

Lean na Construção:

**Proposta de Modelo de Avaliação de Maturidade das
práticas Lean**

Diogo Miguel Lopes Sousa da Costa Figueira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Prof. Doutor António Morais Aguiar da Costa

Júri

Presidente: Prof. Doutor Augusto Martins Gomes

Orientador: Prof. Doutor António Morais Aguiar da Costa

Vogal: Prof. Doutor Amílcar José Martins Arantes

Outubro 2016

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os que, de alguma forma, me ajudaram e deram o seu contributo para a conclusão desta dissertação

Ao Professor Doutor António Morais Aguiar da Costa, orientador da dissertação, agradeço todo o apoio dado, disponibilidade, motivação e pela oportunidade de participar no grupo de trabalho de *Lean* na construção.

A todos os elementos do grupo de trabalho de *Lean* na construção, pelas contribuições dadas à dissertação ao longo da sua elaboração.

Ao Eng. Rui Campos e ao Eng. Paulo Ferreira, por todo o apoio dado na recolha das ineficiências e na elaboração dos elementos do modelo de maturidade, e pela paciência demonstrada.

A todos os meus amigos, pela paciência, amizade, apoio e toda a ajuda dada ao longo de todo o meu percurso académico. Quero agradecer em especial à M. Nunes, à M. Gonçalves, ao Pedro, à Catarina, à Filipa, ao Gabriel, ao Zé, ao Gustavo e ao J. Alves por toda a ajuda que me deram, e por terem estado sempre presentes.

Aos meus primos Hugo Jesus e António Jesus, por todo o apoio que me deram quando vim estudar para Lisboa.

Ao meu irmão Alexandre, por ter estado sempre comigo desde o dia 0, literalmente.

Aos meus pais, por me darem a excelente oportunidade de vir estudar para Lisboa, por me apoiarem sempre nas minhas decisões, e por todo o incentivo dado para acabar o curso.

Resumo

O *Lean* na construção surge como uma forma de tornar os processos mais eficientes, inspirando-se na metodologia de gestão *Toyota Production System*, originariamente uma metodologia da indústria automóvel. A sua aplicação pode ajudar a melhorar os processos correntes, facilitando a redução do desperdício e tornando o fluxo de trabalho realizado consistente e sem interrupções.

Este trabalho focou a implementação desta metodologia na indústria da construção, começando por analisar as oportunidades de melhoria através do estudo das ineficiências da indústria da construção. Estas foram identificadas com base na realização de um *workshop*, que envolveu várias entidades da indústria. Após a compilação e análise de todos os resultados, foi elaborada uma comparação entre os resultados obtidos e os dados históricos das ineficiências em Portugal.

Posteriormente, as ineficiências identificadas serviram de base à definição de um conjunto de práticas *Lean*, com pertinência e aplicabilidade à indústria da construção nacional, que, de acordo com as dinâmicas de grupo conduzidas no seio da Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção, apresentam potencial de atenuação das ineficiências identificadas.

Tendo em conta estas práticas, foi elaborada uma proposta de modelo de avaliação de maturidade de práticas *Lean*, que tem como objetivo avaliar as práticas correntes de uma organização, através de um questionário elaborado, com base no qual é atribuída uma pontuação à organização. Esta pontuação permite avaliar os pontos fortes e fracos de uma organização, identificando potenciais de melhoria. O modelo de maturidade prioriza ainda as práticas que terão mais impacto nos pontos fracos da organização, sendo sugerido um plano de ação das práticas a implementar.

Palavras-chave: *Lean* na construção; Ineficiências; Oportunidades; Práticas *Lean*; Modelo de Maturidade

Abstract

Lean construction sets out to improve process efficiency, it's based on the Toyota Production System, originally from the automotive industry. The application of Lean can help improve the performance of current processes, by reducing waste and making work flow more stable.

This thesis focuses on implementing Lean practices in the construction industry. This is achieved by identifying the opportunities for improvement in the industry, this is done by studying the problems facing the industry. To gather data on the current industry problems, a workshop was set up with several industry professional, some of which had had experiences with Lean practices. Thanks to the workshop we were able to compile and compare the problems of the current and previous years. By analyzing the problems we can identify the improvement opportunities in the industry.

Based on the opportunities, a list of Lean practices that are applicable to the Portuguese construction industry was elaborated. The list of practices is the result of a collaboration effort alongside the Portuguese Construction Technological Platform, to study and spread Lean knowledge.

Based on the list of Lean practices gathered, a Lean practices maturity model proposal was made. The goal of this model is to evaluate an organizations current practices, through a questionnaire that takes into account the current practices and scores them against the Lean practices. Taking the score into account, the model will determine the weak and strong suits of the organization, and will suggest a number of Lean practices that can mitigate its weak points.

Keywords: Lean construction; Issues; Opportunities; Lean practices; Maturity Model

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Acrónimos.....	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Síntese Metodológica	3
1.4. Estrutura da tese	4
2. Estado de Arte	7
2.1. Ineficiências na construção	7
2.2. <i>Lean</i> na Construção	10
2.2.1. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de <i>Lean Thinking</i> na indústria automóvel	10
2.2.2. <i>Lean</i> na Construção.....	12
2.2.3. Modelos de avaliação de maturidade	18
3. As ineficiências da Construção e as oportunidades <i>Lean</i>	23
3.1. Preparação do método de investigação de ineficiências	23
3.2. Proposta de modelo para o <i>workshop</i>	24
3.3. Apresentação, análise e discussão de resultados.....	26
3.4. Comparação das Ineficiências vs. Práticas	28
4. Modelo de avaliação de maturidade de práticas <i>Lean</i>	33
4.1. Proposta de estrutura e elementos do modelo de avaliação de maturidade.....	33
4.2. Passo 1: Avaliação de maturidade.....	35
4.2.1. Categorização de práticas e ineficiências.....	35
4.2.2. Elaboração da matriz de maturidade, questionário de boas práticas.....	38
4.2.3. Elaboração da matriz de maturidade, questionário dos <i>process enablers</i>	43
4.3. Passo 2: Avaliação e priorização das práticas.....	45
4.3.1. Matriz de sinergias	45
4.3.2. Matriz de Priorização	48
4.4. Passo 3: Plano de ação	51
4.4.1. Elaboração do plano de ação	51
4.5. Modelo final	56
5. Conclusões	59
5.1. Ineficiências da indústria	59
5.2. Práticas <i>Lean</i>	59
5.3. Modelos de maturidade <i>Lean</i>	60
5.4. Contribuição	60

5.5. Limitações.....	61
5.6. Trabalhos Futuros.....	61
Bibliografia.....	63
Anexos	67
Anexo 1 – Questionário de práticas.....	67
Anexo 2 – Questionário dos <i>process pnableers</i>	75

Índice de tabelas

Tabela 1.1 – Indicadores Macroeconômicos e Financeiros de 2008 a 2015, fonte: FEDICOP	1
Tabela 2.1 – Literatura estudada, por ordem crescente cronológica.....	7
Tabela 2.2 – Metodologias de análise de ineficiências adotadas pelos estudos anteriores	8
Tabela 2.3 – Amostra de inquiridos (I) e entrevistados (E) de cada estudo.....	8
Tabela 2.4 – Compilação dos resultados dos trabalhos anteriores	9
Tabela 2.5 – Caso de Estudo 1	17
Tabela 2.6 – Caso de estudo 2	17
Tabela 2.7 – Caso de estudo 3	17
Tabela 2.8 – Modelos de maturidade mais relevantes	18
Tabela 2.9 – Níveis de maturidade utilizados no modelo de maturidade SPICE	19
Tabela 3.1 – Proposta de <i>workshop</i> do GTLean, 1ª parte.....	24
Tabela 3.2 – Proposta de <i>workshop</i> do GTLean, 2ª parte.....	24
Tabela 3.3 – Tabela de comparação de resultados de trabalhos anteriores e resultados do Workshop	27
Tabela 3.4 – Tabela de ineficiências escolhidas.....	28
Tabela 3.5 – Lista final de práticas escolhidas	29
Tabela 3.6 – Agrupamento de práticas <i>Lean</i>	29
Tabela 3.7 – Legenda da tabela.....	30
Tabela 3.8 – Relação entre ineficiências e práticas.....	31
Tabela 3.9 – Referências bibliográficas utilizadas na correlação	32
Tabela 4.1 – Categorias referidas em trabalhos bibliográficos de LP e LC (Etges, et al., 2012)	36
Tabela 4.2 – Eliminação de categorias	36
Tabela 4.3 – Categorias sugeridas	37
Tabela 4.4 – Relação entre as práticas <i>Lean</i> e as categorias sugeridas	38
Tabela 4.5 – Complexidade de implementação sugerida.....	39
Tabela 4.6 – Framework para pontuação de perguntas	41
Tabela 4.7 – Pontuação máxima possível para cada categoria	42
Tabela 4.8 – Parâmetros a serem utilizados no Passo 2	43
Tabela 4.9 – <i>Process enablers</i> como descritos no modelo de maturidade SPICE	44
Tabela 4.10 – Pontuação das respostas relacionadas com <i>process enablers</i>	44
Tabela 4.11 – Representações de cada caso de dependência.....	45
Tabela 4.12 – Matriz de sinergias	47
Tabela 4.13 – Critérios e escala de avaliação da matriz de priorização.....	48
Tabela 4.14 – Complexidade de implementação, utilizada na matriz de priorização.....	48
Tabela 4.15 - Impacto espectável devido à implementação, utilizado na matriz de priorização	49
Tabela 4.16 – Pesos e valores de pontuação para os critérios, para efeitos de cálculo	50
Tabela 4.17 – Resultados possíveis de pontuação para cada combinação de critérios	50
Tabela 4.18 – Parâmetros a serem utilizados no Passo 3	50
Tabela 4.19 – Fases definidas para o empreendimento em Ballard & Kim, (2007)	52
Tabela 4.20 – Aplicabilidade das práticas às fases estabelecidas	53

Índice de figuras

Figura 1.1 – Fogos novos licenciados.....	1
Figura 1.2 – Etapas da metodologia de investigação	3
Figura 2.1 – Exemplo de matriz de resultados para caso de estudo no nível 2 de maturidade	20
Figura 2.2 – Excerto de Matriz de maturidade (Hamdi & Leite, 2012).....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.3 – Esquema simplificado dos objetivos dos modelos de maturidade existentes	21
Figura 3.1 – Fases de Gestão de projeto.....	25
Figura 3.2 – Preenchimento do quadro de ineficiências	25
Figura 3.3 – Escolha das ineficiências e preenchimentos de oportunidades de melhoria	26
Figura 4.1 – Esquema dos passos usados na elaboração do modelo de maturidade	33
Figura 4.2 – Exemplos de demonstração de resultados no gráfico radar	42
Figura 4.3 – Exemplo de preenchimento do questionário	44
Figura 4.4 – Exemplo de leitura da matriz de sinergias construída	46
Figura 4.5 – Exemplo de lógica de escolha numa Matriz de Priorização	49
Figura 4.6 – Fases de um empreendimento de construção	52
Figura 4.7 – Representação de resultados obtidos nos passos anteriores, parte do Plano de ação ..	54
Figura 4.8 – Práticas a implementar, em ordem descendente, para o nº de categorias respetivo	55
Figura 4.9 – Respresentação gráfica do modelo final de avaliação de maturidade de práticas <i>Lean</i> .	56
Figura 4.10 – Representação da distribuição percentual das categorias	57
Figura 5.1 – Sugestão de desenvolvimento futuro de modelo de maturidade	62

Acrónimos

CIFE - Center for Integrated Facility Engineering

CMMI – Capability Maturity Model Integrated

COP – Construção e Obras Públicas

CPM – Critical Path Method

DSM – Design Structure Matrix

FBCF – Formação bruta de capital fixo

GT*Lean* – Grupo de trabalho *Lean*, pertencente à PTPC e onde foi desenvolvido o trabalho

IGLC – International Group for *Lean* Construction

IPD – Integrated Project Delivery

JIT – Just in Time

KPI – Key Performance Indicators

LCI – *Lean* Construction Institute

LPS – Last Planner System

MM – Maturity Model ou Modelo de Maturidade

NUMMI – New United Motor Manufacturing Inc.

PE – Process Enablers

PMI – Project Management Institute

PPC – Planned Percent Complete

PTPC – Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção

RCA – Root Cause Analysis

TI – Tecnologias de Informação

TPM – Total Productive Management

TPS – Toyota Productive System

UE – União Europeia

VAB – Valor Acrescentado Bruto

VC – Visual Control

VE – Value Engineering

VSM – Value Stream Mapping

1. Introdução

1.1. Enquadramento

São conhecidas as dificuldades que o setor da construção está de momento a atravessar, desde o início da crise financeira que o setor da construção tem sido fortemente afetado pela falta de financiamento da banca, o que por sua vez reduziu a procura por construção nova. Por outro lado a redução do investimento público também contribuiu fortemente para a redução do volume de negócio, em especial para empresas que possuem classe de alvará elevada (Silva, 2014). A quantidade de construção nova também tem sido reduzida, na Figura 1.1 é possível ver a variação homóloga a 3 meses dos novos fogos licenciados.

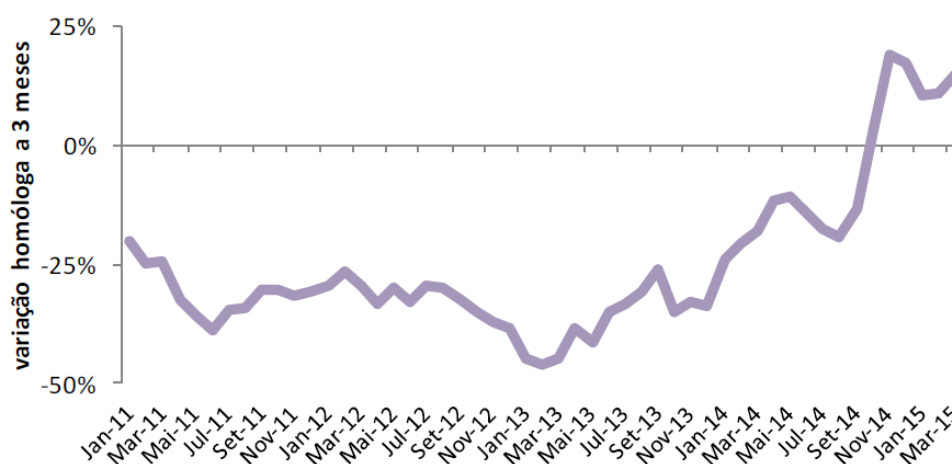


Figura 1.1 – Fogos novos licenciados

Apesar do desempenho negativo dos últimos anos, 2015 já começou a apresentar resultados positivos de crescimento na atividade de construção. Além das variações positivas visíveis no fim de 2014 é possível ainda ver na Tabela 1.1 que os indicadores macroeconómicos e financeiros, disponibilizados pela FEDICOP, começam também a apresentar valores positivos na mesma altura. A verde encontram-se as variações positivas dos indicadores.

Tabela 1.1 – Indicadores Macroeconómicos e Financeiros de 2008 a 2015, fonte: FEDICOP

Indicadores Macroeconómicos e Financeiros								
Variações anuais (%)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FBCF – Total	-1,8	-10,4	-1,5	-9,4	-16,6	-6,7	2,5	3,7
FBCF – Construção	-5,9	-7,5	0,3	-8,2	-20,0	-14,7	-4,3	4,1
VAB – Construção	-4,0	-8,5	0,9	-6,5	-15,2	-13,1	-3,6	3,7

Apesar destas variações positivas verificadas nos últimos anos, há ainda muita margem para melhorar pois a produtividade da indústria é baixa. É de facto importante investir na adoção de novas práticas que sustentem um melhor desempenho de processos.

O *Lean* na Construção é uma das temáticas que pode contribuir para maior eficiência da indústria. Contudo é uma temática que não é completamente compreendida na indústria da construção em Portugal. Uma das principais razões para esta situação é o facto de que quando se fala em *Lean* tende-se a pensar nas suas origens no setor da indústria automóvel, existindo o pressuposto que estas práticas não se aplicam à construção por ser um tipo de produção completamente diferente da produção na indústria automóvel.

A indústria automóvel cria um produto numa linha de produção e esse produto é realizado várias vezes, devido à repetição associada a este tipo de produção durante os vários ciclos que ocorrem é possível implementar melhorias, eliminar desperdício e melhorar o fluxo de trabalho tornando a produção mais estável, estabelecendo prazos que são mais controláveis como consequência.

Por outro lado a construção pode ser vista como uma linha de produção em que se produz sempre um protótipo, pois os produtos na construção normalmente são únicos. É feito um projeto para cada protótipo que o cliente pretende e depois a linha de produção é movida até o local onde o cliente quer o produto e é aí que se faz a montagem do dito produto.

Existem então elementos que são partilhados com a produção industrial, como o facto de termos uma linha de produção ainda que esta seja deslocada, no entanto, ao contrário da produção em massa, na construção é produzido um produto único. Apesar destas diferenças a aplicação de práticas *Lean* à indústria da construção é possível e recomendada pela literatura.

A presente dissertação focará os desafios do *Lean* na construção, tendo sido desenvolvida no âmbito de um grupo de trabalho da Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC). O grupo é denominado Grupo de Trabalho *Lean* (GT*Lean*). Esta participação consistiu em atividades como dinâmicas de grupo, partilha de informação, e experiências relativas a práticas e conhecimento *Lean*. O grupo tem por objetivo divulgar a filosofia, os conceitos, as práticas e orientações para a implementação dos princípios *Lean* em organizações e/ou empreendimentos de Construção.

A participação no grupo acrescentou valor ao trabalho desenvolvido, em especial devido ao facto de que no GT*Lean* participam organizações e indivíduos com experiência de implementação e aplicação das práticas *Lean* sobre as quais se pretende desenvolver trabalho.

1.2. Objetivos

No presente trabalho, pretende-se compreender melhor os problemas que afetam a produção atualmente. Neste sentido, o estado das ineficiências da indústria servirá para justificar a intervenção *Lean* nas organizações, que podem ajudar a reduzir os problemas recolhidos na análise que foi realizada no decorrer deste trabalho.

Devido aos problemas referidos da situação económica que o setor enfrenta, é importante que as organizações consigam fazer mais trabalho com menos recursos, melhorando a produtividade dos seus processos construtivos, decisivos, de planeamento, entre outros que são abordados pelas práticas, filosofias e conceitos *Lean*.

Com isto dito os principais objetivos deste trabalho podem ser resumidos nos seguintes pontos:

- Levantar as ineficiências atuais da indústria da construção, para identificar as oportunidades existentes. Relacionar as oportunidades identificadas com práticas, filosofias e conceitos *Lean*.
- Desenvolver uma ferramenta de avaliação de maturidade que permita a uma organização avaliar a sua situação atual, relativamente à maturidade de práticas *Lean*. A ferramenta deve também apresentar uma sugestão de práticas *Lean* que podem ser aplicadas às oportunidades detetadas, tendo em conta quais são as áreas mais fracas e fortes da organização.

1.3. Síntese Metodológica

Para alcançar os objetivos propostos, foi definida a metodologia utilizada, que contou com o apoio do GT*Lean*. O desenvolvimento do trabalho no seio deste grupo permitiu uma aproximação às necessidades da indústria, que contribuiu bastante para a elaboração da lista atualizada das ineficiências, e o *feedback* dado em todas as dinâmicas de grupo realizadas foi importante para ter uma perspetiva de entidades que já aplicam *Lean*, face à informação obtida na literatura. Na Figura 1.2 apresentam-se as etapas da metodologia usada.

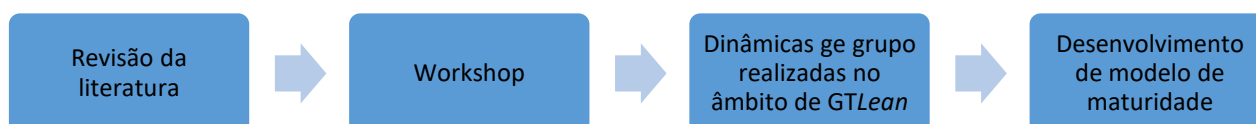


Figura 1.2 – Etapas da metodologia de investigação

A revisão da literatura consistirá na recolha e estudo de trabalhos anteriores. Esta pesquisa terá em conta trabalhos que se foquem nos seguintes temas:

- Oportunidades de melhoria da indústria de construção, e ineficiências;
- Práticas, filosofias e princípios *Lean*;
- Modelos de maturidade existentes, os seus princípios, metodologias e ferramentas.

A recolha de oportunidades na indústria de construção foi feita com base num levantamento das ineficiências existentes na indústria de construção. Apenas foram considerados os estudos mais recentes, que apresentam relevância para o trabalho.

O *workshop* serviu para fazer o levantamento e discussão, das oportunidades de melhoria atuais na indústria de construção em Portugal. Serão apresentados no *workshop*, os resultados obtidos da pesquisa bibliográfica de ineficiências, para abrir a discussão entre os participantes.

O workshop foi realizado nas instalações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e contou com a presença dos elementos pertencentes ao GT*Lean*. Para além dos elementos do GT*Lean*, foram convidadas várias outras entidades da indústria da construção para contribuírem com os seus conhecimentos para a discussão das oportunidades e ineficiências da indústria.

As dinâmicas de grupo realizadas no âmbito do GT*Lean*, foram reuniões agendadas, com um grupo de participantes, pertencentes à indústria da construção e representando entidades como Empreiteiro, Dono de Obra (DO), Fiscalização, Projeto. Nestas reuniões foram discutidas temáticas relacionadas com *Lean* na Construção. Estas discussões passaram pela aplicabilidade de *Lean* à construção, quais as práticas a utilizar, *feedback* relativo a dúvidas encontradas durante o desenvolver deste trabalho e apoio à elaboração da presente dissertação.

Estas reuniões eram realizadas, às vezes por videochamada e outras por reuniões presenciais, em que todas as entidades com disponibilidade compareciam. Foram realizadas um total de 9 reuniões entre Novembro de 2015 e Setembro de 2016.

Estas dinâmicas de grupo culminaram na realização de um seminário no qual o Instituto Superior Técnico participou. Foram feitos dois seminários, um em Lisboa no LNEC e um no Porto na sede da AICCOPN (Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas). No seminário foram apresentados os resultados obtidos pelo GT*Lean*.

O desenvolvimento do modelo de avaliação de maturidade de práticas *Lean*, foi feito com base noutros modelos de maturidade existentes. Foram estudados os conceitos de avaliação, assim como a metodologia e ferramentas utilizadas por outros modelos de maturidade. Outro fator que foi importante para elaborar a proposta é o *feedback* do GT*Lean*.

O modelo final vai ter em conta várias ideias sobre implementação de *Lean* numa organização. Existem vários artigos sobre a matéria, mas muitos sugerem uma implementação faseada de práticas, isto é, ir implementando de acordo com o progresso e capacidades técnicas cada vez mais complexas (Green & May, 2005; Kinnie, et al., 1996).

1.4. Estrutura da tese

Nesta seção são apresentados os capítulos que foram desenvolvidos neste trabalho, assim como uma pequena descrição do conteúdo que cada um irá abordar.

- Estado de arte – Esta seção apresenta uma revisão da literatura existente relevante sobre os temas apresentados, estudos esses de, ineficiências na indústria da construção nacional, casos de estudo e aplicação de práticas *Lean* quer em Portugal ou no estrangeiro, e metodologias de recolha e análise de ineficiências. Também foram investigados os conceitos da implementação *Lean*, para entender os métodos de implementação que ajudaram a desenvolver o modelo de maturidade .
- As ineficiências da Construção e as oportunidades *Lean* – Contém o estudo das ineficiências na indústria da construção. Para tal foi feita uma recolha e comparação entre os estudos nacionais de ineficiências realizados anteriormente, depois com a ajuda do grupo de trabalho foi feito um

levantamento dos problemas atuais da indústria. O objetivo final deste capítulo é relacionar a aplicabilidade das práticas *Lean* com as ineficiências presentes na indústria e também analisar e comparar as ineficiências recolhidas neste trabalho com as anteriores, tendo em conta que desta vez existe *feedback* de elementos com perspectiva *Lean* a contribuir para esta discussão. Através do estudo de ineficiências realizado formaram-se conclusões sobre as oportunidades de melhoria na indústria.

