

APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS LEAN EM OBRA E A RESISTÊNCIA À MUDANÇA – UM CASO DE ESTUDO

FRANCISCO XAVIER MENDES CUNHA

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

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa

Coorientador: Eng.º Luís Filipe Marques Rodrigues

JUNHO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

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

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

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

Ao meu Avô Manuel

“Coming together is a beginning; keeping together is progress; working together is success.”
Henry Ford

AGRADECIMENTOS

No momento de conclusão deste trabalho, tenho o brio e o agrado de poder transmitir uma enorme gratidão a todos os que nele participaram e que de alguma maneira contribuíram para a sua realização.

Entre tantos outros gostava de salientar algumas das pessoas fundamentais para a composição desta dissertação.

Ao Professor Jorge Moreira da Costa gostaria de tecer os meus mais profundos agradecimentos pela confiança depositada, e pela disponibilidade em abraçar esta proposta de trabalho, proporcionando orientação e ideias fundamentais para a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial ao Eng.º Luís Rodrigues que prontamente se disponibilizou a acolher-me na CNT Europe SA no âmbito do programa Erasmus Estágios, pela ajuda prestada na elaboração deste trabalho, e por me garantir uma boa adaptação na Bélgica.

Ao Grupo Casais SA - CNT Europe Sa Bélgica, nomeadamente ao Eng.º Pedro Mota, pelo acolhimento na obra de Provinciehuis em Antuérpia, e por disponibilizar todos os meios necessários à realização desta dissertação.

Aos meus Pais, Irmãos, Avós e Tios, grandes responsáveis pela minha educação e formação.

À Sara, e a todos os meus fiéis amigos, que sempre estiveram comigo e que cada vez mais demonstram ser a forte base do meu progresso e desenvolvimento.

RESUMO

A indústria da construção, numa perspetiva macro, interage com um vasto número de meios que, direta ou indiretamente, contribuem para o desenvolvimento de cada processo de construtivo. Por este motivo, este setor é um grande indicador do estado económico do País, essencial ao seu desenvolvimento e, como tal, deve ser alvo de métodos que levem a uma melhoria contínua do mesmo.

Tem-se verificado que o setor da construção civil é cada vez mais competitivo exigindo às empresas uma mudança nos sistemas de gestão de forma a eliminar os desperdícios responsáveis pelo fraco desempenho inerente a atividade, sem necessidade grandes investimentos. Os resultados obtidos pela indústria da manufatura com a aplicação de técnicas da filosofia *Lean* motivaram a adaptação de ferramentas desta filosofia às restantes indústrias e serviços, em particular ao sector da construção.

Com o intuito de fazer jus a toda esta problemática, surge um novo paradigma de produção, o *Lean Construction*, oriundo do *Lean Production* que nasceu no Japão, na indústria automobilística (*Toyota Production System*), e engloba diversos conceitos e procedimentos que originam uma produção mais eficiente, quase isenta de desperdícios. Os excelentes resultados revelados por este sistema de gestão também se tornaram atrativos para os pensadores e investigadores da construção. O *Lean Construction* seguiu um caminho próprio nos últimos 20 anos e está a emergir como o novo paradigma de gestão de projetos de construção. Um número crescente de empresas está a implementar as práticas do *Lean Construction* de forma a melhorar o desempenho dos projetos de construção. No entanto, é necessário que haja uma consciencialização de que todas estas ferramentas teóricas apenas trazem melhorias se houver uma mudança na forma de pensar. Mas, quem opera na construção não são máquinas, mas sim pessoas, que são racionais e tem capacidade crítica, vícios e metodologias trazidas de já há muitos anos de experiência, oferecendo assim uma certa resistência à mudança.

O estudo apresentado nesta dissertação tem como base um caso de estudo, a construção da nova sede da província de Antuérpia, na Bélgica, onde o autor permaneceu durante 4 meses. Numa primeira abordagem é feita uma análise às ferramentas *lean* implementadas na obra anteriormente referida, onde estas foram preponderantes no planeamento, organização e realização de tarefas. A acrescentar a este levantamento de medidas implementadas é realizado também um estudo na organização onde o autor esteve inserido, onde são analisados os principais fatores que levam à resistência à mudança tanto nível pessoal como organizacional. A temática abordada nesta dissertação assume potencialidade para ser consultada e utilizada como exemplo para a implementação do *Lean construction* numa organização do setor da construção civil, possibilitando uma mais fácil identificação dos fatores de resistência e as respetivas formas para os superar.

