- Atrativos: os objetivos devem ser estimulantes e com impacto para o negócio;
- Realistas: os objetivos só são eficazes se forem exequíveis;
- Tempo limite: deve haver um prazo concreto para atingir o objetivo.

A descrição do objetivo deve responder a 3 questões:

- O quê? – Identifica o tema do objetivo a trabalhar
- Quando? – Qual o prazo limite para ser atingido
- Quanto? – Qual o valor a atingir

## **4.Análise de causas:**

Para a análise do problema geralmente utilizam-se duas técnicas em conjunto: o “Diagrama de Ishikawa” e os “5 Porquês”.

O “Diagrama de Ishikawa” ou “Espinha-de-peixe” (Figura 6) é uma ferramenta gráfica utilizada para a análise das causas dos problemas. Este diagrama divide as causas dum problema em categorias. Este diagrama, em muitos casos, divide-se em 5 categorias, conhecidas como 5M:

- Método: a forma como o processo é realizado;

- Matéria-prima: características dos artigos necessários para a realização do processo;
- Mão-de-obra: todas as intervenções humanas na realização do trabalho;
- Máquinas: todos os equipamentos e sistemas utilizados para a realização do trabalho;
- Meio ambiente: características físicas do ambiente de trabalho, bem como a relação entre as pessoas da organização.

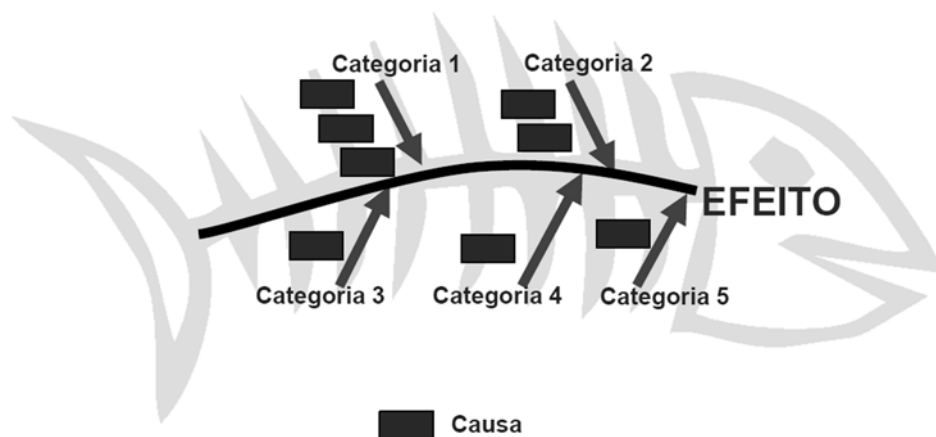


Figura 6 - Diagrama Ishikawa ou “Espinha-de-peixe”.

O “5 Porquês” (Figura 7) é uma técnica para encontrar a causa raiz de um problema. Esta ferramenta é muito versátil, podendo ser aplicada em qualquer área. O princípio é muito simples: ao encontrar um problema, deve-se perguntar 5 vezes o porquê daquele problema, questionando sempre a causa anterior. A Análise dos 5 Porquês é um método simples que geralmente permite obter bons resultados quando utilizado em equipa. Esta técnica é geralmente utilizada conjuntamente com o Diagrama de Ishikawa, para se encontrar as causas raiz das causas (Figura 8) identificadas inicialmente no diagrama.



Figura 7 - 5 Porquês.

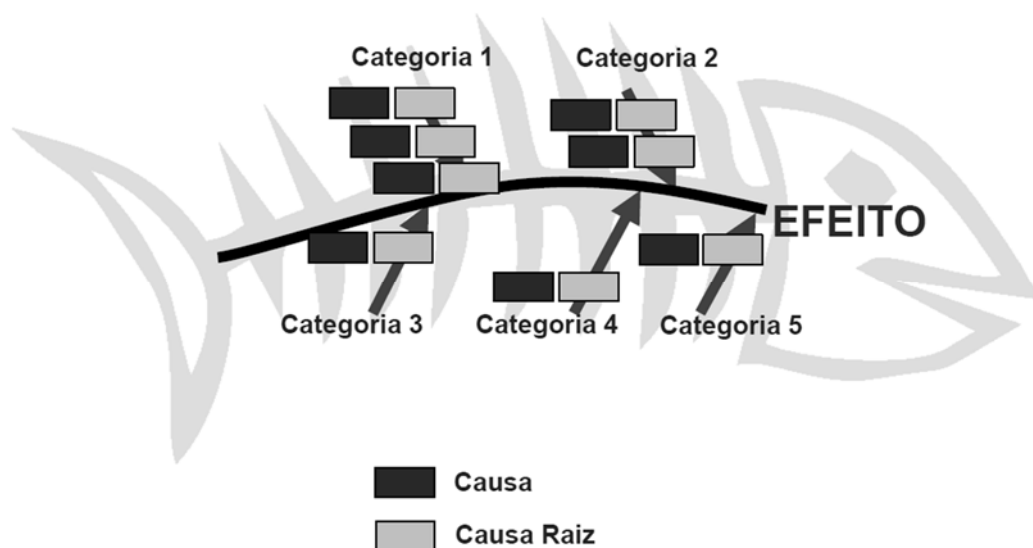


Figura 8 – Diagrama Ishikawa - Causas raiz das causas.

### **5.Desenho da solução:**

Para solucionar o problema eficazmente, é necessário:

- Criar propostas de soluções para as causas raiz (Figura 9);
- Selecionar, de entre as propostas de soluções, aquelas que pareçam mais viáveis e que permitam obter resultados mais significativos, avaliando os custos;
- Definir o plano de ações (Tabela 3) para a implementação das soluções encontradas, atribuindo responsabilidades e definindo prazos;
- Informar todos os intervenientes do processo sobre as ações a implementar e criar normas temporárias.

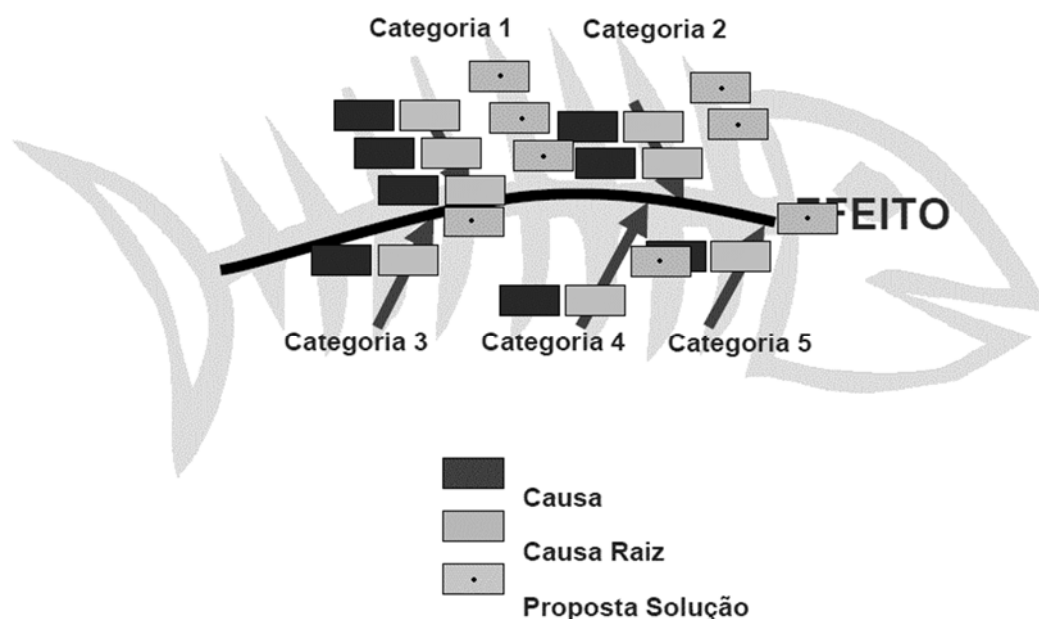


Figura 9 – Diagrama Ishikawa – Proposta de soluções para as causas raiz.

Tabela 3 - Plano de ação do Diagrama Ishikawa.

### **PLANO DE AÇÃO**

Nº	Descrição	Resp.	Data Planeada	Data Executada	PDCA
1					
2					
3					
4					
5					

### **6.Verificação da solução:**

Depois de implementadas as soluções, é necessário verificar se o problema foi resolvido

e se os objetivos foram atingidos.

Para esta verificação é fundamental comparar a situação inicial com a situação atual. Devem ser utilizados indicadores visuais, com o objetivo de disponibilizar a todos os colaboradores a informação relativa à evolução dos indicadores.

Quando não se atingem os objetivos, devemos recomeçar no ponto 2 e seguir novamente os restantes passos do *Kobetsu Kaizen*.

### **7.Normalização:**

Depois de verificada a validade da solução implementada e de se confirmar os bons resultados atingidos, deve-se normalizar as melhorias obtidas. Para a normalização deve-se utilizar o Ciclo SDCA (ciclo da normalização), de forma a manter-se o patamar das melhorias já implementadas.

As normas temporárias criadas no passo 5 (solução do problema) devem ser melhoradas e passarem a definitivas. Deve-se introduzir métodos para controlar a execução dos novos *standards*, como por exemplo as auditorias às normas. Deve ser dada formação e disponibilizar tempo para acompanhar os operadores na execução das novas normas.

### **8.Comunicação e Multiplicação:**

Neste passo são realizadas as atividades de seguimento.

Uma vez criadas as normas, deve-se transmitir essas mesmas normas para outras áreas.

É também importante divulgar a informação a outras obras, uma vez que muitas das melhorias poderão ser aproveitadas.

## **3C**

O 3C (Figura 10) é outra ferramenta de resolução estruturada de problemas e está dividida em 4 etapas:

- Caso: definição do problema a resolver, estudo do desvio que ocorreu em relação à situação esperada. Na definição do problema, devemos ir ao *Gemba*, identificar o *MUDA* (desperdício) e o *MURI* (variabilidade) e recolher dados.
- Causa: analisar as causas do caso no *Gemba* e utilizar ferramentas da qualidade para se encontrar as causas raiz (Diagrama Espinha-de-Peixe, 5 Porquês, ...).
- Contramedida: após análise das causas raiz, elaborar um plano de ações com as contra medidas para eliminar o Caso. O plano de ações deverá especificar a ação, quem é responsável pela ação e o data de conclusão da ação. Não procurar soluções perfeitas – é melhor uma melhoria imperfeita do que a perfeição sempre adiada.
- Verificação: Depois de implementadas as soluções, é necessário verificar se o problema foi resolvido e se os objetivos foram atingidos. Para esta verificação é fundamental comparar a situação inicial com a situação atual. Devem ser utilizados indicadores visuais, com o objetivo de disponibilizar a todos os colaboradores a informação relativa à evolução dos indicadores.

<b>Ferramenta 3C</b>	Tema:	Data:
	Objetivo:	Nome:
1.Caso	2.Causa	
4.Verificação	3. Contramedidas	

Figura 10 - Ferramenta 3C.

### 3.2.8. Planeamento (*Last Planner System*).

O *Last Planner System* (LPS) é um sistema de planeamento e controlo operacional de obras, desenvolvido por pessoas da construção e para pessoas da construção, que gere os relacionamentos, conversações e compromissos assumidos por e entre todos os intervenientes nas obras.

O LPS não sendo uma ferramenta que nasceu na propriedade do pensamento *Lean*, é uma metodologia que incorpora, em si mesma, muitos dos fundamentos e princípios do *Lean*.

O LPS tem como objetivos:

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

O LPS realiza o planeamento em níveis crescentes de detalhe à medida que o prazo de execução se aproxima. Também assume que as equipas podem aprender com as falhas de planeamento, desenvolvendo estratégias para melhorar a sua capacidade de planear com segurança, melhorando o compromisso e a confiabilidade.

O planeamento é geralmente feito a 3 níveis:

- *Pull Plan* (planeamento feito a 3/4 meses)

Cria e acorda a sequência de produção e permite otimizar as tarefas, obedecendo às metas globais do plano geral.

- *Six Weeks Last Planner – Look-Ahead Planning* (planeamento mensal) (p.e.anexo A.3.)

Viabiliza tarefas no período *Look-Ahead* (1 mês) para que possam ser feitas quando

queremos fazê-las – desbloqueamento de constrangimentos aos 7 fluxos: informações de projeto; condições de execução, atividades precedentes, materiais, mão-de-obra, equipamentos e segurança.

- *One Week Last Planner* – Planeamento semanal

Monitoriza a produção e permite a execução de tarefas dentro dos prazos. Avaliação da execução de tarefas e planeamento (%TSC – percentagem de tarefas semanais concluídas).

O *Pull Plan* (planeamento a 3/4 meses) representa uma visão geral que identifica e estabelece o faseamento do projeto e uma estimativa da sua duração. O Planeamento geral inclui marcos ou metas chave para as fases mais relevantes do projeto.

As diferenças entre o plano geral tradicional e o *Pull Plan* são as seguintes:

- O *Pull Plan* (PP) diminui o tempo estimado para as tarefas (através da eliminação de estimativas excessivas);
- O PP simplifica processos e comprime o *Lead Time* das tarefas mais importantes;
- O PP utiliza metade do tempo poupado para criar *buffers* em pontos estratégicos;
- O PP implementa *Project Buffer* no final do caminho crítico (boa prática: buffer = 10-20% *Lead Time* projeto);
- O PP permite controlar o consumo dos *Feeding Buffers* e do *Project Buffer*.

O *Six Weeks Last Plan* (ou *Look-Ahead Planning* – planeamento mensal) serve de elo de ligação entre o planeamento semanal e o planeamento de longo prazo (planeamento a 3/4 meses), na medida em que decompõe as fases em atividades e operações livres de constrangimentos em espera para cada encarregado e respetiva equipa de uma frente de trabalho. As operações são planeadas em conjunto com uma antevisão de 6 semanas do início das tarefas de construção, agrupando as situações em que se verificam interdependências e relações de troca.

O *Six Weeks Last Plan* tem como objetivos:

- Garantir que as tarefas estão terminadas quando necessário;
- Aumentar a segurança do trabalho através da análise do risco;
- Melhorar a fiabilidade no cumprimento de prazos, materiais e equipamento – diminuir o desperdício;
- Permitir uma melhor gestão da carga/capacidade: planeamento de tarefas em função da disponibilidade de um recurso / equipa;
- Melhorar o controlo de macro tarefas planeadas e não planeadas e afetação na gestão de capacidade da equipa;
- Permite também ser usado como matriz de reação e gestão da ocupação da equipa.

O planeamento semanal deriva do planeamento *Six Weeks Last Planner* (planeamento mensal) e fornece o planeamento detalhado do trabalho semanal, especificando as ações que estão prontas a entrar em produção, cuja exequibilidade foi avaliada, e cuja dimensão da equipa

foi otimizada tendo sido estabelecida individualmente, a carga horária. Exige a participação de todos os intervenientes.

O planeamento diário deve ser feito através das reuniões de KD.

