

CONSTRUÇÃO LEAN – DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE DIAGNÓSTICO PARA EMPRESAS CONSTRUTORAS

EDUARDO FILIPE DA SILVA CAMPOS

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

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa

JANEIRO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.*

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

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

À minha Família

Deus quer, o homem sonha, a obra nasce

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Jorge Moreira da Costa, pela incansável orientação desta dissertação, sempre disponível com um inconformismo presente, em busca de novas soluções mais inovadoras, que constituíram um estímulo e interesse para a execução deste trabalho. A compreensão e colaboração evidenciadas ao longo deste último desafio, assim como um profundo conhecimento científico e uma postura de rigor que muito contribuíram para o enriquecimento e valorização deste trabalho.

O meu bem haja à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a todos os seus docentes, especialmente os do Departamento de Engenharia Civil.

Um especial agradecimento aos meus Pais e aos meus Irmãos, pelo apoio sistemático e incondicional na vida e particularmente ao longo de todo o percurso académico. Pelo carinho e amizade demonstrada em toda a minha vida, pelas excelentes oportunidades que me proporcionaram e por contribuírem continuamente para que todos os dias eu cresça e seja uma pessoa melhor.

À Rafaela, pela sua constante força e motivação, pela paciência e transmissão de serenidade e tranquilidade quando mais necessitei. Contribuiu direta e indiretamente, através da sua sabedoria e bondade, para o meu percurso nos últimos anos. Pelo seu afeto, sentimentos e emoções demonstradas e partilhadas ao longo destes anos.

A todas as amigas que tive o privilégio de construir durante a minha passagem por esta Faculdade, ao apoio mútuo para alcançar os objetivos estabelecidos e ultrapassar os desafios que esta jornada assim o exigiu.

Todo o reconhecimento expresso fica aquém do que penso e da realidade.

RESUMO

A indústria da construção representa um papel central no Produto Interno Bruto de um país, assim como, fomenta e dinamiza o emprego, direta ou indiretamente.

Nos últimos anos, tem se verificado um aumento significativo na competitividade neste setor, o que provoca uma maior concorrência, tornando essencial a procura de melhores práticas de processos construtivos, de modo a reduzir custos na construção. Assim, dadas as singularidades da situação atual, é necessário que as disparidades entre o custo estimado no orçamento e o custo real da obra sejam menores, salientando a importância da gestão e da fase de planeamento nesta indústria. Neste contexto, a filosofia geralmente designada por “Lean”, começa a receber uma atenção cada vez maior por parte da indústria da construção portuguesa.

Esta dissertação visa a apresentação de um Guia de Diagnóstico constituído por Fichas de Diagnóstico e Diagnósticos de Obra. Nas Fichas estão plasmados os conceitos Lean com maior aplicabilidade no setor da construção, atendendo às adaptações imprescindíveis na transposição da Produção Lean para a construção, tendo em consideração as suas peculiaridades e a grande influência do fator humano. As propostas de solução apresentadas neste Guia de Diagnóstico podem ser ajustadas a uma obra específica, dependendo das suas características e dimensão, assim como do tipo de empresa construtora e do seu âmbito. Através deste Diagnóstico é possível identificar situações passíveis de melhoria de produtividade e/ou redução de desperdício.

PALAVRAS-CHAVE: Produção Lean, Construção Lean, Produtividade, Desperdício, Diagnóstico

ABSTRACT

The construction industry not only plays a central role in the Gross Domestic Product of a country as it even affects the employment rate, either directly or indirectly.

In recent years, there has been a significant increase in competitiveness in this sector, making it essential to seek better practices in construction processes, in order to reduce construction costs. Thus, given the singularities of the current situation, it is necessary that the disparities between the estimated cost in the budget and the real cost of the work minimized, emphasizing the importance of the management and the planning phase in this industry. In this context, the approach usually referred as “Lean” is starting to receive increased attention from the Portuguese construction industry.

This dissertation aims at the presentation of a Diagnostic Guide consisting of Diagnostic Sheets and Diagnostics of Construction Work. The Lean concepts with the greatest applicability in the construction sector are presented in the Sheets, considering the essential adaptations in the transposition of Lean Production to the construction, taking into account their peculiarities and the great influence of the human factor. The solution proposals presented in this Diagnostic Guide can be adjusted to a specific work, depending on its characteristics and size, as well as the type of construction company and its scope. Through this Diagnosis it is possible to identify situations that can improve productivity and / or reduce waste.

KEYWORDS: Lean Production, Lean Construction, Productivity, Waste, Diagnostics.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2. ÂMBITO E OBJETIVO	2
1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	2
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3

2. PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIOS NAS ATIVIDADES PRODUTIVAS

2.1. DEFINIÇÃO E MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS INDÚSTRIAS PRODUTIVAS	5
2.2. INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	8
2.2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	8
2.2.2. PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO	10
2.2.3. MODELO DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA	12
2.2.4. FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE	13
2.2.5. ÍNDICE DE CAPACIDADE DE DESEMPENHO	14
2.2.6. BENCHMARKING	17
2.3. DESPERDÍCIOS	19
2.3.1. DESPERDÍCIOS NAS ATIVIDADES PRODUTIVAS	19
2.3.2. DESPERDÍCIOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	19

3. PRODUÇÃO LEAN E CONSTRUÇÃO LEAN

3.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA PRODUÇÃO LEAN	23
3.1.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA	23
3.1.2. PENSAMENTO LEAN – LEAN THINKING	26
3.1.3. PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO LEAN	23
3.1.4. DESPERDÍCIOS NO CONTEXTO LEAN	31
3.2. MÉTODOS E FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO LEAN	32
3.2.1. METODOLOGIA 5S	32
3.2.2. GESTÃO VISUAL	34
3.2.3. KANBAN	34
3.2.4. DIAGRAMA DE SPAGHETTI – SPAGHETTI DIAGRAM	35

3.2.5. POKA-YOKE	35
3.2.6. HEIJUNKA	36
3.2.7. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VALUE STREAM MAPPING.....	37
3.2.8. LAST PLANNER SYSTEM	38
3.2.9. PDCA	39
3.2.10. KAIZEN	40
3.3. CONSTRUÇÃO LEAN – A TRANSPOSIÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.....	40

4. CONSTRUÇÃO LEAN – ELABORAÇÃO DE UM GUIA DIAGNÓSTICO

4.1. OBJETIVOS	43
4.2. ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA DAS ÁREAS DE APLICAÇÃO	43
4.3. FICHAS DE DIAGNÓSTICO	44
4.4. NOTAS FINAIS	69

5. APLICAÇÃO A UM CASO DE ESTUDO REAL

5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO CASO DE ESTUDO	71
5.2. DESCRIÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO	71
5.3. RESULTADOS – DIAGNÓSTICO DE OBRA	72
5.4. NOTAS FINAIS	104

6. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES	105
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Gráfico 1 Apresenta os Indicadores Demográficos; Gráfico 2 Corresponde à Estrutura por Segmentos de Atividade Económica (Banco de Portugal, 2016).	2
Fig.2 – Receitas Totais e Vendas. (adaptado de Lawlor, A., 1985).....	6
Fig.3 – Modelo Conceptual dos Fatores que Afetam a Produtividade (adaptado de Zhao, Y. e Chua, D., 2003).....	10
Fig.4 – Eficácia e Eficiência Resultantes da Melhoria da Flexibilidade na Produção de Projetos (adaptado de Filho, A. <i>et al</i> , 2012)	11
Fig.5 – Ergonomia Inserida no Triângulo Lean (Damaj, O. <i>et al</i> , 2016)	12
Fig.6 – Modelo dos Fatores da Produtividade na Construção (Branco, P., 2014)	12
Fig.7 – Página Inicial da Plataforma icBench (2016)	17
Fig.8 – Âmbito dos Indicadores (icBench, 2016)	18
Fig.9 – Índice de Desperdício (adaptado de Saggin, A. <i>et al</i> , 2015)	20
Fig.10 – Linha de Montagem da Ford Motor Company (John Unger Zussman, 2011)	23
Fig.11 – Linha de Montagem da Toyota Motor Company (Margaret Bourke-White, 2012).....	23
Fig.12 – Casa TPS (adaptado de Liker, J., 2004).....	24
Fig.13 – Evolução do Conceito Jidoka (adaptado de Jana Loskotova).....	25
Fig.14 – Sistema Push (http://melhorar-negocios.blogspot.pt/)	29
Fig.15 – Sistema Pull (http://melhorar-negocios.blogspot.pt/)	29
Fig.16 – Princípios do Pensamento Lean (http://www.lean.org/).....	30
Fig.17 – Metodologia 5S	33
Fig.18 – Quadro Específico para a Utilização do Sistema Kanban (https://towbar.com.br/).....	35
Fig.19 – Exemplo de um Cartão Kanban (http://www.4lean.net/).....	36
Fig.20 – Sistema Poka-Yoke (http://www.4lean.net/).....	36
Fig.21 – Esquema de Utilização da Ferramenta VSM (adaptado de Rother, M. e Shook J., 2003)	38
Fig.22 – Processo de Planeamento Centrado no Papel do Last Planner (adaptado de Ballard, G. e Howell, G., 1998).....	39
Fig.23 – Ciclo PDCA e Principais Objetivos por Etapa (https://julianakolb.wordpress.com/).....	39
Fig.24 – Distribuição dos Conceitos Lean.....	44

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Cálculo da Produtividade da Instalação de Placas de Gesso (adaptado de Forbes, L. e Ahmed, S., 2011)	15
Quadro 2 – Cálculo do Valor de PAR para a Instalação de Placas de Gesso (adaptado de Forbes, L. e Ahmed, S., 2011)	16
Quadro 3 – Comparação dos Sistemas de Produção (adaptado de Melton, T., 2005).....	27
Quadro 4 – Índice das Fichas de Diagnóstico	45

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

AEP – Associação Empresarial de Portugal

ASCE – American Society of Civil Engineers

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IGLC – International Group of Lean Construction

IMPIC – Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção

InCI – Instituto da Construção e do Imobiliário

IMVP – International Motor Vehicle Program

JIT – Just in Time

KPI – Key Performance Indicator

LCI – Lean Construction Institute

INEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LPS – Last Planner System

MIT – Massachusetts Institute of Technology

PAR – Performance Ability Ratio

PCC – Percentagem de Planeamento Concluído

PDCA – Plan, Do, Check, Act

Ref – Referência

TPS – Toyota Production System

UP – Universidade do Porto

VSM – Value Stream Mapping

1

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde o início das primeiras civilizações, que a construção sempre esteve presente para a proteção das comunidades, constituindo assim uma necessidade, dando aso à criatividade e melhores condições de vida na Terra.

Construir faz parte da natureza humana, como forma de organização da sociedade, para uma melhoria da qualidade de vida dos povos.

A qualificação dos países e o seu índice de desenvolvimento também é mensurável pelas suas obras e pelas suas construções ao nível da Engenharia, da Arquitetura, das Artes, do Ambiente que também são marcas na História, que nos transportam da Antiguidade até à pós-modernidade.

Indubitavelmente o setor da construção é o motor da Economia Nacional e Internacional, como força impulsionadora e dinamizadora do desenvolvimento sustentado dos países.

Em 2015, o setor da construção detinha 11% das empresas em Portugal, que correspondia a 44 mil empresas, representava 9% do número de pessoas ao serviço e 6% do volume de negócios, o que representa uma diminuição, comparativamente a 2011, de 1,9%, 3,2% e 2,9% respetivamente. Através do Gráfico 2 inserido na Fig.1, é possível observar-se que a “construção de edifícios” destaca-se neste setor, onde representa 59% das empresas, 44% das pessoas ao serviço e 42% do volume de negócios no setor da construção. A distribuição relativamente ao número de pessoas ao serviço e o volume de negócios é mais homogénea, realçando a atividade de “Engenharia civil”, em que esta contém 31% do volume de negócios e 23% do número de pessoas ao serviço, representando apenas 6% do número de empresas (Banco de Portugal, 2016).

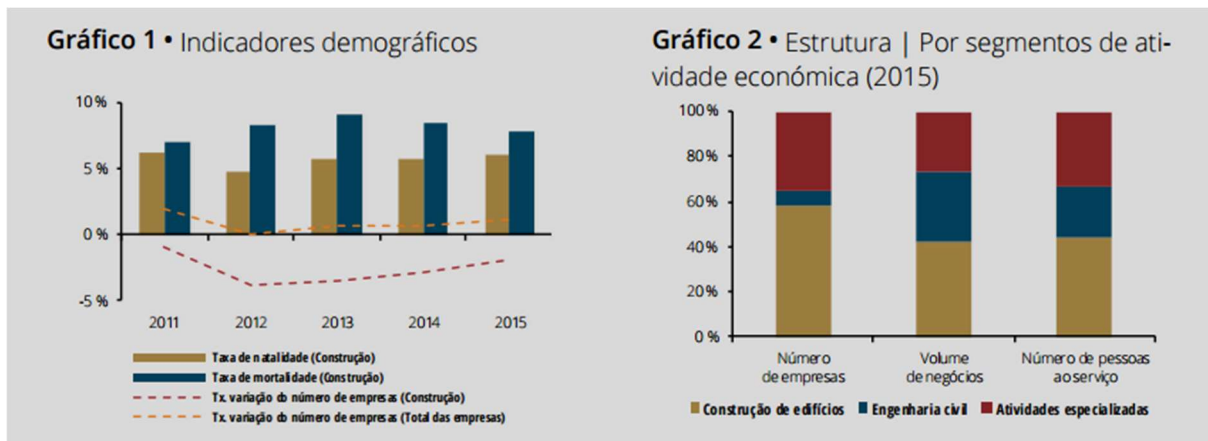


Fig.1 – Gráfico 1: Indicadores Demográficos; Gráfico 2: Estrutura por Segmentos de Atividade Económica (Banco de Portugal, 2016).

Portugal tem na sua longa história o reconhecimento Internacional de uma Engenharia de excelência, indústrias tecnologicamente avançadas e com recursos humanos que se destacam entre os melhores do mundo.

Do mesmo modo que tem havido um desenvolvimento científico, com conseqüentes repercussões em toda a construção, deve-se ter em conta o desenvolvimento do modelo de gestão de produção, organização e agilização dos métodos. Posto isto, é necessário ter em consideração uma maior eficácia e eficiência, com tradução nos desperdícios e na produtividade que se reflete no final em rentabilidade, quer ao nível económico, humano e tecnológico.

1.2. ÂMBITO E OBJETIVO

O âmbito desta dissertação de mestrado é a aplicação da filosofia Lean, na indústria da construção – Construção Lean (*Lean Construction*).

O objetivo principal deste estudo é otimizar os processos construtivos de forma a traduzir o máximo de rentabilidade possível numa construção. Para tal efeito, recorre-se à filosofia Lean e às suas ferramentas e conceitos disponíveis, realizando uma adaptação para a indústria da construção, de modo a reduzir desperdícios, criar valor e manter a obra num local seguro, limpo e organizado. Através da criação de valor pelos métodos Lean, estes permitirão reduzir custos, satisfazer as necessidades do cliente, concretizar a obra nos prazos estabelecidos e desenvolver um ambiente interpessoal agradável. De modo a auxiliar a empresa construtora a identificar situações passíveis de melhoria de desempenho na totalidade dos processos envolvidos numa construção, realiza-se um Guia de Diagnóstico que contém dezassete Fichas de Diagnóstico complementadas com os registos e observações de um caso de estudo real, designado por Diagnóstico de Obra.

1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Inicialmente fez-se a pesquisa de artigos, livros e dissertações presentes no catálogo da biblioteca da FEUP e repositório da UP, com a finalidade de contribuírem para a familiarização da temática da presente dissertação, conhecendo assim o estado da arte atual.

Posteriormente, foi feita uma abordagem do tema construção Lean, através da aplicação de conceitos e ferramentas que traduzem mais relevância para uma obra de construção civil.

A revisão bibliográfica iniciou-se sobre assuntos relacionados com a produtividade nas diferentes indústrias, bem como os desperdícios de um ponto de vista global.

Foram estudados os conceitos Lean, começando pelo seu enquadramento histórico e caracterizando as componentes consideradas mais relevantes para a realização desta dissertação.

Assim, esta informação foi obtida através de artigos científicos, publicações e livros, onde se destaca o *International Group of Lean Construction* (IGLC), o *Lean Construction Institute* (LCI) e a *American Society of Civil Engineers* (ASCE), os quais incluíam trabalhos apresentados em congressos e conferências internacionais, realizados por autores de renome na sua especialidade, citados nas referências bibliográficas.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por seis capítulos, sendo que o presente capítulo é introdutório, visando clarificar de uma forma coerente a investigação realizada.

No segundo capítulo são apresentadas as definições e a pesquisa bibliográfica efetuada relativamente à produtividade e aos desperdícios nas indústrias produtivas. Este enquadramento é interessante, uma vez que está diretamente relacionado com os conceitos e princípios Lean,

O terceiro capítulo incide sobre a história e as origens da metodologia Lean, assim como os conceitos da Produção Lean. Descreve também a adaptação deste conceito para a indústria da construção.

No quarto capítulo estão expostas as Fichas de Diagnóstico, elaboradas com o propósito de identificar em obra quais são as áreas com mais tendência para a existência de desperdícios e com maior margem de otimização nos distintos processos, com a respetiva apresentação das propostas de solução. Em função disso, é viável proceder-se à sua adaptação, dependendo das características da obra e da empresa de construção.

O quinto capítulo integra os Diagnósticos de Obra, onde estão contidas as fotografias tiradas pelo autor durante o acompanhamento da obra, observações e comparações da obra com a proposta de solução apresentada nas Fichas de Diagnóstico e o nível de impacto de cada medida. O nível de impacto corresponde às características gerais da obra, independentemente da estratégia utilizada neste caso de estudo específico.

O sexto capítulo corresponde à conclusão e contém uma observação final sobre os temas abordados nesta dissertação, bem como uma análise ao Guia de Diagnóstico realizado e aos resultados pertencentes a um caso de estudo real.

Por último, é apresentada a bibliografia que foi alvo de consulta.

2

PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIOS NAS ATIVIDADES PRODUTIVAS

2.1. DEFINIÇÃO E MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS INDÚSTRIAS PRODUTIVAS

O conceito de produtividade foi primeiramente ponderado por François Quesnay e posteriormente por Adam Smith, economistas notáveis do século XVIII. Após a Segunda Guerra Mundial, grande parte dos países da Europa tiveram a necessidade de aumentar os índices de produtividade, fazendo uma melhor gestão dos recursos disponíveis para a reconstrução das cidades afetadas.

Na atualidade, existem várias interpretações da definição de produtividade, citadas por diversos autores de renome internacional neste domínio. É um termo frequentemente utilizado pela comunidade industrial e empresarial (Ramos, A., 2003).

A AEP, considera que o conceito de produtividade é explicado como: “a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de fabrico, com o objetivo de se obter a melhor e maior produção com o menor custo possível.” (AEP, 2004).

Desta forma, para serem mais competitivos em relação aos seus pares é imperativo entender e aplicar os conhecimentos sobre este conceito.

Segundo Prokopenko J. (1987) a definição geral de produtividade é a relação entre o *output* gerado pela produção ou serviço e o *input* fornecido para criar tais resultados. Esta designação é adotada pela maioria dos autores, como também pela generalidade das pessoas no seu quotidiano. Independentemente do modelo de produção ou tipo de serviço, a correta equação utilizada para a produtividade é:

$$produtividade = \frac{Output}{Input}$$

O *input* apresentado nesta equação representa o somatório da mão de obra, do capital investido, das matérias primas, equipamentos e de outros materiais ou serviços utilizados que contribuem para a obtenção do resultado final, que pode ser interpretado como produtos ou serviços.

De acordo com este autor, é referida uma outra forma de definir este conceito, sendo caracterizado pela relação entre os resultados e o tempo que é despendido para os cumprir. A medida de tempo é uma escolha adequada como denominador, uma vez que é uma medida universal. Consequentemente, quanto

menor for o tempo necessário para alcançar o resultado desejado, maior é o índice de produtividade de um determinado procedimento.

Nas atividades produtivas, a produtividade é medida auxiliadora na análise da eficácia e da eficiência. Deste modo, apenas a comunicação, a instalação e o funcionamento de um sistema de medições, pode melhorar a produtividade de uma tarefa na ordem dos 5 a 10 pontos percentuais, sem qualquer outra intervenção ou investimento.

Uma definição menos prática, no entanto mais profunda, é referida por Krugman, P. (1994) “a produtividade não é tudo. Mas a longo prazo, é quase tudo”.

Lawlor, A. (1985) por sua vez, confirma que a apresentação de informação correta e sucinta relativamente à produtividade, é o primeiro passo para cativar a administração, sugerindo que a melhoria de produtividade é imprescindível para o futuro de qualquer empresa. Considera também que a produtividade é uma medida de como as empresas satisfazem de uma forma eficaz e eficiente os cinco objetivos seguintes: metas a alcançar; eficiência; potencial eficácia; comparabilidade de desempenho e tendências progressivas.

É fundamental ter conhecimento das principais metas da empresa, sendo que o objetivo principal é a maximização do lucro. Para além desta meta, pode haver outros propósitos, tais como o pagamento de salários adequados aos trabalhadores, cumprir os prazos de pagamento aos fornecedores e acumular o máximo possível para a reabilitação do estabelecimento e investir em novos equipamentos e tecnologias. Já Adam Smith, o pai da economia moderna e das empresas privadas, afirmava que o propósito final de cada empresa é possibilitar a todas as pessoas envolvidas, a terem uma vida digna e sustentar as suas despesas fixas e circulantes. Desta forma, os objetivos podem ser alcançados quando existir um fundo que responda às solicitações da empresa. Este fundo dedica-se à compra de serviços, ao investimento, ao pagamento de salários e aos impostos. Considera-se que este fundo é designado por Receitas Totais. No seguimento da abordagem de Lawlor, A. (1985), apresenta-se um esquema (Fig.2) com o intuito de melhorar a compreensão das Receitas Totais.

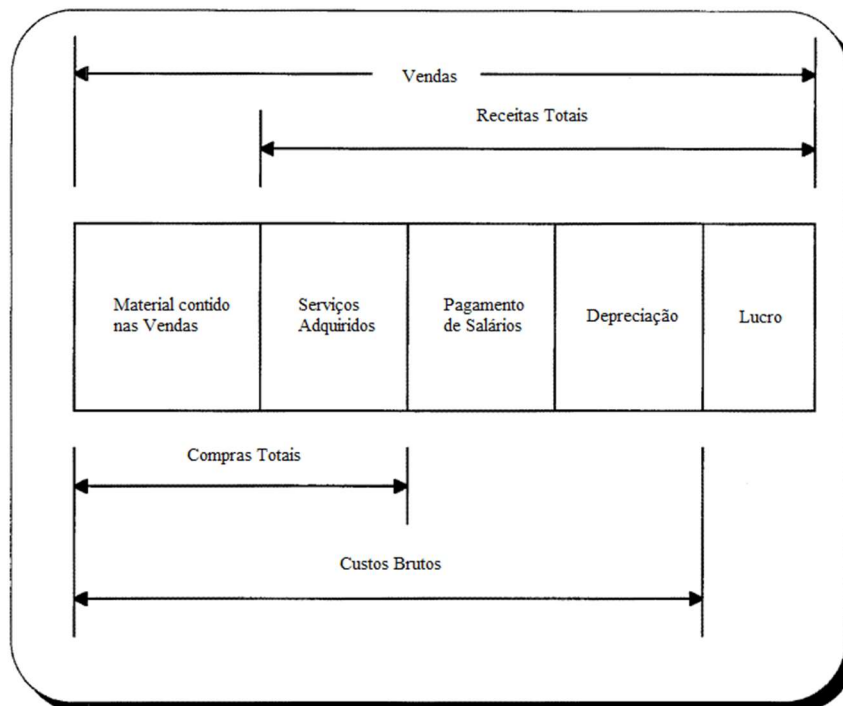


Fig.2 – Receitas Totais e Vendas. (adaptado de Lawlor, A., 1985)

No que diz respeito à eficiência, correspondente ao segundo objetivo, o autor descreve este conceito como a informação do *output* realmente gerado através do *input* disponível. A medida de eficiência revela a relação entre o *output* e o *input* e o nível de uso dos recursos em comparação com a capacidade total. Através das seguintes expressões é possível encontrar o Rácio de Rentabilidade.

$$\frac{Output}{Input} = \frac{Input + Lucro}{Input} \quad \text{ou} \quad \frac{O}{I} = \frac{I + L}{I} = 1 + \frac{L}{I}$$

$$\text{onde, } \frac{L}{I} = \text{Rácio de Rentabilidade}$$

O terceiro objetivo é a potencial eficácia, este conceito está ligado à eficiência, no entanto existem algumas diferenças a salientar. A eficiência determina o estado dos processos no período correspondente, enquanto a potencial eficácia demonstra o que se consegue alcançar consoante os recursos da empresa. Este conceito inclui um *output* alvo, atingindo um novo desempenho.

$$\frac{Output}{Input} = \frac{Eficácia \text{ (o que pode ser alcançado)}}{Recursos Consumidos}$$

Deste modo, a produtividade pode ser ampliada recorrendo à combinação do aumento da eficácia e do uso mais oportuno dos recursos disponíveis. Os quatro principais rácios são:

- Output atual a dividir pelo input atual, estado atual;
- Output atual a dividir por um input menor;
- Output maior a dividir pelo input atual;
- Output máximo a dividir pelo input mínimo, maior nível de eficácia.

Prosseguindo a abordagem de Lawlor, A. (1985), o quarto objetivo é a comparabilidade de desempenho. Apenas o conceito de produtividade revela pouco sobre uma empresa sem a realização de algumas comparações necessárias. As quatro comparações mais relevantes ao nível empresarial são: a comparação entre o desempenho atual da empresa e o passado desta, com esta análise apenas se conclui se a produtividade está em crescimento ou em decréscimo. A comparação de desempenho entre trabalhadores, secções ou processos. A comparação com um alvo previamente estabelecido, focando os trabalhadores para o objetivo a cumprir. Por último, a comparação com outras empresas, preferencialmente inseridas na mesma indústria, com a finalidade da empresa estabelecer novos objetivos a cumprir.

Concluindo a explicação dos conceitos deste autor de reconhecimento internacional, o quinto objetivo são as tendências progressivas. Esta componente está associada à comparação entre o desempenho atual da empresa e o desempenho passado, com o objetivo de analisar e perceber o ritmo que a empresa se encontra e se a tendência é positiva ou negativa. Este objetivo é semelhante à primeira comparação no objetivo anterior, contudo, neste caso é necessária uma análise com ponderação, pois é preciso ter

atenção por um lado, ao aumento dos preços e efeitos de inflação e por outro lado, considerar as mudanças que houve relativamente aos *inputs* e *outputs* utilizados.

Os índices de produtividade são vantajosos na comparação entre países, de forma a detetar os fatores que vão de encontro ao crescimento económico. Por conseguinte, a medição de produtividade deve ser considerada um fator privilegiado e prioritário pelo responsável da gestão de uma empresa. Para atingir um equilíbrio entre a produtividade, os lucros e os preços, deve ser implementado um plano de medição de produtividade e estar integrado no sistema de informação da empresa.

Neste subcapítulo estão apresentadas as definições e métodos de medição, de um modo geral, aplicados a todas as indústrias produtivas. Cada indústria tem diferentes particularidades, sendo que é essencial uma adequada compreensão dessas especificidades para alcançar sucesso nas distintas atividades.

2.2. INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

2.2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A Indústria da Construção é considerada das mais antigas da história da civilização humana, pelo facto das primeiras necessidades do ser humano terem sido a procura de abrigo. Sendo que, as referências de um modelo organizado de técnicas de construção remontam ao velho continente, nomeadamente, à Grécia Antiga e ao Império Romano, sem preterir o Egito.

Todavia, foi durante a Idade Média que surgiram os chamados mestres construtores (*master builders*), sendo estes profissionais responsáveis por todas as fases dos processos construtivos ao longo da totalidade da obra. A sabedoria destes mestres baseava-se essencialmente na aprendizagem de erros passados, referências de tradições praticadas pelos seus antepassados e pela experiência obtida ao longo do seu percurso profissional. No século XV, com o desenvolvimento do Renascimento e com o aparecimento dos primeiros arquitetos, como Filippo Brunelleschi, surgem então os conceitos e princípios aproximados da prática atual, como a fase de conceção (anteprojeto) e projeto de execução. Desta forma, é conhecida a importância da definição dos sistemas e processos construtivos, bem como dos equipamentos e materiais necessários, determinados durante as diversas fases de projeto. No século XIX, o arquiteto tornou-se o principal representante do cliente e o responsável pelo processo de conceção. Com o decorrer do tempo, o número destes especialistas cresceu consideravelmente (Higgin, T. e Jessop, N., 1965).

Após a implementação da produção em massa, mais especificamente a produção de automóveis por Henry Ford, foi divulgada a ideia ao público sobre a construção industrializada. O conceito de industrialização chegou à Europa depois da Segunda Guerra Mundial. Após inúmeras tentativas, nunca se alcançou o sucesso na industrialização do setor da construção, no entanto, ocorreu o aumento da produção de componentes pré-fabricados (Warszawski A., 1990). Os projetos de construção tornaram-se significativamente mais extensos e a variedade de empresas de subcontratação aumentou (Hughes, W. *et al*, 1997).