- Modelo de avaliação de maturidade de práticas *Lean* – Neste capítulo foi elaborada uma ferramenta baseada nos conceitos e modelos de maturidade já existentes noutras áreas. O objetivo da ferramenta é analisar a existência de práticas semelhantes às descritas na literatura *Lean*, de forma a poder avaliar os pontos fracos e fortes de uma organização. Além de avaliar a presença de práticas, também tem em conta parâmetros *soft* que são importantes para garantir a aplicação destas práticas, por exemplo compromisso da liderança. Por fim, tendo em conta a avaliação a ferramenta deve sugerir práticas que se apliquem às oportunidades detetadas, assim como uma priorização de quais as práticas a implementar primeiro.

- Conclusão – Depois de elaborado o trabalho será feita uma pequena síntese das conclusões obtidas ao longo do trabalho. Nas conclusões estarão incluídas também um resumo das contribuições deste trabalho, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

2. Estado de Arte

2.1. Ineficiências na construção

As ineficiências representam as oportunidades de melhoria presentes na indústria de construção, e as práticas *Lean* podem ajudar a resolver os problemas apresentados pelas ineficiências

A recolha de informação relativa a ineficiências e causas de atrasos focou-se nos estudos mais recentes. É também importante notar que apenas vão ser estudadas ineficiências e causas de atrasos nacionais. Os estudos analisados são apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Literatura estudada, por ordem crescente cronológica

Literatura utilizada para estudo de ineficiências
Couto, J. P. (2006). <i>Tese de Doutoramento em Engenharia Civil "Incumprimentos dos prazos na Construção"</i> . Universidade do Minho.
Branco, D. M. (2007). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Causas e efeitos dos atrasos na construção"</i> . Instituto Superior Técnico.
Cabrita, A. F. (2008). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Atrasos na Construção: Causas, efeitos e medidas de mitigação"</i> . Instituto Superior Técnico.
André, N. M. (2010). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Modelo de estimação do impacto dos atrasos nos custos de um projecto"</i> . Instituto Superior Técnico.
Martins, J. R. (2011). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Lean Construction na Construção e Engenharia Portuguesas - Oportunidades e desafios para os Donos de Obra"</i> . Universidade Nova de Lisboa.
Cruz, A. F. (2012). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Estudo dos atrasos em edificações correntes"</i> . Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
Silva, A. B. (2014). <i>Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Dificuldades, ineficiências e oportunidades no sector da construção em Portugal"</i> . Instituto Superior Técnico.

O levantamento dos métodos, de recolha e análise de ineficiências, é feito de forma a perceber que ferramentas são utilizadas para avaliar e recolher ineficiências. A maioria dos trabalhos recorre a inquéritos para recolher informação, pois podem ser mandados em massa e é possível obter um grande número de respostas. Já para análise, o método prevalente é usar uma escala de Likert juntamente com um inquérito. A escala Likert consiste em responder a perguntas com um valor entre 1 a 5, sendo 1 corresponde a ineficiência leve, e 5 corresponde a ineficiência muito grave.

Também foi recolhida informação relativa aos parâmetros que são avaliados, através da escala Likert, ou outro método. Alguns estudos realizaram testes de correlação para verificar a validade dos seus dados, estes testes analisam a consistência das respostas dadas.

Os estudos já realizados, por norma, recorrem à elaboração de uma lista de ineficiências que depois é avaliada pelos inquiridos ou entrevistados. Na Tabela 2.2 é possível visualizar como foram elaborados os estudos anteriores, e identificar as diferenças na sua construção.

Tabela 2.2 – Metodologias de análise de ineficiências adotadas pelos estudos anteriores

Métodos de avaliação	Couto	Branco	Cabrita	André	Martins	Cruz	Silva
	2006	2007	2008	2010	2011	2012	2014
Com base numa lista de ineficiências pré-definida?							
<i>Lista de ineficiências prévia</i>	X	X	X	X	X	X	X
Métodos de recolha de dados utilizados							
<i>Entrevistas</i>	X				X		
<i>Inquéritos</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acompanhamento de obra</i>		X	X	X			
Análise quantitativa (atribuição de valor a ineficiência)							
<i>Escala Likert</i>	X	X	X	X	X	X	X
→ <i>Frequência (Probabilidade)</i>	X	X	X	X	X	X	X
→ <i>Gravidade (Impacto)</i>	X	X	X	X	X	X	X
→ <i>Custo</i>					X		
→ <i>Importância FxG (ou relevância)</i>	X	X			X		X
Análise qualitativa (estudo de opinião)							
<i>Ineficiências</i>	X						
<i>Resultados</i>	X		X				X
<i>Indicadores (métodos de controlo)</i>	X				X		
Análise estatística (para validação de amostra ou resultados)							
<i>Teste Spearman (correlação)</i>	X				X		X
<i>Teste de Kendall</i>	X						

De seguida apresenta-se na Tabela 2.3 o universo de amostras dos mesmos estudos.

Tabela 2.3 – Amostra de inquiridos (I) e entrevistados (E) de cada estudo

Estudos	Amostra					
	DO Priv.	DO Púb.	Projetistas	Empreiteiro	Colaboradores	Total
Couto, 2006 (I)	17	62	26	59		164
Couto, 2006 (E)	5	18	8	8		39
Branco, 2007 (I)					20	20
Cabrita, 2008 (I)					13	13
André, 2010 (I)					17	17
Martins, 2011 (I)	8	10	13			31
Cruz, 2012 (I)		8	11	13		32
Silva, 2014 (I)				343		343

Com base nos estudos realizados da bibliografia apresentada, foi feita uma compilação das principais ineficiências e causas de atrasos. Na Tabela 2.4 apresentam-se os resultados.

Tabela 2.4 – Compilação dos resultados dos trabalhos anteriores

Ineficiências	Couto 2006	Branco 2007	Cabrita 2008	André 2010	Martins 2011	Cruz 2012	Silva 2014
Donos de Obra							
Ordens de alterações frequentes	X	X	X		X	X	X
Atrasos nas decisões do D\O		X	X	X	X	X	X
Estipulação de prazos irrealistas	X	X		X	X		X
Falhas de comunicação			X		X		X
Interferência/suspensão de trabalhos		X		X			X
Crítérios de seleção de proposta inadequados	X			X		X	
Atraso na disponibilidade do local		X				X	
Projetistas							
Informação insuficiente anterior à elaboração do projeto	X	X		X		X	X
Erros e divergências nos desenhos	X			X		X	
Atrasos na produção de desenhos	X				X		
Falta de comunicação na fase de conceção	X		X				
Complexidade dos projetos		X	X				
Atrasos na resposta a revisões do projeto				X	X		
Sobrecarga de trabalho					X		
Fiscalização							
Atrasos na revisão e aprovação de documentos		X		X			X
Atrasos na fiscalização e elaboração de ensaios		X		X			
Falta de experiência		X					
Mão-de-obra							
Falta de mão-de-obra qualificada	X		X	X			X
Baixa produtividade	X		X	X			X
Falta de trabalhadores				X	X		
Equipamentos							
Avaria do equipamento							
Falta de equipamento							
Baixa produtividade e eficiência							
Materiais							
Atrasos na entrega de materiais		X	X				X
Atrasos na produção de materiais			X				X
Procura tardia de materiais		X					
Outros fatores							
Atrasos nos pareceres municipais ou de entidades externas	X	X	X	X	X	X	X
Condições climatéricas		X	X	X	X	X	
Falta de financiamento					X	X	X
Condições de solo adversas		X		X		X	
Problemas de vizinhanças			X	X			

É importante notar que existem várias ineficiências que foram levantadas que são consideradas graves, mas que dificilmente representam oportunidades de melhoria devido a serem provenientes de fatores externos. Por exemplo, nada pode ser feito por parte dos empreiteiros, ou Dono de Obra, para reduzir os atrasos nos pareceres municipais ou de entidades externa. O mesmo pode ser dito para as condições climatéricas e de solo adversas.

É de notar que em todos os trabalhos estudados, a presença dos atrasos nos pareceres municipais ou de entidades externa, prevalece ao longo dos anos, sendo já um problema que prevalece dos tempos antes da crise.

Vários inquiridos sugerem que os prazos estabelecidos na construção sejam mais realistas. O estabelecimento de prazos irrealistas é uma fonte de atrasos, e quando não gera atrasos, o apressamento de atividades, para garantir que os prazos são cumpridos, pode levar à diminuição da qualidade do produto final.

Inquiridos diferentes relatam ineficiências diferentes como sendo a causa dos atrasos na obra. Os Donos de Obra dizem que problemas de divergências e erros nos desenhos são uma das principais causas para atrasos em obra. Já os empreiteiros dizem que são atrasos nas decisões por parte dos Donos de Obra que geram os atrasos.

2.2. Lean na Construção

2.2.1. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de Lean

O termo *Lean* foi estabelecido pela equipa de pesquisa internacional que estudava a indústria de produção automóvel internacional de forma a refletir o conceito de redução de desperdício do sistema de produção Toyota e para o contrastar com o sistema de produção em massa ou de manufatura usado no Ocidente (Howell, 1999).

A indústria automóvel nos anos 70 era fortemente dominada pelos americanos e pelos Europeus, nos EUA a General Motors possuía a enorme quota de 40% do mercado de carros e carinhas-leves enquanto a Toyota apenas alcançava os 2% mas com o passar dos anos a Toyota cresceu significativamente a sua quota de mercado, subindo para 3% em 1980, 9% em 1990 e em 2006 alcançou uma quota de mercado de 13%, a General Motors nesta altura já só detinha 26% da quota (Stewart & Raman, 2007), desde 1970 a 2006 a General Motors perdeu 35% da sua quota original, por outro lado a Toyota aumentou em 1300% a sua quota de mercado.

Os começos do Toyota Production System tiveram início na década de 80, nasceu na gigante multinacional Toyota mas duas pessoas em particular são creditadas como tendo sido os pioneiros que criaram o sistema de produção Toyota reconhecido globalmente nos dias correntes. Taiichi Ohno um engenheiro industrial que chegou ao cargo de vice-presidente executivo da Toyota Motor Corporation, e Shigeo Shingo, um consultor da Japan Management Association que prestou serviços à Toyota. Kiichiro Toyoda, antigo presidente da Toyota e Saito Naichi são também referidos como figuras centrais no desenvolvimento do sistema (Womack & Jones, 1996).

As práticas de gestão e produção de Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno foram fortemente influenciadas pelas práticas da indústria norte americana, mas não pelas teorias de gestão. Foi dada grande atenção à vida e trabalho de Henry Ford pela criação e aperfeiçoamento da produção em massa, alguns teóricos apontam para o americano como tendo sido um dos pioneiros da filosofia *Lean*, pois a introdução da produção em massa foi uma das etapas que serviu de base à criação do sistema Toyota (Howell, 1999).

O engenheiro Ohno focou-se em todo o sistema de produção contrário ao tradicional foco na produtividade dos trabalhadores e na produção em massa ajudada por máquinas. Ohno seguiu o trabalho de Henry Ford, continuando o desenvolvimento de uma gestão de produção baseada em fluxo. Ao contrário de Ford que tinha uma procura do seu produto quase ilimitada para um produto *standard*,

Ohno queria produzir carros que correspondessem aos requisitos dos clientes. Com isto em mente, foi possível desenvolver um conjunto de objetivos (Howell, 1999):

- Produzir um carro que vá ao encontro dos requisitos do cliente;
- Entregar instantaneamente;
- Eliminar inventários intermédios.

Ohno e outros engenheiros japoneses conheciam o sistema de produção em massa americano tendo visitado fábricas nos EUA, focadas na atividade em vez do sistema de entrega do produto como um todo. Onde a gestão de topo via eficiência Ohno via desperdício. A pressão de manter cada máquina a funcionar à maior taxa de produção possível criava um inventário devido ao excesso de produção.

Ohno observou também que acabavam por ter defeitos nos carros devido à pressão posta na linha de montagem, defeitos esses que depois atrasariam as linhas de montagem seguintes. Voltar a trabalhar uma parte do carro não poderia ser tolerado no sistema de Ohno pois isto aumentava o tempo de entrega do carro e perturbava o fluxo de trabalho da linha de produção.

No seu sistema os trabalhadores eram forçados a parar a linha de produção ao receber uma parte ou um produto deficiente (nos EUA só os gerentes da linha tinham esse poder). Isto acontece porque de um ponto de vista de sistema refazer o trabalho para resolver o problema faz sentido, enquanto numa perspetiva tradicional de otimização de atividade singular não faz sentido.

A gestão na linha de produção foi também descentralizada através da implementação de ajudas visuais no sistema de produção. Além da formação do pessoal que trabalha na produção é também essencial para que estes saibam identificar e resolver os problemas autonomamente (Howell, 1999).

No fim da década de 70, com o sucesso demonstrado pela filosofia e sistema TPS implementado pela Toyota, *Lean Management* tornou-se uma escolha importante para melhorar o desempenho de negócios nos EUA.

Após este sentimento de necessidade de melhoria e adaptação a novas práticas de gestão Orientais, um dos primeiros casos documentados de aplicação do sistema de gestão Toyota é a fábrica de produção de motores e motas Kawasaki em Lincoln, Nebraska, entre 1975 e 1978. Apesar de existir conhecimento do sistema de gestão Toyota, líderes do mercado norte-americano tiveram uma baixa taxa de adoção do sistema até este ganhar mais notoriedade e atenção na imprensa económica e financeira americana.

A Fevereiro de 1984 a Toyota Motor Corporation estabeleceu uma parceria colaborativa com a General Motors Corporation, chamada de New United Motor Manufacturing, Inc. (NUMMI). Tornou-se a primeira aplicação do sistema TPS feita pela própria Toyota Motor Corporation nos EUA, esta aplicação veio a promover substancialmente o conhecimento *Lean*, em particular na indústria automóvel (Emiliani, 2006).

O governo americano, consciente dos benefícios e da competitividade da aplicação de *Lean*, decide em 1984 investir na realização de um estudo intitulado “International Motor Vehicle Program” pelo Massachusetts Institute of Technology. O estudo tinha como objetivo determinar a razão pela qual a indústria automóvel japonesa era claramente superior em termos de produtividade.

Os produtos produzidos eram de melhor qualidade, a preços competitivos quando comparados com os três grandes produtores de automóveis, norte americanos, General Motors, Chrysler e Ford. Foi neste estudo que o termo “*Lean*” foi adotado por John Krafcik, antigo engenheiro da NUMMI, e que foram identificados muitas das razões para o incremento de produtividade sentido na Toyota após a implementação do novo sistema (Emiliani, 2006).

Yoshiki Iwata, Chihiro Nakao, and Akira Takenaka eram antigos engenheiros industriais e gestores de produção que tinham sido mentorados por Taiichi Ohno quando trabalhavam para a Toyota Motor Corporation, depois da sua saída juntaram-se e formaram a empresa de consultoria Shingijutsu Co., Ltd na cidade de Gifu no Japão com o objetivo de ensinar o sistema TPS a outras companhias. O seu primeiro cliente nos EUA foi a Productivity Inc. em 1987, esta empresa havia sido criada em 1979 para ensinar à gestão de topo, as práticas de gestão industrial japonesas (Emiliani, 2006).

Em 1988 a Shingijutsu teve o seu primeiro cliente industrial, a Danaher Corporation a quem forneceu serviços de consultoria relativos a práticas *kaizen*. Em 1984 a Danaher Corporation tinha concretizado a compra da empresa The Jacobs Manufacturing Company of Bloomfield começando a aplicar as práticas *Lean* de JIT (Just in Time) e fabricação celular no fim de 1987.

Iwata referia à gestão de topo que estavam errados em despedir pessoal devido ao aumento de produtividade alcançado através de *kaizen*, porque através desse pensamento estariam a reduzir possíveis esforços futuros para melhorar. Este estilo de pensamento de Iwata é remanescente da filosofia de respeito pela humanidade, contudo este aspeto é por noma ignorado pois não vai de encontro aos objetivos de curto-prazo que investidores e acionistas influentes têm, isto devesse principalmente a três razões (Emiliani, 2006):

- Os presidentes das empresas têm formas tradicionais de pensar no negócio, tanto no aspeto técnico como o de recursos humanos.
- A gestão não compreende a importância do princípio de respeito pela humanidade.
- Uma grande maioria dos gestores pensa em curto-prazo e em *trade-offs*, como aumentar os lucros reduzindo os custos de mão-de-obra, contrário à filosofia *kaizen* em que a mão-de-obra é vista como valiosa por determinar como reduzir custos através do melhoramento de serviços e produtos.

2.2.2. *Lean* na Construção

O primeiro importante artigo que deu origem à discussão e pensamento *Lean* na Construção apareceu nos EUA na universidade de Stanford, onde o investigador finlandês Lauri Koskela desenvolveu um relatório técnico para o *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), relatório intitulado de “*Application of the new production philosophy to Construction*” (Koskela, 1992).

O interesse por estudar este tema surgiu do desenvolvimento e competitividade acrescida da indústria automóvel japonesa após a implementação da *Toyota Way*, que foi a base da filosofia de pensamento *Lean*. O relatório foi criado então para investigar métodos inovadores de produção com origem na indústria da manufatura e averiguar a possibilidade destes serem aplicados na *Architecture, Engineering and Construction Industry* (AEC) (Almeida, 2002).

Koskela defendeu que os investigadores deviam considerar a aplicação de teorias de produção que melhorassem o produto final da construção, focando-se em 2 aspetos principais, a produtividade e a qualidade de construção. Argumentou que a indústria devia também procurar adotar a filosofia devido ao sucesso que esta teve na indústria da manufaturação e ao incremento de competitividade que os praticantes *Lean* tiveram eliminando o desperdício, contrariamente aos métodos tradicionais utilizados, como o método do caminho crítico que não considera o desperdício da mesma forma que *Lean*.

Da publicação resultaram vários outros artigos na área de aplicação de métodos *Lean* à Construção. Foi no seguimento da publicação deste artigo que surgiram dois dos principais “fóruns” de discussão *Lean*. Em 1993 fundou-se o *International Group for Lean Construction* (IGLC) com origem na Finlândia (Almeida, 2002) e em Agosto de 1997 foi fundado o *Lean Construction Institute* (LCI) com origem nos EUA (Ballard, 2000), sendo o principal objetivo dos grupos desenvolver e promover a investigação e divulgação sobre o tema. A existência destes dois grupos facilitou a revisão da literatura sobre o tema já que reúne e disponibiliza vários artigos de interesse, tendo sido usado nesta tese como uma fonte de literatura.

Enquanto Koskela se foca na possibilidade de adaptação de *Lean* à Construção, surgiu mais tarde um livro que descrevia o pensamento *Lean* em termos gerais para descrever a aplicação de *Lean* para além da manufaturação, descrevendo quais as ideias bases que fundamentam esse pensamento. De acordo com Womack & Jones, (1996) a fundação do pensamento *Lean* a aplicar na Construção baseia-se em cinco princípios:

1. Especificar valor do produto

A compreensão do termo e da ideia de geração de valor é uma das dificuldades de *Lean*. Shingo (1988) que foca a minimização de desperdício, pouco fala ou descreve o termo valor (Koskela & Berstelsen, 2004). O valor não é uma variável intrínseca à construção, pois a definição de valor implica perceber, do ponto de vista do cliente, aquilo que este considera como valor.

Valor é então uma medida subjetiva associada às necessidades e preferências do cliente, por exemplo, a presença de um *jacuzzi* na construção pode representar valor para um cliente mas para outro não. É importante perceber que o cliente e o utilizador final podem também ter ideias diferentes de valor (Garnett, et al., 1998). Tudo o que não gera valor pode ser considerado desperdício.

Devido à relatividade de valor torna-se importante definir valor junto do cliente. A fase inicial da construção, nomeadamente a fase de conceção e projeto é a que tem mais impacto na geração de valor pois é a fase em que existe maior controlo sobre o produto final, por isso é importante a colaboração do cliente nesta fase para que possam ser escutadas as necessidades e critérios de satisfação do cliente de forma a definir valor para aquele produto (Howell & Ballard, 1998).

2. Mapear fluxo de valor

Mapeamento de fluxo de valor serve para identificar todos os passos necessários para criar um produto, podendo ser entendido como um conjunto de tabelas de fluxo de processos, que identificam uma ação que liberta trabalho para a próxima operação (Howell & Ballard, 1998).

Para mapear o fluxo de valor é preciso começar por mapear os processos que dão origem ao produto, não só processos construtivos mas também projeto e conceção, para compreender como é

criado valor. De um ponto de vista estratégico permite definir o fluxo que dá origem ao produto, além do mapeamento incluir o método construtivo de um dado processo pode também permitir avaliar e ponderar o fornecimento de material.

A revisão do mapa de fluxo de valor serve para identificar onde existe desperdício num processo em particular, e permite perceber como este pode ser realizado de forma mais eficiente, através da eliminação de movimentos desnecessários ou outras formas de desperdício (Garnett, et al., 1998).

3. Fluxo do produto sem interrupções

O conceito de fluxo do produto defende que a criação de valor, e por sua vez a produção de componentes, devia ocorrer sem paragens. Esta ideia vai de encontro a um dos objetivos do pensamento *Lean*, de redução máxima do desperdício relacionado com *stocks*. As práticas atuais ignoram ou aceitam a existência de grandes *stocks* consequência da situação comercial atual.

Lean tenta eliminar situações onde a criação de valor num processo é interrompida, isto implica, evitar situações em que nenhuma parte do projeto possa avançar devido a atividades que não acrescentam valor, e evitar situações em que a distribuição de recursos não seja feita no local de montagem (Howell & Ballard, 1998), destas falhas provêm a existência de grandes *stocks* como consequência de um fluxo com interrupções.

Porém, esta ideia de distribuição do recurso exatamente no momento em que é necessário e no sítio onde é utilizado pode não refletir a realidade da indústria da construção, apesar de ser indicada na literatura de *Lean* (Garnett, et al., 1998).

A prática corrente não se preocupa tanto com fluxo consistente mas sim com a velocidade com que uma atividade é completada e com as relações lógicas entre atividades, enquanto no pensamento *Lean* a redução de prazos e custos é conseguida através de consistência no fluxo, isto porque consistência ajuda a reduzir a presença de repetição de trabalhos, erros e correções (Howell & Ballard, 1998).

Melhorar o desempenho das atividades é apenas uma das soluções necessárias para alcançar verdadeira consistência no fluxo, além de ser preciso uma preocupação com o desempenho das atividades é também necessário tirar vantagem de parcerias entre as entidades intervenientes na obra, para que os processos de projeto/concessão e entrega de recursos, funcionem verdadeiramente como um fluxo (Garnett, et al., 1998).

4. Deixar o cliente “puxar” valor do produtor

Puxar valor introduz a ideia de produzir apenas aquilo que o cliente precisa, se o conceito de cliente for alargado ao espectro da obra, podemos dizer que a regra de produção é, que cada unidade de produção realiza apenas o trabalho que o seu cliente de produção necessita (Howell & Ballard, 1998). Esta ideia pode ser arrastada ao longo da cadeia de produção, começando no cliente final que utiliza o produto, e acabando no projeto/conceção. Resumindo, apenas se realiza trabalho que liberte trabalho, desta forma evitam-se interrupções no fluxo de trabalho.

Este conceito implica uma visão que responda rapidamente às necessidades do cliente, quer seja o cliente final ou cliente de produção, subseqüentemente criando um produto que melhor sirva as suas necessidades, desta forma a entrega torna-se mais previsível garantido a redução de interrupções (Garnett, et al., 1998).

A prática corrente envolve métodos “*Push*” (inglês para empurrar), como o método do caminho crítico (CPM), nestes casos o trabalho é feito todo o mais cedo possível e os recursos acabam por estar no local de trabalho antes destes serem necessários (Howell & Ballard, 1998).

5. Perseguir perfeição

O princípio final do pensamento *Lean* é perseguir a perfeição, entregando um produto que satisfaz todas as necessidades do cliente final e sem nada armazenado em *stocks* (Howell, 1999). Este último princípio é um conceito chave pois para ser alcançada a perfeição é preciso ter uma estratégia que questione sempre os métodos e processos de trabalho. Isto implica ter métodos de avaliação de falhas e possíveis melhorias existentes, o que por sua vez leva a um ganho de conhecimento técnico e eventual melhoria dos processos (Garnett, et al., 1998).

