

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

André Gouveia da Silva Barros

**Construção Lean**  
**Estudo de Implementação da**  
**Filosofia Lean na Construção Portuguesa**



## ❖ AGRDECIMENTOS

Ao Sr. Professor Doutor José Manuel Cardoso Teixeira, orientador desta dissertação, pela oportunidade concedida de realizar este estudo no âmbito de uma bolsa de investigação, proporcionando a minha valorização profissional, pelas suas indicações preciosas e acompanhamento efectuado.

Ao Sr. Engenheiro José Barreiro Lima, pelo apoio e indicações concedidas durante a preparação e elaboração da presente dissertação, mas também na organização do 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal.

A todos os inquiridos que, amavelmente, responderam aos inquéritos elaborados e se disponibilizaram para prestar qualquer esclarecimento adicional, sem os quais não seria possível a realização deste estudo.

Aos meus pais e à minha irmã, por estarem sempre presentes e pelo lar que sempre me proporcionaram.

Aos meus amigos que, nos momentos de desalento, deram o seu apoio para que continuasse a progredir, em especial ao Gabriel, Hugo e Ivan.





## ❖ RESUMO

Mundialmente, a indústria da construção tem sido confrontada com a necessidade de reduzir os custos de produção, aumentar a qualidade dos seus produtos e diminuir o tempo de produção. A complexidade crescente dos projectos de construção, a incerteza e os prazos reduzidos, exigem mudanças na dinâmica do sector.

Motivado pelos bons resultados que a filosofia *Lean* apresentou noutros sectores industriais, iniciou-se o seu processo de adaptação ao sector da construção, adquirindo uma identidade própria, devido às especificidades deste. Assim surge a Construção *Lean*.

O interesse em torno da Construção *Lean* tem crescido substancialmente, no panorama internacional, pelos bons resultados aferidos com a sua implementação. A nível nacional, reconhecem-se algumas iniciativas nesta área, no entanto, estas apresentam-se bastante dispersas, deixando transparecer algum carácter embrionário da temática no nosso país.

Esta dissertação procura definir o estado da arte da Construção *Lean*, no contexto nacional. Através da revisão bibliográfica e da realização de dois inquéritos, o primeiro destinado à comunidade científica e o segundo a profissionais do sector da construção, procura-se avaliar o nível de ensino/investigação e de conhecimento/aplicação dos princípios da Construção *Lean*, nos dois grupos definidos, respectivamente.

**Palavras-chave:** Construção *Lean*; Estado da arte; Implementação; Planeamento e Controlo.



## ❖ ABSTRACT

Worldwide, the construction industry has been confronted with the need to reduce its production costs, to increase the quality of its products and to diminish its production time. The growing complexity of the construction projects, the uncertainty and the short deadlines demand changes in the sector dynamics.

Motivated by the good results the *Lean* philosophy displayed in other industrial fields, its process of adaptation to the construction sector began, acquiring an identity of its own, due to the specificities of that sector. And so the *Lean Construction* is created.

The interest around the *Lean Construction* has grown substantially on an international scale, due to the good results its implementation has provided. On a national level, some initiatives in this area are acknowledged. Yet, many of them appear quite dispersed, which mirrors the fact that, in our country, this theme is in its very beginning.

This dissertation aims to define the state of art of the *Lean Construction* on a national context. Through bibliography and the production of two inquiries – the first aimed at the scientific community and the other at the professionals of the construction sector – one tries to evaluate the level of teaching/research and of knowledge/application of the *Lean Construction* principles in the two aforementioned groups, respectively.

**Keywords:** *Lean Construction*; State of art; Implementation; Planning and Control.



## ❖ ÍNDICE GERAL

Agradecimentos _____	iii
Resumo _____	v
Abstract _____	vi
Índice geral _____	vii
Índice de figuras _____	ix
Índice de tabelas _____	xi
<b>Capítulo 1 – Introdução _____</b>	<b>1</b>
1.1 Fundamentação e justificação do estudo _____	2
1.2 Objectivo da investigação _____	5
1.3 Metodologia geral da investigação _____	5
1.3.1 Revisão bibliográfica _____	6
1.3.2 Desenvolvimento e realização dos inquéritos _____	6
1.3.3 Análise e discussão de resultados _____	7
1.3.4 Conclusões finais _____	7
1.4 Organização da dissertação _____	8
<b>Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica _____</b>	<b>9</b>
2.1 Introdução geral _____	10
2.2 Processo de pesquisa bibliográfica implementado _____	13
2.3 Informação relevante da pesquisa bibliográfica _____	13
2.3.1 Filosofia <i>Lean</i> _____	13
2.3.2 Origem da filosofia <i>Lean</i> _____	14
2.3.3 Princípios da filosofia <i>Lean</i> _____	17
2.3.4 Tipos de desperdício _____	19
2.3.5 Ferramentas e aplicações <i>Lean</i> _____	21
2.4 Construção <i>Lean</i> _____	27
2.4.1 Enquadramento _____	27
2.4.2 Princípios e definições da Construção <i>Lean</i> _____	28
2.5 Conclusões sumárias _____	32



<b>Capítulo 3 – Análise e Discussão de Resultados</b>	<b>35</b>
3.1 Enquadramento	36
3.2 Objectivo dos inquéritos	36
3.3 Estrutura dos inquéritos	36
3.3.1 Comunidade Científica	37
3.3.2 Empresas	38
3.4 Critérios de selecção dos inquiridos	40
3.4.1 Comunidade Científica	40
3.4.2 Empresas	41
3.5 Análise e discussão dos resultados	45
3.5.1 Comunidade Científica	45
3.5.2 Empresas	52
3.5.3 Comunidade Científica vs Empresas	58
<b>Capítulo 4 – Conclusões Finais</b>	<b>69</b>
4.1 Conclusões	70
4.2 Dificuldades e limitações da investigação	73
4.3 Pesquisa futura	74
<b>Capítulo 5 – Referências Bibliográficas</b>	<b>75</b>
<b>Capítulo 6 – Anexos</b>	<b>81</b>



## ❖ ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1 – Introdução

Figura 1.1: Integração dos factores principais da competitividade _____	4
Figura 1.2: Justificação da necessidade de implementação de novas metodologias de gestão _____	5
Figura 1.3: Organização da dissertação _____	8

### Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

Figura 2.1: Produção do Modelo T pela Ford _____	15
Figura 2.2: <i>Toyota Production System House</i> _____	16
Figura 2.3: Princípios da filosofia <i>Lean</i> _____	19
Figura 2.4: Metodologia 5S _____	24
Figura 2.5: Exemplo da utilização do <i>Kanban</i> _____	26

### Capítulo 3 – Análise e Discussão de Resultados

Figura 3.1: Exemplo da avaliação do grau de cobertura dos princípios da Construção <i>Lean</i> no inquérito realizado à comunidade científica _____	38
Figura 3.2: Exemplo da avaliação do grau de cobertura dos princípios da Construção <i>Lean</i> no inquérito realizado aos profissionais das empresas _____	39
Figura 3.3: Envolvimento dos inquiridos no ensino e investigação da Construção <i>Lean</i> _____	46
Figura 3.4: Percepção dos inquiridos sobre o patamar de difusão da Construção <i>Lean</i> , ao nível do ensino superior _____	47
Figura 3.5: Resultados da secção III – comunidade científica _____	50
Figura 3.6: Relação entre as dimensões ensino $\leftrightarrow$ investigação _____	51
Figura 3.7: Distribuição dos inquiridos segundo a formação _____	53
Figura 3.8: Experiência profissional dos inquiridos _____	53
Figura 3.9: Conhecimento da Construção <i>Lean</i> por parte dos inquiridos _____	54
Figura 3.10: Aplicação da Construção <i>Lean</i> nas empresas representadas pelos inquiridos _____	54



Figura 3.11: Sistemas de gestão, certificados, implementados nas empresas representadas _____	55
Figura 3.12: Resultados da secção III – empresas _____	56
Figura 3.13: Relação entre as dimensões conhecimento $\leftrightarrow$ aplicação _____	57
Figura 3.14: Relações cruzadas entre as dimensões ensino, investigação, conhecimento e aplicação _____	58
Figura 3.15: Relação entre as dimensões ensino $\leftrightarrow$ conhecimento _____	59
Figura 3.16: Relação entre as dimensões ensino $\leftrightarrow$ aplicação _____	60
Figura 3.17: Relação entre as dimensões investigação $\leftrightarrow$ conhecimento _____	61
Figura 3.18: Relação entre as dimensões investigação $\leftrightarrow$ aplicação _____	62



## ❖ ÍNDICE DE QUADROS

### Capítulo 3 – Análise e Discussão de Resultados

Quadro 3.1: Lista das instituições de ensino superior público contactadas _____	40
Quadro 3.2: Lista das empresas seleccionadas a partir do ranking da revista Exame _____	43
Quadro 3.3: Percentagem de resposta junto das instituições de ensino superior público _____	45
Quadro 3.4: Perspectiva dos inquiridos sobre o desenvolvimento futuro da Construção <i>Lean</i> , em Portugal _____	48
Quadro 3.5: Análise dos resultados da secção III – comunidade científica _____	50
Quadro 3.6: Percentagem de respostas junto das empresas seleccionadas _____	52
Quadro 3.7: Análise dos resultados da secção III – empresas _____	56
Quadro 3.8: Análise da relação entre as dimensões ensino $\leftrightarrow$ conhecimento _____	59
Quadro 3.9: Análise da relação entre as dimensões ensino $\leftrightarrow$ aplicação _____	60
Quadro 3.10: Análise da relação entre as dimensões investigação $\leftrightarrow$ conhecimento _____	61
Quadro 3.11: Análise da relação entre as dimensões investigação $\leftrightarrow$ aplicação _____	62





## CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO



## 1.1 FUNDAMENTAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO ESTUDO

O sector da construção ocupa uma posição de destaque na economia europeia. Em Portugal, a construção é responsável por uma parte significativa do emprego e do Produto Interno Bruto (PIB), bem como do investimento total realizado neste país, com um conjunto de efeitos relevantes sobre um número considerável de sectores de actividade.

No entanto, apesar da sua importância na economia, é lhe reconhecido um conjunto de fragilidades, nomeadamente, a falta de qualificação da sua mão-de-obra, o frequente incumprimento dos prazos e dos orçamentos inicialmente estabelecidos para os produtos que realiza, a qualidade insatisfatória dos mesmos, as deficientes condições de segurança a que estão sujeitos os seus trabalhadores, o excesso de desperdício no processo produtivo, entre outras.

As fragilidades enumeradas são algumas das causas da falta de competitividade que caracteriza a indústria da construção portuguesa. Porém, estes sintomas têm sido continuamente atenuados pelas particularidades que caracterizam o sector e que constituem a natureza específica de cada projecto, tratando-se de um produto único, cuja produção está afectada a um local que apresenta condições próprias (onde se incluem as condições climatéricas), implicando a interacção de múltiplas organizações para a realização das tarefas que o compõem (fragmentação da cadeia de fornecimento), etc. Tais características também existem noutros sectores industriais, contudo, é na construção que se compilam de um modo único.

Nos últimos anos, os consumidores europeus têm-se tornado cada vez mais exigentes ao nível dos requisitos que pretendem ver cumpridos nos produtos da construção, conscientes do seu custo elevado e de alguma falta de qualidade. Também, a crescente redução das margens de lucro e o aumento da concorrência no sector, em parte potenciado pela internacionalização das empresas de construção, têm dirigido a atenção desta indústria para a questão do planeamento e controlo da produção.



É fundamental, para o dinamismo do sector, o aumento da competitividade das empresas que o constituem, através do fornecimento de produtos de qualidade superior, nos prazos previstos, a preços atractivos para o cliente, estando, naturalmente, atentas a novos desafios. A competitividade de uma empresa é imprescindível para a sua sobrevivência no mercado, melhorando-a continuamente, através da integração de um conjunto de factores (Arantes, 2008):

- **Custos** – A produção de um bem e/ou serviço ao menor custo praticável é uma meta constante de toda e qualquer organização;
- **Prazos** – Quanto menor for o prazo de entrega, mais satisfeito ficará o cliente. Também, quanto menos tempo o produto tiver de ficar em *stock*, menor será o espaço necessário para a armazenagem e menores serão os custos associados a esta;
- **Qualidade** – Melhorando a qualidade dos produtos consegue-se não só um aumento da satisfação do cliente, mas também, ao contrário do que se possa pensar, uma redução dos custos de produção;
- **Flexibilidade** – Para ser competitiva, uma empresa tem de ser capaz de alterar os seus produtos em função das exigências dos clientes. Quanto mais rápida e flexível, maior a probabilidade de ser a primeira a apresentar um novo produto no mercado;
- **Inovação** – É a capacidade de uma empresa em se antecipar aos desejos dos consumidores;
- **Produtividade** – Resulta da combinação dos factores anteriores e deve estar presente em todas as acções da empresa.



Figura 1.1: Integração dos factores principais da competitividade

A filosofia *Lean* surge na indústria numa perspectiva de melhoria contínua, apresentando-se como uma alternativa para a redução de custos, aumento da qualidade dos produtos, através de uma diminuição dos desperdícios gerados e do aumento do valor para o cliente.

No início da década de 90, o sector da construção de alguns países começou a dar particular atenção aos bons resultados de outras indústrias, pela aplicação de um novo paradigma de produção, baseado na filosofia *Lean*. Os primeiros passos na implementação desta nova filosofia ocorreram no Japão, na década de 50, contudo, só no final da década de 80, é que os seus princípios se encontravam globalmente difundidos ao nível industrial.

Os problemas referidos anteriormente, colocam-se com maior acuidade à construção, em virtude das suas características e fragilidades, daí se considerar que a aplicação da filosofia *Lean*, à construção, se justifica por dois motivos. O primeiro é que, muito provavelmente, face aos exemplos conhecidos de outras indústrias (como é o caso da Toyota), esta funcionará da mesma forma; o segundo é que, tendo em conta as especificidades atribuídas ao sector da construção, mais se compreende a utilidade da filosofia *Lean*.

Este panorama proporcionou que no início da década de 90 começassem a surgir os primeiros estudos relativos à aplicação de uma nova metodologia de gestão, denominada de Construção *Lean*, procurando, assim, adaptar a realidade de outras indústrias.



A figura seguinte esquematiza a interdependência dos aspectos anteriormente identificados:



Figura 1.2: Justificação da necessidade de implementação de novas metodologias de gestão

## 1.2 OBJECTIVO DA INVESTIGAÇÃO

**O principal objectivo desta investigação foi conhecer o nível de difusão e aplicação da Construção *Lean*, no panorama nacional.** De modo mais particular, com este projecto, pretendeu-se:

- a) Avaliar a sensibilidade da comunidade científica para a Construção *Lean* e a forma como é contemplada ao nível do ensino e da investigação;
- b) Avaliar o conhecimento e a aplicação da Construção *Lean*, junto dos profissionais das empresas de construção;
- c) Analisar e comparar as perspectivas dos investigadores, docentes e profissionais do sector da construção;
- d) Identificar oportunidades de melhoria e propor soluções para o aumento da aplicação da Construção *Lean*, em Portugal.

## 1.3 METODOLOGIA GERAL DA INVESTIGAÇÃO

De seguida, é apresentada a metodologia de investigação aplicada com vista a alcançar o objectivo deste estudo à luz do conhecimento disponível e investigação já desenvolvida,



nacional e internacionalmente, em destaque no capítulo seguinte. Tendo em vista os objectivos propostos, sucintamente, foram percorridas as seguintes fases:

- **Revisão Bibliográfica** - Recolha e análise de elementos que permitissem o conhecimento do estado da arte da Construção *Lean*, nomeadamente projectos de investigação em curso, teses já desenvolvidas e ainda casos de estudo;
- **Desenvolvimento e Realização de Inquéritos** - Junto da comunidade científica (universidades/institutos politécnicos) e dos profissionais de um grupo, pré-seleccionado, de empresas de construção, ao nível nacional;
- **Análise e Discussão dos Resultados** – A partir da revisão bibliográfica e dos inquéritos realizados;
- **Conclusões Finais** – Apresentação das principais conclusões do trabalho desenvolvido.

As fases aqui identificadas são retratadas, em maior detalhe, nos pontos seguintes.

### 1.3.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica incidiu sobretudo na filosofia *Lean* e na Construção *Lean*, com maior alcance nesta última. Foi recolhida informação através de um conjunto vasto de artigos, publicações, projectos de investigação e casos de estudo, junto da comunidade científica e empresarial. As organizações que se dedicam à discussão e estudo destes temas foram uma outra fonte de informação. Pretendeu-se assim, capacitar o investigador com os fundamentos teóricos que preconizam o desenvolvimento da filosofia *Lean* até à Construção *Lean*.

### 1.3.2 Desenvolvimento e Realização dos Inquéritos

Foram elaborados dois inquéritos, com o intuito de se estabelecer o estado da arte desta temática em Portugal, sendo o primeiro destinado à comunidade científica e o segundo direccionado aos profissionais de algumas empresas de construção. Os conhecimentos



adquiridos, através da revisão bibliográfica, foram fundamentais para a construção de questões, cujas respostas pudessem transparecer a realidade nacional, ao nível da Construção *Lean*.

- **Inquiridos:** Os inquéritos à comunidade científica foram realizados nas instituições de ensino superior público universitário e politécnico, nacionais, que ministram os cursos de Engenharia Civil, ou equivalente, com interesse demonstrado pelo tema. Em relação aos inquéritos realizados ao sector empresarial, estes foram endereçados aos profissionais das maiores empresas de construção nacionais. interessadas na Construção *Lean*, ao nível dos seus directores de produção, qualidade e inovação, conforme fosse mais adequado em cada caso. As empresas de construção foram seleccionadas com base no ranking disponibilizado anualmente pela revista “Exame”, onde são listadas as maiores empresas nacionais, por sector de actividade, ordenadas segundo os dados financeiros de 2008.
- **Metodologia de difusão implementada:** Os inquéritos foram distribuídos através de correio electrónico, de modo a diminuir o tempo de resposta e a aumentar a sua abrangência. Para que estes sejam considerados uma amostra fidedigna e representativa, na comunicação via correio electrónico foi efectuada uma breve apresentação do projecto.

### 1.3.3 Análise e Discussão dos Resultados

Foi efectuada a análise da informação recolhida, através da realização dos inquéritos, das perspectivas da comunidade científica e a do sector empresarial. Os resultados obtidos apresentam-se sob a forma gráfica.

### 1.3.4 Conclusões finais

Com base nos resultados aferidos, foram retiradas conclusões e propostos eventuais caminhos que possibilitem uma melhor penetração desta temática, que ultrapassem obstáculos e contribuam assim para melhoria do funcionamento do sector da construção.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, de modo a traduzir o seguimento lógico do processo de investigação desenvolvido. Apresenta-se de seguida uma breve descrição do conteúdo dos mesmos:

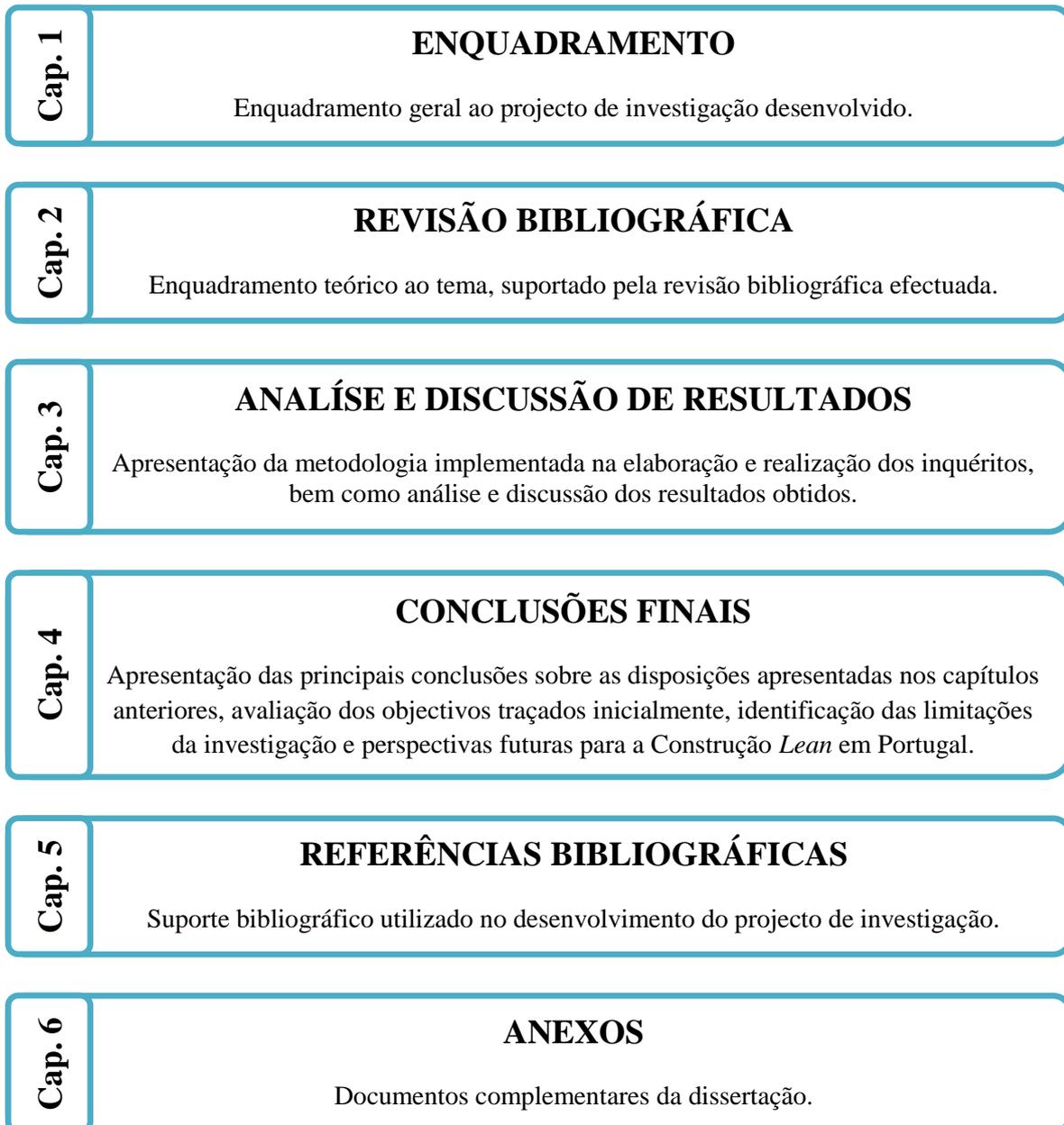


Figura 1.3: Organização da dissertação



## **CAPÍTULO 2**

---

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**



## 2.1 INTRODUÇÃO GERAL

O sector da construção atravessa actualmente mais um ciclo económico negativo, a nível mundial, que se espera que venha a ser ultrapassado por um novo ciclo de crescimento. Este aspecto, resultante das flutuações da economia, juntamente com a necessidade crescente de melhorar a qualidade e, simultaneamente, diminuir custos, e a redução das margens de lucro e aumento da competitividade neste sector, conduziram a que as empresas de construção tenham dirigido as suas atenções para a área do planeamento e do controlo da produção (Limmer, 1997). Com o intuito de se alcançarem soluções inovadoras que modernizem os processos, melhorem a qualidade e reduzam o custo dos produtos da construção, foram sendo introduzidas alterações estruturais nas empresas de construção, quer ao nível dos processos de produção, quer nos processos administrativos e de gestão (Assumpção, 1996; Trigunarsyah e Abidin, 1997).