O LPS responde às questões:

- O quê? Que atividades e em que quantidades em concreto, vamos fazer na semana?
- Quem? Quem é o responsável por garantir que as atividades vão ser realizadas?
- Quando? Em que dias da semana vamos fazer cada uma das atividades?
- Onde? Em que frente de trabalho (ou local), exatamente?
- Como? Qual a sequência de trabalhos que vamos fazer?
- Com quem? Que pessoas, exatamente, vão fazer cada uma das atividades e quem é a pessoal que fica responsável pela sua concretização?
- Com o quê? Que equipamentos vamos usar e como os vamos gerir?

Quem deve participar no LPS:

- Responsável do projeto (engenheiros de produção, engenheiro de manutenção, QSA e administração);
- Responsáveis de área (encarregados gerais e encarregados de frente);
- Fornecedores e subempreiteiros.

Ao longo de todo o projeto, tem lugar uma reunião semanal de avaliação da execução de tarefas e planeamento (%TSC – percentagem das tarefas semanais concluídas), que envolve os *Last Planners* (últimos planeadores: elementos que, no terreno, “puxam” as atividades – acima identificados). O LPS analisa os seguintes temas:

- O que foi feito! Que atividades e que quantidades fizemos, efetivamente!
- O que não foi feito! O que estava previsto fazer-se e não se fez?
- Qual o valor do indicador %TSC? Qual a percentagem das tarefas semanais concluídas, que prometemos concluir na reunião da semana anterior?
- Quais as razões para o não ter feito o que nos comprometemos a fazer! Quais as origens dos problemas e causas raiz? (5 Porquês)
- O que podíamos ter feito melhor! O que não correu bem e o que aprendemos?
- O que vamos fazer para a próxima semana! Que atividades, em que quantidades, em que dias, quem são os responsáveis (...)?
- O que está previsto fazer nas próximas 6 semanas! Analisar o plano de trabalhos a 6 semanas.
- Quais os constrangimentos ainda existentes! Analisar o plano de trabalhos a 6 semanas.
- Como e quem os vai desbloquear! Analisar o plano de trabalhos a 6 semanas.

A reunião de *Last Planner* é feita no espaço *Obeya* e as métricas de planeamento são

observadas numa base semanal (consumo de *Buffers* e %TSC). O processo de resolução de problemas é seguido numa base semanal de forma a melhorar as duas métricas.

Vantagens da reunião *Last Planner*:

- Garante o compromisso com o objetivo do projeto e atuais requisitos do cliente;
- Fornecedores mais bem preparados pois sabem o que se espera deles;
- Criam-se relações com e entre os *team leaders* dos fornecedores;
- Atenção focada no que realmente pode ser feito;
- Facilita o processo de aprendizagem com base na experiência – juntos melhoramos diariamente;
- Avaliação da execução das tarefas e avaliação das equipas.

### 3.2.9. *SMED (Single Minute Exchange of Die)*.

Metodologia de análise e melhoria do tempo perdido nas mudanças de série de fabrico (ou tempo de *setup*). O método *SMED* pretende reduzir o tempo de perda provocado pela mudança de série ou *setup*;

Um *setup* é o tempo decorrido entre:

- A última unidade conforme da série anterior produzida com a eficiência requerida;
- A primeira unidade conforme da nova série produzida com a eficiência requerida.

A perda provocada pela mudança de série pode não se limitar ao tempo de paragem de máquina, ex.:

- Esvaziamento de depósitos no final de série;
- Arranque;
- Paragens para limpeza.

O *SMED* está estruturado em 5 Passos:

- Estudo do trabalho
- Separação do trabalho interno do trabalho externo;
- Transformação do trabalho interno em trabalho externo;
- Redução do trabalho interno;
- Redução do trabalho externo.

Trabalho interno: tarefas que só podem ser realizadas com o equipamento parado.

Trabalho externo: tarefas que podem ser realizadas com o equipamento a funcionar.

**Passo 1:** Estudo do trabalho

- Registrar e classificar o trabalho, filmando e cronometrando o processo.

**Passo 2:** Separar trabalho interno do trabalho externo

- Identificar e agrupar o trabalho prévio antes da paragem dos equipamentos;
- Identificar e agrupar o trabalho a realizar com máquina parada;
- Identificar e agrupar o trabalho a realizar após paragem.

**Passo 3:** Transformar trabalho interno em trabalho externo

- Identificar soluções que possam transformar trabalho interno em externo (por exemplo: pré-montagens, regulações prévias, ...).

**Passo 4:** Reduzir trabalho interno

- Identificar soluções que possam reduzir o tempo do trabalho interno (por exemplo: eliminar ajustes e afinações, simplificar fixações e apertos, trabalho em paralelo).

**Passo 5:** Reduzir trabalho externo

- Identificar soluções que possam reduzir o tempo do trabalho interno (por exemplo: melhorar logística de suporte, ...).

O *SMED* no contexto da obra pode ser aplicado em diversas situações (por exemplo: Produção – trocas de frente; Manutenção – troca de pneus, rampa de lubrificação (anexo A.4.); ...).

### 3.2.10. Trem Logístico (*Mizusumashi*).

*Mizusumashi* (*Mizu*) é a designação japonesa para os insetos chamados alfaiates (ou aranhas de água). Em ambiente logístico esta designação é utilizada para denominar todos os transportes normalizados existentes.

Com a normalização dos transportes, todas as operações de transporte são concentradas no *Mizu*, ou seja, todo o *MUDA* de transporte é centralizado num ou mais operadores logísticos.

O *Mizu* deve ser implementando quando se pretende:

- Eliminar muda na logística interna;
- Aumentar a produtividade da logística e produção/serviço;
- Assegurar a criação de fluxo dentro da logística e produção;
- Concentrar o desperdício logístico do transporte de materiais;
- Reduzir *stocks* intermédios;
- Reduzir custos de investimento em equipamentos de transporte.

O *Mizu* permite:

- Melhorar a flexibilidade;
- Melhorar a qualidade;
- Melhorar a produtividade da produção/serviços;
- Melhorar a produtividade da logística;

- Aumentar a rentabilidade da organização;
- Reduzir custos;
- Reduzir Lead Time interno.

O *Mizu*:

- Executa um trabalho cíclico e normalizado, efetuando sempre a mesma rota;
- Imprime ritmo de trabalho aos reposidores através do trabalho cíclico;
- Abastece os artigos necessários no local de uso;
- Transporta toda a informação necessária;
- De modo a eliminar viagens em vazio, precisa de capacidade de carga, que poderá ser alcançada usando carros adaptados à carga transportada.

O *Mizu* tem como vantagens:

- Trabalhar como um “Metro” o que impõe um ritmo de trabalho aos operadores da reposição e garante que os materiais são colocados no local certo e tempo previsto;
- Transportar vários carros de uma só vez, diminuindo assim o número de viagens;
- Executar todas as viagens transportando carros cheios ou carros vazios (não faz ciclos em vazio);
- Ser de fácil manuseamento/condução e alta produtividade.

Objetivos do *Mizu* em obra:

- Suprir dificuldades ou ausência de comunicação das frentes de obra;
- Normalizar o fluxo de informação e/ou material entre áreas de suporte e estaleiro ou frente de obra;
- Minimizar arranques de frentes de obra ou interrupção de trabalhos.

Exemplos de aplicação

- Armazém deslocalizado da frente do estaleiro principal de obra;
- Fluxo armazém central do mercado para armazém de obra;
- Fluxo de informação entre frentes de obra e estaleiro de obra (no caso de ausência de comunicações);
- Fluxo de informação ou material entre frentes e estaleiro para evitar saída dos encarregados das frentes de trabalho;
- Para obras com grandes distâncias (exemplo estradas) para transportar água, refeições e evitar pausas excessivas dos trabalhadores (deslocação até cantina ou estaleiro central).

### 3.2.11. Supermercados.

Os supermercados são a infraestrutura de armazenamento necessária para operar um bom fluxo de logística interna (por exemplo entre o estaleiro principal e as frentes de obra).

Um supermercado é uma área de armazenamento que obedece às seguintes regras:

- Fácil acesso para receção e conferência (armazenagem ao nível do chão);
- Permite gestão visual;
- Assegura princípio *First-In-First-Out* (*FIFO* - o item é retirado por ordem de chegada. Desta forma, insere-se um novo item no final da fila e retira-se sempre o item do início).

Características do armazenamento tradicional:

- Má proteção de peças;
- *FIFO* difícil;
- Acesso difícil às peças;
- Armazenamento da mesma peça em diferentes locais (*picking* difícil);
- Risco de quedas de componentes;
- Paradigma da produção em lote.

Caraterísticas do armazenamento em fluxo (Supermercados):

- Boa proteção dos componentes;
- Bom *FIFO*;
- Fácil acesso às peças;
- Não há risco de queda de partes;
- Paradigma da produção em fluxo;
- Localização única para a mesma peça (fácil para criar hábitos de *picking*).

Quando se monta um supermercado é necessário decidir quais as referências que vamos pedir para *stock* e quais as que vamos pedir para consumo.

Características de pedido para *stock*:

Produto disponível para entrega imediata;

Níveis de *stock* bem definidos (anexo A.5.);

Planeamento autónomo: baseado nos níveis de reposição.

Características do pedido para consumo:

- Produto fornecido quando o cliente interno confirma o pedido;
- Quantidade de compra variável;
- Planeamento manual: baseado na disponibilidade dos recursos e tamanho da encomenda;
- Tem prioridade sobre os pedidos para *stock* pois não tem proteção em supermercado.

A decisão do pedido para *stock* ou pedido para consumo baseia-se essencialmente em dois tipos de análise: volume de consumo (Tabela 4) e frequência de consumo.

Tabela 4 - Classificação ABC por volume.

	A	<b>Top de artigos por volume que representam 80% da Procura.</b> Tipicamente poucos itens com grande representatividade.
	B	<b>Top de artigos por volume que representa entre 80% e 95%</b>
	C	<b>Restantes 5% de volume que prefazem o universo de artigos.</b> Tipicamente muitos artigos com baixa representatividade individual.

Análise volume vs frequência

- A classificação por volume muitas vezes não é suficiente para decidir se o artigo será comprado para *stock* ou para encomenda. Os artigos com elevado consumo, mas com muito baixa frequência, são bons candidatos à compra para encomenda.

Classificação ABC por frequência (Tabela 5) e consolidação com análise ABC por volume (Tabela 6):

- Tal como utilizado na análise de volume, uma análise ABC à frequência torna-se crítica, seguindo a mesma metodologia.

Tabela 5 - Classificação ABC por frequência.

Produto	Frequência Mensal	Consumo	ABC Freq	ABC Vol	ABC
AE200590244	15,0	35070	A	A	AA
AE200590245	52,0	9990	A	B	AB
AE200590246	30,0	5189	A	B	AB
AE200590247	9,0	2400	B	B	BB
AE200590248	38,0	1465	A	C	AC
AE200590249	12,0	1610	B	C	BC
AE200590250	8,0	1070	B	C	BC
AE200590251	5,0	27342	C	A	CA
AE200590252	3,0	3345	C	B	CB
AE200590253	4,0	1465	C	C	CC
AE200590254	0,3	840	C	C	CC

Tabela 6 - Consolidação com análise ABC por volume.

	A	B	C
A	Stock	Stock	Encomenda
B	Stock	Stock/ Encomenda	Encomenda
C	Encomenda	Encomenda	Encomenda

Para a decisão de colocar as referências em *stock* ou não podem ser utilizados outros critérios complementares (componentes críticos, ...).

Para as referências com pedido para *stock* é necessário definir o sistema de encomenda, devendo ter como base o sistema *Kanban* (palavra japonesa para cartão).

Um *Kanban* é um documento que representa uma ordem de encomenda para um Fornecedor.

A informação básica presente no *Kanban* interno é:

- Identificação (e código) do material;
- Identificação do cliente;
- Identificação do fornecedor;
- Quantidade a ser reabastecida.

O *Kanban* (Figura 11) é uma parte do ciclo (ou sistema) *Kanban*;

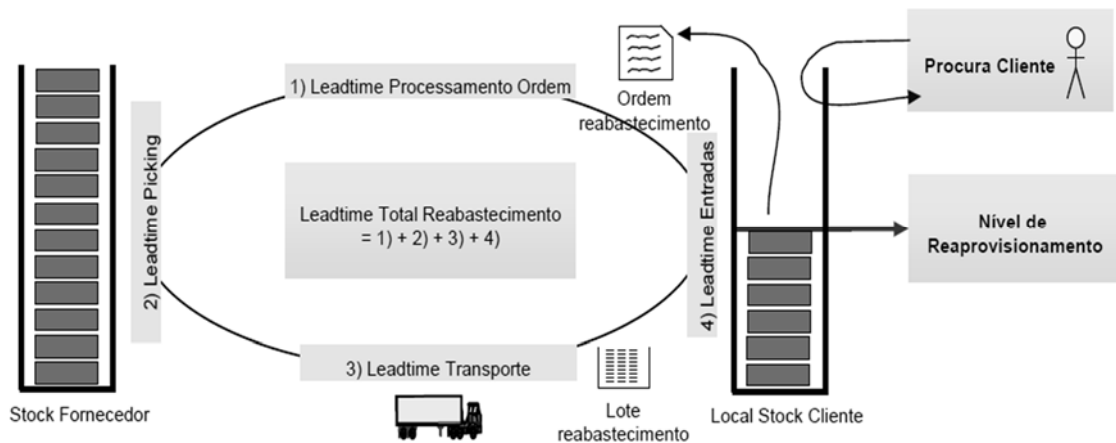


Figura 11 - Sistema *Kanban*.

Principais etapas do ciclo *Kanban*:

- O ciclo inicia no local de *stock* do cliente;
- O componente está disponível para entrega imediata ao cliente;
- O componente tem que ser reabastecido quando o *stock* atinge o nível de reaprovisionamento.

**Nível de reaprovisionamento** = *Lead Time* procura durante reabastecimento + *Stock* segurança

**Stock segurança** = Variação da procura + Variação do *Lead Time*

### 3.2.12. Contrato Produção-Manutenção.

O contrato produção-manutenção tem como objetivo melhorar o planeamento da manutenção dos equipamentos, para que a manutenção seja feita de forma mais eficiente e sem prejudicar o trabalho da produção.

O contrato produção-manutenção é concretizado através da realização de uma reunião

periódica que conta com a participação dos responsáveis das equipas de manutenção e produção.

O contrato produção-manutenção tem como principais vantagens:

- Criar um momento definido de passagem de informação entre as áreas;
- Alinhar os dois departamentos nas atividades de manutenção a realizar;
- Estabelecer responsabilidades (tarefas de manutenção a realizar pela equipa da manutenção e pela equipa da produção);
- Definir plano de manutenção (dias e horários);
- Estabelecer nível de serviço da equipa de manutenção.

Principais etapas de implementação:

- Definir *standard* da reunião;
- Construir quadro de suporte à reunião;
- Realizar reuniões de acordo com o *standard*.