Atualmente a gestão da construção é centrada no contrato, com tarefas e objetivos bem definidos para cada interveniente da obra, e a coordenação e controlo das organizações ou equipas é feita através de um plano central, que estabelece uma sequência lógica das atividades, e estabelece prazos para o começo e o término das atividades.

A redução de custos é feita através do aumento da produtividade e a duração dos projetos é reduzida acelerando as atividades, ou alterando a lógica para permitir trabalhos simultâneos. Desperdício é o custo que podia ser evitado dentro das atividades como por exemplo, refazer trabalho, aumentar o tempo das atividades no caminho crítico e gerar inventário excessivo (Howell & Ballard, 1998). A construção é vista como um projeto que combina várias atividades para desenvolver um produto, *Lean* sugere que o projeto seja analisado na sua totalidade, como se o projeto fosse uma única operação.

Torna-se difícil otimizar esta operação, devido à complexidade de interação entre todos os intervenientes num projeto. Embora não se possam aplicar diretamente as práticas de *Lean*, sem uma revisão e adaptação das mesmas à construção, os conceitos por detrás das práticas são válidos. Por exemplo, o conceito de parar a linha para prevenir a passagem de defeitos à fase seguinte, no caso da construção a paragem da linha deve ser feita em projeto para evitar erros e tempo perdido nas atividades subseqüentes (Howell & Ballard, 1998).

Para simplificar a comparação e aplicabilidade de práticas e pensamento *Lean*, a construção pode ser vista como um tipo de produção, para poder ser analisada como um fluxo de trabalho e um processo de transformação que gera valor. Na indústria automóvel a produção é descrita através de fluxos de trabalho e transformação, e o objetivo é fazer o mesmo com a construção, mas enquanto em fábrica temos um fluxo com pequenas inconsistências, a construção é um tipo de produção bastante inconsistente podendo apresentar grandes variâncias no fluxo de trabalho e deve ser gerido como tal (Koskela & Berstelsen, 2004).

Em ambos os artigos que focam a construção como produção (Howell & Ballard, 1998; Koskela & Berstelsen, 2004), é expressa uma das principais diferenças da construção, que é o facto de a construção ser um caso especial de produção em que o produto é sempre um protótipo e não passa à fase de produção em rotina.

Para garantir maior satisfação e qualidade do projeto, devemos ter em conta que em sistemas complexos os problemas de maior relevância devem ser resolvidos na fase de projeto e em consenso pelo maior número possível de intervenientes possíveis, para evitar conflitos futuros. É dado ainda o exemplo da indústria de construção Dinamarquesa, em que o número de reclamações, por parte dos Donos de Obra (DO), tem sido reduzido através de parcerias. Quantas mais partes participarem, mais conformidade se obtém. O objetivo aqui é impedir que se passem erros para a fase seguinte, tal como ocorria na produção automóvel em que “a linha parava” para resolver o problema (Koskela & Berstelsen, 2004). A fase de projeto é de extrema importância na construção por se tratar de um protótipo e o custo de mudança em caso de revisão ou erro de projeto é bastante elevado.

Outra característica importante da construção são os fornecedores e intervenientes, que não são sempre os mesmos, consoante os processos construtivos, local da obra, dificuldade das atividades, alvará, entre outros. Na produção industrial o fornecedor normalmente é o mesmo, logo é mais fácil estabelecer relações e parcerias, e devido à rotina da produção não há tanta inconsistência nos pedidos de material, já na construção é formada uma organização temporária com outras entidades.

A contratação é vista como sendo uma grande causa de desperdício (Eriksson, 2010), os empreiteiros muitas vezes tentam maximizar a utilização de um dado recurso para maximizar os lucros, mas como muitas vezes trabalham em simultâneo com outros empreiteiros num sistema altamente dinâmico e complexo, em que não se conseguem mapear todos os processos, normalmente há falhas na disponibilidade dos recursos, que podem gerar atrasos e conflitos entre as partes (Koskela & Berstelsen, 2004).

Existem casos de estudo nacionais e internacionais, em particular nos EUA, mas trata-se de um país com uma realidade diferente do caso nacional, onde pode ser mais propícia a utilização de pré-fabricação, partilha de conhecimento e informação, e criação de relações de parceria com fornecedores (McGraw Hill, 2013).

Apesar deste contratempo é possível retirar conclusões válidas para este trabalho (Garnett, et al., 1998). Alguns estudos avaliam também a validade de algumas práticas *Lean* através de entrevistas a membros do setor da Construção Civil, mas também apenas em contexto internacional (Salem, et al., 2005), neste caso em particular o estudo foi realizado nos EUA.

O IGLC e o LCI publicam vários artigos com casos de estudo internacionais. Apresentam-se na Tabela 2.5, Tabela 2.6, Tabela 2.7, os resumos dos casos de estudo mais pertinentes (McGraw Hill, 2013; Ferreira, 2010).

Tabela 2.5 – Caso de Estudo 1

UCSF Cardiovascular Building – EUA, San Francisco, California	
Ferramentas utilizadas	Resultados
<p>Value Engineering – foi utilizado na fase de projeto para analisar possíveis soluções alternativas de métodos construtivos.</p> <p>Value Stream Mapping – usado para realizar observações dos processos construtivos, medir produtividade, tempos de fabricação.</p> <p>Kaizen – serviu para propor e discutir soluções aos processos que necessitavam de melhorias</p>	<p>Foi identificada uma oportunidade na montagem de iluminação do hospital. Era perdido tempo na montagem da luz que era colocada no sítio final. Foi então pedido ao fornecedor que fizesse o processo em fábrica e distribuí-se o produto na forma final para que a montagem fosse só a colocação.</p> <p>Investimento dos estudos – +/- 1,800€ Poupança resultante – +/- 45,500€</p>

Tabela 2.6 – Caso de estudo 2

St. Elizabeth Hospital – EUA, Appleton, Wisconsin	
Ferramentas utilizadas	Resultados
<p>A3 Report – relatório padronizado para possibilitar a comparação entre soluções de pré-fabricação diferentes.</p> <p>Pré-fabricação – utilizada à partida para a realização do projeto.</p>	<p>O esforço colaborativo entre o empreiteiro e o fornecedor dos produtos pré-fabricados permitiu que o número de elementos padronizados fosse reduzido. Foram também estudadas as melhores formas de transportes dos elementos, até à obra e depois in situ.</p> <p>Paredes pré-fabricadas – Redução de horas-homem por parede, de 24 h/H para 7h/H</p> <p>Casas de banho pré-fabricadas – Redução de 9,5 h/H para 3 h/H in situ. Com uma redução geral de 1h/H, pois algum trabalho agora era feito na linha de montagem</p>

Tabela 2.7 – Caso de estudo 3

Creche Instituto S. José – Portugal, Vila do Conde, Porto	
Ferramentas utilizadas	Resultados
<p>LPS – utilizadas metodologias do <i>Last Planner</i> para criação de um novo modelo de planeamento e controlo de produção na construção.</p>	<p>Os responsáveis pelo planeamento notam que o planeamento de atividades se torna mais fácil, devido à atenção que foi dada ao planeamento a médio prazo (4 semanas). O empreiteiro não tinha conhecimento de <i>Lean</i>. O acompanhamento da PPC (Percentagem de Plano Completa), revela uma evolução positiva de trabalho realizado à medida que são aplicadas e compreendidas as práticas <i>Lean</i>, e as ferramentas de planeamento LPS.</p>

O caso de estudo em Portugal foca-se na construção de um edifício (Ferreira, 2010). Neste trabalho foram aplicados por exemplo a realização de planeamento de um plano geral de trabalhos (longo prazo), plano de execução a 4 semanas (médio prazo) e um plano de execução a 1 semana (curto prazo). Estes métodos de planeamento vêm da ferramenta *Last Planner* que se encontra descrita na literatura estudada (Salem & Zimmer, 2005).

2.2.3. Modelos de avaliação de maturidade

Os modelos de avaliação de maturidade nasceram na indústria de *software*, sendo o mais conhecido nessa indústria o CMMI (Capability Maturity Model Integrated). De seguida apresenta-se na Tabela 2.8 um resumo dos modelos de maturidade mais relevantes.

Tabela 2.8 – Modelos de maturidade mais relevantes

Modelos	Descrição
Capability Maturity Model Integrated (CMMI)	Desenvolvido pelo Instituto de Engenharia de Software da Carnegie Melon no EUA, é MM aplicável à indústria de <i>software</i> . Contém 5 níveis de maturidade, áreas chave de processo, “ <i>process enablers</i> ”, melhores práticas e objetivos que são caracterizados por atividades e comportamentos.
Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)	Desenvolvido pelo <i>Project Management Institute</i> (PMI), faz parte do “corpo de conhecimento” do PMI, incorpora as partes de maturidade organizacional, e gestão de projeto. Consiste numa lista com mais de 600 práticas com 4 níveis de maturidade. Trata-se de um MM criado com base na extensiva informação quantitativa do “corpo de conhecimento” do PMI, para se aplicar este MM é preciso já existir essa informação.
Berkley Project Management Process Maturity Model	Desenvolvido pelo Dr. Williams Ibbs. da Universidade da Califórnia, Berkeley. Este modelo baseia-se no CMMI e nas melhores práticas de gestão de projeto. Consiste em 5 níveis de maturidade para processos chave de gestão de projeto, características de organização e áreas de foco. Mostra como CMMI pode ser adaptado a outro campo, neste caso gestão de projetos.
Portfolio, Program and Project Management Maturity Model (P3M3)	Desenvolvido pelo <i>Office of Government Commerce</i> no Reino Unido. Combina gestão de portfolio, programa e projeto mas permite a utilização de cada modelo de forma individual nos diferentes campos. Composto por 5 níveis de maturidade, perspetivas do processo de acordo com o campo, e ainda atributos específicos e gerais. Este é outro exemplo de adaptação do CMMI à gestão de projetos.
Standardized Process Improvement for Construction Enterprises (SPICE)	Desenvolvido pelo <i>Centre for Information Technology in Construction</i> (CITC) da Universidade de Salford no Reino Unido. É uma adaptação do CMMI à indústria de construção, baseando-se também como o MM original em 5 níveis de maturidade, processos-chave e “ <i>process enablers</i> ”

Apesar de começarem por ser aplicados na indústria de *software*, começam agora a aparecer na literatura relacionada com *Lean*, que tenta adaptar os conceitos dos modelos de maturidade existentes a *Lean* na Construção (Nesensohn, et al., 2014).

No *Lean* na Construção, os modelos de maturidade específicos à indústria da construção ainda se encontram em desenvolvimento, mas já são referidos em publicações, e alguns modelos adaptados já são utilizados na indústria da construção internacional (Nesensohn, et al., 2014). Os modelos a que Nesensohn se refere pertencem a empresas internacionais e não se encontram disponíveis publicamente, sendo apenas feita uma referência à sua existência.

A sua aplicação em *Lean*, pode ter como principal objectivo ajudar a definir o caminho inicial para empresas “imaturas”, e por outro lado, reforçar os esforços de melhoria contínua de empresas já mais “maturas”. É sempre importante ter um método de medição das melhorias que estão a ser implementadas para contribuir ativamente para a melhoria contínua (Nesensohn, et al., 2015).

A elaboração de um modelo simplificado de maturidade é então baseada em outros modelos, matrizes, ou ideias de avaliação existentes em outras disciplinas *Lean*, como por exemplo *Lean Management*, e também ferramentas como o BIM que utilizam modelos de maturidade, para avaliar a complexidade de um BIM implementado (Sacks, et al., 2009). Não basta avaliar apenas a prática, mas garantir também que existe uma gestão por detrás da equipa ou entidade que pretende implementar

Lean, tendo em atenção outros parâmetros *soft* como liderança, comunicação entre equipa, formação das equipas que irão utilizar *Lean*. Estes parâmetros *soft* são avaliados através dos *process enablers*..

Os modelos de maturidade como SPICE, CMMI e CMM avaliam a maturidade tendo em conta cinco níveis de maturidade. Esses níveis de maturidade são semelhantes pois o SPICE foi desenvolvido a partir do CMMI, e o modelo CMMI foi desenvolvido a partir do CMM. Como SPICE é o modelo mais relevante para a construção, apresentam-se na Tabela 2.9 os níveis de maturidade desse modelo (Sarshar, et al., 2000).

Tabela 2.9 – Níveis de maturidade utilizados no modelo de maturidade SPICE

Maturidade	Características dos níveis de maturidade
Nível 1 – Inicial	A visão e previsibilidade do projeto são baixas ou não existentes. As boas práticas são locais e ocorrem devido a indivíduos com boas práticas, ou seja não conseguem depois ser reproduzidos por outra equipa da organização. O sucesso depende inteiramente da presença de gestores de projeto excecionais e de uma equipa competente.
Nível 2 – Repetitivo	Existe alguma previsibilidade de projeto, existem políticas e práticas para gerir os processos mais importantes, isto permite à organização repetir práticas bem-sucedidas em projetos anteriores. Um processo eficaz por ser caracterizado como praticado, documentado, treinado, avaliado e com capacidade para melhorar. São definidos objetivos de acordo com os requisitos do projeto.
Nível 3 – Definido	Tanto atividades de engenharia como de gestão são documentadas, <i>standardizadas</i> e integradas na organização. Os projetos da organização utilizam versões personalizadas dos documentos <i>standards</i> da organização, que têm em conta as características únicas desse projeto. Neste nível desenvolve-se a capacidade de reter e partilhar boas práticas pela organização em vez de as práticas se manterem localizadas.
Nível 4 – Gerido	A organização tem capacidade de definir objetivos para a qualidade do produto, processo e relações com a cadeia de abastecimento. A produtividade e qualidades são medidas para processos de construção importantes em todos os projetos como parte de um programa de medições da organização. Os projetos ganham controlo reduzindo as variações no desempenho de processos. São menores os riscos de aprendizagem e aplicação de novas práticas.
Nível 5 - Otimizado	No último nível as organizações têm capacidade de identificar, proactivamente, os pontos fortes e fracos dos seus processos de forma colaborativa. Informação recolhida sobre a eficácia de processos é utilizada para analisar a viabilidade de propostas de alteração a projeto e implementação de novas tecnologias. Inovações que explorem as melhores práticas de gestão são identificadas e transferidas pela organização.

Um dos métodos que o SPICE utiliza para determinar a maturidade consiste na análise dos “atributos-chave” e dos *process enablers*. Estes “atributos-chave” são categorias que descrevem o âmbito de aplicação das práticas que se pretendem implementar e melhorar. Os “atributos-chave” são referidos na presente dissertação como categorias, para simplificação de escrita.

Cada nível de maturidade tem um conjunto definido de categorias, que devem ser cumpridos para que esse nível seja alcançado, porém é importante dizer que apenas garantir que são aplicadas as práticas respetivas nas categorias existentes, não é razão suficiente para garantir a maturidade das categorias (Jeong, et al., 2004).

As categorias por si só não servem para avaliar a maturidade, os modelos de maturidade utilizam *process enablers* para avaliar o sucesso de implementação para uma dada categoria. Os *process enablers* avaliam os atributos-chave de acordo com parâmetros *soft*, estes parâmetros são definidos

pelo modelo de maturidade. Os *process enablers* podem ser parâmetro como, existência de liderança, melhoria contínua dos processos, formação de equipas nas práticas aplicadas, entre outros.

Podemos ver um exemplo de aplicação dos *process enablers* às categorias na Figura 2.1 (Sarshar, et al., 2000).

Process Enablers	Atributos-chave (nível 2)						
	Gestão obj.	Planeamento proj.	Acomp. proj.	Gestão sub. contr.	Alteração proj.	Gestão risco	Coord. Equipas
Compromisso	?						
Capacidade	?						
Atividades	?						
Avaliação	?						
Verificação	?						

Figura 2.1 – Exemplo de matriz de resultados para caso de estudo no nível 2 de maturidade

Na matriz, as células cinzentas representam o resultado negativo da relação, por exemplo, não existem métodos de avaliação para nenhum dos atributos-chave no caso de estudo, isto indica que a organização não possui de momento nenhum processo interno de avaliação para controlar e melhorar processos para qualquer uma das categorias (Sarshar, et al., 2000). Nas quadrículas brancas representa-se o oposto, aqui existe capacidade de alcançar maturidade na categoria.

Existem artigos que abordam a construção e validação de um modelo avaliação de maturidade no contexto de *Lean* na Construção (Nesensohn, et al., 2015), (Nesensohn, et al., 2014). É importante ter em conta que um modelo de maturidade serve para se ter uma perceção de qual é o estado de maturidade das categorias, práticas ou outros parâmetros, e não se trata de um manual ou receita, serve mais de sugestão. Através da avaliação de maturidade deve ser feito um planeamento estratégico pela administração ou pelos responsáveis do desenvolvimento das categorias. Por exemplo, em vez de se reforçarem os pontos fracos da organização, pode ser mais fácil para uma organização focar-se em pontos que estão relativamente fortes, e reforçar a sua aplicação e conhecimento pois já existe *know-how* na área.

A avaliação das categorias, por norma, é feita através de questionários, entrevistas, acompanhamento de trabalhos, entre outros, mas existem outras ferramentas mais automatizadas de avaliação de maturidade, é possível ver um método de avaliação mais automatizado em Hamdi & Leite, (2012). Neste caso, é usada uma matriz em vez de um questionário para avaliar a maturidade, mas também tem em conta categorias de *Lean*. Esta matriz foi desenvolvida para avaliar a maturidade do estado atual de aplicação da prática de BIM. Podemos ver na Tabela 2.10 um excerto da matriz.

Tabela 2.10 – Excerto de matriz de maturidade (Hamdi & Leite, 2012)

Nível de maturidade	Riqueza de dados	Ciclo de vida	Funções ou disciplinas
1	Dados básicos	Fase de projeto parcial	Nenhuma função suportada
2	Conjunto expandido de dados	Planeamento e conceção	Só uma função suportada
3	Conjunto de dados melhorados	Construção e Fornecimento	Duas funções parcialmente suportadas

Neste caso é dado um valor de maturidade a cada categoria entre 1 a 10, sendo que o nível 1 de maturidade é o mais baixo e o nível 10 é o mais alto. No exemplo, apenas aparecem os três primeiros níveis para três das categorias existentes nessa matriz. É importante notar que a ideia desta matriz de avaliação é pontuar e analisar as categorias. Como a matriz atribui valores iguais para todos os atributos-chave é preciso depois ter em conta que certas categorias podem ter mais relevância, daí existir um valor de “peso” atribuído a cada categoria para o cálculo final de maturidade.

Como já mencionado, o modelo SPICE é o que tem mais interesse, por ser uma adaptação à construção. Na Figura 2.3 encontra-se um esquema dos objetivos do SPICE. Os objetivos encontram-se nas caixas de texto azuis.

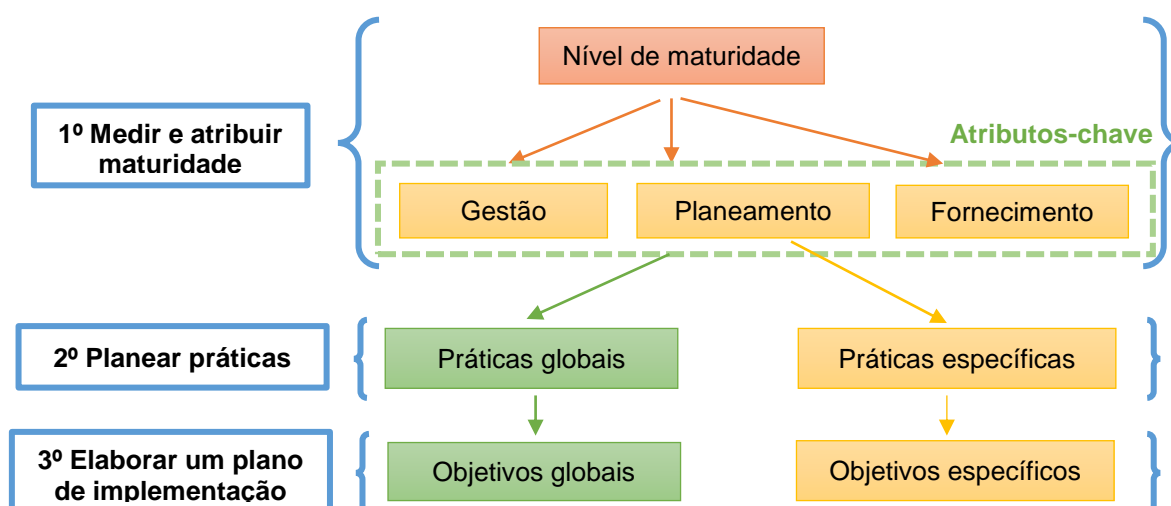


Figura 2.2 – Esquema simplificado dos objetivos dos modelos de maturidade existentes

O modelo de maturidade que se propõe na presente dissertação diferencia-se dos modelos de maturidade existentes, essencialmente por se basear em práticas de *Lean* e a sua implementação. O modelo proposto compara as práticas existentes numa organização com as práticas sugeridas por *Lean*. Depois de feita esta avaliação, o modelo de maturidade propõe ainda a implementação de determinadas práticas *Lean* face à situação revelada pela fase de avaliação do modelo de maturidade proposto.

3. As ineficiências da Construção e as oportunidades *Lean*

A conjuntura atual do setor da construção levanta inúmeros desafios às várias empresas que representam a indústria da construção. Em estudos recentes (Silva, 2014) o principal fator apontado como causador de dificuldades, independentemente do alvará que a empresa detém, é a escassez de negócios face ao volume de concorrência. Por outro lado, as empresas com alvarás superiores indicam também a falta de investimento público como principal dificuldade, pois muitas dependiam da natureza desses negócios para gerar rendimento. Relativamente ao investimento privado este demonstrou-se problemático para todo o espectro de empresas de construção.

A identificação e categorização de ineficiências é parte fundamental à implementação de uma filosofia *Lean*, sem o conhecimento das falhas dentro da organização não se pode introduzir corretamente um ciclo de melhoria contínua que é um princípio da filosofia *Lean*. O conhecimento e acompanhamento das ineficiências permite facilitar o processo de redução de desperdício. A falha na recolha e armazenamento de informação é uma ineficiência por si só, de acordo com Moura & Teixeira, (2007) no setor Português verifica-se que há uma filosofia de pensamento conservador em que a informação não é partilhada, ou não há um tratamento da informação de empreendimentos passados, que poderia ser importante para análise futura.

3.1.Preparação do método de investigação de ineficiências

Com a ajuda do GT*Lean*, foi possível fazer uma nova recolha de ineficiências para atualizar os estudos prévios encontrados e para enquadrar as oportunidades no âmbito *Lean*. A identificação das ineficiências atuais na indústria, permitirá identificar as oportunidades de melhoria existentes.

Enquanto os estudos prévios consideram uma lista de ineficiências extensa, para o âmbito *Lean* apenas se querem considerar ineficiências que possam ser colmatadas por práticas ou pensamentos *Lean*. Um exemplo disto pode ser a presença repetida da ineficiência “Atrasos de pareceres de Entidades Externas ou Públicas”, este resultado pode apresentar significado para os outros estudos, mas no caso em questão, não é um problema que possa ser afetado diretamente pelas práticas *Lean*.

Após uma análise dos métodos de recolha utilizados pelos outros trabalhos foi proposto um *workshop* com membros da indústria da construção para a recolha das atuais. Os outros trabalhos efetuaram a recolha de dados através de inquéritos, entrevistas, estudos de opinião, e acompanhamento de obra. O *workshop* tem a vantagem de juntar os participantes todos ao mesmo tempo o que permite uma orientação mais direta dos participantes para o resultado final que se pretende, existe também uma discussão entre os participantes o que pode ajudar à eliminação de resultados menos relevantes para o âmbito desejado.

3.2. Proposta de modelo para o *workshop*

A proposta foi apresentada pelo *GTLean*, e consistia no preenchimento de um quadro com post-its contendo informação sobre ineficiências e posteriormente soluções e melhorias. Esta foi a proposta utilizada no *workshop*.