A evolução da Indústria da Construção teve como intervenientes os governos, as associações do setor, o mercado local e global e as comunidades científicas. Para além destes elementos, a industrialização, o início do uso dos computadores na construção, a automação na construção e a exigência da qualidade dos produtos finais, contribuíram substancialmente para o seu desenvolvimento.

Segundo os autores Vrijhoef R. e Koskela L. (2005), as causas mais problemáticas relativamente à construção estão diretamente relacionadas com o produto, os processos de produção e a indústria de um modo global. Ao nível do produto, estes autores concordam com a abordagem de Nam, H. e Tatum, B.

(1988), onde afirmam que as peculiaridades dos produtos construídos são produtos imóveis, têm um notável nível de complexidade e um longo ciclo de vida. É também necessário um volumoso investimento e têm um elevado padrão de responsabilidade e impacto social. No que concerne à indústria, admitem que existem excessivas especialidades e dimensões de diferentes empresas e que a formação profissional dos trabalhadores é muito variável. Em relação aos processos de produção, os autores Vrijhoef R. e Koskela L. (2000) consentem que este aspeto deve ser identificado pelos seguintes problemas: o local de produção fixo, a produção não repetitiva e uma organização temporária. A primeira situação refere-se a conflitos respeitantes a fatores físicos, estando dependentes do tipo de solo e das condições climáticas do local. No segundo caso, pelos processos de construção estarem sempre a variar, não se atinge o processamento mecanizado das tarefas. Assim, segundo Ballard, G (2005) tratar a construção de um modo semelhante a uma linha de produção, certamente negligencia o projeto, condicionando a criação de valor através da redução de desperdícios, o que por sua vez deveria ser a relação inversa. No entanto, afirma também que a abordagem do sistema de produção permite um interessante debate entre a teoria e a prática e uma dialética curiosa entre os projetistas e construtores. Releva ainda que determinados aspetos da construção devem seguir produção mais repetitiva e mecanizada. Por último, a organização temporária, ou seja, a organização das diferentes equipas de trabalho nas distintas obras, pode trazer diversos inconvenientes. Destaca-se a falta de transmissão de conhecimento adquirido em obras passadas e as abordagens de longo prazo relativamente à produção e à melhoria contínua. Deste modo, certos fornecedores e trabalhadores vão sendo substituídos consoante o tipo de construção nas diferentes obras, assim como as diversas especialidades exigidas, que dependem por exemplo do tipo de solo, do objetivo e dimensão da construção.

Em relação à atualidade, existem sistemas construtivos complexos, sustentáveis e bastante desenvolvidos, suportados pela tecnologia moderna e pelo conhecimento cada vez mais concreto, técnico e especializado. Naturalmente, a continuidade do aparecimento de problemas é uma constante, assim como novas oportunidades a serem descobertas e desenvolvidas. Como por exemplo, a contribuição nos ramos da robótica e da eletrónica vêm substituir práticas exaustivas e tarefas repetitivas de trabalho físico. Adicionalmente, as condições de trabalho também têm sofrido melhorias radicais e significativas nos últimos 100 anos, tendo passado de 80 horas de trabalho semanais para aproximadamente 40 horas, mais especificamente na Europa. Consequentemente, evidencia a relevância da eficiência e otimização dos processos de trabalho. (Rogers, R., 2001)

O aumento da competitividade no setor da construção reflete mudanças nas práticas usualmente realizadas. Com a finalidade de lidar com tal competitividade, é necessária uma gestão de custos, de prazos e de qualidade, de forma a melhorar a eficiência da empresa, e consequentemente, da obra. Pela mesma razão, é imperativo estar desperto para a utilização de novas tecnologias, a evolução de técnicas de construção e a redução de desperdícios. A descoberta de diferentes mecanismos para a melhoria da produtividade, pode assinalar a sobrevivência das empresas de construção, perante as dificuldades de uma nova realidade económica em constante transformação.

2.2.2. PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO

De acordo com Zhao, Y. e Chua, D. (2003) a produtividade na construção é um problema complexo, uma vez que os fatores envolvidos num projeto estabelecem o seu desempenho direta ou indiretamente. Assim sendo, os aspetos que originam maior perda de produtividade na construção, são as atividades que não adicionam valor e que ocorrem no local de trabalho. Estas tarefas que não adicionam valor, como por exemplo, a repetição de trabalhos, a espera e os produtos desnecessários, são resultado das condições de trabalho que podem ser acauteladas na fase de projeto, enfatizando o planeamento.

No seguimento dos fatores que afetam o conceito de produtividade, sugere-se a Fig.3.

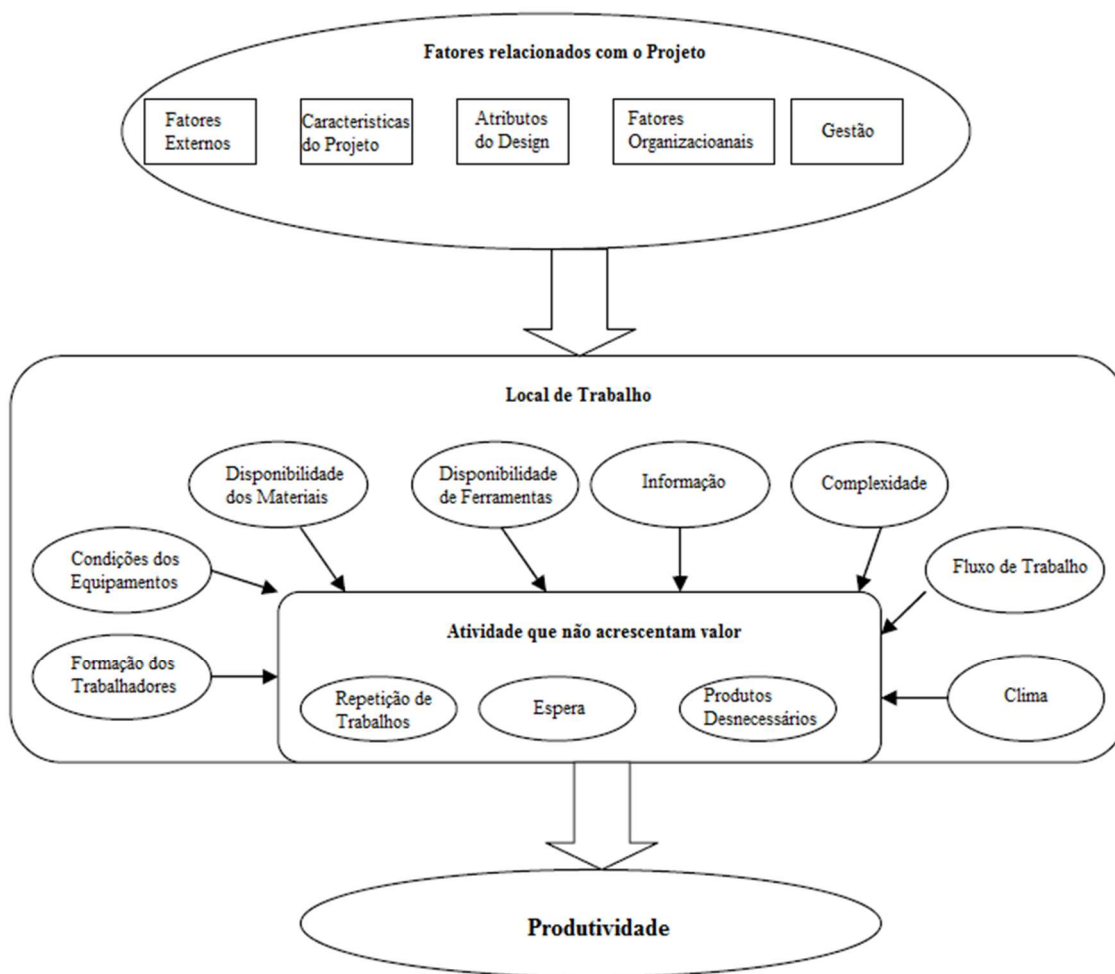


Fig.3 – Modelo Conceptual dos Fatores que Afetam a Produtividade (adaptado de Zhao, Y. e Chua, D., 2003)

De acordo com Ballard, G. e Howell, G. (1998b), a indústria da construção abrange vários tipos de projetos, como por exemplo, projetos de complexidade elevada e dinâmica, projetos de curta ou longa duração, projetos claros com um procedimento conhecido e projetos mais ambíguos sem uma estratégia devidamente planeada.

Atualmente, a construção é uma combinação da produção local e da montagem final, embora a duração dessas atividades possa variar conforme a fase em que se encontra a obra. Deste modo, é necessário um planeamento e controlo para tornar a execução das tarefas mais eficiente, dando a devida importância

aos processos que produzem as diretrizes, pois estas condicionam decisões futuras e coordenação de fluxos.

Para além das particularidades da indústria da construção mencionadas anteriormente, isto é, a singularidade dos trabalhos, o local de produção fixo e a organização temporária, existem mais fatores influenciadores que podem limitar a produtividade na construção.

Segundo Filho, A. *et al* (2012), é necessário realizar-se mais pesquisas que tenham como objetivos esclarecer como reduzir desperdícios e criar valor na produção de projetos. As competências e capacidades da produção flexível estão ligadas ao alcance de tais objetivos, uma vez que abordam as situações de produção e as necessidades dos clientes. “A flexibilidade combinada com o controlo é o que torna possível ser eficaz enquanto se é eficiente” (Fig.4).

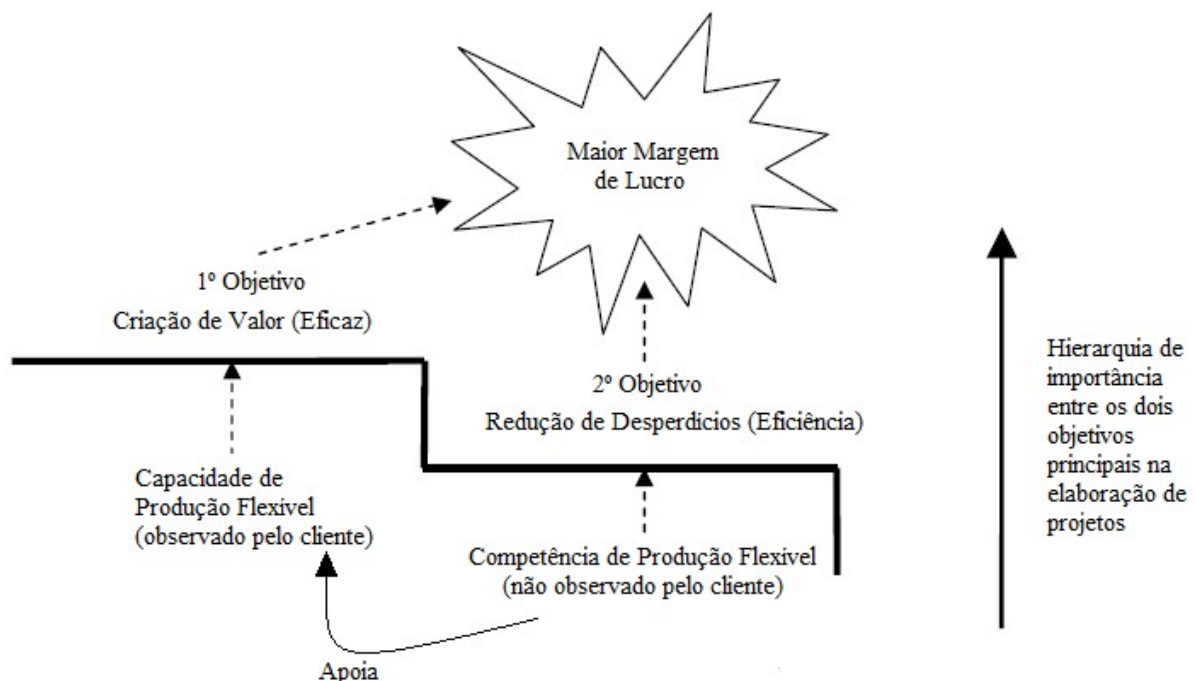


Fig.4 – Eficácia e Eficiência Resultantes da Melhoria da Flexibilidade na Produção de Projetos (adaptado de Filho, A. *et al*, 2012)

A análise e o estudo da ergonomia na indústria da construção é um dos pilares com mais importância na construção Lean. Segundo Damaj, O. *et al* (2016), Lean não é apenas a aplicação de um conjunto de ferramentas, mas uma filosofia extensa, dinâmica, e significativa para a construção. O conceito Lean procura alcançar os objetivos a longo prazo, mesmo que por vezes prejudique os objetivos económicos a curto prazo da empresa. A implementação e a investigação de condições ergonómicas contêm custos, mas a longo prazo compensam o investimento realizado, especialmente ao nível de lesões músculo-esqueléticas, com o absentismo daí resultante. Através da Fig.5 pode-se compreender a sinergia entre o conceito Lean e a ergonomia.

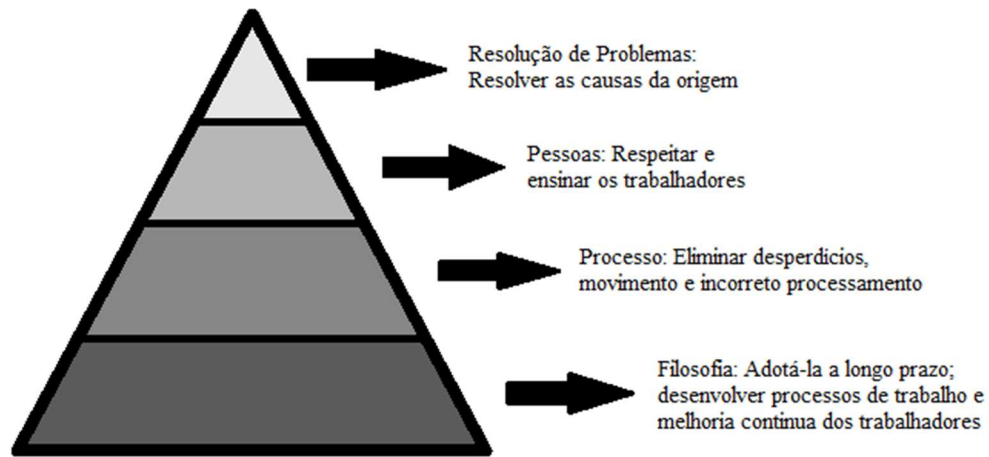


Fig.5 – Ergonomia Inserida no Triângulo Lean (Damaj, O. *et al*, 2016)

2.2.3. MODELO DE MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA

A produtividade na construção depende diretamente da mão de obra, sendo um dos fatores mais relevantes para a sua medição. Thomas, H. e Yiakoumis, I. (1987), desenvolveram um modelo de medição da produtividade orientada para a mão de obra na construção, à qual chamaram Modelo dos Fatores. Este modelo integra o efeito da curva de aprendizagem, ou seja, para que os trabalhadores executem as tarefas de uma forma mecanizada e constante, é necessário que estes conheçam os procedimentos e tenham alguma experiência das tarefas que vão executar. Geralmente ocupam um determinado período de tempo no início da obra.

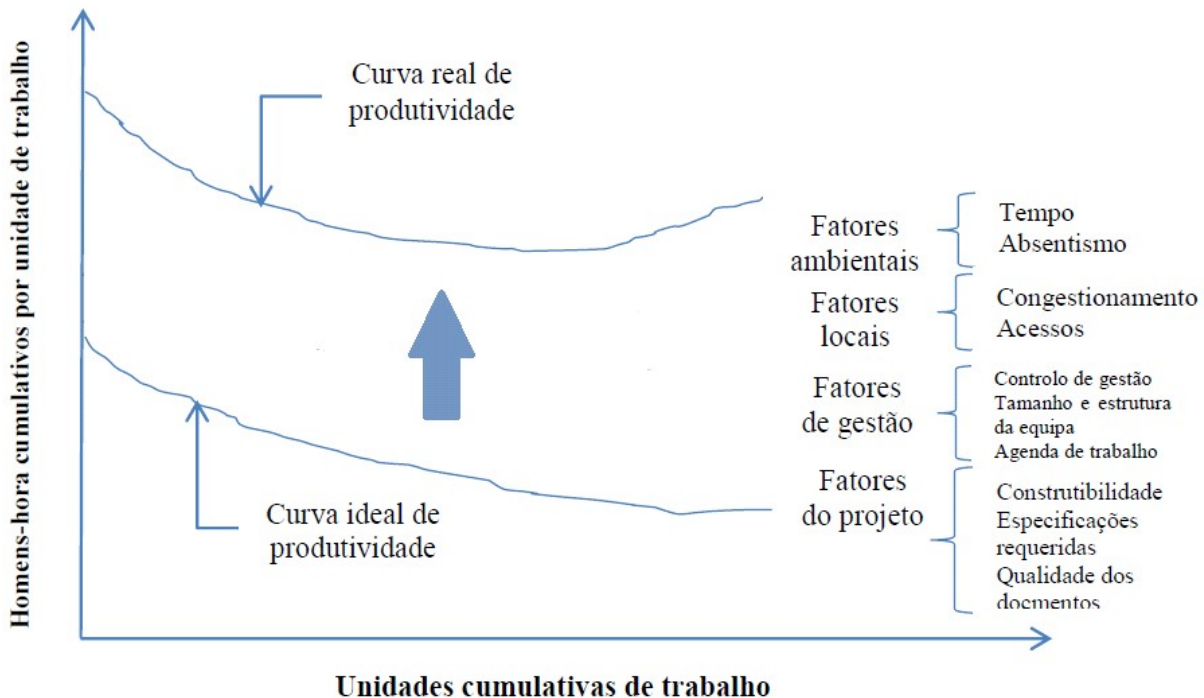


Fig.6 – Modelo dos Fatores da Produtividade na Construção (baseado em Branco, P., 2014)

Na Fig.6 é apresentada a curva real, a curva ideal de produtividade e os fatores que contribuem para a deslocação da curva ideal para a curva real, como por exemplo, ambientais (temperatura, clima), localização da obra (acesso limitado, área operacional reduzida), gestão (controlo da obra, planeamento, metodologias construtivas, dimensão da obra) e qualidade (controlo de qualidade, certificados de qualidade). A curva real representa uma situação de um caso real. A curva ideal de produtividade, demonstra a produtividade alcançável ideal na eventualidade da inexistência das curvas referentes aos fatores adversos.

Neste modelo, os fatores afetam a produtividade numa obra causando um efeito cumulativo dos conflitos causados. A curva real é inconstante devido à irregularidade e aleatoriedade dos diversos fatores. Assim, pode verificar-se que no início da produção, relativamente à situação real, é necessário aproximadamente o dobro de homem-hora por unidade de serviço do que na situação ideal e cerca do triplo na fase intermédia e final.

No entanto, os fatores mencionados não são os únicos que influenciam a produtividade na construção.

2.2.4. FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

Os projetos e a execução da construção, nunca são realizados de forma idêntica tornando todos os projetos únicos. Alguns dos motivos são: a variedade das condições físicas do local como o solo, a drenagem e o clima; o acesso ao local da construção, em algumas situações o acesso é limitado e perigoso; fornecimento de materiais, de equipamentos e ferramentas, sendo que a utilização destes varia de obra para obra; o facto da obra ser longe da zona de conforto dos trabalhadores, tornando-os mais vulneráveis e fatigados mais rapidamente, o que influencia o desempenho da produtividade; a constante mudança da equipa de trabalho, da fiscalização e dos supervisores; entre outros. Grande parte dos trabalhadores desta indústria, consideram que esta singularidade de projetos é um elemento positivo e cativante para uma profissão, quando na realidade pode ter um efeito adverso sobre a produtividade na construção. Deste modo, nos processos de construção que variam entre obras, os trabalhadores necessitam de ter o conhecimento das técnicas construtivas e praticar durante um determinado período de tempo para que possam fazer uma tarefa de um modo mecanizado. Este processo de aprendizagem pode ser moroso, desfavorecendo a produtividade numa fase inicial da construção.

Outros fatores que influenciam a produtividade na construção, para além dos projetos serem únicos, são a exploração e os avanços tecnológicos, a qualidade da gestão de projetos, atributos e capacidade de trabalho dos funcionários da empresa e a formação profissional de todos os intervenientes em cada obra. (Haas, C. *et al*, 1999)

Segundo o mesmo autor, nos países menos desenvolvidos, um dos principais problemas dos construtores, é a falta de qualificação técnica e de gestão, que tem como consequência a baixa produtividade comparativamente com os concorrentes mais desenvolvidos e industrializados. Estudos já realizados (Business Roundtable, 1983), concluem que uma inadequada gestão na construção pode ser responsável por metade do tempo desperdiçado no local de trabalho.

No que diz respeito à tecnologia, verifica-se que tem bastante expressão na produtividade geral. A maquinaria utilizada na construção, tem sofrido um avanço em termos de produtividade e complexidade. Estas novas ferramentas podem modificar totalmente os requisitos de formação profissional, precisando de menos mão de obra, mas mais qualificada profissionalmente.

A inconstante formação profissional deve-se ao facto destes trabalhadores serem bastante flexíveis, o que torna os empregadores mais reticentes relativamente ao investimento na formação dos trabalhadores, uma vez que estes podem estar a trabalhar noutra empresa no término da obra atual.

Relativamente à motivação e trabalho em equipa e de acordo com Filho, A. *et al* (2007), a formação de equipas (*teambuilding*) é desenvolvida com mais sucesso se se tratar de trabalhadores permanentes na mesma empresa. Assim, há maior conhecimento em relação às qualidades e às capacidades dos trabalhadores, podendo orientá-los para as tarefas mais adequadas. Consequentemente, reduz a desordem e torna o local de trabalho com maior coordenação e organização. Adicionalmente, o fluxo de trabalho ajustado para cada tarefa, é alcançável mais rapidamente quando se trata de trabalhadores que tiveram formação profissional e que estão em permanência na mesma empresa. Torna-se complicado realizar estas duas condições na construção, uma vez que existem elevados níveis de subcontratação e há bastante rotatividade dos trabalhadores por diferentes obras pois os projetos podem variar significativamente.

Segundo Mojahed, S. e Aghazadeh, F. (2006), para melhorar a motivação entre os trabalhadores é necessário manter um ambiente de trabalho seguro, estabelecer objetivos concretos e criar um ambiente de competitividade recompensando os trabalhadores mais produtivos, cumprindo os padrões de qualidade estabelecidos. A utilização de métodos como o aumento de salários e incentivos cria mais motivação, influenciando diretamente na execução do trabalho e obtendo benefícios a longo prazo.

2.2.5. ÍNDICE DE CAPACIDADE DE DESEMPENHO

Alfeld L. (1989) defende que o desempenho é vantajoso e compensatório quando o valor de um determinado trabalho realizado ultrapassa o custo dos métodos e recursos utilizados.

O Índice de Capacidade de Desempenho (*Performance Ability Ratio - PAR*) foi originalmente apresentado por este autor, sendo idealizado especificamente para a indústria da construção. Este índice é caracterizado pela relação entre o Rendimento de Referência e o Rendimento de Real, tal como sugere a seguinte equação:

$$PAR = \frac{\text{Rendimento de Referência}}{\text{Rendimento Real}}$$

Procedendo ao esclarecimento desta equação, o Rendimento Real representa o rendimento observado *in situ* pela empresa construtora. Por sua vez, o Rendimento de Referência corresponde ao melhor rendimento atingido e registado em toda a indústria, pela empresa ou simplesmente pela tarefa a executar. Face a uma amostra válida destes registos de rendimentos, define-se o objetivo a alcançar traduzido por um valor de produtividade desejável. O Rendimento de Referência não é a média do desempenho de todas as atividades de uma base de dados, pois naturalmente, os trabalhadores e a empresa estariam satisfeitos e não tentariam melhorar a execução da tarefa caso atingissem a média registada. Pretende-se os valores do melhor desempenho observado.

Este indicador é relevante devido ao facto de fornecer dados concretos do desempenho de uma atividade. Apenas a medição de resultados absolutos de uma tarefa pode não ter tanta utilidade pois não se saberia se o desempenho era adequado. Há também vantagem na orçamentação de projetos, dando a possibilidade de fornecer informação mais precisa e competitiva.

Quanto mais o valor de *PAR* exceder 1,0, será indicativo que a tarefa necessita de melhorias e de aumento de desempenho. Deste modo, quanto maior for o resultante deste quociente mais margem para melhoria de rendimento numa atividade de construção.

Esta equação é válida se o rendimento traduzir a quantidade de trabalho realizado por um determinado número de horas. A equação inverte caso se realize o rendimento de uma tarefa através do número de horas por quantidade de trabalho.

Nos Quadros 1 e 2 é apresentado um exemplo de instalação de placas de gesso, para o cálculo, análise e melhor compreensão deste indicador.

Quadro 1 – Cálculo da Produtividade da Instalação de Placas de Gesso (adaptado de Forbes, L. e Ahmed, S., 2011)

Código de Referência	Instalação de Placas de Gesso	Número de Trabalhadores	Número de Horas de Trabalho por Dia	Produção (m ² por dia)	Rendimento de Referência (m ² por hora de trabalho)
0150	9,5mm, instalação nas paredes (<i>standard</i>)	2	16	200	12,50
0200	9,5mm, instalação no teto	2	16	180	11,25
0350	12,7mm, instalação nas paredes (<i>standard</i>)	2	16	95	5,94
1050	12,7mm, instalação no teto,	2	16	75	4,69

Quadro 2– Cálculo do Valor de PAR para a Instalação de Placas de Gesso (adaptado de Forbes, L. e Ahmed, S., 2011)

Atividade de Trabalho		A	B	C=A/B	D	E=D/C
Código de Referência	Instalação de Placas de Gesso	Produção (m ²)	Número de Horas de Trabalho por Dia	R. Real (m ² por hora)	Rendimento de Referência (m ² por hora de trabalho)	PAR
0150	9,5mm, instalação nas paredes (<i>standard</i>)	210	32	6.56	12.5	1,91
0200	9,5mm, instalação no teto	415	48	8.65	11.25	1,30
0350	12,7mm, instalação nas paredes (<i>standard</i>)	69	20	3.45	5.94	1,72
1050	12,7mm, instalação no teto,	64	16	4.00	4.69	1,17

Após uma análise dos quadros acima representados, conclui-se que a tarefa “12,7mm, instalação no teto – Ref.1050” possui um PAR de 1,17 o que significa que o seu desempenho real é apenas um pouco inferior em comparação com o Rendimento de Referência. Pelo contrário, a atividade “9,5mm, instalação nas paredes (*standard*) – Ref.0150” apresenta um PAR de 1,91, o que significa que tem elevado potencial de melhoria. Assim, a prioridade de intervenção nas atividades da construção é definida pela ordenação dos resultados do PAR por ordem decrescente, ou seja, a primeira prioridade neste exemplo é a atividade que corresponde o PAR de 1,91 e a última prioridade é a que possui um PAR de 1,17. Desta forma, só se passará para a segunda prioridade quando a primeira apresentar valores de PAR inferiores a 1,72.

2.2.6. BENCHMARKING

De acordo com a abordagem de Costa, J., *et al* (2007), o benchmarking pode ser definido por um método de melhoria de desempenho de uma forma sistemática e contínua destinado às empresas. A análise é realizada através da medição do desempenho das atividades e operações mais importantes, sendo comparada posteriormente, com o das outras empresas a nível mundial.

Desta forma, uma empresa praticante desta metodologia, tem a informação necessária sobre qual a sua posição na indústria correspondente, relativamente ao desempenho de vários fatores. Assim, com esta abordagem a empresa tem conhecimento das tarefas que necessitam de melhoria de desempenho, podendo tomar decisões mais precisas e fundamentadas relativamente aos programas de melhoria contínua, à satisfação dos clientes, às operações específicas e à melhoria ao nível tecnológico.

A plataforma icBench (*benchmarks* da indústria da construção) foi projetada e desenvolvida para fornecer às empresas de construção uma visão interna, ou seja, melhorar o desempenho através do controlo e monitorização de processos e operações mais relevantes, assim como, permitir também que as empresas comparem o desempenho (*benckmark*) com as restantes da indústria da construção nas situações mais críticas. A Fig.7 apresenta a página inicial da plataforma mencionada.



Fig.7 – Página Inicial da Plataforma icBench (2016)

O IMPIC (Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção – denominado anteriormente como InCI) juntamente com a Equipa de Investigação e Desenvolvimento da FEUP, procuram ampliar o âmbito dos indicadores para possíveis análises através do icBench, com o objetivo de disponibilizar às empresas mais conhecimento sobre o seu nível de desempenho em vários fatores.

Assim, a plataforma fornece, na atualidade, 8 indicadores económico-financeiros (designado por Nível 1, calculados a partir da base de dados do IMPIC), disponíveis para todas as empresas construtoras e obtidos sem a necessidade da intervenção das empresas. Um segundo nível (Nível 2) está, igualmente, disponível, este abrangendo um conjunto de dados mais específicos, mas que ainda tem sido pouco utilizado pelos construtores. Os indicadores contemplados neste pertencem a quatro áreas consideradas fundamentais para a eficiência das atividades produtivas e estão referidos na Fig.8.