Neste contexto, o sector da construção tem procurado adaptar a realidade dos ambientes de produção industrial, ao nível dos conceitos, métodos e técnicas desenvolvidos nestes, através da implementação e melhoria dos procedimentos administrativos, dos sistemas de planeamento e controlo e dos processos produtivos. Contudo, nem sempre a referida adaptação é bem sucedida, originando sistemas desadequados e ineficazes, com resultados aquém das expectativas (Assumpção, 1996), situação que, na generalidade dos casos, se deve à falta de abstracção e à transposição directa dos conceitos, métodos e técnicas, sem ter em consideração as particularidades intrínsecas ao sector da construção (Koskela, 1992).

As particularidades deste sector consistem, essencialmente, na natureza específica de cada projecto. Trata-se de um produto único, de grande escala, cuja produção está afectada a um local que apresenta condições próprias, implicando múltiplas organizações para a realização das tarefas que o compõem, com a inerente fragmentação da cadeia de fornecimento. Tais características também existem noutros sectores industriais, contudo é na construção que se compilam de um modo único (Koskela, 1992).

No entanto, apesar destas características, o planeamento e controlo da produção é fundamental para a resolução dos aspectos identificados anteriormente.



Infelizmente, o que se verifica, na generalidade dos casos, é que o planeamento e controlo se resume à elaboração de orçamentos, programas e outros documentos referentes às etapas a serem seguidas durante a execução do empreendimento (Ballard e Howell, 1997). Daqui, resultam um conjunto de causas principais, apontadas por vários autores, que estão na origem da ineficácia do planeamento e controlo, nomeadamente:

- a) O planeamento da produção, geralmente, não é encarado como um processo de gestão, mas como o resultado da aplicação de uma ou mais técnicas de preparação de planos e que, normalmente, utiliza informações pouco consistentes ou baseadas somente na experiência e intuição dos gestores (Laufer e Tucker, 1987);
- b) O controlo não é realizado de forma proactiva e, habitualmente, é baseado na troca de informações verbais entre o director de obra e o encarregado, visando um curto prazo de execução e sem vínculo com o plano a longo prazo, resultando, muitas vezes, na utilização ineficiente dos recursos (Formoso, 1991);
- c) O planeamento e controlo da produção noutros sectores industriais, na maioria dos casos, está centrado nas unidades de produção, enquanto no sector da construção é orientado para o controlo do empreendimento. O controlo deste, na sua forma tradicional, não se preocupa com análises específicas de cada unidade produtiva, mas apenas com o desempenho global e o cumprimento de contratos, normalmente sob a forma de custo e prazo. Esta situação não permite que sejam identificados os problemas no sistema de produção, nem a consequente introdução de medidas correctivas (Ballard e Howell, 1997);
- d) A incerteza, inerente ao processo de construção, é frequentemente negligenciada. Não são realizadas acções no sentido de reduzi-la ou de eliminar os seus efeitos nocivos (Cohenca et al, 1989). Isso pode ser evidenciado, principalmente, em situações nas quais os planos de longo prazo são muito detalhados. Nesses planos, a não consideração da incerteza e o excessivo detalhe podem resultar em constantes actualizações dos mesmos (Laufer e Tucker, 1987);



- e) Com frequência, ocorrem falhas na implementação de sistemas computacionais para planeamento, por vezes adquiridos e inseridos no ambiente organizacional, sem antes haver a identificação das necessidades específicas de informação dos seus utilizadores (Laufer e Tucker, 1987). Em geral, sem essa identificação, os sistemas produzem um grande número de dados irrelevantes ou desnecessários (Laufer e Tucker, 1987), que, normalmente, indicam apenas desvios das metas programadas com as executadas e não as causas que provocaram tal desvio (Sanvido e Paulson, 1992). Além disto, a generalidade destes sistemas são implementados de forma isolada nas empresas de construção, sem haver a preocupação em estabelecer inicialmente uma integração entre eles (Bernardes, 1996) e, mesmo após a sua implementação, carecem de programas de formação contínua (Turner, 1993);
- f) A alteração das práticas profissionais dos colaboradores ligados à área do planeamento é um obstáculo reconhecido, sobretudo devido à formação obtida pelos mesmos nos cursos de graduação (Laufer e Tucker, 1987; Oglesby et al, 1989). Na generalidade, os cursos focam apenas as técnicas de preparação de planos, negligenciando as demais etapas do processo, como a recolha de informações e difusão dos planos (Laufer e Tucker, 1987). Além disso, parte da experiência prática dos colaboradores é obtida, normalmente, em estágios em empresas de construção, através do acompanhamento das actividades das equipas de produção. É prática corrente, da maioria dos profissionais que se encontram em obra, a tomada de decisões rapidamente, tendo como base apenas a sua experiência e intuição, sem que haja o desenvolvimento de um planeamento específico (Formoso et al, 1999).

Face aos aspectos apontados anteriormente, juntamente com as características e fragilidades, identificadas no capítulo anterior, que caracterizam o sector da construção, pode-se concluir que, apesar da questão do planeamento e do controlo nas empresas de construção assumir um papel de extrema importância no seu desempenho, esta não é executada da forma mais adequada. Existem alternativas aos actuais sistemas de planeamento e controlo instalados que poderão contribuir para melhorar a actual situação, entre as quais a filosofia *Lean*.



## 2.2 PROCESSO DE PESQUISA BIBLIOGRÁFICA IMPLEMENTADO

Neste ponto pretende-se dar ênfase ao processo de pesquisa bibliográfica implementado, dada a sua importância na identificação dos aspectos que a filosofia *Lean* envolve. De facto, ao longo deste estudo, foi possível verificar a sua vasta abrangência. O início da pesquisa teve como ponto de partida a localização e recolha de elementos que, de alguma forma, abordassem aspectos da filosofia *Lean*. À medida que a pesquisa bibliográfica foi sendo desenvolvida, esta tornou-se mais direccionada para o que realmente se pretendia abordar: a Construção *Lean*. No entanto, não seria possível de outra forma construir uma base de conhecimento sólida sobre este tema se não fossem identificadas as origens e os caminhos até à data percorridos pela mesma.

Seguidamente, procedeu-se, ciclicamente, à análise e avaliação dos elementos bibliográficos recolhidos, relativizando, com a progressiva aquisição de sensibilidade sobre o tema em questão, o grau de importância destes.

Em síntese, pode dizer-se que, após ter sido identificado o tópico base do estudo, no âmbito de um largo espectro de questões, ao longo da análise da literatura recolhida, refinaram-se, continuamente, as suas vertentes, de modo atingir os objectivos identificados anteriormente.

## 2.3 INFORMAÇÃO RELEVANTE DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

### 2.3.1 Filosofia *Lean*

O primeiro contacto com a palavra *Lean* suscita sempre algumas questões: “O que significa?”, “Em que é que consiste?” ou “Como se aplica?”. De facto, a primeira imagem que surge é a de algo “magro” (tradução directa da palavra *Lean* para português), pessoas que apresentam uma fisionomia cuidada, sem excesso de gordura, como é o caso dos atletas profissionais. Contudo, o termo “magro”, não traduz a noção de uma filosofia que otimiza a gestão e os processos operacionais, reduzindo os desperdícios e aumentando os lucros. No Brasil, foi



adoptada a palavra “*enxuto*”, como tradução de *Lean*. No entanto, além do termo “*enxuto*” ser típico desse país, não pertencendo ao vocabulário usualmente utilizado entre os portugueses, a sua tradução pode resultar noutros sinónimos como “*vazio*” ou “*seco*”, que não transparecem o verdadeiro significado da palavra *Lean*. Desta forma, julgou-se adequado, no caso português, adoptar a terminologia inglesa.

Assim, o contacto com a palavra *Lean* sugere algo mais, muito para além da condição física. Essa condição tem de ser mantida, o que implica que este aspecto tem de estar incutido na mente das pessoas, como de atletas se tratassem, facto que se traduz nos seus hábitos e rotinas. *Lean* é um modo de vida, não só uma peça solta do seu caminho.

Esta concepção pode também ser aplicada às organizações. O clima de competitividade vivido entre as empresas, exige que estas sejam atletas de alta competição, utilizando um esforço idêntico ou menor, aos vários níveis, para atingir resultados superiores.

### 2.3.2 Origem da Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* possui uma longa história. No tempo dos povos romanos, a padronização dos instrumentos de guerra e dos processos construtivos de estradas e arcos, são exemplos de técnicas que têm por base a filosofia *Lean*.

Alguns historiadores citam o Rei Henrique III (1574, França) pela utilização de processos *continuous-flow* na construção de barcos. Benjamin Franklin, conhecido pelas suas experiências no domínio da electricidade e participação na revolução americana, estabeleceu princípios no que concerne aos resíduos e ao excesso de *stock*. No entanto, Eli Whitney foi considerado o primeiro pensador *Lean* de modo mais sistemático, ao desenvolver, em 1799, a ideia de peças intermutáveis para armas de guerra, os denominados mosquetes (Poppendieck, 2006). No início do século XX, Frederic Taylor, mentor da gestão científica, introduziu a padronização e estudo dos tempos de trabalho.

Durante o século XX, após a primeira guerra mundial, Henry Ford veio revolucionar a produção industrial automobilística, com a transformação do sistema de produção artesanal em massa, deslumbrando o país ao caminhar para um patamar bastante superior aquele que



seria possível de imaginar pelo senso comum. A eficiência do sistema então criado era de realce: aumento contínuo da qualidade dos produtos, remunerações superiores para os colaboradores e uma redução contínua do custo dos produtos para o consumidor final. Estes aspectos conduziram a que produção aumentasse cem vezes, no espaço de 10 anos, o que resultou em lucros astronómicos para o fabricante. Obviamente, por detrás de todo este sucesso, está a compreensão que Henry Ford possuía sobre as várias formas de desperdício e sobre a utilização do tempo e recursos de modo a acrescentarem valor ao produto. No entanto, o sistema de Henry Ford apresentava um problema: a falta de variedade no processo. O Modelo T, produzido então pela Ford, encontrava-se limitado a uma única opção, a vários níveis, como era o caso da cor, uma vez que, praticamente todos os equipamentos do sistema de produção da Ford Motor Company, dedicavam-se a produção de uma única parte, sem que fosse possível introduzir algum tipo de variabilidade nestes. Realça-se que, este modelo, esteve em comercialização durante 19 anos.



Figura 2.1: Produção do modelo “T” pela Ford (*MotorTrend*, 2008)

Contudo, o mundo pretendia mais. Era necessário o cliente estar mais envolvido no processo. Este deveria dispor de mais opções na escolha do produto, num processo continuamente inovador, respondendo assim às necessidades e expectativas dos consumidores. Esta situação conduziu a que outros construtores respondessem a tal procura, oferecendo vários modelos, ao contrário da Ford, que só dispunha de um, com inúmeras configurações, mas com

consequências ao nível da duração dos processos produtivos que se tornaram extensos e originando elevados volumes de *stock*.

No início da segunda metade do século XX, a Toyota, através de Taiichi Ohno e da sua equipa, observando a situação do sector automóvel, considerou ser possível, com a introdução de uma série de inovações simples, manter a continuidade no fluxo do processo produtivo, mas oferecendo uma maior variedade de produtos aos seus clientes. Assim, nasceu o conhecido Toyota Production System (TPS).

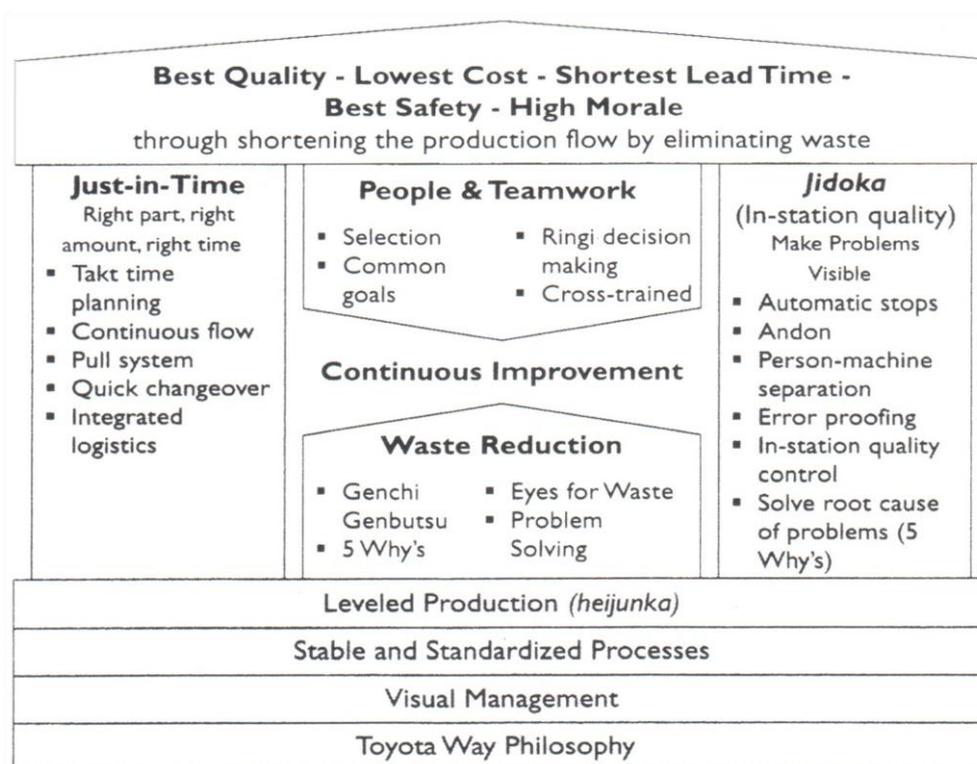


Figura 2.2: *Toyota Production System House* (*The Toyota Way*, 2004)

A Toyota concluiu que um correcto dimensionamento dos equipamentos, de acordo com o volume real de produção necessário, a introdução de máquinas que garantissem a qualidade, o alinhamento dos equipamentos em função da sequência de etapas do processo produtivo, a possibilidade de, com reduzidas alterações nas configurações, produzir pequenos volumes de diferentes componentes, seria possível obter produtos de baixo custo, elevada qualidade e diversidade e tempos de processamento reduzidos, respondendo assim às necessidades e desejos dos clientes, com a vantagem de uma gestão de informação mais simples e precisa.



Actualmente, a Toyota é considerada um exemplo ao nível da filosofia *Lean*, situação a que se deve, em grande parte, o sucesso desta empresa no sector automóvel. Este sucesso impulsionou a análise deste tema nos últimos anos, tendo sido escritos vários livros a abordar o mesmo, bem como um conjunto vasto de artigos e outro tipo de recursos, disponíveis a um crescente público.

A difusão da filosofia *Lean* tem aumento por todo o mundo, bem como a sua adaptação a outros sectores distintos do sector automóvel, como a logística e distribuição, os serviços, a saúde, a manutenção, a construção e até mesmo ao nível governamental.

### 2.3.3 Princípios da Filosofia *Lean*

Womack e Jones (2003), analisaram a metodologia do Toyota Production System (TPS) e descrevem esta segundo cinco princípios distintos, que suportam a filosofia *Lean*, mas interligados entre si:

1. **Identificar o valor (*Identify value*):** este princípio é o primeiro passo para a aplicação da filosofia *Lean*. É definido pela perspectiva do cliente e será tanto maior quanto maior for a correspondência com as suas necessidades. Para tal, deverá tentar-se conhecer as características dos clientes, a finalidade a que se destina determinado produto, os factores associados à aquisição deste, bem como o momento, o ritmo e o local onde o cliente o pretende. Existem ideias distorcidas de valor, causadas pela força das organizações e pela tecnologia existente. A situação típica, perante um mercado que não aceita bem um determinado produto, é, basicamente, a redução do seu preço, ao invés de se analisar e repensar o produto, de modo a ir de encontro ao que realmente o cliente valoriza.
2. **Identificar a cadeia de valor (*Map value stream*):** a cadeia de valor é o conjunto de todas actividades específicas, requeridas para produzir um determinado produto (bem e/ou serviço), através de três tarefas de gestão críticas:
  - **Resolução de problemas** - passando pela concepção, projecto e execução;



- **Gestão de informação** - desde a recepção do pedido à entrega final do produto;
- **Transformação física** - desde a lista de materiais até ao produto concluído e entregue ao cliente.

A análise da cadeia de valor permite obter a percepção de que muitas etapas criam valor de forma ambígua, isto é, algumas não agregam valor ao produto, mas são inevitáveis perante os meios usados na sua produção, e que outras não agregam valor e podem ser evitadas. Desta forma, a cadeia de valor deverá ser analisada de forma global, ou seja, abrangendo todas as partes que a constituem, uma vez que uma melhoria localizada pode prejudicar a globalidade do processo.

3. **Criar um fluxo contínuo (*Create flow*):** após identificada a cadeia de valor dos produtos, numa determinada empresa, e eliminados os desperdícios a ela inerentes, a fase seguinte é criar um fluxo com as etapas seleccionadas. Criar um fluxo contínuo é das tarefas mais difíceis de se concretizar, por ser contrária ao intuitivo, ou seja, que a produção em fluxo contínuo é mais eficiente do que a produção com *stocks*, pois elimina enormes desperdícios ao se trabalhar continuamente no produto (Junqueira, 2006). O fluxo está focado nos processos, nas pessoas e suas culturas, por isso, a filosofia *Lean*, implica redefinir funções, departamentos e até a própria empresa.
4. **Deixar o cliente “puxar” o valor do produto (*Establish Pull*):** iniciar a produção apenas quando esta é solicitada pelo cliente, em vez da produção num sistema “*Push*”, que origina *stocks* de grande dimensão. Este princípio funciona quando existe confiança por parte do cliente na empresa, acreditando que o produto será entregue na data acordada. O primeiro sinal visível de um sistema de produção “*Pull*”, é a drástica redução de tempo, desde a concepção e lançamento do produto, à sua venda e entrega.
5. **Procurar a perfeição (*Seek perfection*):** após especificar-se o valor do produto, na perspectiva do cliente, identificar-se a cadeia de valor, estabelecer-se um fluxo contínuo de processos e um sistema de produção “*Pull*”, a constatação da redução de



prazos, custos, espaço, esforço e erros, estimula o desejo da melhoria contínua e a procura pela perfeição. Os quatro princípios anteriores interagem entre si num ciclo, fazendo o valor fluir cada vez mais rapidamente, à medida que se vão eliminando os desperdícios. Uma ideia-chave é a transparência nos processos, uma vez que, se todos os *stakeholders* o conhecerem, mais facilmente serão identificados os melhores caminhos para valorizar o produto.

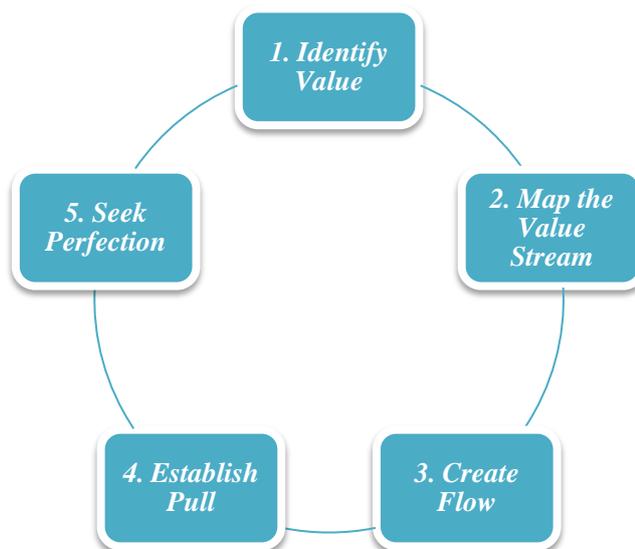


Figura 2.3: Princípios da filosofia *Lean*

### 2.3.4 Tipos de Desperdício

As formas de desperdício identificadas por Ohno, responsáveis, de acordo com o autor, por 95% do total de custos dos ambientes *non-Lean*, são as seguintes:

1. **Espera** – Inclui espera por material, informação, equipamento, ferramentas, entre outros aspectos que inviabilizem a execução das actividades no tempo previsto. Traduz ainda os períodos de inactividade, a jusante de uma determinada fase de um processo, devido à não conclusão de uma actividade a montante, no espaço de tempo previsto.
2. **Sobreprodução** – Trata-se da produção efectuada antes de existir um pedido do cliente ou quando esta é superior ao solicitado. O desperdício emergente desta



situação reflecte-se sobre a forma de recursos inutilizados, tanto de mão-de-obra como de equipamentos, que poderiam estar alocados a outras actividades mais iminentes, além de criar a necessidade de *stock*.

3. **Transporte e movimento excessivo** – Surge de um fluxo de trabalho pobre, da desorganização do local de trabalho e de procedimentos inconsistentes, com elevado grau de variação entre actividades semelhantes. Apesar do transporte de materiais e equipamentos não agregar valor, é uma actividade necessária, que deverá ser minimizada tanto quanto possível, procurando aproximar estes, o máximo possível, do local de utilização.
  
4. **Processamento que não acrescenta valor ao produto** – É o conjunto de actividades adicionais ao processo produtivo, nomeadamente as tarefas que necessitam de ser refeitas, devido a terem sido incorrectamente executadas durante o processo. Este desperdício pode ainda ter origem nos produtos que apresentem defeitos e que necessitem de ser refeitos ou retocados. Há ainda uma máxima referente a este aspecto: “Trabalho refeito é trabalho pior!”, isto é, também a qualidade do produto sai penalizada nestas situações. O armazenamento, a necessidade de inspecção dos produtos concluídos, a utilização de equipamentos de capacidade superior à necessária, na sua potência máxima, numa tentativa de rentabilização destes, são outros exemplos de aspectos do processo produtivo que não constituem valor acrescentado para o produto.
  
5. **Excesso de *stock*** – Desperdício que traduz a existência de um *stock* superior ao necessário para satisfazer as necessidades dos clientes. Tem como principais consequências a ocupação de espaço de armazenamento precioso, ocultar defeitos nos produtos, atrasando a detecção destes e, fundamentalmente, a estagnação de recursos financeiros que poderiam ser alocados a outras áreas.
  
6. **Defeitos** – Os erros durante o processo, que implicam refazer, reparar, retocar e inspeccionar os produtos, originam quatro tipos de desperdícios: materiais consumidos; mão-de-obra utilizada que não é recuperável; mão-de-obra novamente



requisitada para retocar, reparar, refazer e inspeccionar; utilização de recursos para responder a eventuais reclamações dos clientes (Peneirol, 2007).

7. **Potencial humano não utilizado** – Trata-se da subutilização mental, criativa e física das capacidades e habilitações dos colaboradores.
8. **Making-do** – Refere-se às situações em que uma actividade é iniciada sem todos os *inputs* necessários para a sua eficaz conclusão, quer sejam materiais, ferramentas, mão-de-obra, condições externas, instruções, entre outros (Koskela, 2004).

É de todo fundamental, para a melhoria do sistema de produção, a identificação, quantificação e redução/eliminação dos desperdícios existentes em todo o processo. A quantificação dos aspectos negativos é tanto mais difícil quanto mais indirectamente poder ser apurado o valor monetário destes.