O modelo final é apresentado nas Tabela 3.1 e Tabela 3.2, para a 1ª e 2ª parte respetivamente. Na 1ª parte da proposta #1, #2, #... representam os números de cada ineficiência proposta. Já na 2ª parte #1 e #2 representam as ineficiências que foram selecionadas da 1ª parte para a 2ª, sendo que só passam para a 2ª parte 2 ineficiências por parte.

Tabela 3.1 – Proposta de *workshop* do *GTLean*, 1ª parte

Momento da produção	Tabela para a 1ª parte				
	#1	#2	#3	#4	#...
Conceção					
Projeto de Engenharia					
Contratação					
Controlo de Projeto e Execução					
Execução					

Tabela 3.2 – Proposta de *workshop* do *GTLean*, 2ª parte

Ineficiências principais	Tabela para a 2ª parte			
	TOP	Causas		Propostas de melhoria
Conceção	#1, #2			
Projeto de Engenharia	#1, #2			
Contratação	#1, #2			
Controlo de Projeto e Execução	#1, #2			
Execução	#1, #2			

A proposta é constituída pelas seguintes etapas:

- I. Introdução
- II. Enquadramento
- III. Trabalho de grupo
 - a. 1º Parte
 - b. 2º Parte
- IV. Apresentação de resultados

Na introdução é feita uma pequena apresentação pelo coordenador do GTLean sobre o *workshop*, a sua estrutura e alguns conceitos que são utilizados no mesmo, como por exemplo a divisão das ineficiências por fases (tendo por base uma visão de Gestão de Projetos, apresentada na Figura 3.1) e a introdução de alguns conceitos *Lean*, neste caso a categorização dos oito tipos de desperdício sugeridos por *Lean*.

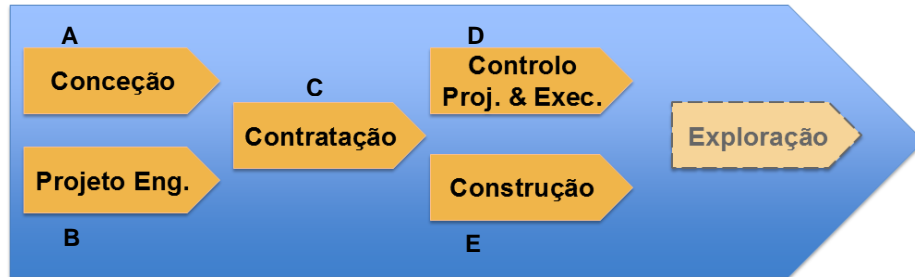


Figura 3.1 – Fases de Gestão de projeto

Para facilidade na recolha de informação cada post-it além de ter o número do grupo que o preencheu, tem uma letra atribuída A, B, C, D, E, respetivamente para Conceção, Projeto de Engenharia, Contratação, Controlo de Projeto e Execução e por fim Construção. Os participantes no *workshop* foram agrupados em três grupos diferentes. Cada grupo preenchia um quadro exclusivo ao grupo.

Após a conclusão da etapa I e II do *workshop* é dado início à etapa III. O trabalho de grupo da etapa III consiste na recolha e discussão de informação relativa a ineficiências. É possível ver na Figura 3.2 como se procedeu à recolha de informação. As fases encontram-se representadas, e podemos ver ainda os post-its preenchidos com informações relativas a ineficiências.

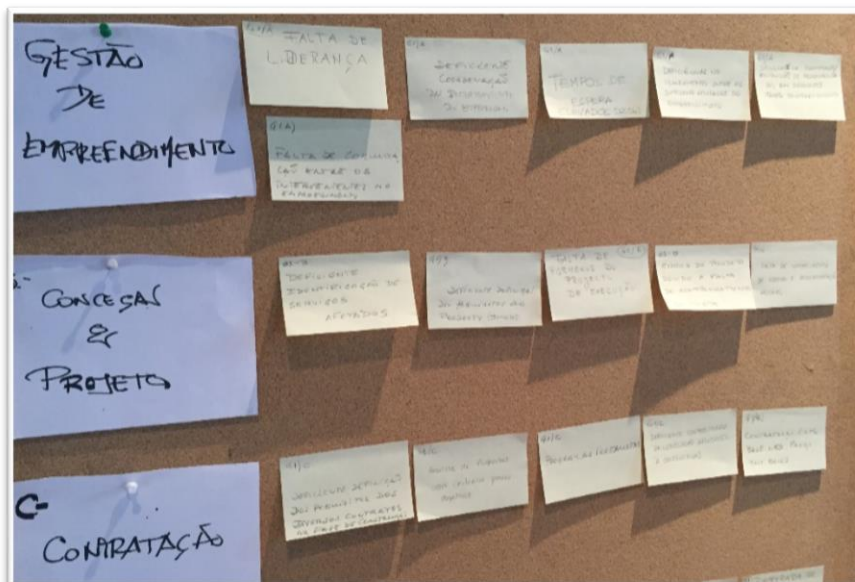


Figura 3.2 – Preenchimento do quadro de ineficiências

A primeira parte da etapa III é dedicada à discussão e descrição das ineficiências que são colocadas nos post-its e por sua vez no quadro. São apresentadas as ineficiências de acordo com a fase em que ocorrem.

Ainda na primeira parte são escolhidas duas ineficiências por cada fase. Estas ineficiências representam problemas que cada grupo de trabalho considerou mais relevante, os problemas escolhidos serão depois trabalhados na segunda parte.

Na segunda parte cada grupo dá início à análise dos problemas identificados como relevantes na primeira parte, e procedem a uma discussão de possíveis oportunidades de melhoria para esse problema. Com a discussão concluída, obtêm-se os quadros visíveis na Figura 3.3.

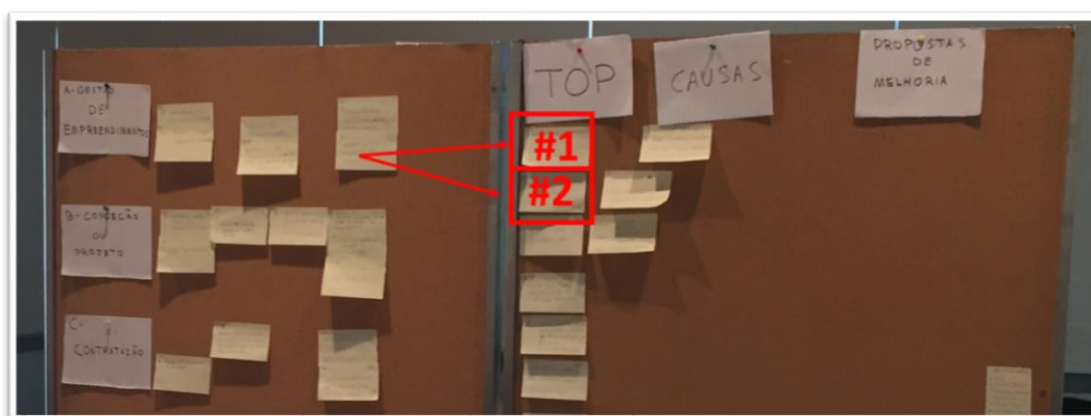


Figura 3.3 – Escolha das ineficiências e preenchimentos de oportunidades de melhoria

3.3. Apresentação, análise e discussão de resultados

Os dados obtidos no *workshop* foram recolhidos para posterior análise e apresentação. Para comparação de resultados foram consideradas as ineficiências mais gravosas de cada estudo assim como outras ineficiências que poderiam não estar incluídas nas listas compiladas nos estudos, mas são mencionadas nas conclusões desses mesmos estudos como relevantes.

Na Tabela 3.3 apresentam-se os resultados da comparação entre os resultados dos estudos anteriores e os resultados obtidos no *workshop*. Na coluna que apresenta os resultados do *workshop* a sigla **T** (abreviado de Top), representa as ineficiências que avançaram para a 2ª parte, e a sigla **M** refere-se a ineficiências que foram mencionadas mas não passaram à 2ª parte. Junto da sigla **T** encontram-se as siglas correspondentes às fases, A, B, C, D e E, e o número que aparece juntamente com estas siglas representa o grupo que preencheu o quadro. As siglas que acompanham o **T** representam a fase em que ocorre a ineficiência, e 1, 2 e 3, representam os 3 grupos de trabalho que constituíram o grupo de trabalho no *workshop*.

Tabela 3.3 – Tabela de comparação de resultados de trabalhos anteriores e resultados do Workshop

Ineficiências	Couto 2006	Branco 2007	Cabrita 2008	André 2010	Martins 2011	Cruz 2012	Silva 2014	Resultados Workshop
Donos de Obra								
Ordens de alterações frequentes	X	X	X		X	X	X	
Atrasos nas decisões do D\O		X	X	X	X	X	X	T 3A
Estipulação de prazos irrealistas	X	X		X	X		X	T 2A
Falhas de comunicação			X		X		X	T 1A
Interferência/suspensão de trabalhos		X		X			X	
Crítérios de seleção de proposta inadequados	X			X		X		T 1B 1C 2A
Atraso na disponibilidade do local		X				X		
Projetistas								
Informação insuficiente anterior à elaboração do projeto	X	X		X		X	X	T 1B
Erros e divergências nos desenhos	X			X		X		T 1B
Atrasos na produção de desenhos	X				X			
Falta de comunicação na fase de concepção	X		X					T 1A
Complexidade dos projetos		X	X					
Atrasos na resposta a revisões do projeto				X	X			
Sobrecarga de trabalho					X			T 3B
Fiscalização								
Atrasos na revisão e aprovação de documentos		X		X			X	
Atrasos na fiscalização e elaboração de ensaios		X		X				
Falta de experiência		X						T 2D 3D
Mão-de-obra								
Falta de mão-de-obra qualificada	X		X	X			X	T 2E 3E
Baixa produtividade	X		X	X			X	
Falta de trabalhadores				X	X			
Equipamentos								
Avaria do equipamento								M
Falta de equipamento								M
Baixa produtividade e eficiência								M
Materiais								
Atrasos na entrega de materiais		X	X				X	
Atrasos na produção de materiais			X				X	
Procura tardia de materiais		X						
Outros fatores								
Atrasos nos pareceres municipais ou de entidades externas	X	X	X	X	X	X	X	
Condições climáticas		X	X	X	X	X		
Falta de financiamento					X	X	X	
Condições de solo adversas		X		X		X		
Problemas de vizinhanças			X	X				

Apenas aparecem na Tabela 3.3 as ineficiências comparáveis aos estudos anteriores. Ineficiências consideradas como externas e não passíveis de resolução por metodologias *Lean* foram evitadas por isso existe uma discrepância na comparação com as ineficiências de fatores externos, que foram consideradas em estudos anteriores.

Na dinâmica de grupo realizada em Março foram apresentados ao GT*Lean* os resultados (Tabela 3.3), para discussão da viabilidade dos resultados obtidos, em particular a possibilidade de estes poderem ser afetados por *Lean*, e qual a prática que poderá contribuir para a melhoria dessa ineficiência, caso os membros do grupo tenham esse *know-how*. Dessa discussão foram selecionadas as ineficiências que representam oportunidades de melhoria pela implementação de práticas *Lean*, apresentadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Tabela de ineficiências escolhidas

A. Gestão de empreendimentos		
Deficiente coordenação dos intervenientes no empreendimento	Falta de comunicação entre os intervenientes do empreendimento	Demora na decisão e análise
Falta de planeamento colaborativo	Ordens de alteração frequentes, em obras em curso	Atraso na disponibilidade do local
Sistemas de informação deficientes		
B. Conceção e projeto		
Deficiente definição dos requisitos iniciais do projeto	Erros de projeto devido a falta de acompanhamento/coordenação	Falta de pormenorização
Baixa qualidade dos projetos e especificações técnicas		
C. Contratação		D. Fiscalização
Deficiente definição dos requisitos dos diversos contratos na fase de construção		Falta de acompanhamento permanente à obra, devido ao excesso de documentos necessários produzir
E. Construção		
Baixa produtividade do setor	Falhas de planeamento	Atrasos na produção de materiais
Falta de mão-de-obra qualificada nos subempreiteiros	Pouca preparação para definição dos métodos construtivos e espaços de trabalho, por falta de tempo	Fiabilidade de equipamentos

Devido ao *know-how Lean* presente no grupo de trabalho esta seleção de ineficiências permitiu identificar problemas que normalmente não são considerados nos outros estudos, este facto já tinha sido constatado na revisão da literatura, em que os praticantes de *Lean* identificam atividades como sendo ineficientes, enquanto os não praticantes de *Lean* as consideram eficientes (McGraw Hill, 2013).

Em particular é surpreendente ver a fiabilidade de equipamentos como escolhida, pois como foi destacado na Tabela 3.3 os equipamentos ao longo dos anos nunca foram considerados relevantes, mas os membros do grupo com *know-how Lean* concordaram que existem práticas que podem ser aplicadas a esta ineficiência, em especial através de uma reparação de equipamentos mais eficiente.

3.4. Comparação das Ineficiências vs. Práticas

Após o levantamento, análise e discussão das práticas, foi decidido que seria importante relacioná-las com as práticas *Lean* que foram recolhidas em conjunto com o GT*Lean*. Das várias reuniões que existiram no grupo foram sugeridas várias práticas a acrescentar à lista de práticas iniciais, assim como foram descartadas algumas práticas, pela sua falta de aplicabilidade ao contexto da indústria da construção. Na Tabela 3.5 apresenta-se a lista final de práticas para posterior avaliação.

Tabela 3.5 – Lista final de práticas escolhidas

Práticas <i>Lean</i>	
Big Room	Integrated Project Delivery
5S	Virtual Design & Construction (BIM)
Last Planner System	Standard Works
Kaizen Events	Spaghetti Chart
A3 Report	Gemba Walk
Visual Control	SMED
Value Stream Mapping	Comboio logístico
Briefing Room	Root Cause Analysis
Kanbans	Value Engineering
Poke Yoke	KPI
Heijunka	TPM

Com a lista apresentada foi possível compilar todos os dados para que se obtivesse uma tabela comparativa das práticas selecionadas na Tabela 3.5 e as ineficiências obtidas na Tabela 3.4.

Para a elaboração da tabela de correlação entre ineficiências e práticas *Lean* foi feita uma revisão da literatura para que todas as correlações se encontrem devidamente justificadas, também se tomou em conta o *feedback* dos membros do grupo de trabalho que contribuíram para a elaboração desta tabela com o seu conhecimento teórico, e em alguns casos, prático, das práticas presentes na tabela.

A revisão da literatura teve em conta cada prática em particular, enquanto o *feedback* do grupo foi dado através de um agrupamento de práticas numa só, este agrupamento de práticas encontra-se explícito na Tabela 3.6, e foi desenvolvido pelo GT*Lean*. O agrupamento é feito pois, a aplicação de uma destas práticas quase que requer a aplicação de outra para que cumpra de forma eficaz a sua função. Por exemplo, *Gemba Walk* identifica o problema, *Root Cause Analysis* descobre a causa, o *A3 Report* regista a ocorrência e *Kaizen* serve como processo de melhoria. Desta forma de pensamento não faz sentido separar as práticas. Também podemos as práticas que são agrupadas partilham o mesmo objetivo, por exemplo, *5S* e *Kanbans*, ambas são ferramentas utilizadas para melhorar a organização de processos e espaços de trabalho.

Tabela 3.6 – Agrupamento de práticas *Lean*

Grupo de práticas	Prática
Resolução, análise, e controlo de problemas	Kaizen Events
	A3 Reports
	Gemba Walk
	Root Cause Analysis
Colaboração de projecto	Integrated Project Delivery
	Building Information Modeling
Ferramentas de controlo/organização	5S
	Kanbans
Optimização de produção de equipamentos	SMED

Apresenta-se na Tabela 3.7 uma legenda que permite analisar mais facilmente a Tabela 3.8.

Tabela 3.7 – Legenda da tabela

	Significado
	Relação mencionada pela bibliografia
	Relação mencionada pelo grupo de trabalho
M	Houve relação com a bibliografia e com a gupo de trabalho
LPS	Last Planner System
RC	Root Cause Analysis
IPD	Integrated Project Delivery
BIM	Building Information Modeling
VSM	Value Stream Mapping
SC	Spaghetti Charts
SW	Standard Works
VC	Visual Control
CL	Comboio logístico
VE	Value Engineering
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
KPI	Key Performance Indicators

Na Tabela 3.8 apresentam-se os resultados da relação feita entre práticas e ineficiências.

Tabela 3.8 – Relação entre ineficiências e práticas

Ineficiências vs. Práticas	Big Room	LPS	Kaizen Events	A3 Report	Gemba Walk	RC	IPD	BIM	5S	Kanbans	VSM	Briefing Room	SC	SW	VC	CL	VE	SMED	TPM	Poka Yoke	Heijunka	KPI
A- Gestão do projeto de Construção																						
Deficiente coordenação dos intervenientes	M	M																				
Falta de comunicação entre os intervenientes	M																					
Demora na tomada de decisões																						
Falta de planeamento colaborativo	M	M																				
Demora na disponibilização do local de obra																						
Ordens de alterações frequentes com obra em curso	M	M																				
Sistemas de controlo de informação deficientes																						
B- Gestão da Conceção + Gestão de Projetos (Design)																						
Deficiente definição dos requisitos iniciais dos projetos																						
Erros de projeto	M	M																				
Falta de acompanhamento dos projetistas na obra																						
Fraca pormenorização																						
Baixa qualidade dos projetos	M	M																				
C- Gestão da Contratação																						
Deficiente definição dos requisitos contratuais																						
D – Gestão do Controlo Técnico (Fiscalização)																						
Fraco acompanhamento de obra																						
Elevada carga administrativa de obra																						
E – Gestão da Construção																						
Baixa produtividade	M	M	M		M	M			M		M			M	M							
Falhas de planeamento	M	M																				
Falta de mão-de-obra qualificada																						
Subempreiteiros não qualificados e/ou não coordenados	M	M																				
Fraca preparação dos trabalhos e dos métodos const.	M	M																				
Atraso nos meios de produção	M	M	M		M	M																
Fiabilidade do equipamento																						
Falta organização de trabalho no estaleiro																						

Algumas das práticas apresentadas na Tabela 3.8, não aparecem expressamente com o nome que está aqui associado, mas são referidas de forma indireta. Por exemplo o nome *Big Room* não aparece em nenhuma tese, mas há várias referências à reunião de todas as entidades envolvidas na fase concepção do projeto onde são discutidas possíveis soluções, e se partilham ideias entre as várias entidades que participam num empreendimento para uma melhor colaboração. Esta é uma clara referência à prática designada por *Big Room*. O mesmo acontece com o *Briefing Room* que aparece como parte íntegra do *Last Planner System*, que aparece designado como *Daily Huddle Meetings* na revisão da literatura (Salem, et al., 2005). Na Tabela 3.9 apresentam-se todas as menções bibliográficas utilizadas para elaborar a Tabela 3.8.

Tabela 3.9 – Referências bibliográficas utilizadas na correlação

Prática	Referências bibliográficas
Big Room	Referências a este tipo de reunião na bibliografia relacionada com IPD e BIM
Last Planner System	(Salem, et al., 2005); (Ferreira, 2010); (Ballard, 2000)
Kaizen Events	(Pinto, 2012); (Pereira, 2012); (Figueiredo, 2009)
A3 Report	(Pereira, 2012)
Gemba Walk	(Pereira, 2012); (Salem, et al., 2005);
Root Cause Analysis	(Howell & Ballard, 1998)
Integrated Project Delivery	(McGraw Hill, 2013)
Building Information Modeling	(McGraw Hill, 2013); (Martins, 2011); (Eriksson, 2010)
5S	(McGraw Hill, 2013); (Pereira, 2012); (Salem, et al., 2005)
Kanbans	(Pereira, 2012); (Figueiredo, 2009);
Value Stream Mapping	(McGraw Hill, 2013) ; (Salem & Zimmer, 2005)
Briefing Room	Referências a este tipo de reunião na bibliografia relacionada com <i>Last Planner System</i>
Spaghetti Chart	Não foram encontradas referências, mas grupo de trabalho assegura a sua utilidade.
Standard Works	(McGraw Hill, 2013); (Ferreira, 2010); (Couto, 2006); (Salem, et al., 2005)
Visual Control	(Salem, et al., 2005); (Howell, 1999);
Comboio Logístico	Não foram encontradas referências na bibliografia de <i>Lean</i> na Construção
Value Engineering	(Salem, et al., 2005); (Almeida, 2002)
Single-Minute Exchange of Die	Referido pelo grupo, em particular para equipamentos.

4. Modelo de avaliação de maturidade de práticas *Lean*

Neste capítulo apresenta-se um modelo de avaliação e sugestão de implementação das práticas de *Lean* identificadas nas dinâmicas realizadas pelo *GTLean*. O modelo tem como base modelos de maturidade já existentes e que foram descritos na revisão da literatura

4.1. Proposta de estrutura e elementos do modelo de avaliação de maturidade

Tendo em conta a estrutura dos modelos de maturidade apresentados no capítulo 2.2.3 - Modelos de avaliação de maturidade, apresenta-se na Figura 4.1 o esquema usado para a elaboração do modelo proposto. No esquema são apresentadas as ferramentas que permitem alcançar os objetivos sugeridos, algumas das ferramentas de avaliação não são utilizadas pelos modelos de maturidade.

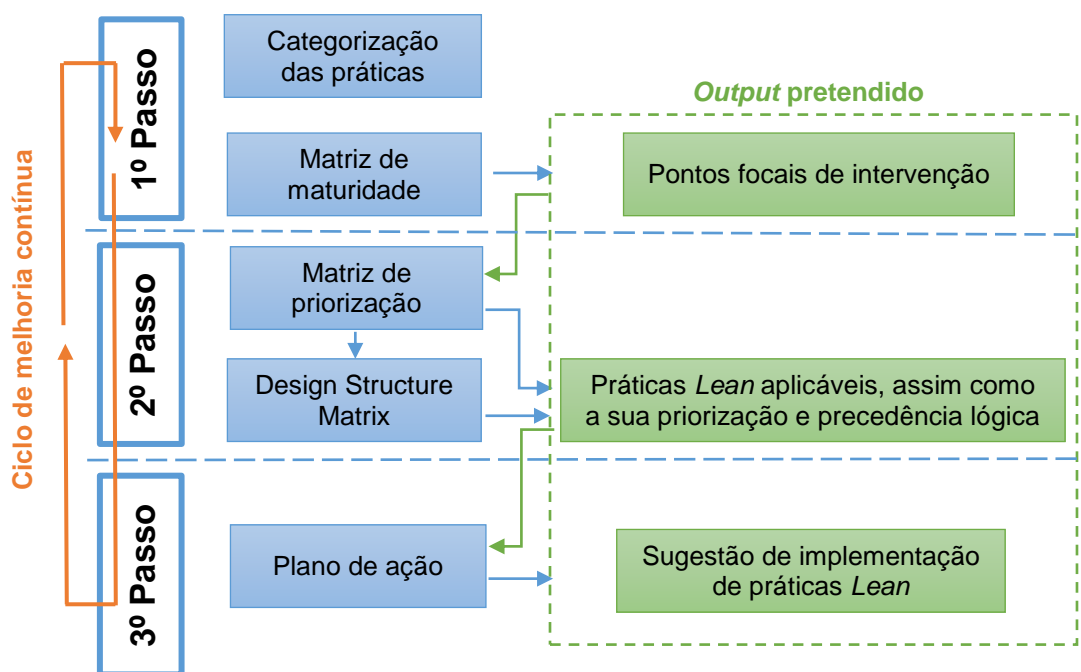


Figura 4.1 – Esquema dos passos usados na elaboração do modelo de maturidade

Os modelos de maturidade baseiam-se maioritariamente na interação entre consultores e especialistas, nos ditos modelos de maturidade e nas práticas a implementar. As interações podem ser ações de formação dentro da organização, acompanhamento do progresso, introdução da organização a cada matéria implementada, avaliações, criação de documentos e supervisão, entre outros.

Com o modelo proposto, pretende-se fornecer às organizações um mecanismo simples, que permita de uma forma independente fazer uma auto avaliação simplificada, para perceber quais as suas falhas e pontos fortes, com o objetivo final de criar um plano de implementação simplificado de *Lean* na Construção.