SATISFAÇÃO	ECONÓMICOS	PROCESSOS PRODUTIVOS	RECURSOS HUMANOS
01 Satisfação do Cliente – Produto	07 Produtividade	12 Desvio do Custo	17 Subcontratação
02 Satisfação do Cliente – Serviço	08 Rentabilidade	13 Desvio do Prazo	18 Pessoal Permanente
03 Satisfação da Empresa – Colaboração do Cliente	09 Crescimento das vendas	14 Impacto dos Defeitos na entrega	19 Formação
04 Satisfação da Empresa – Disponibilização de Pagamentos	10 Faturação Pendente	15 Defeitos	20 Satisfação dos Funcionários
05 Satisfação da Empresa – Trabalho Colaborativo	11 Propostas com sucesso	16 Frequência de Acidentes	
06 Repetição de negócio			

Fig.8 – Âmbito dos Indicadores de Nível 2 (icBench, 2016)

Os Sistemas de Indicadores de Benchmarking orientado especificamente para a indústria da construção, foram desenvolvidos através de um programa britânico chamado *Key Performance Indicators (KPIs)*. Estes indicadores estão aptos para uma aplicação efetiva e reconhecida pelos distintos intervenientes desta indústria Costa, J., *et al* (2006).

Estes KPIs são elementos abordados estatisticamente, a sua obtenção é realizada através de questionários dirigidos aos Clientes no final de cada atividade construtora e às empresas no ano respetivo. Esta informação é recebida pela Constructing Excellence e apresenta os resultados (*Demonstration Projects*) anualmente para todas as empresas participantes neste programa.

As empresas podem também participar em Clubes de Benchmarking KPI, com o objetivo de compreender e assimilar conhecimentos respeitantes aos princípios de gestão e de melhores práticas, através de medições de desempenho e a respetiva partilha da informação.

2.3. DESPERDÍCIOS

2.3.1. DESPERDÍCIOS NAS ATIVIDADES PRODUTIVAS

O desperdício pode ser definido como o uso de mais recursos que os necessários ou a realização de um *output* não desejável (Bolviken, T. e Koskela L. 2016). Segundo Formoso, C. *et al* (1999), o desperdício refere-se a quaisquer perdas produzidas numa atividade que geram direta ou indiretamente custos, mas que não criam qualquer valor para o produto do ponto de vista do cliente.

De acordo com Formoso C. *et al* (2015), se um determinado desperdício inserido num ciclo estiver a causar outros desperdícios e se estes estiverem conectados de algum modo, forma-se então uma rede complexa de desperdícios. O desperdício na construção pode ser dividido em desperdício estático e desperdício dinâmico. A conexão entre desperdícios pode ser em cadeia linear, em ciclos ou em rede.

O desperdício estático está relacionado com as tarefas individuais, isto é, com o uso de recursos em excesso e fluxos de trabalho que não atingem o ponto ótimo, mas sempre de uma forma constante, por outras palavras, atividades desnecessárias.

No desperdício dinâmico existem dois tipos de variabilidade, variabilidade do tempo de processamento e variabilidade do fluxo. Relativamente ao tempo de processamento, refere-se ao tempo necessário para executar uma tarefa no local de trabalho. Assim, está sujeito a uma variação natural, dependendo dos trabalhadores, das máquinas e dos materiais, assim como interrupções aleatórias, disponibilidade do trabalhador, ou mesmo o trabalho repetido pela execução com defeito ou qualidade inaceitável. Em relação ao fluxo, determina a chegada de trabalhos para tarefas específicas, no entanto, quando se afasta do planeamento previamente estabelecido, o desperdício pode ser significativo, deste modo, estas incertezas aumentam o tempo de execução. Na impossibilidade de se reduzir a imprevisibilidade, constata-se prazos de entrega alongados, elevados níveis de mão de obra ou produção perdida.

Estas variabilidades numa fase inicial de um processo de produção podem ter consequências mais graves do que se for no final. As medidas a tomar de forma a combater esta situação são através da melhoria contínua e otimização do controlo de produção, como por exemplo, decisões que envolvam uma possível aplicação *pull*, ou mesmo, a localização e a dimensão de materiais e equipamentos.

2.3.2. DESPERDÍCIOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

A construção é uma das indústrias mais importantes do mundo atual, no entanto revela elevados níveis de desperdícios. Assim, pode ser interpretado como uma contradição, visto que a redução de desperdícios ainda não se tornou uma estratégia habitual no aumento da produtividade neste setor (Bolviken, T. e Koskela L. 2016).

Na indústria da construção a produção move-se através do produto, não existem locais de trabalho permanentes e a situação relativamente ao trabalho físico está em constante mudança. Consequentemente, os desperdícios também estão a mudar consoante a obra, onde muitos deles não são identificados no tempo de duração de uma certa tarefa. Um exemplo demonstrado por este autor, sugere que um trabalhador está à espera de um projeto durante duas horas, sendo que essas duas horas é tempo desperdiçado, mas só é identificado nessas duas horas. A partir do momento que o trabalhador já tem o projeto e já se encontra a trabalhar, os desperdícios desaparecem. Assim, num momento posterior da obra, esse trabalhador encontra-se a executar uma tarefa, nesta situação os desperdícios não são observáveis e não se tem a informação se o trabalhador esteve à espera de algum documento ou ferramenta e por quanto tempo, ou se começou de imediato a trabalhar sem desperdício de tempo. Uma

situação idêntica pode acontecer na execução de tarefas repetidas por erros e defeitos ou por falta da qualidade exigida.

Assim, pode-se concluir que na produção industrial a produção é mais repetitiva, os desperdícios estão permanentemente presentes nos processos de produção, sendo mais fácil a identificação, a resolução e o controlo de desperdícios. Por outro lado, a produção na construção, o desperdício é apenas observável num determinado período de tempo e ocorre em situações únicas onde as variáveis estão em constante mudança.

Saggin, A. *et al* (2015), desenvolveram um trabalho que envolve um caso de estudo, o qual tem como objetivo comparar os investimentos financeiros para a construção de um edifício residencial multifamiliar, com a redução de custos em desperdícios com as práticas da construção Lean.

Foi analisada a quantidade de desperdícios durante a fase de construção, relativamente ao último projeto realizado antes da implementação das práticas Lean na constituição dos estaleiros de obra. Inicialmente foram recolhidos os dados históricos da produção de desperdícios nos estaleiros de obra, em m^3 , de 2004 até 2013, que se pode observar na Fig.9. Este projeto gerou $2072.11m^3$ de resíduos de construção, desta forma, considerando a área bruta de $18964.32m^2$, o índice de desperdício é de $0.1093m^3/m^2$.

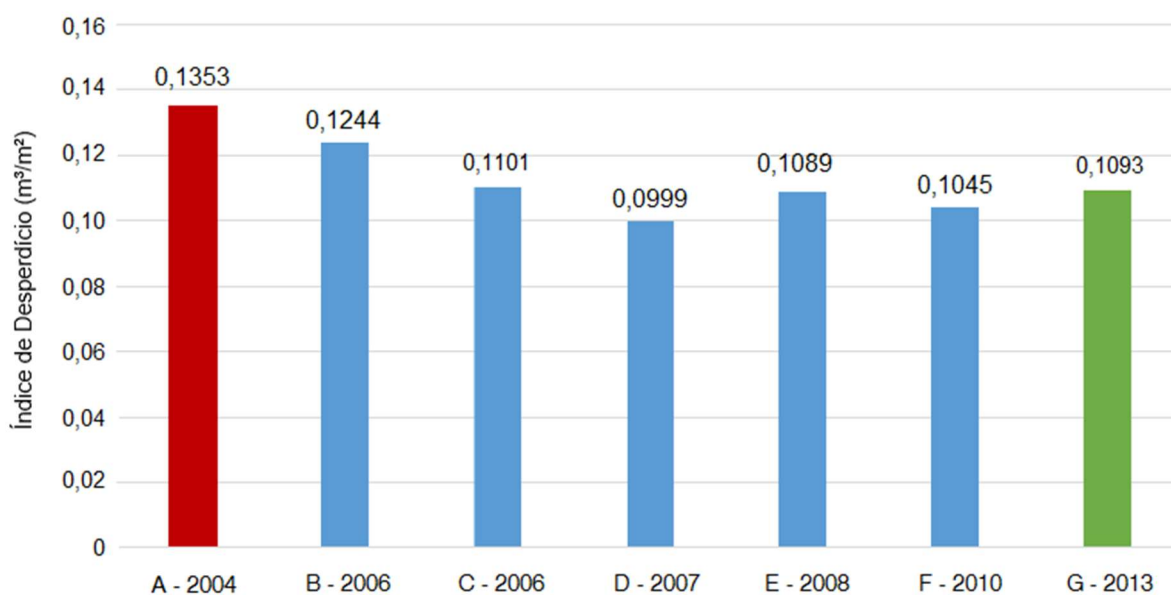


Fig.9 - Índice de Desperdício (adaptado de Saggin, A. *et al*, 2015)

Através da análise da Fig.9 é possível verificar que de 2004 até 2013, houve uma redução de $0,1353m^3/m^2$ para $0,1093m^3/m^2$ o que corresponde a uma redução de 19.24%. É relevante salientar que o estaleiro no primeiro ano de estudo, 2004, não tinha nenhuma prática Lean, enquanto que o de 2013 possui quase dez anos de melhoria contínua nos processos de construção. Deste modo, os dados recolhidos recentemente em relação ao Índice de Desperdício apresentam variações mais reduzidas, indicando uma tendência uniforme onde este Índice permanece entre $0,1050m^3/m^2$ e $0,1100m^3/m^2$, o que pode ser explicado pela consolidação dos conhecimentos e procedimentos Lean e pelas limitações das práticas singulares da construção.

Em suma, é necessário a identificação de situações repetitivas em obra que causem desperdícios e resolvê-las a partir da origem do problema. Algumas destas situações são: partilha incorreta de ferramentas ou equipamentos que traduzem tempos de espera constantes; trabalhos de áreas específicas diferentes a trabalhar no mesmo local da obra; execução de uma tarefa de um modo errado possuindo um tempo de ciclo mais elevado do que o recomendado; arrumação de material e ferramentas de uma forma desorganizada o que implica tempo à procura dos objetos.

3

PRODUÇÃO LEAN E CONSTRUÇÃO LEAN

3.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA PRODUÇÃO LEAN

3.1.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA

No início do século XX, Henry Ford, fundador da Ford Motor Company em Detroit, concebeu o sistema de produção em massa, o qual advoga a produção em elevadas quantidades de produtos padronizados através de linhas de montagem e a consequente redução dos custos associados à sua produção, bem como o preço do produto final. (Womack, J. *et al*, 1990.).

Após a Segunda Guerra Mundial, a economia japonesa encontrava-se em rutura, e como tal, o primo do fundador da Toyota Motor Corporation, Eiji Toyoda (1913-2013), juntamente com Taiichi Ohno (1912-1990), a convite da Ford, efetuaram uma visita aos Estados Unidos da América, onde verificaram que para a Toyota sobreviver no mercado da indústria automóvel, não podiam continuar a adotar o sistema de produção em massa, pois este exigia cada vez mais qualidade, *lead-time* reduzido, baixo custo e flexibilidade (Ohno T., 1988). Assim, depois de terem percebido que o sistema de Ford não era o mais correto, Toyoda e Ohno, ainda com a colaboração de Shigeo Shingo (1909-1990) desenvolveram o denominado Sistema de Produção Toyota (TPS- *Toyota Production System*) entre 1948 a 1975 (Tsigkas, A., 2012).



Fig.10 – Linha de Montagem da Ford Motor Company (John Unger Zussman, 2011)



Fig.11 – Linha de Montagem da Toyota Motor Company (Margaret Bourke-White, 2012)

Considerada uma filosofia de gestão, a TPS tem como função otimizar a organização de modo a satisfazer as necessidades do cliente. Simultaneamente, pretende-se não só assegurar, como também aumentar a segurança e a moral dos trabalhadores. Desta forma, foram gerados conceitos e determinadas ferramentas que se focam no sentido de aumentar a flexibilidade da produção e eliminar todos os desperdícios associados à cadeia de abastecimento. Para uma melhor compreensão dos conceitos, Ohno (1988), considerado o principal arquiteto do sistema em questão, representou a filosofia adotada pela Toyota através da “Casa TPS” (*House of TPS*) (Fig.12).



Fig.12 – Casa TPS (adaptado de Liker, J. et al, 2004)

Esta representação da TPS reúne todos os elementos essenciais do sistema e permite entender a importância de cada um deles, sendo cada elemento fundamental e capaz de suportar o outro. Caso sejam instalados e utilizados em conjunto estes elementos apenas trazem benefícios, ao invés de serem utilizados separadamente.

Este modelo de produção, como já foi referido, tem como finalidade responder melhor às necessidades dos clientes, fornecendo os melhores produtos e serviços de qualidade a um custo mais baixo e com prazos mais curtos. Para tal efeito, o sistema é baseado nos pilares mencionados na Fig.12, nomeadamente o Just in Time (JIT) e o Jidoka (autonomação).

O pilar Just in Time é um conjunto de princípios e técnicas que visam produzir a quantidade certa no momento certo. O JIT procura assim, estabelecer mais linhas, mais agilidade, tornando-se capaz de se adaptar às solicitações dos clientes, (Ohno, T., 1988), ou seja, este método agrega um conjunto de princípios que permitem uma ação completamente sistemática de uma linha de montagem em série, possibilitando também a flexibilidade da variedade de produtos com uma maior eficiência e qualidade desde o começo da produção.

Ohno, T. (1997) considera que este sistema permite que a linha de montagem receba o que é realmente necessário para uma eficaz manutenção do fluxo, quer no momento como na quantidade necessária. Contudo, este sistema implica que os defeitos detetados nos subprodutos são logo substituídos ou reparados. Por outro lado, para o produtor, existe um encargo bastante menor, uma vez que a reparação ou substituição de produtos defeituosos, quase automática, implica menores encargos, prazos e custos.

O fornecimento do produto é realizado diretamente na linha de montagem, a qual consente o seu uso imediato, possuindo também vantagem de não necessitar de mão-de-obra para a sua recolha.

Já na linha de montagem, tanto os equipamentos como outros tipos de ferramentas encontram-se junto aos postos de trabalho, facilitando e otimizando as devidas tarefas do trabalhador, evitando, ainda deslocações desnecessárias. Esta linha dispensa os inventários, pois estes envolvem diversas atividades que necessitam de uma logística de armazenamento e de mão-de-obra extra.

O pilar autonomação, Jidoka em japonês, vem da fusão das palavras autonomia e automação. Este rege-se pela ideia de fazer com que a máquina, entendido como sistema, seja o mais independente possível da intervenção humana, limitando-a ao máximo. A máquina deve ser capaz de operar sozinha e parar quando deteta algum tipo de anomalia, dando lugar à intervenção do homem apenas para a sua manutenção ou correção, como por exemplo em situações em que certas ferramentas estão danificadas ou há falta de matéria-prima. Sendo assim, um operador tem a capacidade para trabalhar simultaneamente em várias máquinas, diminuindo desta forma, o número total de operadores e aumentando a eficiência da produção. Deste modo, o desígnio principal da autonomação consiste em evitar a produção de peças de má qualidade, bem como a propagação de falhas a jusante. (Suzaki, K., 2010).

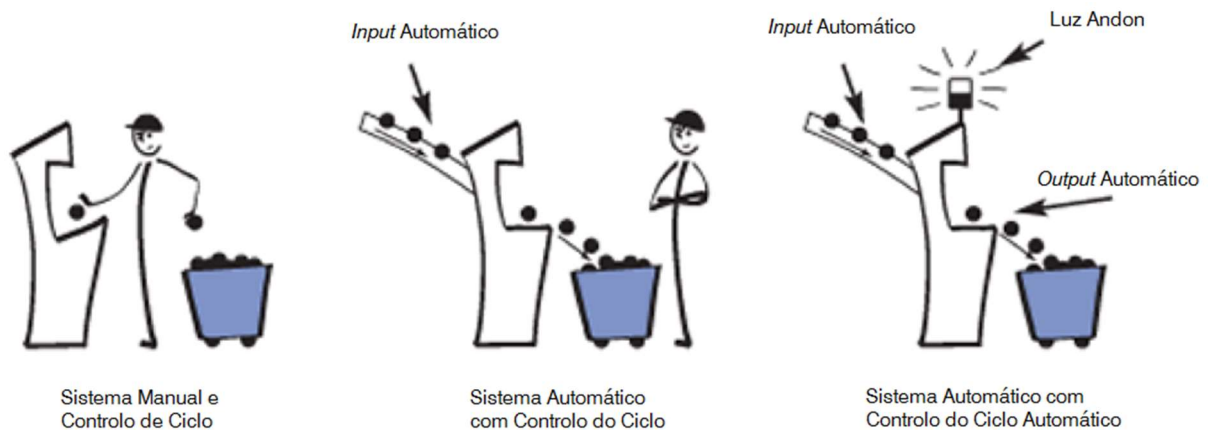


Fig.13 – Evolução do Conceito Jidoka (adaptado de Jana Loskotova)

Embora o JIT e a Jidoka sejam os pilares da TPS, estes só funcionam com a ideia de base da melhoria contínua, produção nivelada e trabalho padronizado.

Monden, Y. (1984) sintetiza o TPS como uma ferramenta capaz de eliminar elementos desnecessários ao longo da produção, tendo sempre como intuito principal reduzir os custos. Este objetivo é atingido pela produção de produtos nas quantidades necessárias e num tempo adequado.

Contudo, considera que este sistema possui outros três objetivos mais secundários, nomeadamente:

- Controlo da quantidade e variedade de produção, a qual proporciona a adaptação às variâncias diárias e mensais que possam ocorrer;
- Garantia de qualidade;
- Cultivo de respeito pelos trabalhadores.

As ferramentas e as metodologias observadas nas Fig.12 e Fig.13, após o seu aperfeiçoamento e consolidação, originaram a filosofia Lean.

3.1.2. PENSAMENTO LEAN – LEAN THINKING

O conceito Lean, mais do que um conjunto de ferramentas de desempenho, é uma abordagem de gestão intelectual que visa eliminar desperdício na produção e destacar todas as posições de criação de valor para melhorar o desempenho de uma empresa.

Baseado no Sistema de Produção da Toyota, o conceito Lean foi apresentado e descrito pela primeira vez por Womack, Jones e Roos na obra *The Machine That Changed the World* em 1990. Este livro surgiu no âmbito de um projeto promovido pelo International Motor Vehicle Program (IMVP), no Massachusetts Institute of Technology (MIT), o qual tinha como principal objetivo efetuar a comparação tanto da produtividade como da competitividade da indústria automóvel em diversos países, tendo constatado no fim do estudo a supremacia da indústria japonesa (Dombrowski, U. *et al*, 2012) face aos restantes países. Desta forma, Womack, J. *et al* (1990) verificaram que o crescimento exponencial da indústria japonesa deveu-se, principalmente, à utilização do *Lean Manufacturing/ Lean Production*, e como tal, a Produção Lean é apontada como sendo o principal fator responsável pela reconstrução e ascensão do Japão.

A obra *The Machine That Changed the World*, segundo Melton, T. (2005), demonstra a comparação realizada entre a produção em massa utilizada na Europa e nos Estados Unidos da América com a denominada Produção Lean, popularizando de certa forma a filosofia Lean.

Sendo assim, as empresas que utilizavam a produção em massa produziam grandes quantidades a um custo mínimo, no entanto, tinham pouca variedade. Por outro lado, as empresas que empregavam a produção Lean respondiam às necessidades do cliente, visto que conseguiam uma maior flexibilidade de produto, respondiam aos pedidos em menos tempo e espaço, com menos defeitos e menor investimento.

Quadro 3 – Comparação dos Sistemas de Produção (adaptado de Melton, T., 2005)

	Produção em Massa	Produção Lean
Base	Ford	Toyota
Design	Profissionais pouco habilitados	Equipas habilitadas e multifacetadas
Produção	Operadores não qualificados ou semiqualeificados	Equipas habilitadas e multifacetadas
Equipamento	Dispendioso e destinado a um só propósito	Sistemas manuais e automatizados capazes de produzir grandes volumes e grandes variedades de produtos
Métodos de Produção	Grandes quantidades de produtos	Produção consoante as encomendas dos clientes
Filosofia Organizacional	Hierarquizada	Delegação de responsabilidades na hierarquia de organização
Filosofia	Ser suficientemente bom	Ser perfeito

O significado de produção, conforme os autores, adquire diversas definições, como por exemplo, segundo Liker, J. (1997), a Produção Lean consiste numa filosofia capaz de reduzir o tempo entre a chegada da encomenda e a sua satisfação, tendo em conta que são reduzidos todos os desperdícios ao longo da produção do produto. O mesmo autor, refere ainda que este processo é contínuo e que o objetivo final é a redução de tudo que não acrescenta qualquer tipo de valor, eliminando, para tal efeito, todos os desperdícios ao longo do processo.

Já Womack, J. *et al* (1990) asseguram que o mesmo conceito consiste em fazer muito com poucos recursos disponíveis, com menos stock, menos espaço e menor esforço humano. Os autores sugerem que este tipo de produção permite, de um modo distinto, realizar trabalhos que proporcionam obter mais variedade de produtos, melhor qualidade e custos mais baixos. Na verdade, Womack, J. *et al* (1990) referem que a filosofia Lean responsabiliza os trabalhadores ao longo de todo o processo de produção, conferindo-lhes mais liberdade e independência para efetuarem as respetivas tarefas.

Como já foi referido anteriormente, a obra *The Machine That Changed The World* apresenta o conceito de Produção Lean, todavia, foi na sua obra *Lean Thinking: Banish Waste nad Create Wealth in Your Corportation* (Womack, J. *et al*, 2003) que foi designado o termo pensamento Lean (*Lean Thinking*), esta designação vem da tradução literal de “pensamento magro”, o qual tem como principal objetivo a constante eliminação do desperdício e a criação de valor. Este termo teve como finalidade generalizar o conceito de Produção Lean e implementá-lo em qualquer tipo de negócio.

3.1.3. PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO LEAN

O pensamento Lean caracteriza-se pela revolução que causa numa organização, tanto no modo como pensa como pela maneira como se comporta, tendo sempre em vista a mudança e a melhoria contínua através da aplicação correta das práticas de Lean.

Sendo assim, a filosofia Lean fornece auxílio à gestão de uma organização, esta rege-se por cinco princípios (Womack, J. *et al*, 2003) que visam a total satisfação do cliente.

- Definição e Criação de Valor

Este primeiro princípio é o ponto de partida para a implementação da filosofia Lean. Este princípio é essencial para identificar a faixa de valor real de um produto pelo cliente e fornecê-la, isto é, quanto maior for o valor percebido pelo cliente final, maior será a sua satisfação. Tradicionalmente, é a empresa que define o valor através da produção de um produto fácil de prever e por um bom preço. Contudo, esta mentalidade leva algumas empresas a falharem, uma vez que não produzem de acordo com a necessidade do cliente. A empresa deve, portanto, criar valor para o cliente, e produzir de acordo com seus desejos;

- Identificação da Cadeia de Valor

Para criar um produto de valor para o cliente é importante conhecer todos os seus processos desde a produção até à sua conclusão. O conhecimento da cadeia de valor permite uma fácil identificação das atividades, estando estas divididas em três tipos, nomeadamente: atividades ou processos que criam valor; atividades que não acrescentam valor, mas que são necessárias; e atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor e que devem ser eliminadas o mais rapidamente possível;

- Otimização do fluxo de valor

Após a identificação do valor do cliente e da cadeia de valor do produto é necessário pensar nas operações como um fluxo ideal através de passos sucessivos, criando valor. A produção ideal de uma perspetiva de Lean é o fluxo contínuo, fluído, peça por peça, sem stock desnecessário ou interrupção durante o processo. A vantagem trazida pelo fluxo contínuo é a eliminação do tempo de espera entre as etapas e uma melhor qualidade do produto final;

- Sistema *Pull*

Surge em sequência da criação de fluxo. Ao longo de uma cadeia de fornecimento, ocorrem diversos processos até que as encomendas (bem ou serviço) sejam recebidas pelo cliente, desta forma a relação entre estes mesmos processos descrevem o movimento do produto até ao recetor final.

O sistema tradicional *Push* desencadeia os processos sem se basear na atual procura do produto, (Fig.14), enquanto o sistema *Pull* caracteriza-se por ser um sistema de produção no qual as instruções de fabrico são dadas pelo cliente final, percorrendo, no sentido inverso o fluxo de valor (Fig.15). Este sistema aplica o conceito do JIT, isto é, tem como objetivo apenas produzir produtos no momento e nas quantidades encomendadas pelo cliente. Este facto evita, assim, desperdícios consequentes de uma produção excessiva, mão-de-obra desnecessária e redução ou eliminação de *stock*;

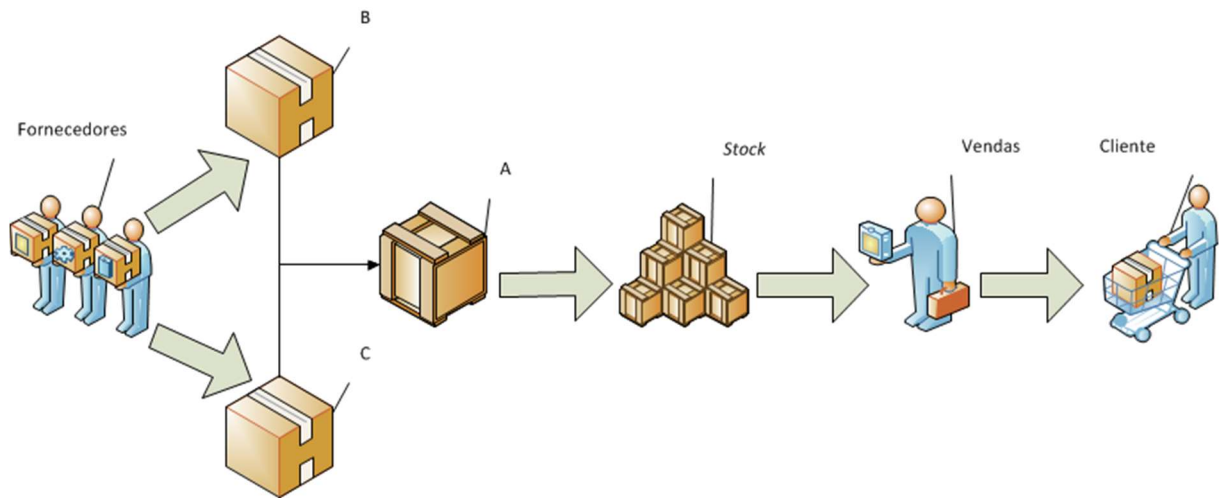


Fig.14 – Sistema Push (<http://melhorar-negocios.blogspot.pt/>)

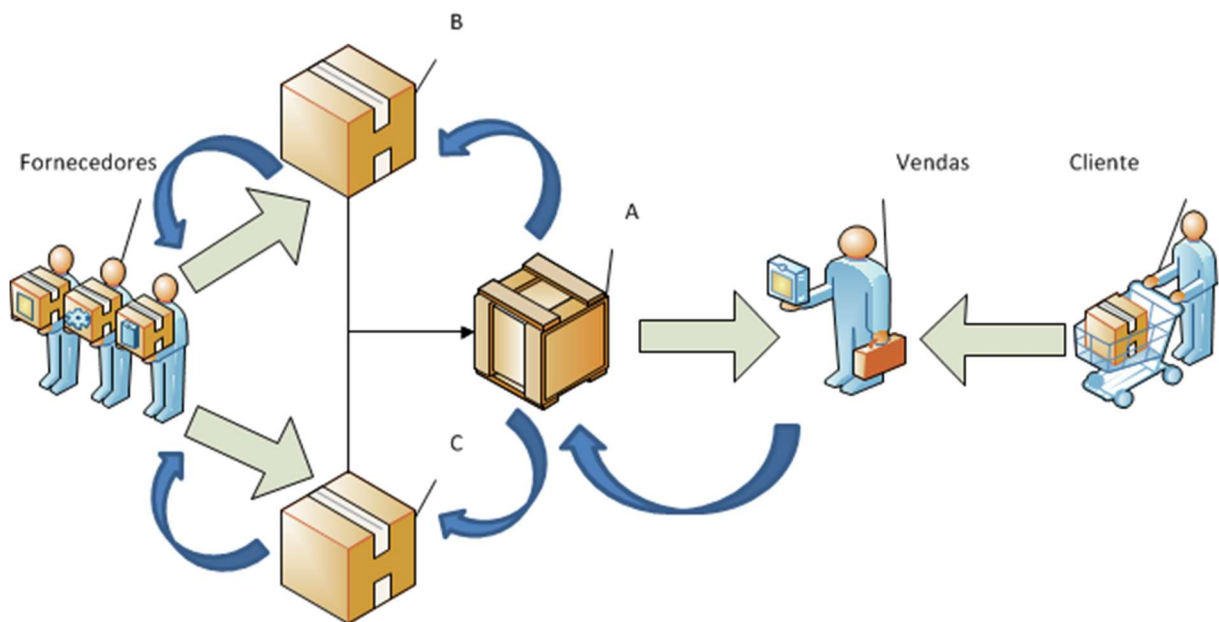


Fig.15 – Sistema Pull (<http://melhorar-negocios.blogspot.pt/>)

- Procurar a perfeição

Este último princípio deve ser algo constante ao longo da cadeia de valor. No entanto, é sempre possível desenvolver e melhorar, envolvendo toda a estrutura na procura de novos meios de inovação e de melhorias. Assim, a busca pela perfeição pode levar à criação, por exemplo, de novas instruções de trabalho, procedimentos e critérios padrão de qualidade que se ajustem a todas as etapas de processamento. Desta forma, este é um princípio que visa a melhoria contínua de uma organização para que esta se consiga adaptar às necessidades do mercado.