### 3.2.13. Contrato Manutenção-Armazém.

O contrato manutenção-armazém tem como objetivo garantir o alinhamento entre as necessidades da manutenção e a disponibilidade de componentes do armazém, para que ao armazém não coloque em risco o trabalho da equipa de manutenção.

O contrato manutenção-armazém é concretizado através da realização de uma reunião periódica que conta com a participação dos responsáveis das equipas de manutenção e armazém.

O contrato manutenção-armazém tem como principais vantagens:

- Criar um momento definido de passagem de informação entre as áreas (tipicamente a manutenção representa 75-85% do trabalho do armazém);
- Alinhar os dois departamentos nas aquisições mais prioritárias, priorizando as compras que afetam diretamente as máquinas paradas por falta de componentes;
- Esclarecer dúvidas ou corrigir erros na introdução de informação que possam surgir aquando do lançamento da SM (solicitação de material) no sistema.

Principais Etapas de Implementação:

- Definir *standard* da reunião;
- Construir quadro de suporte à reunião;
- Realizar Reuniões de acordo com o *standard*.

### 3.2.14. Manutenção Autónoma.

A manutenção autónoma (MA) consiste em capacitar os operadores para realizar as tarefas básicas de manutenção do equipamento, tais como limpeza, inspeção e lubrificação.

A MA tem como objetivo garantir que os operadores têm a capacidade de detetar as anomalias no momento em que estas ocorrem, permitindo uma rápida reação e maior fiabilidade dos equipamentos.

Ao capacitar os operadores para algumas tarefas de manutenção, a MA permite libertar as equipas de manutenção para atividades técnicas de maior valor acrescentado (melhorias técnicas, atividades avançadas de prevenção).

As atividades de manutenção básicas passam a ser realizadas numa frequência diária ou semanal.

Na Figura 12 pode-se observar a melhoria da manutenção tradicional para a manutenção autónoma.

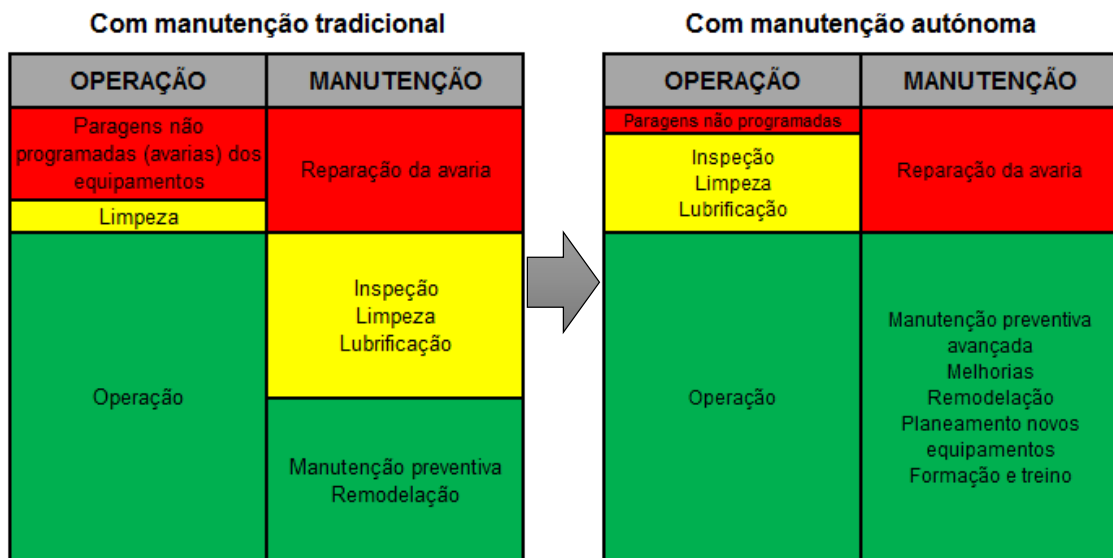


Figura 12 – Manutenção tradicional VS Manutenção autónoma.

Principais etapas da manutenção autónoma:

- Restaurar as condições iniciais dos equipamentos: Limpar, identificar anomalias e fazer reapertos e lubrificações.
- Eliminar fontes de contaminação e melhorar acessos: eliminar fugas, fontes de sujidade e contaminação. Melhorar acesso a pontos de inspeção facilitar a manutenção.
- Desenvolver normas de limpeza, inspeção e lubrificação: Elaborar *checklists* e planos de inspeção (anexo A.6.). Elaborar normas de limpeza e arrumação.
- Treinar os operadores para a auto manutenção: Desenvolver os conhecimentos acerca da construção, funcionamento e manutenção dos equipamentos.
- Manutenção autónoma pelo operador: Realização da manutenção pelo operador de acordo com *checklists* e planos de inspeção.

Devem ser definidos e medidos os principais indicadores a monitorizar:

- OEE: Eficiência operacional do equipamento;

- MTBF: Tempo médio entre falhas;
- MTTR: Tempo médio de reparação;
- Custos de Manutenção.

### 3.2.15. Mapeamento do processo.

O MP tem como objetivo tornar visíveis os intervenientes, passos, sequência de passos, *inputs* e *outputs* de um processo para se identificar oportunidades de melhoria e elaborar um plano de ações.

Dependendo do tipo de processo no qual é aplicado, pode ter como objetivo:

- Reduzir o *lead time* do processo;
- Aumentar a produtividade;
- Diminuir o nº de erros;
- Reduzir os custos;
- Melhorar o serviço ao cliente (interno ou externo);
- Aumentar a motivação dos colaboradores.

Principais Etapas:

- Selecionar o processo: selecionar o processo a mapear e identificar o *output*;
- Definir o processo: determinar onde o processo inicia e termina;
- Recolher informação sobre o processo: recolher informação sobre intervenientes, taxa erros, etc.;
- Definir objetivo: definir o objetivo para o mapeamento de processo
- Mapear o processo – situação atual: mapear a forma como o processo é realizado hoje em dia;
- Determinar os tempos de execução e *Lead time*: determinar os tempos parciais e totais;
- Identificar oportunidades de melhoria: identificar os problemas no processo atual;
- Determinar o potencial de melhoria: quantificar o quanto podemos melhorar aos vários níveis;
- Selecionar ideias de melhoria: Fazer *brainstorming* para as ideias de melhoria;
- Mapear o processo – situação futura: mapear a visão *Kaizen*;
- Elaborar o plano de ações: definir as ações a implementar e planeá-las;
- Verificar a implementação da solução: acompanhar a implementação.

As Figuras 13 e 14 representam a estrutura do mapeamento de processo.



Figura 13 - Estrutura do mapeamento.

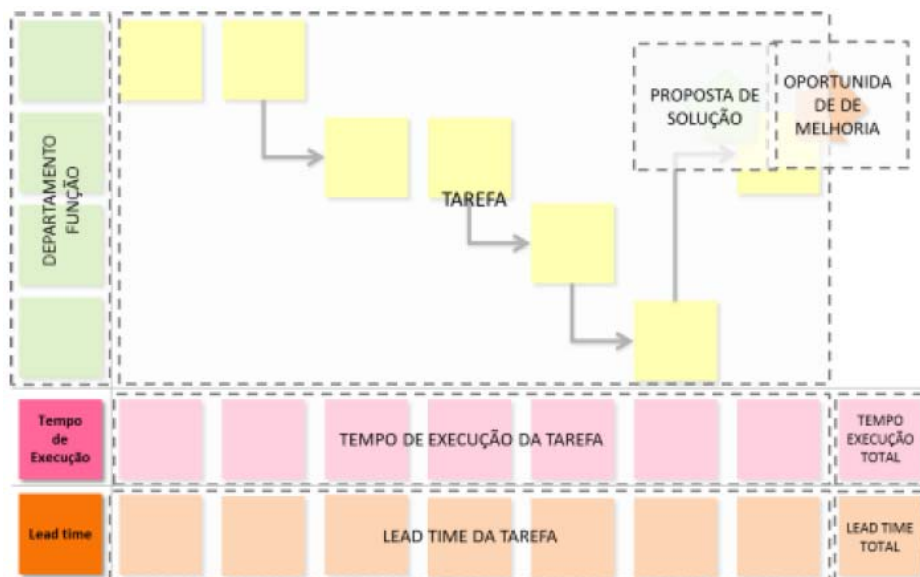


Figura 14 - Estrutura do mapeamento

### 3.2.16. Mapeamento do Fluxo de Valor.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de mapeamento que tem como objetivo tornar visíveis os métodos, tempos e indicadores dos processos atuais de uma cadeia de valor para se identificar oportunidades de melhoria e desenhar uma visão futura com menos desperdício (Visão *Kaizen*);

As melhorias incluídas na visão, após implementação, permitem a obtenção dos seguintes resultados:

- Redução do lead time dos processos;
- Redução dos *stocks*;

- Redução dos custos;
- Aumento da produtividade dos colaboradores;
- Aumento da eficiência dos equipamentos;
- Melhoria do nível de qualidade;
- Melhoria do nível de serviço.

Principais etapas do MFV:

- Seleção da cadeia de valor;
- Mapeamento da situação atual;
- Desenho da visão *Kaizen*;
- Definição do plano de implementação;
- Cálculo do retorno do investimento.

### **3.3. Conclusões do capítulo**

A implementação de um sistema *Lean* é uma oportunidade para os gestores melhorarem as suas técnicas de gestão, com foco na melhoria dos resultados, fazendo mais com menos, procurando a ajuda necessária para fazerem algo novo, utilizando as ferramentas adequadas para mudar. À medida que a filosofia *Lean* vai sendo cada vez mais estudada e implementada em diferentes ambientes empresariais, vão aparecendo novas ferramentas inspiradas em vários sistemas de produção de diversas indústrias. A aplicação do sistema *Lean* é conseguida e suportada por ferramentas que permitem a sua implementação e manutenção. São diversas as ferramentas existentes que auxiliam a sua implementação. O objetivo destas ferramentas é expor os desperdícios, tornando-os visíveis e seguidamente, de forma sistemática tentar eliminá-los.

# Capítulo 4

## Validação do modelo

Este capítulo tem como finalidade descrever o caso de estudo que foi realizado numa empresa, servindo o mesmo para introduzir o conceito de *Lean* aplicado à construção. É feita uma apresentação e análise dos resultados obtidos com a implementação do sistema de gestão *Lean*, onde se inclui um conjunto de ferramentas e ideias chaves recomendadas para resolução dos problemas analisados no capítulo anterior, através de exemplos de aplicação em obra, de cada uma das ferramentas. O modelo proposto para implementação de um sistema *Lean* em empresas de construção civil foi testado e implementado na empresa AG, e assume potencialidade para ser utilizado em qualquer empresa de construção civil pesada, tal como é apresentado neste capítulo. Como monitorização, apresentam-se os principais mecanismos para a sustentabilidade dos *Workshop (WS) Lean* bem como o acompanhamento das iniciativas *Lean* numa base semanal.

## 4.1. Justificação da escolha da empresa

O conceito *Lean Construction* é uma filosofia da engenharia de produção que permeia a indústria da construção em todos os processos e tem sido utilizada nos mais diferentes segmentos de negócios. A implementação do *Lean* reúne a adoção de princípios, comportamentos e ferramentas orientadas para a melhoria de produtividade e criação de valor pela redução das variações e perdas, melhor uso dos recursos e melhoria contínua e incremental dos processos. São iniciativas aderentes à cultura das empresas de construção civil e à estratégia de mais produtividade das mesmas. Ao identificar e combater o desperdício nas várias etapas do processo construtivo, por exemplo, é possível eliminar atividades desnecessárias e rever questões que não agregam valor, mas que integram o fluxo de trabalho e devem ser mais produtivas.

O Grupo Andrade Gutierrez é uma referência nacional e internacional a nível da construção civil e obras públicas, com a sua atuação sobretudo na América Latina, África e Europa, realizando todos os tipos de projetos de diferentes áreas de atuação. Os resultados são evidentes na satisfação e dedicação dos colaboradores por poderem ser agentes da mudança dos processos onde operam, resultando em bons resultados.

Em finais de 2013, a AG decidiu dar início ao estudo para a implementação do sistema *Lean* na organização. Ao incentivar a prática de sistemas *Lean* desenvolve os seus colaboradores e os seus parceiros através do compromisso e da adoção de sistemas colaborativos na construção.

O signatário como colaborador da empresa há mais de sete anos tomou conhecimento genérico de todas as atividades de construção, tendo preparado o presente caso de estudo. O trabalho pretende dar um maior foco à atividade de construção alvo de implementação do sistema *Lean* proposto. Procedeu-se ao desenvolvimento de um modelo *Lean Construction* de gestão do sistema de monitorização da atividade, promovendo a utilização de metodologias *Lean* e melhoria contínua dos processos de construção.

## 4.2. Apresentação da empresa

O Grupo AG é um dos maiores conglomerados privados da América Latina com mais de seis décadas de atuação na área de engenharia e construção no Brasil e no mundo. A AG ocupa o 4º lugar no *ranking* das melhores e mais bem cotadas empresas de construção civil em Portugal e maiores construtoras a nível nacional [40]. Tem-se dedicado à construção de grandes obras civis e públicas, tais como, estradas, pontes, viadutos, túneis, estádios, aeroportos, gasodutos, vias férreas, barragens, portos marítimos, estações e vias de metropolitano, centrais nucleares, entre outros. A trajetória do grupo é marcada pela busca de novas oportunidades e por grandes desafios, e confunde-se com a história do desenvolvimento do Brasil. Mas também é o enredo de uma corporação que soube se reinventar e se preparou para crescer ainda mais. Hoje, além da engenharia e construção, tem participação acionária em negócios rentáveis nas áreas de

transporte e logística, energia, saneamento, tecnologia e comunicações, saúde e administração de estádios.

O Grupo AG é reconhecido como uma multinacional brasileira, global e diversificada em franca expansão de seu potencial de internacionalização.

A internacionalização dá-se em economias em crescimento, em países em reconstrução e em territórios ricos em recursos naturais, como petróleo, gás e minérios. São destinos onde os investimentos são mais urgentes, principalmente em infraestruturas e energia.

O grupo desenvolve-se de forma sustentável apoiando-se em pilares como a responsabilidade socio ambiental e a segurança no trabalho, seja nas operações próprias, nas suas unidades de engenharia e construção, seja nos investimentos em empresas também reconhecidas por essas práticas.

Atualmente o grupo AG tem mais de 900 projetos de engenharia e uma carteira diversificada de investimentos em diversos setores que empregam mais de 250 mil pessoas, e como mostra a Figura 15, está presente em mais de 40 países, na América Latina, na Europa, na África, na Ásia e no Oriente Médio [41].



Figura 15 - AG no mundo (Fonte AG).

### 4.3. O *Lean* na Construtora AG

O *Lean* aplicado à construção resulta da aplicação de uma nova forma de gestão da produção à indústria da construção, e as áreas essenciais incluem um conjunto claro de objetivos a alcançar ao longo do projeto direcionados para maximizar o desempenho para o cliente, concepção do produto e processo de construção, bem como a aplicação de controle de produção ao longo da vida do projeto, desde a concepção do mesmo até ao final da construção.