- **Passo 1: Avaliação de maturidade**

Em primeiro lugar a organização deve auto avaliar-se, para conseguir compreender que boas práticas já implementa, e em que ponto de situação se encontra. Para este primeiro passo sugere-se a utilização de uma matriz de maturidade que avalie os conhecimentos, práticas, *know-how*, estrutura, e filosofia da organização.

É importante perceber a diferença entre modelo de maturidade e matriz de maturidade. Os modelos de maturidade foram criados não só para avaliar as organizações mas também para as guiar na melhoria dos seus processos, práticas de gestão, estrutura organizacional e desenvolver uma cultura de excelência. Uma matriz de maturidade apenas avalia a maturidade de processos, ferramentas e atributos-chave.

Incluído neste primeiro passo está uma proposta de matriz de maturidade simplificada, que permita avaliar e classificar a organização tendo em conta categorias que representem o âmbito das práticas (Nesensohn, et al., 2014). Também serão avaliados parâmetros *soft*, como compromisso da organização, entre outros.

A categorização permite relacionar as práticas com as questões apresentadas na matriz de maturidade. É necessário categorizar os pontos chave de intervenção das práticas aplicadas, uma vez que são estas categorias que representam o âmbito de aplicação das práticas.

- **Passo 2: Avaliação e priorização das práticas**

O segundo passo foi construir uma matriz de priorização de práticas *Lean* com o intuito de priorizar a implementação das práticas mais benéficas. Tal, justifica-se pois os recursos para implementação e/ou a visão estratégica limitam as práticas a implementar.

Neste passo foi também criada uma *Design Structure Matrix* (DSM), sendo esta uma ferramenta que permite relacionar várias práticas e verificar a existência de relações de sinergia entre as mesmas. A DSM é geralmente utilizada para criar relações de precedência entre práticas ou processos. No entanto, quando esta ideia foi apresentada nas dinâmicas de grupo, todos concordaram que não deveria existir uma limitação deste género no modelo. A DSM é apenas sugestiva, pois o grupo concorda que os seus resultados são úteis e que existem sinergias entre diferentes práticas

Passo 3: Plano de ação

O terceiro e último passo consiste na criação do plano de implementação. Este passo tem em conta todos os *outputs* das ferramentas descritas nos passos 1 e 2, e tendo essa informação como *input*, o plano de ação deve fornecer como *output*, o plano de implementação.

Depois o modelo pode ser aplicado num ciclo de melhoria contínua em que se repetem os passos para que haja uma progressão e melhoria da gestão dos processos. É de notar que este trabalho foca apenas numa pequena parte do modelos de maturidade, existem muitos outros fatores a ter em conta para além de práticas. Tais fatores necessitariam de um acompanhamento por uma equipa durante a implementação de *Lean* com vista a avaliar em pormenor os resultados obtidos desta implementação.

4.2. Passo 1: Avaliação de maturidade

4.2.1. Categorização de práticas e ineficiências

A categorização é uma parte fundamental deste trabalho, pois permite relacionar ineficiências com práticas e possíveis soluções. Como já visto em estudos anteriores, a categorização não é algo de novo e faz parte de um bom plano de implementação (Green & May, 2005).

Para um plano de implementação faz sentido que as categorias consigam refletir o âmbito de aplicação das práticas *Lean* (Etges, et al., 2012). Também se pode ter uma categoria para a fase de aplicação como já visto em Eriksson (2010), e em Green & May (2005), sendo que nestes artigos cada fase subsequente de implementação assume uma maturidade maior, ou pelo menos um maior compromisso em obter novo *know-how*. A ideia de implementação faseada está também presente nos modelos de maturidade. O CMMI em particular oferece duas soluções de tipo de implementação, uma faseada e uma contínua.

A ideia de categorizar processos não está presente somente nos artigos de *Lean* na Construção (Etges, et al., 2012; Eriksson, 2010; Green & May, 2005), está também presente nos modelos de maturidade sob a forma de atributos-chave e dos *process enablers*, em que cada um destes termos descreve um tipo de categoria. Os atributos-chave focam-se no âmbito de aplicação e os *process enablers* focam-se em elementos que possibilitam a correta implementação das práticas.

O âmbito de aplicação do modelo em estudo, é inferior ao âmbito de um modelo de maturidade, uma vez que apenas pretende avaliar pontos fracos e fortes para implementação de práticas. Assim sendo o foco nos *process enablers* e nas práticas terá um âmbito menor, estes são avaliados nos modelos de maturidade com uma profundidade muito maior, a análise completa exige a elaboração de entrevistas e o acompanhamento de várias entidades da organização durante a implementação (Sarshar, et al., 2000).

Tendo isto em conta foi elaborada uma categorização por “âmbito de aplicação” de práticas. As práticas são categorizadas de acordo com o seu âmbito de aplicação. Isto é útil na matriz de maturidade pois o *output* dessa matriz é um valor para cada uma dessas categorias e, assim consegue-se retirar os pontos fortes e fracos. As categorias são aplicáveis aos *process enablers*. A criação das categorias permite relacionar a análise e a elaboração da matriz de maturidade, a matriz de priorização, a DSM e a elaboração do Plano de ação.

Segundo Nesensohn, et al., 2015, são também sugeridas algumas categorias, intituladas de atributos-chave, tendo já em conta que seriam depois aplicadas num modelo de maturidade de *Lean Constructon*.

Etges, et al., 2012, compilou um grupo de categorias para práticas *Lean* através de uma pesquisa bibliográfica de artigos relacionados com LC e LP publicados no IGLC. Na Tabela 4.1 apresentam-se as categorias compiladas segundo o autor. É importante notar que estas categorias são semelhantes às “áreas de processo” dos modelos de maturidade.

Tabela 4.1 – Categorias referidas em trabalhos bibliográficos de LP e LC (Etges, et al., 2012)

Categorias	
Recursos Humanos, e trabalho autónomo	Controlo de qualidade
Melhoria contínua	Gestão de cadeia de abastecimento e logística
Trabalho Standarizado	Tecnologias de informação e comunicação
Segurança e Sustentabilidade	Planeamento e controlo de projeto e produto
Produção "puxada"	Controlo de custos
Controlo Visual e Métricas de performance	Fluxo contínuo
Planeamento e Controlo de produção	"Montagem rápida"
Layout e fluxo	TPM (<i>Total Productive Management</i>)

Estas categorias sugeridas representam uma pesquisa feita para encontrar âmbitos de aplicação mais comuns na bibliografia de LC e LP do IGLC. Tendo em conta o número de práticas seleccionadas, as categorias que não encaixam no contexto das práticas encontram-se sombreadas a amarelo. Na Tabela 4.2 encontra-se a justificação de eliminação de cada categoria.

Tabela 4.2 – Eliminação de categorias

Categorias	Justificação para remoção
Segurança e Sustentabilidade	Não temos práticas que possam ser relacionadas diretamente com este âmbito
Controlo de qualidade	Poderá ser agrupada com o Planeamento e Controlo de Produção, é uma consequência, autor refere este facto também
Gestão de cadeia de abastecimento e logística	Não temos práticas que possam ser relacionadas diretamente com este âmbito
Controlo de custos	Isto é o objectivo de todas as práticas já que a ideia <i>Lean</i> é acrescentar valor, é o âmbito de todas as práticas
Fluxo contínuo	É uma consequência da aplicação de outras práticas, o próprio autor diz que é causado por identificação e resolução de problemas e por fim planeamento e controlo.
"Montagem rápida" (Adaptação rápida)	Este termo vem da produção na indústria, é a capacidade de mudar a linha de produção perante variações na procura
TPM (<i>Total Productive Management</i>)	TPM é uma prática, não uma categoria, o próprio autor da tabela faz esta referência

Muitas das categorias, como é evidente nas justificações, já tinham sido descartadas pelo próprio autor da tabela. Parte da literatura investigada pelo autor ainda é antiga, razão pela qual existem algumas referências que parecem ter tido origem na indústria automóvel e não na construção. Um dos princípios retirados na revisão da literatura é o facto de que o controlo de qualidade é feito no planeamento, razão pela qual, não fazia sentido separar o controlo qualidade do planeamento da produção e do projeto, respectivamente.

A presença de categorias com relacionadas com a produção industrial pode ser devido à presença de artigos que tentavam estabelecer a ligação entre os dois sectores no início da temática de *Lean* na construção. Feita a análise das categorias, encontra-se na Tabela 4.3 as categorias que serão utilizados no decorrer de dissertação.

Tabela 4.3 – Categorias sugeridas

Categoria	Descrição do âmbito de aplicação das práticas
1. Recursos Humanos e trabalho autónomo	Acrescenta valor aos recursos humanos no setor produtivo, através de treino, formação, motivação, desenvolvimento de equipa, políticas salariais. Autonomia de trabalho é um aspeto importante para evitar “quebras de fluxo” na produção.
2. Melhoria contínua	Identificação de problemas nos processos, grupos de discussão de problemas, implementação de <i>benchmark</i> e desenvolvimento de ferramentas de <i>feedback</i> internas.
3. Trabalho Standardizado	Utilização de “manuais” de operação e medidas standardizadas para evitar desperdício na produtividade e qualidade. Com a introdução de standardização espera-se alcançar qualidade no trabalho, na produção e no produto.
4. Planeamento e Controlo de produção	Estabelecimento de um calendário de longo prazo, um de médio prazo e um de curto prazo que deve definir as atividades a concluir no curto prazo. Estes calendários podem todos pertencer a uma só peça (PPC, parte do <i>Last Planner</i>). Estabelecer métodos de distribuição e controlo de produção ao longo de todas as fases dos processos, essencial perceber as ligações entre várias actividades. Referem <i>Last Planner</i> como uma das práticas com maior utilização e divulgação.
5. Planeamento e controlo de projeto e produto	Além de serem estabelecidas as condições de prazos, controlo e garantia de compatibilidade entre especialidades, na fase de projeto é importante perceber o que trará valor ao produto final de acordo com o cliente. Para isto é necessário usar métodos, por exemplo, de pesquisa de mercado, análise de satisfação e <i>feedback</i> do cliente.
6. Produção "puxada"	Este é um dos principais princípios da produção <i>Lean</i> , em particular no sistema <i>Last Planner</i> . A ideia é realizar trabalho para que este seja concluído exatamente quando o cliente precisa dele (ex: a montagem da cofragem acaba na altura em que esta é precisa). Para conseguir alcançar este objectivo porém é preciso métodos de produção muito fiáveis, sistemas multidisciplinares de trabalho, controlo de produção e logística (Kanbans), e controlo de tempos de ciclo e inventário.
7. <i>Layout</i> e fluxo	Otimização de localização de locais de armazenamento, estudo de <i>layouts</i> para movimento de materiais e pessoal de forma a reduzir desperdício relacionado com deslocações desnecessárias. Deve-se analisar os fluxos atuais de movimentação, criar mapas de movimentação específica para a entrega de materiais na altura certa e no sítio certo. (Pode fazer parte de um PPC)
8. Tecnologias de informação e comunicação	A utilização de tecnologias de informação é feita em conjunto com a produção, distribuição, armazenamento. Na construção os primeiros usos de TI foram aplicados a controlo de fluxo, gestão da cadeia de abastecimento e elaboração de projetos. É preciso também desenvolver sistemas de comunicação adequados entre as equipas de projeto/produção.
9. Controlo Visual e Métricas de performance	Ajudas visuais que permitam identificar um processo e verificar se existe algum desvio da referência/ <i>benchmark</i> de forma imediata. Na construção a gestão e controlo visual ocorre em nove campos: Processo, performance, conhecimento, inventário, manutenção, segurança, qualidade, produção e imagem. Por exemplo no <i>Last Planners</i> , o controlo visual pode demonstrar Kanbans, trabalho standardizado, mapas, <i>benchmarks</i> de performance.

A validade das categorias escolhidas foi discutida numa das dinâmicas de grupo realizadas chegando-se a um consenso sobre a sua validade. O grupo, já em dinâmicas anteriores, mostrou algum interesse em agrupar práticas pois muitas tinham objetivos semelhantes. A discussão sobre o agrupamento de práticas ocorreu nas dinâmicas de grupo, e na realização do *workshop* já tinha sido elaborada uma tentativa de agrupar práticas segundo o âmbito de aplicação. Este primeiro agrupamento de práticas foi referido, e visto, na Tabela 3.6.

4.2.2. Elaboração da matriz de maturidade, questionário de boas práticas

Uma matriz de maturidade é uma ferramenta que permite avaliar a maturidade de algo, neste caso, avaliar a presença de boas práticas que estejam relacionadas com as práticas *Lean*. Esta matriz avalia as categorias da organização, tendo em conta um questionário elaborado neste capítulo.

No caso em estudo optou-se por realizar um questionário como método de avaliação da matriz, seguindo o exemplo dos modelos apresentados na revisão da literatura. A ideia de realizar um questionário para avaliação, e a estrutura das perguntas foi baseada nos modelos CMM, CMMI e SPICE

As empresas que aplicam os modelos de maturidade, normalmente são empresas que emitem certificações de maturidade, essas mesmas empresas normalmente oferecem serviços de consultoria para implementação de boas práticas e desenvolvimento da maturidade.

Antes de elaborar o questionário é necessário estabelecer uma ligação com as categorias para poder depois atribuir a pontuação de acordo com as respostas dadas. O preenchimento das células da matriz (Tabela 4.4) foi feito tendo em conta as categorias definidas e a aplicabilidade das práticas em relação a essas mesmas categorias. Os resultados são apresentados na Tabela 4.4

Tabela 4.4 – Relação entre as práticas *Lean* e as categorias sugeridas

Categorias	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Práticas									
Big Room	■								
Last Planner System				■		■			
Kaizen Events		■	■						
A3 Report		■	■						
Gemba Walk	■	■							
Root Cause Analysis		■							
Integrated Project Delivery	■				■	■		■	
Building Information Modelling - BIM	■				■			■	
5S			■						
Kanbans						■			
Value Stream Mapping		■							
Briefing Room	■								
Spaghetti Chart							■		
Standard works			■						
Visual Control									■
Comboio logístico						■	■		
Value Engineering				■	■				
SMED				■			■		
Poka Yoke					■				
KPI									■
Heijunka						■			
TPM				■					

Agora que se tem uma relação com os atributos-chave é possível desenvolver um questionário baseado em perguntas relacionadas com as práticas *Lean*. Através da Tabela 4.4 podem-se usar as respostas dadas no questionário para pontuar os atributos-chave respetivos. É possível que algumas práticas pontuem em mais que um atributo-chave pois podem intervir em várias áreas.

O questionário foca-se em perguntas relacionadas com as práticas selecionadas pelo *GTLean*. Estas perguntas conseguem ser mais objetivas que as que são normalmente apresentadas noutros modelos de maturidade. Assim pretende-se evitar a ambiguidade que os outros modelos apresentam nos seus questionários. Esses modelos têm depois uma fase de entrevistas, acompanhamento de implementação, formação, algo que este modelo não irá conter, razão pela qual não há muito espaço para ambiguidade no questionário.

O questionário foi também desenvolvido também tendo em conta a complexidade de implementação das práticas. Para tal, foi feita uma dinâmica de grupo no *GTLean* para partilhar as opiniões sobre a dificuldade de implementação das práticas e chegou-se aos resultados da Tabela 4.5, em que E, M e B representam respetivamente um nível elevado, médio e baixo de complexidade de implementação.

Tabela 4.5 – Complexidade de implementação sugerida

Complexidade					
Práticas		Práticas		Práticas	
Big Room	B	BIM	E	Visual Control	B
LPS	E	5S	M	Comboio logístico	E
Kaizen	M	Kanbans	B	Value Engineering	E
A3 Report	B	VSM	E	SMED	E
Gemba Walk	M	Briefing Room	B	Heijunka	M
RCA	M	Spaghetti Chart	B	TPM	E
IPD	E	Standard works	B		
Poka Yoke	M	KPI	M		

As práticas com maior complexidade devem ter maior peso na pontuação final dos atributos-chave correspondentes. Por esta razão decidiu-se que o número de perguntas feitas para cada prática seria proporcional à sua dificuldade, até porque práticas mais complexas têm mais passos e práticas que necessitam ser implementadas.

Tendo em conta esta lógica decidiu-se que as perguntas de complexidade elevada de implementação teriam **dez** perguntas, as de dificuldade média teriam **cinco** perguntas e as de dificuldade baixa teriam **três** perguntas. Sendo que todas as perguntas pontuam de forma igual nos respetivos atributos-chave. As perguntas tal como nos questionários de outros modelos são de resposta “Sim” ou “Não”.

Nesta fase, já se encontram estabelecidas as relações entre as categorias e as práticas, e o número de perguntas por prática encontra-se definido. Durante este processo de desenvolvimento do questionário são atribuídas pontuações às respostas dadas, isto é, cada pergunta que é respondida com “Sim” dá um ponto para a pontuação total e é atribuído à categoria correspondente.

As perguntas foram desenvolvidas tendo em conta os processos que constituem as práticas apresentadas. Cada pergunta tenta relacionar processos ou práticas correntes de uma organização, com as práticas ou processos que são descritos na bibliografia *Lean*, ou descritos pela experiência profissional dos membros do GT*Lean*.

Para efeitos de cálculo no Excel, existe na folha de cálculo uma *framework* do questionário que mostra o atributo-chave correspondente a cada pergunta individual. Na Tabela 4.6 é possível ver um esquema das categorias em que cada prática pontua, assim como o peso que cada categoria tem na pontuação final.

Tabela 4.6 – Framework para pontuação de perguntas

	Big Room	LPS	Kaizen Events	A3	Gemba Walk	RCA	IPD	BIM	5S	Kanban	VSM	Briefing Room	Spaghetti Chart	Standard works	Visual Control	Comboio logístico	VE	SMED	Poka Yoke	KPI	Heijunka	TPM	
Categorias																							
Recursos Humanos	3	2			1		3	2				3											
Melhoria contínua			4	2	4	5					10												
Trabalho Standarizado			1	1					5					3									
Planeamento e Controlo de produção		5					3										5	8			5	10	
Planeamento e controlo projeto/produto							3	4									5		5				
Produção "puxada"		3								3							1						
Layout e fluxo													3			9		2					
Tecnologias de informação e comunicação							1	4															
Controlo Visual e Métricas de performance															3						5		

No final obtém-se os seguintes valores máximos de pontos possível para cada categoria, (vide Tabela 4.7).

Tabela 4.7 – Pontuação máxima possível para cada categoria

Categorias	Pontuação máxima
Recursos Humanos, multifuncionalidade e trabalho autónomo	14
Melhoria contínua	25
Trabalho Standardizado	10
Planeamento e controlo de produção	36
Planeamento e controlo projeto/produto	17
Produção "puxada"	7
Layout e fluxo	14
Tecnologias de informação e comunicação	5
Controlo Visual e Métricas de performance	8

Como é possível verificar, a distribuição de pontuação pelas práticas não é equilibrada, tal era espectável uma vez que a maioria das práticas focava-se na área operacional. Para que as práticas possam ser comparadas é feito então um rácio entre as perguntas respondidas e o valor máximo, obtendo um rácio entre 100 e 0 que permite comparar a maturidade das categorias.

Além das perguntas pontuarem individualmente em cada categoria, pontuam também para a maturidade da sua prática, assim obtém-se um valor entre 0 e a máxima pontuação respetiva à dificuldade da prática, ou seja de 0 a 3 para práticas de baixa complexidade, 0 a 5 para média, e de 0 a 10 para elevada.

Com o questionário já elaborado e o sistema de pontuação posto em funcionamento os resultados obtidos podem ser demonstrados sobre a forma de gráficos radar, que indicam os graus de maturidade dos atributos-chave. Na Figura 4.2 apresenta-se um exemplo de um possível resultado.

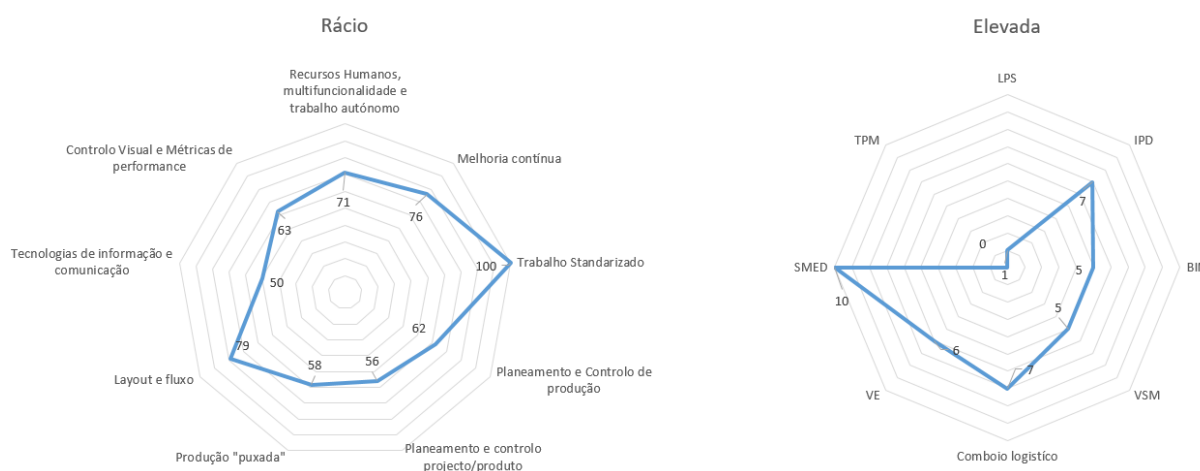


Figura 4.2 – Exemplos de demonstração de resultados no gráfico radar

Os resultados do primeiro passo do modelo de maturidade são apresentados sobre a forma de gráficos radar, para permitir a sua fácil interpretação. Assim toda a informação relevante é utilizada na elaboração dos passos seguintes, consistindo nos parâmetros apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Parâmetros a serem utilizados no Passo 2

Parâmetros
Valor da maturidade para cada atributo-chave
Valor de maturidade individual para cada prática de grau de complexidade baixa
Valor de maturidade individual para cada prática de grau de complexidade média
Valor de maturidade individual para cada prática de grau de complexidade elevada

No Anexo 1 – Questionário de práticas, encontra-se a lista completa de perguntas presentes no questionário.

4.2.3. Elaboração da matriz de maturidade, questionário dos *process enablers*

Durante as dinâmicas de grupo foi expresso que avaliação não deveria ser feita apenas através de um questionário de práticas. O passo de avaliação do modelo de maturidade não devia apenas focar-se apenas em questões relacionadas com práticas. Com base nesta sugestão incorporou-se no modelo um questionário relativa aos parâmetros *soft* que permitem a implementação e o sucesso das práticas *Lean*.

Dos vários modelos de maturidade estudados, a grande maioria descreve ou menciona aspetos que contribuem para uma implementação com sucesso de *Lean*. Os modelos de maturidade chamam a estes aspetos de *process enablers*.

Os *process enablers* podem ser usados como meio de avaliação para a implementação de práticas *Lean*. Eles descrevem os campos ou áreas que precisam de existir, e estar suficientemente desenvolvidos para conseguir alcançar uma implementação de novas práticas com sucesso (Sarshar, et al., 2000).

O principal objetivo dos *process enablers* é garantir que as práticas que foram implementadas continuam a ser melhoradas, com processos bem definidos e estruturados, e que a informação sobre estas práticas é partilhada dentro da organização. Estes parâmetros ajudam a garantir que uma prática implementada não será apenas um caso de estudo dentro da organização, mas sim uma ferramenta que fará parte da estrutura da organização.

Vamos basear-nos nos métodos de avaliação que os modelos de maturidade apresentados utilizam, em particular o modelo SPICE. Os *process enablers* propostos serão os descritos no modelo de maturidade SPICE. São apresentados na Tabela 4.9 os *process enablers* que serão utilizados no modelo proposto na presente dissertação.