Fig.16 – Princípios do Pensamento Lean (<http://www.lean.org/>)

De acordo com Liker, J. (2004), os 14 princípios que visam englobar não só os aspetos técnicos de Produção Lean, mas também os aspetos estratégicos e de gestão da mesma temática são:

- Focar as decisões de gestão numa filosofia a longo prazo, mesmo que traduza um investimento a curto prazo;
- Criar um fluxo contínuo de produção para uma fácil identificação dos problemas;
- Aplicar o sistema pull com o objetivo de evitar a sobreprodução;
- Nivelar a produção através do conceito Heijunka;
- Fomentar uma cultura de bloquear e parar a produção, na eventualidade da ocorrência de um problema e proceder à sua resolução. Deste modo, é possível alcançar a qualidade desejada na primeira tentativa;
- Padronizar as tarefas é um passo importante para a melhoria contínua e motivação dos trabalhadores;
- Utilizar o controlo visual de modo a identificar os problemas e evitá-los que tornem ocultos;
- Colocar em funcionamento tecnologia testada para as tarefas a desempenhar;
- Desenvolver líderes capazes de compreender todo o processo de trabalho, e reconhecer a importância da filosofia Lean e que transmitam os seus conhecimentos aos restantes trabalhadores;
- Criar equipas trabalhadoras que sigam e adotem a filosofia da empresa;
- Respeitar todos os parceiros, desde os colegas de trabalho até aos fornecedores, colaborando com o objetivo de melhorarem;
- Observar e constatar factos, pessoalmente, acerca do estado do processo de maneira a compreendê-lo e a interiorizá-lo;
- As decisões devem ser tomadas de um modo gradual, considerando todas as opções disponíveis. Após a decisão final, é necessário implementá-la o mais rápido possível;
- Tornar a incessante aprendizagem parte da cultura da empresa através da melhoria contínua.

3.1.4. DESPERDÍCIOS NO CONTEXTO LEAN

Consoante Pinto, J. (2009), o desperdício, Muda (浪費) em japonês, compara-se ao pecado, pois este é manifestado através de diversas formas, tendo sempre o mesmo resultado, ou seja, consome mais tempo e mais custos sem quaisquer benefícios. Este conceito é respetivo a todo o tipo de atividades que são efetuadas e que não acrescentam valor, uma vez que consomem recursos e tempo, tendo como consequência o aumento, desnecessário, do custo dos produtos ou serviços disponibilizados no mercado. Pinto, J. (2009) refere ainda que as tarefas que não geram valor gastam cerca de 95 % do tempo nas organizações, sendo que apenas 5 % é considerado valor. Porém, os desperdícios podem ser reduzidos, eliminados e prevenidos com a implementação de práticas Lean.

Por conseguinte, é importante fazer a distinção entre os três tipos de atividades no processo de produção com a finalidade de realizar a identificação das fontes dos desperdícios. Sendo assim, o TPS criou uma terminologia capaz de reconhecer os diferentes tipos de desperdício (Pinto, J., 2009):

- MUDA: como já foi mencionado, este termo refere-se ao desperdício, ou seja, é tudo o que não acrescenta valor e, como tal, deve ser diminuído ou extinto. Este concerne a todas as atividades ou elementos de um produto ou serviço que o cliente não quererá pagar;
- MURA: expõe algo que é variável, este tipo de desperdício necessita de ser suprimido através da adoção de princípios JIT, ou seja, deve-se fazer apenas o que é inevitável e só quando necessário;
- MURI, define-se como qualquer coisa que é irracional. Este tipo de desperdício é manifestado através do excesso, o qual deve ser eliminado pela homogeneização do trabalho.

Conforme Suzaki, K. (2010) o desenvolvimento do TPS permitiu a Ohno e a Shingo identificarem sete tipos de desperdício (7W, *seven wastes*):

- Sobreprodução - esta fonte de desperdícios está ligada à produção de maiores quantidades do que as necessidades do mercado. O excesso de produção é a pior fonte de desperdício, porque esta usa mais materiais e recursos do que é necessário, levando a todas as outras fontes de perda;
- Espera – consiste no tempo de espera provocado pela paragem de tarefas agendadas, seja pela falta de equipamentos, materiais, operadores, entre outros;
- Transporte - transportes de mercadorias entre duas estações remotas não é uma atividade de valor acrescentado, pelo contrário, é um desperdício que deve ser minimizado. A filosofia Lean defende que os materiais devem ser arrumados, no local ou perto do sítio onde serão usados, evitando o transporte desnecessário;
- Stock – resultante do Muda da superprodução de produtos. Estes devem ficar armazenados por um certo tempo e num determinado local, o que se irá refletir num aumento do custo do produto;
- Processos inadequados – operações e processos onde são realizadas atividades desnecessárias;
- Defeitos – produtos com defeitos ou erros necessitam de correção ou repetição do trabalho, requerendo para tal mais tempo, material, mão-de-obra e possíveis reclamações dos clientes;

- Movimentação – resulta do excesso de movimentações desnecessárias da parte dos trabalhadores para efetuar determinadas tarefas, como por exemplo, face à falta de organização do local de trabalho os trabalhadores têm de procurar as ferramentas e máquinas de que precisam para realizar as suas atividades.

No entanto, Liker, J. (2004) defende a existência de um oitavo desperdício, nomeadamente:

- Não utilização de ideias – refere-se à ausência de ideias dos trabalhadores ou ao seu mau aproveitamento da parte da gestão, este facto desperdiça a criatividade e habilidades das pessoas e as consequentes oportunidades de melhoria que poderiam advir.

3.2. MÉTODOS E FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO LEAN

3.2.1. METODOLOGIA 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta que visa a organização, armazenamento e padronização de espaço, a qual representa uma das bases para a implementação da filosofia Lean.

A terminologia 5S advém de cinco operações que resumem as tarefas essenciais que devem ser tomadas para eliminar o desperdício, melhorar a eficácia laboral e evitar tanto dilemas de qualidade como a segurança dos trabalhadores através da melhoria contínua. O 5S pretende também aumentar a produtividade, reduzir custos e *stocks* e diminuir as falhas na qualidade.

Os cinco princípios sobre os quais assenta a ferramenta 5S são (Liker, J., 2004):

- Seiri (Utilização) – A ideia é retirar o supérfluo e permanecer com o útil, ou seja, deve ser efetuada uma seleção do que é realmente proveitoso e descartar o que não é necessário;
- Seiton (Organização) – O objetivo é criar um espaço de trabalho eficiente através da definição e identificação de sítios distintos para cada material ou equipamento e a sua recolocação no mesmo local;
- Seiso (Limpeza) – A limpeza tanto dos postos de trabalho, como da área envolvente, das ferramentas e equipamentos de trabalho é capaz de garantir uma melhor observação de possíveis falhas;
- Seiketsu (Normalização) – Após a conclusão dos princípios anteriores devem ser definidos normas de funcionamento para conseguir mantê-los, de forma a facilitar o seu cumprimento;
- Shitsuke (Disciplina) – A aplicação dos princípios deve ser assegurada através da disciplina e rigor, de modo a desenvolver tendências corretas.

A implementação desta abordagem não só torna o local mais limpo e mais saudável, mas também ajuda a aumentar a segurança e reduzir as perdas e degradação de equipamentos e materiais. Em suma, a ferramenta 5S melhora as condições de trabalho das pessoas.

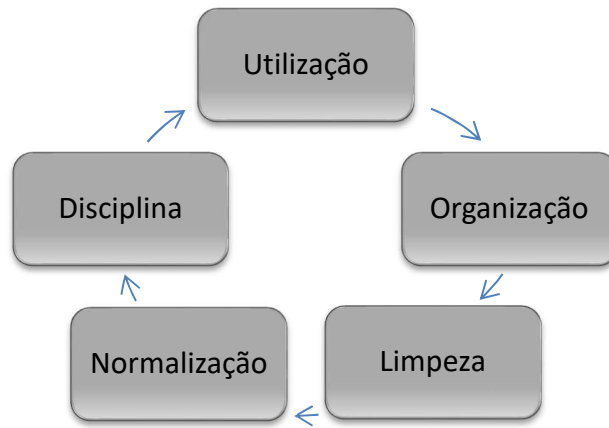


Fig. 17 – Metodologia 5S

3.2.2. GESTÃO VISUAL

A visão é um dos melhores sentidos usados pelo homem para reunir informações, daí que é bastante importante implementar ferramentas visuais com códigos simples para indicar as intervenções diárias e as áreas de trabalho no local. Este tipo de ferramenta não só permite uma gestão simples e participativa, mas também permite que todas as partes interessadas tenham acesso às informações representadas de forma clara, rápida e simples, uma vez que um dos grandes desafios para uma produção eficiente é o modo de transmissão de informação. Assim, pode-se aceder a gráficos e listas que proporcionem todas as informações sobre os processos e as tarefas a efetuar pelos trabalhadores. Embora, os itens referidos sejam, supostamente, claros e concisos, segundo Greif, M. (1991) a sua exposição não suficiente, daí que seja necessário formar os trabalhadores para que possam compreender as informações expostas, independentemente das suas habilitações ou posição hierárquica.

3.2.3. KANBAN

A palavra japonesa Kanban significa cartão, o qual tem a função de sinalizador, sendo capaz de regular os fluxos operacionais (Chase, R. *et al*, 2001). O sistema Kanban consiste numa técnica que proporciona a implementação do sistema *Pull* (caraterística do JIT), auxiliando o controlo da produção tanto quanto às datas como às quantidades necessárias. O Kanban é, deste modo, uma ferramenta de gestão visual que permite monitorizar e coordenar os níveis de *stock*, a sua produção, o transporte e a recolha de produtos.

Conforme Ohno, T. (1988), o Kanban fornece diferentes tipos de informação, estando este sistema dividido em três categorias:

- Kanban de produção – cartão utilizados durante processos de fabrico;
- Kanban de transporte – cartão usado no transporte de produtos entre setores ou entre setores e o armazém;
- Kanban de recolha – cartão empregado em produtos vindos de fornecedores externos.

A implementação de um sistema Kanban numa organização requer determinados materiais para o seu funcionamento, tais como (Pace, J., 2003):

- Contentor, o qual tem a capacidade de armazenar a quantidade referida pelo Kanban;
- Cartão com as seguintes informações: capacidade do contentor, tipo de item, identificação do processo, origem e destino do contentor, entre outros (Fig.18);
- Quadro de planeamento, destinado à afixação dos Kanbans, de maneira a orientar os trabalhadores;
- Caixa de recolha é o local onde o trabalhador da secção cliente coloca os Kanbans dos contentores que vão sendo consumidos.



Fig.18 – Quadro Específico para a Utilização do Sistema Kanban (<https://towbar.com.br/>)



Fig.19 – Exemplo de um Cartão Kanban (<http://www.4lean.net/>)

3.2.4. DIAGRAMA DE SPAGHETTI (SPAGHETTI DIAGRAM)

De acordo com Plenert, G. (2007), o diagrama de spaghetti consiste numa ferramenta visual que permite identificar o trajeto percorrido por um trabalhador, material ou informação ao longo da realização de um processo, isto é, revela os seus fluxos.

A criação de um diagrama envolve traçar o mapeamento dos fluxos, já referidos, num *layout* e a sua posterior análise. Caso se verifique que o diagrama de *spaghetti* é complicado, tal facto poderá significar que deverá ocorrer uma simplificação ou reorganização do processo ou da área de produção. Sendo assim, posteriormente, deverá ser desenhado um novo *layout* baseado na análise do anterior.

Embora esta ferramenta seja de execução simples é considerada bastante útil e valiosa para redesenhar os processos ou *layouts* que proporcionem desperdícios de movimentos e de transporte, como por exemplo, diminuindo as distâncias percorridas.

3.2.5. POKA-YOKE

O Poka-Yoke (componente do jidoka) é um mecanismo que deteta erros que, aliado a um processo, interdita o desempenho irregular de uma determinada atividade, na medida em que assume que o homem é suscetível de falhar.

Segundo Shingo, S. (1996), o dispositivo Poka-Yoke não é um sistema de inspeção, mas sim um método que se rege pela deteção e aviso de anomalias num processo de fabrico e que assume tarefas repetitivas, dependendo da memória e que pode ser utilizado para satisfazer a função de inspeção.

De maneira a evitar erros, o sistema Poka-Yoke pode ser utilizado de dois modos, o Método de Controlo e o Método de Advertência.

Quando o Poka-Yoke é ativado, o processo pára imediatamente para se proceder à correção do problema. O Método de Controlo e está dividido em:

- Método de contacto, o qual identifica os defeitos tendo em conta a existência ou não de contacto entre o dispositivo e alguma característica ligada ao formato ou à dimensão do produto;
- Método de conjunto, determina se um certo número de atividades previstas são realizadas;
- Método das etapas, averigua se todos os processos estabelecidos são seguidos.

Relativamente ao Método de Advertência, quando surge alguma anomalia, o sistema Poka-Yoke faz soar um alarme sonoro ou luminoso com o intuito de alertar o trabalhador.

Sendo assim, a escolha do tipo de método Poka-Yoke deverá ser efetuada tendo em conta o custo/benefício, no entanto, Shingo, S. (1996) refere que o método de controlo revela-se como sendo o mais eficaz na maioria dos casos.

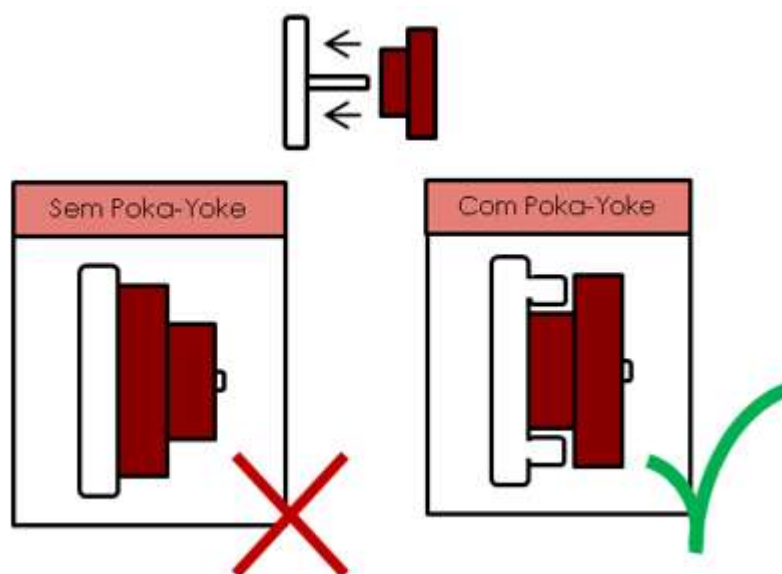


Fig.20 – Sistema Poka-Yoke (<http://www.4lean.net/>)

3.2.6. HEIJUNKA

Consiste numa ferramenta de planeamento cuja finalidade é garantir uma produção nivelada, suavizando, deste modo, a variabilidade característica da procura (Ohno, T., 1997). Já Niimi A, (2004) refere que o Heijunka para além da produção nivelada assume o uso de recursos ao longo do tempo de modo uniforme.

O Heijunka consiste em realizar uma programação da produção através da organização em sequência dos pedidos, permitindo a produção constante de produtos diferentes, de modo a garantir um fluxo contínuo, nivelando, de igual forma a procura dos recursos de produção. Esta ferramenta possui certas vantagens como:

- Diminuição de inventário;
- Armazéns com mais espaço de armazenamento;
- Consente a produção simultânea e em grandes quantidades diferentes produtos.

3.2.7. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VALUE STREAM MAPPING

O mapeamento de todos os processos da cadeia de valor, Value Stream Mapping (VSM), viabiliza, de um modo visual, o esquema do fluxo de informação e de material (Rother, M. *et al*, 2003) imprescindível para a obtenção de um produto, desde o fornecedor até ao cliente. Desta forma, esta ferramenta propicia a eliminação do desperdício, aumenta a produtividade e foca-se na melhoria de todo o processo.

Sendo assim, a análise de uma cadeia de valor precisa do auxílio de trabalhadores-chave que possam esclarecer os processos envolvidos na produção dos produtos.

O VSM tem como vantagens (Pinto, J., 2009):

- Permite a visualização de todos os processos da cadeia de valor;
- Possibilita a identificação não só do desperdício em si, mas também a sua origem;
- Possui uma linguagem corrente e intuitiva;
- Facilita a aplicação e a abordagem global da filosofia Lean;
- Serve como base para um plano de implementação;
- Revela a correlação entre o fluxo de materiais, informação e capital.

Assim, a elaboração de um mapa de processamentos da cadeia de valor facilita a identificação de desperdícios, para além de um mapa atual que é também um ponto de partida para tomadas de decisão (Martins, S., 2014), sendo que é a partir deste que se realiza o mapa da cadeia de valor futura.

Esta ferramenta permite observar a sequência dos processos, vendo-os como um todo e não como processos específicos. O VSM serve também como uma base para a melhoria contínua, na medida em que reconhece e elimina os desperdícios desde a sua origem.

Rother, M.*et al* (2003) referem que a implementação do VSM é organizada do seguinte modo:

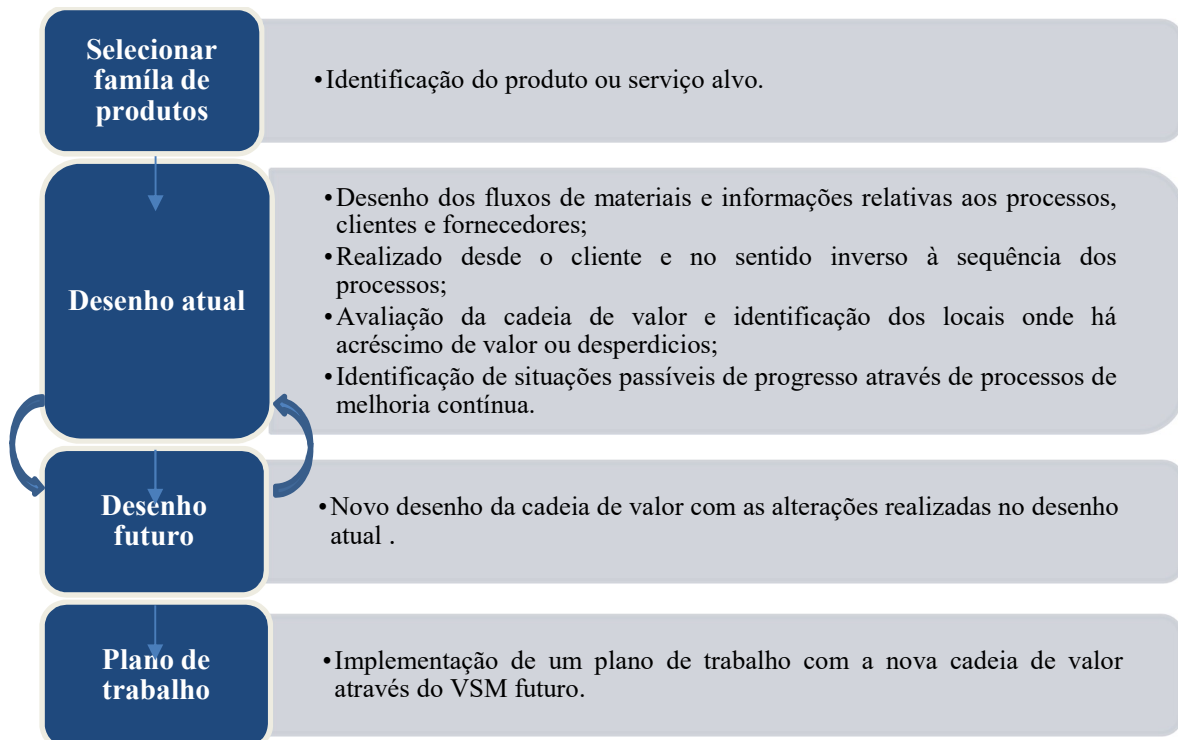


Fig.21 – Esquema de Utilização da Ferramenta VSM (adaptado de Rother, M. e Shook J., 2003)

3.2.8. LAST PLANNER SYSTEM

O Last Planner System (LPS) foi criado por Ballard e Howell na década de 90 nos Estados Unidos da América (Ballard, G., 2000), tendo sido baseado nos princípios de Construção Lean.

Este sistema enaltece a importância do último interveniente (pessoa ou equipa) no planeamento, o qual antecede a imediata realização de um processo, sendo então denominado como “o último planeador” (Last Planner). Esta ferramenta objetiva a realização de um estudo dos pré-requisitos necessários para cada processo durante a fase de planeamento de processos, de modo a permitir que estes sejam efetuados sem perturbações e concluído no tempo previsto. Este remete também para um planeamento continuado de todo o processo, incluindo as suas especificidades em cada etapa, atualizando-as.

De forma a garantir que o planeamento das atividades é realizado de um modo eficaz, o planeador deve ter em conta três processos de verificação (Fig.21):



Fig.22 – Processo de Planeamento Centrado no Papel do Last Planner (adaptado de Ballard, G. e Howell, G., 1998a)

Deste modo, os processos da Fig.21 revelam o modo de realização de um planeamento a curto prazo, onde se observam as necessidades de organização de cada tarefa, tendo sempre em conta de que o fluxo de trabalho só pode continuar com eficácia caso todos os recursos sejam disponibilizados e se as atividades anteriores estiverem concluídas. Assim, pretende-se que a produção seja vista como um fluxo mais estável e previsível.

O sistema Last Planner propõe a comparação semanal das tarefas que foram realmente efetuadas com aquelas que estavam planeadas, calculando, deste modo, o indicador PCC (Percentagem de Planeamento Concluído). Posto isto, é exequível perceber a causa que provocou a não realização da tarefa agendada.

Sendo assim, o LPS resume-se a três níveis hierárquicos de planeamento nomeadamente:

- Plano Geral (Master Schedule) de longo prazo – Calendarização total do projeto. Oferece poucos detalhes e tem como maior preocupação identificar metas, datas e sequências de processos, definindo estratégias;
- Plano de Antevisão (Lookahead Plan) de médio prazo – Predispõe a que as ações do presente facilitem o cumprimento dos objetivos de longo prazo;

- Plano Semanal de Trabalho (Weekly Work Plan) de curto prazo – Detalhado e atualizado todas as semanas com a colaboração dos Last Planners que se comprometem a realizar as tarefas planeadas.

Em síntese, o LPS é uma ferramenta que através do planeamento e do controlo da produção permite aumentar a credibilidade do fluxo de trabalho (Macomber, H. *et al*, 2003).

3.2.9. PDCA

O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) ou ciclo de Deming, segundo Pinto, J. (2009), refere-se a um método de melhoria contínua usado com o objetivo de apoiar, controlar e melhorar os processos efetuados de uma maneira simples e eficaz. Esta ferramenta inspeciona também se as causas que levaram ao surgimento de um determinado problema foram realmente extintas.

A metodologia do ciclo PDCA é uma das ferramentas mais importantes de um processo, sendo indispensável para a continuidade do método Kaizen e transversal a qualquer tipo de área. Esta revela-se bastante dinâmica, na medida em que o fim de uma etapa dará início à seguinte (Fig.22), ou seja, é caracterizada pela sua aplicação contínua e constante, sendo uma mais valia para o Last Planner.

Este ciclo é composto por quatro fases distintas, cujo cumprimento contínuo irá resultar num melhor desempenho e irá garantir a qualidade dos processos. Posteriormente, com a uniformização dos processos avaliados e melhorados, é possível assegurar que não há retrocedimentos nas ações de melhoria já implementadas.

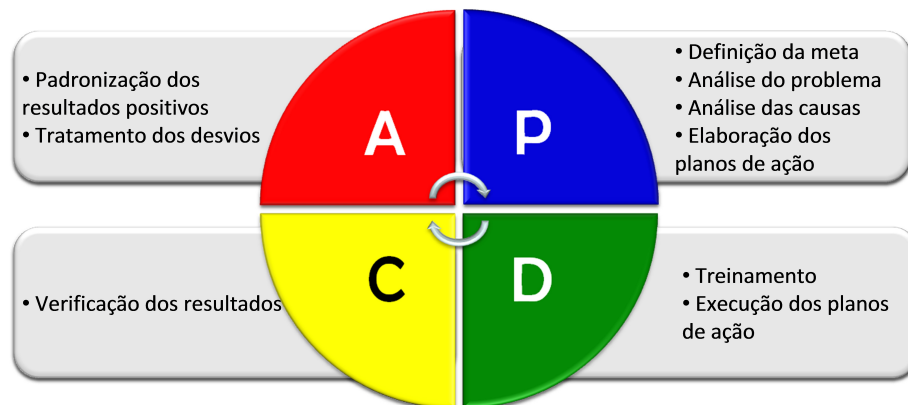


Fig.23 – Ciclo PDCA e Principais Objetivos por Etapa (<https://julianakolb.wordpress.com/>)

Conforme Campbell, C. e Collins, M. (2010), as fases descritas são as seguintes:

- Plan (Planear) – Planeamento e definição tanto dos objetivos como das atividades necessárias para a sua execução.
- Do (Fazer) – Realização das tarefas definidas através de uma experiência piloto; execução do plano.
- Check (Verificar) – Observação, estudo e comparação dos resultados obtidos com os resultados esperados de acordo com a primeira fase (Plan) e discussão de possíveis oportunidades de melhoria.
- Act (Atuar) – Tendo em conta os resultados obtidos, caso sejam positivos, é definida uma padronização do processo, em caso de insucesso, é tomada uma ação corretiva.

3.2.10. KAIZEN

Moraes, J. e Shab, L. (2004) referem que o termo Kaizen é uma palavra de origem japonesa, sendo que kai significa “mudança” e zen “para melhor”, ou seja, melhoria contínua. Trata-se de um processo gradual e contínuo que tem como pressupostos a moderação e o fator crítico como forma de alcançar a perfeição.

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

A filosofia Kaizen é um método capaz não só de alterar a mentalidade tanto das organizações como dos seus trabalhadores, mas também tem como objetivo a eliminação de desperdícios, aumento da produtividade e procura da plenitude (Ramos, P., 2011). Contudo, é de salientar que este método não envolve grandes investimentos apesar de procurar acrescentar valor ao produto ou serviço, uma vez que estipula uma mudança de atitude e não a aquisição de ferramentas ou de equipamentos.

O Kaizen, na filosofia Lean, apresenta-se como sendo um dos seus pilares, facto que revela a sua importância como uma ferramenta utilizada nas organizações, estando sempre orientada para as necessidades do cliente e da eliminação dos Muda. Desta forma, as organizações que tenham implementada esta metodologia possuem uma grande vantagem competitiva face às restantes, pois a seu tempo atingirão um grau de excelência, ao contrário das outras.

3.3. CONSTRUÇÃO LEAN – A TRANSPOSIÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

A Produção Lean tornou-se uma referência relativamente à organização no local de trabalho, à otimização de processos e fluxo de trabalho, à aplicação de programas de melhoria contínua e redução ou eliminação dos desperdícios, nas indústrias relacionadas com automóveis e de manufatura. Através do êxito desta filosofia e a melhoria que se constatava na sua aplicação, naturalmente, despertou interesse noutros setores, incluindo o da construção. Deste modo, a Construção Lean baseia-se nos princípios da Produção Lean, mencionados anteriormente neste capítulo, com o objetivo de melhorar a produtividade e o desempenho na construção. Esta temática alcança maior relevância uma vez que a competitividade tem vindo a aumentar na indústria da construção nos últimos anos, ou seja, atualmente é essencial ter bons índices de produtividade e obter mais e melhores resultados com menos ou os mesmos recursos.

No ano de 1992, Lauri Koskela introduziu a filosofia Lean na construção através do estudo “*Application of the New Production Philosophy in the Construction Industry*”, sendo que no ano seguinte foi realizada a primeira reunião sobre a Construção Lean na Finlândia, com a presença dos Professores Glenn Ballard e Gregory Howell. Em 1994 foi formado um grupo constituído por investigadores de todo o mundo para discutirem esta temática e os avanços na área de Gestão da Produção na Indústria da Construção, numa conferência internacional anual. Este grupo chama-se *International Group for Lean Construction – IGLC*, onde o autor se baseou na recolha de artigos científicos relacionados com esta matéria.

Com o passar dos anos, a Construção Lean continua em evolução e em 1997 os Professores Glenn Ballard e Gregory Howell criam o *Lean Construction Institute – LCI*, este grupo está mais relacionado com uma nova forma de organizar a gestão de projetos de construção.

De acordo com Koskela, L. (2000), a Construção Lean é descrita como um modo de projetar o sistema de produção com o intuito de minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço de forma a gerar o máximo valor possível. Uma análise mais recente, elaborada por Dupin, P. (2014), define este conceito

como uma filosofia que visa a criação de valor para o cliente, eliminando os desperdícios, apoiada por ferramentas de gestão de processos fazendo parte de um processo rigoroso e sistemático de melhoria contínua.

O setor da construção não tem concordado com as alternativas e as práticas da Produção Lean, uma vez que é de conhecimento geral que a construção é uma indústria distinta da indústria de fabricação devido às suas peculiaridades. Nas indústrias onde atualmente se aplica a filosofia de Produção Lean, os processos de produção são repetitivos, enquanto que na construção a gestão da produção é complexa devido à singularidade dos projetos, à localização do projeto de execução que varia constantemente e aos diversos fatores que variam e influenciam a produtividade da obra.