### 2.3.5 Ferramentas e Aplicações *Lean*

#### a) *Last Planner System (LPS)*

É um sistema de planeamento e controlo da produção, que define um conjunto de regras e procedimentos, suportados por um conjunto de ferramentas que facilitam a sua aplicação. O objectivo principal do *Last Planner System* é assegurar que uma determinada actividade só é iniciada quando todos os seus pré-requisitos e condicionalismos estiverem satisfeitos, evitando assim perturbações ao longo da sua execução e obedecendo ao planeamento previsto. A concretização deste objectivo passa pela orientação do sistema para três fases de planeamento:

- **Longo prazo (*Master pulling schedule*)** – Trata-se de um plano geral que se pode entender como uma calendarização total do projecto. É definido a partir do projecto inicial, que vai de acordo com os requisitos do cliente e, a sua maior preocupação, são as *milestones* do projecto, relacionando-as e determinando as datas em que serão executadas. Define ainda estratégias de execução para que o trabalho possa ser efectuado dentro do tempo definido;



- **Médio prazo (Phase schedule)** – Engloba planos de fase que são preparados por uma equipa que gere o trabalho correspondente a uma determinada fase. O objectivo do planeamento a médio prazo é que todos participem, compreendam e apoiem o plano, que deve ser desenvolvido a partir do seu fim, determinando a quantidade de tempo disponível e a melhor forma de o utilizar.
- **Curto prazo (Lookahead plan)** – Este plano de antevisão, mais próximo da execução da actividade, o que resulta num grau de incerteza inferior, sequencia o fluxo de trabalho da melhor forma possível, classificando e fazendo corresponder os recursos (mão-de-obra, materiais, equipamentos, etc) com as actividades a efectuar. As tarefas que se encontram prontas a iniciar são distribuídas pelos trabalhadores, agrupando-se as situações em que haja interdependência.

A utilização do *Last Planner System* melhora a credibilidade do plano, através do aumento da confiança de cada equipa de trabalho, o que se traduz na melhoria da credibilidade no fornecimento dos recursos correctos, no momento adequado. É ainda de referir, a flexibilidade e capacidade de readaptação que este sistema apresenta, perante os desvios observados durante a sequência das operações.

## b) 5S

É uma metodologia de origem japonesa para a organização de diferentes tipos de ambientes, que podem ir desde espaços ao ar livre até um simples armário, mas que está principalmente orientada para os ambientes laborais. É constituída por cinco princípios ou *sensos*, que se iniciam com a letra “S” (japonês), daí a sua designação (5S), que se propõem a:

- Aumentar a produtividade pela redução do tempo dispendido a procurar materiais, componentes, ferramentas, equipamentos, entre outros. No ambiente em análise, apenas devem ficar os objectos necessários e bastante próximos do utilizador;
- Reduzir os custos e melhorar o aproveitamento dos materiais. O excesso de *stock* conduz à degradação destes;



- Melhorar a qualidade dos produtos e/ou serviços;
- Diminuir o número de acidentes de trabalho;
- Aumentar a satisfação dos colaboradores perante o trabalho desenvolvido.

Os cinco sentidos definidos por esta metodologia são os seguintes:

- **Senso de utilização (*Seiri*):** Baseia-se na verificação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, entre outros, existentes na área de trabalho, mantendo apenas os necessários para executar a tarefa definida para esse local. Os restantes deverão estar devidamente arrumados, permitindo assim diminuir a quantidade de obstáculos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade;
- **Senso de organização (*Seiton*):** Realça a necessidade de manter o local de trabalho organizado, no sentido de que os materiais, equipamentos e ferramentas devem estar dispostos segundo o fluxo do processo. Estes devem encontrar-se próximos do local de execução da tarefa, evitando assim movimentos desnecessários;
- **Senso de limpeza (*Seisō*):** O local de trabalho deverá estar tão limpo quanto possível e os objectos colocados nos locais definidos. A limpeza deve ser encarada como uma tarefa do processo e não apenas como uma actividade ocasional, apenas realizada quando a desorganização é já insuportável;
- **Senso de padronização (*Seiketsu*):** Consiste em padronizar as práticas de trabalho, como, por exemplo, manter os objectos similares em locais da mesma índole;
- **Senso de auto-disciplina (*Shitsuke*):** Manutenção e revisão dos padrões. Assim que os quatro sentidos anteriores estejam estabelecidos, estabelece-se o padrão. Perante uma melhoria, qualquer que seja o seu grau, os princípios devem ser revistos, integrando-a, passando assim a constituir um novo padrão.



Figura 2.4: Metodologia 5S

### c) $6\sigma$ (*Six Sigma*)

É um conjunto de práticas que procuram melhorar sistematicamente os processos ao eliminar as não conformidades dos produtos e/ou serviços, em relação aos requisitos estabelecidos. Pode ainda ser utilizado como uma estratégia de gestão, promovendo mudanças nas organizações, que resultem em melhorias nos processos, produtos e serviços, alcançando uma maior satisfação junto do cliente.

A filosofia  $6\sigma$  contempla características de outros modelos da qualidade, nomeadamente:

- Ênfase no controlo de qualidade;
- Análise e resolução dos problemas;
- Utilização sistemática de ferramentas estatísticas;
- Utilização dos modelos *DMAIC* (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*) e *PDCA* (*Plan-Do-Check-Action*).

A implementação adequada desta filosofia, nas organizações, apresenta como principais benefícios:



- A diminuição dos custos organizacionais;
- O aumento significativo da qualidade e produtividade nos produtos e serviços;
- O aumento e manutenção da carteira de clientes;
- A eliminação de actividades que não agregam valor;
- Uma mudança cultural benéfica.

#### d) *Kanban*

Palavra japonesa que traduzida para português significa “cartão” ou “etiqueta”. É um dispositivo utilizado para organizar as encomendas de materiais. Actua como uma ferramenta visual de melhoria da comunicação entre os diferentes *stakeholders*, assegurando que a quantidade certa de material é entregue no momento adequado, servindo também como ferramenta de controlo de segurança, pois, esse tipo de informação, poderá também estar inscrita nos cartões. A aplicação do *Kanban*, apresenta algumas vantagens, nomeadamente:

- Rápida e eficiente circulação de informação, entre clientes internos, ao nível dos eventuais problemas;
- Melhoria da correlação entre a produção e a procura, uma vez que o tempo de reacção, perante uma modificação eventual dos requisitos, é bastante curto, porque apenas se produz quando há procura;
- Melhoria significativa do serviço prestado aos clientes, através da diminuição dos prazos de entrega;
- Redução dos stocks e, conseqüentemente, melhoria no seu controlo, redução dos custos com armazenamento, aumento da organização nas áreas de trabalho e uma reacção mais rápida às alterações solicitadas.

Nr. ARTIGO.....	520 08 42	
C. TRAB. ( 1 ).....	SERRALHARIA	
C. TRAB. ( 2 ).....	MONTAGEM - SINTRA1	
PEÇAS P/ CONTENTOR.....	2000	
Nr. CARTÃO KANBAN.....	2 / 2	
INICIO DO PROCESSO.....	1	
Nr. ARTIGO.....	020 21 20	
DESCRIÇÃO.....	Chapa Fe Galv. 2000 x 1000 - N20	
ROTEIRO.....	1- Corte 2000x178	
	2- Corte + Furação	

Figura 2.5: Exemplo da utilização do *Kanban* (Arantes, 2008)

Existem ainda outras ferramentas e aplicações *Lean*, a seguir descritas, mais sucintamente:

- **Gestão Visual (*Visual Management*):** Sistema de *placard*, colocado de forma visível, apresentando a performance das actividades programadas e respectivos responsáveis, bem como as causas de não cumprimento. Permite melhorar o planeamento, à medida que se vão conhecendo as percentagens de cumprimento dos programas anteriores e se elimina os obstáculos.
- **FIFO (*First in/First out*):** A primeira unidade a entrar em produção deve ser a primeira a sair, ou seja, todas as tarefas devem ser processadas segundo a ordem de entrada no fluxo.
- **Andon:** Sistema de controlo visual que mostra o estado actual da produção e alerta para problemas num determinado ponto, de modo a que sejam imediatamente corrigidos, impedindo assim que estes sejam transferido para a fase seguinte.
- **Poka-Yoke:** Dispositivos ou conjunto de procedimentos à prova de erro, implementados durante a execução de determinada actividade.



- **Células de Trabalho:** Organização do processo de um produto particular numa “célula”, incluindo a equipa de trabalho e as ferramentas necessárias, de modo a que as actividades fluam continuamente, criando características de multifuncionalidade nos operários, tornando-se mais flexíveis e polivalentes (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).
  
- **SMED (*Single Minute Exchange of Dies*):** Também conhecido por *Quick Changeover*, é uma técnica para reduzir recursos aquando das alterações na configuração de um determinado produto. Tem como objectivo último a introdução de alterações instantaneamente, sem perturbar o fluxo.
  
- **TPM (*Total Preventive Maintenance*):** Procedimentos de manutenção regulares, de modo a detectar anomalias nos equipamentos. O objectivo é efectuar a transição da reparação para a prevenção, em que os próprios utilizadores dos equipamentos fazem a sua manutenção e monitorização, alertando para os problemas de funcionamento (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).
  
- **TQM (*Total Quality Management*):** Sistema de melhoria contínua, centrado na criação de valor para o cliente, seja este interno ou externo. Este sistema integra os planos *Kaizen* (melhoria contínua numa actividade, aumentando o valor e reduzindo o desperdício), baseados no ciclo de melhoria PDCA (*Plan* - Planear, *Do* - Fazer, *Check* - Verificar, *Act* - Actuar).

## 2.4 CONSTRUÇÃO LEAN

### 2.4.1 Enquadramento

A origem da filosofia *Lean* é atribuída ao *Toyota Production System (TPS)*, cujos objectivos principais são a eliminação de desperdício, ao longo do processo de produção, procurando incrementar o valor do produto final e, simultaneamente, melhorar a produtividade. Na essência, é a utilização de uma menor quantidade de recursos para obtenção de um produto de valor superior. Apesar deste novo sistema de produção ter começado a ser desenvolvido nos



anos 50, do século passado, foi em 1977 que se incorporou em pleno, evoluindo continuamente esta filosofia, na *Toyota Motor Company*. A partir de meados da década de 90 e face aos excelentes resultados, ao nível da eficiência, competitividade, flexibilidade e tempo de resposta, obtidos com a aplicação desta nova filosofia de gestão nas indústrias orientais, a mesma popularizou-se no mundo ocidental, cativando o interesse de um conjunto de investigadores. Actualmente, estes desenvolvem pesquisas e realizam trabalhos em diferentes sectores industriais, em busca da aplicação deste novo paradigma de gestão da produção, ao qual o sector da construção não é excepção (Formoso, 2000), tendo sido lançada a discussão da aplicação da filosofia *Lean* no sector da construção, por Lauri Koskela (1992).

### 2.4.2 Princípios e Definições da Construção *Lean*

Face às especificidades da actividade da construção, a filosofia *Lean* adquiriu aqui uma identidade própria que, sem lhe por em causa os princípios, permitisse a sua adaptação, com sucesso, a partir de um sector industrial de natureza muito diferente - o sector automóvel. Compreende-se assim que, a abordagem *Lean* na actividade da construção, se tenha vulgarizado com a designação de Construção *Lean* (“*Lean Construction*”, na terminologia inglesa).

Koskela (1992), resumiu a filosofia *Lean* em 11 princípios aplicáveis ao sector da construção:

- 1. Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício):**  
Um dos principais objectivos da Construção *Lean* é reduzir ou eliminar o número de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço). Todas as actividades não solicitadas pelos clientes podem ser consideradas desperdício. As movimentações, os períodos de espera e as inspecções são alguns dos desperdícios apontados ao sector da construção, uma vez que não acrescentam valor ao produto. Apenas uma pequena parcela das actividades, normalmente inferior a 20%, confere valor ao produto (ou serviço).
- 2. Melhorar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente:** A satisfação das necessidades e exigências dos clientes, quer



sejam internos ou externos, é que confere valor ao produto (ou serviço). O cliente interno é aquele que é responsável pela próxima actividade do processo produtivo e, o externo, é o cliente final. Se um produto (ou serviço) não corresponder ao esperado pelo cliente, o seu valor será bastante reduzido (ou até mesmo nulo).

3. **Reduzir a variabilidade:** Um produto (ou serviço) padronizado é melhor do ponto de vista do cliente. A variabilidade aumenta a quantidade de actividades que não acrescentam valor, com um correspondente aumento do tempo do ciclo de produção. O objectivo chave deste princípio é diminuir a incerteza, aumentando assim a previsibilidade.
4. **Reduzir o tempo de ciclo:** O tempo é a unidade básica de medição do fluxo dos processos. O fluxo do processo pode ser caracterizado pelo ciclo de tempo que compreende a soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspecção. A redução ou eliminação destas três parcelas diminui o ciclo de tempo, traduzindo-se numa maior produtividade.
5. **Simplificar, minimizando o número tarefas e partes:** A simplificação do processo de produção consiste na redução do número de partes que compõem um produto (ou serviço) e na minimização do número de tarefas de um determinado fluxo de trabalho. Assim, a simplificação do processo de produção ocorre, quer pela eliminação de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço), quer pela reconfiguração das tarefas e partes que lhe acrescentam valor.
6. **Melhorar a flexibilidade do produto (ou serviço):** Aumentar as possibilidades oferecidas ao cliente, sem aumentar substancialmente o custo. A personalização do produto (ou serviço) é realizada o mais tarde possível. Baseia-se nos princípios da transparência e da redução do tempo de ciclo.
7. **Melhorar a transparência do processo:** Tornar os processos transparentes e observáveis, facilita o controlo, evidencia os erros e permite a melhoria contínua. Potencia a redução do desperdício de materiais e do número de actividades que não agregam valor.



8. **Focar o controlo no processo global:** O processo global deve ser controlado e monitorizado, verificando se os diferentes interesses dentro da empresa estão alinhados, de modo a potenciar um clima de melhoria contínua na organização. Melhorias introduzidas nos sub-processos podem, por vezes, prejudicar o processo global.
9. **Melhorar continuamente os processos:** Melhorar continuamente os processos, criando vantagens competitivas, via redução de custo e melhoria do produto (ou serviço), face à concorrência.
10. **Manter o equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões:** Segundo Koskela, as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, conseqüentemente, menor investimento em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e conseqüentes benefícios no fluxo.
11. **Benchmarking:** Conhecer os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças à organização, identificar os líderes do sector e as suas práticas, incorporando as melhores na organização, combinando assim os pontos fortes, existentes na empresa, com as práticas da concorrência.

Segundo os seus promotores, a interpretação errónea dos princípios que regem a Construção *Lean* poderá conduzir a resultados bastante inferiores às expectativas geradas com a sua implementação. Por outro lado, a Construção *Lean* não deve ser interpretada como um conjunto de técnicas desgarradas que visam meramente a economia de recursos, mas sim como uma filosofia de produção, transversal a todos os processos das organizações em que se implemente.

Em resultado da consulta de publicações da área da construção, poderá afirmar-se que a Construção *Lean* é algo recente no contexto nacional. Contudo, face ao dinamismo dos projectos de hoje em dia, envoltos num clima de elevada competitividade, tem crescido exponencialmente o número de interessados na procura de novas soluções, mais rigorosas e



eficazes no que diz respeito ao planeamento e controlo na construção. Assim, existem já algumas organizações ligadas à filosofia *Lean* como é o caso da Comunidade *Lean Thinking*, de vocação transversal a todas as actividades económicas. Têm sido reportadas algumas iniciativas na área da *Construção Lean*, como é o caso de estudo efectuado na empresa OPCA, SA, sobre a aplicação da ferramenta *Last Planner System*, o seminário organizado pelo grupo Mota-Engil, em Junho/2009, no Europarque de Santa Maria da Feira, sobre gestão da construção, integrado no programa “*Rethinking Construction*”, em que um dos módulos abordava a *Construção Lean* e o *Last Planner System*, bem como alguns projectos de investigação que vão sendo desenvolvidos, tendo como origem as parcerias entre empresas e instituições de ensino.

Do ponto de vista internacional, existem já algumas organizações onde é promovida a discussão e realização de trabalhos sobre esta temática, como é o caso do *Internacional Group for Construção Lean (IGLC)* ou do *European Group for Construção Lean (EGLC)*, subdivisão do primeiro, orientado para o contexto europeu. Existem ainda outros movimentos como o *Lean Construction Institute (LCI)* ou o *Lean Enterprise Institute (LEI)*, abrangendo, este último, todos os sectores industriais.

Dá-se aqui especial destaque ao *EGLC*, pela conferência organizada, em Guimarães/Portugal, em parceria com a Universidade do Minho e na qual o investigador esteve envolvido. Realizado nos dias 29 e 30 de Abril de 2010, o 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting – Portugal* contou com a presença de um conjunto de investigadores que se dedicam ao estudo da *Construção Lean*, mas também empresas que apresentaram aplicações práticas que têm vindo a ser desenvolvidas nesta área. Dos trabalhos de investigação internacionais, já desenvolvidos pelos membros do *EGLC*, destacam-se alguns mais recentes:

**Alan Mossman:**

- *Lean Project Delivery - Innovation in Integrated Design & Delivery (IDDS)*, 2010;
- *Who is making money out of waste*, 2009;
- *Last Planner – 5 Crucial Conversations for Reliable Flow and Project Delivery*, 2008.



**Algan Tezel:**

- *The Functions of Visual Management*, 2009;
- *Visual Management in Lean Construction*, 2008:

**Christine Pasquire:**

- *Value in construction from a Lean thinking perspective current: current state and future development*, 2009;
- *Lean construction trial on a highways maintenance project*, 2007;
- *Design of a Lean and Agile Construction System for a Large and Complex Mechanical and Electrical Project*, 2006;

**Patricia Tzortzopoulos:**

- *Interactions between transformations, flow and value at the design front-end for Primary Healthcare Facilities*, 2005;
- *Evaluation of product development process models focusing on their implementation*, 2004;
- *Application of Lean construction principles in product development process modeling*, 2003.

**Stelios Sapountzis:**

- *Applications of Lean Thinking*, 2007;

## 2.5 CONCLUSÕES SUMÁRIAS

A origem da filosofia *Lean* remota ao período romano, em que os povos da época construíram um elevado número de infraestruturas e produziram os seus instrumentos de guerra através de processos construtivos padronizados. No entanto, é na indústria automóvel que esta filosofia acaba por encontrar a força necessária ao seu desenvolvimento.



Após a 1ª Guerra Mundial, através de Henry Ford, a produção na indústria automóvel sofreu uma enorme revolução, com a passagem de um sistema artesanal para um sistema de produção em massa, à qual o mundo não ficou indiferente. Perante tamanho sucesso, a Toyota procurou identificar as oportunidades de melhoria no sistema, o que conduziu ao desenvolvimento do *Toyota Production System*. As inovações introduzidas por este sistema, que conduziram a um enorme sucesso da empresa, ainda hoje lhe conferem um lugar de destaque quando se trata da filosofia *Lean*.

A filosofia *Lean* assenta em cinco princípios, que interagem entre si, nomeadamente: valor, cadeia de valor, fluxo, “*pull*” e perfeição. O valor é definido pelos clientes e o produto que o possui deve ser entregue livre do custo de desperdícios, tais como a espera, a produção excedente, os transportes e movimentos desnecessários, o processamento inadequado, o excesso de *stock*, os defeitos, a não utilização do potencial humano ou ainda as situações em que as actividades são iniciadas antes de se reunirem todos os requisitos.

A aplicação da filosofia *Lean* e dos seus princípios, ocorre então através de um conjunto de ferramentas, que foram sendo desenvolvidas com o intuito de mitigar ou até mesmo eliminar os desperdícios identificados anteriormente.

Devido às especificidades reconhecidas ao sector da construção, em comparação com outros sectores industriais, onde se destaca o automóvel, sem que se pusesse em causa os seus princípios, a filosofia *Lean* adquiriu uma identidade própria, adoptando a designação de *Construção Lean*, resumindo-se, em 11 princípios a sua aplicação.

É notório que a *Construção Lean* abrange um vasto leque de âmbitos da construção, pelo que, apesar de na última década e meia terem surgido alguns estudos, publicações e artigos científicos e que continuam a crescer exponencialmente, existe um enorme potencial de evolução nesta área.

A implementação da *Construção Lean* não será um processo instantâneo, mas assente em pequenos passos iniciais, com impacto, crescendo continuamente, de modo a que haja uma adaptação progressiva de todos os intervenientes.





## **CAPÍTULO 3**

---

### **ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**



### 3.1 ENQUADRAMENTO

O crescente interesse, a nível internacional, pela Construção *Lean*, em grande parte devido aos bons resultados que a filosofia *Lean* originou noutras indústrias, motivou a elaboração deste estudo, a nível nacional, de modo a conhecer o seu estado de arte. Alguns estudos semelhantes foram já realizados na Europa, nomeadamente em países como a Inglaterra (Common et al., 2000), a Holanda (Johansen et al., 2002) e a Alemanha (Johansen et al., 2007). No entanto, estes estudos caracterizaram-se por incidirem sobre o lado prático da questão, esquecendo por vezes a origem da Construção *Lean*. No estudo aqui apresentado, os inquéritos foram desenvolvidos a montante da aplicação prática, indo à transposição da filosofia *Lean* para o sector da construção, através da abordagem dos princípios em que se baseia.

### 3.2 OBJECTIVO DOS INQUÉRITOS

Conforme já foi referido, os inquéritos foram elaborados com o objectivo principal de se estabelecer o estado de arte da Construção *Lean*, em Portugal. Com efeito, procurou-se recolher, junto da comunidade científica e de profissionais das empresas de construção, as suas perspectivas sobre a Construção *Lean*.

### 3.3 ESTRUTURA DOS INQUÉRITOS

Os inquéritos desenvolvidos encontram-se estruturados segundo três secções:

- I. Informação do Inquirido;
- II. Aspectos Gerais;
- III. Princípios da Construção *Lean*



Em ambos, a sua coluna vertebral é o conjunto de princípios da Construção *Lean*, desenvolvidos por Lauri Koskela e já apresentados anteriormente. No entanto, face às características próprias de cada um dos grupos a inquirir, existe um conjunto de questões complementares, distintas, apresentadas de seguida.

### 3.3.1 Comunidade Científica

Na secção **I – Informação do Inquirido**, procurou-se obter alguma informação de carácter geral sobre o inquirido, nomeadamente: o nome, a instituição a que pertence, a função que desempenha nesta, o nível e área de formação, bem como as unidades curriculares que lecciona. A identificação destes aspectos prendeu-se com a organização da análise dos resultados e, eventualmente, com a detecção de uma maior apetência para a Construção *Lean*, perante determinadas características, com excepção, naturalmente, do nome e da instituição.

A secção **II – Aspectos Gerais**, é constituída por um conjunto de três questões, subdivididas em alíneas, que pretenderam identificar a perspectiva do inquirido sobre a Construção *Lean*. Assim, julgou-se adequado que a primeira questão focasse a relação do inquirido com o tema, ao nível do ensino e/ou investigação desenvolvida. Por sua vez, a segunda questão, através de 4 opções de resposta, procurou identificar a percepção do inquirido sobre a difusão da Construção *Lean*, no ensino superior público nacional. A terceira questão pretendeu avaliar o grau de concordância do inquirido, perante um conjunto de 4 afirmações, numa escala de 1 (Discordo Totalmente) a 5 (Concordo Totalmente), relacionadas com as perspectivas futuras do desenvolvimento da Construção *Lean*, no contexto nacional.

Na secção **III – Princípios da Construção *Lean***, pretendeu-se avaliar o grau de cobertura dos princípios da Construção *Lean*, apresentados anteriormente, nas unidades curriculares leccionadas e nas iniciativas de investigação em que o inquirido se encontra ou já esteve envolvido, numa escala de 1 (mínimo) a 5 (máximo). Associado a cada princípio, está o conceito que o suporta, apresentado através de uma breve descrição, de modo a que os inquiridos pudessem identificar mais facilmente o grau de cobertura, nas duas vertentes referidas anteriormente. Apresenta-se, de seguida, como exemplo, o primeiro princípio, apresentado no inquérito à comunidade científica:

- **Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício)**

**Conceito:** Um dos principais objectivos da Construção *Lean* é reduzir ou eliminar o número de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço). Todas as actividades não solicitadas pelos clientes podem ser consideradas desperdício. As movimentações, os períodos de espera e as inspecções são alguns dos desperdícios apontados ao sector da construção, uma vez que não acrescentam valor ao produto. Apenas uma pequena parcela das actividades, normalmente inferior a 20%, confere valor ao produto (ou serviço).