Palavras-chave: *Lean Construction*, desperdício, gestão, melhoria, resistência, mudança.

ABSTRACT

The construction industry, in a macro perspective, interacts with a vast number of means that, directly or indirectly, contribute to the development of each construction process. For this reason, this sector is a great indicator of the economic state of the country, essential to its development and, as such, must be the target of methods that lead to a continuous improvement of it.

It has been verified that the construction sector is more competitive, requiring companies to change management systems to eliminate the wastes responsible for the poor performance inherent to the activity, without major investments. The results, obtained by the manufacturing industry with the application of techniques of the Lean philosophy, motivated the adaptation of tools of this philosophy to the other industries and services, to the construction sector.

To live up to this problem, a new production paradigm emerges, Lean Construction, originated in Lean Production, which was born in Japan, in the automotive industry (Toyota Production System), and includes several concepts and procedures that originate a production more efficient, almost free of waste. The excellent results revealed by this management system also, have become attractive to construction thinkers and researchers. Lean Construction has been following its own path for the past 20 years and is emerging as the new paradigm of building project management. A growing number of companies are implementing Lean Construction practices to improve the performance of construction projects. However, there needs to be an awareness that all these theoretical tools only bring about improvements if there is a change in thinking. But those who operate in the construction are not machines, but people, who are rational and have critical capacity, vices and methodologies brought from many years of experience, thus offering a certain resistance to change.

The study presented in this dissertation is based on a case study, the construction of the new headquarters of the province of Antwerp, Belgium, where the author stayed for 4 months. In a first approach, an analysis is made of the Lean tools implemented in site, where these were preponderant in the planning, organization and accomplishment of tasks. In addition to this survey of implemented measures, a study is also carried out in the organization where the author was inserted, where the main factors that lead to resistance to change are analysed at both personal and organizational levels. The theme addressed in this dissertation has the potential to be consulted and used as an example for the implementation of Lean construction in an organization of the civil construction sector, making it easier to identify the resistance factors and the respective ways to overcome them.

Keywords: Lean Construction, waste, management, improvement, resistance, change.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO	1
1.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1.3 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2 O CONCEITO DA PRODUÇÃO LEAN	5
2.1 ENQUADRAMENTO	5
2.2 ORIGEM DA PRODUÇÃO LEAN	5
2.2.1 LEAN PRODUCTION – HISTÓRIA	5
2.2.2 TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS) – LEAN PRODUCTION.....	6
2.3 PENSAMENTO LEAN - PRINCÍPIOS E CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	8
2.3.1 LEAN THINKING	8
2.3.2 VALOR	10
2.3.3 DESPERDÍCIO (MUDA)	11
2.3.4 IDENTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO	12
2.4 O LEAN NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA E NOS SERVIÇOS.....	15
2.4.1 DO TPS AO LEAN THINKING	15
2.4.2 O LEAN NOS SERVIÇOS.....	17
2.4.3 APLICABILIDADE DOS TRADICIONAIS MÉTODOS E FERRAMENTAS LEAN NOS SERVIÇOS	18
2.4.4 LEAN SERVICES	19
2.5 CONCLUSÕES.....	19
3 CONSTRUÇÃO LEAN	21
3.1 LEAN CONSTRUCTION – GÊNESE DO LEAN NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	21
3.2 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO VERSUS MANUFATURA	22
3.3 PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION.....	23
3.4 A TEORIA LEAN APLICADA À CONSTRUÇÃO	24
3.5 CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL VERSUS LEAN CONSTRUCTION	26
3.6 AVALIAÇÃO SWOT DO LEAN NA CONSTRUÇÃO.....	29