Assim sendo, foram propostos por Koskela, L. (1992) os princípios da Construção Lean:

- Redução da parte de uma atividade que não acrescente valor ao produto final. Assim como na Produção Lean, é o princípio básico de toda a filosofia;
- Aumento do valor do produto final atendendo sistematicamente às necessidades do cliente ao identificar cada fase do processo de produção, explicando e clarificando as expectativas do cliente;
- Redução da variação, como por exemplo, a variação do tempo de produção ou da qualidade do produto. Para que estas variações sejam reduzidas, é necessário padronizar os procedimentos de produção na indústria da construção, embora haja alguns procedimentos que contêm características particulares onde é mais complexa a sua implementação;
- Redução do tempo de ciclo, este princípio advém da filosofia JIT descrita anteriormente. Através da eliminação de atividades que não acrescentam valor é possível reduzir o tempo de ciclo de um processo, e consequentemente há uma melhoria na produtividade;
- Simplificar ao minimizar o número de passos, equipamentos e materiais, bem como a ligação entre eles. Com esta simplificação, apenas restarão atividades que acrescentam valor ao processo traduzindo uma redução de desperdício;
- Aumento da flexibilidade do output, ou seja, a capacidade de alteração das características do produto final para satisfazer as solicitações e exigências do cliente, mas sem o aumento de custos;
- Aumento da transparência dos processos na construção. Deste modo, a identificação de erros na produção é mais clara e rápida de se assimilar;
- Introduzir programas de melhoria contínua nos processos de construção, com a finalidade dos processos evoluírem, manterem-se atualizados tecnologicamente e responderem às exigências do mercado;
- Controlo sobre todo o processo, assim o processo deve ser controlado e medido de modo a pertencer a um programa de melhoria contínua;
- Equilíbrio da melhoria do fluxo com a melhoria da comunicação. Na indústria da construção, uma empresa comunica diariamente com diversos fornecedores e subcontratados, deste modo, é necessário que haja um espírito de equipa e de cooperação entre os intervenientes da obra, para que seja possível um fluxo contínuo de trabalho sem perturbações;
- Aplicação de benchmarking. Consiste no estudo e aprendizagem dos processos construtivos das empresas que desempenham melhor uma atividade neste setor. Assim, as

empresas conjugam os seus pontos fortes com as boas práticas das atividades que apresentam maior produtividade, resultando assim na implementação de um processo de melhoria.

Adotar a filosofia Lean numa empresa de construção significa estar disposto a abandonar alguns métodos tradicionais e mudar de comportamento. Por vezes é complicado alterar a mentalidade e a forma de realizar um processo de construção quando se executa da mesma maneira há muitos anos. Nestes casos é necessário que o trabalhador perceba o porquê da realização de uma tarefa de um modo diferente e demonstrar como se torna mais simples, seguro e rápido.

Assim, pode-se concluir que o conceito Construção Lean vai para além da aplicação de ferramentas, sendo uma filosofia e um pensamento que deve estar presente em todos os processos de trabalho e em todos os intervenientes da obra. Existem inúmeras formas de aplicar este conceito na construção, no entanto deve ser adaptado a cada caso, tendo em conta as características particulares de cada obra e não deve ser realizado com o mesmo rigor comparativamente com a Produção Lean. É necessário conhecer as limitações e as barreiras na indústria da construção para a implementação de medidas e conceitos Lean. A atribuição da devida importância destes onze conceitos apresentados auxilia na obtenção do objetivo principal Lean, ou seja, na redução ou eliminação de desperdícios de forma a melhorar a produtividade e eficiência na construção.

4

CONSTRUÇÃO LEAN – ELABORAÇÃO DE UM GUIA DIAGNÓSTICO

4.1. OBJETIVOS

No presente capítulo será apresentado um conjunto de Fichas cuja intenção é possibilitar a realização de um Diagnóstico, as quais seguem os conceitos Lean desenvolvidos nos dois capítulos precedentes. No entanto, estes conceitos Lean foram trabalhados e adaptados, procurando efetuar uma transposição adequada para a indústria da construção.

O principal propósito da elaboração destas Fichas é a produção de um Guia Diagnóstico criando uma estrutura organizada e metódica, que permita a identificação dos conceitos Lean que possam (ou não) estar a ser implementados numa obra de construção civil. Assim, pretende-se que esta ferramenta permita que uma empresa de construção, sensibilizada e interessada numa eventual aplicação dos princípios Lean nas suas diversas componentes, possa realizar um autodiagnóstico e verificar quais as áreas em que seria vantajosa uma orientação mais cuidada e ajustada ao caso real, ou apenas uma revisão e retificação de alguns detalhes no processo construtivo ou na gestão e planeamento da obra. Desta forma, com a análise dos princípios perfeitamente alinhados com os conceitos Lean, poder-se-ia concluir os ramos onde já estão a ser aplicados, devido à experiência no setor ou à apropriada capacidade de planeamento e gestão de operações, recursos e mão de obra.

Após a avaliação do diagnóstico da obra, decidir-se-á a possibilidade de implementação de medidas Lean que procurem a otimização de processos construtivos, a eliminação ou redução de desperdícios e custos, tornando igualmente a obra num local mais seguro, organizado e limpo.

4.2. ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA DAS ÁREAS DE APLICAÇÃO

Antes da realização das Fichas de Diagnóstico, foi necessário organizar todos os conceitos Lean que se iriam abordar, uma vez que cada um poderá ser aplicado a apenas uma área produtiva específica ou, por outro lado, poderá ter relevância em várias vertentes. Para tal, as diferentes componentes foram separadas por quatro distintas áreas pertencentes à Construção Lean, nomeadamente, **GESTÃO**, **PRODUÇÃO**, **APROVISIONAMENTO** e **CONTROLO E OTIMIZAÇÃO**. Todas as componentes Lean retratadas, foram associadas às áreas específicas mais adequadas, traduzindo-se num esquema a divisão das componentes Lean de acordo com a sua função (Fig.23).

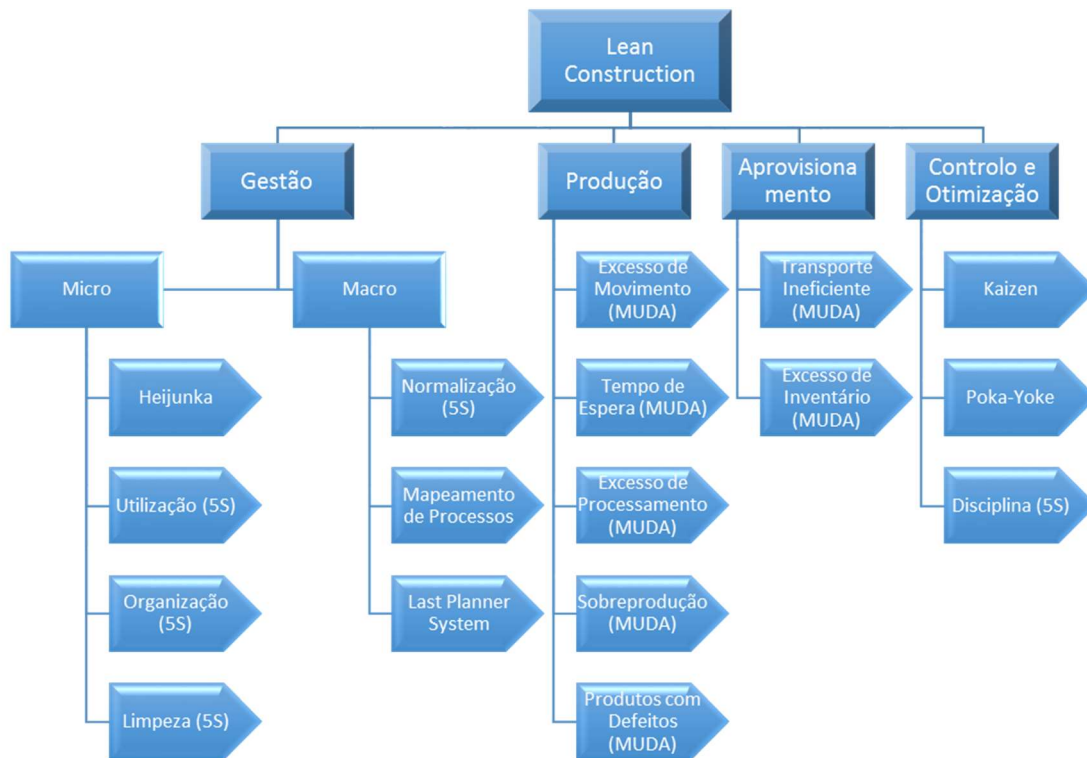


Fig.24 – Distribuição dos Conceitos Lean

4.3. FICHAS DE DIAGNÓSTICO

As medidas enunciadas nas Fichas de Diagnóstico, foram pensadas e desenvolvidas através das componentes Lean, após a sua adaptação para a indústria da construção. A maioria dos parâmetros foram refletidos com base na respetiva descrição da componente Lean e foram elaboradas já com a intenção de serem utilizáveis em trabalhos de campo. Assim, a finalidade é a observação e a análise do planeamento, gestão e execução da obra, de modo a verificar o nível de implementação (caso já exista) ou implementar as medidas sugeridas na “proposta de solução” ou outras adaptadas. Procurou-se realizar as Fichas de Diagnóstico com uma abrangência significativa; no entanto, pode haver particularidades não aplicáveis em todas as obras, pelo facto de não se enquadrarem com as características de cada obra, como adiante se referirá.

As Fichas de Diagnóstico foram idealizadas de acordo com os seguintes princípios:

- Conceito geral da Construção Lean e o respetivo código;
- Componente específica e o respetivo código;
- Breve definição da componente Lean orientada e adaptada para a indústria da construção;
- Situações-padrão que poderão ocorrer numa obra e uma descrição da mesma;
- Sugestão de uma proposta de solução, que pode eventualmente ser adaptada a uma situação específica, consoante o que já é praticado e as características da obra.

No Quadro 3 apresenta-se um Índice relativamente às Fichas de Diagnóstico, o qual contém as principais características de cada Ficha desenvolvida, para uma identificação acessível e imediata.

Quadro 4 – Índice das Fichas de Diagnóstico

Número da Ficha	Conceito Lean	Código	Componente Lean	Código
LCD 1	MUDA	M	Transporte Ineficiente	TI
LCD 2	MUDA	M	Excesso de Inventário	EI
LCD 3	MUDA	M	Excesso de Movimento	EM
LCD 4	MUDA	M	Tempo de Espera	TE
LCD 5	MUDA	M	Sobreprodução	SP
LCD 6	MUDA	M	Excesso de Processamento	EP
LCD 7	MUDA	M	Produtos com Defeito	PD
LCD 8	5S	5S	Utilização	5U
LCD 9	5S	5S	Organização	5O
LCD 10	5S	5S	Limpeza	5L
LCD 11	5S	5S	Normalização	5N
LCD 12	5S	5S	Disciplina	5D
LCD 13	Heijunka	HJ	Nivelamento da Produção	NP
LCD 14	Value Stream Mapping	VSM	Mapeamento de Processos	MP
LCD 15	Poka-Yoke	PY	À Prova de Erros	PE
LCD 16	Last Planner System	LPS	Planeamento	PL
LCD 17	Kaizen	K	Melhoria Contínua	MC

Os conceitos Lean presentes no Guia de Diagnóstico foram escolhidos devido à sua flexibilidade na transposição da indústria de manufatura para a indústria da construção. São conceitos que com a adaptação apropriada a cada medida, podem ser diretamente aplicados numa construção de modo a obter maior rentabilidade, segurança e uma melhor coordenação e organização de materiais e equipamentos.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.1
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	TRANSPORTE INEFICIENTE	TI
<i>Descrição</i>	Numa obra de construção civil, o transporte de materiais é uma atividade necessária, no entanto não acrescenta valor ao processo construtivo. Assim, o maior benefício para os custos e otimização da obra é o consumo mínimo de recursos e tempo nesta atividade. Este desperdício pode ser detetado quando os meios para o transporte de produtos não são imediatamente colocados nas proximidades do local de utilização. Deste modo, é necessário possuir um local no estaleiro para os armazenar e recorrer a outro meio de transporte aquando da sua necessidade na frente de obra. O transporte ineficiente numa obra pode provocar um maior tempo de ciclo de cada tarefa, prejudicando, consequentemente, o tempo total de um processo de construção.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.TI.1 DESENHO INADEQUADO DO PLANO DE ESTALEIRO

Descrição:

Distâncias exageradas entre os locais de armazenamento de produtos a utilizar, quer sejam combinados ou sequenciais.

Trajeto longos para o transporte de produtos e/ou componentes para os locais de aplicação em obra.

Proposta de Solução:

Identificação dos principais produtos/*stocks* e identificação dos seus locais de armazenamento. Desenho de um Spaghetti Diagram sobre a planta do estaleiro, o qual identifica os diversos circuitos operacionais que permitirão a otimização e a redução do comprimento dos trajetos

M.TI.2 PROCESSOS DE MANUSEAMENTO LONGOS OU COMPLEXOS

Descrição:

Armazenamento de produtos de modo a necessitarem da utilização de mais do que um equipamento para a sua deslocação e/ou elevação.

Proposta de Solução:

Posicionamento dos produtos de forma a permitir o seu fácil manuseamento. Este deverá ser devidamente coordenado com as capacidades dos equipamentos disponíveis, dando-se preferência à utilização de apenas um.

M.TI.3 FORNECIMENTOS DISPONIBILIZADOS EM GRANDES VOLUMES

Descrição:

Receção de produtos organizados em paletes ou volumes de dimensão desajustada às necessidades de produção ou capacidade dos equipamentos de manuseamento, os quais carecem de ser separados em parcelas mais reduzidas no estaleiro.

Proposta de Solução:

Especificação aos fornecedores (grossistas, retalhistas ou estaleiro central) acerca do modo de fornecimento para a obra no que concerne a dimensões e parcelas.

M.TI.4 DISPERSÃO DE LOCAIS DE ARMAZENAMENTO

Descrição:

Produtos idênticos armazenados em diversos locais provocando, assim, a deslocação desnecessária no ato da sua recolha, devido a desconhecimento da disponibilidade existente dos produtos em questão.

Proposta de Solução:

Concentração dos locais de armazenamento de produtos idênticos e identificação objetiva de cada um, de modo a que a ordem de transporte interno inclua essa mesma informação. Codificação dos locais por tipo de material, tendo como exemplo a utilização de uma placa de cor diferente junto de cada local, de maneira a facilitar o reconhecimento.

M.TI.5 DESCOORDENAÇÃO ENTRE APROVISIONAMENTOS E O PLANEAMENTO DE OBRA

Descrição:

A inexistência de coordenação entre o planeamento e a chegada do aprovisionamento ao local da obra origina necessariamente desperdícios. Tendo como exemplo, a descarga para um local de armazenamento, obrigando, posteriormente, a um novo transporte para o local onde o material será utilizado, criando assim, a duplicação de transporte.

Proposta de Solução:

Elaboração de um mapa de aprovisionamento relacionado com o planeamento a curto prazo e controlo das encomendas face à evolução efetiva dos trabalhos. Esta solução pode colidir com as vantagens comerciais que podem derivar de fornecimentos de maior dimensão; no entanto, serão dois aspetos a avaliar em conjunto, de modo a definir a estratégia com resultados mais vantajosos.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.2
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	EXCESSO DE INVENTÁRIO	EI
<i>Descrição</i>	Na presença de fornecimento em quantidade superior àquela que é necessária para suprir o fluxo natural de execução, esta induz ao excessivo ou desnecessário inventário (<i>stock</i>) na zona de construção. Esta situação, por um lado, conduz a perdas ao nível financeiro da empresa, pois compromete capital e recursos acima do necessário. Envolve, igualmente manutenção, bem como espaço adicional, o que por vezes em determinadas obras é difícil de obter, encarecendo, consequentemente, o custo final da obra. Por outro lado, pode provocar desperdício de material por deterioração, tanto pelo modo como é colocado no estaleiro, como por roubo ou vandalismo. Apesar do mencionado, no local da construção deve haver uma quantidade mínima necessária de inventário, pois caso haja algum acidente ou danificação de material, este poderá ser substituído e a operação continuará sem interrupções.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.EI.1 DESCONTOS NA COMPRA DE GRANDES QUANTIDADES*Descrição:*

Na aquisição de material e de matéria-prima para as obras de construção civil, geralmente, os preços variam com a quantidade encomendada. Assim, a tendência natural é despende o mínimo possível obtendo grandes quantidades de *stock*. No entanto, esta opção pode traduzir custos mais elevados, principalmente indiretos, para a empresa, devido à mobilização de recursos financeiros em maior quantidade e durante mais tempo.

Proposta de Solução:

Análise e comparação entre o desconto direto das encomendas efetuadas por material com os custos suplementares que podem causar. Por outro lado, ao armazenar o *stock* adicional desnecessário para uma determinada fase da obra, é imperativo gastar recursos em manutenção para que não haja excessiva degradação e a ocupação de espaço físico do estaleiro.

M.EI.2 IMPRECISÃO DA QUANTIDADE DE MATERIAL A UTILIZAR*Descrição:*

Devido ao facto de haver deficiências no planeamento relativamente aos materiais necessários em diversas obras, existe uma determinada incerteza na quantidade a utilizar em certos processos. Deste modo, esta situação poderá provocar tanto a falta de material para a execução de uma operação, como poderá causar acumulação de inventário em obra.

Proposta de Solução:

Elaboração e cálculo das medições dos materiais a utilizar, principalmente naqueles que apresentam maior incerteza. Implementação da metodologia Kanban, isto é, nunca deixar que haja falta de material, havendo um alerta para a reposição do *stock* e mantendo este numa escala adequada às necessidades previsíveis a curto e médio prazo. Deste modo, não haverá excessiva acumulação do mesmo.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.3
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	EXCESSO DE MOVIMENTO	EM
<i>Descrição</i>	O excesso de movimento presente nos processos da construção civil tem como definição o conjunto de deslocamentos ou etapas de uma operação que não adicionam valor ao processo. Deste modo, para a otimização de um processo, é recomendado diminuir ou mesmo eliminar as deslocamentos e movimentos desnecessários. Estes movimentos são visíveis na movimentação de materiais na zona de trabalho, na obtenção de ferramentas ou simplesmente em deslocamentos desnecessários motivadas por um incorreto planeamento de estaleiro.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.EM.1 DISPOSIÇÃO DOS MATERIAIS EM OBRA

Descrição:

A incorreta disposição dos materiais provoca um acréscimo no tempo de ciclo e movimentação dos trabalhadores. A colocação do material simplesmente amontoado pode dificultar o seu alcance, pondo em causa, em algumas situações, a condição física do trabalhador ou a qualidade e características do material.

Proposta de Solução:

O posicionamento dos materiais pesados deve situar-se à altura da cintura para evitar um esforço físico desnecessário, podendo ser utilizados carrinhos ou plataformas elevadas. No seguimento desta perspetiva, os materiais mais leves podem ser armazenados perto do chão ou em locais mais elevados.

M.EM.2 LOCALIZAÇÃO DE MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Descrição:

Distância excessiva entre os materiais, equipamentos e ferramentas a utilizar numa operação e o local de aplicação. Consequentemente, traduz-se o aumento do tempo de ciclo de cada tarefa, tornando-a, assim, menos eficiente.

Proposta de Solução:

Com o intuito de aumentar a eficiência e a produtividade de uma determinada tarefa, deve-se proceder à execução de um planeamento do estaleiro com a finalidade de que os materiais, equipamentos e ferramentas estejam o mais próximo possível de cada operação.

Na eventualidade de uma ferramenta ou equipamento específicos serem necessários em simultâneo em diferentes locais da obra, deve-se realizar uma programação das tarefas com a intenção de eliminar atrasos e diminuir o tempo de ciclo.

M.EM.3 POSIÇÃO DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Descrição:

Em diversas situações, as ferramentas são colocadas aleatoriamente num local sem planejamento prévio, o que dificulta o alcance da ferramenta correta, além do eventual desconhecimento do local em que se encontra

Proposta de Solução:

Aplicação da metodologia “5S” com o objetivo de selecionar, organizar, limpar, normalizar e disciplinar a colocação das ferramentas num sítio adequado, obtendo assim uma maior eficiência através da redução do tempo necessário para obter os equipamentos necessários.

Embora possa parecer, numa análise mais genérica, um custo desnecessário, as empresas deverão encarar a possibilidade de fornecer a todos (ou quase) os seus trabalhadores de obra, um cinto de equipamento-base – adaptado às especialidades de cada um, obviamente – que possa suprir as necessidades para as situações mais correntes. Esta hipótese, além dos efeitos de redução de tempos de espera e procura, pode criar um efeito positivo de responsabilização e de apropriação do equipamento, especialmente se for permitida alguma flexibilidade na escolha do mesmo (o “meu” equipamento, com as marcas e características que “eu” gosto).

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.4
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	TEMPO DE ESPERA	TE
<i>Descrição</i>	É descrito pelo ato do trabalhador não estar a produzir durante um lapso de tempo, por razões fora da sua responsabilidade. Este tempo de espera pode estar associado a atrasos na conclusão da operação antecedente do processo em execução ou, à falta de material ou recursos em obra, como exemplos. Em certos casos, um excesso de acabamento num processo pode ser considerado necessário pelo trabalhador (por uma questão de brio profissional, por exemplo), mas que, na realidade, não acrescenta valor ao processo (pode ser algo que vai ser coberto por outro elemento de construção, portanto não ficará visível). Assim, este esforço não deixa de ser um desperdício que, a longo prazo e numa perspetiva acumulada, pode revelar-se importante, alcançando proporções negativas significativas.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.TE.1 ATRASO DA OPERAÇÃO ANTECEDENTE NUM PROCESSO DE UMA OBRA

Descrição:

A espera pela obtenção de material é uma das situações mais recorrentes num processo de construção civil, ou, simplesmente pelo facto de um trabalho ter que estar concluído para que outro possa começar, não atrasando a sequência total da cadeia.

Proposta de Solução:

Relativamente à espera pela chegada de material poder-se-á recorrer à implementação da metodologia Kanban. Desta forma, é possível a monitorização do material utilizado e encomendar atempadamente as quantidades necessárias para um fluxo contínuo de trabalho.

Para que o tempo de espera entre operações ou processos seja o mínimo possível, a elaboração de um planeamento no que diz respeito às datas, duração dos trabalhos e cronologia dos mesmos poderá ser efetuada através do programa de gestão *MS Project*.

M.TE.2 INEFICIENTE COORDENAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA E EQUIPAMENTOS

Descrição:

Equipamentos ou máquinas em obra que não se encontram em funcionamento devido à ausência de um operador.

Proposta de Solução:

Implementação de um planeamento de recursos humanos apropriado à obra, de modo a garantir que esteja presente um operador ou técnico adequado à operação em curso. Se possível, dar formação a mais que um operário para que, em situações pontuais, exista a possibilidade de recorrer a um técnico alternativo, mesmo que apenas para a realização das tarefas mais básicas e necessitando de menor proficiência.

M.TE.3 ATRASO NA COMUNICAÇÃO DE INFORMAÇÃO INDISPENSÁVEL PARA A EXECUÇÃO DE UM TRABALHO

Descrição:

A inadequada ou ineficiente comunicação numa obra pode ser responsável por atrasos em processos construtivos. A transmissão de informação pode aparentar ser de menor importância por ser possível ultrapassá-la de forma menos formal; não obstante, deve ser estabelecido e seguido um fluxo adequado de informação entre as diferentes equipas de trabalho.

Proposta de Solução:

Realização de reuniões diárias multidisciplinares com o objetivo de esclarecer, de uma forma simples e clara, quaisquer dúvidas inerentes a um processo construtivo antes do início das tarefas.

Para melhor compreensão do trabalhador, deverá optar-se pela utilização de métodos de carácter visual e por escrito, preferencialmente registado em quadros de grande dimensão.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.5
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	SOBREPRODUÇÃO	SP
<i>Descrição</i>	A sobreprodução será a produção em quantidades excessivas ou, numa outra perspectiva, poderá ser considerada uma produção mais rápida do que é exigido pela operação ou processo posterior. Dos desperdícios existentes no conceito MUDA, este é o mais significativo, pois é a causa do excesso de inventário. Sendo assim, os produtos em excesso têm de ser, contabilizados em termos de custos, mas, eventualmente, ainda não em termos de faturação, requerendo igualmente manutenção, o que será algo desnecessário e não adiciona valor ao resultado final.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.SP.1 ENCOMENDAS FORNECIDAS EM GRANDES QUANTIDADES

Descrição:

As encomendas em grandes quantidades não são aconselhadas, sendo esta uma medida que contribui para a sobreprodução. Com excessivas quantidades de materiais em stock, a sua utilização não é ponderada nem controlada, levando à produção em excesso para escoar o material e/ou libertar espaço de estaleiro.

Proposta de Solução:

Equilíbrio entre a oferta e a procura, na qual, a oferta é a quantidade de material disponível na obra e a procura é o material necessário para a execução de uma determinada tarefa, de acordo com o planeamento de obra.

É de salientar que apenas é possível faturar um “elemento de construção” e não os materiais em si, logo a existência de material em excesso (mesmo que seja necessário para uma fase mais adiantada) pode levar a um ritmo de execução mais intenso e eventualmente, à descoordenação com outras tarefas interligadas.

Assim, é importante criar um fluxo contínuo de trabalho e ajustado ao planeamento sem a existência de sobreprodução quer ao nível de materiais, quer ao nível de trabalho de construção realizado.

M.SP.2 PROCESSOS DE TRABALHO IMPRECISOS

Descrição:

Em certas situações podem ser identificados procedimentos cujas tarefas possuem informação incompleta e imprecisa para a sua execução. Por conseguinte, os trabalhadores podem não ter conhecimento das quantidades certas de materiais a utilizar ou, até mesmo, o modo de aplicação de um determinado material, não traduzindo, assim, a máxima eficiência.

Proposta de Solução:

Identificação com detalhe de todos os processos construtivos. Assegurar que os trabalhadores compreendem os trabalhos a realizar sem qualquer dúvida, verificando, previamente, os recursos necessários, tanto a nível de materiais como de mão-de-obra.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.6
<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	EXCESSO DE PROCESSAMENTO	EP
<i>Descrição</i>	Numa obra de construção civil, o excesso de processamento é particularmente difícil de identificar e pode traduzir desperdício em obra. Refere-se ao tempo, mão-de-obra e materiais utilizados para adicionar valor a um processo ao qual o cliente ou o objetivo estabelecido não o exige. O cliente não pagará o trabalho em excesso e desnecessário, ou seja, todos os recursos despendidos serão considerados desperdícios.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.EP.1 TRABALHOS DE ACABAMENTO DESNECESSÁRIOS

Descrição:

O produto a ser desenvolvido, ocasionalmente, não possui informações suficientes para a sua realização. Sendo assim, os trabalhos podem estar a ser executados em excesso, condicionando mão-de-obra, materiais e, consequentemente, tempo desperdiçado.

Um acabamento que não fique visível após o término da obra não necessita do mesmo nível de tratamento, detalhe e rigor que um acabamento exposto e que influencie a estética da obra precisa.

Proposta de Solução:

Especificação dos acabamentos com o devido pormenor para que não haja desperdícios na realização dos produtos ou acabamentos.

Ter em consideração os produtos e acabamentos que não estarão expostos no final da obra, a fim de reduzir o consumo de recursos.

M.EP.2 EXECUÇÃO DE PROCESSOS SEM PADRÃO

Descrição:

A realização de processos complexos sem qualquer tipo de padrão pode induzir a perda de tempo, afetando a produtividade. Não se deverá esquecer que parte dos trabalhos em construção são trabalhos com uma repetição frequente, com pequenas ou nenhuma variação de obra para obra, pelo que o estabelecimento de procedimentos-padrão contribui para uma maior qualidade e à redução de desperdícios.

Proposta de Solução:

A elaboração de cada operação ou processo requer indicação e esclarecimento de cada etapa do trabalho a ser realizado. Os trabalhadores necessitam de ter conhecimento de todo o processo para que consigam realizar uma determinada operação de um modo padronizado e, na medida do possível e relevante, mecanizado.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO	LCD.7
---	--------------

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	PRODUTOS COM DEFEITO	PD
<i>Descrição</i>	Produtos com defeito são uma realidade, não só na indústria da construção como em todas as indústrias existentes. Além das despesas diretas intrínsecas à produção com defeito, a presença de erros na sua conceção pode trazer prejuízos relevantes à empresa, desde a sua reputação, perda de clientes, tempos de espera de trabalhos posteriores e a duplicação de operações.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.PD.1 FORMAÇÃO PROFISSIONAL INADEQUADA

Descrição:

A falta ou incorreta formação na construção civil pode provocar prejuízos em grande escala para a empresa de construção, nomeadamente através de erros construtivos, não reconhecimento de defeito nos materiais a utilizar e o aumento do tempo de espera do processo em curso.

Proposta de Solução:

Formação contínua para todos os trabalhadores. Assegurar uma formação regular aos trabalhadores de uma empresa, é um aspeto fundamental para a eficiência do seu trabalho além de transmitir, de forma objetiva, a atenção que a empresa dedica à sua força de trabalho e interesse em manter a mesma e apostar na sua evolução técnica e profissional.

Contratação de mão-de-obra especializada para a função a desempenhar, com influência relevante do nível de qualidade do trabalho e não unicamente no preço apresentado.

M.PD.2 REPETIÇÃO DE TRABALHOS PARA CORRIGIR DEFEITOS
--

Descrição:

Após a descoberta do defeito, de qualquer operação a decorrer em obra, é corrigido ou reiniciado, facto que provoca várias desvantagens e prejuízos.

Proposta de Solução:

Análise e estudo sobre o defeito ou erro encontrado. Explicação e resolução da origem do problema com o intuito de não se voltar a repetir. Implementação de processo de auditoria para verificação do processo de correção e de situações futuras.