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

Figura 3.1: Exemplo da avaliação do grau de cobertura dos princípios da Construção *Lean* no inquérito realizado à comunidade científica

Complementarmente, mas não de forma obrigatória, foi dada a oportunidade aos inquiridos de identificarem alguns exemplos que considerassem relevantes para o estudo em questão.

Salvaguarda-se ainda que, nos casos em que a primeira pergunta, em ambas as alíneas, era respondida negativamente, o inquérito terminaria no final da secção **II – Aspectos Gerais**, por se considerar não fazer sentido avaliar o grau de cobertura dos princípios (secção **III**), nos casos em que o inquirido não ensinasse ou investigasse, de algum modo, a questão da Construção *Lean*.

### 3.3.2 Empresas

À semelhança do inquérito destinado à comunidade científica, também o inquérito dirigido às empresas foi estruturado em três secções, seguindo a mesma linha ideológica.



A secção **I – Informação do Inquirido**, distingue-se apenas no que concerne ao quinto aspecto, em que a identificação das unidades curriculares leccionadas deu lugar ao número de anos de experiência profissional do inquirido.

Na secção **II – Aspectos Gerais**, nas duas primeiras questões, pretendeu-se abordar o conhecimento do inquirido sobre a Construção *Lean* e se a empresa representada o aplica, total ou parcialmente. A terceira questão procurou identificar os sistemas de gestão, certificados, que se encontram implementados na empresa. Nesta questão eram dadas 3 opções: Sistema de Gestão Ambiental, Qualidade e Segurança e Saúde no Trabalho, mas o inquirido poderia especificar outro(s) através de um campo criado para esse efeito.

Na secção **III – Princípios da Construção *Lean***, os inquiridos foram questionados sobre o grau de conhecimento e aplicação dos princípios da Construção *Lean*, no decorrer da sua actividade profissional, numa escala de 1 (mínimo) a 5 (máximo). Tal como no inquérito à comunidade científica, em cada princípio, foi efectuado um breve resumo do conceito que o suporta. A título de exemplo, apresenta-se um dos princípios abordados no inquérito:

- **Melhorar o valor do produto através da sistematização dos requisitos do cliente**

**Conceito:** A satisfação das necessidades e exigências dos clientes, sejam eles internos ou externos, é que confere valor ao produto (ou serviço). O cliente interno é aquele que é responsável pela próxima actividade do processo produtivo e o externo é o cliente final. Se um produto (ou serviço) não corresponder ao esperado pelo cliente, o seu valor será bastante reduzido (ou até mesmo nulo).

	1	2	3	4	5	Exemplo
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

Figura 3.2: Exemplo da avaliação do grau de cobertura dos princípios da Construção *Lean* no inquérito realizado aos profissionais das empresas



Também aqui, foi dada a oportunidade aos inquiridos de identificarem algum exemplo que considerassem relevante para o estudo em questão.

Salvaguarda-se ainda que, no caso de ambas as duas primeiras perguntas, da secção **II – Aspectos Gerais**, terem sido respondidas negativamente, o inquérito terminaria no final desta, por se considerar não fazer sentido avaliar o grau de cobertura dos princípios (secção **III**), nos casos em que o inquirido não conhece ou aplica, de algum modo, a Construção *Lean*.

### 3.4 CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DOS INQUIRIDOS

Uma vez que a realização deste estudo pretendeu consultar a comunidade científica e profissionais de empresas de construção, os critérios de selecção dos inquiridos apresentam-se distintos, em virtude das diferenças inerentes aos dois grupos.

#### 3.4.1 Comunidade Científica

A selecção dos inquiridos, ao nível da comunidade científica, iniciou-se com a recolha dos nomes das instituições de ensino públicas, universidades e institutos politécnicos, existentes em Portugal, seleccionando-se aquelas que leccionam o curso de Engenharia Civil, ou equivalente. Desta análise, resultou a seguinte lista:

Quadro 3.1: Lista das instituições de ensino superior público contactadas

<b>Universidades</b>	<b>Institutos Politécnicos</b>
Universidade dos Açores	Inst. Politécnico da Guarda
Universidade de Aveiro	Inst. Politécnico de Beja
Universidade da Beira Interior	Inst. Politécnico de Bragança
Universidade de Coimbra	Inst. Politécnico de Castelo Branco
Universidade de Évora	Inst. Politécnico de Coimbra
Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro	Inst. Politécnico de Coimbra
Universidade do Algarve	Inst. Politécnico de Leiria



Universidade do Minho	Inst. Politécnico de Lisboa
Universidade do Porto	Inst. Politécnico de Portalegre
Universidade Nova de Lisboa	Inst. Politécnico de Setúbal
Universidade Técnica de Lisboa	Inst. Politécnico de Viana do Castelo
	Inst. Politécnico de Viseu
	Inst. Politécnico de Tomar
	Inst. Politécnico do Porto

A partir desta lista, iniciou-se a fase de recolha dos contactos dos potenciais inquiridos. Uma vez que o número de pessoas ligadas a cada instituição é bastante lato, traçou-se, como principal objectivo, conseguir os contactos dos seguintes responsáveis:

- Director da Escola de Engenharia (ou equivalente);
- Director do Departamento de Engenharia Civil (ou equivalente);
- Director do Curso de Engenharia Civil (ou equivalente).

Foi necessário, nalguns casos, em virtude das diferenças orgânicas entre as várias instituições, tentar identificar os cargos equivalentes aos descritos anteriormente. A escolha recaiu nestes três cargos, por dois motivos: o primeiro, por se considerar que estes responsáveis possuem um conhecimento mais alargado sobre o funcionamento da instituição à qual estão ligados e, mais especificamente, sobre o curso de Engenharia Civil; o segundo, deve-se ao facto de que, caso um destes responsáveis não se considerasse a pessoa mais indicada para responder ao inquérito, certamente reencaminharia o mesmo para um colega mais apto a tal.

Através da consulta dos websites das instituições, foi possível obter os contactos gerais destas e, na sua maioria, também os nomes e contactos dos responsáveis pretendidos. Nos casos em que tal não foi possível, efectuaram-se contactos telefónicos, de modo a obter a informação pretendida.

### 3.4.2 Empresas

No caso das empresas, a selecção dos inquiridos, foi efectuada tendo por base a revista *Exame – 500 Maiores e Melhores (Edição Especial, 2009)*, cujo conteúdo identifica as 500 maiores e



melhores empresas nacionais, distribuídas por um total de 24 sectores, com base nos dados financeiros de 2008. A escolha desta revista, como critério para a selecção dos inquiridos, prendeu-se com a excelente reputação e qualidade com que é produzida, pelo que foi possível utilizar, com um elevado grau de confiança, os dados fornecidos pela mesma.

De modo a clarificar a opção por este ranking, efectua-se, de seguida, a descrição de alguns dos critérios que suportam o mesmo. Para a sua elaboração, foram utilizados os seguintes indicadores e rácios económicos: crescimento de vendas, crescimento dos resultados líquidos, rentabilidade do activo, rentabilidade do capital próprio, rentabilidade das vendas aferida pelos resultados correntes, valor acrescentado bruto por vendas, solvabilidade e liquidez financeira. A opção por estes indicadores, deve-se ao facto de, em conjunto, permitirem avaliar a contribuição das empresas para a economia, verificar o seu dinamismo, medir a sua rentabilidade e compreender o equilíbrio financeiro, condições necessárias para garantir a sua sobrevivência no futuro. A contribuição das empresas para a economia foi medida com base na relação entre o valor acrescentado bruto e as vendas líquidas (VAB por vendas), por cada euro vendido. Esta relação limita o favorecimento das organizações de maior dimensão, uma vez que a utilização exclusiva do valor acrescentado bruto, por ser um indicador expresso em valores absolutos, as favorece. O dinamismo das empresas foi medido com base no crescimento das vendas, verificado no último exercício. De modo a averiguar a consistência deste, foi também considerado o crescimento dos resultados líquidos. Na questão da rentabilidade, foi privilegiada a óptica do accionista, considerando tanto os lucros realizados por cada unidade de capital investido na empresa, a rentabilidade do activo (*ROI – Return on Investment*), como a rentabilidade dos capitais próprios (*ROE – Return on Equity*). A rentabilidade das vendas, medida pelos resultados correntes, em vez dos resultados líquidos, permite diluir os efeitos dos resultados extraordinários nos lucros apresentados. Por fim, o equilíbrio financeiro é testado através dos rácios da liquidez geral e da solvabilidade, em que o primeiro permite avaliar se a empresa conseguirá mobilizar, em tempo útil, recursos suficientes para satisfazer os seus compromissos a curto prazo, enquanto o segundo demonstra se o passivo possui ou não uma adequada cobertura de capitais próprios.

Sustentada a opção por este ranking, cujas empresas se encontram ordenadas pelo VAB por vendas (2008), retiraram-se as empresas identificadas como pertencentes ao sector da construção, num total de 43:

Quadro 3.2: Lista das empresas seleccionadas a partir do ranking da revista *Exame*

<b>Empresas (Sector: Construção)</b>		
1. Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.	16. Construtora Abrantina, S.A.	31. OBRECOL - Obras e Construções, S.A.
2. Teixeira Duarte - Engenharia e Construções, S.A.	17. Contacto - Sociedade de Construções, S.A.	32. Arlindo Correia & Filhos, S.A.
3. Sociedade de Construções Soares da Costa, S.A.	18. Avelino Farinha & Agrela, S.A.	33. TECNASOL - FGE, Fundações e Geotecnia, S.A.
4. Opway - Engenharia, S.A.	19. Tecnovia - Sociedade de Empreitadas, S.A.	34. NOVOPCA - Construtores Associados, S.A.
5. Zagope - Construções e Engenharia, S.A.	20. Constructora San José, S.A.	35. EDIVISA - Empresa de Construções, S.A.
6. Somague - Engenharia, S.A.	21. Saibos - Construções Marítimas, Unipessoal, LDA	36. VESTAS (Portugal) - Serviços de Tecnologia Eólica, LDA
7. Edifer - Construções Pires Coelho & Fernandes, S.A.	22. Construções Gabriel A. S. Couto, S.A.	37. Eusébios & Filhos, S.A.
8. Monteadriano - Engenharia e Construção, S.A.	23. Saipem - Perfurações e Construções Petrolíferas, Unipessoal, LDA	38. Alves Ribeiro, S.A.
9. MSF - Moniz da Maia, Serra & Fortunato - Empreiteiros, S.A.	24. Alberto Martins de Mesquita & Filhos, S.A.	39. Bento Pedroso Construções, S.A.
10. Conduril - Construtora Duriense, S.A.	25. EFACEC - Engenharia, S.A.	40. Ramos Catarino, S.A.
11. Lena Engenharia e Construções, S.A.	26. Hagen Engenharia, S.A.	41. Ferrovia Agroman, S.A.
12. Casais - Engenharia e Construção, S.A.	27. Domingos da Silva Teixeira, S.A.	42. Alexandre Barbosa Borges, S.A.
13. C.M.E. - Construção e Manutenção Electromecânica, S.A.	28. VIATEL - Tecnologia de Comunicações, S.A.	43. Empresa de Construções Amândio Carvalho, S.A.
14. FDO - Construções, S.A.	29. Manuel Rodrigues Gouveia, S.A.	
15. ENSUL MECI - Gestão de Projectos de Engenharia, S.A.	30. Teodoro Gomes Alho, S.A.	

Elaborada a lista de empresas a contactar, iniciou-se a fase de recolha dos contactos dos potenciais inquiridos. Uma vez que o conjunto de funções desempenhadas numa organização é bastante alargado, traçou-se, como principal objectivo, obter os contactos dos seguintes responsáveis:



- Director do Departamento de Produção (ou equivalente);
- Director do Departamento de Qualidade, Segurança e Ambiente (ou equivalente);
- Director do Departamento de Inovação (ou equivalente).

À semelhança do sucedido na recolha dos contactos da comunidade científica, também aqui foi necessário, nalguns casos, em virtude das diferenças orgânicas entre as várias organizações, tentar identificar os cargos equivalentes aos descritos anteriormente.

A utilização do ranking da revista *Exame – 500 Maiores e Melhores (Edição Especial, 2009)*, permitiu ainda obter os contactos gerais das empresas, de modo a dar início ao processo de identificação dos responsáveis e obtenção dos respectivos contactos.

Tal tarefa veio a revelar-se bastante árdua, conforme se explicará de seguida. A primeira abordagem efectuada às empresas foi através de correio electrónico. No entanto, o número de respostas à solicitação enviada foi bastante baixo, praticamente nulo. Decidiu-se então mudar a abordagem utilizada e contactar as empresas telefonicamente. Contratemplos surgiram, como alguma relutância em fornecer os contactos dos directores em causa, as intermináveis vezes que a chamada transitava entre operadores ou ainda a dificuldade em obter contacto telefónico, por a chamada simplesmente não ser atendida. Após alguma persistência, conseguiram-se obter os contactos pretendidos.

A realização do 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting – Portugal* e a criação do *Portuguese Group for Lean Construction (PGLC)*, permitiu uma troca de experiências interessante, pela predisposição favorável dos intervenientes para com a Construção *Lean*. Assim, considerou-se que, as relações criadas poderiam enriquecer este estudo, pelo que se optou por criar um grupo adicional de empresas a consultar, que, quer pelos seus dados financeiros ou por não serem consideradas empresas de construção (mas existindo ligação a estas), não se incluem na listagem anterior:

- Consulgal - Consultores de Engenharia e Gestão, S.A.
- EDP, S.A.
- *Lean Consulting* – Consultoria de Gestão, Lda
- Quinagre Construções, S.A.



- Ribeirinho Soares, Centro de Projectos de Construção, Lda
- SNA Europe (Industries), S.A.

Adicionalmente, contactou-se ainda a empresa Britalar – Sociedade de Construções, S.A.. Esta escolha é justificada pelo conhecimento que o investigador possui ao nível das obras desenvolvidas por esta empresa, que se destacam, pelas suas características próprias, na cidade de Braga.

## 3.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 3.5.1 Comunidade Científica

Os contactos à comunidade científica foram realizados durante todo o mês de Julho e Agosto de 2010. Do universo de estudo seleccionado, obtiveram-se 14 respostas, em que 3 destas não foram alvo de tratamento estatístico, uma vez que os inquiridos são ainda estudantes. No entanto, estes encontram-se a desenvolver trabalhos de investigação sobre a Construção *Lean*, pelo que a sua particular sensibilidade e os exemplos fornecidos foram tidos em consideração no desenvolvimento deste projecto de investigação. No quadro seguinte sintetizam-se as solicitações e as respostas obtidas nas instituições de ensino superior público.

Quadro 3.3: Percentagem de resposta junto das instituições de ensino superior público

Instituições de ensino superior público	Solicitações	Nº de respostas total validadas	Percentagem de respostas
Universidades	11	5	45,5 %
Institutos Politécnicos	14	6	42,9 %
Totais	25	11	44,0 %

## Secção I – Informação do Inquirido

Com a secção I – Informações do Inquirido, pretendeu-se obter informação de carácter geral sobre os inquiridos, como já foi referido. Todos os inquiridos são docentes nas respectivas instituições, em que parte assume também cargos de coordenação/direcção. Como seria de esperar, as unidades curriculares leccionadas pertencem, fundamentalmente, à área de Construções. Apresentam-se alguns exemplos de unidades curriculares identificadas nos inquéritos: Direcção de Obras, Gestão da Construção, Organização e Planeamento de obras, Processos de Construção, entre outras. Dos inquiridos, 54,5 % são Doutores em Engenharia Civil e os restantes 45,5% Mestrados.

## Secção II – Aspectos Gerais

Na secção II – Aspectos gerais, a primeira questão aos inquiridos incidiu na sua relação, quer ao nível do ensino, quer ao nível da investigação, com a Construção *Lean*. Dos 11 inquiridos, 4 indicaram que ensinavam e investigavam, simultaneamente, aspectos da Construção *Lean*. Em 7 dos inquéritos recebidos, os inquiridos afirmaram não ensinar, nem investigar, aspectos da Construção *Lean*, correspondendo a 63,6 % da amostra. O gráfico seguinte documenta as respostas dadas, na primeira questão, da secção II.

**Esteve ou está envolvido no ensino e/ou investigação da Construção *Lean*?**

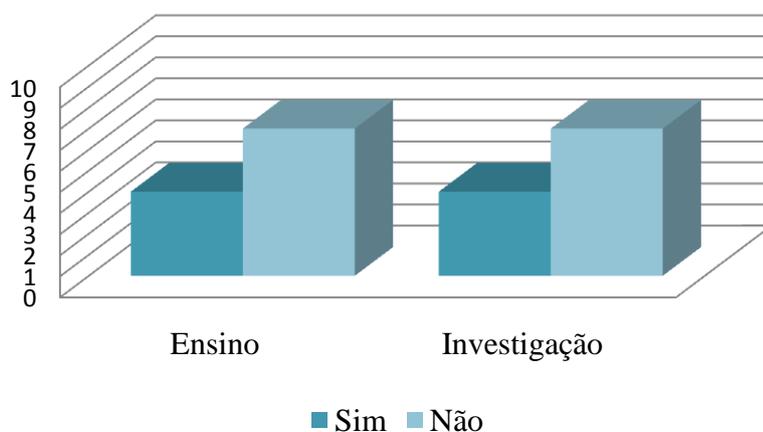


Figura 3.3: Envolvimento dos inquiridos no ensino e investigação da Construção *Lean*



Na 2ª questão, era solicitado aos inquiridos que indicassem a sua leitura sobre o patamar de difusão da Construção *Lean*, ao nível do ensino superior. Dos inquiridos, 55% considerou que a Construção *Lean* é um tema pouco abordado nas instituições de ensino superior públicas e 36% que é um tema raramente abordado, pois é um assunto de particular interesse para a indústria. Um dos inquiridos indicou não possuir qualquer tipo de percepção.

**Qual é a sua percepção sobre o patamar de difusão da Construção *Lean*, ao nível do ensino superior?**

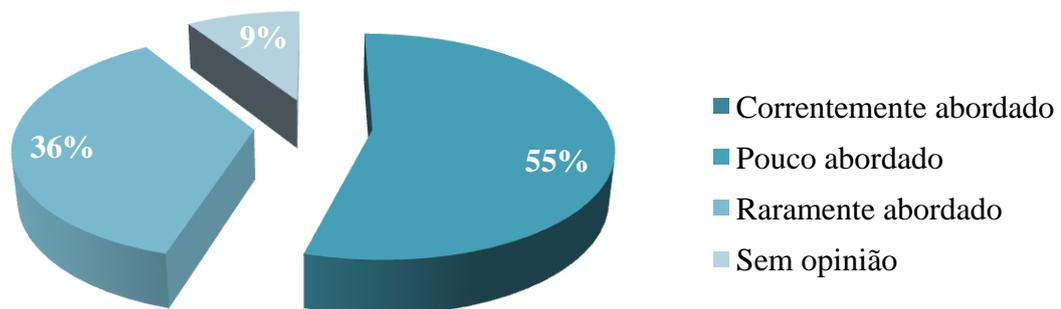


Figura 3.4: Percepção dos inquiridos sobre o patamar de difusão da Construção *Lean*, ao nível do ensino superior

A última questão desta secção, confrontou os inquiridos com um conjunto de 4 afirmações, onde se pretendia que estes indicassem o seu grau de concordância com estas, através de uma escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). No quadro seguinte, apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 3.4: Perspectiva dos inquiridos sobre o desenvolvimento futuro da Construção *Lean*, em Portugal

Afirmação	Grau de Concordância (Discordo Totalmente = 1 a Concordo Totalmente =5)				
	1	2	3	4	5
A Construção <i>Lean</i> interessa-me, mas não se encontra integrada em nenhuma das unidades curriculares que lecciono.	18,2 %	0,0 %	9,1 %	18,2 %	54,5 %
A Construção <i>Lean</i> interessa-me, mas apenas na perspectiva da investigação.	36,4 %	36,4 %	18,2 %	9,1 %	0,0 %
Num futuro próximo, tenciono ensinar aspectos relacionados com a Construção <i>Lean</i> nas unidades curriculares que lecciono.	18,2 %	27,3 %	27,3 %	27,3 %	0,0 %
Considero importante a existência de um grupo de trabalho nacional, para a recolha e partilha de informação sobre a Construção <i>Lean</i> , incentivando o seu desenvolvimento.	0,0 %	0,0 %	0,0 %	27,3 %	72,7 %

Na 1ª afirmação, tornou-se evidente o interesse efectivo na Construção *Lean*, apesar de esta não estar integrada nas unidades curriculares leccionadas pelos inquiridos, o que complementa os resultados obtidos na 1ª questão, da secção II, onde 63,6 % dos inquiridos afirmaram não ensinar, nem desenvolver investigação, nesta área. De facto, são poucos os trabalhos de investigação conhecidos e já concluídos, a nível nacional, assumidamente sobre a Construção *Lean*. Indica-se, de seguida, aqueles a que o investigador teve conhecimento durante o processo de revisão bibliográfica:

- *Lean Construction* em Portugal – Caso de Estudo de Implementação de Sistema de Controlo da Produção *Last Planner* (Peneirol, 2007);
- *Lean Construction* – Filosofia e Metodologias (Arantes, 2008);
- *Implementing Lean Construction in Portugal Adaptation After Studying a Danish Case* (Silva, 2008);
- Utilização de Técnicas *Lean* e *Just in Time* na Gestão de Empreendimentos e Obras (Gonçalves, 2009).



A 2ª e 3ª afirmação, não foram devidamente conclusivas, uma vez que as respostas foram dispersas pelos vários graus de concordância, com exceção do “*Concordo Totalmente*”, que não obteve qualquer resposta. No entanto, fica a sensação de uma maioritária discordância, por parte dos inquiridos, perante estas duas afirmações.

Por último, realça-se a 4ª afirmação, em que 72,7 % dos inquiridos referiu “*Concordo totalmente*” com a existência de um grupo de trabalho nacional, de recolha e partilha de informação, sobre a Construção *Lean*.

Analisando, os resultados da questão 3, em articulação com as respostas de ambas as alíneas da questão 1, julga-se ser plausível poder afirmar que existe desconhecimento, entre a maioria dos inquiridos, sobre o tema, pelo que, a sua divulgação, quer através da existência de um grupo de trabalho nacional, quer através de outros meios, poderá levar à sua integração no ensino. Para além disso, apesar de não lhes ser reconhecido como parte constituinte da filosofia *Lean*, alguns dos conceitos abordados no ensino vão, mesmo que implicitamente, de encontro aos princípios da Construção *Lean*, como por exemplo: a organização do estaleiro vai de encontro ao princípio da redução da quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício), onde se incluem as movimentações desnecessárias.

### **Secção III – Princípios da Construção *Lean***

Face a 63,6 % dos inquiridos terem respondido negativamente, em ambas as alíneas, da questão 1, na secção II – Aspectos Gerais, conforme mencionado no inquérito, estes terminaram aí a sua participação neste estudo. Assim, a secção III – Princípios da Construção *Lean*, foi apenas respondida por 36,4 % do total de inquiridos.

Os resultados da secção III traduzem-se através do gráfico a seguir apresentado, distinguindo a dimensão Ensino & Investigação.