Considerando a incerteza do setor da construção, é essencial adotar atitudes de gestão que permitam a estabilidade do ambiente operacional, reduzir a variabilidade dos processos produtivos e aumentar significativamente a confiança no cumprimento de todas as fases do

planeamento de construção.

Com o programa *Lean* pretende-se aplicar métodos ou técnicas *Lean* de forma a:

- Reduzir a percentagem das atividades que não acrescentam valor;
- Aumentar o valor final através da consideração sistemática dos requisitos e necessidades do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar os processos, minimizando o número de etapas, passos ou ligações;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controlo de todo o processo.

A aplicação dos princípios *Lean* traduz-se na melhor utilização dos recursos, especialmente, dos equipamentos, materiais e mão-de-obra. Também resulta em melhor qualidade da construção, maior satisfação do cliente ou dono de obra, elevados níveis de segurança e qualidade da obra e maior rentabilidade.

O desafio na implementação desta metodologia é que a melhoria contínua aconteça de forma sustentada, para que esta seja uma prática permanente dentro da empresa.

Atualmente, a metodologia *Lean* assume um papel importante na busca da excelência operacional.

A Figura 16 representa os 3 pilares de sustentação da excelência operacional na AG, os quais assentam na gestão *Lean*, pois, é através deles que se atinge a estabilidade básica e a cultura de melhoria contínua que permite melhorias ao nível da capacitação dos profissionais, na melhoria dos processos operacionais e na melhoria da gestão dos contratos.



Figura 16 - Pilares do *Lean* na AG.

## 4.4. Exemplos e resultados com implementação das ferramentas em obra

A implementação do programa *Lean* pressupõe alguns aspetos-chave, que devem ser interiorizados por todos os colaboradores:

- Pergunte 5x “PORQUÊ?” até encontrar as causas raiz;
- Pense em “como fazer” e não em perder tempo a explicar porque não pode ser feito;
- Melhorias imperfeitas são melhores do que a perfeição adiada: Ponha em prática de imediato, mesmo que só consiga 50% dos resultados;
- Resolva os problemas em equipa: procure a sabedoria de 10 pessoas em vez do conhecimento de uma só;
- Invista tempo e criatividade em *Kaizen*, não em dinheiro: Tente implementar ideias de baixo custo em 1º lugar;
- Veja nos problemas Oportunidades de Melhoria, ideias *Kaizen* são infinitas.
- Tomar decisões por consenso, considerando todas as opções, implementadas com rapidez.
- Questione tudo sem paradigmas: esteja aberto a questionar as práticas atuais;

Uma boa estratégia de implementação do *Lean* permitirá reduzir estas reações e mais facilmente ultrapassá-las.

Começando com um exemplo da implementação do *Workshop Standard*, sendo que neste caso teve como objetivo reduzir o tempo de não produção por equipamentos avariados (para paragens inferiores a 2 dias), onde em média o equipamento parava cerca de 2 horas (amostra: 113 ocorrências. Frequência ocorrência prevista = 60 por mês), sendo este tempo reduzido em 50% apresentando um ganho de cerca de 60 horas de disponibilidade de equipamento por mês, com a implementação desta ferramenta.

Com o WS foi possível fazer uma análise de problemas e causas (Figura 17):

- Erros / defeitos: Identificar uma avaria e não resolver a que esta mesmo ao lado;
- Material Parado: Falta de definição de *stock* crítico e níveis de reposição;
- Manutenção em excesso: Reparações que não valem o investimento em manutenção;
- Transporte de Material: Fazer várias deslocações para encontrar material;
- Não levar o material para a frente de obra; Pessoas paradas;
- Tempo de espera por entrega de entrega de peças e equipamentos;
- Sobreprocessamento: Reparar uma avaria que não é a necessária para o problema do equipamento; Substituição de baterias;
- Movimentação de Pessoas: Deslocação ao armazém; Falta de comunicação;

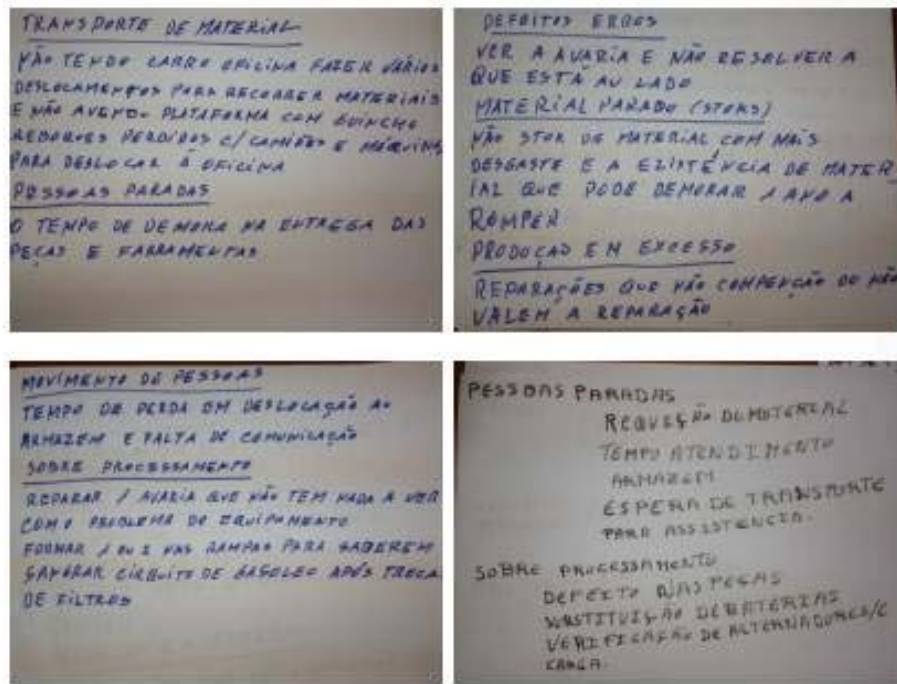


Figura 17 – A3 - Análise de problemas e causas.

O WS Lean foi acompanhado através do relatório A3 (Figura 18), que ajudou a simplificar, obter consenso e normalizar o processo de melhoria, permitindo verificar a eficácia do processo de melhoria e guardar o conhecimento organizacional.

A3		<span style="color: green;">1</span> <span style="color: red;">2</span> <span style="color: green;">3</span> <span style="color: green;">4</span> <span style="color: green;">5</span> <span style="color: green;">6</span> <span style="color: green;">7</span> <span style="color: green;">8</span> <span style="color: green;">9</span>		<b>Título:</b> Avarias de Campo <b>Typo:</b> Manutenção		<b>Start Date:</b> 05-nov-2013 <b>Event Date:</b> 05-nov-2013 <b>Current Date:</b> 05-nov-2013 <b>End Date:</b> 05-dez-2014																																																											
<b>1. CLARIFY THE OBJECTIVE</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  Reduzir o tempo de não produção por equipamentos avariados (paragens inferiores a 2 dias)		<b>4. ANALYSE GAPS &amp; CAUSES</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  		<b>7. UPDATE ACTION PLAN</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Descrição</th> <th>Responsável</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Atualizar a manutenção e inspecção</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Equipamentos</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Equipamentos e Manutenção</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Caso de avaria em campo e definição de causa</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Registo das causas de avaria em campo e definição de causa</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Qualidade do material e ficha de inspeção</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Manoel Soares</td> <td>Manoel Soares</td> <td>23/11</td> </tr> </tbody> </table>		Item	Descrição	Responsável	Estado	1	Atualizar a manutenção e inspecção	Manoel Soares	23/11	2	Equipamentos	Manoel Soares	23/11	3	Equipamentos e Manutenção	Manoel Soares	23/11	4	Caso de avaria em campo e definição de causa	Manoel Soares	23/11	5	Registo das causas de avaria em campo e definição de causa	Manoel Soares	23/11	6	Qualidade do material e ficha de inspeção	Manoel Soares	23/11	7	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	8	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	9	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	10	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	11	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	12	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	13	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11	14	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11
Item	Descrição	Responsável	Estado																																																														
1	Atualizar a manutenção e inspecção	Manoel Soares	23/11																																																														
2	Equipamentos	Manoel Soares	23/11																																																														
3	Equipamentos e Manutenção	Manoel Soares	23/11																																																														
4	Caso de avaria em campo e definição de causa	Manoel Soares	23/11																																																														
5	Registo das causas de avaria em campo e definição de causa	Manoel Soares	23/11																																																														
6	Qualidade do material e ficha de inspeção	Manoel Soares	23/11																																																														
7	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
8	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
9	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
10	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
11	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
12	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
13	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
14	Manoel Soares	Manoel Soares	23/11																																																														
<b>2. OBSERVE INITIAL STATE REALITY</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  Mediana tempo de máquina parada em avaria leve = 2 h (ocorrências: 113) Frequência prevista: 60 por mês)		<b>5. DESIGN SOLUTIONS</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manter Diário de manutenção (a 3 níveis)</li> <li>1. Operadores</li> <li>2. Encarregados</li> <li>3. Equipamentos de Manutenção</li> <li>2. Caso e causas de avaria em campo e definição de causa</li> <li>3. Guarda instruo nas máquinas / ficha de inspeção</li> <li>4. Realizar carta controle das máquinas todos os dias</li> <li>5. Stock crítico definição de stock mínimo de reposição</li> <li>6. Informação sobre material que chega à obra (por email)</li> <li>7. Equipar pontos máquinas com Guincho</li> <li>8. Realizar das inspeções com as máquinas críticas das DMs</li> <li>9. 5S na ferramenta (e encomendar ferramentas em lotes)</li> <li>10. Criar processo acompanhamento peças entre Opds e Ems</li> <li>11. Preparação de Kits para preventiva (para todo o semana)</li> <li>12. Formação de equipa de substituição (trepar na substituição e medidas)</li> <li>13. Confirmação de estado das partes e componentes elétricos</li> <li>14. Definir horário de estado de equipa assistente</li> </ol>		<b>8. CONFIRM TARGETS</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>																																																													
<b>3. SET TARGETS</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>  Mediana tempo de máquina parada em avaria leve < 1 h (melhoria de 50%) até ao final do ano (Ganho possível: 60 horas de disponibilidade de equipamento por mês)		<b>6. TEST SOLUTIONS</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>		<b>9. LESSONS LEARNED &amp; ACTIONS</b> <span style="float: right;">GO NO GO</span>																																																													
<b>Owner:</b> Marco Sequeira <b>Sensei:</b> Joel Queirós		<b>Team:</b> Marco Sequeira, Adriano Telman, António Bezerra, Luis Carvalho, António Aires		<b>Sponsors:</b> Nuno Santana, Ricardo Sampaio, Pedro Morgado, Paulo Ferreira																																																													

Figura 18 - Relatório A3.

Na implementação do desenho do estaleiro, teve-se em conta distribuir a localização dos meios e instalações dentro deste, permitindo minimizar as distâncias a percorrer em obra, pelas pessoas, materiais e máquinas, bem como minimizar o número de operações de carga, descarga e transporte dentro de obra com o objetivo de reestruturar a área garantindo a capacidade produtiva, melhorando os fluxos de material e movimentações de máquinas, para definir de forma visual o planeamento de produção. Também foram isoladas as áreas sociais do estaleiro, tendo em consideração o conforto e a segurança (Figuras 19 a 21).



Figura 19 - Área social.



Figura 20 - Preparação e discussão de possíveis soluções.



Figura 21- Atribuição de áreas e estado atual.

Foi criada a sala Lean, sendo este o local do estaleiro onde estão todos os dados que permitam realizar a gestão à vista da obra, incluindo o controlo do programa Lean, permitindo seguir todas as atividades de uma forma rápida e visual. Nas Figuras 22 a 26 podemos observar a sala *Lean*, bem como os mapas/relatórios que nela constam.

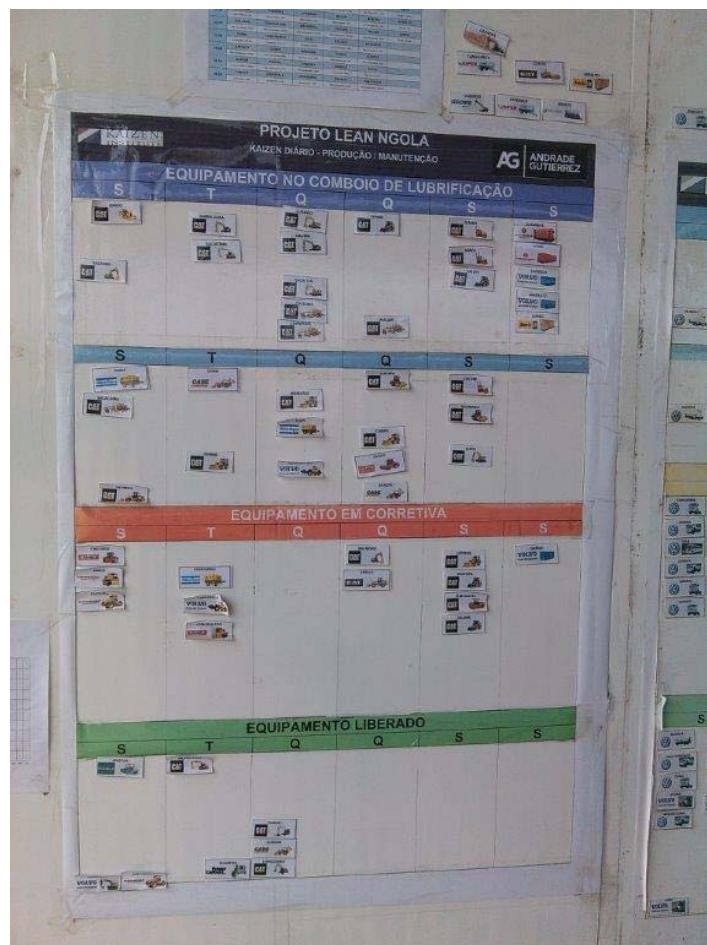


Figura 22 - Sala Lean



Figura 23 - Sala Lean.



Figura 24 - Sala Lean.



Figura 25 - Sala Lean.



Figura 26 - Sala Lean.

O *Kaizen* diário é praticado pelas diversas áreas da empresa, tendo como resultado a mudança de problemas diários para melhoria contínua, a reação rápida a desvios, o foco no resultado operacional, a sensibilização a formação e a responsabilização.

Nas Figuras 27 a 30, observa-se o *Kaizen* Diário entre o engenheiro com os seus encarregados e depois os encarregados com as suas equipas.



Figura 27 – KD - Engenheiro com os seus Encarregados.



Figura 28 - KD - Encarregados com as suas equipas.



Figura 29 - Kaizen diário.