Tabela 4.9 – *Process enablers* como descritos no modelo de maturidade SPICE

Process enablers	Descrição
Compromisso e liderança	Requer que a organização tome ações para garantir que os processos são implementados e mantidos. Tipicamente isto significa estabelecer políticas que possam ser partilhadas dentro da organização
Capacidade de implementação	Descreve as condições que devem existir previamente à implementação competente de um processo ou técnica. Significa ter os recursos adequados (físicos, virtuais e tempo), uma estrutura organizacional, e treino formal ou informal.
Atividades, compreensão e conhecimento	Descreve as atividades, funções, responsabilidades, medidas e procedimentos necessários para implementar os processos. Tipicamente envolve criar manuais, planos.
Avaliação de processos	Resume-se a um processo interno de avaliação e revisão que ajuda a gerir e melhorar os processos. Durante as fases iniciais de maturidade isto implica melhorar processos existentes. O foco aqui é melhorar internamente a equipa de projeto.
Verificação de resultados	Aqui considera-se se as práticas implementadas estão de acordo com os procedimentos e guias. Adotar verificações de processo é importante para enfatizar a necessidade de uma garantia de qualidade independentes, isto é verificações externas. Este processo é utilizado pelas organizações para determinar falhas, causas e criação de possíveis soluções.

Com a definição dos *process enablers* é possível avaliar os elementos que apoiam a aplicação das práticas *Lean*. Foram elaboradas quatro questões para cada *process enabler*, com base na sua descrição e objectivo. A ideia de atribuir uma pontuação aos *Process Enablers* foi identificada na revisão da literatura, sendo aprofundada com base no trabalho de Maasouman, (2014). Cada uma das questões elaboradas tem cinco respostas possíveis que são comuns a todas as perguntas. Na Tabela 4.10 apresentam-se as pontuações de cada resposta possível.

Tabela 4.10 – Pontuação das respostas relacionadas com *process enablers*

Respostas possíveis	Pontuação
Não aplicável	0
Concordo ligeiramente	5
Concordo parcialmente	10
Concordo fortemente	20
Concordo Plenamente	25

Com as questões para os *process enablers* elaboradas é possível agora atribuir pontuação às categorias respetivas. No Anexo 2 – Questionário dos *process enablers* encontram-se explicitas todas as perguntas que fazem parte do questionário elaborado para avaliação dos *process enablers*.

É possível ver na Figura 4.3 um excerto do questionário elaborado.

Process Enablers	Compromisso e liderança		
Questões relativas aos process enablers	São estabelecidas políticas que promovam a implementação das novas práticas	São estabelecidas políticas que promovam a continuidade das novas práticas	A implementação das novas práticas é suportada e apoiada pela gestão de topo
1. Recursos Humanos, colaboração, formação de pessoal	Não aplicável		
2. Melhoria continua	Concordo ligeiramente		
3. Trabalho Standardizado	Concordo ligeiramente	Concordo parcialmente	

Figura 4.3 – Exemplo de preenchimento do questionário

4.3. Passo 2: Avaliação e priorização das práticas

4.3.1. Matriz de sinergias

O objetivo desta matriz é demonstrar as interações que existem entre práticas diferentes. A matriz foi baseada nas *Design Structure Matrixes*. Estas matrizes são uma ferramenta de análise e representação de um sistema que apresenta relações de benefício ou dependência entre práticas que constituem o sistema (Tuholski & Tommelein, 2008).

O *GTLean* fez menção a vários casos, em que a aplicação de certas práticas era quase impossível face à inexistência ou desconhecimento de práticas que deveriam ser aplicadas posteriormente. Um dos exemplos dados foi a aplicação da prática SMED sem a existência de um sistema 5S, o que torna a aplicação da prática SMED quase impossível, pois a aplicação de SMED depende de uma boa organização do sítio de trabalho algo em que a prática 5S se foca.

A DSM trata-se de uma matriz simétrica que apresenta as relações de dependência que as práticas possam ter. Existem três tipos de dependência para práticas, esses são:

- Tipo independente, em que uma prática não depende de outra.
- Tipo dependente, uma prática necessita ou beneficia da implementação de outra prática.
- Tipo interdependente, uma prática E requer ou beneficia da implementação de outra prática F, e essa prática F por sua vez também requer ou beneficia da prática E.

Graficamente é possível distinguir os tipos de dependência na matriz, apresenta-se no conjunto Tabela 4.11 a representação de cada tipo de prática.

Tabela 4.11 – Representações de cada caso de dependência

Independente		
Práticas	A	B
A		
B		

Dependente		
Práticas	C	D
C		
D	X	

Interdependente		
Práticas	E	F
E		X
F	X	

Na diagonal não há dependências pois uma prática não pode beneficiar dela própria. Outra nota importante, teoricamente nenhuma prática requer a aplicação de outra, mas a sua implementação torna-se extremamente difícil se não existirem práticas que facilitam ou auxiliem a sua implementação.

Para montar a DSM é preciso ter em conta os processos e objectivo da prática. Isto faz-se pensando nos *outputs* e nos *inputs* de cada prática. Tendo em atenção os *outputs* e *inputs* das diferentes práticas podemos verificar se existe correlação. Por exemplo, se o *output* de uma prática A corresponde, ao *input* de outra prática B, pode ser benéfico aplicar as duas práticas, em que B ou beneficia de A.

Quando esta ideia foi apresentada durante as dinâmicas de grupo, chegou-se a um consenso que a matriz DSM devia apenas representar as sinergias e benefícios que certas práticas podem ter relativamente a outras, em vez de forçar a aplicação, por exemplo de A antes de B. Tendo isto em conta a matriz passa a ser só uma representação visual para demonstrar sinergias, e deixa de afetar a ordem lógica de implementação das práticas *Lean*.

Apesar disto o grupo achou que a representação desta matriz é indispensável pois ajuda a passar a ideia de que várias práticas podem reforçar-se umas às outras. Foi então elaborada a matriz de sinergias, propôs-se a matriz, apresentada na Tabela 4.12.

Na Figura 4.4 explica-se como proceder à leitura da matriz de sinergias.

	Big Room	LPS	Kaizen Events	A3 Report	Gemba Walk	RCA	IPD	BIM	5S	Kanbans	VSM	Briefing Room	Spaghatt Chart
Big Room				↑	↑	↑					↑		
LPS				↑	↑	↑						X	
Kaizen Events				X	X	X					X		
A3 Report					X	X							
Gemba Walk				X									
RCA				X	X								
IPD	X							X				X	
BIM	X											X	
5S													
Kanbans									X				
VSM													
Briefing Room		X											
Spaghatti Chart													
Standard works				X									
VC		X								X			X

Ex: **Kaizen** beneficia da aplicação de **A3**, **Gemba** e **RCA** e **VSM**

Figura 4.4 – Exemplo de leitura da matriz de sinergias construída

Tabela 4.12 – Matriz de sinergias

	Big Room	LPS	Kaizen Events	A3 Report	Gemba Walk	RCA	IPD	BIM	5S	Kanbans	VSM	Briefing Room	Spaghetti Chart	Standard works	VC	Comboio logístico	VE	SMED	Poka Yoke	KPI	Heijunka	TPM	
Big Room																							
LPS												X			X							X	
Kaizen Events				X	X	X					X			X			X		X	X			
A3 Report					X	X								X							X		
Gemba Walk				X																			
RCA				X	X																X		
IPD	X							X				X		X			X						
BIM	X											X		X			X						
5S														X					X				
Kanbans									X						X	X					X		
VSM																							
Briefing Room		X													X								
Spaghetti Chart															X	X							
Standard works				X																			
VC		X								X			X	X									
Comboio logístico										X													
VE			X				X	X															
SMED									X														X
Poka Yoke																		X					
KPI															X								
Heijunka		X								X						X							
TPM																		X					

4.3.2. Matriz de Priorização

As matrizes de priorização começaram por aparecer em *Lean* através da sua utilização em *Six Sigma*, esta é uma prática *Lean* bastante utilizada na indústria de produção automóvel. Uma matriz de priorização é uma ferramenta, utilizada para determinar quais são as ferramentas ou projetos que devem ter prioridade de implementação, quando estão a ser consideradas uma variedade de opções (Hambleton, 2007).

Para avaliar as diferentes práticas ou processos que se pretende implementar, começamos por definir um conjunto de critérios, e para esses critérios uma escala de avaliação (Gosenheimer, 2012). Para a elaboração da matriz os critérios e a escala de avaliação é a que se encontra na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Critérios e escala de avaliação da matriz de priorização

Critérios	Escala de avaliação
Impacto esperado pela prática	Alto, Médio, Baixo
Complexidade de implementação de práticas	Alta, Média, Baixa

É importante notar que o número de critérios é relativamente baixo, para uma matriz de priorização, estas matrizes podem ter dezenas de critérios, mas normalmente existem equipas que analisam cada um dos critérios, uma vez que a análise de certos critérios pode ser extensa. Por exemplo, custos, valor, serviço prestado ao cliente, risco, rendimento entre outros (Gosenheimer, 2012; La Vielle, 2002).

Estes critérios foram obtidos com a colaboração do *GTLean* durante uma das dinâmicas de grupo. Tendo em conta os conhecimentos das práticas, os campos de aplicação das mesmas, e a escala de avaliação definida (Tabela 4.13) foi possível com a ajuda do *GTLean* chegar aos resultados da Tabela 4.14 para a complexidade e à

Tabela 4.15 para o impacto.

Tabela 4.14 – Complexidade de implementação, utilizada na matriz de priorização

Complexidade					
Práticas		Práticas		Práticas	
Big Room	B	BIM	A	Visual Control	B
LPS	A	5S	M	Comboio logístico	A
Kaizen	M	Kanbans	B	Value Engineering	A
A3 Report	B	VSM	A	SMED	A
Gemba Walk	M	Briefing Room	B	Heijunka	M
RCA	M	Spaghetti Chart	B	TPM	A
IPD	A	Standard works	B		
Poka Yoke	M	KPI	M		

Tabela 4.15 - Impacto espectável devido à implementação, utilizado na matriz de priorização

Impacto					
Práticas		Práticas		Práticas	
Big Room	B	BIM	A	Visual Control	B
LPS	A	5S	M	Comboio logístico	A
Kaizen	M	Kanbans	M	Value Engineering	A
A3 Report	M	VSM	M	SMED	M
Gemba Walk	M	Briefing Room	B	Heijunka	A
RCA	A	Spaghetti Chart	M	TPM	M
IPD	A	Standard works	B		
Poka Yoke	M	KPI	A		

Em matrizes com vários critérios é importante existir um passo intermédio. Esse passo consiste em atribuir pesos aos critérios, de forma a representar a maior importância de um certo critério face a outro (Gosenheimer, 2012).

A lógica a ser seguida, deve ser definida estrategicamente pelas equipas responsáveis pela implementação. No presente caso, a lógica que seguimos foi baseada nos resultados apresentados pela *Building Construction Authority*, que criaram um Plano de ação e uma matriz para avaliar práticas com possibilidade de aplicação à construção em Singapura. Na Figura 4.5 podemos ver a lógica de escolha de prioridades que foi seguida.

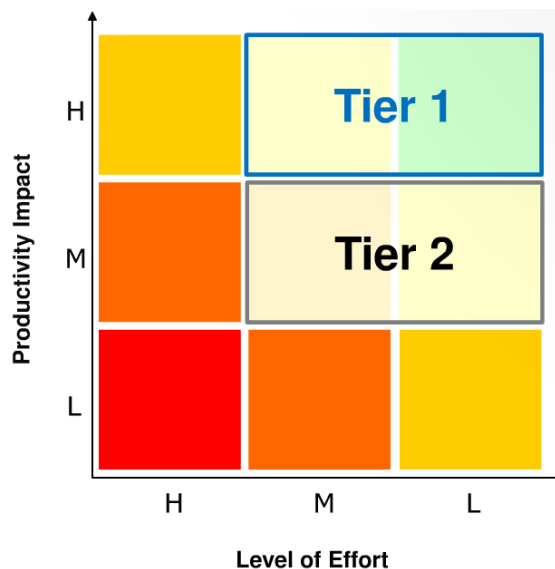


Figura 4.5 – Exemplo de lógica de escolha numa Matriz de Priorização

Os mesmos princípios podem ser seguidos para a matriz proposta. O objectivo é considerar como prioritárias as práticas que dão maior benefício com a menor complexidade possível. Para tal foram considerados vários valores de pontuação, e de peso, e através de um processo iterativo chegamos a uma combinação que satisfazia os critérios de escolha.

Na Tabela 4.16 apresentam-se os pesos considerados para cada critério assim como o valor que se atribui para efeitos de cálculo ao impacto baixo, médio, alto e complexidade, alta, média e baixa.

Tabela 4.16 – Pesos e valores de pontuação para os critérios, para efeitos de cálculo

Critérios	Peso	Valores de pontuação
Impacto	4	Alto = 5; Médio = 4, Baixo = 1
Complexidade	3	Alta = 1; Média = 4, Baixa = 5

Com os pesos definidos é possível calcular individualmente para cada prática um valor que tem em conta estes dois critérios. Esse valor pode ser obtido pela seguinte fórmula (Gosenheimer, 2012):

$$Pontuação\ final = Pontuação\ Imp. \times Peso\ Imp. + Pontuação\ Compl. \times Peso\ Compl.$$

As pontuações finais possíveis são apresentadas na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 – Resultados possíveis de pontuação para cada combinação de critérios

Impacto				
Alto	23	32	35	
Médio	19	28	31	
Baixo	7	16	19	
	Alta	Média	Baixa	Complexidade

Estes valores dão-nos a ordem de implementação que se pretendia, dando preferência a impacto alto com complexidade baixa. Os parâmetros que são obtidos através da aplicação das ferramentas elaboradas neste passo encontram-se na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Parâmetros a serem utilizados no Passo 3

Parâmetros
Ordem estratégica de implementação
Valores de priorização para cada prática

4.4. Passo 3: Plano de ação

4.4.1. Elaboração do plano de ação

Para elaborarmos o plano de ação, foram tidos em conta exemplos recolhidos na revisão da literatura. Procuramos focar-nos em literatura que contivesse a descrição dos elementos que podem constituir um plano de ação, e se possível encontrar vários tipos de planos de ação com uma variedade de elementos diferentes de forma a poder avaliar melhor as opções.

Algumas das ideias do plano de ação, já têm sido desenvolvidas ao longo dos outros passos, por exemplo a sequência de implementação já foi toda definida através do passo 2. O que falta ao Plano de ação é uma escala temporal.

Na bibliografia são referidas, dois tipos de fases. O primeiro tipo é descrito como fases de *Leanness*, sugerida por Kinnie, et al., (1996), e foram depois mencionadas em Green & May, (2005) e mais tarde por Eriksson, (2010). O segundo tipo de fase é descrito como fase de empreendimento ou projeto.

As fases de *Leanness*, servem para representar o panorama geral da organização, desde que existe a primeira aplicação de *Lean* numa só operação até à fase em que toda a organização é considerada *Lean*. Estas fases são descritas em Green & May, (2005) e Eriksson, (2010) e são apresentadas de seguida.

A 1ª fase é descrita como uma fase de melhoria operacional, em que se elimina desperdício em operações e processos técnicos, a responsabilidade nesta fase encontra-se mais nas chefias do que no trabalhador individual. É uma fase para otimização de processos, movimentos e fluxos de trabalho.

A 2ª fase foca-se nas relações cadeia de abastecimento e na colaboração entre os vários intervenientes no projeto de construção. Aqui o objetivo é começar a alcançar uma construção que não se baseie apenas contratação apenas pelo preço mais baixo, mas também pela relação que se tem com os intervenientes já recorrentes. Também há um foco no trabalhador individual, para que este possa contribuir de forma mais pro-activa na eliminação do desperdício, através da recolha de *feedback* sobre as atividades que desenvolve. Promove também a existência de formação que torne o trabalho mais produtivo, em caso de falha o trabalhador pode com alguma independência resolver o problema.

Por fim, a 3ª fase tem como objetivo alcançar uma organização com um pensamento completamente *Lean* em que todos os processos são feitos de acordo com as filosofias *Lean*. Toda a organização consegue desenvolver esse conhecimento e partilhar o conhecimento entre vários projetos e gabinetes com facilidade. Nesta fase, a organização pode até ter mudado a sua estrutura para acomodar as mudanças que poderão ter ocorrido.

A fase de empreendimento é descrita em Ballard & Kim, (2007). A fase de projecto normalmente é associada à construção de uma obra, são apresentadas na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 – Fases definidas para o empreendimento em Ballard & Kim, (2007)

Fases
Planeamento-prévio
Projeto
Fornecimento
Construção
Utilização

O Plano de ação deve ser capaz de representar todas as fases, exceto a de utilização. Nas dinâmicas de grupo realizadas no âmbito do *GTLean* foram discutidas quais as fases que mais representam a realidade da indústria. As fases de empreendimento foram preferidas por representarem a realidade do que são as fases de um empreendimento de construção, enquanto as fases de *Leanness* representam as fases de uma organização que se compromete a adotar complementa o pensamento *Lean*. Foi durante a realização do primeiro *workshop* que surgiu a discussão sobre as fases a apresentar à indústria, e foram sugeridas as seguintes fases, apresentadas na Figura 4.6.

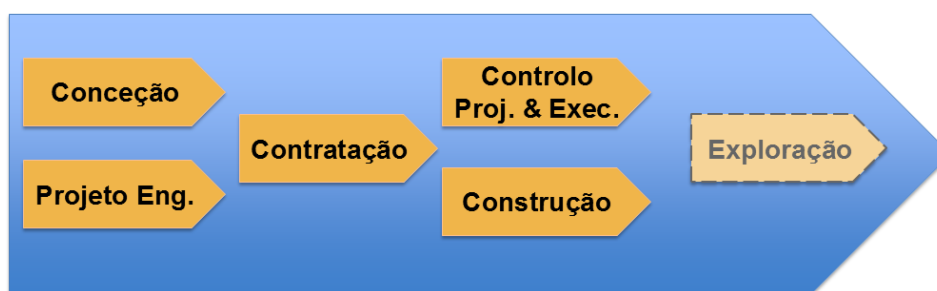


Figura 4.6 – Fases de um empreendimento de construção

Com estas fases em mente e como já temos neste passo a sequência lógica de implementação, é preciso agora atribuir às práticas as fases respetivas. Através da revisão da literatura mencionada na Tabela 3.9 e da informação recolhida sobre as práticas, elaborou-se uma tabela inicial para apresentação ao grupo. Depois foi recolhido o *feedback* sobre a primeira proposta de atribuição de fases, apresenta-se na Tabela 4.20 a proposta corrigida com o *feedback*.

A tabela elaborada permite a uma organização perceber à partida se algumas das práticas não são aplicáveis às suas atividades. Se a fase das atividades, que são praticadas por uma organização, não se encontram alinhadas com a fase de aplicação de uma das práticas sugeridas, então essa prática à partida poderá não ser implementada.

É importante notar que na fase de projeto também se inclui o planeamento que é feito antes da obra, e não só o desenvolvimento do projeto de estrutura ou arquitetura. Isto inclui, planeamento de trabalhos, encomenda de materiais, avaliação de soluções alternativas, entre outros.

A fase de controlo representa o planeamento que é feito durante o acompanhamento de obra. Inicialmente esta fase era Fiscalização, mas o grupo concordou que esta fase poderia agrupar controlo feito, quer por empreiteiros, quer por entidades de fiscalização e faria mais sentido no formato atual.

Tabela 4.20 – Aplicabilidade das práticas às fases estabelecidas

	Conceção	Projeto	Contratação	Controlo	Construção
Big Room	X	X	X	X	X
LPS		X		X	X
Kaizen Events	X	X		X	X
A3 Report	X	X		X	X
Gemba Walk		X		X	X
RCA	X	X		X	X
IPD	X	X	X	X	X
BIM	X	X	X	X	X
5S		X		X	X
Kanban				X	X
VSM		X			X
Briefing Room	X	X		X	X
Spaghetti					X
Standard Works	X	X	X	X	X
Visual Control	X	X		X	X
Comboio logístico					X
VE	X	X	X	X	X
SMED					X
Poka Yoke	X	X			X
KPI		X	X	X	X
Heijunka		X			X
TPM					X

Apesar de se ter focado o trabalho, na fase de empreendimento definida pelo grupo, semelhante às fases de Ballard & Kim, (2007). É importante diferenciar a aplicação de práticas num empreendimento e numa organização. O grupo notou que há práticas que podem ser aplicadas a um só empreendimento, isto é podem ser aplicadas apenas numa obra individual, e a sua funcionalidade fica limitada apenas a essa obra.

Mas há práticas que não fazem sentido, ou até não tem utilidade se não forem aplicadas a uma organização como um todo. Um exemplo dado pelo grupo de trabalho foi o da aplicação de SMED, esta prática define prazos e rotinas de reparação preventiva de equipamentos, logo só faz sentido se for aplicada a todos os equipamentos de uma organização. Visto que o objetivo da prática é reduzir, a longo prazo, as avarias inesperadas de equipamentos, não faz sentido aplicar a prática a uma só obra.

Agora que temos as fases estabelecidas podemos pegar nos parâmetros fornecidos pelos outros passos para representar graficamente os resultados. Os gráficos são apresentados sobre a forma de quadro, apresentada na Figura 4.7 está um exemplo de quadro resultante do preenchimento dos questionários apresentados no passo 1.

Categorias	Pontuação das categorias	Process Enablers				
		Compromisso e liderança	Capacidade de implementação	Actividades, compreensão e conhecimento	Avaliação de processos	Verificação de resultados
1. Recursos Humanos, colaboração, formação de pessoal	50	75	85	70	35	45
6. Produção "puxada"	56	10	5	35	40	10
3. Trabalho Standardizado	58	25	5	20	5	50
4. P&C de produção	62	45	25	45	25	25
5. P&C projecto/produto	63	25	10	25	10	5
9. Controlo Visual e Métricas de performance	71	0	5	0	25	25
2. Melhoria contínua	76	25	0	5	50	0
7. Layout e fluxo	79	25	0	25	0	45
8. Tecnologias de informação e comunicação	100	25	10	50	10	0

Figura 4.7 – Representação de resultados obtidos nos passos anteriores, parte do Plano de ação

Este resultado permite a uma entidade perceber quais são os pontos fortes e fracos e ajuda a perceber os pontos que precisam de reforço para garantir uma implementação com sucesso e sucesso, e também a sustentabilidade das práticas aplicadas.

É também importante porque quando é feita a pergunta a uma entidade, se aplicam uma certa prática ou se utilizam práticas semelhantes às *Lean* a sua resposta tende a ser positiva, mas se formos a avaliar os elementos que garantem a sustentabilidade desta práticas, *Process Enablers*, podemos ver que às vezes um resultado forte na pontuação de uma dada categoria não implica que esta esteja “matura” (Sarshar, et al., 2000). O ideal é atingir maturidade nas categorias e também nos *Process Enablers*.

De acordo com os modelos de maturidade que utilizam a abordagem de avaliação de *Process Enablers*, uma categoria, para atingir maturidade, precisa de conseguir evoluir a maturidade dos seus *Process Enablers*. A avaliação realizada dos *Process Enablers*, permite à organização perceber quais são os pontos fracos que podem estar a impedir a implementação de novas práticas. Caso já estejam a ser implementadas práticas novas, a melhoria dos *Process Enablers* poderá facilitar a sua aplicação dentro da organização.

A análise individual dos resultados dos *Process Enablers* permite também perceber os problemas presentes em práticas já implementadas. Por exemplo, uma prática pode já ser bem compreendida e utilizada, mas pode não existir uma partilha de informação dentro da organização para que essa prática possa ser divulgada.

Outro resultado apresentado no Plano de ação, resulta dos passos 1 e 2, esse resultado é a sequência de priorização estratégica definida no passo 2, através da matriz de priorização. Na Figura 4.8 apresenta-se um excerto do quadro que apresenta as práticas a implementar de acordo com o nº de categorias que se quer melhorar.

Técnicas sugeridas para a pior categoria	Técnicas sugeridas para as 2 piores categorias	Técnicas sugeridas para as 3 piores categorias	Técnicas sugeridas para as 4 piores categorias	Técnicas sugeridas para as 5 piores categorias
				A3 Report
				Kanban
			A3 Report	Poka Yoke
			Poka Yoke	Standard Works
		A3 Report	Standard Works	VE
		Poka Yoke	VE	LPS
		Standard Works	LPS	IPD
		VE	IPD	Visual Control
	Poka Yoke	LPS	Visual Control	Comboio logístico
	VE	IPD	TPM	TPM
	LPS	TPM	Kaizen Events	Kaizen Events
	IPD	Kaizen Events	5S	5S
Poka Yoke	TPM	5S	KPI	KPI
VE	Heijunka	Heijunka	Heijunka	Heijunka
IPD	BIM	BIM	BIM	BIM
BIM	SMED	SMED	SMED	SMED

Figura 4.8 – Práticas a implementar, em ordem decendente, para o nº de categorias respetivo

Neste quadro são apresentadas as práticas *Lean*, cuja priorização é feita na ordem decendente para cada categoria respetivamente. No caso apresentado a pior categoria foi a categoria **1. Recursos Humanos, colaboração, formação de pessoal**, são então sugeridas as práticas que se focam neste aspeto, com a sua ordem definida.