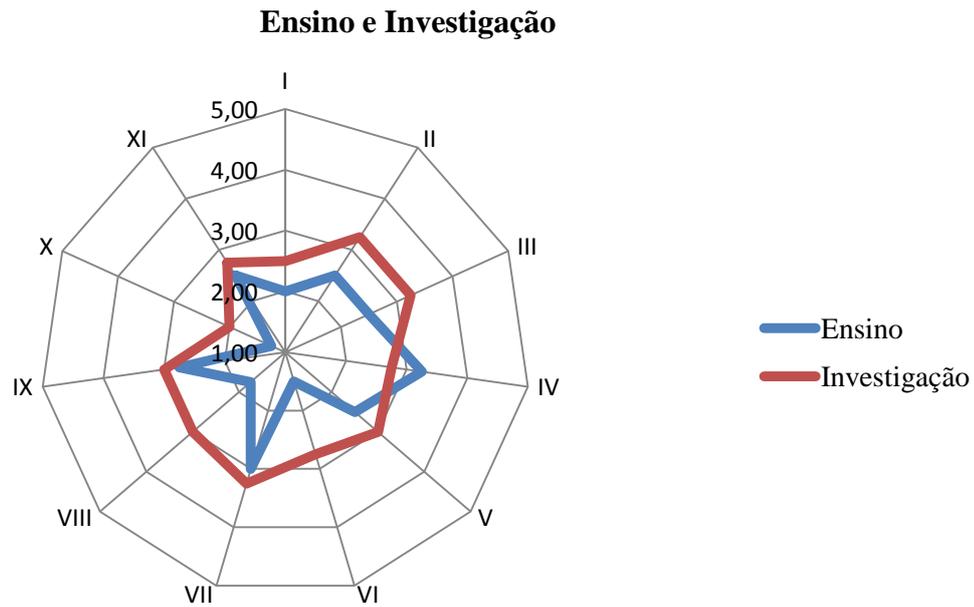


Figura 3.5: Resultados da Secção III - Comunidade Científica

Quadro 3.5: Análise dos resultados da Secção III – Comunidade Científica

Dimensão Ensino	Dimensão Investigação
<p><b>Princípio(s) c/maior grau de cobertura:</b> IV – Reduzir o tempo de ciclo</p>	<p><b>Princípio(s) c/maior grau de cobertura:</b> II – Melhorar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente III – Reduzir a variabilidade VII – Melhorar a transparência dos processos</p>
<p><b>Princípio(s) c/menor grau de cobertura:</b> X – Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões</p>	<p><b>Princípio(s) c/menor grau de cobertura:</b> X – Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões</p>
<p><b>Média do grau de conhecimento dos Princípios da Construção Lean:</b> 2,32</p>	<p><b>Média do grau de conhecimento dos Princípios da Construção Lean:</b> 2,86</p>



Uma vez que o grau de cobertura de cada princípio, no caso do inquérito à Comunidade Científica, se encontrava subdividido em duas dimensões, ensino e investigação, analisar-se-á, de seguida, a eventual relação entre ambas.



Figura 3.6: Relação entre as dimensões Ensino  $\leftrightarrow$  Investigação

Assim:

- Quase na sua totalidade, os princípios são mais investigados do que ensinados, apenas com uma exceção.
- No Princípio IV – Reduzir o tempo de ciclo, o seu grau de cobertura, ao nível da investigação, é superior, comparativamente com a dimensão ensino.
- O Princípio X – Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões, é, simultaneamente, o princípio com menor grau de cobertura, ao nível das duas dimensões.
- O *gap*, ao nível do grau de cobertura dos princípios, individualmente, entre as duas dimensões, situa-se entre 0,25 (Princípios: VII, IX e XI) e 1,25 (Princípios: VI e VIII).
- O *gap*, ao nível do grau de cobertura dos Princípios da Construção *Lean*, globalmente, entre as dimensões ensino e investigação, situa-se em 0,54.



### 3.5.2 Empresas

Os contactos às empresas foram realizados durante todo o mês de Julho e Agosto de 2010. Do universo identificado anteriormente, obtiveram-se 24 respostas, em que 4 destas representam perspectivas adicionais de mais do que um colaborador da mesma empresa. No quadro seguinte sintetizam-se as solicitações e as respostas obtidas no universo de estudo seleccionado.

Quadro 3.6: Percentagem de respostas junto das empresas seleccionadas

Empresas	Solicitações	Nº de respostas total validadas	Percentagem de respostas
Construção (Ranking: Revista Exame)	70	19	27,1 %
Adicionais	10	5	50,0 %
Totais	80	24	30,0 %

#### Secção I – Informação do Inquirido

Na secção I – Informação do Inquirido, conforme foi já referido, pretendeu-se obter informações de carácter geral sobre os inquiridos. Todos os inquiridos desempenham funções, a tempo inteiro, nas empresas seleccionadas, onde assumem cargos de direcção, gestão e/ou coordenação. Maioritariamente, os inquiridos são formados em Engenharia Civil, mas também a Engenharia de Gestão Industrial apresenta algum destaque. Este facto justifica-se pelo trabalho transversal que estas praticam, ao nível da engenharia, em áreas como a qualidade, o ambiente, a inovação, etc.

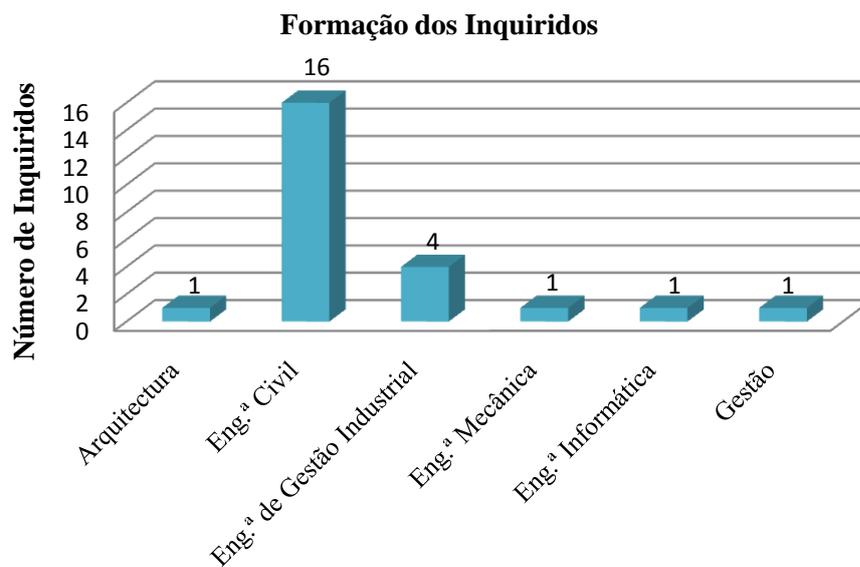


Figura 3.7: Distribuição dos inquiridos segundo a formação

A experiência profissional dos inquiridos encontra-se distribuída por escalões, conforme se apresenta na figura 3.6. Destaca-se aqui que, mais de 50% dos inquiridos, possuem entre 6 e 15 anos de experiência profissional, dado este que confere à amostra um bom nível de confiança, uma vez que os inquiridos possuem experiência suficiente para responderem, com exactidão, às questões que lhes foram colocadas.

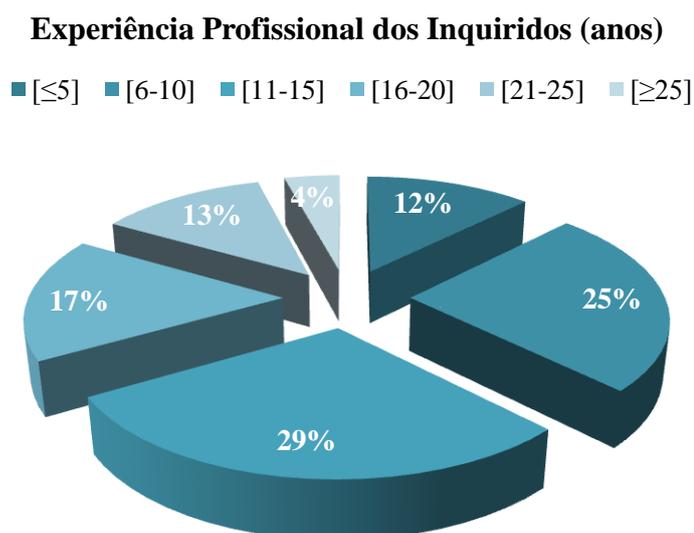


Figura 3.8: Experiência profissional dos inquiridos

## Secção II – Aspectos Gerais

Na secção II – Aspectos gerais, a primeira questão aos inquiridos incidiu sobre o seu conhecimento da Construção *Lean*. Dos 24 inquiridos, 58% responderam que conhecem a Construção *Lean*.



Figura 3.9: Conhecimento da Construção *Lean* por parte dos inquiridos

Na segunda questão, a percentagem de respostas foi idêntica à da questão anterior. Os inquiridos conhecedores da Construção *Lean*, afirmaram que a aplicam nas empresas representadas por si, parcial ou totalmente, em menor ou maior escala, conforme se verificará na secção III. Este resultado pode traduzir-se numa maior facilidade das empresas em reconhecer as áreas de trabalho onde é possível implementar iniciativas/ferramentas *Lean*.

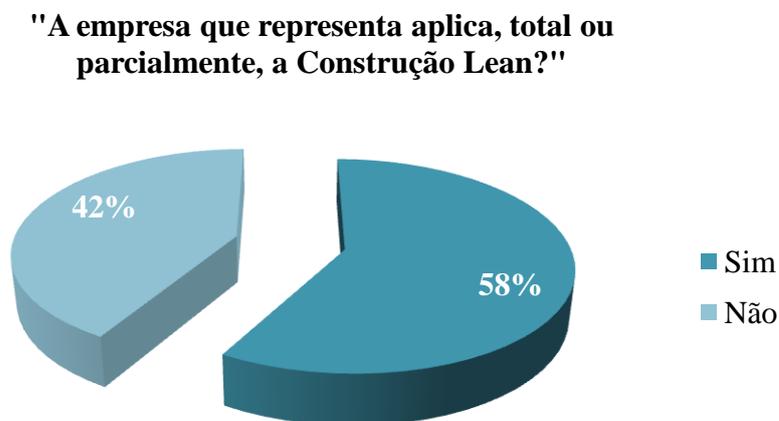


Figura 3.10: Aplicação da Construção *Lean* nas empresas representadas pelos inquiridos



A terceira questão, desta secção, recaiu sobre os sistemas de gestão, devidamente certificados, implementados nas empresas representadas pelos inquiridos. Dos três sistemas de gestão indicados no inquérito, o que apresenta maior taxa de implementação é o sistema de gestão da qualidade, seguido do sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho e do sistema de gestão ambiental. Dos inquiridos, 25% referiram ainda outros sistemas de gestão implementados como é o caso da NP 4457: Sistemas de Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação ou a SA8000: Sistema de Gestão de Responsabilidade Social.

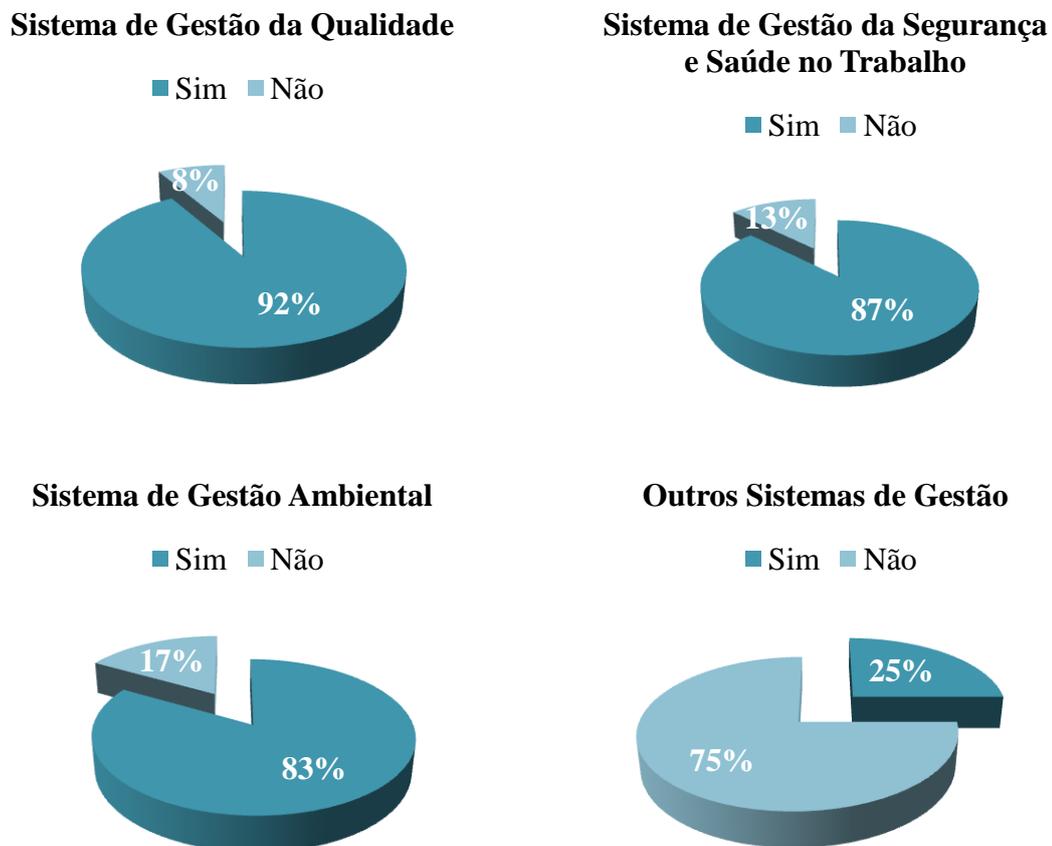


Figura 3.11: Sistemas de gestão, certificados, implementados nas empresas representadas

### Secção III – Princípios da Construção *Lean*

Face a 58,0 % dos inquiridos terem respondido negativamente, a ambas as questões 1 e 2, da secção II – Aspectos Gerais, estes terminaram aqui a sua participação neste estudo, conforme indicado no inquérito. Assim, a secção III – Princípios da Construção *Lean*, foi apenas

respondida pelos restantes 42,0 % dos inquiridos. Os resultados da Secção III apresentam-se através do gráfico a seguir reproduzido (Dimensões: Conhecimento & Aplicação):

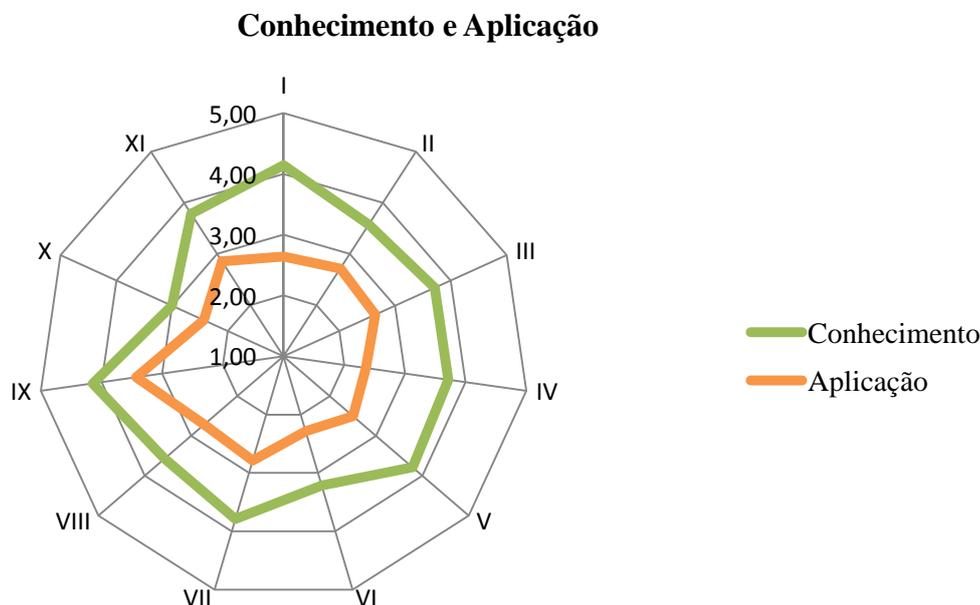


Figura 3.12: Resultados da secção III - Empresas

Quadro 3.7: Análise dos resultados da secção III – Empresas

**Dimensão Conhecimento**

**Princípio(s) mais destacado(s):**

I – Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício)

IX– Melhorar continuamente os processos

**Princípio(s) menos destacado(s):**

X– Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões

**Média do grau de conhecimento dos**

**Princípios da Construção Lean:**

3,68

**Dimensão Aplicação**

**Princípio(s) mais destacado(s):**

IX– Melhorar continuamente os processos

**Princípio(s) menos destacado(s):**

VI– Melhorar a flexibilidade do produto/serviço

**Média do grau de conhecimento dos**

**Princípios da Construção Lean:**

2,67



Uma vez que o grau de cobertura de cada princípio, no caso do inquérito às empresas, se encontrava subdividido em duas dimensões, conhecimento e aplicação, analisar-se-á, de seguida, a eventual relação entre ambas.



Figura 3.13: Relação entre as dimensões Conhecimento  $\leftrightarrow$  Aplicação

Assim:

- Todos os princípios são mais conhecidos do que aplicados.
- O Princípio IX – Melhor continuamente os processos, é, simultaneamente, o princípio com maior grau de cobertura, ao nível das duas dimensões.
- O *gap*, ao nível do grau de cobertura dos princípios, individualmente, entre as duas dimensões, situa-se entre 0,57 (Princípio: X) e 1,50 (Princípio: I).
- O *gap*, ao nível do grau de cobertura dos princípios da Construção *Lean*, globalmente, entre as dimensões conhecimento e aplicação, situa-se em 1,01.

### 3.5.3 Comunidade Científica vs Empresas

Com base nos resultados obtidos, a partir dos inquéritos realizados, bem como na revisão bibliográfica efectuada, procurou-se estabelecer relações cruzadas, entre as quatro dimensões, abordadas na Secção III – Princípios da Construção *Lean*, conforme explicita a figura a seguir apresentada.

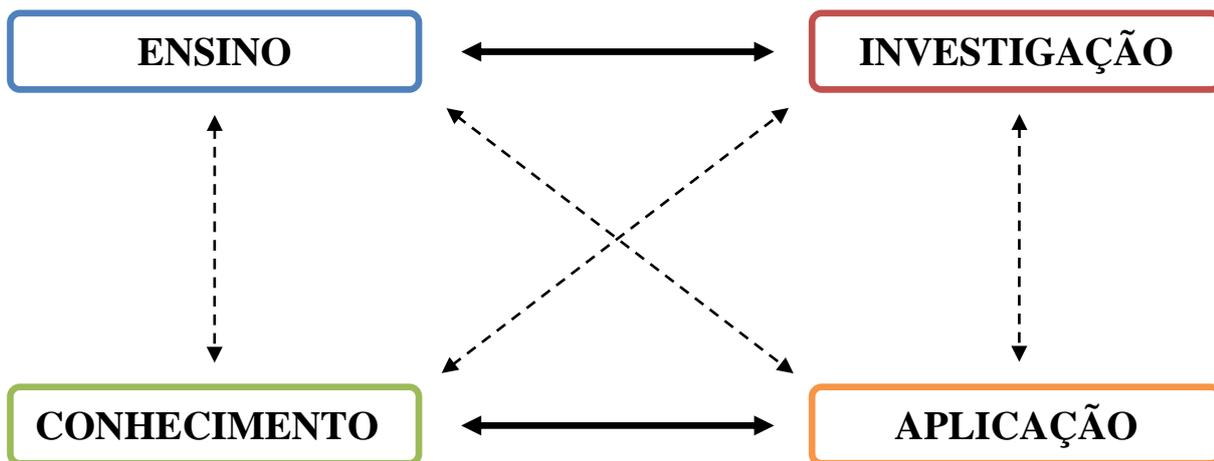


Figura 3.14: Relações cruzadas entre as dimensões Ensino, Investigação, Conhecimento e Aplicação

Surgem assim 4 relações cruzadas, adicionais às 2 tratadas anteriormente, efectuando-se a comparação entre os resultados das dimensões envolvidas, da seguinte forma:

- Ensino  $\leftrightarrow$  Conhecimento;
- Ensino  $\leftrightarrow$  Aplicação;
- Investigação  $\leftrightarrow$  Conhecimento;
- Investigação  $\leftrightarrow$  Aplicação.

Esta análise foi efectuada com o objectivo procurar detectar pontos em comum ou bastante afastados, entre as duas perspectivas (comunidade científica e empresas), acerca da Construção *Lean*.