3.7 RESISTÊNCIA À MUDANÇA	30
3.8 GESTÃO DA MUDANÇA	32
3.9 CONCLUSÕES.....	33
4 CASO DE ESTUDO – PROVINCIEHUIS ANTWERPEN.....	35
4.1 ENQUADRAMENTO E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	35
4.2 LOCALIZAÇÃO	36
4.3 O EDIFÍCIO	37
4.3.1 ESTRUTURA GERAL	38
4.3.2 GEOTERMIA	38
4.3.3 MUROS DE FACHADA	39
4.3.4 LAJE.....	44
4.3.5 NÚCLEOS.....	47
4.4 PLANEAMENTO.....	48
4.5 PRÁTICAS LEAN	49
4.5.1 LAST PLANNER SYSTEM – SALA LEAN	50
4.5.2 5S's – GESTÃO DO ESTALEIRO	52
4.5.3 JUST-IN-TIME	54
4.5.4 KAIZEN - PROCESSOS DE MELHORIA CONTÍNUA	54
4.5.5 POKA-YOKE.....	56
4.6 PROCESSOS CÍCLICOS	58
4.7 MOTIVAÇÃO DE EQUIPAS.....	59
5 LEAN CONSTRUCTION E A RESISTÊNCIA À MUDANÇA – GRUPO CASAI SA	61
5.1 OBJETIVO	61
5.2 INQUÉRITO – CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	61
5.3 RESULTADOS – TRATAMENTO DE DADOS	61
5.3.1 CARGO REPRESENTADO	61
5.3.2 ANOS DE EXPERIÊNCIA	62
5.3.3 PAÍS DE ATUAÇÃO	62
5.3.4 CONHEÇO E USO.....	64
5.3.5 CONHEÇO, MAS NÃO USO	66
5.3.6 NÃO CONHEÇO.....	68

5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS	69
5.5 NOTA CONCLUSIVA	72
 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 75
6.1 INTRODUÇÃO	75
6.2 CONCLUSÕES GERAIS	75
6.3 LIMITAÇÕES ENCONTRADAS	76
6.4 CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TRABALHOS FUTUROS.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
 7 ANEXOS A1	 I
A1.1 INQUÉRITO REALIZADO	II
A1.2 FICHA TÉCNICA - PROVINCIEHUIS	IX

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do setor da Construção nos últimos 10 anos (Fonte: Eurostat)	1
Figura 2 - Linha de montagem Toyota	6
Figura 3 - A "casa TPS" (adaptado de Linker et al, 2004)	7
Figura 4 - Cinco princípios fundamentais - LEAN THINKING	10
Figura 5 - Atividades que acrescentam, ou não, valor	11
Figura 6 - Representação dos 3 MU's (TPS)	13
Figura 7 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de Productivity Press, 2003).	13
Figura 8 - Integração da "casa TPS" no "edifício Lean Thinking" (CLT, 2008).....	15
Figura 9 - Tipos de atividades na manufatura e nos serviços	16
Figura 10 - Gestão tripartida da construção (Bertelsen e Koskela, 2002)	25
Figura 11 - Análise Swot do Lean na indústria da construção.....	29
Figura 12 - Desenho de arquitetura Provinciehuis (Arq. Xaveer de Geyter)	35
Figura 13 - Esquema hierárquico do projeto	36
Figura 14 - Mapa de mão de obra (Abril 2016 - Março 2017).....	36
Figura 15 - Planta de implantação Nieuw Provinciehuis.....	37
Figura 16 - Diferentes utilizações Provinciehuis	37
Figura 17 - Projeção 3D Provinciehuis.....	38
Figura 18 - Sistema simplificado de uma bomba de calor	39
Figura 19 - Esquema de montagem de cofragem (Construx).....	40
Figura 20 - Lavagem de cofragem	40
Figura 21 - Colocação do painel de cofragem	41
Figura 22 - Esquema de cofragem para janelas triangulares (Construx)	42
Figura 23 - Fixação das cofragens das janelas ao painel.....	42
Figura 24 - Resultados "concretemote".....	43
Figura 25 - Geotêxtil de proteção das cofragens	44
Figura 26 - Montagem do sistema "Skydeck"	44
Figura 27 - Processo de colocação de placas de madeira	45
Figura 28 - Montagem dos tubos de aquecimento.....	45
Figura 29 - Montagem de cabos pós-esforço	46
Figura 30 - Fase de betonagem	46
Figura 31 - Planta das paredes dos núcleos.....	47