Se escolhermos trabalhar as duas piores categorias, neste caso são **1. Recursos Humanos, colaboração, formação de pessoal** e **6. Produção “puxada”** o modelo automaticamente procura as práticas que se focam nessas duas piores categorias e ordena-as de acordo com a priorização estabelecida no passo 2.

É importante notar que o objetivo desde modelo e desde resultado não é explicitar que as práticas só podem ser aplicadas na ordem aqui estabelecida, é apenas uma sugestão de implementação, feita tendo em conta que os recursos à implementação são limitadas e pode ser necessário então fazer uma escolha.

A lista de práticas resultantes deste passo pode ser utilizada para criar um plano de implementação de práticas *Lean*. A implementação de práticas deve ter em conta fatores que não puderam ser avaliados pela modelo de maturidade proposto, como por exemplo, custos de implementação, tempo de implementação, recursos necessários.

Também deve existir um planeamento estratégico por parte da organização que pretende implementar as práticas. Como já foi dito, uma organização, pode optar por fortalecer práticas onde o seu conhecimento já é extenso, em vez de focar-se em práticas sobre as quais pode não ter conhecimento nenhum.

4.5. Modelo final

O modelo de maturidade final, tentou cumprir ao máximo os objetivos iniciais estabelecidos. Existiram algumas alterações mas o modelo final é idêntico ao sugerido no início deste capítulo. Essas alterações consistem, no acréscimo do questionário dos *process enablers*, o acréscimo da atribuição de fases de aplicação às práticas e ainda a retirada da eliminação da matriz de sinergias do passo 2. Apesar da matriz de sinergias estar presente é apenas representativa dos benefícios mas não altera a ordem de implementação como estava inicialmente pensado.

Na Figura 4.9 encontra-se a representação gráfica do modelo final, as caixas amarelas representam *input*, as caixas azuis representam ferramentas do modelo, e as caixas verdes representam *output*.

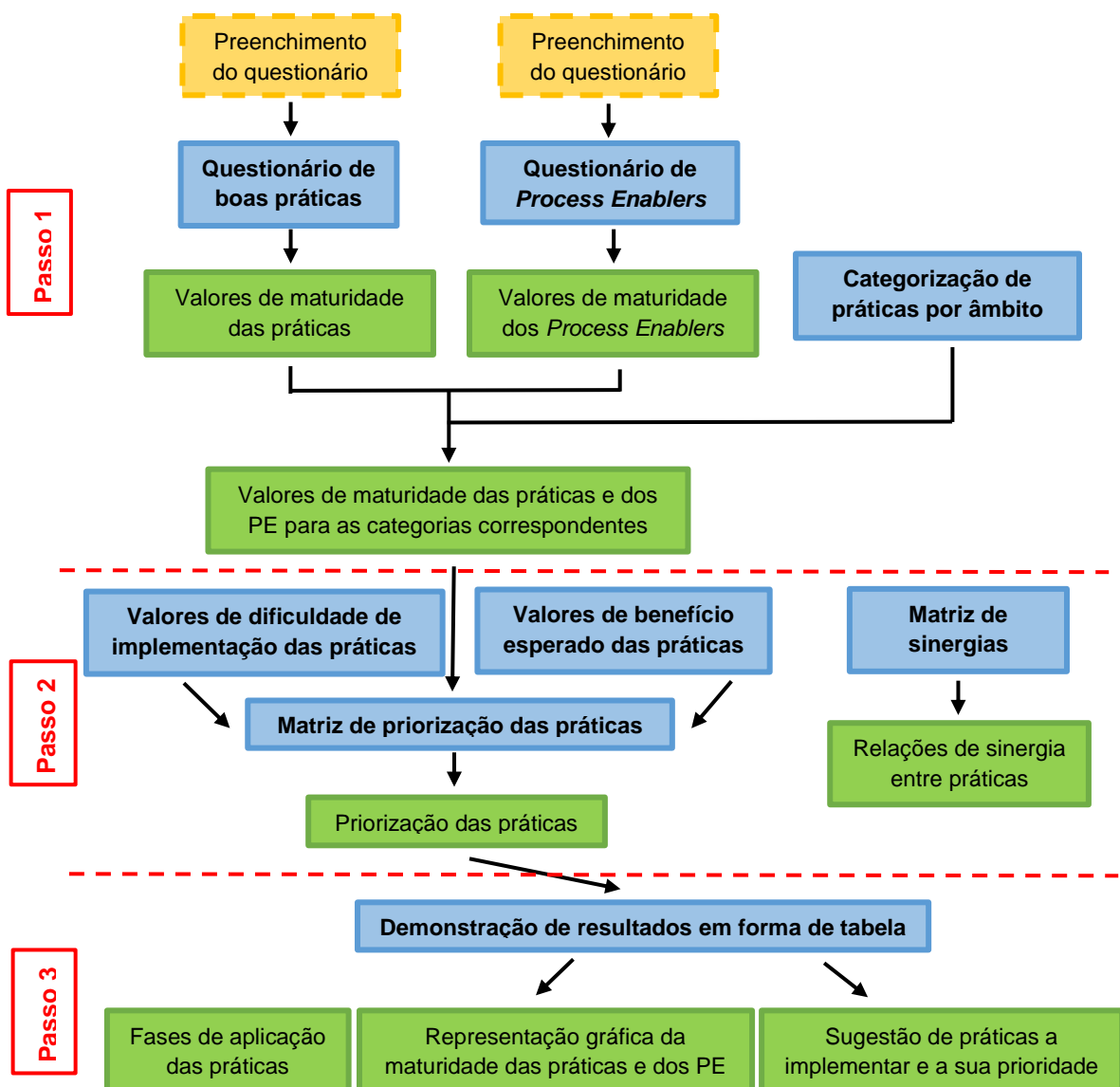


Figura 4.9 – Representação gráfica do modelo final de avaliação de maturidade de práticas Lean

O modelo aqui proposto apresenta elementos que não faziam parte do modelo de maturidade SPICE. O modelo SPICE, apenas trata a parte de avaliação de maturidade (Sarshar, et al., 2000). Todos os elementos, que foram descritos nos passos 2 e 3, são elementos que podem vir a fazer parte de um modelo de maturidade mais complexo.

Alguns modelos de maturidade na indústria de *software*, têm passos semelhantes aos 2 e 3, em que existe uma análise crítica de práticas a implementar, e depois existe uma sugestão de práticas a implementar. Outro aspeto que o modelo proposto foca, que não está presente no SPICE, é o foco do modelo de maturidade em práticas *Lean*. O modelo SPICE apenas se foca em avaliar boas práticas e não especificamente em práticas de *Lean* na Construção.

É também importante tomar nota do facto que existe discrepância entre representação das categorias presentes no modelo de maturidade proposto. Como se pode ver na Figura 4.10, certas categorias, em especial aquelas de âmbito operacional, encontram-se mais representadas.

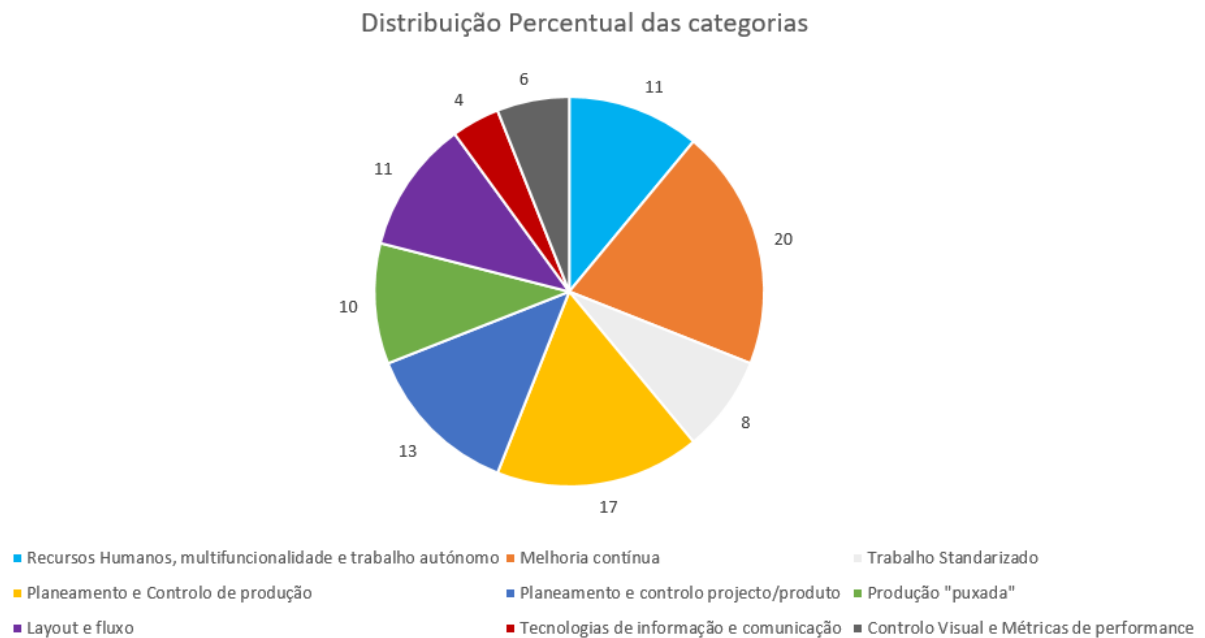


Figura 4.10 – Representação da distribuição percentual das categorias

A maioria das práticas *Lean*, mesmo na indústria automóvel são de aplicação à área operacional, razão pela qual esta discrepância já era esperada. Como o objetivo de *Lean*, é reduzir desperdício criando um fluxo de trabalho estável, faz sentido que haja grande foco nas áreas de planeamento e controlo, e ainda melhoria contínua de processos, pois são estes os fundamentos de *Lean* que mais impacto têm no fluxo de trabalho.

5. Conclusões

5.1. Ineficiências da indústria

Foi feita uma atualização das ineficiências existentes na indústria da construção em Portugal. A atualização das ineficiências mostrou que muitos dos problemas sublinhados pelos outros trabalhos, em especial os trabalhos depois da crise, ainda existem. Em particular os atrasos das decisões por parte dos Donos de Obra, estipulação de prazos irrealistas, informação insuficiente anterior à elaboração do projeto, erros e divergências nos desenhos, falta de mão-de-obra qualificada voltaram a ser identificados novamente como problemas graves.

É importante dizer que como a dinâmica envolveu todo o tipo de entidade presentes na indústria da construção incluindo fiscalização e projetistas, grupos que estão pouco representados na maioria dos trabalhos relativos a ineficiências, houve uma chamada de atenção para outros problemas. Em particular a falta de experiência na parte da fiscalização e a sobrecarga de trabalho.

O grupo também tinha algumas entidades com experiência em aplicação de práticas *Lean*, algo que ajudou a identificar problemas onde ninguém os via antes, por exemplo a avaria e baixa produtividade de equipamentos não é mencionada em trabalhos prévios e mesmo nas dinâmicas de grupo só as entidades com experiência de aplicação *Lean* é que realçaram para o facto de que os equipamentos são extremamente ineficientes e a sua reparação é quase sempre feita de forma reativa em vez de proactiva, algo que em *Lean* se evita e planeia em antecipação.

5.2. Práticas *Lean*

Durante o decorrer do trabalho foram elaboradas listas com uma variedade de práticas *Lean*, estas práticas foram depois apresentadas nas dinâmicas de grupo de forma a recebermos *feedback* sobre a sua possível aplicabilidade à indústria. Algumas práticas foram retiradas por não terem aplicação e outras foram sendo acrescentadas. O resultado destas recolhas e análises consiste numa lista final que consistiu na escolha de 22 práticas.

As dinâmicas de grupo foram essenciais, pois permitiram comparar a informação disponível na extensa bibliografia, sobre a sua aplicação e utilidade, comparando com casos reais de aplicação. Isto foi possível alguns elementos do grupo de trabalho.

Esses elementos do grupo forneceram uma perspetiva *Lean* sobre as ineficiências, o que contribui para o contraste de ineficiências, que do ponto da perspetiva de construção atual não consistem um problema, mas que as práticas *Lean* conseguem tornar mais eficientes e permitem realizar certas operações de uma forma mais fluída. Um bom exemplo disto são os equipamentos, pois só elementos que aplicam *Lean* consideraram que a forma atual como se procede a reparações, e ações preventivas de avarias, é deficiente.

5.3. Modelos de maturidade *Lean*

Durante a elaboração deste trabalho, foi estudado o conceito de avaliação de maturidade de práticas *Lean* nas organizações. Tínhamos o objetivo de desenvolver um modelo de maturidade baseado em outros modelos e ideias de avaliação de maturidade existentes.

O objetivo de um modelo de maturidade é medir maturidade, depois com base na maturidade escolher uma série de processos a serem alvos de intervenção, e por fim definir como deve a intervenção ser feita e onde.

Foram estudados vários modelos, começando pela origem que é a indústria de *software*. A indústria de *software*, desenvolveu modelos para avaliar a capacidade de executar e melhorar processos, de forma a conseguir determinar onde melhorar os seus processos e atividades. O modelo mais relevante foi o modelo de maturidade adaptado a *Lean* na Construção, modelo SPICE, mas este modelo ainda se encontra sobre desenvolvimento, por isso foram tiradas ideias não só do modelo SPICE mas também dos outros modelos referidos para construir o modelo.

O modelo elaborado, primeiro, permite avaliar a presença de práticas semelhantes às existentes em *Lean*, avalia também parâmetros *soft* que influenciam o sucesso de uma implementação de práticas *Lean* assim como a sustentabilidade das práticas. Estes são parâmetros relacionados com compromisso da liderança, capacidade de execução das práticas em questão, avaliação e verificação das práticas utilizadas e ainda a existência de capacidade para implementar novas práticas.

Depois o modelo de maturidade com base na avaliação feita, escolhe de forma automática os pontos fracos que são identificados e prossegue a sugerir uma série de práticas que podem ser implementadas para remediar o ponto fraco de uma perspectiva *Lean*. O modelo demonstra também todos os resultados da avaliação, mostrando os pontos fracos e fortes, assim como uma priorização das práticas a implementar primeiro. Esta priorização é feita tendo em conta a complexidade de implementação de uma prática e o benefício esperado pela implementação da prática.

5.4. Contribuição

Foi feita uma atualização do estado atual das ineficiências na indústria da construção, assim como uma compilação e comparação entre as principais ineficiências encontradas em anos anteriores e os resultados obtidos no *workshop* realizado no âmbito do GT*Lean*.

Conseguimos elaborar um modelo de maturidade que permite avaliar, analisar e diagnosticar a presença de boas práticas que possam ser semelhantes às sugeridas por *Lean*. O modelo pode ser usado como um ponto de partida para analisar os pontos fracos e fortes de uma entidade e dá ainda algumas ideias básicas, de que não é apenas a presença de boas práticas que garante a sua aplicação com sucesso, mas também é necessário a existência de parâmetros *soft* que facilitem a implementação de novas práticas e a sustentabilidade das mesmas.

Através da participação no GT*Lean*, foi possível contribuir para o desenvolvimento da informação sobre a informação *Lean*, disponível à indústria. A bibliografia *Lean* foi também apresentada e

disponibilizada, assim como uma lista com várias práticas *Lean*. Também as ineficiências provenientes de trabalhos anteriores, assim como a atualização de ineficiências e os resultados das comparações foram disponibilizados.

5.5. Limitações

O âmbito do modelo de maturidade elaborado é muito mais pequeno que os modelos de maturidade existentes. A grande maioria dos modelos de maturidade estudados são desenvolvidos por equipas numerosas de investigadores ou profissionais, razão pela qual têm um âmbito maior não só avaliam as práticas e os parâmetros *soft* de uma organização, como também parâmetros financeiros, económicos, estrutura empresarial, hierarquia da entidade, estratégia de implementação e vários outros parâmetros.

Devido a estas limitações o mesmo acontece com algumas das ferramentas utilizadas para avaliação. A matriz de priorização por exemplo poderia avaliar também, custos, prazos entre outros fatores, mas não foi possível determinar estes fatores no decorrer do trabalho.

5.6. Trabalhos Futuros

Futuramente pode ser feita outra atualização das ineficiências da indústria da construção, seria interessante se futuras análises tivessem em conta organizações que aplicam práticas de *Lean* na Construção, pois estas podem sugerir problemas que outras organizações não têm em consideração, por exemplo o problema de equipamentos levantado nas ineficiências.

O modelo de maturidade desenvolvido pode ser tido em conta para desenvolvimento futuro, há vários aspetos que podem ser melhorados e acrescentados. O modelo pode ser desenvolvido de forma a incorporar também a análise de outros fatores. Podem ser desenvolvidas avaliações para fatores como por exemplo os resultados financeiros antes e depois da implementação de práticas *Lean*. Ainda relativamente à fase de avaliação pode ser criada também uma série de entrevistas estruturadas para suportar as respostas obtidas nos questionários (Jeong, et al., 2004).

Relativamente à implementação de práticas podem também ser sugeridos alguns indicadores que possam ajudar a monitorizar os resultados obtidos estes podem ser produtividade, nº de erros cometidos, bem-estar dos colaboradores entre outros (Maasouman, 2014). Podem também ser desenvolvidos mais parâmetros que são apresentados juntamente com a sugestão de práticas, por exemplo, custos da implementação, tempos de implementação, descrição das equipas responsáveis pela implementação das práticas e ainda apresentação de alguns objetivos para cada prática.

O modelo de maturidade desenvolvido não utilizou os 5 níveis de maturidade definidos pelos modelos SPICE, CMM, CMMI. No futuro este modelo pode ser alargado de forma a incorporar 5 níveis de maturidade geral, isto basicamente corresponde a ter o modelo aqui apresentado para 5 fases diferentes sendo essas fases a inicial, repetível, definida, gerida e otimizada de acordo com o modelo SPICE (Sarshar, et al., 2000; Jeong, et al., 2004). Na Figura 5.1 está representado um possível desenvolvimento do modelo de avaliação de maturidade.

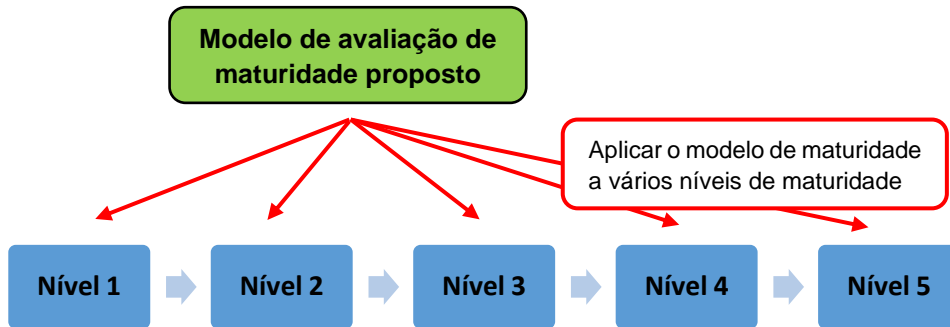


Figura 5.1 – Sugestão de desenvolvimento futuro de modelo de maturidade

Bibliografia

- Almeida, J. C., 2002. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Strategic Issues in Lean Construction and the Higher Education"*, s.l.: Worcester Polytechnic Institute.
- Andersen, B., Belay, A. M. & Seim, E. A., 2012. *"Lean Construction Practices and its Effects: A case study at St. Olav's Integrated Hospital, Norway"*, s.l.: Lean Construction Journal.
- André, N. M., 2010. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Modelo de estimação do impacto dos atrasos nos custos de um projecto"*, s.l.: Instituto Superior Técnico.
- Ballard, G. & Kim, Y.-W., 2007. *"Roadmap for Lean Implementation at at the Project Level"*, The University of Texas at Austin: Construction Industry Institute.
- Ballard, H. G., 2000. *Tese de Doutoramento em Engenharia Civil "The Last Planner System of Production Control"*, s.l.: University of Birmingham.
- Bolkiven, T., Asleen, S. & Koskela, L., 2015. "What is a Good Plan". *Group for Lean Construction*.
- Branco, D. M., 2007. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Causas e efeitos dos atrasos na construção"*, s.l.: Instituto Superior Técnico.
- Cabrita, A. F. N., 2008. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Atrasos na Construção: Causas, efeitos e medidas de mitigação"*, s.l.: Instituto Superior Técnico.
- Couto, J. P., 2006. *Tese de Doutoramento em Engenharia Civil "Incumprimentos dos prazos na Construção"*, s.l.: Universidade do Minho.
- Cruz, A. F., 2012. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Estudo dos atrasos em edificações correntes"*, s.l.: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Emiliani, M. L., 2006. *"Origins of Lean Management in America"*, s.l.: Journal of Management History.
- Eriksson, E., 2010. "Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project". *Luleå University of Technology*.
- Etges, B., Saurin, T. & Bulhões, I., 2012. *Identifying Lean Construction Categories of practices in IGLC Proceedings*, s.l.: IGLC.
- Ferreira, R. R. D. d. S., 2010. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Lean Construction na Norlabor - Engenharia e Construção, SA"*, s.l.: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Fevereiro, J. T. M., 2011. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Lean Construction Aplicado a Barragens - Estudo de caso"*, s.l.: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Figueiredo, J. M. S. S. d. C., 2009. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Optimização da Gestão da Construção: Last Planner System aplicado a um Estudo de Caso"*, s.l.: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- Garnett, N., Jones, D. & Murray, S., 1998. "Strategic application of lean thinking".
- Gosenheimer, C., 2012. "Project Prioritization: A structured approach to working on what matters most". *Office of Quality Improvement University of Wisconsin-Madison*.
- Green, S. D. & May, S. C., 2005. "Lean Construction: Arenas of enactment, models of diffusion and the meaning of "leanness"". *Building Research and Information*.
- Hambleton, L., 2007. *"Treasure Chest of Six Sigma Growth Methods, Tools, and Best Practices"*. s.l.:Prentice Hall.
- Hamdi, O. & Leite, F., 2012. "BIM and Lean Interactions from the BIM Capability Maturity Model Perspective: A Case Study". *IGLC*.
- Howell, G., 1999. "What is Lean Construction". *International Group for Lean Construction*.
- Howell, G. & Ballard, G., 1998. "Implementing Lean Construction: Understanding and Action". *International Group for Lean Construction*.
- Howell, G., Ballard, G., Tommeleint, I. & Koskela, L., 2002. "Lean Construction tools and techniques". *International Group for Lean Construction*.
- Jeong, K.-S. et al., 2004. *"Structured Process Improvement for Construction Enterprises (SPICE) LEVEL 3: Establishing a Management Infrastructure to Facilitate Process Improvement at an Organisational Level"*, s.l.: University of Salford.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J. & Thorstensen, R. T., 2015. *"Pull vs Push in construction work informed by Last Planner"*, s.l.: Group for Lean Construction.
- Kinnie, N., Purcell, J. & Hutchinson, S., 1996. *The people Implications of Leaner Ways of Working*, University of Bath: Institute of Personnel Development.
- Koskela, L., 1992. *"Application of the new production philosophy do construction"*, s.l.: CIFE (Center for Integrated Facility Engineering).
- Koskela, L., Ballard, G. & Tanhuanpaa, V.-P., 1997. *"Towards Lean Management"*, s.l.: IGLC.
- Koskela, L. & Berstelsen, S., 2004. *"Construction beyond Lean: A new understanding of construction management"*, s.l.: IGLC.
- La Vielle, M., 2002. *Dissertação de Mestrado em Gestão "Prioritization of Capital Projects"*, s.l.: Naval Postgraduate School.
- Maasouman, M. A., 2014. *Dissertação de Mestrado em Ciências Aplicadas em Engenharia da Indústria "Development of Lean Maturity Model for Operational Level Planning"*, Montreal, Quebec, Canada: Concordia University.
- Maasouman, M. A., s.d. *Tese de*, s.l.: s.n.