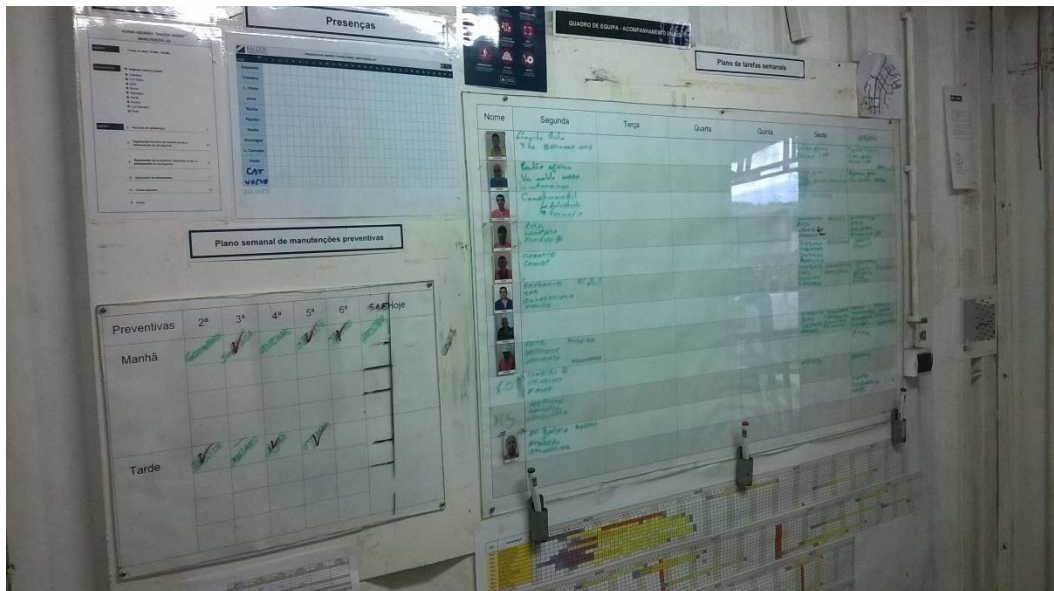


Figura 30 - Plano de ações (obra) e quadro de novas ideias.

Com esta ação diária, melhorou-se a organização operacional das equipas, capacitando-as para a melhoria contínua do seu trabalho, melhorando as métricas chave do trabalho das equipas (qualidade, produtividade, serviço, motivação).

A metodologia 5S foi aplicada na organização dos espaços de trabalho (Figura 31). Esta permitiu melhorar a organização dos postos e áreas de trabalho, aumentar a produtividade e aumentar a motivação dos colaboradores. Como consequência, a prática dos 5S conduziu à melhoria da eficiência do trabalho, tendo surgido naturalmente uma maior satisfação dos colaboradores com o trabalho e uma redução de custos e aproveitamento de materiais. Na Figura 32 podemos observar o antes e o depois, após a aplicação da metodologia 5S em obra.



Figura 31 - Programa 5S



Figura 32 - 5S - O antes e o depois.

Com a implementação do *Standard Work*, por exemplo, para melhoria e normalização dos processos de trabalho da produção de lancis, eliminando os *MUDA* e normalizando o trabalho dos colaboradores, começou-se por realizar uma formação inicial e preparação, definindo os objetivos de melhoria e estudo do método de trabalho atual. Tal, permitiu um ganho de mais uma betoneira por dia que se traduz num aumento de produtividade de 47% passando a produzir 110 lancis por dia. O SW permitiu melhorar o nível de qualidade, aumentando a produtividade, resolvendo os gargalos com a melhoria da motivação e a moral dos operadores.

O LPS (Figura 33) permitiu o planeamento e controlo da produção, e o planeamento de curto e médio prazo, mais próximo do terreno, assegurando que todos os pré-requisitos estão a ser cumpridos.

A reunião do *Last Planner* é feita no espaço *Obeya* (Figura 34) e as métricas de planeamento são observadas numa base semanal.

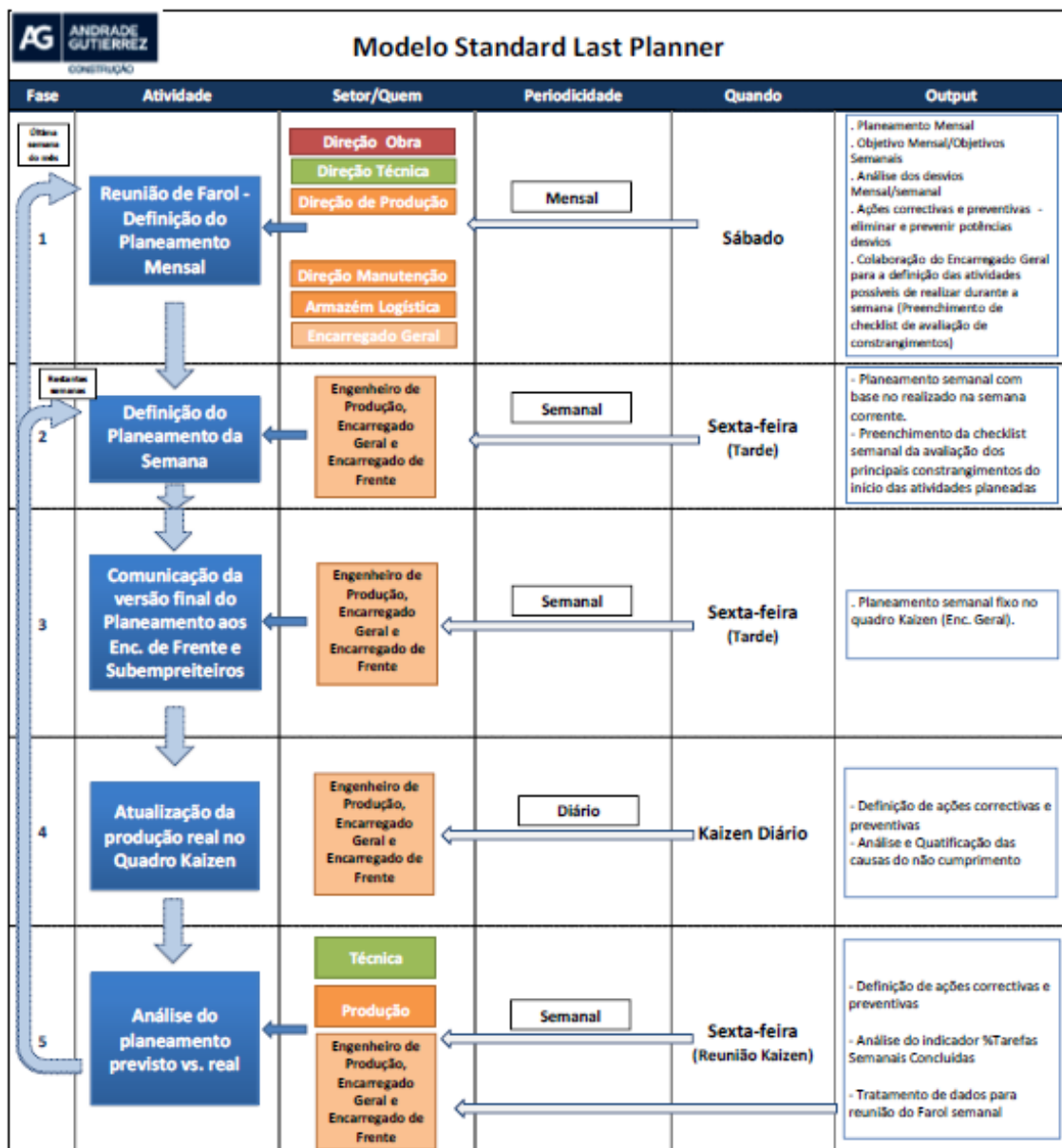


Figura 33 - LPS.



Figura 34 - Espaço Obeya.

A metodologia SMED foi aplicada na manutenção preventiva (anexo A.7.), a qual por exemplo demorava em média de estadia na rampa, duas horas para fazer uma manutenção preventiva de um plano de 250 horas. Depois de classificar atividades em Interno/externo e transformação das atividades internas em externas, obteve-se uma redução do trabalho interno, distribuindo equipas diferentes pelas diferentes atividades e uma redução trabalho externo com a recolha de materiais necessários com *check-list*. Foi criado um carro móvel (Figura 35) para recolha de todos os materiais ao mesmo tempo, normalizando as preventivas para o mesmo tipo de equipamento, independentemente da sua marca e modelo.

Com esta prática, o tempo da preventiva passou para 29 minutos, significando uma melhoria do processo na ordem dos 76%, tendo-se aumentado a disponibilidade de uma escavadora em 5 semanas de trabalho possíveis/ ano.



Figura 35 - Carro móvel.

Com a normalização dos transportes através da implementação do trem logístico, todas as operações de transporte são concentradas no *Mizu*, eliminar o *MUDA* na logística interna da obra, permitindo um aumento da produtividade da logística e produção/serviço, assegurando a criação de fluxo dentro da logística e produção.

Por exemplo, na obra de Oyala (Guiné Equatorial), o camião de abastecimento e lubrificação (Figura 36), tem as rotas de abastecimento definidas e fora do horário de produção.



Figura 36 - Comboio de abastecimento.

Quanto ao transporte de pessoal para a frente de obra (Figura 37), as paragens de autocarro representam a posição do autocarro com o número correspondente. Fez-se a normalização dos horários de paragens para almoço, fins de produção e arranques.

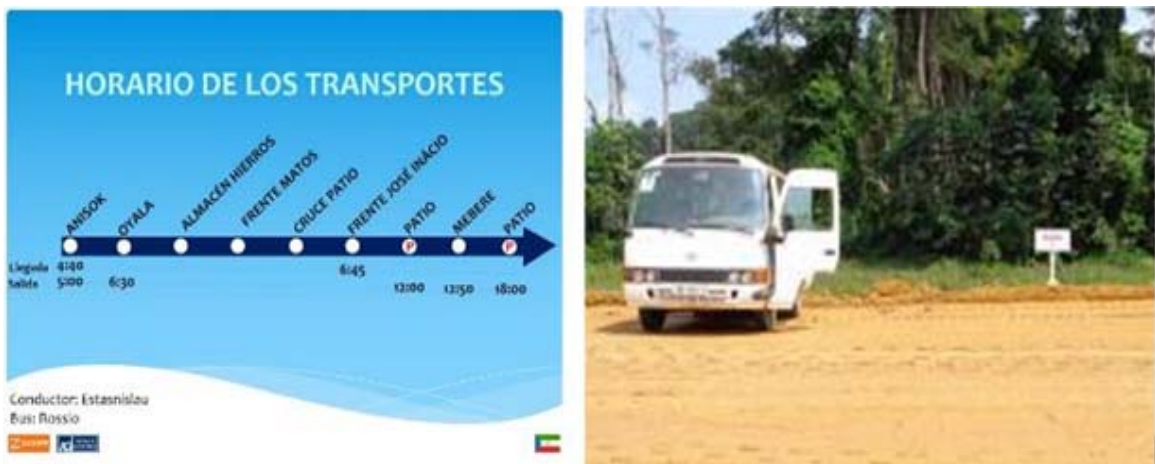


Figura 37 - Transporte de pessoal.

Com os horários de saída dos transportes (Figura 38), diminuíram as viagens de encarregados da manutenção ao armazém onde cada viagem de ida e volta era de 1h10.

HORARIO DE SALIDA DE LO COCHE/TRAIN OYALA - ENA				
SALIDA OYALA	08:00	10:30	14:00	16:30
SALIDA ENA	09:15	11:45	15:15	-----

Punto de Recogida	
OYALA	Documentos – Oficina de Adm. Financiera Material – almacén (mantenimiento)
ENA	Almacén ENA

TODOS los items a transportar tienen que estar en el punto de recogida (30m antes de la salida del coche).

Figura 38 - Horários de saída dos transportes.

A implementação dos supermercados permitiram fazer um armazenamento necessário para operar um bom fluxo de logística interna (por exemplo entre o estaleiro principal e as frentes de obra), facilitando o acesso para receção e conferência, permitindo a gestão visual (Figura 39) e a aplicação do princípio *FIFO*.

Material		Lundi	Mardi	Mcredi	Jaudi	Vendredi	Samedi
CIMENT	1000						
# 6	1000						
# 8	1000						
FER	1000						
# 11	1000						
# 12	1000						
# 14	1000						
# 16	1000						
PLANCHES	1000						
CHEVRONS	1000						
LATTES	1000						
04 ans	1000						
CONTRE OUV	1000						
NET 10m	1000						
12m	1000						

Figura 39 - Gestão Visual dos stocks críticos.

Foi necessário definir o sistema de encomenda, criando um sistema *Kanban* de reposição (Figura 40), para as referências com pedido para *stock*, sistema esse que possui uma informação básica como a identificação (e código) do material, identificação do cliente e do fornecedor e a quantidade a ser reabastecida.



Figura 40 - Kanban – reposição normalizada.

A implementação do contrato produção – manutenção, teve como objetivo alinhar as necessidades da produção e da manutenção (Figura 41). Em baixo, um placar de obra, onde mostra a norma da reunião, a planta da obra com equipamentos afetos a cada frente de obra, o plano semanal dos equipamentos a ir à rampa (lavagem, lubrificação e inspeção visual), os indicadores e os equipamentos em manutenção corretiva. Esta ação teve como principais resultados uma subida do indicador de assiduidade às preventivas, um maior alinhamento entre os sectores e o acompanhamento dos equipamentos em manutenção corretiva.



Norma da Reunião	Planta da Obra com equipamentos afectos a cada frente de Obra	Plano semanal dos Equipamentos a ir à rampa		
INDICADORES		Equipamentos em Manutenção Correctiva		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nº Máquinas Paradas e Média de dias de paragem</li> <li>%Horas perdidas para a Manutenção com impacto na Produção</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Equipamentos</td> <td>Expectativa &lt;1mês &lt;2meses &gt;3meses</td> </tr> </table>	Equipamentos	Expectativa <1mês <2meses >3meses
Equipamentos	Expectativa <1mês <2meses >3meses			

Figura 41 - Necessidades da produção e da manutenção.

Relativamente à implementação do contrato manutenção – armazém, este permitiu dar foco ao seguimento de SM's (solicitação de material) críticas. Para tal, promoveu-se a realização de uma reunião semanal de 1 hora entre a manutenção e o armazém e a criação de um quadro visual de acompanhamento de SM's críticas de Máquina parada (Figura 42), tendo-se obtido como principais resultados a redução *Lead Time* para SM's críticas e uma sensibilização da equipa do armazém para o foco nas prioridades através da gestão visual.