Figura 32 - Montagem da cofragem dos núcleos (Peri Trio).....	48
Figura 33 - Fases dos muros de fachada.....	48
Figura 34 - Representação da colocação da cofragem "skydeck" da Peri	49
Figura 35 - Exemplo de mapa de Gantt para um piso	49
Figura 36 - Reunião dos vários subempreiteiros juntamente com o empreiteiro geral.....	51
Figura 37 - Quadro last planner (Denys-Democo)	52
Figura 38 - Organização prévia do estaleiro de obra.....	53
Figura 39 - Gestão visual do estaleiro.....	53
Figura 40 - Fases dos muros (piso 13).....	55
Figura 41 - Antes e depois das alterações de armadura dos muros	55
Figura 42 - Colocação de "negativos" na laje.....	57
Figura 43 - Ilustração do "Mockup" inserido no estaleiro de obra.....	58
Figura 44 - Processo cíclico em estruturas de betão armado.....	59
Figura 45 - Representação "pie chart" dos cargos ocupados pelos inquiridos.....	62
Figura 46 - Representação "pie chart" dos cargos ocupados pelos inquiridos.....	62
Figura 47 - Representação "pie chart" dos países em atuação pelos inquiridos.....	63
Figura 48 - Representação "pie chart" do conhecimento LC	63
Figura 49 - Questões relativas às práticas lean (* ver anexo I)	64
Figura 50 – Representação “pie chart” da entidade implementadora do lean em obras Casais Sa	64
Figura 51 – Representação gráfica dos intervenientes da implementação do lean	65
Figura 52 - Representação gráfica das ferramentas lean mais usadas.....	66
Figura 53 - Representação gráfica das mais-valias trazidas pelo lean construction	66
Figura 54 - Representação gráfica da formação Lean Construction	67
Figura 55 - Representação gráfica dos métodos usados em obra	69
Figura 56 - Representação gráfica do conhecimento LC com os anos de experiência.....	69
Figura 57 - Representação gráfica do conhecimento LC relativamente ao país de atuação	70
Figura 58 - Representação gráfica dos fatores que levam à não implementação do LC	72

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - mudança da gestão convencional da construção para a Lean Construction (Abdelhamid e Salem (2005)).....	28
Tabela 2 - Fontes de resistência à mudança (Adaptado de ROBBINS et al (2010))	30
Tabela 3 - Razões que levaram os inquiridos a não implementar o Lean Construction	67
Tabela 4 - Fontes que levam à não implementação do LC	71

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

BP – Banco de Portugal

JIT – Just-in-Time

LC - Lean Construction

LPS – Last Planner System

LT – Lean Thinking

MTO – Make to Order

MTS – Make to Stock

PIB - Produto Interno Bruto

RIE – Rapid Improvement Events

SCM – Supply Chain Management

TFV – Transformation, Flow and Value (Transformação, Fluxo e Valor)

TMC – Toyota Motors Company

TPS - Toyota Production System

UE – União Europeia

VBM – Value Based Manegement

VE – Value Engineering

VSM – Value Stream Map

1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVO

A construção civil é um setor que está presente em todo o mundo, abrangendo um vasto número de pessoas que diariamente, direta ou indiretamente, contribuem para esta atividade. Segundo o Banco de Portugal (BP), esta indústria da construção representa mais de dez por cento (10%) do Produto Interno Bruto (PIB) na União Europeia (UE) e em Portugal pouco menos que doze por cento (12%). Sem dúvida que é um setor com elevada importância na economia Nacional e ao mesmo tempo um indicador do seu estado económico. Por outro lado, a indústria da construção civil apresenta muita sensibilidade à variação dos mercados internos e externos assim como à procura do consumidor, o que faz oscilar a sua produção.

A Construção em Portugal tem sentido uma forte quebra desde o início da crise, a que se seguiu a implementação de medidas de austeridade que congelaram o investimento público e limitaram a ação dos privados, que ficaram sem acesso a crédito.

Segundo o gabinete de estatísticas da União Europeia (Eurostat), a produção da Construção em Portugal, face ao ano anterior, aumentou 0,6 % no ano de 2016, menos 0.7% que na UE. Graças, em parte, à atratividade do produto imobiliário nacional, com o investimento estrangeiro a reagir muito positivamente a programas de incentivo como os vistos gold e o estatuto dos residentes não habituais. A somar ao crescimento do turismo e da reabilitação está também o aumento da concessão de crédito, aliado às taxas de juro baixas. Todos estes fatores levam a que o setor tenha conseguido quebrar, em 2015, um ciclo de 13 anos ininterruptos de queda da produção como é visível na figura que se segue.