M.PD.3 RECLAMAÇÕES DE CLIENTES E/OU DE VIZINHOS

Descrição:

As reclamações de clientes e/ou de vizinhos são para ser seguidas com especial atenção e profissionalismo, pois obras ou negócios futuros podem depender de como se aborda cada ocorrência.

Proposta de Solução:

Avaliação da raiz do problema e comunicação com o cliente/vizinho com a devida diligência, empenho e rapidez. Resolver de imediato a situação corrente, sempre a favor do cliente, de modo a não prejudicar a reputação da empresa e a fidelidade para com o cliente.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.8
<i>Conceito LC</i>	5S (Qualidade na Produção)	5S
<i>Componente</i>	UTILIZAÇÃO	5U
<i>Descrição</i>	A primeira ferramenta a utilizar na implementação da metodologia 5S numa obra de construção civil é a Utilização. É imperativo começar por descartar os materiais, ferramentas e equipamentos que não sejam essenciais para o correto funcionamento das tarefas, restando apenas os estritamente necessários.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5U.1 OBSTÁCULOS NA ZONA DE CIRCULAÇÃO

Descrição:

Numa primeira fase da metodologia 5S é necessário conhecer quais os materiais e ferramentas a utilizar, retirando tudo o resto do local de trabalho. Caso não ocorra a devida remoção dos objetos desnecessários, existirão obstáculos na zona de circulação perturbando o trabalho dos intervenientes da obra.

Proposta de Solução:

Elaboração de um inventário da obra de maneira a verificar se todos os materiais, ferramentas e equipamentos são estritamente necessários para o bom funcionamento das tarefas.

M.5U.2 CONSTATAÇÃO DE OBJETOS EM OBRA NÃO IDENTIFICADOS E SEM O CONHECIMENTO DO SEU PROPÓSITO

Descrição:

Em diversas obras verifica-se a existência de alguns objetos/elementos desconhecidos para os trabalhadores. Deve-se atuar de imediato nestes objetos ou elementos, pois não acrescentam qualquer valor ao processo e piora a gestão visual do local de trabalho.

Proposta de Solução:

Implementação da etiqueta vermelha (*red tag*) que consiste na identificação dos materiais não necessários, como por exemplo, lixo, papéis antigos ou, simplesmente, peças não utilizáveis.

Nas etiquetas vermelhas destes materiais e ferramentas procede-se à indicação dos seguintes dados: data, data prevista de resolução, local/secção, ação a desenvolver, responsável e número da etiqueta.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.9
<i>Conceito LC</i>	5S (Qualidade na Produção)	5S
<i>Componente</i>	ORGANIZAÇÃO	5O
<i>Descrição</i>	A segunda ferramenta presente na metodologia 5S é a Organização. Refere-se à colocação dos materiais, ferramentas e equipamentos utilizados regularmente num local adequado, possibilitando, deste modo, um acesso célere e uma rápida perceção de todos os elementos adjacentes.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.50.1 DEMORA NA ESCOLHA DO MATERIAL OU FERRAMENTA A UTILIZAR

Descrição:

No local de armazenamento, a escolha do material ou ferramenta a utilizar é demorada ao invés de ser imediata.

Proposta de Solução:

Indicação dos materiais mais frequentemente utilizados e colocação destes em lugares mais acessíveis e visíveis. Os menos utilizados poderão ficar armazenados em locais menos acessíveis.

M.50.2 DESCONHECIMENTO DA LOCALIZAÇÃO DE UM DETERMINADO MATERIAL OU FERRAMENTA

Descrição:

Um determinado material ou ferramenta não tem um local específico ou não é facilmente visível por toda a equipa de trabalho.

Proposta de Solução:

Determinação de um local específico para todos os materiais e ferramentas, para que todos os trabalhadores saibam o sítio exato desse mesmo objeto.

Partilhar com todos os trabalhadores o conhecimento da lógica de organização do estaleiro, nomeadamente da localização de materiais ou ferramentas, é um passo importante para criar um espírito de equipa, além de possibilitar que sejam recolhidas e implementadas sugestões por parte dos elementos operacionais para que a sua atividade seja mais eficiente.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.10
<i>Conceito LC</i>	5S (Qualidade na Produção)	5S
<i>Componente</i>	LIMPEZA	5L
<i>Descrição</i>	Após a seleção e exclusão dos materiais, segundo a sua utilização e a organização do local de armazenamento, tanto de materiais como de ferramentas, a terceira ferramenta existente na metodologia 5S é a Limpeza. Nesta terceira fase, para além da limpeza, verifica-se ganhos na eficiência de processos de construção, melhora da segurança na obra e evita a acumulação de detritos na zona de trabalho.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5L.1 LOCAIS DE ACUMULAÇÃO DE DETRITOS

Descrição:

A acumulação de detritos num local em construção é uma indicação que a obra necessita de limpeza. A partir do momento em que se verifique acumulação de lixo é natural que com o decorrer do tempo haja uma despreocupação por parte dos intervenientes da obra, provocando um aumento do lixo.

Proposta de Solução:

Identificação da origem do problema, desenvolver estratégias que evitem esta acumulação de lixo e prosseguir com a sua remoção do local de trabalho. Informar, esclarecer e consciencializar os trabalhadores que se poderá trabalhar melhor num ambiente mais limpo, agradável e seguro.

M.5L.2 OBSERVAÇÃO DE SUJIDADE NO SOLO

Descrição:

Um local sujo deve ser sempre evitado, em primeiro lugar por questões de segurança e também pela comodidade e conforto.

Proposta de Solução:

Definição de responsáveis pela limpeza na obra e conhecimento dos locais a serem limpos, métodos e/ou ferramentas a utilizar.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.11
<i>Conceito LC</i>	5S (Qualidade na Produção)	5S
<i>Componente</i>	NORMALIZAÇÃO	5N
<i>Descrição</i>	A quarta etapa no processo 5S refere-se à normalização das três primeiras etapas deste, permitindo o controlo e a estabilidade do trabalho. Esta fase não traduz uma implementação direta, no entanto, assegura que não se perca o trabalho realizado nas fases anteriores. Sem a normalização do trabalho seria improvável a melhoria dos processos e mais complexa constatação de erros que possam surgir.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5N.1 AS TAREFAS DA OBRA NÃO SEGUEM UM PADRÃO

Descrição:

Certas operações não são executadas sempre do mesmo modo, ou seja, segundo um padrão estabelecido previamente. Posto isto, este facto aumenta não só a probabilidade da existência de erros no decurso da tarefa como no seu tempo de execução.

Proposta de Solução:

Elaboração de padrões e normas de procedimentos. Esclarecer todos os trabalhadores das estratégias e etapas a executar, caso se verifique algum erro.

M.5N.2 OBSERVAÇÃO DE UM PROBLEMA RECORRENTE

Descrição:

A recorrência de problemas e de erros em operações nas obras de construção civil é frequente. Parte destas ocorrências podem estar diretamente relacionadas com o tópico acima descrito, pois como as operações não seguem um padrão há mais margem para erros.

Proposta de Solução:

Identificação e análise da causa destes problemas para posterior implementação de soluções viáveis para cada situação em concreto.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.12
<i>Conceito LC</i>	5S (Qualidade na Produção)	5S
<i>Componente</i>	DISCIPLINA	5D
<i>Descrição</i>	A fase final do processo 5S é a Disciplina. Com o propósito de alcançar sucesso na implementação da metodologia 5S, todos os trabalhadores devem receber a mesma formação e devem ser incentivados pelos seus chefes de equipa a cumprir estas metodologias nas suas rotinas de trabalho. Esta etapa é extremamente importante, pois na indústria da construção é complicada a implementação deste processo, visto que há diferentes setores de trabalho e estes não são repetitivos.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5D.1 CONSTATAÇÃO DE IRREGULARIDADES NUMA DAS ETAPAS DA METODOLOGIA 5S

Descrição:

Observação e constatação de algum erro, falha num procedimento ou atraso de uma operação que possa estar presente em alguma etapa da metodologia 5S.

Proposta de Solução:

Realização de auditorias. Recordar regularmente os trabalhadores das suas obrigações no que diz respeito às medidas pertencentes à metodologia 5S com o objetivo de tornar o local de trabalho numa zona limpa, segura e cómoda, melhorando a sua gestão visual.

Posto isto, pode ser complementado e integrado com formação contínua, procura de melhorias nos diversos processos, melhoria na comunicação em geral e, por fim, atribuição de responsabilidades e transmissão de autoridade aos trabalhadores.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.13
Conceito LC	HEIJUNKA	HJ
Componente	NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO	NP
Descrição	Refere-se ao planeamento e à programação da execução de uma operação envolvendo os materiais necessários, ou seja, designa qual o instante em que estes deverão entrar na obra, sendo o ideal no momento da sua aplicação. Esta ferramenta tem como objetivo prevenir o excesso de inventário e a oscilação das quantidades dos produtos realizados, como também permite melhorar a qualidade do produto final. De modo a alcançar estes objetivos, é necessário um fluxo contínuo de trabalho para garantir o nivelamento de toda a atividade tornando-a constante desde o início até ao fim do processo – <i>Line of Balance</i>.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.NP.1 CARGA DE TRABALHO INCONSTANTE

Descrição:

No planeamento tradicional, os trabalhos são executados conforme a disponibilidade dos recursos, podendo resultar em horários laborais com pouca carga de trabalho e outras com excessiva carga.

Proposta de Solução:

Introdução do planeamento Heijunka, o qual consiste na realização das tarefas a um ritmo constante durante toda a sua execução. Tal é possível através da gestão dos materiais e de outros recursos, tais como equipamentos e mão-de-obra, desde o início da tarefa.

M.NP.2 DESCONTENTAMENTO DOS TRABALHADORES

Descrição:

Devido à imprecisa programação das tarefas e ao inconstante trabalho resultam dias de trabalho bastante intensos, o que poderá provocar insatisfação por parte do trabalhador.

Proposta de Solução:

Através da metodologia Heijunka os trabalhadores vivenciam idênticos níveis de exigência e dificuldade durante todos os dias de trabalho. Esta é uma medida de incentivo à participação dos trabalhadores nas diversas tarefas, pois encoraja a descoberta de desperdícios ou de erros de uma tarefa a executar, criando uma maior motivação.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO **LCD.14**

<i>Conceito LC</i>	VALUE STREAM MAPPING (Mapeamento de Fluxo de Valor)	VSM
<i>Componente</i>	MAPEAMENTO DE PROCESSOS	MP
<i>Descrição</i>	Consiste na organização e coordenação de diversos processos, de forma a adicionar valor ao produto a ser executado. Assim, quanto mais complexos forem os processos, mais relevância tem esta ferramenta na conjuntura geral. O mapeamento de processos ilustra o fluxo e todas as etapas de um produto, sendo capaz de identificar e realçar onde é que os desperdícios podem ser minimizados. Na construção, em processos conectados e dependentes, a assistência desta metodologia é indispensável para a sua compreensão, para a melhoria do entendimento de processos complexos e, por fim, para saber onde aplicar as diferentes ferramentas Lean na construção.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.MP.1 PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DEPENDENTES E COMPLEXOS

Descrição:

Dependendo do tipo de obra, podem existir processos construtivos de elevada complexidade, o que leva à necessidade de uma visão global e geral de todo o fluxo de um determinado conjunto de processos.

Proposta de Solução:

Elaboração do mapeamento de processos. Em primeiro lugar, escolhe-se um conjunto de processos relacionados para os analisar. Em segundo lugar, desenha-se o mapa da situação atual, ou seja, a representação dos fornecedores e clientes, o conhecimento do encadeamento dos processos, dos materiais e do fluxo dos mesmos e, também o tempo de ciclo de cada fase dos processos. Em último lugar, desenha-se o mapa para o futuro, já com as melhorias impostas e com os desperdícios eliminados ou minimizados. Desta forma, será neste mapa que será realizada uma análise global Lean e a implementação de vários conceitos e ferramentas Lean.

M.MP.2 ETAPAS ESSENCIAIS NUM PROCESSO QUE PODEM SER REMOVIDAS, MAS NÃO SÃO IDENTIFICADAS

Descrição:

Em todos os processos de construção existem etapas que são indispensáveis para o produto final. No entanto, existem também etapas que são consideradas essenciais, mas, na realidade não o são.

Proposta de Solução:

Na elaboração do mapeamento de processos é necessário o conhecimento prático dos diferentes processos, sendo preciso a colaboração de todos os intervenientes. Só com o contributo de todos os especialistas nas diversas etapas é que é possível reconhecer a verdadeira relevância de cada tarefa para o processo.

A discussão entre os diversos intervenientes pode ser vantajosa, pois um trabalhador especialista, em princípio, focar-se-á apenas numa determinada tarefa, negligenciando um pouco as outras etapas que na realidade poderão traduzir-se em desperdício.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.15
Conceito LC	POKA-YOKE	PY
Componente	À PROVA DE ERROS	PE
Descrição	Poka-Yoke corresponde a um processo de trabalho, utilizando ou não ferramentas ou elementos criados especificamente para esse objetivo, que permite a detecção e aviso de erros e defeitos ocorridos numa atividade profissional. Geralmente, após a detecção do erro, sucede-se a paragem da tarefa em execução para a resolução da mesma, sendo que, por vezes, é necessário a paragem da tarefa anterior e posterior, dependendo do seguimento da operação em causa. Para além da detecção de erros, este mecanismo pode ser utilizado para a prevenção destes mesmos, otimizando a tarefa e diminuindo os desperdícios. A implementação destes sistemas tem como objetivo diminuir a frequência do aparecimento de erros e controlá-los mais. Este sistema é sustentável, eficiente e garante a qualidade exigida pelo cliente.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.PE.1 ERROS EM MISTURAS DE MATERIAIS

Descrição:

Todos os processos construtivos que envolvam quantidades e dimensões de diferentes materiais.

Nas misturadoras de betão, por exemplo, pode haver erros nas quantidades ou na dimensão dos materiais a combinar, o que provoca um produto com defeito.

Proposta de Solução:

Definição das quantidades ou medidas corretas em cada processo de construção, realçando-as com a utilização de marcas, etiquetas ou fitas, para a sua simples e rápida perceção e aplicabilidade, respeitando sempre as instruções do fabricante.

M.PE.2 MANIFESTAÇÃO DE DEFEITOS OU ERROS COM FREQUÊNCIA

Descrição:

A consequência de um erro numa operação de construção, é geralmente o resultado de um produto com defeito, assumindo inúmeros desperdícios, desde o consumo de matérias-primas, à repetição da operação com custos associados à mão-de-obra, como também à reputação da empresa caso o defeito surja mais tarde e com o conhecimento do cliente.

Proposta de Solução:

A partir do momento em que se verifica uma falha num processo de construção deve-se cumprir a seguinte metodologia: (i) parar a operação e encontrar a origem do problema, (ii) resolvê-lo e prosseguir com a operação. Após este procedimento, deve-se garantir que o problema não volta a ocorrer ou então elaborar um procedimento padrão que o resolva.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.16
<i>Conceito LC</i>	LAST PLANNER SYSTEM	LPS
<i>Componente</i>	PLANEAMENTO	PL
<i>Descrição</i>	É uma ferramenta/processo de trabalho de planeamento criada com base nos conceitos Lean, que consiste num planeamento não só numa fase próxima do começo da obra, como também durante toda a sua execução. O planeamento contínuo ao longo da execução de uma obra tem como principal objetivo a atualização de cada etapa, indicando mais detalhadamente o modo de aplicação de uma tarefa e a imediata sucessão da mesma. Existem diversas estratégias de gestão e de planeamento, mas o conceito Last Planner System desperta bastante interesse devido ao facto de haver um responsável pelo planeamento, o Last Planner, em constante contacto com os trabalhadores, criando um ciclo virtuoso que se poderá definir como: 1. O que se pretende fazer; 2. O que se pode fazer; 3. O que se conseguiu fazer; 4. O que se deverá fazer no próximo ciclo.	

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.PL.1 ATRASOS CONSIDERÁVEIS NA CONSTRUÇÃO RELATIVAMENTE AO PLANEADO*Descrição:*

A ocorrência de atrasos na construção civil é algo recorrente e, para que tal não aconteça, é necessário encontrar estratégias e sistemas que resolvam este problema.

Proposta de Solução:

Implementação do Last Planner System através da realização de quatro passos:

-**Master Schedule** (Planeamento principal): consiste na programação de todo o projeto de uma forma mais geral, com pouco detalhe e onde se identificam os principais prazos, os materiais a utilizar e o aprovisionamento dos mesmos, sequências de trabalhos e respetiva mão-de-obra, ou seja, traçam-se os objetivos mais generalizados e principais do empreendimento.

-**Phase Schedule** (Planeamento de colaboração): é a programação mais detalhada da programação principal, sendo idealmente elaborada pelas empresas intervenientes na obra. O detalhe corresponde aproximadamente a 4 meses de trabalho.

-**Look-Ahead Planning** (Planeamento facilitador de tarefas): planeamento com a finalidade de proporcionar o início de uma tarefa sem adversidades, como por exemplo, a falta de material, de equipamentos ou de mão-de-obra e um local ocupado por tarefas antecedentes. Facilita e identifica potenciais obstáculos para a execução de uma tarefa aproximadamente para as 6 semanas seguintes de trabalho.

-**Production Planning** (Sincronização do trabalho): o cronograma de produção é definido nas reuniões semanais, onde todas as empresas que executam o trabalho estão presentes. Esta programação é realizada com a colaboração dos Last Planners com o intuito de garantir o bom fluxo de trabalho na obra.

M.PL.2 INEXISTÊNCIA DE UMA ANÁLISE SEMANAL DAS TAREFAS REALIZADAS DE ACORDO COM O PLANEAMENTO

Descrição:

Em todos os estádios na realização de uma obra de construção civil deve-se estar permanentemente atento, efetuando sempre uma análise e a comparação entre o planeamento, tanto em fase de projeto, como com aquele que é realmente executado.

O objetivo é controlar os prazos previamente estabelecidos garantindo que uma tarefa decorre sem perturbações e conforme o planeado.

Proposta de Solução:

Análise do indicador PPC (Percentagem de Planeamento Concluído). PPC é um indicador de desempenho de produção que reflete a relação entre as tarefas concluídas e as tarefas previstas.

Deve ser analisado semanalmente, de acordo com o planeamento de curto prazo.

A finalidade deste indicador é entender as razões de um eventual atraso numa tarefa. Deste modo, é possível resolver as causas do problema identificado, sendo este, posteriormente, vinculado a um processo de melhoria contínua.

Esta medida pode ser considerada o quinto passo da metodologia Last Planner System.

LEAN CONSTRUCTION – FICHA DE DIAGNÓSTICO		LCD.17
Conceito LC	KAIZEN	K
Componente	MELHORIA CONTÍNUA	MC
Descrição	Esta ferramenta, Kaizen, não é apenas uma ferramenta Lean, mas sim um conceito transversal a todas as estratégias e metodologias Lean, às ferramentas de gestão e, por fim, à inovação da empresa. Os termos “melhoria contínua” e “inovação”, neste caso, estão sempre interligados, sendo estas duas formas diferentes de abordar a melhoria de um padrão ou de um processo. Assim, a melhor forma de obter-se os melhores resultados é analisar e investigar estes dois conceitos em conjunto.	
SITUAÇÕES-PADRÃO		
M.MC.1 MEDIDAS DE MELHORIA CONTÍNUA ELABORADAS APENAS PELOS RESPONSÁVEIS DE TOPO NO ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA		
Descrição: O Programa de melhoria contínua é realizado apenas pela administração e outros cargos do topo do organigrama da empresa. Desta forma, sem a intervenção dos trabalhadores e sem o trabalho de campo necessário, o programa, seguramente, apresentará medidas incompletas e incorretas.		
Proposta de Solução: Todos os intervenientes na obra devem participar no programa de melhoria contínua. A administração deverá elaborar estratégias, dar incentivo aos trabalhadores e rever e modificar processos de negócios da empresa. Já a base do organigrama da empresa, os trabalhadores, deverão ter um papel crucial na examinação e aconselhamento para as mudanças nos processos de construção, desde que tenham sempre o consentimento da administração.		
M.MC.2 PASSIVIDADE PELO PROGRAMA DE MELHORIA CONTÍNUA PARA O FUTURO DA EMPRESA		
Descrição: Com o passar do tempo, após a implementação de um programa de melhoria contínua, não se verifica a persistência necessária para a continuação da aplicação do programa.		
Proposta de Solução: Para que todos os recursos, incluindo o tempo e o trabalho de todos os intervenientes na obra não sejam desperdiçados, uma das medidas essenciais de melhoria contínua, será adquirir o hábito de cumprir as medidas impostas. A partir do momento em que os trabalhadores começam as atividades de melhoria devem continuar a aplicá-las até à finalização do processo em que participam. Assim, a melhoria contínua deve ser gradualmente instalada na rotina da empresa, com o intuito de fazer parte dos seus princípios e cultura.		

M.MC.3 DESINTERESSE PELA ATIVIDADE DE MELHORIA

Descrição:

O desinteresse demonstrado nos trabalhadores face ao ato de mudar e de querer melhorar um processo ou tarefa de construção, leva a que não haja qualquer tipo de monitorização e de controlo tanto pela tarefa como pelos resultados obtidos.

Proposta de Solução:

Medição e acompanhamento dos resultados e das atividades de melhoria, uma vez que suportar as ações implementadas com resultados objetivos e mensuráveis será a melhor maneira de provar que o esforço vale a pena.

Incentivo dos trabalhadores por parte da administração, demonstrando-lhes que a sua aderência proporcionará um trabalho menos complexo e mais seguro. Esses incentivos não deverão ser, unicamente, de perfil intangível (reconhecimento, formal ou apenas verbal), mas sempre que possível traduzir-se em prémios pecuniários ou de outro tipo (dias de férias extra, dispensas em ocasiões especiais, como aniversários pessoais ou de familiares).

A discussão e partilha de soluções viáveis encontradas, de experiências de trabalho e de erros cometidos, sempre com o objetivo de melhorar a eficiência de processos, contribuindo, assim, para a melhoria contínua.

4.4. NOTAS FINAIS

No desenvolvimento das medidas de cada Ficha de Diagnóstico, pretendeu-se ser razoavelmente extenso, não obstante alguns aspetos não terem sido contemplados neste capítulo. Esta dissertação poderá ser considerada uma versão inicial de um Guia de Diagnóstico, que por sua vez, poderá ser desenvolvido e ampliado, adaptando-se à obra e à dimensão da empresa interessada.

5

APLICAÇÃO A UM CASO DE ESTUDO REAL

5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO CASO DE ESTUDO

O caso de estudo analisado, refere-se à reabilitação de dois edifícios separados por uma viela, foram construídos no início do século passado e são constituídos por rés-do-chão e mais três pisos. Estão situados no centro histórico do Porto, numa das ruas mais emblemáticas e dinamizadas desta cidade. A reabilitação destes edifícios, pelo facto de se desenrolar numa rua muito movimentada, possui um estaleiro de dimensões bastante reduzidas e limitadoras. Assim, devido à falta de espaço operacional e de armazenamento, como também, à insuficiência de organização e coordenação dos processos de trabalho, a aplicação das metodologias e das estratégias Lean adquirem maior relevância.

O objetivo desta reabilitação é tornar o rés-do-chão num espaço comercial, mais concretamente numa área de restauração. Os três pisos superiores do edifício, terão cinco apartamentos por piso (constituídos por T0 e T1), onde a sua principal função será o arrendamento a turistas. Possui esta finalidade devido às características do edifício, ou seja, à reduzida área útil, à falta de lugar de estacionamento, à localização privilegiada no centro histórico e à própria disposição dos apartamentos.

Esta obra de reabilitação teve início em maio de 2015 e está prevista que tenha uma duração de 24 meses.

5.2. DESCRIÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

No princípio deste semestre, houve contacto com a empresa construtora para uma possível colaboração na realização da Dissertação do Mestrado Integrado de Engenharia Civil. Após a resposta positiva da empresa, seria necessária a elaboração das Fichas de Diagnóstico e a respetiva apresentação ao Diretor de Obra e ao Engenheiro responsável pela construção. Posto isto, depois da exposição do trabalho a realizar e do esclarecimento do objetivo principal desta dissertação, a empresa permitiu o acesso completo à obra.

Ao longo de aproximadamente um mês, foi possível acompanhar o Engenheiro da obra, bem como questionar os trabalhadores sobre os assuntos relacionadas com as Fichas de Diagnóstico, com o intuito de perceber ou identificar situações, em obra, passíveis de melhoria de desempenho e redução de desperdícios. Deste modo, a informação que foi obtida foi registada como resultados e observações do Diagnóstico de Obra, complementado com fotografias adquiridas pelo autor no decurso da mesma.

5.3. RESULTADOS – DIAGNÓSTICO DE OBRA

Neste capítulo, apresenta-se o referido Diagnóstico de Obra. Assim, para cada tópico descrito nas Fichas de Diagnóstico do capítulo anterior, procurou-se registrar as observações, e, sempre que possível, fazer a comparação com a proposta de solução. A parte superior dos diagnósticos presentes neste capítulo, contem a indicação do código e do título de cada situação padrão, para uma leitura mais entendível e imediata.

Em cada Diagnóstico de Obra está presente o nível de impacto, onde evidencia o impacto em relação às características gerais da obra, independentemente da estratégia utilizada neste caso de estudo específico. O critério fica à sensibilidade do autor do Guia de Diagnóstico, traduzindo o grau de importância que uma determinada medida representa na obra, no entanto não representa uma avaliação relativamente à correta ou incorreta execução dos procedimentos utilizados.

No espaço destinado à colocação de fotografias, atribuiu-se o critério de utilizar no mínimo uma fotografia para cada situação, no entanto, poder-se-ia recorrer à apresentação de mais fotografias caso demonstrassem aspetos diferenciadores das observações redigidas.

Conforme anteriormente referido, o objetivo principal deste diagnóstico consiste na identificação das situações de maior ou menor alinhamento com os conceitos Lean, permitindo que uma empresa, sensibilizada para esta questão, possa identificar com maior facilidade as áreas carentes de maior intervenção, em paralelo com aquelas que, de forma consciente ou simplesmente pelo resultado de boas práticas tradicionais da empresa, já revelam procedimentos conducentes à redução de desperdício e maior eficiência do processo produtivo. Saliente-se que o Nível de Impacto está associado a esta obra em particular, podendo variar consideravelmente para outras obras com condições diversas.

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.1
--	--------------

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	TRANSPORTE INEFICIENTE	TI

SITUAÇÕES-PADRÃO

- | | |
|---------------|---|
| M.TI.1 | DESENHO INADEQUADO DO PLANO DE ESTALEIRO |
| M.TI.2 | PROCESSOS DE MANUSEAMENTO LONGOS OU COMPLEXOS |
| M.TI.3 | FORNECIMENTOS DISPONIBILIZADOS EM GRANDES VOLUMES |
| M.TI.4 | DISPERSÃO DE LOCAIS DE ARMAZENAMENTO |
| M.TI.5 | DESCOORDENAÇÃO ENTRE APROVISIONAMENTOS E O PLANEAMENTO DE OBRA |

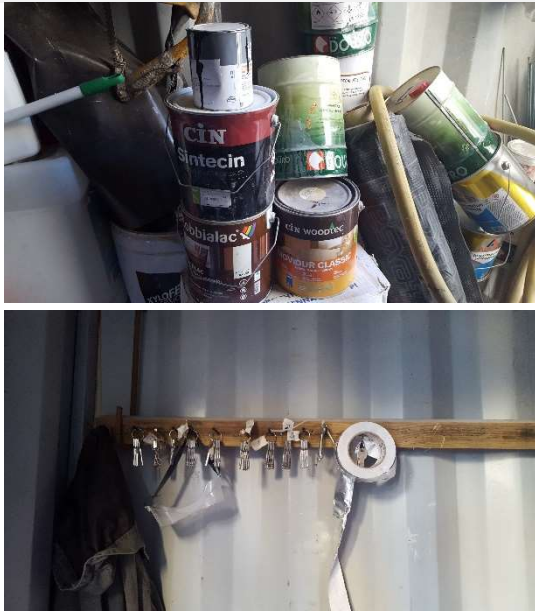
DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra			EDIFÍCIO A		
Foto:			Observações:		
			Por se tratar de uma obra de reabilitação no centro do Porto, numa das ruas da cidade mais emblemáticas, não foi concedido muito espaço para o estaleiro além dos andaimes. Assim, o desenho de um Spaghetti Diagram não é aplicável para este estaleiro, uma vez que devido às suas reduzidas dimensões é imprescindível a sua disponibilização para a receção de novos materiais. O nível de impacto é muito baixo devido ao reduzido espaço do estaleiro disponível para esta obra.		
Situação:		M.TI.1	Impacto:		1

Foto:	Observações:
	Constatou-se que por motivos de dificuldade de coordenação e dependência entre os equipamentos de deslocação de materiais, esta obra apenas operava com um sistema de elevação, a grua, dispensando outros equipamentos de manuseamento. Deste modo, e de acordo com a proposta de solução, é utilizada apenas um equipamento de deslocação por produto capaz de posicionar os materiais próximos do local de aplicação. O nível de impacto desta medida é médio, visto que não se trata de uma obra de grande dimensão. Assim, verifica-se uma distância relativamente curta para os processos de manuseamento.
Situação: M.TI.2	Impacto: 3
Foto:	Observações:
	Apesar das medidas da proposta de solução não estarem concordantes com as medidas aplicadas na obra, foram utilizadas medidas com um grau de impacto semelhante relativamente às consequências do transporte de grandes quantidades de materiais. Verificou-se que a quantidade total de telhas a utilizar foi encomendada de uma só vez, aquando da colocação das duas camadas impermeáveis no telhado. Desta forma, este método demonstrou-se vantajoso, na medida em que se verificou uma colocação rápida e eficaz, ou seja, num prazo de 4 dias. Optou-se pela colocação de todas as telhas nesta fase da obra devido à dependência da grua, elevados custos da mesma, bem como, o fornecimento da cobertura que permite aos trabalhadores trabalharem protegidos das condições climáticas adversas. O nível de impacto desta medida é muito elevado devido ao reduzido espaço operacional disponível.
Situação: M.TI.3	Impacto: 5

Foto:



Observações:

Observou-se que é efetuado o armazenamento correto de materiais idênticos num contentor, deste modo, os trabalhadores têm conhecimento da disponibilidade de cada produto. Assim, a existência de um contentor permite não só armazenar os produtos de uma forma adequada, mas também assegurar que estes não sejam alvo de roubos ou vandalismo.