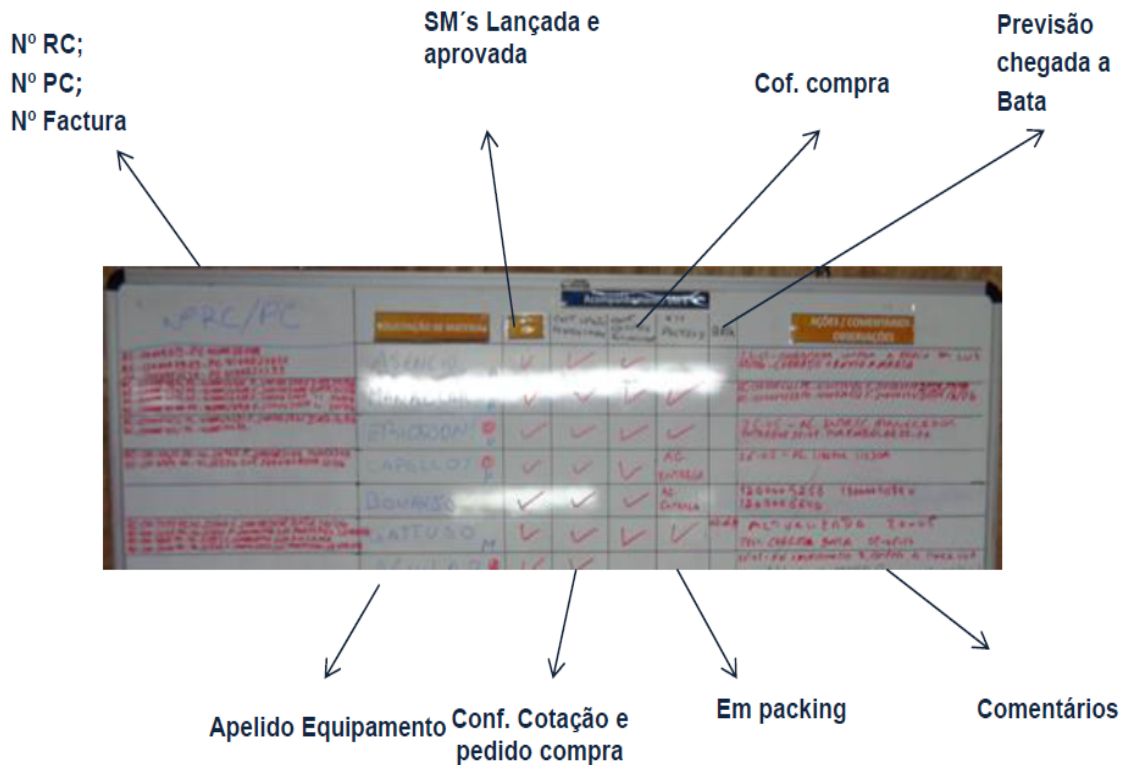


Figura 42- Quadro visual de acompanhamento.

O Resultado com a implementação da manutenção autónoma pelos operadores de equipamentos (Figura 43) permitiu o aumento da disponibilidade do equipamento resultado de um maior espirito de dono do equipamento e da prevenção antecipada de problemas nos equipamentos, evitando que as equipas de manutenção percam tempo com verificações simples e que não carecem de mão-de-obra especializada. Os operadores são munidos com os manuais de manutenção autónoma para os equipamentos, validando um *checklist* dos itens a verificar.



4



Figura 43 - Operador com manuais e *checklist*.

Com a implementação do mapeamento de processos (Figuras 44 a 46), permitiu tornar visíveis os intervenientes, passos, sequência de passos, *inputs* e *outputs* de um processo para se identificar oportunidades de melhoria e elaborar um plano de ações. Mapeamento dos processos com vista a identificação dos desperdícios, desenho de soluções e elaboração de um plano de ação.

**Áreas corporativas:**

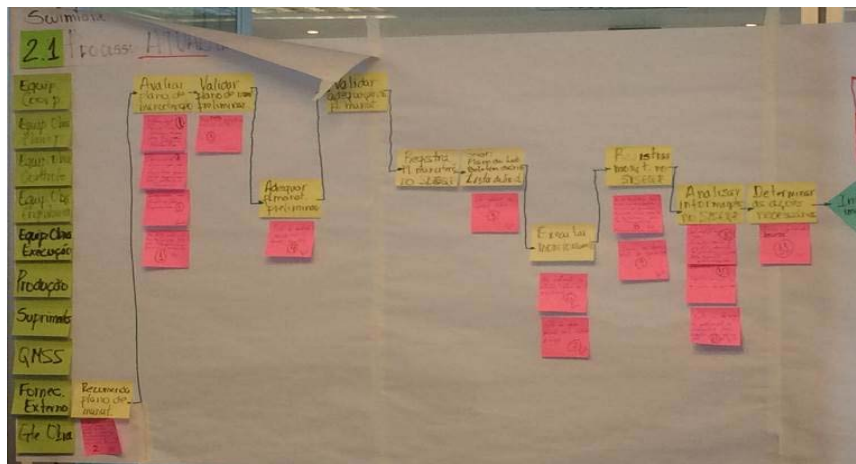


Figura 44 - Mapeamento dos processos - Áreas corporativas.

**Compras e logística:**



Figura 45 - Mapeamento dos processos - Compras e logística.

## Produção:

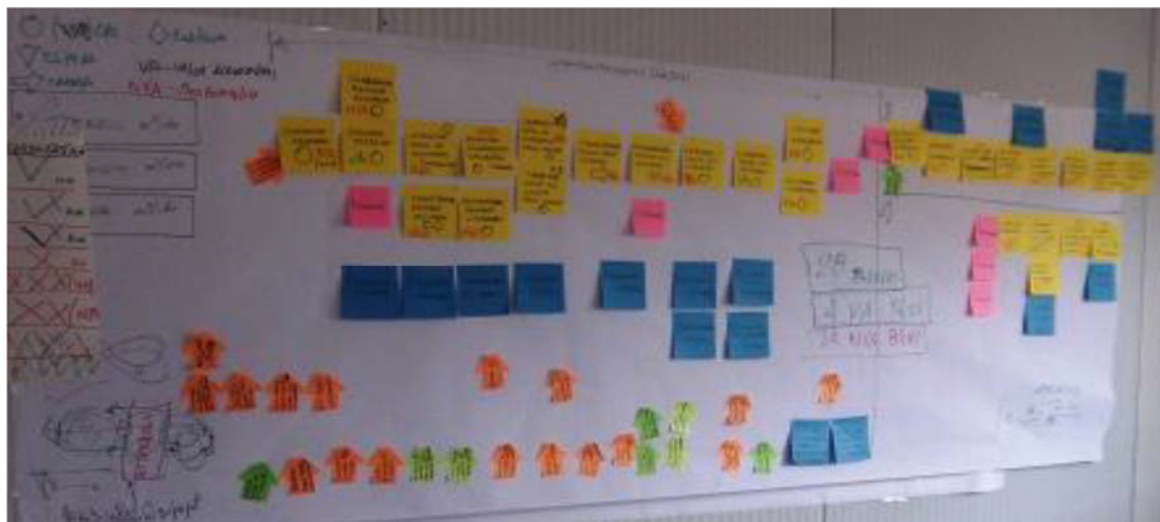


Figura 46 - Mapeamento dos processos - Produção.

E para finalizar, procedeu-se à implementação do mapeamento do fluxo de valor, tendo esta como objetivo, a análise e diagnóstico da situação atual da obra através das suas equipas, das atividades e processos críticos, dos indicadores e dos principais problemas e desperdícios. Depois, procedeu-se à estratégia de implementação *Lean* visando uma melhoria dos processos da produtividade e da qualidade, com criação de fluxos, promovendo uma melhoria da comunicação e gestão de equipas.

## 4.5. Os desperdícios na AG

Desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor para o cliente. Os desperdícios na AG foram identificados no dia-a-dia e em diversas áreas de atuação da obra. Assim, os desperdícios foram classificados em 9 grandes tipos, sendo que o objetivo do programa *Lean* é minimizar ou eliminar estes mesmos desperdícios.

O desperdício intelectual é representado pela baixa utilização do potencial intelectual dos colaboradores da AG. Todas as pessoas devem prover soluções e ideias para a melhoria dos processos. A baixa utilização da capacidade dos funcionários da AG gera desmotivação e perda de soluções/ inovações. A espera foi o desperdício mais recorrente, pois, existe espera em vários processos de obra atrasando-os. Essas esperas dizem respeito aos materiais, libertação de frentes de obra, espera de mão-de-obra, espera de projetos, etc.

Produzir mais do que é necessário ou seja, superprodução, gera *stocks*, aumentando os custos de material parado. O que se procura é uma produção *jus-in-time*. Para produzir somente o necessário, tem de haver uma produção *pull* “puxada” ou seja, deixar sempre a atividade seguinte encaminhar-se à produção da atividade anterior. A questão do transporte, levando os materiais de um lugar para o outro não traz qualquer valor para o cliente. Assim, o transporte

deve ser realizado de forma a otimizar o número de viagens e de operadores, para que os custos envolvidos neste processo sejam os menores possíveis. Na AG, o *layout* dos estaleiros foram todos revistos e ajustados, no sentido de minimizar movimentos desnecessários.

Os processos desnecessários, foi outro dos desperdícios detetados, pois, deve-se pensar sempre, se todos os processos existentes numa produção agregam valor ao produto que se está a realizar. Os processos que não agregam valor devem ser eliminados da cadeia de produção, pois, o cliente não paga para que eles ocorram e na AG, existiam exageradamente processos que não acrescentavam valor. A área utilizada para os trabalhos possui custos, seja de compra ou aluguer. Para o cliente, a área que a AG utiliza para trabalhar não agrega valor, assim, quanto menor e mais otimizada a área, menor será o seu custo e a movimentação e transporte que nela ocorrem. No *layout* do estaleiro, esta área também foi identificada e reajustada.

A movimentação dos funcionários não agrega valor ao produto. Quanto mais tempo perdem a movimentar-se, menos tempo têm para efetivamente produzir. Constatava-se que a distribuição dos locais das diversas áreas de atividade eram demasiadamente distantes umas entre outras, levando uma perda de produtividade dos funcionários para a resolução de tarefas que poderiam ser imediatamente sanadas. Esta pretensão fez com que toda a área administrativa e logística fosse repensada e posta em prática.

Um dos maiores desperdícios encontrados na AG refere-se ao excesso de inventário (*Stock*) encontrado, significando capital parado. O custo dos materiais é muito significativo, o excesso de inventário de materiais poderá ter impacto negativo no *cash-flow*. Além disso, existem diversos custos inerentes à manutenção dos *stocks*: no armazém da obra, o excesso de material envolve custos de transporte no armazém, mão-de-obra para a organização e despacho de materiais, custos de segurança e de atividades de controlo, etc. Esta redução de desperdício foi a mais difícil de se conseguir resolver, mas somente de forma gradual, visto haverem outros fatores indiretos que assim obrigaram.

Por último foi identificado o defeito. Sempre que há um defeito em alguma produção, será necessário um retrabalho, pelo qual o cliente não pagará para que seja feito. A eliminação deste desperdício tem sido uma meta diária da empresa.

A Tabela 7 identifica por área de atividade dentro da AG, os diversos tipos de desperdício e a relação entre eles.

Tabela 7- Tipos de desperdício na AG.

Tipo de Desperdício	Área de Atividade			
	PRODUÇÃO	LOGÍSTICA	MANUTENÇÃO	OFFICE
SUPERPRODUÇÃO	Produção em excesso	Logística em excesso	Manutenção a mais	Informação a mais
ESPERA	Pessoas Paradas			
TRANSPORTE	Transporte (deslocação de materiais)			Transferência de informação ou transporte de
PROCESSOS DESNECESSÁRIOS	Sobre-processamento			Processos complicados
STOCK	Inventário (espera de materiais)	Inventário (espera de materiais)	Equipamentos ou Materiais Parados	Equipamentos ou materiais parados
MOVIMENTAÇÃO	Movimento (pessoas)			
DEFEITO	Defeitos e Erros			
DESPERDÍCIO INTELLECTUAL	Desperdício Intelectual (subaproveitamento do potencial humano)			
ÁREA	Área (espaços físicos maiores que o necessário ou sem utilização)			

## 4.6. Monitorização

Toda e qualquer implementação se não for auditada está sujeita ao fracasso. Na AG, pratica-se a monitorização explicada em baixo.

### 4.6.1. Auditoria de Estabilização dos WS.

A estabilização dos WS é de extrema importância para o sucesso da implementação *Lean* em obra e deve passar por uma avaliação:

- Do nível de comprometimento da obra com o programa *Lean* e com a melhoria contínua nas equipas de trabalho;
- Do cumprimento dos planos de ação e as metas para cada WS;
- Do seguimento dos padrões de cada WS;
- Da prática do programa 5S e do seu alinhamento com o programa *Lean*.

A auditoria permite:

- Saber qual o grau de implementação em cada frente de trabalho já otimizada;
- Comparar todas as obras da e informar o grau de implementação de cada obra;
- Entender o motivo da não utilização de alguma melhoria desenvolvida ao longo do WS;

- Conhecer os problemas que estão sendo identificados para o não cumprimento das metas;
- Ajudar a frente de trabalho realizando formações ou aplicando melhorias no processo, caso necessário;
- Premiar a equipe destaque criando motivação nos funcionários envolvidos;
- Potencializar os ganhos projetados pelo WS;
- Sinalizar a necessidade de tomada de ações para a estabilização dos WS.

Funcionamento:

- 1 *checklist* por WS realizado. O resultado final da obra é igual à média do resultado de todas as *checklist* dos WS realizados;
- *Checklist* diferentes: um modelo para WS direcionados para produção e outro para áreas de apoio;
- Deve ser preenchida com o líder da equipa natural onde se realizou o WS;
- Frequência mensal;
- O item do 5S deve ser realizado em conjunto com a equipa do QMSS;

Análise de resultados:

- Resultado <59% WS instável
- 60% <Resultado <79% WS parcialmente instável
- 80% <Resultado WS estável

#### 4.6.2. Relatório Semanal.

O modelo de relatório semanal está desenhado para que a divulgação da informação sobre a implementação do programa *Lean* seja simples, sistematizada e direcionada para todos os responsáveis: equipa *Lean* do mercado, equipa *Lean* corporativo, equipas naturais, líderes de equipas, diretor de obra e superintendente.

O procedimento para a realização do relatório é:

- Preencher o relatório semanal de cada obra em formato Excel;
- Gravar em formato PDF e enviar o relatório semanal à 2ªfeira.

O relatório semanal é padronizado para todas as obras da AEA foca os seguintes assuntos:

- *Status* de implementação das ferramentas básicas do programa *Lean* em cada área com recurso a indicadores de performance. As ferramentas que constam deste primeiro capítulo são essenciais para conseguir sustentar todas as melhorias desenhadas nos WS. O modelo de apresentação permite verificar a existência de evolução na implementação num espaço temporal de 4 semanas.
- Acompanhamento dos indicadores KPI's dos principais WS em curso através do

registo fotográfico dos indicadores atualizados na sala *Lean*;

- Destaque da semana de uma atividade *Lean* que correu bem;
- Registo fotográfico para destacar novas iniciativas, melhorias ou início de WS.
- Deve ser realizado 1 relatório por cada obra do mercado. Para isso, é necessário que se criem mecanismos próprios de gestão para assegurar as rotinas de realização dos relatórios de obras, especialmente as que o facilitador não esteve presente.

## 4.7. Conclusões do capítulo

Foram várias as melhorias realizadas, as quais trouxeram para a empresa um maior controlo dos fluxos, sejam eles físicos, de informação ou financeiros. É ressaltado o facto de apesar das mudanças mais significativas serem ao nível da execução da obra e no estaleiro, a política de melhoria contínua deve estar sempre presente no pensamento dos gestores.