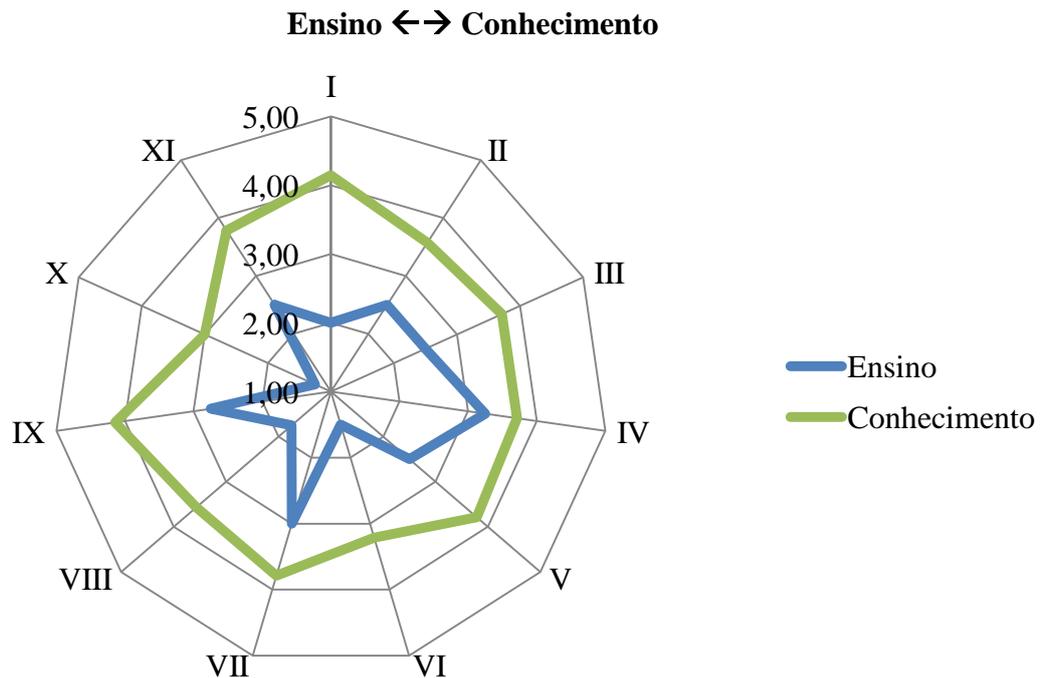


Figura 3.15: Relação entre as dimensões Ensino ↔ Conhecimento

Quadro 3.8: Análise da relação entre as dimensões Ensino ↔ Conhecimento

Relação	Análise
<p><b>Ensino ↔ Conhecimento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Na generalidade, os inquiridos das empresas conhecem razoavelmente bem os princípios da Construção <i>Lean</i>, apesar de estes serem pouco abordados nos cursos de Engenharia Civil.</li> <li>▪ O nível de conhecimento, por princípio, dos inquiridos das empresas apresenta-se homogéneo.</li> <li>▪ Por outro lado, o ensino dos mesmos apresenta-se bastante heterogéneo, com alguns princípios a destacarem-se em relação aos restantes.</li> </ul>

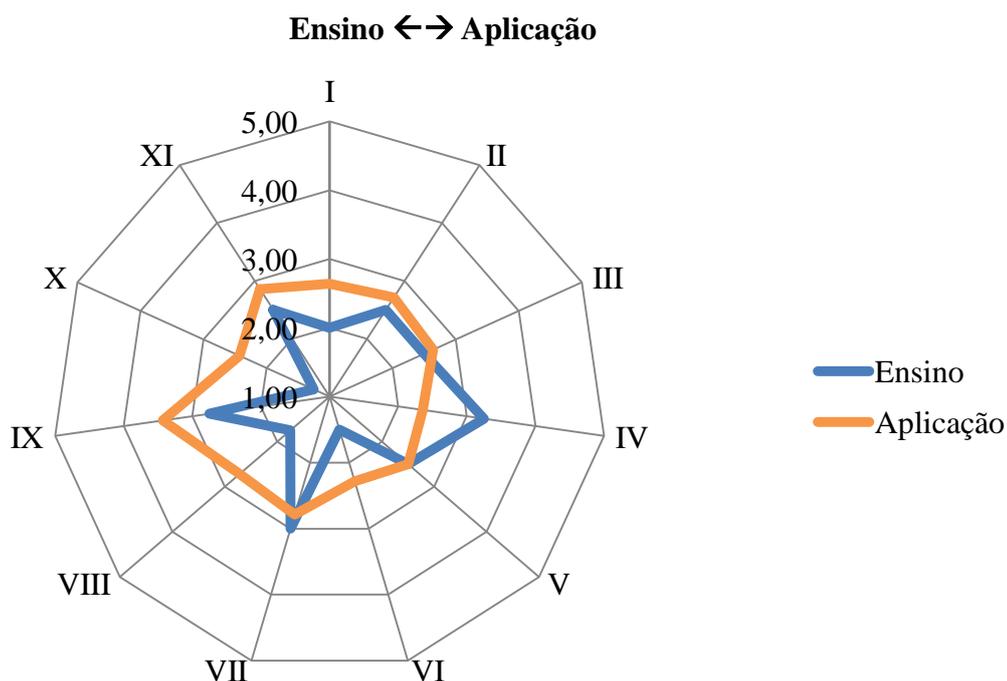


Figura 3.16: Relação entre as dimensões Ensino ↔ Aplicação

Quadro 3.9: Análise da Relação entre as dimensões Ensino ↔ Aplicação

Relação	Análise
<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Ensino ↔ Aplicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A diferença média entre o grau de cobertura na aplicação e no ensino dos princípios da Construção <i>Lean</i> é reduzida (0,35).</li> <li>▪ As empresas aplicam mais os princípios da Construção <i>Lean</i> do que a Comunidade Científica ensina.</li> <li>▪ O princípio V (simplificar, minimizando o número de tarefas e partes) possui o mesmo grau de cobertura ao nível do ensino e da aplicação.</li> <li>▪ Os princípios IV (reduzir o tempo de ciclo) e VII (melhor a transparência a dos processos) são mais ensinados do que aplicados, ao contrário dos restantes.</li> </ul>

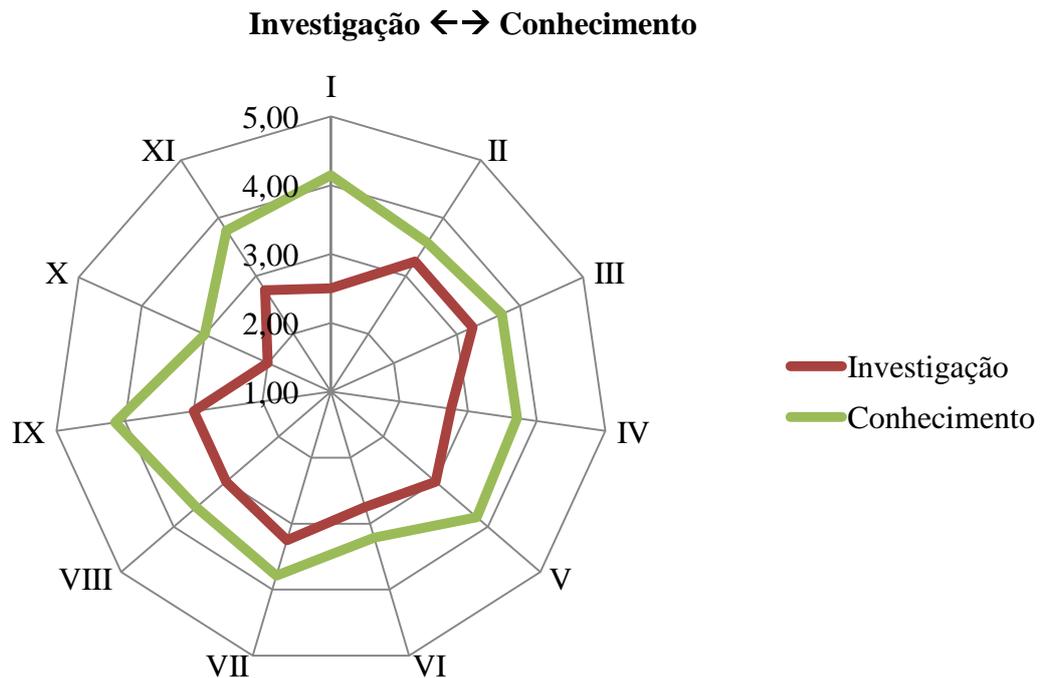


Figura 3.17: Relação entre as Dimensões Investigação ↔ Conhecimento

Quadro 3.10: Análise da Relação entre as Dimensões Investigação ↔ Conhecimento

Relação	Análise
<p><b>Investigação ↔ Conhecimento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os inquiridos das empresas conhecem bem os princípios da Construção <i>Lean</i>, mas a investigação desenvolvida pela Comunidade Científica encontra-se um pouco aquém.</li> <li>▪ A forma definida pelos gráficos das duas dimensões é bastante semelhante, com excepção do princípio I (reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor).</li> </ul>

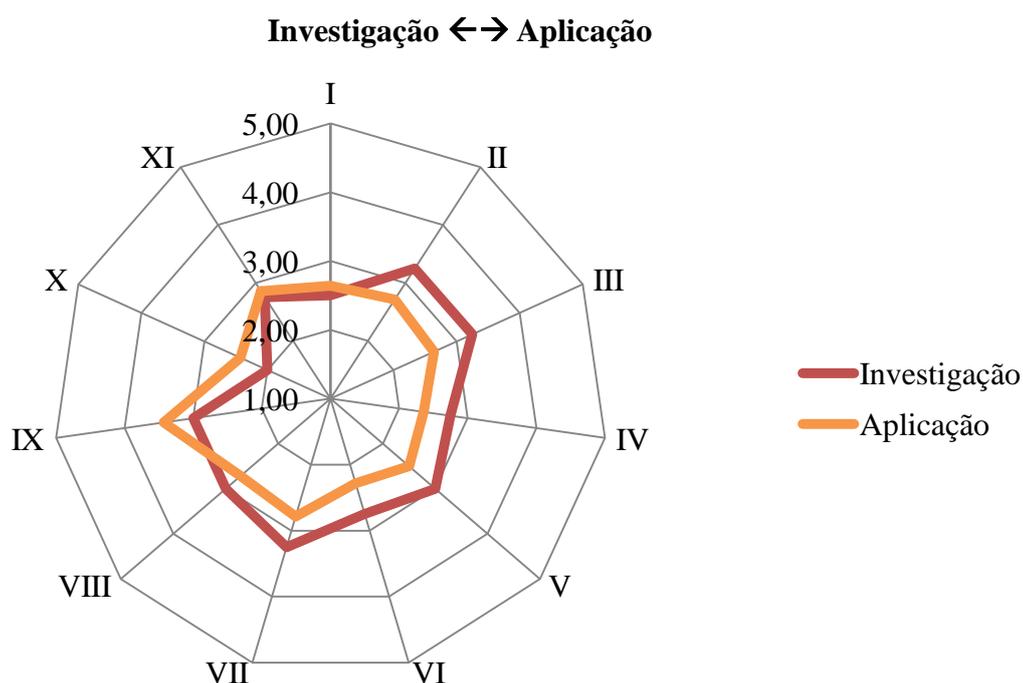


Figura 3.18: Relação entre as dimensões Investigação ↔ Aplicação

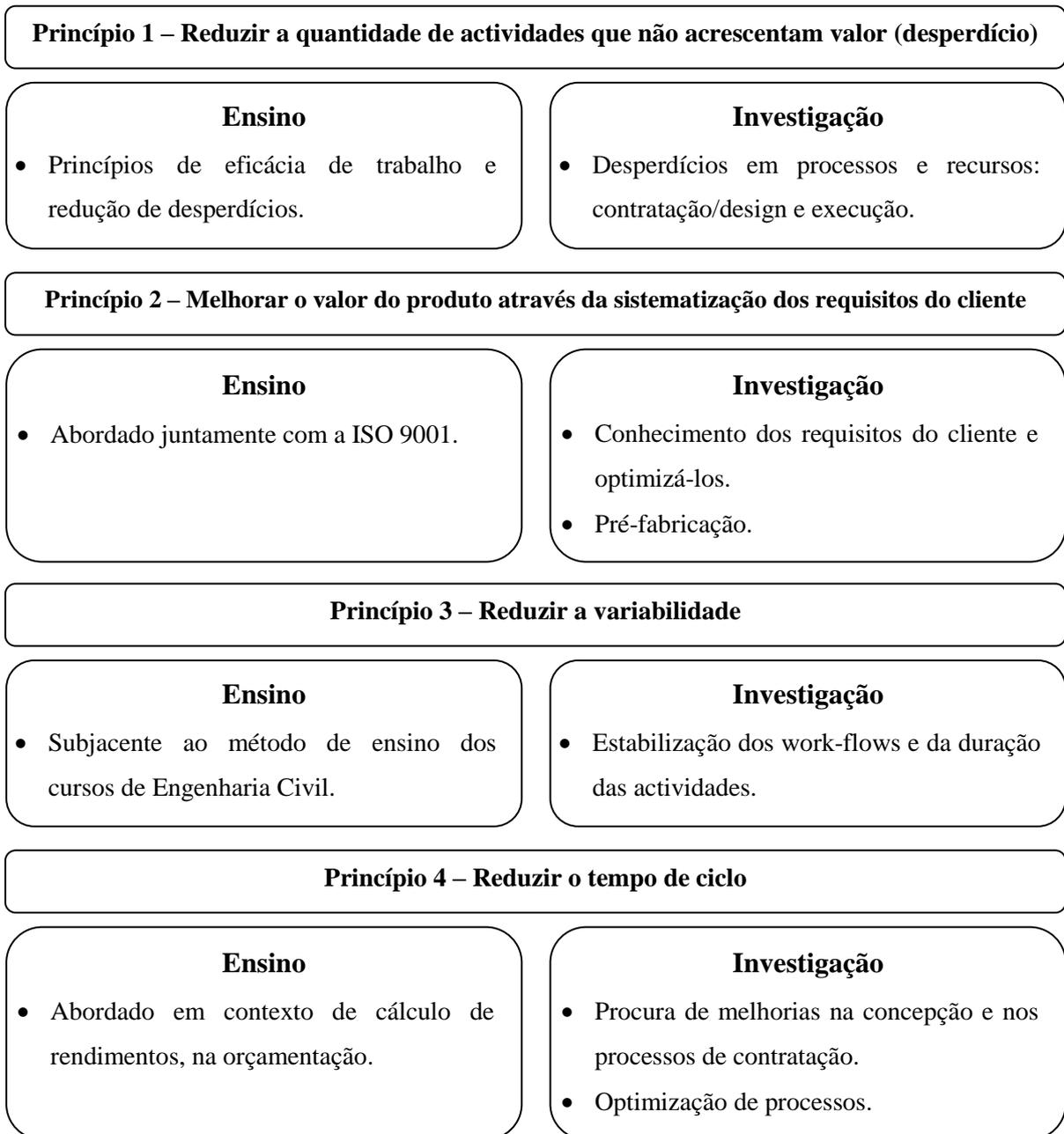
Quadro 3.11: Análise da Relação entre as dimensões Investigação ↔ Aplicação

Relação	Análise
<p style="color: #008080; font-weight: bold;">Investigação ↔ Aplicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A diferença, ao nível do grau de cobertura médio dos princípios da Construção <i>Lean</i>, entre as duas dimensões, é bastante reduzida (0,19).</li> <li>▪ O traçado descrito, ao longo dos princípios, pelas duas dimensões, apresenta-se bastante semelhante.</li> <li>▪ Os princípios IX (melhorar continuamente os processos), X (manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões) e XI (benchmarking) apresentam um maior nível de aplicação em comparação com a investigação desenvolvida.</li> </ul>



A oportunidade dada aos inquiridos de reforçarem as suas perspectivas, com exemplos que considerassem relevantes, veio a revelar-se bastante interessante. Apesar de apenas um pequeno número de inquiridos apresentar exemplos e não possuírem nenhum tipo de parametrização, o que dificulta o seu tratamento estatístico, estes permitiriam obter uma realidade mais fidedigna da Construção *Lean*, em Portugal.

### Exemplos identificados pelos inquiridos da Comunidade Científica





**Princípio 5 – Simplificar, minimizando o número de tarefas e partes**

**Ensino**

- Abordado juntamente com os mapas de quantidades de trabalho, na orçamentação.

**Investigação**

- Pré-fabricação e pré-asmblagem.

**Princípio 7 – Melhorar a transparência dos processos**

**Ensino**

- Abordado juntamente com a ISO 9001.

**Investigação**

- Parcerias e métodos para melhorar os aspectos relacionais.

**Princípio 8 – Focar o controlo no processo global**

**Ensino**

- Subjacente ao método de ensino dos cursos de Engenharia Civil.

**Investigação**

- Acompanhamento de obra.

**Princípio 9 – Melhorar continuamente os processos**

**Ensino**

- Abordado na gestão da qualidade (ISO 9001) e na análise estratégica (SWOT e Porter's 5 Force).

**Investigação**

- -

**Princípio 11 – Benchmarking**

**Ensino**

- Abordado na análise estratégica (SWOT e Porter's 5 Force).

**Investigação**

- -

Nos princípios VI (melhorar a flexibilidade do produto/serviço) e X (manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões), não foram apresentados exemplos relevantes. Salvaguarda-se ainda o facto de ter sido referido pelos inquiridos a integração destes princípios em teses já desenvolvidas ou em desenvolvimento.



## Exemplos identificados pelos inquiridos das Empresas

### Princípio 1 – Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício)

#### Conhecimento

- Organização do estaleiro (redução da duração dos períodos de movimentação e auxílio mecânico na movimentação de cargas).
- Preparação prévia de moldes de cofragem.

#### Aplicação

- Maior detalhe no planeamento, elaborando planos a curto prazo, com avaliação dos pré-requisitos, antes do início de uma nova actividade.
- Eliminação dos recursos, que não agregam valor ao produto/serviço, através da análise dos processos.

### Princípio 2 – Melhorar o valor do produto através da sistematização dos requisitos do cliente

#### Conhecimento

- Eliminação das não conformidades na construção.
- Value Management.

#### Aplicação

- Reuniões, em obra, com o cliente.
- Definição prévia dos métodos e processos a utilizar.
- Inquérito à satisfação dos clientes externos e internos, com a definição de medidas correctivas.

### Princípio 3 – Reduzir a variabilidade

#### Conhecimento

- Pré-fabricação.
- Redução da variabilidade na construção, uma vez que os produtos finais resultam de um somatório de actividades que são correntes e repetidas.

#### Aplicação

- Padronização de processos e uso de experiência dos trabalhadores em outras obras;
- Apresentação de soluções alternativas ao cliente, que se encontram padronizadas na empresa.



**Princípio 4 – Reduzir o tempo de ciclo**

**Conhecimento**

- Medição do desempenho.
- Utilização de Value Stream Mapping.

**Aplicação**

- Utilização do conhecimento adquirido no ciclo anterior para melhorar o próximo.
- Contabilização do tempo dedicado a alguns processos.
- Utilização de Value Stream Mapping.

**Princípio 5 – Simplificar, minimizando o número de tarefas e partes**

**Conhecimento**

- Pré-fabricação de armaduras.
- Aplicação 5S.
- Segmentação de processos.

**Aplicação**

- Pré-fabricação de painéis.
- Divisão dos operários em equipas especializadas em determinada tarefa.
- Desenvolvimento de actividades no sentido de melhorar o processo e torná-lo mais simples.

**Princípio 6 – Melhorar a flexibilidade do produto**

**Conhecimento**

- Utilização de sistemas padronizados.
- Demonstração ao cliente do impacto de algumas decisões, tomadas durante a fase de construção, na fase de utilização do edifício.

**Aplicação**

- Acabamentos na construção.
- Focar a economia da construção em todas as fases e não só na de execução.



**Princípio 7 – Melhorar a transparência dos processos**

**Conhecimento**

- Medição do desempenho.
- Utilização do Visual Management.

**Aplicação**

- Utilização de métodos de medição do rendimento das actividades.
- Melhorar a formação dos operários nas actividades em que ocorrem erros periodicamente.
- Registo e tratamento dos erros, onde se incluem as não conformidades, reclamações e sugestões de melhoria, conduzindo à tomada de medidas de resolução/prevenção de problemas comuns.

**Princípio 8 – Focar o controlo no processo global**

**Conhecimento**

- Planeamento;
- Gestão de processos;
- Balanced Score Card;
- Controlo da obra em diferentes escalas.

**Aplicação**

- Avaliação da Percentagem de Planeamento Concluído (PPC).
- Reporte do estado da obra aos intervenientes mais distantes.
- Utilização do Balanced Score Card, orientando os objectivos dos vários processos para um fim comum.



### Princípio 9 – Melhorar continuamente os processos

#### Conhecimento

- Acções de melhoria.
- Associação ao Sistema de Gestão da Qualidade.
- Desenvolvimento e investigação constante.
- Partilha de conhecimento.

#### Aplicação

- Gestão de processos.
- Observação presencial em obra, isto é, ouvir a experiência dos operários para tentar identificar soluções mais práticas para a resolução de determinados problemas.
- Utilização de plataformas de registo de ideias, com o intuito de promover a inovação nos processos.

### Princípio 10 – Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões

#### Conhecimento

- Inovação tecnológica.

#### Aplicação

- Evitar o investimento em equipamentos pouco necessários.

### Princípio 11 – Benchmarking

#### Conhecimento

- Incentivo à aplicação dos princípios *Lean*.
- IC Bench.
- Sobrevivência no mercado.

#### Aplicação

- Consultorias.
- Promover a flexibilidade da empresa e tentar oportunidades onde esta não é forte.



## **CAPÍTULO 4**

---

## **CONCLUSÕES FINAIS**



## 4.1 CONCLUSÕES

Todo o trabalho efectuado ao longo do período de desenvolvimento desta dissertação, esteve subjacente a um objectivo maior: disseminar, na construção portuguesa, princípios e metodologias inovadores, assentes na Construção *Lean*. Para tal, contribui, em grande medida, a organização de um evento de cariz europeu, o 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* - Portugal, dedicado exclusivamente a este tema, bem como a criação de um grupo nacional, orientado para a disseminação e desenvolvimento da Construção *Lean*, em Portugal.

Desde há 18 anos a esta parte, a filosofia *Lean*, enquanto abordagem alternativa à gestão, tem sido progressivamente adaptada ao contexto específico do sector da construção. A Construção *Lean* é transversal ao sector a que se destina. Além da teorização, também a gestão da concepção, dos processos construtivos, das cadeias de fornecimento, dos recursos humanos, bem como a aplicação de tecnologias de informação e dos aspectos ligados à segurança, qualidade e ambiente, são objecto de análise e investigação. No entanto, a nível nacional, há ainda um longo caminho a percorrer.

Com o presente estudo pretendeu-se avaliar o estado da arte da Construção *Lean*, em Portugal, segundo duas perspectivas: a da comunidade científica e a empresarial, cada uma dividida em duas dimensões: ensino/investigação e conhecimento/aplicação, respectivamente. Outros estudos semelhantes foram já realizados na Europa, contudo, com base na pesquisa bibliográfica efectuada, é possível afirmar que o estudo agora realizado centrou-se no cerne da Construção *Lean*: os princípios que a suportam, ao invés das ferramentas utilizadas na sua aplicação. Tal opção justifica-se por se considerar que a Construção *Lean* poderia ser mais facilmente identificada a partir dos seus princípios, mesmo nas situações em que os inquiridos não possuíssem um conhecimento aprofundado sobre o tema.

Os inquéritos realizados à comunidade científica possibilitaram a identificação de alguns aspectos interessantes que permitiram estabelecer o ponto da situação, ao nível do ensino e investigação, da Construção *Lean*, em Portugal, nomeadamente: apenas uma pequena parcela dos inquiridos está envolvido no ensino/investigação desta temática; que se trata de um tema pouco ou raramente abordado nas instituições de ensino superior; que é um tema relevante



para o sector da construção, mas longe de estar incluído nos conteúdos programáticos das unidades curriculares dos cursos de Engenharia Civil; que a existência de um grupo de trabalho nacional, que recolhesse e partilhasse informação sobre a Construção *Lean*, seria bastante importante para o seu desenvolvimento. Em relação à cobertura dos princípios nas unidades curriculares leccionadas e nas iniciativas de investigação desenvolvidas, verifica-se que alguns dos princípios apresentam-se mais integrados, sobretudo os de carácter mais geral e de compreensão mais simples. Destacam-se as referências feitas à norma ISO 9001, enquanto abordagem de alguns dos princípios da Construção *Lean*, ao nível do ensino. Esta norma especifica os requisitos para a implementação de um sistema de gestão da qualidade, numa organização, segundo as seguintes directrizes:

- Demonstrar a aptidão para, de forma consistente, proporcionar produtos e/ou serviços que vão ao encontro dos requisitos do cliente e regulamentos aplicáveis;
- Aumentar a satisfação do cliente, através de processos de melhoria contínua do sistema.

Ora, analisando os princípios da Construção *Lean*, facilmente se verifica que, as directrizes desta norma, se enquadram perfeitamente neste tema. Vejamos, *cumprir os requisitos do cliente e aumentar o seu grau de satisfação* estão em consonância com o Princípio 2 – Melhorar o valor do produto através da sistematização dos requisitos do cliente. Também os *processos de melhoria contínua*, estão de acordo com o Princípio 9 – Melhorar continuamente os processos. Indo ainda mais longe, é possível afirmar que existe uma relação entre a ISO 9001 e os restantes princípios da Construção *Lean*, uma vez que todos contribuem, em maior ou menor medida, para o cumprimento das directrizes identificadas anteriormente. Foi também referida a abordagem de outros princípios, em contexto de orçamentação, através dos mapas de quantidades de trabalho e do cálculo de rendimentos e no ensino de análise estratégica (SWOT).

Ao nível da investigação, salientam-se as referências efectuadas à pré-fabricação e pré-asmblagem, à optimização dos processos e da utilização dos recursos e aos aspectos relacionais entre os *stakeholders* do sector da construção.



Do estudo desenvolvido, comparando as duas dimensões abordadas na comunidade científica, os princípios da Construção *Lean* apresentam um grau de cobertura superior, ao nível da investigação (média: 2,86, contra os 2,32 do ensino).

Por sua vez, os inquéritos realizados aos profissionais do sector da construção, revelaram que cerca de metade dos inquiridos conhecem esta temática e que as empresas que representam aplicam, total ou parcialmente, a Construção *Lean*. Da análise efectuada à secção III do inquérito realizado às empresas, salienta-se o bom nível de conhecimento apresentado (3,68). No entanto, quando a dimensão é a aplicação, o mesmo não acontece (2,67), o que se traduz na existência de algumas dificuldades, ao nível da transformação do conhecimento adquirido em aplicação prática, quer pela integração dos princípios da Construção *Lean* nas estruturas empresariais existentes, algumas já com décadas de funcionamento, quer pelas características do sector da construção.