Conforme a imagem apresentada, verifica-se que os materiais de pintura e outros relacionados com este processo, encontram-se guardados no mesmo local.

O nível de impacto é médio devido à curta distância entre diferentes locais de aplicação.

Situação: M.TI.4

Impacto:

3

Foto:



Observações:

Como foi mencionado anteriormente, a obtenção de um estaleiro com dimensões consideráveis é difícil, principalmente quando se trata de uma obra de reabilitação no centro do Porto.

Deste modo, e devido às características deste empreendimento, verificou-se que os materiais não eram colocados diretamente no local da sua aplicação, obrigando-os a serem colocados no estaleiro.

Assim, tanto os trabalhadores como os responsáveis pela coordenação e planeamento dos materiais adquiridos, neste caso o engenheiro e o encarregado, tinham pleno conhecimento que após a chegada dos materiais ao estaleiro, era essencial o seu transporte imediato para o local de aplicação ou para um local de armazenamento.

Constatou-se que não havia um mapa de aprovisionamentos interligado com o planeamento a curto prazo, o que facilitaria o eficiente transporte dos materiais e coordenação dos mesmos na obra.

O nível de impacto desta medida é elevado devido à presença de um estaleiro de reduzidas dimensões e de uso quase exclusivo para a chegada de material.

Situação: M.TI.5

Impacto:

4

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.2
--	--------------

Conceito LC	MUDA (Desperdício na Produção)	M
-------------	--------------------------------	---

Componente	EXCESSO DE INVENTÁRIO	EI
------------	-----------------------	----

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.EI.1 **DESCONTOS NA COMPRA DE GRANDES QUANTIDADES**

M.EI.2 **IMPRECISÃO DA QUANTIDADE DE MATERIAL A UTILIZAR**

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Para a obtenção de descontos na compra de grandes quantidades de materiais e matérias-primas, pode verificar-se através da imagem superior, que houve necessidade de uma ocupação de espaço importante, mesmo prejudicando, em alguma medida, a dinâmica dos processos construtivos.

No entanto, neste caso, devido ao facto da difícil quantificação e compreensão dos custos de manutenção e outros custos inerentes à ocupação do espaço físico, optou-se por um desconto direto e quantificável no transporte da encomenda.

O nível de impacto é muito elevado, uma vez que o espaço operacional disponível é reduzido.

Situação: M.EI.1

Impacto: **5**

Foto: 	Observações: A presente imagem representa um exemplo prático na qual a implementação da metodologia Kanban seria benéfico como um alerta na reposição de <i>stock</i>. O tijolo, por exemplo, é um material que implica encomendas frequentes. O tempo de espera para a obtenção de tijolos está dependente fundamentalmente da constatação da falta de material por parte do trabalhador, pelo que, a implementação da metodologia Kanban preveniria eventuais falhas deste. Assim sendo, o tempo de processamento e pagamento da encomenda e a entrega na obra por parte do fornecedor, não representaria um atraso na execução desta tarefa. Deste modo, como eram frequentemente realizadas encomendas deste material, a imprecisão das quantidades não era muito relevante. O nível de impacto desta medida é elevado, pois pode provocar um aumento de <i>stock</i> na obra.
Situação: M.EI.2	Impacto: 4

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.3
--	--------------

Conceito LC	MUDA (Desperdício na Produção)	M
Componente	EXCESSO DE MOVIMENTO	EM

SITUAÇÕES-PADRÃO

- M.EM.1** **DISPOSIÇÃO DOS MATERIAIS EM OBRA**
- M.EM.2** **LOCALIZAÇÃO DE MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS**
- M.EM.3** **POSIÇÃO DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS**

DIAGNÓSTICO

Nível de Impacto	1	2	3	4	5
	muito baixo		médio		muito elevado

Obra	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

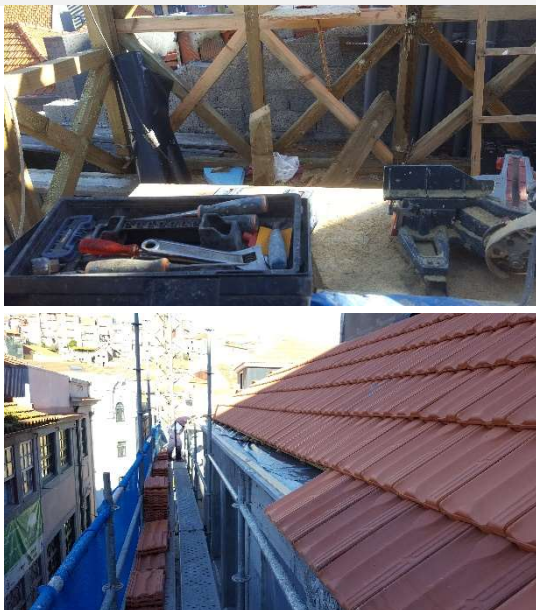
Apesar do critério utilizado na proposta de solução ser válido, nesta obra, opta-se pela colocação dos materiais mais pesados no chão, uma vez que o prejuízo danoso da queda do material é considerado superior relativamente ao esforço físico do trabalhador.

O nível de impacto nesta situação é muito baixo, pois não se verificou nenhum problema ou esforço adicional relevante no levantamento dos objetos mais pesados que se encontravam no chão.

Situação: M.EM.1

Impacto: **1**

Foto:



Observações:

Constatou-se que os materiais e ferramentas encontram-se a uma distância adequada do local de aplicação, como se pode confirmar nas imagens apresentadas.

Para este efeito, e por motivos de segurança e manutenção, os materiais e ferramentas são guardados no contentor durante a noite e são transportados para o local de aplicação no início do dia de trabalho.

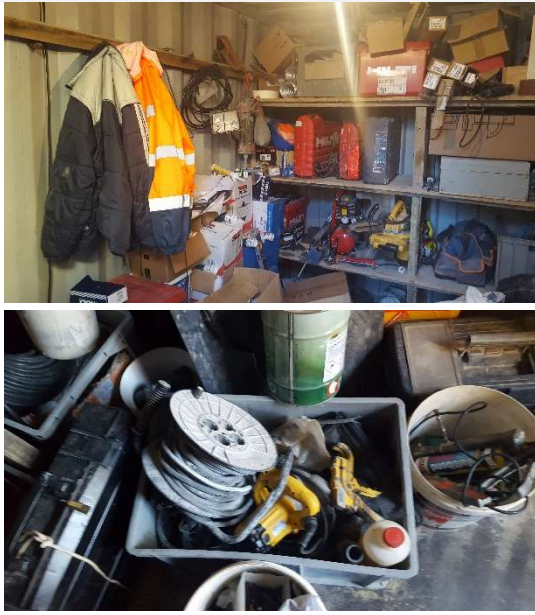
Verificou-se que havia um equipamento de carpintaria que estava a ser requisitado em simultâneo em dois locais distantes entre si. Este facto, não só obriga a utilização de mão-de-obra para a movimentação do equipamento, como também provoca um tempo de espera nos dois locais de aplicação.

O nível de impacto desta medida é elevado devido ao encurtamento das tarefas a executar, nomeadamente quando os materiais e os equipamentos se encontravam a uma distância adequada do local de aplicação.

Situação: M.EM.2

Impacto: **4**

Foto:



Observações:

Relativamente à posição das ferramentas no local de armazenamento, verificou-se que não é aplicada a metodologia 5S com o devido conhecimento e detalhe, pelo que foi escolhida uma estratégia de responsabilização do trabalhador, o qual deve guardar as suas próprias ferramentas. Contudo, alguns equipamentos que são partilhados por todos os trabalhadores têm um local próprio numa prateleira do contentor.

No que diz respeito aos materiais de utilização comum às várias vertentes da construção, observou-se que constitui uma perda adicional de tempo pela falta de arrumação.

O nível de impacto desta medida é médio porque pode haver desperdício de tempo na procura dos equipamentos, no entanto, como se trata apenas de um número reduzido de equipamentos, esse tempo desperdiçado pode não ser muito significativo.

Situação: M.EM.3

Impacto:

3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.4
--	--------------

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	TEMPO DE ESPERA	TE

SITUAÇÕES-PADRÃO

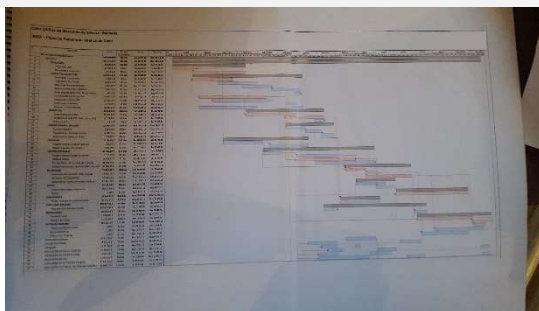
M.TE.1	ATRASSO DA OPERAÇÃO ANTERECEDENTE NUM PROCESSO DE UMA OBRA
M.TE.2	INEFICIENTE COORDENAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS
M.TE.3	ATRASSO NA COMUNICAÇÃO DE INFORMAÇÃO INDISPENSÁVEL PARA A EXECUÇÃO DE UM TRABALHO

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Em concordância com a proposta de solução apresentada, o plano de trabalhos foi realizado no *MS Project*, onde foi elaborado um gráfico de Gantt e o Caminho Crítico de Planeamento (CPM). Deste modo, estas ferramentas de planeamento permitem, aos devidos responsáveis, não só a perceção de uma forma simples e rápida das tarefas a cumprir, mas também os intervalos de tempo e a sobreposição destas.

É de salientar que, nas obras de construção civil, a maioria das tarefas não estão presentes no caminho crítico de planeamento, isto é, o caminho onde não há flexibilidade de prazos, com operações dependentes entre si.

A principal prioridade dos métodos supracitados é a não ocorrência de atrasos nos prazos previamente estabelecidos.

Constatou-se que a obtenção de uma grande parte dos materiais, não compromete os atrasos da sequência do processo construtivo. No entanto, foi apurado o exemplo do betão como sendo um material de exceção, uma vez que a sua aquisição depende da central de betão.

O nível de impacto desta medida é elevado, uma vez que pode comprometer o prazo final da conclusão da obra.

Situação: M.TE.1	Impacto:	4
------------------	----------	----------

Foto: 	Observações: Quanto à implementação de um planeamento de recursos humanos, verificou-se que houve o cuidado de assegurar pelo menos dois operadores ou técnicos com capacidade de resposta à operação em desenvolvimento. Identificou-se como a única exceção a grua, uma vez que apenas estava presente um operador com licença. Assim, numa eventual ausência deste trabalhador, recorrer-se-ia a uma empresa de trabalho temporário. O nível de impacto é médio, pois na ausência de algum trabalhador, caso não haja a sua substituição, os restantes trabalhadores passariam a ter uma carga de trabalho maior, o que causaria algum transtorno. Contudo, este facto não provocaria atrasos nas tarefas envolvidas.
Situação: M.TE.2	Impacto: 3
Foto: 	Observações: Constatou-se que antes do início de cada tarefa havia uma pequena reunião entre o engenheiro e o encarregado, com a finalidade de definirem os pormenores finais, incluindo a coordenação dos recursos e da mão de obra. O principal meio de comunicação utilizado para a transmissão de informação de uma forma direta na obra é o walkie-talkie. Assim, este dispositivo é utilizado pelo engenheiro, encarregado de obra, trabalhadores da grua, do telhado, em dois locais onde esteja a decorrer uma tarefa e noutros dois locais de difícil acesso, perfazendo um total de seis <i>walkie-talkies</i>. O nível de impacto desta medida é médio, pois pode pôr em causa o início de uma tarefa, podendo prejudicar o ritmo da obra.
Situação: M.TE.3	Impacto: 3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.5
--	--------------

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	SOBREPRODUÇÃO	SP

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.SP.1	ENCOMENDAS FORNECIDAS EM GRANDES QUANTIDADES
M.SP.2	PROCESSOS DE TRABALHO IMPRECISOS

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

No presente caso de estudo, verificou-se que houve encomendas em grandes quantidades de certos materiais, simplesmente pelo facto de existirem descontos relativos tanto à quantidade solicitada como aos transportes.

Assim, considera-se que poderia existir um sentimento de pressão sobre o diretor de obra para transformar o material, já pago, num elemento construtivo, com a finalidade de ser faturada esta operação ao dono de obra. Um dos materiais a ter em conta, é o isolamento térmico, ou seja, este material, segundo o planeamento e as características do processo construtivo das paredes, não podia ser aplicado a qualquer momento, pois era necessário a sua colocação na fase correta e após a realização de determinadas tarefas.

Deste modo, não se procedeu ao uso antecipado e descontrolado do isolamento térmico, não representando uma situação de sobreprodução em obra.

O nível de impacto é muito elevado devido ao reduzido espaço operacional disponível.

Situação: M.SP.1

Impacto: **5**

Foto:



Observações:

Observou-se que, na conjuntura geral, os trabalhadores tinham conhecimento dos trabalhos a realizar, não tendo havido nenhuma situação de execução de uma tarefa a mais do que o planeado. Tal aconteceu devido ao facto de terem o conhecimento do local correto onde aplicar o material, como também, dos detalhes das tarefas a executar.

Desta forma, o encarregado contribuiu bastante nesta transmissão de informação, sendo o principal intermediário entre o engenheiro e os trabalhadores.

O nível de impacto é elevado devido às consequências que a incerteza de processos de trabalho pode originar.

Situação: M.SP.2

Impacto: **4**

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.6
--	--------------

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	EXCESSO DE PROCESSAMENTO	EP
SITUAÇÕES-PADRÃO		
M.EP.1	TRABALHOS DE ACABAMENTO DESNECESSÁRIOS	
M.EP.2	EXECUÇÃO DE PROCESSOS SEM PADRÃO	

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A	
Foto:		Observações: Na presente imagem, observa-se um problema de infiltração de água, onde, em primeira instância, a empresa de construção iria agir de acordo com a proposta de solução, uma vez que antevia a possibilidade deste problema. O dono de obra reafirmou que o que estava originalmente no projeto seria para ser mantido, negligenciando a possibilidade de infiltração de água, o que se tornaria um problema pela exposição da parede. Deste modo, podemos considerar que houve gastos desnecessários nos acabamentos desta parede, quando a solução passaria pela construção de uma nova parede com o objetivo de resolver este problema. Pode-se enquadrar esta situação como um desperdício de recursos materiais e humanos, pois poder-se-ia ter corrigido ainda em fase de projeto o problema previsto. O nível de impacto é médio devido à possibilidade de existir desperdício de tempo, de recursos materiais e humanos na execução de trabalhos desnecessários.
Situação:	M.EP.1	Impacto: 3

Foto:	Observações:
	Verificou-se que os trabalhadores da empresa, de um modo geral, tinham conhecimento do processo e das operações a realizar de um modo mecanizado. Assim sendo, esta é uma empresa de construção com caráter familiar, onde a relação entre o engenheiro e o trabalhador é próxima, havendo o reconhecimento das valências e das capacidades de cada trabalhador nos respetivos ramos de especialidade. No entanto, quando era necessário recorrer a subempreiteiros, não havia muito conhecimento da experiência e competências dos trabalhadores. O nível de impacto é elevado, pois a execução de processos com padrão pode otimizar significativamente uma tarefa e, consequentemente, o custo e a duração da obra.
Situação: M.EP.2	Impacto: 4

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA **LCD.7**

<i>Conceito LC</i>	MUDA (Desperdício na Produção)	M
<i>Componente</i>	PRODUTOS COM DEFEITO	PD
SITUAÇÕES-PADRÃO		
M.PD.1	FORMAÇÃO PROFISSIONAL INADEQUADA	
M.PD.2	REPETIÇÃO DE TRABALHOS PARA CORRIGIR DEFEITOS	
M.PD.3	RECLAMAÇÕES DE CLIENTES	

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra **EDIFÍCIO A**

Foto:	Observações:
	Considerou-se um ponto positivo e outro a melhorar. O ponto a melhorar diz respeito à importância da formação contínua de uma forma mais assídua. Realça-se como ponto positivo o facto de cada trabalhador cumprir tarefas nas áreas onde possuem mais experiência e melhores competências, minimizando a inconstante formação profissional. O nível de impacto é elevado porque a formação profissional dos trabalhadores traduz-se diretamente na obra, podendo criar um forte impacto para o cliente final.
Situação: M.PD.1	Impacto: 4

Foto:	Observações:
	Perante uma situação de erro, o procedimento começa pela análise da etiologia e do grau de gravidade do erro. Por exemplo, se o erro for da parte do projetista, cuja correção pode não ser imediata, organiza-se uma reunião entre o projetista, o dono de obra e a empresa de construção, tendo como objetivo minimizar os danos causados, principalmente ao nível da segurança, gastos económicos e atrasos dos prazos previamente estabelecidos. Na imagem apresentada, observa-se um erro de construção que será corrigido pelo subempreiteiro responsável por esta tarefa, sem custos adicionais tanto para a empresa, como também para o dono de obra. O nível de impacto é elevado, pois na repetição dos trabalhos há inúmeros desperdícios e prejuízos, traduzindo-se em valores significativos no fim da obra.
Situação: M.PD.2	Impacto: 4

Foto: 	Observações: Observou-se uma reclamação de um vizinho devido à entrada de humidade numa parede contígua a uma parede da obra. Desta forma, com a adequada atenção e brevidade, o engenheiro foi averiguar esta situação e conversar com o respetivo vizinho. Após a conversa, ficou acordado que o engenheiro resolveria o incidente descrito, mas só depois do término da colocação da totalidade do telhado, tendo assim como principal objetivo a reincidência deste episódio. Através deste procedimento, o vizinho resolveu o seu problema de uma forma rápida e sem conflitos. Deste modo, a reputação da empresa permaneceu intacta, evitando-se uma potencial reclamação oficial. Relativamente a reclamações de clientes, neste caso do dono de obra, não se apurou nenhuma situação de reclamação ou divergência. Foi ainda questionado ao engenheiro da obra qual o procedimento na eventualidade de uma reclamação do dono de obra, sendo a explicação dada pelo engenheiro semelhante à proposta de solução apresentada. O nível de impacto é muito elevado, visto que há possibilidade de degradar o nome da empresa instantaneamente, sendo que, converter essa má reputação pode ficar extremamente dispendioso ou mesmo impossível.
Situação: M.PD.3	Impacto: 5

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA		LCD.8
Conceito LC	5S (Qualidade na Produção)	5S
Componente	UTILIZAÇÃO	5U
SITUAÇÕES-PADRÃO		
M.5U.1	OBSTÁCULOS NA ZONA DE CIRCULAÇÃO	
M.5U.2	CONSTATAÇÃO DE OBJETOS EM OBRA NÃO IDENTIFICADOS E SEM O CONHECIMENTO DO SEU PROPÓSITO	

DIAGNÓSTICO

Nível de Impacto	1	2	3	4	5
	muito baixo		médio		muito elevado

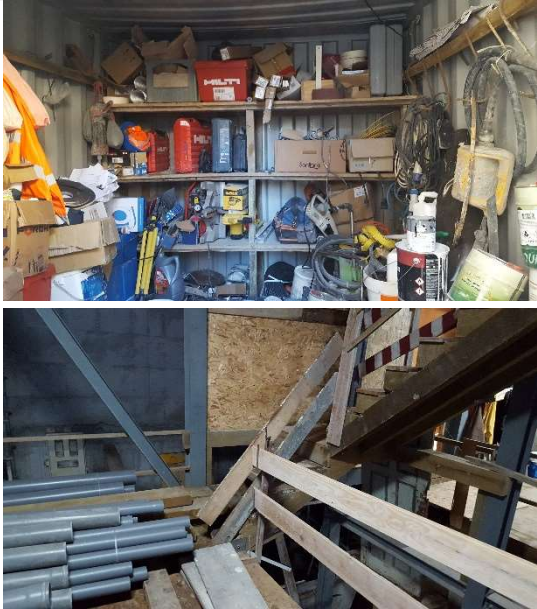
Obra		EDIFÍCIO A
Foto:		Observações:
		Constatou-se que no início da obra não havia qualquer tipo de inventário. Porém, esta problemática é minimizada pelo facto de serem efetuadas vistorias e seleção dos materiais no final de cada processo ou fase de obra. Assim sendo, tais procedimentos permitem aos trabalhadores terem o conhecimento acerca dos materiais e ferramentas que foram utilizados e que serão necessários para as etapas seguintes, sendo que os restantes serão removidos da obra. O nível de impacto é elevado, visto que se trata de uma obra de reabilitação no centro do porto, onde apresenta um espaço operacional limitado. A presença de vários obstáculos na zona de circulação torna-se difícil a movimentação e a deslocação de materiais. O agravamento desta situação pode mesmo originar a inacessibilidade dos trabalhadores a certos locais.
Situação:	M.5U.1	Impacto: 4

Foto: 	Observações: Nesta obra verificou-se que, raramente, são encontrados objetos desconhecidos ou dos quais não se sabe a sua finalidade. Contudo, caso algum objeto seja detetado, averigua-se junto do trabalhador responsável e/ou encarregado qual o propósito do objeto em questão. Observou-se também que na mala de alguns trabalhadores existiam certas ferramentas ou objetos desnecessários para a obra. Todavia, estes têm pouca relevância caso permaneçam dentro da mala de cada um, isto é, desde que não interfiram com qualquer atividade em curso, que não ocupem espaço adicional na obra e não sejam visíveis, pois podem afetar a gestão visual do local de trabalho. O nível de impacto desta medida é médio, pelo facto destes materiais não identificados serem, por norma, de dimensões reduzidas. A sua acumulação gera desvantagens na gestão visual do local de trabalho.
Situação: M.5U.2	Impacto: 3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA		LCD.9
Conceito LC	5S (Qualidade na Produção)	5S
Componente	ORGANIZAÇÃO	50
SITUAÇÕES-PADRÃO		
M.50.1	DEMORA NA ESCOLHA DO MATERIAL OU FERRAMENTA A UTILIZAR	
M.50.2	DESCONHECIMENTO DA LOCALIZAÇÃO DE UM DETERMINADO MATERIAL OU FERRAMENTA	

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra	EDIFÍCIO A	
Foto:		
Observações:	Verificou-se que não havia muita preocupação em colocar os materiais ou ferramentas mais utilizadas em locais mais acessíveis e visíveis. No entanto, os materiais ou ferramentas mais frequentemente utilizados eram repostos de uma forma natural e intuitiva em sítios de fácil acesso. O nível de impacto é baixo porque não se trata de uma obra de grande dimensão. Assim, não havendo um número elevado de materiais e de ferramentas disponíveis, o tempo gasto à procura destes é circunscrito à sua variedade e quantidade.	
Situação:	M.50.1	Impacto: 2

Foto:		
Observações:	Observou-se que ferramentas, tais como martelos, alicates e fitas métricas, encontram-se na posse dos trabalhadores, tendo cada um o seu material guardado na sua própria bolsa ou mala. Por outro lado, as máquinas e equipamentos, ou seja, rebarbadoras, serra circular e extensões são partilhados por todos os trabalhadores, estando estes assim guardados numa prateleira no contentor, facto que é do conhecimento geral. O nível de impacto é médio devido ao tempo perdido na obtenção de um material ou de uma ferramenta que não se encontra no respetivo local.	
Situação:	M.50.2	Impacto: 3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA **LCD.10**

Conceito LC 5S (Qualidade na Produção) **5S**

Componente **LIMPEZA** **5L**

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5L.1 LOCAIS DE ACUMULAÇÃO DE DETRITOS

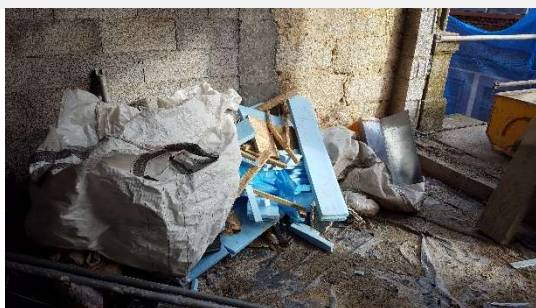
M.5L.2 OBSERVAÇÃO DE SUJIDADE NO SOLO

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	verde muito baixo	amarelo	laranja	laranja	vermelho muito elevado

Obra EDIFÍCIO A

Foto:



Observações:

Nesta obra existem alguns locais de acumulação de lixo, tendo-se verificado que não há uma programação da remoção dos detritos.

A carrinha da empresa, a qual é responsável pelo transporte de materiais entre diferentes obras e pela obtenção dos materiais junto dos fornecedores, é indispensável para a remoção da acumulação de lixo na obra. Desta forma, uma vez que a carrinha é solicitada para efetuar diversos tipos de tarefas, a remoção dos detritos deixa de ser prioritária.

Após o fim de cada etapa da obra é efetuada a remoção do lixo, sendo esta uma medida aceitável para o funcionamento da obra. No entanto, a implementação da proposta de solução apresentada poderia trazer mais benefícios para um melhor desempenho.

O nível de impacto desta medida é elevado, pois devido ao espaço operacional limitado desta obra, a acumulação de lixo e restos de materiais prejudica o local de trabalho, deixando-o menos acessível, agradável e seguro.

Situação: M.5L.1

Impacto: **4**

Foto:



Observações:

Constatou-se que em fase de estruturas não é efetuada qualquer tipo de limpeza devido à presença de água na obra. Após esta etapa e da colocação das telhas, a limpeza é levada em consideração, sendo esta realizada, esporadicamente, por dois trabalhadores e apenas quando necessário no final do dia de trabalho.

Tendo como exemplo a imagem apresentada, é possível observar uma cobertura com uma estrutura de madeira, a qual proporciona uma rápida acumulação de sujidade no pavimento. Aliado ao facto de estar exposta à chuva, não se procedeu à sua limpeza com a frequência necessária.

O nível de impacto é médio, uma vez que a acumulação de sujidade cria desvantagens não só na gestão visual do local de trabalho, bem como na segurança e conforto do trabalhador.

Situação: M.5L.2

Impacto:

3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.11
--	---------------

Conceito LC	5S (Qualidade na Produção)	5S
-------------	----------------------------	----

Componente	NORMALIZAÇÃO	5N
------------	--------------	----

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5N.1 AS TAREFAS DA OBRA NÃO SEGUEM UM PADRÃO

M.5N.2 OBSERVAÇÃO DE UM PROBLEMA RECORRENTE

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra **EDIFÍCIO A**

Foto:



Observações:

Dependendo das tarefas a executar, determinados trabalhadores tinham a capacidade de perceber as etapas posteriores e as estratégias a seguir, contribuindo assim para um melhor controlo e verificação de erros no decurso de uma tarefa, sendo de salientar o notável papel do encarregado geral.

Estes trabalhadores tinham a responsabilidade de padronizar as práticas que foram implementadas e que seguiam minimamente as três primeiras fases do conceito 5S, nomeadamente a utilização, organização e limpeza.

O nível de impacto é elevado, pois a padronização das tarefas pode reduzir significativamente o tempo de execução.

Situação: M.5N.1

Impacto: **4**

Foto:



Observações:

Face a um problema recorrente na realização de uma tarefa, procedeu-se à colocação de um trabalhador mais experiente com outro trabalhador, com o intuito de analisar a causa do problema e de ensinar o colega para procedimentos futuros.

Caso não haja disponibilidade de um trabalhador mais experiente, recorre-se à substituição do trabalhador que está a cometer o erro de uma forma sistemática.

Como se verifica na imagem, é possível observar um trabalhador a aplicar placas de OSB com o auxílio de outros trabalhadores.

O nível de impacto é elevado porque a presença de erros numa construção traduz diversos desperdícios, tais como materiais, tempo e mão de obra, podendo ainda atrasar os prazos previamente estabelecidos.

Situação: M.5N.2

Impacto: **4**

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.12
--	---------------

Conceito LC	5S (Qualidade na Produção)	5S
-------------	----------------------------	----

Componente	DISCIPLINA	5D
------------	-------------------	-----------

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.5D.1 CONSTATAÇÃO DE IRREGULARIDADES EM UMA DAS ETAPAS DA METODOLOGIA 5S

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto: 	Observações: Esta medida não é aplicável, visto que não há uma consciencialização concreta dos trabalhadores da obra acerca da metodologia 5S, ou seja, abordam apenas os conceitos de um modo geral, sem conhecimento detalhado. O nível de impacto é muito elevado, apesar desta medida não ser aplicável, isto é, nesta obra é necessário proceder-se à consciencialização dos trabalhadores sobre a metodologia 5S, de modo a disciplinar e controlar as suas ações.
---	---

Situação:	M.5D.1	Impacto:	5
-----------	--------	----------	----------

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.13
--	---------------

<i>Conceito LC</i>	HEIJUNKA	HJ
<i>Componente</i>	NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO	NP

SITUAÇÕES-PADRÃO

- M.NP.1 CARGA DE TRABALHO INCONSTANTE**
- M.NP.2 DESCONTENTAMENTO DOS TRABALHADORES**

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Identificaram-se situações favoráveis no que diz respeito a esta medida Lean. Assim sendo, determinadas tarefas eram realizadas com um ritmo constante, embora sem rigor nem gestão cuidada dos materiais a utilizar.