Ressalvar também que foram diversas as dificuldades encontradas na implantação desta nova filosofia, destacando-se a resistência dos funcionários às mudanças provenientes da aplicação dos conceitos do *Lean Construction*.

Os paradigmas são a causa básica de resistência à mudança e uma das barreiras à melhoria das organizações. A evidência da presença de paradigmas numa organização é a utilização de comentários como:

- “Sempre trabalhamos assim”;
- “Outra alteração que não vai resultar”;
- “Há outros problemas mais importantes”;
- “Aqui não é possível”;
- “Já temos trabalho de sobra”;
- “O que é que eu ganho com isso?”;
- “Temos muitas ideias, mas falham na implementação!”;

# Capítulo 5

## Conclusões e trabalho futuro

Na presente dissertação é estudada a utilização da filosofia *Lean* como uma possível forma de aumentar o desempenho dos projetos de construção, focada na redução de desperdícios, que quando eliminados melhoram a qualidade e o tempo para que o custo de produção diminua. Nesse contexto foi proposto a aplicação de um conjunto de técnicas que fazem parte da filosofia *Lean*, tendo sido proposta uma metodologia que integre um conjunto de métodos e técnicas a aplicar para uma eficaz gestão de obras de construção civil. Para tal, foram apresentados e explicados os princípios, conceitos, fundamentos e ferramentas do *Lean Construction* com o intuito de dar a conhecer à indústria da construção esta nova filosofia.

Na contextualização do problema, verifica-se que perante o cenário de instabilidade económica, ao qual as nações e organizações estão hoje sujeitas, existe uma evolução desfavorável da economia e incertezas quanto ao seu futuro, a par com os sucessivos decréscimos da atividade da produção na construção, devido às descidas verificadas na carteira de encomendas. Assim, as empresas do sector da construção necessitam ter um desempenho mais eficiente e produtivo e como tal é de todo incontornável, que uma dessas estratégias passe pela contenção, minimizando o consumo de recursos e ter maior controlo sobre prazos, custos e qualidade do produto final. Uma das formas de cortar custos numa organização é eliminar os desperdícios associados a processos que geram valor acrescentado, e simultaneamente eliminar aqueles que não criam valor, aumentando a produtividade da empresa. Assim, para fazer face ao problema identificado, foram encontradas um conjunto de questões pertinentes, às quais se foram respondendo ao longo dos capítulos, dando a consistência esperada da presente dissertação.

Da revisão bibliográfica conclui-se que a abordagem ao estado de conhecimento do *Lean*, apresenta-se extensa e de entendimento diverso, permitindo verificar as derivações e complexidades encontradas nos caminhos percorridos na procura da melhoria contínua dos sistemas de gestão, com particular enfoque na indústria e na construção civil. O *Lean Construction*, ao sugerir soluções alternativas para a melhoria dos processos construtivos, não se baseia exclusivamente na implementação de novas tecnologias, mas direciona os esforços para a racionalização dos processos. Como síntese desta pesquisa conclui-se que vale a pena continuar a utilizar e a aprofundar as técnicas *Lean*.

A filosofia *Lean* e a referência ao *Lean Construction* permite focar as ferramentas *Lean* relevantes nesta investigação e as técnicas de redução de desperdícios na construção civil, tendo sido identificados os sete principais tipos de desperdícios de um processo de produção, sendo eles a sobreprodução, espera, transporte, inventários, excesso de procedimentos, movimentos e defeitos. A aplicação do sistema *Lean* é conseguida e suportada por ferramentas que permitem a sua implementação e manutenção. Foram identificadas diversas ferramentas

existentes que auxiliam a sua implementação, as quais estão subjacentes à redução dos desperdícios, tornando-os visíveis e seguidamente de forma sistemática permite tentar eliminá-los.

No estudo de caso, foi testado o modelo proposto para a implementação dos sistemas Lean na AG, uma empresa de construção com foco no desenvolvimento de grandes obras civis e públicas, constatando que essas filosofias podem ser transpostas para o setor da construção civil. O modelo é composto por 3 fases distintas, preparação, execução e fecho. Neste modelo é sugerida a lista de ferramentas a aplicar por área/departamento bem como os responsáveis que devem participar no processo de implementação. A implementação do *Lean* foi bem recebida pela administração, tendo os trabalhadores mostrado ceticismo quanto ao seu sucesso. Depois da implementação do *Lean* os trabalhadores perceberem que realmente é uma boa filosofia e que as ferramentas dão uma grande ajuda tanto para a empresa como para a sua formação profissional. Este modelo tenta dar resposta ao problema identificado, pretendendo solucionar as dificuldades de um processo de produção em empresas do sector, assumindo potencialidade para ser utilizado em qualquer empresa de construção civil.

Por fim, após proposta e aceitação do modelo pela administração da empresa, foi feita a implementação nas diversas obras das ferramentas selecionadas. Em concreto a implementação do *Lean* acabou por ter um impacto positivo, demonstrou-se que a aplicação das técnicas que fazem parte da filosofia *Lean* contribuem para melhorias ao nível dos prazos de construção, de fluxos de informação, motivação e comprometimento das equipas, cumprimento dos trabalhos planeados semanalmente, reduziu-se custos na manutenção, redução dos desperdícios produzidos e de custos de produção, ou seja, o tempo de trabalho começou a ser melhor gerido, deixou de haver tempos de espera sem produzir.

Os benefícios já comprovados da implementação *Lean* na AG foram:

- Menor custo de produção;
- Menos atrasos;
- Menos incerteza;
- Menos desperdício;
- Aumento da satisfação do cliente interno ou externo.

Para assegurar a correta implementação e sustentabilidade desta nova filosofia de gestão das operações, é imprescindível a sua monitorização constante. A monitorização desta implementação foi realizada através de reuniões periódicas com os intervenientes e o contacto constante com as mesmas, de modo a realizar-se ajustamentos sempre que necessário. A integração dos princípios *Lean Construction* tornam possível a melhoria do sistema de produção e ampliação das boas práticas no sector da construção.

A filosofia *Lean* não é algo que se estruture num curto espaço de tempo, pois é necessário ser implantada de forma sistemática em todas as áreas produtivas.

O modelo desenvolvido não é definitivo e apresenta muitas oportunidades para ser melhorado, tendo em conta que o ambiente da indústria de construção é imprevisível o que requer que qualquer modelo que seja desenvolvido tenha a capacidade poder ser adaptado as

novas circunstâncias.

Propõe-se para trabalhos futuros uma implementação mais abrangente dos conceitos e ferramentas *Lean* na empresa e em mais que um caso de estudo para possibilitar efetuar análises comparativas. Observa-se a necessidade de se expandir os estudos referentes à filosofia *Lean Construction*, especificamente aos que demonstrem a redução dos custos como benefício. Sugerem-se outros estudos que mostrem e comprovem a eficácia das práticas da filosofia no setor da construção civil visando à sensibilização dos gestores das empresas deste setor.

Com este trabalho ficou demonstrado que o *Lean* faz sentido ser implementado nas empresas de construção civil e por isso justifica-se continuar, aprofundando as técnicas *Lean* e a sua adaptação com vista a estruturar e consolidar o conceito de *Lean Construction*. Assim, a existência de uma metodologia onde integre técnicas e métodos para apoiar as empresas na implementação é uma mais-valia para tornar mais acessível a adoção desta filosofia de gestão. Pode-se afirmar, que todas as empresas de construção civil podem aplicar o *Lean Construction*, pois, o principal alicerce para essa implementação será a predisposição para tal. As empresas construtoras ao se desenvolverem no aprofundamento do sistema de gestão *Lean*, avançam para a obtenção de um “selo de qualidade” junto do dono de obra.

# Bibliografia

- [1] Lean Construction. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Lean\\_Construction](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lean_Construction) [Consultado em 02 Out. 2015]
- [2] C. Thomsen, J. Darrington e D. Dunne, Managing Integrated Project Delivery, Virginia, USA: CMAA, 2009.
- [3] Carlos A. B. Santos; José Rodrigues de Farias Filho: Construção Civil: Um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. 2011.
- [4] Carlos T. Formoso; Cláudia M. De Cesare; Elvira M. V. Lantelme. As perdas na construção Civil: Conceitos, Classificações e seu papel na melhoria do setor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre. Brasil. 1996.
- [5] Mobuss Construção. Desperdícios na Construção Civil e os seus impactos [Consultado em 1 de Novembro. 2015]. Disponível em <http://www.mobussconstrucao.com.br/2015/10/09/desperdicios-na-construcao-civil-e-os-seus-impactos/>
- [6] Melton, T. 2005. The benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. Chemical Engineering Research and Design, Vol. 83, pag. 662-673.
- [7] Liker, Jeffrey, MEIER, David – The Toyota Way Fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps, McGraw-Hill, USA, 2006. 288 p. ISBN: 0071448934
- [8] Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre, Editora Bookman.
- [9] Rahman, Nor Azian Abdul; Sariwati Mohd Sharif, Mashitah Mohamed Esa - Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation, Faculty of Business Management, Universiti Teknologi MARA, Malaysia, 2013, p. 174 – 180
- [10] Shah, Rachna; Peter T. Ward - Defining and developing measures of lean production. University of Minnesota. USA. Journal of Operations Management 25, 2007. p. 785 – 805
- [11] Womack, James; Jones, Daniel: 2003. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 2ª ed. UK: Free Press Business.

- [12] Wahaba, Amelia Natasya Abdul; Mukhtara, Muriat; Sulaiman, Riza - A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions, Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan, Malaysia, 2013. p.1292 – 1298
- [13] Melton, T – The benefits of Lean manufacturing: What Lean thinking has to offer the process industries. UK. Trans IChemE, Part A, Chemical Engineering Research and Design, 2005, 83(A6): p. 662-673
- [14] Womack, James; Jones, Daniel; Roos, Daniel. 1990. The Machine that Changed the World. Rawson Associates HarperCollins, New York
- [15] Institute, Lean Enterprise – A Brief history of Lean. [Consultado em 16 Fev. 2015]. Disponível em <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- [16] Brasil, Lean Institute – Lean Thinking (Mentalidade Enxuta). [Consultado em 19 Fev. 2015]. Disponível em [http://www.lean.org.br/o\\_que\\_e.aspx](http://www.lean.org.br/o_que_e.aspx)
- [17] Lean Enterprise Institute, “Lean Enterprise Institute,” 2008. [Online]. Disponível em : <http://www.lean.org/WhatsLean/>. [Consultado em 15 Mar. 2015].
- [18] Womack, JP, Jones, DT e Roos, D. 1990. The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. Rawson Associates, New York, EUA.
- [19] Brasil, Lean Institute – Os 5 Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta). [Consultado em 19 Fev. 2015]. Disponível em <http://www.lean.org.br/5-principios.aspx>
- [20] Abdulmalek, Fawaz; Rajgopal, Jayant. 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of Production Economics, Vol. 107, pag. 223 - 236.
- [21] Paez, J.; Dewees, A.; Genaidy, S. Tuncel. 2004. The Lean Manufacturing Enterprise. Human Factors in Ergonomics & Manufacturing, Vol. 14, pag. 285 – 306.
- [22] Howell, G. (1999). What is Lean Construction. Conference of International Group of Lean Construction.
- [23] Aziz, Remon Fayek; Hafez, Sherif Mohamed - Applying lean thinking in construction and performance improvement, Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt, Alexandria Engineering Journal, 2013, p. 679 – 695

- [24] Picchi, Flávio Augusto - Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Eng<sup>a</sup>.Civil, Universidade de Campinas – Brasil, Vol 3, Nº 1, (2003) p. 7-23
- [25] Pinto, João Paulo – Manutenção Lean. Lisboa, 2013. 285 p. ISBN: 978-972-757-877-1
- [26] Abdulmalek, Fawaz; Rajgopal, Jayant. 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of Production Economics, Vol. 107, pag. 223-236.
- [27] Rivera, Leonard; Chen, F. Frank. 2007. Measuring the impact of Lean tools on the cost-time investment of a product using cost-time profiles. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 23, pag. 684–689.
- [28] Marques, Susana. 2007. Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa. Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.
- [29] Peneirol, Nelson. 2007. Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação do sistema de controlo da produção Last Planner, Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.
- [30] Araújo, Sérgio M. F. - Implementação de um Sistema de Manutenção Lean na SNA Europe Industries, S.A. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – 2010. 61 p. Dissertação de Mestrado
- [31] NP EN 13306 de 2007 – Terminologia da manutenção – IPQ
- [32] Murça, Vítor Armando de Almeida - Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – 2012. 101 p. Dissertação de Mestrado
- [33] Amorim, Gonçalo Rocha Nunes de - Lean na Manutenção – Optimização do TPM. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011. p. 85. Dissertação de Mestrado
- [34] Nascimento, Adriano Fagner Gonçalves - A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DO CICLO PDCA NO GERENCIAMENTO DA MELHORIA CONTINUA. Núcleo de Pós Graduação e ao Instituto Superior de Tecnologia. São João Del Rei, Brasil, 2011. p. 38. Monografia

- [35] Bruno Vallespir, T. A. (2010). *Advances in Production Management Systems: New Challenges, New Approaches*. Springer.
- [36] Gaino, Daniel Zanetti - REDUÇÃO DE PERDAS DE O.E.E. E NÚMERO DE QUEBRAS EM MÁQUINAS ATRAVÉS DE PLANEJAMENTO EM ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Brasil, 2007. p. 55. Trabalho de Conclusão de Curso.
- [37] Lima, Elaine Cristina de Oliveira - OEE: UTILIZANDO OS CONCEITOS PARA MEDIR A EFICÁCIA DE UMA EQUIPA DE MANUTENÇÃO - Universidade de Taubaté, Brasil, 2014.
- [38] Xavier, Júlio Nascif - Artigo sobre INDICADORES DE MANUTENÇÃO, Diretor da Tecém – Tecnologia Empresarial, coordenador e professor dos cursos de pós-graduação em Engenharia de Manutenção da PUC-MG e UNILESTE, Brasil. 2012.
- [39] SMED - Single Minute Exchange of Die [Consultado em 19 Abr. 2015]. Disponível em <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.pt/2012/02/smed-single-minute-exchange-of-die.html>
- [40] Engenharia Civil na Internet [Consultado em 20 Abr. 2015]. Disponível em <http://www.engenhariacivil.com/rankings/ranking-empresas-construtoras>
- [41] Fonte Andrade Gutierrez

# Anexos

Aqui são apresentados alguns exemplos de formulários usados na AG e somente os autorizados por esta.