Com a análise cruzada das 4 dimensões abordadas (ensino, investigação, conhecimento e aplicação), foi possível retirar algumas conclusões, nomeadamente:

- O nível de conhecimento, nas empresas, é superior à abordagem efectuada, no ensino, dos princípios da Construção *Lean*, nas instituições de ensino público. Tal circunstância poderá dever-se a uma maior familiaridade das empresas com os aspectos relacionados com os referidos princípios. Salienta-se que o nível de conhecimento nas empresas apresenta-se mais homogéneo, demonstrando uma visão integrada da questão.
- Na relação ensino  $\leftrightarrow$  aplicação, a divergência é menor, o que pode traduzir-se numa maior facilidade na aplicação dos princípios da Construção *Lean*, quando estes são abordados ao nível do ensino.
- Apesar do *gap* existente entre o nível de conhecimento e a investigação desenvolvida, este apresenta-se uniforme, ao longo dos princípios, o que traduz a existência de alguma paridade entre as duas dimensões.



- Na relação investigação  $\leftrightarrow$  aplicação, é clara a proximidade entre estas duas dimensões o que nos leva a concluir que, uma boa parte da investigação desenvolvida (ex: casos de estudo), contribui para a aplicação, nas empresas, dos princípios da Construção *Lean*.

Resumindo, as universidades investigam mais do que ensinam e as empresas conhecem bem os princípios da Construção *Lean*, mas pouco aplicam. A aproximação destas quatro dimensões, eliminando os *gaps* existentes, resultará no aumento do conhecimento e da aplicação da Construção *Lean*, em Portugal.

A comunidade científica, ao integrar a Construção *Lean* ou, pelo menos, a assumir alguns dos aspectos já abordados como parte integrante desta, nas unidades curriculares dos cursos de Engenharia Civil (ex: Qualidade, Segurança e Ambiente; Gestão de Empreendimentos; Organização e Gestão da Construção, etc), contribuirá para o aumento do conhecimento acerca desta temática.

Naturalmente, os reflexos da introdução, no ensino, da Construção *Lean*, traduzem-se no aumento do conhecimento e maior facilidade de implementação dos seus princípios nas empresas.

Acompanhando esta mudança, surgirão novas oportunidades para a investigação, que trará consigo uma maior aplicação da Construção *Lean*, ao nível das empresas.

Todo este ciclo irá permitir atingir um nível de difusão e desenvolvimento da Construção *Lean*, em Portugal, bastante superior, melhorando o desempenho e, conseqüentemente, a imagem do sector da construção junto dos seus clientes.

## **4.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO**

As maiores dificuldades deste estudo prenderam-se, numa primeira fase, com a identificação e obtenção dos contactos do grupo de inquiridos seleccionados e, numa segunda fase, com a



obtenção de resposta aos inquéritos enviados. Ambos os problemas identificados são comuns neste tipo de estudos que assentam numa base de inquérito. Tais situações serão passíveis de justificar com o clima acelerado com que os profissionais lidam diariamente, em que as situações que lhe são mais distantes acabam por ficar esquecidas. Contudo, também alguma falta de sensibilidade e/ou conhecimento sobre a Construção *Lean* terá conduzido a ocorrência das situações referidas.

### 4.3 PESQUISA FUTURA

Numa perspectiva futura, será interessante estudar o modo mais adequado de a comunidade científica e as empresas do sector da construção partilharem os desenvolvimentos promovidos por ambos, ao nível da Construção *Lean*, integrando as suas perspectivas, orientadas para um bem comum: a melhoria do desempenho e da imagem, junto dos seus clientes, do sector da construção.

De modo a disseminar e desenvolver a Construção *Lean*, no nosso país, apresenta-se aqui uma boa oportunidade para estudar métodos de sensibilização junto da população, em geral, e dos intervenientes do sector da construção, em particular, para as vantagens da sua aplicação: aumentar o valor do produto, nas suas várias vertentes, mantendo ou reduzindo os recursos inerentes ao processo.

Naturalmente, mesmo que os trabalhos de investigação desenvolvidos sejam ainda pontuais, dia após dia, estes potenciam o desenvolvimento da Construção *Lean* e a introdução de melhorias no sector da construção.

Tendencialmente, a mudança ocorrerá. A vontade existe e a viagem já começou.



## CAPÍTULO 5

---

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- *Abdulmalek, F.; Rajpogal, J. (2007). Analyzing the benefits of Lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of Production Economics, Vol. 107, (pp. 223-236).*
- *Arantes, P. C. (2008). Lean Construction - Filosofia e Metodologias. Porto.*
- *Assunção, J. (1996) Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios. São Paulo.*
- *Ballard, G.; Howell, G. (1997). Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance. In: ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction. Roterdão: A. A. Balkema, (pp. 111-125).*
- *Ballard, G.; Howell, G. (1997). Shielding Production: An Essential Step in Production Control. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering. University of California.*
- *Bernandes, M. (2001). Desenvolvimendo De Um Modelo De Planejamento e Controle Da Produção Para Micro e Pequenas Empresas de Construção. Porto Alegre.*
- *Bernardes, M. (1996). Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras através do Estudo de seu Fluxo de Informação: Proposta baseada em Estudo de Caso. Porto Alegre.*
- *Cohenca, D.; Laufer, A.; Ledbetter, F. (1989). Factors affecting construction planning efforts. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 115, n. 1, (pp. 70-89).*
- *Common, G, Johansen, E and Greenwood, D (Julho de 2000) A survey of the take up of Lean concepts among UK construction companies. Proceedings of 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Brighton.*



- *Comunidade Lean Thinking. (2010). Obtido de Comunidade Lean Thinking. Acedido a 01/03/2010. Disponível em: <http://www.Leanthinkingcommunity.org/index.html>*
- *Couto, J. P. (2006). Incumprimento Dos Prazos Na Construção . Guimarães.*
- *Direito, I., Pereira, J., Fiúza, M., Moura, M., Fonseca, S., & Lourenço, S. (2009). 500 maiores por vendas. Exame - Especial 2009 ,(pp. 90-109).*
- *Direito, I., Pereira, J., Fiúza, M., Moura, M., Fonseca, S., & Lourenço, S. (2009). Índice exame 500. Exame - Especial 2009 ,(pp. 138-145).*
- *Formoso, C. (1981). A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects. Salford.*
- *Formoso, C.; Bernardes, M.; Oliveira, L.; Oliveira, K. (1999). Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras. Porto Alegre.*
- *Gonçalves, W. K. (2009). Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras. Lisboa.*
- *International Group for Lean Construction. (2010). Obtido de Lean Construction. Acedido a 15/01/2010. Disponível em: <http://www.iglc.net/>*
- *Instituto Nacional de Estatística. (s.d.). Obtido de Instituto nacional de Estatística. Acedido a 08/02/2010. Disponível em: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_main](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main)*
- *Johansen, E., Glimmerveen, H., & Vrijhoef, R. (2010). Understanding Lean Construction and How it Penetrates the Industry: A Comparison of the dissemination of Lean within the UK and the Netherlands. Proceedings IGLC-10.*
- *Johansen, E., & Walter, L. (2007). Lean Construction: Prospects for the German Construction Industry. Lean Construction Journal 2007.*



- *Junqueira, L. E. (2006). Aplicação da Lean Construction Para redução Dos Custos De Produção Da Casa 1.0. S. Paulo.*
- *Junqueira, L. (2008). Obtido de Lean Construction na Prática. Acedido a 03/03/2010. Disponível em: <http://Leanconstruction.wordpress.com/historico-Lean-construction/>*
- *Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report, Finlândia: CIFE.*
- *Koskela, L. (2004). Making-Do – The Eighth Category of Waste. Dinamarca: 12th Annual Conference of IGLC.*
- *Laufer, A.; Tucker, R. L. (1987). Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. Construction Management and Economics, Londres, n. 5, (pp. 243-266).*
- *Lean Construction Institute. (2010). Lean Construction Institute: Building knowledge in design and construction. Obtido de Lean Construction Institute. Acedido a 01/06/2010. Disponível em: <http://www.Leanconstruction.org/>*
- *Lean Enterprise Institute. (2010). Obtido de Lean Enterprise Institute: Acedido a 10/03/2010. Disponível em: <http://www.Lean.org/>*
- *Limmer, C. (1997). Planejamento, Orçamentação e Controle de Projectos e Obras. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.*
- *Oglesby, C.; Parker, H., Howell, G. (1989) Productivity Improvement in Construction. Estados Unidos: McGraw-Hill Inc.*
- *Peneirol, N. L. (2007). Lean Construction em Portugal - Caso de estudo de implementação de sistema de controle da produção Last Planner. Lisboa.*



- Poppendieck, T.; Poppendieck, M. (2006). *Implementing Lean Software Development: From Concept to Cash*. Estados Unidos: Addison-Wesley Professional.
- Sanvido, V. Paulson, B. (1992). *Site-Level Construction Information System*. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 118, n. 4, (pp. 701-715).
- Sink, S.; Tuttle, T. (1993). *Planejamento e medição para a performance*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.
- Trigunarsyah, B.; Abidin, I. (1997). *Influence of Construction Planning in Increasing the Value Added of The Construction Sector*. In: *International Conference on Construction Process Re-engineering*, Austrália.
- Turner, R. (1993). *The Handbook of Project-Based Management*. England: McGraw-Hill Book Company Europe.
- Womack, J.; Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. United Kingdom.





## CAPÍTULO 6

---

## ANEXOS



## ❖ ANEXO I – *International Group for Lean Construction (IGLC)*

O *International Group for Lean Construction (IGLC)*, criado em 1993, consiste numa rede de profissionais e investigadores nas áreas da arquitectura, engenharia e construção que partilham o interesse pela Construção *Lean*. O objectivo deste grupo consiste no desenvolvimento teórico, disseminação e esclarecimento dos princípios e ferramentas da Construção *Lean*. Anualmente, é realizada a conferência do *IGLC*, onde são discutidos os últimos desenvolvimentos nesta área. Apresenta-se no quadro 3.1, os encontros do *IGLC* já realizados.

Quadro I.1: Encontros do *International Group for Lean Construction (IGLC)* realizados

IGLC 1 – Espoo – Finlândia	IGLC 10 – Gramado – Brasil
IGLC 2 – Santiago do Chile – Chile	IGLC 11 – Blacksburg – EUA
IGLC 3 – Albuquerque – EUA	IGLC 12 – Elsinore – Dinamarca
IGLC 4 – Birmingham – Reino Unido	IGLC 13 – Sydney – Austrália
IGLC 5 – Gold Coast – Austrália	IGLC 14 – Santiago do Chile – Chile
IGLC 6 – Guarujá – Brasil	IGLC 15 – Michigan – EUA
IGLC 7 – Berkeley – EUA	IGLC 16 – Manchester – Reino Unido
IGLC 8 – Brighton – Reino Unido	IGLC 17 – Taiwan
IGLC 9 – Singapura	IGLC 18 – Haifa – Israel

Existe uma divisão europeia do *IGLC*, nomeadamente o *European Group for Lean Construction (EGLC)*.



## ❖ ANEXO II – *European Group for Lean Construction (EGLC)*

### II.1 Enquadramento

O *European Group of Lean Construction (EGLC)* foi criado em 2005, segundo a linha ideológica do *IGLC*, isto é, criar uma rede de contactos que partilhasse o interesse pela Construção *Lean*, na sua essência constituído por académicos, investigadores e praticantes, que promovesse a disseminação e desenvolvimento da filosofia *Lean* neste sector, só que ao nível do contexto europeu.

O *EGLC* organiza encontros bianuais, geralmente subdivididos em dias dedicados à indústria e dias dedicados à academia, criando assim um espaço único, permitindo mostrar os últimos trabalhos de aplicação e investigação desenvolvidos, bem como promover a discussão em torno do tema, na procura de novas ideias. De seguida, apresenta-se a localização dos encontros do *European Group for Lean Construction*, realizados desde de 2005 até à presente data:

Quadro II.1: Encontros do *European Group for Lean Construction (EGLC)* realizados

EGLC 1 – Salford – Reino Unido	EGLC 7 – Karlsruhe – Alemanha
EGLC 2 – Copenhaga – Dinamarca	EGLC 8 – Barcelona – Espanha
EGLC 3 – Delf – Holanda	EGLC 9 – Deisenhofen – Suíça
EGLC 4 – Loughborough – Reino Unido	EGLC 10 – Karlsruhe – Alemanha
EGLC 5 – Oslo – Noruega	<b>EGLC 11 - Guimarães - Portugal</b>
EGLC 6 – Malmo – Suécia	

Os dois próximos encontros do *EGLC* encontram-se já agendados:

- *EGLC 12* – Luxemburgo (Novembro/2010);
- *EGLC 13* – Tallin – Estónia (Maio/2011).



## II.2 Contexto

A oportunidade de realizar o 11º encontro do *European Group for Lean Construction* surgiu da candidatura apresentada pela Universidade do Minho, durante o *EGLC 9*, que teve lugar na Suíça, em Abril de 2009.

A filosofia de Construção *Lean* é uma área com um interesse crescente, quer ao nível da investigação, quer ao nível da sua aplicação, pelo que a realização de um evento deste cariz em Portugal, contribuiu para a sua disseminação e desenvolvimento, no contexto nacional.

## II.3 Conteúdo

O evento realizado seguiu a estrutura das edições anteriores, em que o primeiro dia incidiu, essencialmente, na aplicação da Construção *Lean*, com a apresentação de casos práticos e, no segundo dia, foram abordados alguns temas de investigação desenvolvidos ou em desenvolvimento. Apresentam-se de seguida o programa do 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal.



Implementing Lean Construction Day – 29 April 2010		Advancing Lean Construction Day – 30 April 2010	
09:00 09:45	Registering	08:45 09:00	Registering
09:45 10:00	Opening <i>José Cardoso Teixeira</i>	09:00 09:30	Reflection on the Challenges in The Construction Industry <i>Mike Kagioglou</i>
10:00 10:30	Introduction to Lean Construction: Conceptualisation Tools and Techniques <i>P. Tzortzopoulos</i>	09:30 10:00	Agenda for Lean Research <i>P. Tzortzopoulos</i>
10:30 11:00	Coffee-Break	10:00 10:30	Coffee-Break
11:00 11:30	Lean Construction in Portugal (Part I) <i>Nuno Cachadinha</i>	10:30 11:30	Workshop 1 (Combined): Time Waste in Norway – <i>Bo Terje Kalsoas</i> Who Benefits from Waste – <i>Alan Mossman</i>
11:30 12:00	Mota-Engil Lean Experience <i>Romeu Sanches</i>	11:30 12:15	Workshop 2: Cost, Cost Behaviour & Value <i>Christine Pasquire</i>
12:00 12:15	Questions & Answers <i>TBD</i>	12:15 13:15	Lunch Break
12:15 13:30	Lunch Break	13:15 14:00	Workshop 3: Design for Evolvability <i>Guilherme Biesek</i>
13:30 14:00	Lean Construction in Portugal (Part II) <i>Pedro Gameiro Henriques</i>	14:00 14:45	Workshop 4: Benefits Realisation <i>Stavros Sapountzis &amp; Jose Lima</i>
14:00 14:30	DST - Bysteel Lean Experience <i>Miguel Pontas</i>	14:45 15:30	Workshop 5: Visual Management <i>Algan Tazel</i>
14:30 15:00	Edifer Lean Experience <i>Sahba Sanai &amp; Telma Montairo</i>	15:30 15:45	Coffee-Break
15:00 15:30	Coffee-Break	15:45 16:30	Workshop 6: Integrated Design & Delivery Solutions <i>Bob Owen &amp; Robert Amor</i>
15:30 16:00	Crown House Technologies <i>Christine Pasquire</i>	16:30 17:00	Round Table: Overall research up date, bidding and collaboration opportunities
16:00 16:30	Lean Implementation in Norway <i>Soi Skinnarland</i>	17:00	Closing
16:30 17:00	BIM/CAD & Costing <i>Jorge Matos</i>		
17:00 17:30	Last Planner Implementation <i>Bo Terje Kalsoas</i>		
17:30 18:00	Workshop: Industry Current and Future Challenges		
18:00	Closing		
18:15 19:45	Portuguese Group of Lean Construction – Discussion <i>José Cardoso Teixeira</i>		
	CIB/EGLC Links – Discussion <i>Alan Mossman and Others</i>		

Guimarães/Porto, Portugal

Version: 2010.04.27

Figura II.1: Programa do 11<sup>th</sup> EGLC Meeting – Portugal



## II.4 Participantes

O 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal registou uma audiência significativa, comparativamente com as edições anteriores, com uma assistência bastante similar nos dois primeiros dias da conferência, de 50 inscritos no primeiro dia (*Implementing Lean Construction Day*) e 46 inscritos no segundo dia (*Advancing Lean Construction Day*). O terceiro dia (*Awayday*), em virtude do seu cariz informal e por se realizar num dia não útil (Sábado), registou uma participação menor, num total de 11 participantes e 3 acompanhantes.

A distribuição geográfica dos participantes incide, fundamentalmente, no continente Europeu, com maior concentração ao nível do país organizador do evento, como seria expectável à partida. Salienta-se ainda que a adesão portuguesa ao 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal surpreendeu pela positiva, correspondendo a um total de 29 participantes com origem neste país, isto é, 58% do número total de inscritos. De seguida, apresenta-se a distribuição dos participantes no evento pelos respectivos países:

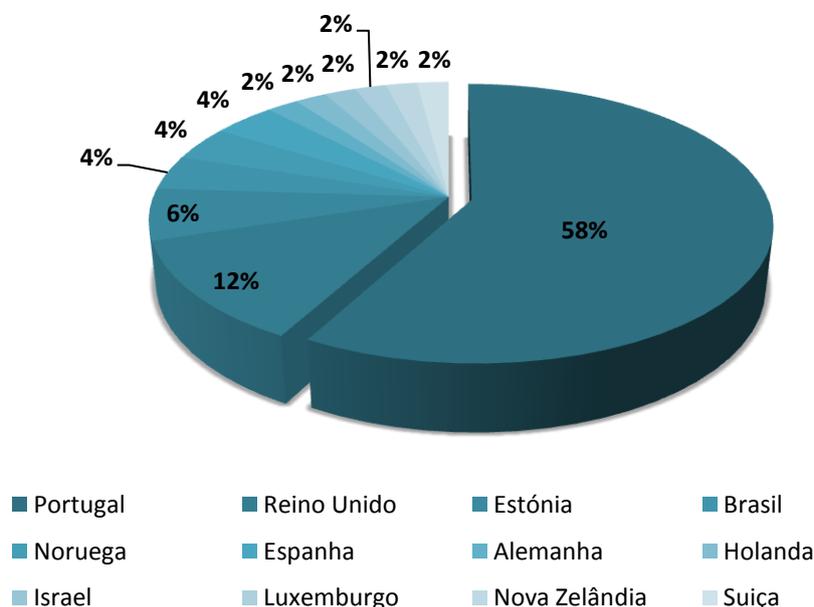


Figura II.2: Distribuição, por nacionalidade, dos participantes no evento

No caso específico de Portugal, e na impossibilidade de aferir exactamente a naturalidade dos participantes nacionais no 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal, apresenta-se de seguida a sua

distribuição geográfica, subdividida em Norte, Centro, Sul, Grande Porto e Grande Lisboa, tendo por base a localização das instituições ou empresas que estes representam.

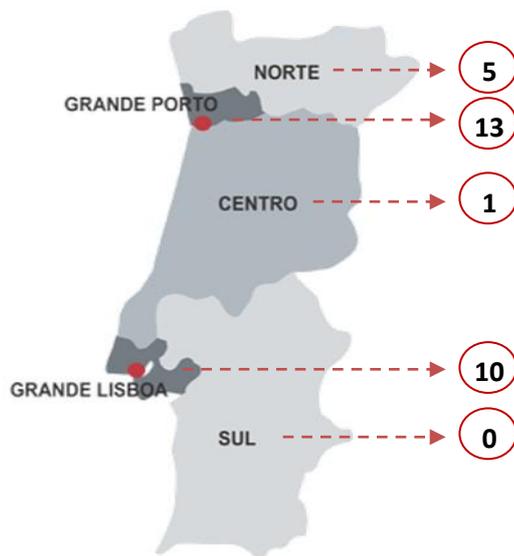


Figura II.3: Distribuição, por região, dos participantes nacionais

## II.5 Críticas

No final do segundo dia do evento, os participantes reuniram-se no sentido de discutir os seus aspectos positivos e negativos. Na Quadro a seguir apresentada, resumem-se as críticas apontadas ao 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal:

Quadro II.2: Aspectos positivos do evento e a melhorar nas próximas edições

Positivo (+)	A Melhorar ( $\sigma$ )
Organização	Melhorar a acústica dos espaços
Informação disponível	Aumentar a duração dos períodos de discussão
Discussão	Diminuir o número de apresentações
Qualidade das apresentações	Executar jogos de aprendizagem sobre o <i>Lean</i>
Espaço da conferência	Dispor a sala de modo a promover a discussão
Localização e envolvente	Permitir o acesso wifi
PGLC	Adequar os patrocinadores do evento



## ❖ ANEXO III – *Portuguese Group for Lean Construction (PGLC)*

### III.1 Enquadramento

A realização do 11<sup>th</sup> *EGLC Meeting* – Portugal, permitiu reunir um número considerável de intervenientes do sector da construção nacional, que, em representação das suas instituições e empresas, demonstraram um interesse claro na disseminação, desenvolvimento e aplicação da *Construção Lean*.

A predisposição sentida entre os participantes para debater este tema, no contexto nacional, conduziu à realização de uma reunião, no final do primeiro dia do evento, naquele que se iria tornar o primeiro passo da criação de um grupo português direccionado para a *Construção Lean*.



Figura III.1: Logótipo do *Portuguese Group for Lean Construction (PGLC)*

### III.2 Motivação

Os princípios *Lean*, aplicados à construção, potenciam, comprovadamente, um vasto conjunto de vantagens, não só económicas, mas também sociais e humanas, entre outras. Pelo impacto que podem ter na sociedade, a sua aplicação é, mais do que uma alternativa, um caminho a seguir. O *PGLC* pretende assim desempenhar o seu papel na divulgação, estabelecimento e desenvolvimento progressivo da *Construção Lean*, em Portugal.



### III.3 Estrutura

Pretendendo caracterizar-se pela agilidade e simplicidade, o *PGLC* não possui, à data, qualquer tipo de estrutura formal. Os objectivos do grupo são assim suportados pelas contribuições dos diversos membros, com interesse demonstrado na Construção *Lean*. A adesão de novos membros não está sujeita ao cumprimento de qualquer tipo de requisito, a não ser o interesse efectivo nesta área, sendo a sua aprovação remetida para as reuniões do grupo.

### III.4 Âmbito de actuação

O *PGLC* tem como principais vectores de actuação:

1. **Ligação entre a indústria e o meio académico:** Existe alguma desconexão entre as necessidades da indústria e as contribuições que o meio académico pode prestar. Fortalecendo esta ligação, a sintonia entre ambos aumentará, conduzindo a mais e melhores trabalhos e parcerias nesta área.
2. **Gestão do conhecimento:** Inexistindo uma capacidade de agregar e gerir a informação e as aprendizagens geradas actualmente, de modo a convertê-las em conhecimento útil para os diversos intervenientes na sociedade, o *PGLC* pretende estabelecer-se como principal fórum de gestão do conhecimento.
3. **Aprofundamento do conhecimento:** Através de diferentes tipos de iniciativas (visitas técnicas, formações, conferências, entre outras), o *PGLC* tenciona dinamizar o aprofundamento do conhecimento *Lean*, em Portugal.