A maioria dos trabalhadores tinham bastante experiência, tendo conhecimento da duração de cada tarefa, nivelando minimamente a sua execução.

Observou-se que na aplicação de telhas eram necessários dois trabalhadores, sendo que as telhas a utilizar já estavam próximas do local de aplicação. Um trabalhador era responsável pela colocação das telhas e o segundo trabalhador pela movimentação das telhas a colocar, principalmente se esta aplicação ocorrer em locais de difícil acesso.

Deste modo, verificou-se que existia algum ritmo de trabalho, no entanto, a implementação da ferramenta de planeamento Heijunka iria formalizar o procedimento e melhorar o nivelamento da atividade em execução.

O nível de impacto desta medida é elevado porque a coordenação de materiais, equipamentos e mão de obra é menos complexa na realização das tarefas que possuem um ritmo constante de trabalho. Assim, é também mais fácil de realizar previsões relativamente a prazos a cumprir.

Situação:	M.NP.1	Impacto:	4
-----------	--------	----------	----------

Foto: 	Observações: De um modo geral, não se verificou descontentamento dos trabalhadores, pelo contrário, observou-se um relacionamento próximo entre os intervenientes do empreendimento. Com o seguimento do planeamento utilizado, reparou-se que os níveis de exigência eram semelhantes durante a semana de trabalho. Assim, a concretização da metodologia Heijunka, poderia diminuir as oscilações de quantidade de trabalho, bem como tornar os trabalhadores mais concentrados e despertos para a descoberta de desperdícios na operação em execução. O nível de impacto é médio, pois a insatisfação dos trabalhadores pode traduzir-se no seu desempenho, ou seja, pode haver mais descuidos e pouco esforço demonstrado na execução das tarefas ao invés de empenho, rapidez e eficácia.
Situação: M.NP.2	Impacto: 3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.14
---	--------

Conceito LC	VALUE STREAM MAPPING	VSM
-------------	----------------------	-----

Componente	MAPEAMENTO DE PROCESSOS	MP
------------	-------------------------	----

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.MP.1 PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DEPENDENTES E COMPLEXOS

M.MP.2 ETAPAS ESSENCIAIS NUM PROCESSO QUE PODEM SER REMOVIDAS, MAS NÃO SÃO IDENTIFICADAS

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

Obra	EDIFÍCIO A
------	------------

Foto:



Observações:

Nesta obra em concreto foi apenas realizado o planeamento da obra, onde não são indicados os fornecedores e o tempo relativamente ao fornecimento de materiais. Deste modo, através da análise do planeamento e das suas tarefas a curto prazo, define-se então os materiais e, consequentemente, os fornecedores, elegendo-se, por fim, os subempreiteiros para as respetivas tarefas a executar.

Embora esta obra não inclua processos construtivos muito complexos devido às suas características, a elaboração do mapeamento de processos poderia ser bastante vantajosa. Desta forma, proporcionaria uma perspetiva geral dos processos a cumprir, facilitando assim a descoberta de possíveis medidas que levassem à redução de desperdícios.

O nível de impacto é médio devido à dimensão da obra e complexidade dos processos de construção. Quanto maior for a obra, mais variáveis haverá em cada processo construtivo.

Situação: M.MP.1

Impacto: 3

Foto: 	Observações: Observou-se que havia bastantes casos de debate entre trabalhadores sobre assuntos relacionados com as atividades profissionais das diferentes áreas de especialização, tanto em tempo de trabalho como fora da obra. Além disto, os trabalhadores tinham a oportunidade de intervir nas pequenas reuniões que se realizavam, abordando temas como a duração das tarefas e a metodologia a seguir para a execução das mesmas. Tal como é referido na proposta de solução, estas discussões relacionas com as tarefas a realizar, principalmente, os procedimentos, podem ser benéficas para a otimização dos processos de trabalho. O nível de impacto é médio porque é possível reduzir desperdícios relativos a um processo com mais eficiência. A discussão de temas sobre as tarefas em desenvolvimento entre trabalhadores é deveras importante para a melhoria e identificação de erros.
Situação: M.MP.2	Impacto: 3

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.15
--	---------------

<i>Conceito LC</i>	POKA-YOKE	PY
<i>Componente</i>	À PROVA DE ERROS	PE

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.PE.1 ERROS EM MISTURAS DE MATERIAIS

M.PE.2 MANIFESTAÇÃO DE DEFEITOS OU ERROS COM FREQUÊNCIA

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Para uma tarefa que esteja a decorrer, a produção de argamassa é realizada através de proporções bem conhecidas pelos trabalhadores, os quais utilizam baldes ou pás. No entanto, se o objetivo impuser uma argamassa equivalente a meio balde, não há nenhum mecanismo para uma produção rápida e sem erros.

Assim sendo, e como é apresentada na proposta de solução, a tarefa seria mais eficiente por intermédio da utilização de marcas ou etiquetas nos recipientes utilizados nas misturas e de acordo com as recomendações do fabricante.

Desta forma, a perceção das quantidades a utilizar seria mais simples e breve, contribuindo para a diminuição da probabilidade de ocorrência de erros e, como consequência, a redução de desperdícios.

O nível de impacto é baixo, pois nesta obra havia poucos processos que envolvessem misturas de diferentes materiais e quantidades.

Situação: M.PE.1

Impacto:

2

Foto: 	Observações: Na presente obra, na eventualidade de se verificar um erro ou um defeito, realiza-se um procedimento geral que abrange a totalidade dos trabalhadores e a maior parte dos erros. Este procedimento começa com a paragem da tarefa e uma simples avaliação do trabalhador, no caso de ser um erro pequeno, traduzindo o baixo consumo de recursos, o próprio trabalhador resolve-o. Na eventualidade do trabalhador estar indeciso se resolve ou não o problema, este deve avisar imediatamente o encarregado. Assim, com uma maior responsabilidade e autonomia, o encarregado decidirá se reporta o erro ao engenheiro ou se ele próprio o resolve. Caso esta situação ocorra, o engenheiro terá que resolver o assunto com ou sem o auxílio da fiscalização e do projetista, desde que garanta que o mesmo episódio não se voltará a repetir. Comparativamente à proposta de solução, este procedimento geral está perfeitamente concordante e vai de encontro ao conceito Lean. O nível de impacto é elevado, pois traduz desperdícios diretos relativamente ao material utilizado, mão de obra e tempo. Já a reputação da empresa pode ser prejudicada e até sofrer efeitos de grande escala.
Situação: M.PE.2	Impacto: 4

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.16
--	---------------

<i>Conceito LC</i>	LAST PLANNER SYSTEM	LPS
--------------------	---------------------	------------

<i>Componente</i>	PLANEAMENTO	PL
-------------------	--------------------	-----------

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.PL.1 ATRASOS CONSIDERÁVEIS NA CONSTRUÇÃO RELATIVAMENTE AO PLANEADO

M.PL.2 INEXISTÊNCIA DE UMA ANÁLISE SEMANAL DAS TAREFAS REALIZADAS DE ACORDO COM O PLANEAMENTO

DIAGNÓSTICO

	1	2	3	4	5
Nível de Impacto	muito baixo		médio		muito elevado

<i>Obra</i>	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Constatou-se que não houve a realização de conceito Lean LPS, no entanto, o planeamento efetuado abrangia alguns pontos e estratégias deste conceito.

Por exemplo, uma das medidas que se poderia implementar nesta obra, seria a preparação para o começo de uma tarefa com mais pormenor e rigor, com a finalidade de não atrasar nem causar problemas no decorrer da mesma.

Assim, poderia ser proveitoso a implementação de todos os passos inseridos no conceito LPS e restantes apresentados na proposta de solução, na medida em que complementaria o planeamento já elaborado.

O nível de impacto é muito elevado devido às exigências do dono de obra com o prazo estipulado. Os prazos das construções, de um modo geral, são fundamentais, ganhando ainda mais expressão, dependendo do dono de obra e do objetivo da obra.

Situação: M.PL.1

Impacto:

5

Foto: 	Observações: Relativamente à análise do planeamento com o decurso da obra, constatou-se que na maior parte das vezes era realizada quinzenalmente. Excecionalmente poderia também ser realizada semanalmente quando havia variação do número de trabalhadores presentes na obra num intervalo de tempo específico. No planeamento a curto prazo, quando se verificava menos trabalhadores do que o planeado, provavelmente as tarefas a decorrer na obra não iriam acompanhar o planeamento estabelecido anteriormente. Sendo assim, era necessário encontrar alternativas e estratégias para minimizar este problema. Ao observar o paralelismo entre a proposta de solução e a realidade da obra neste domínio, concluiu-se que não abordam o indicador PPC, no entanto, faz-se uma avaliação das tarefas concluídas e previstas de uma forma menos quantificável. O nível de impacto é elevado, pois a inexistência de uma análise semanal do planeamento pode provocar descuido, descontrolo e distração no decorrer da obra e do planeamento realizado. Assim, a coordenação e controlo do início das tarefas pode ser posta em questão, aumentando a probabilidade de conflitos e de perturbações no começo das mesmas.
Situação: M.PL.2	Impacto: 4

LEAN CONSTRUCTION – DIAGNÓSTICO DE OBRA	LCD.17
--	---------------

Conceito LC	KAIZEN	K
Componente	MELHORIA CONTÍNUA	MC

SITUAÇÕES-PADRÃO

M.MC.1	MEDIDAS DE MELHORIA CONTÍNUA ELABORADAS APENAS PELOS RESPONSÁVEIS DE TOPO NO ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA
M.MC.2	PASSIVIDADE PELO PROGRAMA DE MELHORIA CONTÍNUA PARA O FUTURO DA EMPRESA
M.MC.3	DESINTERESSE PELA ATIVIDADE DE MELHORIA

DIAGNÓSTICO

Nível de Impacto	1	2	3	4	5
	muito baixo		médio		muito elevado

Obra	EDIFÍCIO A
-------------	-------------------

Foto:



Observações:

Esta medida não é aplicável neste caso de estudo, visto que não foi realizado qualquer tipo de programa de melhoria.

A única atividade de melhoria existente foi a observação e o poder de análise do encarregado, onde este toma uma posição de supervisor. Assim, este pode perceber que o modo de aplicação de uma determinada atividade pode não ser o mais indicado, encontrando uma alternativa para esta situação, podendo ou não, dependendo dos casos, discuti-la com o engenheiro.

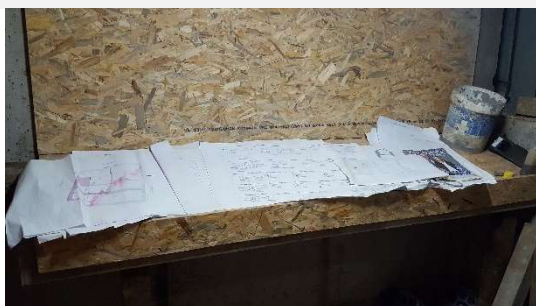
O nível de impacto é médio, visto que há discrepância entre as medidas de melhoria contínua elaboradas pelos cargos de topo da empresa e por toda a equipa participante na obra. Apesar desta medida não ser aplicável, o programa de melhoria contínua deve ser elaborado por todos os intervenientes da obra.

Situação: M.MC.1

Impacto:

3

Foto:



Observações:

No decorrer da obra em estudo, surgiu a oportunidade de perguntar ao engenheiro como era a atitude dos trabalhadores quando se demonstrava uma forma mais eficiente de realizar uma tarefa. Na verdade, a resposta foi positiva, sendo que os trabalhadores, habitualmente, seguiam as instruções dadas, inclusive para diferentes obras. Contudo, estes podiam não continuar a executar as tarefas com as modificações sugeridas, caso não percebessem a finalidade da alteração.

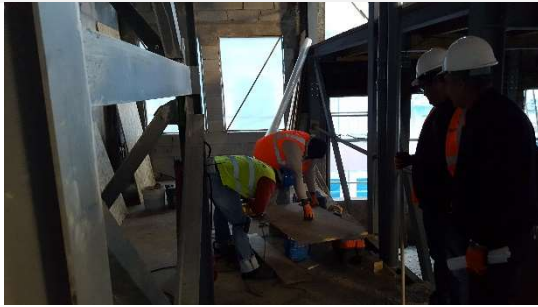
O nível de impacto é elevado, pois com a indiferença do programa de melhoria contínua, dificilmente os processos serão aperfeiçoados e não acompanharão um possível avanço tecnológico.

Situação: M.MC.2

Impacto:

4

Foto:



Observações:

A monitorização e o controlo das atividades, como foi referido anteriormente, é da responsabilidade do encarregado. Constatou-se que as medições e os resultados obtidos eram registados e analisados à percentagem.

No entanto, poderia haver um ambiente mais propício a melhorar os processos construtivos, partilha de soluções alternativas e motivação de todos os trabalhadores pelos órgãos de topo da empresa. Desta forma, estes deveriam estar mais concentrados no que respeita à melhoria contínua, que, a longo prazo, é extremamente benéfica para futuras obras de uma empresa.

O nível de impacto é elevado porque o desinteresse pela atividade de melhoria não leva ao progresso, e consequentemente, não cria motivação para encontrar formas mais eficientes de executar uma determinada tarefa.

Situação: M.MC.3

Impacto:

4

5.4. NOTAS FINAIS

Como conclusão deste capítulo, pode-se afirmar com um grau plausível de certeza, que há quatro grupos distintos relativamente à avaliação dos procedimentos e da metodologia Lean nesta obra.

No primeiro grupo, verificou-se que os procedimentos correspondiam, de um modo geral, às boas práticas Lean. Nesta categoria estão incluídas entre 10% e 20% das medidas propostas.

Um segundo grupo diz respeito aos processos que não utilizando os fundamentos Lean, alcançam os objetivos, cumprindo parcialmente os fins expectáveis. Assim, na maioria dos casos, identificou-se aspetos positivos, mesmo não utilizando medidas no alinhamento Lean, e aspetos a melhorar. Nesta categoria estão incluídas entre 40% e 50% das medidas propostas.

O terceiro grupo corresponde a um desajuste apreciável entre os procedimentos da obra e a filosofia Lean. Neste conjunto de medidas, a estratégia que é aplicada na obra deve ser substancialmente remodelada para atingir os objetivos mínimos sugeridos pela metodologia Lean. Nesta categoria estão incluídas entre 25% e 35% das medidas propostas.

Por último, o quarto grupo engloba todos os parâmetros que não são aplicáveis a esta obra, devido às características da construção e dimensão da empresa. Dessas particularidades, podemos assinalar como as mais evidentes o espaço físico do estaleiro, a inexistência de um programa de melhoria contínua e uma vez que se trata de uma empresa de pequena dimensão, pode não ter a facilidade de coordenação de materiais e equipamentos para uma gestão mais eficiente. Nesta categoria estão incluídas entre 5% e 15% das medidas propostas.

Assim, poderá referir-se que muitos dos procedimentos correntes na atividade da empresa-alvo já cumprem diversos dos conceitos associados à filosofia Lean, enquanto que outros, seja por condicionantes próprias dos locais de obra, dos recursos utilizados ou, até, da gestão de recursos humanos, ainda se podem considerar algo aquém daqueles objetivos.

No entanto, será sempre sensato ressaltar que, como é dito na gíria popular, *“o ótimo é inimigo do bom”*. As alterações de procedimentos envolvem sempre alguma resistência por parte de quem os terá que aplicar, pelo que conseguir um razoável envolvimento e adesão por parte dos colaboradores mesmo que num número relativamente restrito de ações, poderá ser mais eficiente que procurar uma adesão a um conjunto muito alargado de novas iniciativas, que poderão suscitar reservas e pouco empenho.

6

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES

Dentro dos condicionalismos a que foi sujeita a realização deste trabalho, podem retirar-se as seguintes conclusões:

- A filosofia Lean é aplicável e transponível para a Construção Lean, revelando-se assim adequada;
- O absentismo e a falta de formação profissional dos trabalhadores são algumas das vertentes que causam menor rendibilidade no decorrer da obra, para além dos conflitos entre os trabalhadores;
- A produtividade e a eficiência são conceitos que devem ser medidos constantemente, com de modo a verificar se os processos em execução encontram-se dentro dos níveis adequados ou se necessitam de algum tipo de intervenção, como por exemplo, a alteração dos equipamentos ou adoção de novas tecnologias, aumento de formação profissional numa área específica ou, simplesmente, a exemplificação do modo correto de execução de uma determinada atividade;
- A melhoria contínua deve estar presente na atividade profissional de todos os trabalhadores, de modo a otimizar os processos de construção através do aumento da produtividade, melhorar a segurança e o sentimento de conforto numa obra e reduzir desperdícios;
- No decurso da obra, deve ser efetuada, regularmente, a comparação da situação atual com o planeamento, de forma a ter conhecimento sobre o estado da obra relativamente aos prazos, isto é, verificar se esta se encontra dentro dos prazos estabelecidos ou se está atrasada, pelo que se assim for, é necessário descobrir a razão dos atrasos e resolvê-la. Sendo assim, caso não seja efetuada a comparação das tarefas com o planeamento, será bastante mais difícil encontrar as práticas que estão a ser executadas erradamente e que originam vários tipos de desperdícios Muda;
- Durante a fase de projeto é necessário ter de antemão noções desta temática, pois é nesta fase que muitas decisões são tomadas, facto que condiciona os acessos na obra e influencia direta ou indiretamente a produtividade e os desperdícios. A existência de um Last Planner é de elevada relevância, visto que este é capaz de minimizar determinadas perdas e desperdícios que em fase de projeto não se tenham sequer ponderado;
- As alterações aos procedimentos propostos para a melhoria de um processo, geralmente envolvem alguma resistência por parte de quem os executará, pelo que a obtenção de um

nível razoável de adesão por parte dos trabalhadores poderá ser mais eficiente que uma adesão total, ou seja, as medidas e as mudanças na construção têm que ser lentas e graduais, sendo que a coleta dos locros ocorrerá a longo prazo;

- Apesar de uma das filosofias da Produção Lean ser a procura da perfeição em todos os processos de produção, concluiu-se que este facto não é transponível para a Construção Lean. Assim sendo, constata-se que na indústria da construção presencia-se um elevado fator humano nos processos construtivos, tornando-os mais humanos, ou seja, com mais defeitos em relação à produção automatizada através de máquinas e robôs. Contudo, observa-se que nos trabalhos mais repetitivos numa obra, é possível padronizar as tarefas e tornando-as mais eficientes;
- É de salientar que são evidentes as melhorias de condições de trabalho para os trabalhadores ao nível ergonómico, sobretudo quanto à existência frequente de lesões músculo-esqueléticas e ortopédicas. Também há que realçar as vantagens relativamente ao equilíbrio, conforto pessoal e psicológico, resultante da vertente motivação;
- Finalmente, ficou claramente demonstrado que a Construção Lean traz imensos benefícios, tanto no sentido de uma melhoria da construção, da rentabilidade, da segurança, do ambiente interpessoal, como nos aspetos respetivos aos recursos humanos.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A dissertação em causa iniciou um estudo relativamente às práticas Lean na indústria da construção. A elaboração deste Guia de Diagnóstico poderá ser utilizado em obras de construção civil, de forma a identificar situações passíveis de melhoria de desempenho, procurando reduzir desperdícios e aumentar a eficiência dos processos.

Contudo, este trabalho está confinado a um tempo restrito, pelo que são propostas ideias para uma futura continuação e desenvolvimento desta investigação:

- Investigar sobre outros conceitos relacionados com Lean para uma futura aplicação na construção;
- Aplicar as propostas de solução - com as devidas adaptações consoante as características da obra a investigar - em construções de reabilitação localizadas no centro das cidades e em construções de raiz, as quais têm uma maior possibilidade de ter estaleiros de maiores dimensões. Após o registo destas duas situações dever-se-á recorrer a uma análise e realizar um estudo sobre a aplicabilidade dos diferentes conceitos Lean nestes dois cenários distintos;
- Elaborar métricas que permitam fazer uma avaliação das medidas mencionadas no capítulo 4, sendo que em algumas dessas medidas a avaliação é mais qualitativa, devido à dificuldade da criação de métricas concretas e viáveis;
- Comparar e analisar as mesmas tarefas, medindo e registando os seus tempos de execução e os recursos utilizados, antes e depois da aplicação Lean na obra, resultando num paralelismo de uma forma mais mensurável. Durante a implementação das medidas Lean deve-se traçar a evolução da produtividade e com valores quantificáveis, visto que com dados concretos é mais fácil comprovar a utilidade da implementação Lean e demonstrar os ramos ou as tarefas mais suscetíveis de melhorarem o seu desempenho na indústria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEP (2004). Manual Formação PME – Produtividade e Inovação.
- Alfeld, L. (1989). *Construction Productivity: On-the Measurement and Management*. McGraw-Hill, Nova Iorque.
- Ballard, G. (2005). Construction: One Type of Project-Based Production System. In *Proceedings SCRI Forum Event Lean Construction: The Next Generation*. 1-11, Salford.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*, Dissertação de Doutoramento, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.
- Ballard, G. e Howell, G. (1998a). Shielding Production: Essencial Step in Production Control. In *Journal of Construction Engineering Management, Volume 124*. 11-17, ASCE.
- Ballard, G. e Howell, G. (1998b). What Kind of Production Is Construction? In *6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Guarujá.
- Banco de Portugal (2016). *Análise do Setor da Construção 2011-2016*. Banco de Portugal (https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/documentos-relacionados/nie_estudo_15_2014.pdf). Acedido em Dezembro de 2016
- Bolviken, T. e Koskela, L. (2016). Why Hasn't Waste Reduction Conquered Construction? In *24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 3-12, Boston.
- Bourke-White, M. (2012). (<https://pt.pinterest.com/eleanormcintyre/margaret-bourke-white/>)
- Branco, P. (2014). *Controlo Estatístico da Produtividade da Soldagem em Obras de Construção e Montagem Industrial no Brasil*. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Business Roundtable (1983). More Construction for the Money. *Summary Report of the Construction Industry Cost Effectiveness Project*. New York.
- Campbell, C. e Collins, M. (2010). *The One-Page Project Manager for Execution: Drive Strategy and Solve Problems with a Single Sheet of Paper*. John Wiley & Sons, Inc., Nova Jérsea.
- Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano N. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage*. McGrawHill Irwin, Nova Iorque.
- Constructing Excellence. (<http://constructingexcellence.org.uk/>). Acedido em Novembro de 2016.
- Costa, J., Horta, I., Guimarães, N., Nóvoa, H e Cunha, J. (2007). icBench – A Benchmarking Tool for Portuguese Construction Industry Companies. In *International Journal for Housing Science and Its Applications*, 33-41, Melbourne.
- Costa, J., Horta, I., Guimarães, N., Cunha, J., Nóvoa, H e Sousa, R. (2006). Sistemas de Indicadores de Desempenho e Produtividade para a Construção Civil. *Qualidade e Inovação na Construção*, LNEC, Lisboa.
- Damaj, O., Fakhreddine, M., Lahoud, M. e Hamzeh, F. (2016), Implementing Ergonomics in Construction to Improve Work Performance In *24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Boston.
- Dombrowski, U., Mielke, T. e Engel, C. (2012). Knowledge Management in Lean Production Systems. In *45th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Volume 3*. Elsevier, Brunsvique.

- Dupin, P. (2014). *Le Lean Appliqué à la Construction: Comment Optimiser la Gestion de Projet et Réduire Coûts et Délais dans le Bâtiment*. Eyrolles, Paris.
- Filho, A., Costa, J. e Heineck, L. (2007). Exploiting Motivation in the Change Towards Autonomation in Construction Projects. In *15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Michigan.
- Filho, A. Heineck, L. e Costa, J. (2012). Revisiting the Concept of Flexibility. In *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, San Diego.
- Forbes, L. e Ahmed, S. (2011). *Modern Construction – Lean Project Delivery and Integrated Practices*. Taylor & Francis, Nova Iorque.
- Formoso, C., Bolviken, T., Rooke, J. e Koskela, L. (2015). A Conceptual Framework for the Prescriptive Causal Analysis of Construction Waste. In *23th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 454-462, Perth.
- Formoso, C., Isatto, E. e Hirota, E. (1999). Method for Waste Control in the Building Industry. In *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 221-232, Berkeley.
- Greif, M. (1991). *The Visual Factory: Building Participation through Shared Information*. Productivity Press.
- Haas, C., Borchedung, J., Allmon, E. e Goodrum, P. (1999). U.S Construction Labor Productivity Trends, 1970-1998. In *The Center For Construction Industry Studies, Report No.7*, ASCE, Austin.
- Higgin, T.e Jessop, N. (1965). *Communications in the Building Industry*. Tavistock Publications, Londres.
- Hughes, W., Gray, C. e Murdoch, J. (1997). *Specialist Trade Contracting – a review*. CIRIA Special Publication, Londres.
- IcBench (<https://www.icbench.net/home>). Acedido em Novembro de 2016.
- Imai, M. (1997), *Gemba Kaizen - A Commonsense, Low-cost Approach to Management*. McGraw-Hill.
- Koskela, L. (2000). *Na Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. VTT Publications. Espoo.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy in the Construction Industry – Technical Report 72*. Stanford University.
- Krugman, P. (1994). *Peddling Prosperity: Economic Sense and Nonsense in The Age of Diminished Expectations*. W. W. Norton & Company.
- Lawlor, A. (1985). *Productivity Improvement Manual*. Gower Publishing, Aldershot.
- Liker, J. (1997). *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*. CRC Press: Taylor & Francis Group.
- Liker, J. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, Nova Iorque.
- Macomber, H. e Howell, G. (2003). Linguistic Action: Contributing to the Theory of Lean Construction. In *23th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Virginia.
- Martins, S. (2014). *Aplicação da Filosofia Lean nas Áreas Produtivas e não Produtivas da Empresa*, Dissertação de Mestrado, FEUP.

- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. In *Chemical Engineering Research and Design, Volume 83*. 662-673, Elsevier.
- Mojahed, S. e Aghazadeh, F. (2006). Major Factors Influencing Productivity of Water and Wastewater Treatment Plant Construction: Evidence From the Deep South USA. In *International Journal of Project Management* 26, 195-202, Elsevier.
- Monden, Y. (1984). *Sistema Toyota de Produção*. Bookman, São Paulo.
- Moraes, J. e Shab, L. (2004). Manufatura Enxuta. (<http://www.ietec.com.br/>). Acedido em Novembro de 2016
- Nam, H. e Tatum, B. (1988). Major Characteristics of Constructed Products and Resulting Limitations of Construction Technology. *Construction Management and Economics* 6. 133–148, Taylor & Francis.
- Niimi, A. (2004). *Sobre o Nivelamento (Heijunka)*. ([http://www.lean.org.br/comunidade/artigos /pdf/artigo_109.pdf](http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_109.pdf)).
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Bookman, Porto Alegre.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland.
- Pace, J. (2003), *O Kanban na Prática*. Qualitymark, Rio de Janeiro.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean – A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel, Lisboa.
- Plenert, G. (2007). *Reinventing Lean: Introducing Lean Management Into Supply Chain*. Butterworth-Heinemann.
- Prokopenko, J. (1987). *Productivity Management – A Practical Handbook*. International Labour Office, Genebra.
- Ramos, A. (2003). Produtividade. Manual Pedagógico PRONACI. AEP – Associação Empresarial de Portugal.
- Ramos, P. (2011). *Kaizen na Indústria de Revestimentos e Pavimentos Cerâmicos*, Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Rogers, R. e Gumuchdjian P. (2001). *Cidades para um pequeno planeta*. Gustavo Gili, Barcelona.
- Rother, M. e Shook, J. (2003), *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate MUDA*, The Lean Enterprise Institute, Cambridge.
- Saggin, A., Valente, C., Mourão, C. e Cabral, A. (2015). Comparing Investments in Sustainability with Cost Reduction From Waste Due to Lean Construction. In *23th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 223-232, Perth.
- Shingo, S. (1996). *Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas*. Bookman, Porto Alegre.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. LeanOp Press.
- Thomas, H. e Yiakoumis, I. (1987). Factor Model of Construction Productivity. In *Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 113*, 623-639, ASCE.

- Tsigkas A. (2012). *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*. Springer, Berlim.
- Vrijhoef, R. e Koskela, L. (2005). Revisiting the Three Peculiarities of Production in Construction. *Proceeding of the 13th International Group for Lean Construction Conference*, 19-27, Sydney.
- Vrijhoef, R. e Koskela, L. (2000). The Four Roles of Supply Chain Management in Construction. In *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6, 169-178, Elsevier.
- Warszawski, A. (1990). *Industrialization and Robotics in Building: A Managerial Approach*. Harper & Row, New York.
- Womack, J. e Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.
- Womack, J., Jones, D. e Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. Free Press, Nova Iorque.
- Zhao, Y. e Chua, D. (2003). Relationship Between Productivity and Non Value-Adding Activities. In *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Virginia.
- Zussman, J. (2011). Henry Ford, Socialist. (<https://asitoughttobe.com/2011/04/20/henry-ford-socialist/>)