# Anexo II



## KAIZEN Diário - 17:15

### EQUIPA

Orientador:

Engº Produção/ Engº Técnica

Participantes:

Encarregados Produção  
Representante Manutenção  
Representante Segurança  
Representante Armazém  
Representante Compras  
Convidados

### Agenda Diária - 30 Min

**Abertura da reunião:**

2 Min

Registo de presenças  
Revisão - assuntos por falar no dia anterior

**Segurança:**

2 Min

Tópicos do dia / assuntos a ter atenção  
Análise de desvios (Quinta-feira)

**Planeamento Produção:**

5 Min

Atividades realizadas no dia  
Planeamento Semanal  
Avanço Linear (Sexta-feira)

**Manutenção:**

4 Min

Cumprimento do plano de Rampa  
Análise Preventivas / Mudanças de óleo e Filtros

**Armazém:**

2 Min

Ocorrências do dia / Pontos principais

**Planos de Ações:**

15 Min

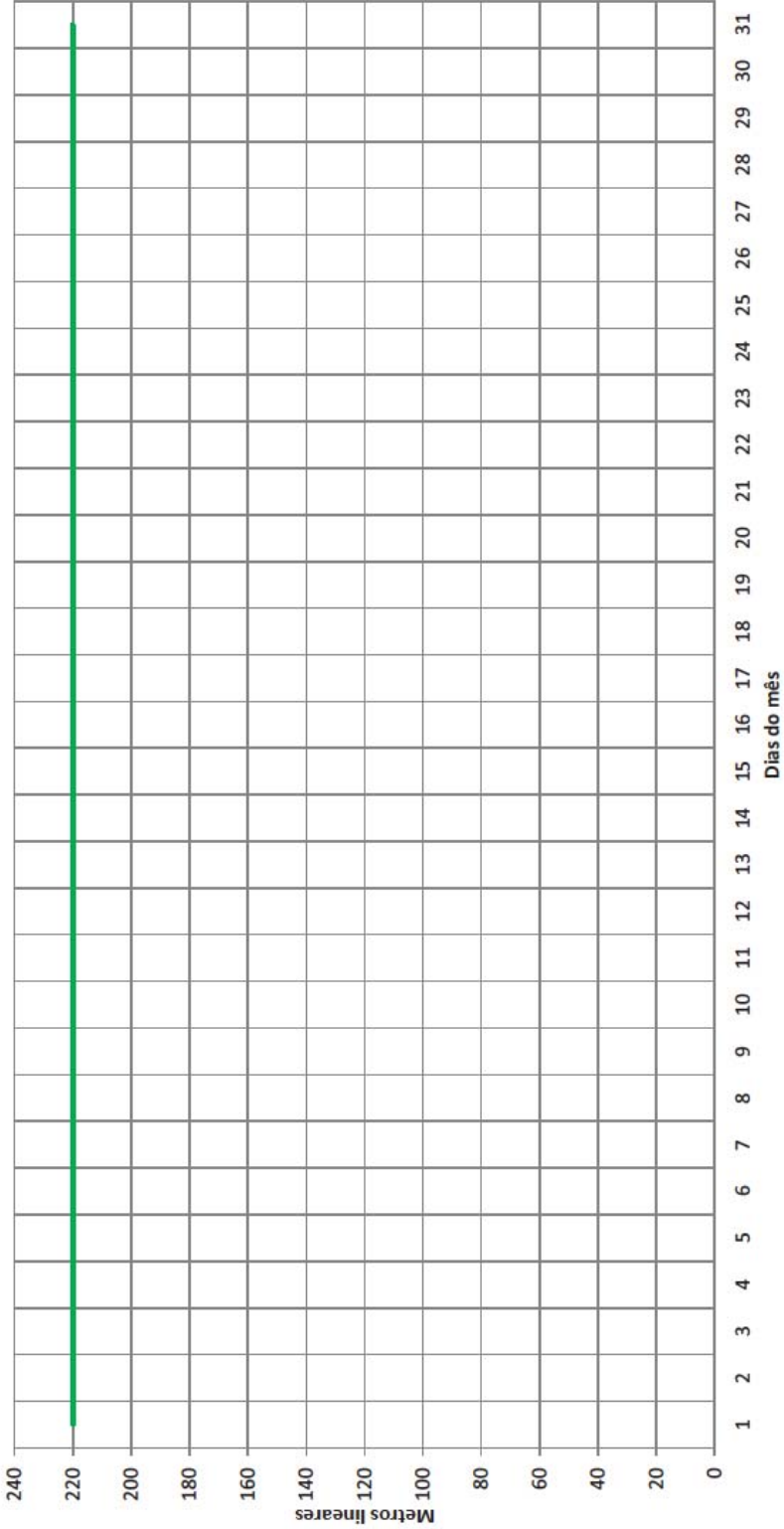
Revisão de ações passadas  
Novas Ações - Ronda aberta aos participantes

# Anexo III



## Metros lineares de Pré-fabricados

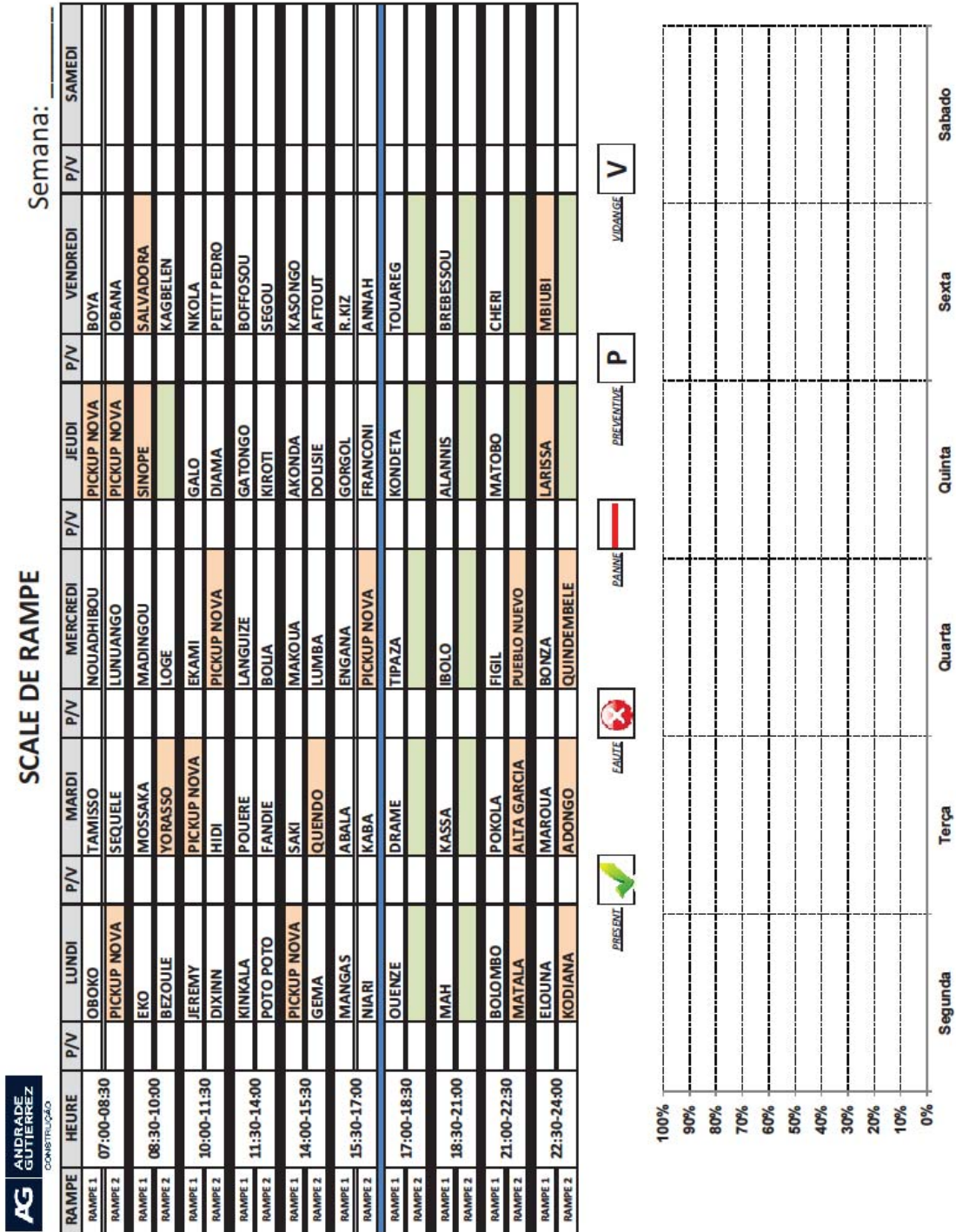
Mês: \_\_\_\_\_



Igual ou superiores ao objetivo

Abaixo do objetivo

# Anexo IV





# Anexo VI

	<b>CHECK-LIST DIÁRIO DOS EQUIPAMENTOS</b>	DATA		
		HORÓMETRO	INÍCIO	
			FINAL	
			ABASTECIMENTO (L)	
		TOTAL ABASTECIMENTO (L)		

EQUIPAMENTO			
<b>1.</b>	<b>ANTES DA PARTIDA</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
1.1	Nível de óleo do motor está correto?		
1.2	Nível de água do radiador está correto?		
1.3	Nível de óleo do sistema hidráulico está correto?		
1.4	Nível de óleo na transmissão está correto?		
1.5	Nível de combustível suficiente para iniciar o trabalho?		
1.6	As correias do motor estão corretas?		
1.7	Tirou a água das bujias de ar?		
1.8	O Veículo possui EXTINTOR?		
1.9	O Veículo possui TRIÂNGULO?		
1.10	O Veículo possui MACACO		
1.11	O Veículo possui CHAVE DE RODA?		
1.12	O Condutor possui COLETE REFLETOR?		
<b>2.</b>	<b>APÓS A PARTIDA E DURANTE AQUECIMENTO (3 MIN.)</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
2.1	Os indicadores do painel funcionam corretamente?		
2.2	As luzes de advertência do painel funcionam corretamente?		
2.3	O indicador do filtro de ar está VERDE?		
2.4	Há algum barulho estranho no funcionamento do equipamento?		
2.5	Existem peças soltas ou avariadas / quebradas?		
2.6	As lanternas / faróis estão à funcionar?		
2.7	Há pontos de avarias no equipamento?		
2.8	Os pneus estão calibrados? Ou material rodante apresenta problemas?		
2.9	Os cantos, dentes ou lâminas precisam ser trocados?		
2.10	Existe fuga de água?		
2.11	Existe fuga de óleo?		
2.12	A buzina / alarme estão à funcionar?		
2.13	A cor da fumaça está normal?		

E AÍ ? ESTÁ TUDO OK ? SE ESTÁ, ENTÃO AGORA VOCÊ PODE INICIAR SEU TRABALHO !!

3.		<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
<b>AO FINAL DE CADA TURNO</b>			
3.1	Antes de desligar o motor, deixou trabalhar durante 1 minuto em relantim?		
3.2	Antes de deixar o equipamento, desligou a chave geral?		
3.3	Abasteceu no final do turno?		
<b>4</b>	<b>DURANTE A OPERAÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
4.1	Garantir que as caçambas estão limpas depois da descarga de material (terra, brita, asfalto, etc)		

AGORA VOCÊ PODE ESCREVER OS DEFEITOS QUE SEU EQUIPAMENTO ESTÁ À APRESENTAR !!

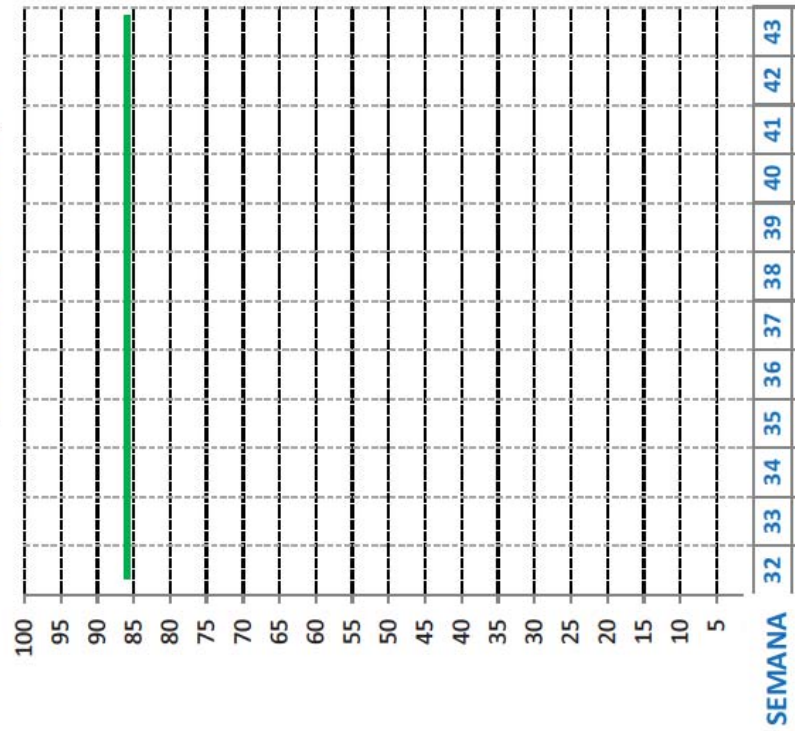
OBSERVAÇÕES:	
OPERADOR/MOTORISTA	ENCARREGADO
DATA:	DATA:
NOME:	NOME:
MATRÍCULA:	MATRÍCULA:



# Anexo VIII

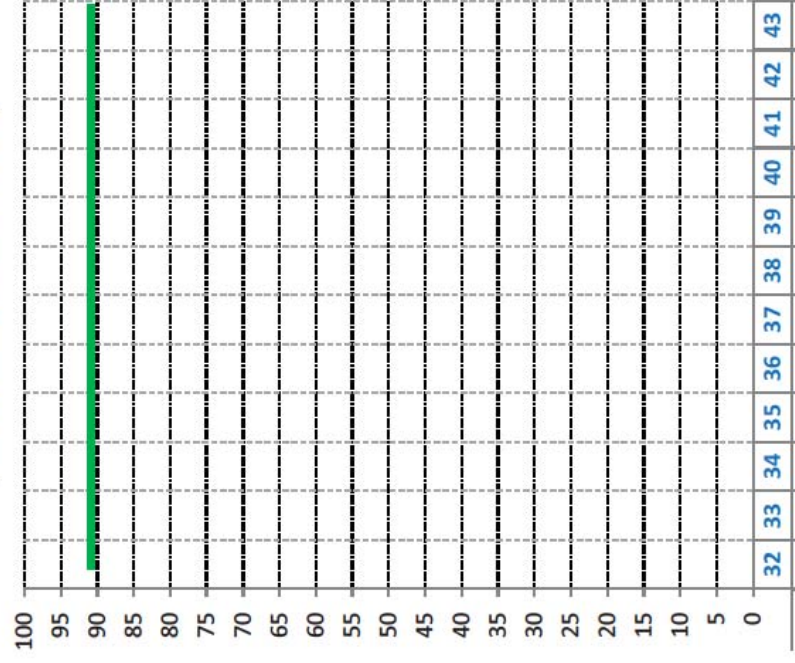


**% CUMPRIMENTO  
RAMPAS SEMANAIS**



NOTA: Fazer a média das percentagens diárias

**% CUMPRIMENTO  
PREVENTIVAS SEMANAIS**



NOTA: Retirar do programa