- Martins, J. R. M., 2011. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Lean Construction na Construção e Engenharia Portuguesas - Oportunidades e desafios para os Donos de Obra"*, s.l.: Universidade Nova de Lisboa.
- McGraw Hill, 2013. *Lean Construction: Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency*. s.l.:s.n.
- Mendoça, T. C. P. d., 2009. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Desenvolvimento e aplicação de metodologias lean na construção"*, s.l.: Universidade do Minho.
- Moura, H. & Teixeira, J., 2007. "Competitividade e incumprimento das funções de gestão na construção". *Congresso de Construção*.
- Nesensohn, C., Bryde, D. J., Fearon, D. J. & Ochieng, E. G., 2014. Combining Lean Construction with Maturity Models.
- Nesensohn, C. et al., 2014. "Assesing Lean Construction Maturity". *International Group for Lean Construction*.
- Nesensohn, C., Bryde, D., Ochieng, E. & Damian, F., 2014. "Maturity and Maturity Models in Lean Construction". *Australasian Journal of Construction Economics and Building*.
- Nesensohn, C., Bryde, D. & Pasquire, C., 2015. "A measurement model for Lean Construction maturity". *International Group for Lean Construction*.
- Pereira, J. P., 2012. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Aplicação do Lean Construction no controlo e gestão em processos de produção"*, s.l.: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Pinheiro, J. P. C., 2011. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Indicadores-chave de Desempenho (Key Performance Indicators) aplicados à construção"*, s.l.: Instituto Superior Técnico.
- Pinto, J. M. F., 2012. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Lean Construction: Proposta de Metodologia de Avaliação de Projectos de Construção"*, s.l.: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pyhajarvi, M., 2004. "*SPICE - International Standard for Software Process Assessment*", Universidade de Helsínquia: Seminário de Modelos de Qualidade em Engenharia de Software.
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. & Owen, R., 2009. "*The interreaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*", s.l.: Journal of Construction Engineering and Management.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. & Luegring, M., 2005. "Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques". *Lean Construction Journal*.
- Salem, O. & Zimmer, E., 2005. "*Application of Lean Manufacturing principles to construction*". *Lean Construction Journal*: s.n.
- Sarshar, M., Haigh, R. P., Aouad, G. & Baldry, D., 2000. "*SPICE: A Business Process Diagnostics Tool for Construction Projects*", s.l.: Engineering Construction & Architectural Management.

- Silva, A. B. B. d., 2014. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Dificuldades, ineficiências e oportunidades no sector da construção em Portugal"*, s.l.: Instituto Superior Técnico.
- Smith, M., 2014. *BIM-Enabled Lean Construction*, s.l.: Secora and PwC Capital Projects.
- Stewart, T. A. & Raman, A. P., 2007. "Lessons from Toyota's long drive". *Harvard Business Review*.
- Swefie, M. G., 2013. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil "Improving Project Performance using Lean Construction in Egypt: A proposed framework"*, s.l.: American University in Cairo.
- Tapping, D. & Smith, M., 2006. *"The Lean Office Pocket Guide: Tools for for the elimination of waste in administrative areas"*. s.l.:MCS Media.
- Tuholski, S. J. & Tommelein, I. D., 2008. Design Structure Matrix (DSM) Implementation on a Seismic Retrofit. *IGLC*.
- Womack, J. & Jones, D., 1996. *"Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation"*. s.l.:Productivity Press.

Anexos

Anexo 1 – Questionário de práticas

1. Big Room	
1.1	São feitas reuniões na fase de projeto, em que se juntam várias especialidades para colaboração com o objetivo de partilhar informações, discutir possíveis soluções alternativas
1.1.a	São envolvidas pelo menos duas outras especialidades nestas reuniões
1.1.b	São envolvidas todas as especialidades nestas reuniões
2. Last Planner System	
2.1	Existe um planeamento, mapeamento e calendarização das atividades a desenvolver na obra na fase de construção.
2.1.a	Esse planeamento é feito a longo prazo, nesta fase o objetivo é estabelecer datas e metas de trabalho. Entende-se como longo prazo o tempo de execução da construção/produção do produto
2.1.b	Esse planeamento é feito a médio prazo, nesta fase o objetivo é garantir que os recursos necessário a esse trabalho estarão disponíveis na altura em que serão necessários. Entende-se como médio prazo um planeamento feito entre 3 a 6 semanas antes de este ser realizado.
2.1.c	Esse planeamento é feito a curto prazo, nesta fase o objetivo é planear em detalhe todo o trabalho que vai ser realizar, quem o vai executar e como. Este planeamento normalmente é feito 1 semana antes do trabalho ser realizado.
2.2	O planeamento de atividades apresenta um cronograma macro que indique quais são as atividades importantes e/ou críticas
2.2.a	O planeamento em detalhe envolve identificação de recursos necessários (materiais, pessoas e máquinas)
2.2.b	O planeamento lista também as ações de intervenção para eliminação de restrições nas atividades.
2.3	O planeamento envolve colaborativamente várias entidades na obra
2.3.a	Esse planeamento é feito envolvendo todas as entidades que irão participar nas atividades a desenvolver
2.4	Existe um responsável por todos os processos descritos nas questões anteriores? Só responder sim se as perguntas 2.1, 2.2 e 2.3 tiverem sido respondidas com Sim.
3. Kaizen Events	
3.1	Existem processos de melhoria contínua, isto é, existe algum processo para avaliar o desempenho de atividades de forma crítica
3.1.a	Esses processos envolvem reunir as pessoas que participam nessa atividade para discutir os problemas que ocorrem ou possíveis pontos de melhoria
3.1.b	Existe uma sessão de discussão e apresentação de possíveis soluções para os problemas ou melhoria da atividade em questão
3.1.c	Dos resultados destas reuniões saem guias de como realizar as atividades tendo em conta as propostas de melhoria
3.1.d	O desempenho dos novos processos é avaliado para garantir que existem melhorias

4. A3 Report	
4.1	Existe algum processo de recolha de falhas ou problemas ocorridos em obra
4.1.a	Esse processo é standarizado, isto é, consiste no preenchimento de uma ficha que é universal para problemas ocorridos nas fases de construção, produção, ou projeto.
4.1.b	Esse processo é transversal e utilizado em várias áreas, isto é, pode ser aplicado na produção, construção ou fase de projeto.
5. Gemba Walk	
5.1	Existe algum processo ou prática de observação de processos, in situ, para identificação de desperdícios ou identificação de oportunidades de melhoria
5.1.a	Este processo observa todos os passos necessários para concluir uma atividade desde o transporte de materiais até à necessidade de perder tempo a buscar equipamento que é utilizado para realizar a atividade
5.1.b	Este processo envolve a participação e recolha de <i>feedback</i> dos trabalhadores que realizam o trabalho
5.1.c	Desde processo sai um plano de ações de melhoria que deve incluir as proposta de melhoria e ainda prazo para serem aplicados
5.1.d	Este processo encontra-se rotinado e faz parte da filosofia de trabalho da organização
6. Root Cause Analysis	
6.1	Existem processos para definição e caracterização de problemas ocorridos na obra
6.1.a	Este processo inclui categorização das fontes das causas, isto é, são devido a RH ou problemas de equipamento ou outra fonte?
6.1.b	Este processo diferencia e identifica todos as causas, assim como a sua gravidade, isto é, definir todas as causas mas diferenciar fontes secundárias de primárias.
6.1.c	O processo sugere soluções para cada causa identificada, de forma a prevenir a recorrência desses problemas no futuro
6.1.d	As soluções de melhoria propostas são implementadas e avaliadas para verificar a sua utilidade e capacidade de resolução de problemas
7. Integrated Project Delivery (IPD)	
7.1	Existe alguma abordagem ou filosofia de integração e colaboração entre as organizações pertencentes ao projeto ao longo do desenvolvimento do produto, isto é, todas as entidades estão em direto contacto umas com as outras.
7.1.a	Existem reuniões dedicadas à discussão de possíveis diferentes abordagens aos métodos construtivos, ou outros tipos de soluções a serem abordadas. Pode não só se tratar de métodos construtivos mas sim também diferentes metodologias de gestão ou planeamento, etc... Isto é discussão de melhorias.
7.1.b	Estas reuniões envolvem as principais entidades relativas à execução do produto, isto é os projetistas, empreiteiros, Dono de Obra, Fiscalização.
7.1.c	Esta abordagem estende-se pela obra toda, em todas as fases, ou seja, conceção, projeto e construção. Ou seja desde o momento em que o projeto começa a ser concebido até ao momento em que este é entregue ao cliente.
7.2	Esta abordagem inclui partilha de ficheiros e documentos entre as entidades participantes. Isto é outras entidades têm acesso aos "produtos" criados pelas outras entidades.
7.2.a	A partilha de ficheiros é feita entre todas as entidades envolvidas. Isto é todas as entidades pertencem ao universo de partilha de ficheiros criado.
7.3	Existe uma pessoa, ou equipa, responsável pela gestão e bom funcionamento de todo este sistema colaborativo
7.3.a	Esta entidade certifica-se que existe compatibilização entre as várias especialidades
7.3.b	Esta entidade promove sinergia entre as várias entidades, com o objectivo de tirar o máximo proveito do processo colaborativo, isto pode ser feito através de reuniões, formações, e focar as entidades no objectivo pretendido pela colaboração.
7.4	Esta abordagem de partilha é suportada por software que permita e facilite a partilha e compatibilização de ficheiros e documentos partilhados. Também pode ser usado software para a gestão do sistema de colaboração em si.

8. Building Information Modelling (BIM)	
8.1	Existe software cujo objectivo seja a partilha de informação, trabalho e consequentemente a sua compatibilização.
8.1.a	Todas as entidades que participam na elaboração do projeto têm capacidade de partilhar e aceder aos documentos.
8.1.b	Esta partilha é feita de forma expedita a todos os membros que têm acesso, isto é por exemplo partilha feita através de cloud.
8.1.c	Este software permite a compatibilização de projetos realizados por diferentes entre várias especialidades e permite apresentá-los como um só. Por exemplo, juntar o projeto de arquitetura, estruturas e gás num só.
8.1.d	O software permite, além de apresentar, trabalhar os projetos de diferentes especialidades ao mesmo tempo, isto permite detetar mais cedo possíveis incompatibilidades de projeto.
8.1.e	O software permite avaliar os custos dos projetos das várias especialidades.
8.1.f	O software serve também para planeamento e calendarização de produção, até um certo nível. (Não tão a fundo como Last Planner). Por exemplo pode ter conhecimento de outras técnicas de planeamento, como por exemplo Caminho Crítico.
8.1.g	O software permite ainda avaliar soluções de planeamento para a distribuição e receção dos materiais dos fornecedores.
8.2	Existe um gestor de projeto ou de BIM que supervisione e tenha responsabilidade sobre o trabalho que está a ser realizado nesta ferramenta
8.2.a	O responsável gere o trabalho das equipas como se fossem uma só, isto é em vez de trabalhar as especialidades separadamente, são geridas como uma só equipa interdisciplinar.
9. 5S	
9.1	Existe alguma prática de organização, por exemplo, se existem regras sobre como devem ser arrumadas as pastas nos computadores, como arrumar os dossiers, ou como arrumar equipamento em obras, etc...
9.1.a	Existem procedimentos, ou ajudas visuais, para arrumação de equipamentos em obra, isto é que permita uma pessoa que não tenho conhecimento sobre como arrumar o equipamento consegue facilmente identificar onde este fica.
9.1.b	Existem procedimentos, ou ajudas visuais, para arrumação de materiais construtivos em obra e consequentemente dos seus produtos (p.ex. cofragens).
9.1.c	A posição e arrumação dos equipamentos, ou materiais, é um assunto que é estudado e planeado.
9.1.d	A posição e arrumação dos equipamentos, ou materiais, é um assunto que está sujeito constantemente a melhoria contínua, através de <i>feedback</i> das entidades que utilizam esse sistema de arrumação.
10. Kanbans	
10.1	Existe alguma ferramenta ou sistema de gestão de inventários que contabilize quantidades, esses inventários podem ser de materiais de produção (p.ex. aço) ou para logística interna (p.ex. peças para reparação de equipamentos).
10.1.a	Esse sistema ou ferramenta implementado avisa para níveis baixos ou elevados de inventário. Este sistema não precisa necessariamente de ser informático.
10.1.b	Esse sistema ou ferramenta implementado avisa também a necessidade de transporte do material do local de armazenamento para o local de trabalho

11. Value Stream Mapping (VSM)	
11.1	Existem processos ou ferramentas que recolham informação relativa aos passos necessários para completar uma atividade.
11.1.a	Nesse processo é feito um mapeamento da atividade/processo. Isto é, é criado um mapa onde se identificam os passos que são dados desde o início até ao fim da atividade.
11.1.b	Existe, para cada passo, informação sobre os tempos de execução de cada passo dos processos.
11.1.c	Existe, para cada passo, informação sobre os materiais que são necessários para concretizar cada passo do processo.
11.1.d	Existe, para cada passo, informação sobre os inventários existentes e também a cadeia de abastecimento que fornece material à obra. Aqui devem-se controlar os inventários para que as encomendas sejam feitas de forma a evitar roturas.
11.1.e	Existe, para cada passo, informação sobre a mão-de-obra que realiza o trabalho. Esta informação deve conter indicadores como rendimento e tempo de conclusão do passo.
11.2	Existe algum processo com o objectivo de melhorar o desempenho de atividades
11.2.a	Tendo em conta informação relativa a mão-de-obra, inventários, materiais e equipamentos é feita uma análise em que se procuram reduzir desperdício. O objectivo aqui é identificar oportunidades e perceber onde podem ser feitas melhorias.
11.2.b	Com base na análise são feitas sugestões de melhoria aos passos do processo. O objectivo aqui é criar um mapa de valor futuro que contenha toda a informação que foi descrita, mas agora, tendo em conta as sugestões implementadas de forma a poder avaliar as melhorias relativamente à situação anterior.
11.2.c	O processo criação de mapa de valor e avaliação do mesmo, é aplicado em ciclo e volta a ser utilizado no mapa de valor criado para identificar novas oportunidades de melhoria.
12. Briefing Room	
12.1	São feitas reuniões no local de obra para discutir problemas correntes da obra, segurança, trabalho a realizar durante o dia, objectivo a alcançar.
12.1.a	Estas reuniões envolvem pessoal das equipas de trabalho que irão realizar trabalho no prazo a que a reunião se destina.
12.1.b	Estas reuniões são feitas diariamente.
13. Spaghetti Chart	
13.1	Existe planeamento de algum dos movimentos que são realizados na obra, quer sejam de mão-de-obra, materiais, equipamento.
13.1.a	Existe um planeamento do qual resulta um mapa com os percursos que os equipamentos devem seguir para depositar material e qual o caminho que devem seguir até à frente de obra.
13.1.b	Existe também um mapa com os percursos que os trabalhadores devem utilizar de forma a reduzir tempo perdido com deslocações.
14. Standard Works	
14.1	Existe algum guia ou instrução de como realizar algum tipo de processo na organização que descrevam como deve ser realizado. Deve ter detalhe suficiente para que alguém com pouco conhecimento consiga realizar o processo. É importante também que possa ser transmitido pela organização
14.1.a	Existem guias ou instruções para vários processos construtivos, por exemplo como betonar um pilar.
14.1.b	Existem guias ou instruções para vários processos na fase de projeto, por exemplo, como apresentar os desenhos de projeto.

15. Visual Control	
15.1	Existe algum tipo de ajudas visuais que sejam utilizadas em obra. Estas ajudas podem ser por exemplo indicadores de desempenho ou mapas de saídas em caso de emergência
15.1.a	Existem ajudas visuais provenientes do planeamento de produção, mais concretamente mapas com metas a atingir, trabalho a realizar e calendários.
15.1.b	Existem ajudas visuais relativas a organização e/ou controlo de inventário ou estaleiro.
16. Comboio Logístico	
16.1	Existe algum tipo de planeamento relacionado com movimentações, de forma a que estas ocorram só quando são necessárias e não ocorram demasiado cedo ou tarde.
16.2	Existe planeamento de movimentações relacionadas com a mão-de-obra.
16.2.a	Planeamento da recolha dos trabalhadores. Ou seja, analisar se é mais produtivo ter mais paragens, ou menos paragens criar um itinerário com locais de recolha e também com as datas e horários.
16.2.b	Planeamento das deslocações e da distribuição da mão-de-obra até à frente de obra.
16.3	Existe planeamento de movimentações relacionadas com materiais.
16.3.a	Planeamento de deslocações de material desde a origem até ao estaleiro e até á frente de obra tendo em conta os métodos de transporte disponíveis.
16.3.b	O planeamento tem em conta a possibilidade de conseguirem ser transportados vários materiais de uma só vez (p.ex. camião recolhe 3 materiais numa só viagem)
16.4	Existe planeamento de movimentações relacionadas com equipamentos.
16.4.a	Planeamento das deslocações de equipamentos, tendo em consideração que podem ser feitos entre obras, frentes de obra e estaleiros.
16.4.b	O planeamento tem em conta a possibilidade de conseguirem ser transportados vários equipamentos de uma só vez (p.ex. camião suficientemente grande para levar 2 equipamentos, ou em caso de fecho de estrada fechar só uma vez e levar tudo dessa vez)

17. Value Engineering	
17.1	Existe algum tipo de controlo de qualidade do produto acabado.
17.2	Existe uma avaliação do grau de satisfação do cliente, relativamente ao produto final. A satisfação pode ser avaliada em custos, prazos ou qualidade.
17.3	Existe tempo dedicado à consideração de possíveis soluções alternativas, por exemplo, outros métodos construtivos, utilização de outros materiais, métodos de planeamento, técnicas de gestão, etc....
17.3.a	Para consideração das soluções alternativas é feita uma análise comparativa entre as várias soluções possíveis. Esta análise deve ter em conta custo, qualidade e prazos.
17.3.b	A análise de soluções não considera apenas alternativas ao que é proposto, tem em conta também melhorias internas que possam ser feitas às soluções propostas, por exemplo considerar a solução proposta, mas sugerir alterações de materiais.
17.3.c	As soluções avaliadas não passam apenas por analisar métodos construtivos, ou materiais e equipamentos. Podem ser relativas a novas formas de gestão, logística, colaboração, etc...
17.3.d	Caso sejam avaliadas e apresentadas soluções alternativas, estas soluções são monitorizadas para garantir e avaliar o seu desempenho e em especial o resultado final relativamente ao valor transmitido ao cliente.
17.4	Existe uma equipa dedicada à avaliação, discussão e apresentação de possíveis soluções alternativas.
17.4.a	Caso haja uma equipa dedicada a soluções alternativas, essa equipa trabalha em conjunto com o cliente ou um representante para garantir que a solução alternativa vai de encontro ao valor/funcionalidade pretendida.
17.4.b	A equipa dedicada às soluções alternativas é multidisciplinar e tem conhecimento de diversas áreas.
18. SMED	
18.1	Existe planeamento antecipado de reparação de equipamentos.
18.1.a	O planeamento de reparações é feito para os equipamentos pesados com mais uso. Por exemplo, camiões, guias, retroescavadoras, etc...
18.1.b	O planeamento de reparações é feito para os equipamentos mais leves de uso corrente. Por exemplo, carrinhas de transporte, geradores, betoneira.
18.1.c	O planeamento de reparações é aplicado a todo o tipo de equipamentos, isto inclui os mais pequenos. Por exemplo, berbequins, vibradores de betão, martelos pneumáticos, etc...
18.1.d	A realização de reparações antecipadas é rotineiro. Por exemplo a visita de um equipamento de 4 em 4 meses para reparações preventivas.
18.1.e	O planeamento antecipado das reparações envolve também o planeamento antecipado das equipas de reparação e do material que será necessário para a reparação. Isto é, quando o equipamento chega ao local de reparação a equipa já está lá pronta com o material todo que precisar para evitar perdas de tempo.
18.1.f	Existem algum planeamento ou preparação para reparações quando estas ocorrem inesperadamente.
18.1.g	Existem guias, manuais ou procedimentos que indiquem como proceder para a avaria ocorrida
18.1.h	São feitas operações paralelas, por exemplo enquanto um operador está a reparar o motor, o outro está a reparar outra parte do veículo.
18.1.i	Os operadores encontram-se treinados nas operações que têm de realizar, e como proceder caso hajam contratempo. Isto é, estão treinados nas operações comuns assim como falhas que possam ocorrer durante a operação.

19. Poka Yoke	
19.1	Existe algum tipo de planeamento dedicado à análise e prevenção de erros nos processos de montagem, fabricação e utilização de produtos.
19.1.a	No planeamento participam várias entidades que oferecem <i>feedback</i> e ideias sobre problemas e erros que possam ocorrer.
19.1.b	No planeamento são discutidas possíveis soluções que evitem o erro em obra, criando condicionalismos na forma de montagem, utilização ou fabrico para que o erro não possa ocorrer.
19.1.c	É feita uma verificação do método sugerido para evitar o erro e para garantir que funciona como esperado.
19.1.d	Existe registo dos resultados obtidos pela implementação da solução de prevenção de erro.
20. KPI	
20.1	Existe algum tipo de recolha de dados relativos a performance, desempenho, produtividade, rendimentos de trabalho, etc...
20.1.a	A recolha de dados para medição de desempenho é prática corrente e não é só uma situação pontual.
20.1.b	A recolha de dados para medição de desempenho permite armazenamento para que possam ser feitas comparações com outros dados futuros, ou passados.
20.1.c	Existe um responsável pela aquisição e armazenamento dos dados recolhidos
20.1.d	Os dados recolhidos são de fácil acesso e permitem apresentar de forma fácil e representável os seus conteúdos
21. Heijunka	
21.1	Existe algum tipo de técnica ou planeamento relativo ao equilíbrio de volume de trabalho. Isto é evitar que existam picos em que há muito volume de trabalho e outras alturas em que não há trabalho.
21.1.a	Este tipo de planeamento é aplicado à distribuição e afetação de equipamentos.
21.1.b	Este tipo de planeamento é aplicado à distribuição e afetação das equipas de trabalho.
21.1.c	Neste planeamento são envolvidos não só os cargos de chefia mas também os elementos que realizam o trabalho, para garantir compatibilidade entre o trabalho planeado e o que é realmente possível realizar.
21.1.d	Este tipo de planeamento é feito de forma a evitar interrupções no fluxo de trabalho, sendo que o fator mais importante é um fluxo de trabalho constante, em vez de uma produtividade máxima.

Anexo 2 – Questionário dos *process enablers*

Process enabler - Compromisso e liderança
São estabelecidas políticas que promovam a implementação das novas práticas
São estabelecidas políticas que promovam a continuidade das novas práticas
A implementação das novas práticas é suportada e apoiada pela gestão de topo
São criados cargos cuja responsabilidade é assegurar a implementação das práticas e dos objetivos estabelecidos
Process enabler - Capacidade de implementação
As condições que devem existir previamente à implementação competente das novas práticas encontram-se estabelecidas
As condições estabelecidas descrevem os recursos necessários
As condições estabelecidas descrevem a estrutura das equipas de trabalho
As condições estabelecidas descrevem a formação que deve acompanhar a implementação
Process enabler - Compreensão e conhecimento das atividades
As responsabilidades das práticas encontram-se bem definidas
Os procedimentos das práticas encontram-se bem definidos
O desempenho das práticas é acompanhado e registado
São tomadas ações corretivas nas práticas quando necessário
Process enabler - Avaliação dos processos
Existe uma descrição dos processos básicos internos de avaliação e revisão
Estas avaliações e revisões são utilizadas para controlar as práticas utilizadas e implementadas
São também utilizadas para melhorar as práticas utilizadas e implementadas
São usadas também em práticas já existentes
Process enabler - Verificação dos processos
São feitas verificações das práticas implementadas para garantir que são realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos para cada prática
São feitas verificações das práticas implementadas para garantir que são realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos para cada prática
As verificações são feitas por pessoal com conhecimento em gestão das práticas
As verificações são feitas por pessoal com conhecimento em qualidade