O *Portuguese Group for Lean Construction (PGLC)* não pretende ser uma entidade de prestação de serviços (nomeadamente, de consultoria) na área da Construção *Lean*, mas sim um meio facilitador da sua implementação no sector da construção, nacional, juntando e pondo em contacto indivíduos, movimentos, empresas e outras organizações, universidades e administração pública.



## ❖ ANEXO IV – Inquérito à Comunidade Científica



### Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

#### I. Informação do Inquirido

O presente questionário insere-se num estudo que se encontra a ser desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, mais concretamente pelo Grupo de Gestão e Tecnologia na Construção. Pretende-se identificar o nível de disseminação da Construção Lean nas instituições de ensino superior público portuguesas. Agradecemos desde já a sua colaboração no presente estudo.

Será garantida a confidencialidade de todos os dados recolhidos, cuja utilização se destina unicamente a fins académicos.

- |                 |                                       |
|-----------------|---------------------------------------|
| 1. Nome:        | 4. Formação:                          |
| 2. Instituição: | 5. Unidades Curriculares Leccionadas: |
| 3. Função:      |                                       |

#### II. Aspectos Gerais

1. Esteve ou está envolvido no ensino e/ou investigação da Construção Lean?

- |                 |                               |                               |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| a) Ensino       | Sim: <input type="checkbox"/> | Não: <input type="checkbox"/> |
| b) Investigação | Sim: <input type="checkbox"/> | Não: <input type="checkbox"/> |

2. Qual é a sua percepção sobre o patamar de difusão da Construção Lean, ao nível do ensino superior?

- É **correntemente abordado** nas instituições de ensino superior públicas.
- É **pouco abordado** nas instituições de ensino superior públicas.
- É **raramente abordado**, pois é um assunto com particular interesse para a indústria.
- Sem opinião**.



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

### Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

3. Numa escala de 1 a 5, em que 1 representa “Discordo totalmente” e 5 “Concordo totalmente”, indique o seu grau de concordância perante as seguintes afirmações:

	1	2	3	4	5
A Construção Lean interessa-me, mas não se encontra integrada em nenhuma das unidades curriculares que lecciono.	<input type="checkbox"/>				
A Construção Lean interessa-me, mas apenas na perspectiva da investigação.	<input type="checkbox"/>				
Num futuro próximo, tenciono ensinar aspectos relacionados com a Construção Lean nas unidades curriculares que lecciono.	<input type="checkbox"/>				
Considero importante a existência de um grupo de trabalho nacional, para a recolha e partilha de informação sobre a Construção Lean, incentivando o seu desenvolvimento.	<input type="checkbox"/>				

Caso tenha respondido negativamente à questão número 1, em ambas as alíneas a) e b), queira, por favor, considerar o questionário concluído. Caso contrário, deverá continuar para o ponto III – **Princípios da Construção Lean**.



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

## Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

### III. Princípios da Construção Lean

Tendo em conta os princípios da Construção Lean (identificados por Lauri Koskela), indique o grau de cobertura destes nas unidades curriculares que lecciona e nas iniciativas de investigação em que está envolvido, numa escala de 1 (mínimo) a 5 (máximo). Sempre que possível indique exemplos.

#### 1. Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício)

**Conceito:** Um dos principais objectivos da Construção Lean é reduzir ou eliminar o número de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço). Todas as actividades não solicitadas pelos clientes podem ser consideradas desperdício. As movimentações, os períodos de espera e as inspecções são alguns dos desperdícios apontados ao sector da construção, uma vez que não acrescentam valor ao produto. Apenas uma pequena parcela das actividades, normalmente inferior a 20%, confere valor ao produto (ou serviço).

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

#### 2. Melhorar o valor do produto através da sistematização dos requisitos do cliente

**Conceito:** A satisfação das necessidades e exigências dos clientes, sejam eles internos ou externos, é que confere valor ao produto (ou serviço). O cliente interno é aquele que é responsável pela próxima actividade do processo produtivo e o externo é o cliente final. Se um produto (ou serviço) não corresponder ao esperado pelo cliente, o seu valor será bastante reduzido (ou até mesmo nulo).

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					



---

**Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa**

---

**3. Reduzir a variabilidade**

**Conceito:** Um produto (ou serviço) padronizado é melhor do ponto de vista do cliente. A variabilidade aumenta a quantidade de actividades que não acrescentam valor, com um correspondente aumento do tempo do ciclo de produção. O objectivo-chave deste princípio é diminuir a incerteza, aumentando assim a previsibilidade.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**4. Reduzir o tempo de ciclo**

**Conceito:** O tempo é a unidade básica de medição do fluxo dos processos. O fluxo do processo pode ser caracterizado pelo ciclo de tempo que compreende a soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspecção. A redução ou eliminação destas três parcelas, diminui o ciclo de tempo, traduzindo-se numa maior produtividade.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**5. Simplificar, minimizando o número de tarefas e partes**

**Conceito:** A simplificação do processo de produção consiste na redução do número de partes que compõem um produto (ou serviço) e na minimização do número de tarefas de um determinado fluxo de trabalho. Assim, a simplificação do processo de produção ocorre, quer pela eliminação de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço), quer pela reconfiguração das tarefas e partes que lhe acrescentam valor.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					



**Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa**

**6. Melhorar a flexibilidade do produto (ou serviço)**

**Conceito:** Aumentar as possibilidades oferecidas ao cliente sem aumentar substancialmente o custo. A personalização do produto (ou serviço) é realizada o mais tarde possível. Baseia-se nos princípios da transparência e da redução do tempo de ciclo.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**7. Melhorar a transparência dos processos**

**Conceito:** Tornar os processos transparentes e observáveis, facilita o controlo, evidencia os erros e permite a melhoria contínua. Potencia a redução do desperdício de materiais e do número de actividades que não agregam valor.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**8. Focar o controlo no processo global**

**Conceito:** O processo global deve ser controlado e monitorizado, verificando se os diferentes interesses dentro da empresa estão alinhados, de modo a potenciar um clima de melhoria contínua na organização. Melhorias introduzidas nos sub-processos podem, por vezes, prejudicar o processo global.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa****9. Melhorar continuamente os processos**

**Conceito:** Melhorar continuamente os processos, criando vantagens competitivas, via redução de custo e melhoria do produto (ou serviço), face à concorrência.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**10. Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões**

**Conceito:** Segundo Lauri Koskela, as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, conseqüentemente, menor investimento em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e conseqüentes benefícios no fluxo.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

**11. Benchmarking**

**Conceito:** Conhecer os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças à organização, identificar os líderes do sector e as suas práticas, incorporando as melhores na organização, combinando assim os pontos fortes existentes na empresa com as práticas da concorrência.

	1	2	3	4	5	Exemplo
Ensina?	<input type="checkbox"/>					
Investiga?	<input type="checkbox"/>					

O questionário deverá ser enviado por email para [lean@civil.uminho.pt](mailto:lean@civil.uminho.pt). Obrigado.



Quadro IV.1: Grau de cobertura dos princípios nas unidades curriculares leccionadas e nas iniciativas de investigação desenvolvidas

Princípio	Questão	Grau de cobertura dos princípios nas un. curriculares leccionadas e nas iniciativas de investigação desenvolvidas				
		1	2	3	4	5
I	Ensina	50,00%	25,00%	0,00%	25,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	0,00%
II	Ensina	25,00%	50,00%	0,00%	0,00%	25,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	25,00%	25,00%	25,00%
III	Ensina	25,00%	50,00%	0,00%	0,00%	25,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	25,00%	25,00%	25,00%
IV	Ensina	0,00%	25,00%	25,00%	50,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	50,00%	25,00%	0,00%
V	Ensina	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	25,00%	50,00%	0,00%
VI	Ensina	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	50,00%	25,00%	0,00%
VII	Ensina	25,00%	0,00%	25,00%	50,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	25,00%	25,00%	25,00%
VIII	Ensina	50,00%	25,00%	25,00%	0,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	0,00%	50,00%	0,00%	25,00%
IX	Ensina	50,00%	0,00%	0,00%	25,00%	25,00%
	Investiga	25,00%	25,00%	0,00%	25,00%	25,00%
X	Ensina	75,00%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Investiga	25,00%	50,00%	25,00%	0,00%	0,00%
XI	Ensina	25,00%	0,00%	75,00%	0,00%	0,00%
	Investiga	50,00%	0,00%	0,00%	25,00%	25,00%

Quadro IV.2: Média do grau de cobertura, por dimensão, p/cada princípio da Construção Lean

Questão	Princípio										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Ensina	2,00	2,50	2,50	3,25	2,50	1,50	3,00	1,75	2,75	1,25	2,50
Investiga	2,50	3,25	3,25	2,75	3,00	2,75	3,25	3,00	3,00	2,00	2,75

Quadro IV.3: Exemplos identificados pelos inquiridos – Comunidade Científica

Princípio	Qst	Exemplos
I	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípios de eficácia de trabalho e redução de desperdícios integrados nalgumas unidades curriculares.</li> </ul>
	Investiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desperdícios em processos: contratação/design e acompanhamento da obra;</li> <li>Desperdícios de recursos: ocorrência de erros;</li> <li>Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
II	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípio abordado juntamente com a ISO9001.</li> </ul>
	Investiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecer os requisitos do cliente e optimizá-los;</li> <li>Utilização de técnicas <i>Lean</i> (ex: pré-fabricação);</li> <li>Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
III	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípio subjacente ao método de ensino de algumas unidades curriculares.</li> </ul>
	Investiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modo de estabilizar os work-flows e a duração das actividades.</li> <li>Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> <li></li> </ul>
IV	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípio abordado em contexto de cálculo de rendimentos na orçamentação.</li> </ul>
	Investiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Correlacionado com os processos;</li> <li>Melhoria no design e no processo de contratação;</li> <li>Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
V	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípio subjacente à abordagem dos mapas de quantidades de trabalhos na orçamentação.</li> </ul>
	Investiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilização de sistemas pré-fabricados e pré-assemblados;</li> <li>Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
VI	Ensina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princípio muito específico da Construção <i>Lean</i>.</li> </ul>



	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
<b>VII</b>	<b>Ensina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Princípio abordado juntamente com a ISO9001.</li> </ul>
	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parcerias e métodos para melhorar os aspectos relacionais.</li> <li>▪ Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
<b>VIII</b>	<b>Ensina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Princípio subjacente ao método de ensino de algumas unidades curriculares.</li> </ul>
	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modo como é efectuado o acompanhamento da obra;</li> <li>▪ Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
<b>IX</b>	<b>Ensina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Princípio abordado na gestão da qualidade (ISO9001) e na análise estratégica (<i>SWOT</i> e <i>Porter's 5 Force</i>).</li> </ul>
	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>
<b>X</b>	<b>Ensina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>
	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ -</li> </ul>
<b>XI</b>	<b>Ensina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Princípio abordado na análise estratégica (<i>SWOT</i> e <i>Porter's 5 Force</i>).</li> </ul>
	<b>Investiga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integrado em dissertações de mestrado a decorrer ou já concluídas.</li> </ul>



## ❖ ANEXO V – Inquérito aos Profissionais do Sector da Construção



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

### Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

#### I. Informação do Inquirido

O presente inquérito insere-se num estudo que se encontra a ser desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, mais concretamente o Grupo de Gestão e Tecnologia na Construção. Pretende-se assim avaliar a receptividade das empresas de construção nacionais à implementação da Construção Lean, ao nível do planeamento e controlo dos projectos de construção. Agradecemos desde já a sua colaboração no presente estudo.

Será garantida a confidencialidade de todos os dados recolhidos, cuja utilização se destina unicamente a fins académicos.

- |             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 1. Nome:    | 4. Formação:                        |
| 2. Empresa: | 5. Experiência Profissional (Anos): |
| 3. Função:  |                                     |

#### II. Aspectos Gerais

1. Conhece a Construção Lean? Sim:  Não:
2. A empresa que representa aplica, total ou parcialmente, a Construção Lean? Sim:  Não:
3. Dos sistemas de gestão a seguir apresentados, indique aquele que se encontram implementados na empresa, devidamente certificados:
  - Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001:2004)
  - Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001:2000)
  - Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (OHSAS18001/NP 4397:2001)
  - Outro (por favor especificar):

Caso tenha respondido negativamente à questão número 1 e 2, queira, por favor, considerar o questionário concluído. Caso contrário, deverá continuar para o ponto III – Princípios da Construção Lean.



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

## Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

### III. Princípios da Construção Lean

Para cada um dos princípios da Construção Lean (Lauri Koskela), indique, o seu grau de conhecimento e aplicação, numa escala de 1 (mínimo) a 5 (máximo). Sempre que possível indique exemplos.

#### 1. Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício)

**Conceito:** Um dos principais objectivos da Construção Lean é reduzir ou eliminar o número de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço). Todas as actividades não solicitadas pelos clientes podem ser consideradas desperdício. As movimentações, os períodos de espera e as inspecções são alguns dos desperdícios apontados ao sector da construção, uma vez que não acrescentam valor ao produto. Apenas uma pequena parcela das actividades, normalmente inferior a 20%, confere valor ao produto (ou serviço).

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

#### 2. Melhorar o valor do produto através da sistematização dos requisitos do cliente

**Conceito:** A satisfação das necessidades e exigências dos clientes, sejam eles internos ou externos, é que confere valor ao produto (ou serviço). O cliente interno é aquele que é responsável pela próxima actividade do processo produtivo e o externo é o cliente final. Se um produto (ou serviço) não corresponder ao esperado pelo cliente, o seu valor será bastante reduzido (ou até mesmo nulo).

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					



### Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa

#### 3. Reduzir a variabilidade

**Conceito:** Um produto (ou serviço) padronizado é melhor do ponto de vista do cliente. A variabilidade aumenta a quantidade de actividades que não acrescentam valor, com um correspondente aumento do tempo do ciclo de produção. O objectivo-chave deste princípio é diminuir a incerteza, aumentando assim a previsibilidade.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

#### 4. Reduzir o tempo de ciclo

**Conceito:** O tempo é a unidade básica de medição do fluxo dos processos. O fluxo do processo pode ser caracterizado pelo ciclo de tempo que compreende a soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspeção. A redução ou eliminação destas três parcelas, diminui o ciclo de tempo, traduzindo-se numa maior produtividade.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

#### 5. Simplificar, minimizando o número de tarefas e partes

**Conceito:** A simplificação do processo de produção consiste na redução do número de partes que compõem um produto (ou serviço) e na minimização do número de tarefas de um determinado fluxo de trabalho. Assim, a simplificação do processo de produção ocorre, quer pela eliminação de actividades que não acrescentam valor ao produto (ou serviço), quer pela reconfiguração das tarefas e partes que lhe acrescentam valor.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

**Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa**

**6. Melhorar a flexibilidade do produto (ou serviço)**

**Conceito:** Aumentar as possibilidades oferecidas ao cliente sem aumentar substancialmente o custo. A personalização do produto (ou serviço) é realizada o mais tarde possível. Baseia-se nos princípios da transparência e da redução do tempo de ciclo.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

**7. Melhorar a transparência dos processos**

**Conceito:** Tornar os processos transparentes e observáveis, facilita o controlo, evidencia os erros e permite a melhoria contínua. Potencia a redução do desperdício de materiais e do número de actividades que não agregam valor.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

**8. Focar o controlo no processo global**

**Conceito:** O processo global deve ser controlado e monitorizado, verificando se os diferentes interesses dentro da empresa estão alinhados, de modo a potenciar um clima de melhoria contínua na organização. Melhorias introduzidas nos sub-processos podem, por vezes, prejudicar o processo global.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					



---

**Estudo de Implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa**

---

**9. Melhorar continuamente os processos**

**Conceito:** Melhorar continuamente os processos, criando vantagens competitivas, via redução de custo e melhoria do produto (ou serviço), face à concorrência.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

**10. Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões**

**Conceito:** Segundo Lauri Koskela, as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, conseqüentemente, menor investimento em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e conseqüentes benefícios no fluxo.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

**11. Benchmarking**

**Conceito:** Conhecer os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças à organização, identificar os líderes do sector e as suas práticas, incorporando as melhores na organização, combinando assim os pontos fortes existentes na empresa com as práticas da concorrência.

	1	2	3	4	5	Exemplos:
Conhece?	<input type="checkbox"/>					
Aplica?	<input type="checkbox"/>					

O questionário deverá ser enviado por email para [lean@civil.uminho.pt](mailto:lean@civil.uminho.pt). Obrigado.



Quadro V.1: Grau de conhecimento e aplicação dos princípios da Construção *Lean* nas empresas

Princípio	Questão	Grau de conhecimento e aplicação dos princípios da Construção <i>Lean</i> nas empresas				
		1	2	3	4	5
I	Conhece	0,00%	7,14%	14,29%	35,71%	42,86%
	Aplica	28,57%	21,43%	21,43%	14,29%	14,29%
II	Conhece	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%	42,86%
	Aplica	35,71%	14,29%	7,14%	28,57%	14,29%
III	Conhece	7,14%	0,00%	35,71%	28,57%	28,57%
	Aplica	28,57%	7,14%	42,86%	14,29%	7,14%
IV	Conhece	7,14%	7,14%	21,43%	35,71%	28,57%
	Aplica	42,86%	14,29%	14,29%	21,43%	7,14%
V	Conhece	0,00%	14,29%	14,29%	50,00%	21,43%
	Aplica	28,57%	28,57%	14,29%	21,43%	7,14%
VI	Conhece	14,29%	21,43%	7,14%	42,86%	14,29%
	Aplica	42,86%	14,29%	21,43%	14,29%	7,14%
VII	Conhece	7,14%	7,14%	21,43%	28,57%	35,71%
	Aplica	42,86%	7,14%	0,00%	28,57%	21,43%
VIII	Conhece	7,14%	21,43%	14,29%	21,43%	35,71%
	Aplica	35,71%	14,29%	7,14%	28,57%	14,29%
IX	Conhece	0,00%	7,14%	14,29%	35,71%	42,86%
	Aplica	21,43%	0,00%	21,43%	28,57%	28,57%
X	Conhece	21,43%	21,43%	7,14%	35,71%	14,29%
	Aplica	42,86%	14,29%	7,14%	28,57%	7,14%
XI	Conhece	7,14%	0,00%	28,57%	35,71%	28,57%
	Aplica	28,57%	14,29%	14,29%	28,57%	14,29%

Quadro V.2: Média do grau de conhecimento e aplicação, por princípio da Construção *Lean*

Questão	Princípio										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Conhece	4,14	3,57	3,71	3,71	3,79	3,21	3,79	3,57	4,14	3,00	3,79
Aplica	2,36	2,36	2,36	1,93	2,21	1,86	2,36	2,36	3,21	2,00	2,57

Quadro V.3: Exemplos identificados pelos inquiridos – Empresas

Princípio	Qst	Exemplos
I	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disposição das instalações na área de estaleiro de modo a reduzir os tempos de movimentação das cargas, com o auxílio da grua;</li> <li>▪ Preparação de moldes de cofragem;</li> <li>▪ Marcação de negativos;</li> <li>▪ Realização da actividade, correctamente, à 1ª tentativa;</li> <li>▪ <i>Value Stream Mapping</i>;</li> <li>▪ Conceitos elementares de <i>Lean Management</i>.</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planeamento a curto prazo, com avaliação dos pré-requisitos,</li> <li>▪ Eliminação de alguns recursos que não agregam valor mas que estão integrados na cultura da construção,</li> <li>▪ Maior detalhe no planeamento, de modo a evitar desperdícios de tempo;</li> <li>▪ Repensar os processos, com o intuito de diminuir as actividades desnecessárias.</li> </ul>
II	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não conformidades na construção;</li> <li>▪ Teoria <i>Value Management</i></li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definição prévia de métodos e processos construtivos;</li> <li>▪ Reuniões em obra com o cliente;</li> <li>▪ Inquérito à satisfação dos clientes externos e internos e respectivo tratamento da informação, com definição de acções correctivas.</li> </ul>
III	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pré-fabricação;</li> <li>▪ Estudo dos fluxos de produção e planeamento;</li> <li>▪ A falta de variabilidade é um mito na construção, os produtos finais podem ser sempre diferentes mas provêm de um somatório de actividades que são correntes e repetidas.</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Escadas, cofragens perdidas, muros, etc;</li> <li>▪ Padronização de processos e uso de experiência dos trabalhadores em outras obras;</li> <li>▪ Apresentação de soluções alternativas ao cliente, que se encontram padronizadas na empresa (esta prática é condicionada pela vontade do cliente).</li> </ul>
IV	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medições de desempenho;</li> <li>▪ <i>Value Stream Mapping</i>;</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diagnósticos <i>Lean</i> à execução das actividades;</li> <li>▪ Utilização do conhecimento do ciclo anterior para melhorar o próximo;</li> <li>▪ Utilização de <i>Value Stream Mapping</i>;</li> <li>▪ Contabilização do tempo dedicado a alguns processos.</li> </ul>



V	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Montagem de armaduras;</li> <li>▪ 5S;</li> <li>▪ Segmentação de processos;</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pré-fabricação de painéis;</li> <li>▪ Divisão dos operários em equipas especializadas em determinada tarefa;</li> <li>▪ Desenvolvimento de actividades no sentido de melhorar o processo e torná-lo mais simples;</li> </ul>
VI	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilização de sistemas padronizados;</li> <li>▪ Demonstrar ao cliente o impacto de algumas decisões, tomadas na fase de construção, na fase de utilização do edifício.</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acabamentos na construção;</li> <li>▪ Focar a economia da construção em todas as fases e não só na de execução;</li> <li>▪ Algumas soluções conduzem a desresponsabilização do projecto, por parte do cliente, o que pode não ser benéfico para a empresa.</li> </ul>
VII	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medições de desempenho;</li> <li>▪ <i>Visual Management</i>.</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diagnósticos <i>Lean</i>;</li> <li>▪ Utilização de métodos que meçam o rendimento das actividades;</li> <li>▪ Melhorar a formação dos operários nas actividades em que ocorrem erros periodicamente;</li> <li>▪ Os erros, onde se incluem as não conformidades, reclamações e sugestões de melhoria, devem ser registados e devidamente tratados, conduzindo à tomada de medidas de resolução/prevenção de problemas comuns.</li> </ul>
VIII	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planeamento;</li> <li>▪ Gestão de processos;</li> <li>▪ <i>Balanced Score Card</i>;</li> <li>▪ Controlo da obra em diferentes escalas.</li> <li>▪</li> </ul>
	Aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avaliação da Percentagem de Planeamento Concluído (PPC);</li> <li>▪ Reporte do estado da obra aos intervenientes mais distantes;</li> <li>▪ Utilização do <i>Balanced Score Card</i>, orientando os objectivos dos vários processos para um fim comum;</li> </ul>
IX	Conhece	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acções de melhoria;</li> <li>▪ Associação ao Sistema de Gestão da Qualidade;</li> <li>▪ Desenvolvimento e investigação constante;</li> <li>▪ Partilha de conhecimento.</li> </ul>



	<b>Aplica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Iniciativas <i>Lean</i>;</li><li>▪ Gestão de processos;</li><li>▪ Observação presencial em obra, isto é, ouvir a experiência dos operários para tentar identificar soluções mais práticas para a resolução de determinados problemas;</li><li>▪ Utilização de plataformas de registo de ideias, com o intuito de promover a inovação nos processos.</li></ul>
<b>X</b>	<b>Conhece</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Inovação tecnológica;</li></ul>
	<b>Aplica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Iniciativas <i>Lean</i>;</li><li>▪ Evitar o investimento em equipamentos pouco necessários.</li></ul>
<b>XI</b>	<b>Conhece</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Incentivo à aplicação dos princípios <i>Lean</i>;</li><li>▪ <i>IC Bench</i>;</li><li>▪ Sobrevivência no mercado.</li></ul>
	<b>Aplica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Consultorias.</li><li>▪ Promover a flexibilidade da empresa e tentar oportunidades onde esta não é forte.</li></ul>