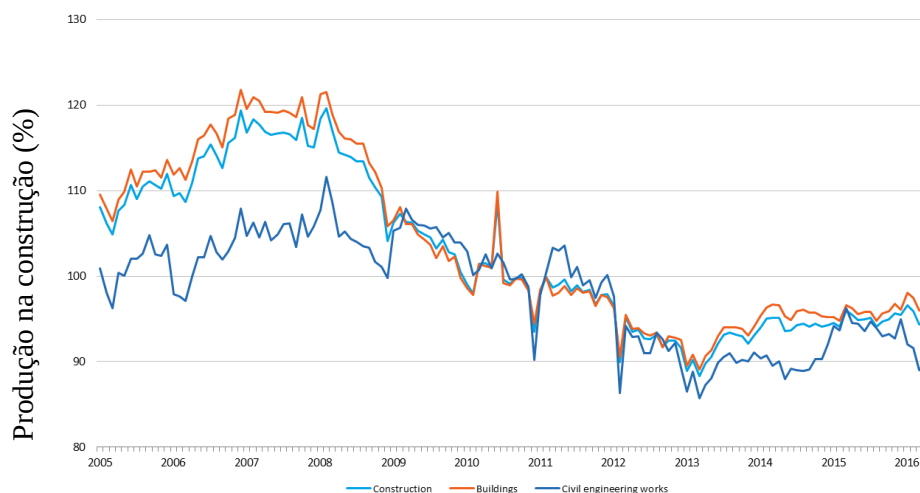


Figura 1- Evolução do setor da Construção nos últimos 10 anos (Fonte: Eurostat)

Num contexto de crise económica e de níveis de crescimento muito reduzidos ou nulos, é essencial que as empresas de Construção portuguesas adotem novas estratégias de negócio, como por exemplo, a internacionalização. O envolvimento de empresas portuguesas em mercados estrangeiros é há muito tempo reconhecido. Como consequência deste envolvimento, verifica-se que, para as maiores empresas de Construção portuguesas, o volume de negócios do mercado externo é superior ao volume de negócios do mercado interno, o que, por si só, acaba por ser ilustrativo da importância da internacionalização.

Toda esta conjectura fez com que esta indústria tenha sido de uma profunda análise nos últimos anos pois o setor tem-se tornado cada vez mais competitivo, mais exigente e onde as margens são cada vez mais reduzidas. No entanto, na construção civil prevalecem problemas como a falta de produtividade, falta de condições de segurança, falta de mão-de-obra especializada, falta de comunicação e dificuldade de aplicar o projeto em obra, desorganização em estaleiro, elevada quantidade de desperdícios, entre outros.

Numa tentativa de combater todos estes paradigmas da construção, há alguns anos que se começou a tentar introduzir o *Lean Thinking* nesta mesma atividade. Baseada num conjunto de ferramentas – *Lean Production* - criadas pela *Toyota Motor Company* em 1955, esta filosofia de gestão procura melhorar a qualidade do produto assim como diminuir os seus custos e tempo de produção. Existem, no entanto, alguns constrangimentos e resistências na introdução destas metodologias, criadas essencialmente para linhas de produção contínua, na construção, *in situ* concretamente.

1.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

É um facto que o *Lean* na construção traz resultados positivos e melhora a produtividade no setor. No entanto, é necessário que haja uma consciencialização de que todas estas ferramentas teóricas apenas trazem melhorias se houver uma mudança na forma de pensar. Mas, quem opera na construção não são máquinas, mas sim pessoas, que são racionais e tem capacidade crítica, vícios e metodologias trazidas de já há muitos anos de experiência, oferecendo assim uma certa resistência à mudança. É nessa perspetiva que incide a temática da dissertação, passando por um estudo opinativo dos fatores que levam à resistência à mudança por parte de todas as pessoas afetas à obra e uma tentativa de contornar esse problema.

A dissertação inclui uma primeira fase de estudo e consolidação de conceitos onde, com recurso a pesquisa, é tratada a génese do *Lean* desde a sua origem à evolução e também a sua implementação na indústria da construção. Numa segunda abordagem, é analisado um caso de estudo específico, a empreitada Provinciehuis localizada na cidade de Antuérpia – Bélgica, onde estas filosofias foram preponderantes tanto na organização de trabalhos como de estaleiro de forma a perceber se de facto o *Lean* resulta ou não na IC. Passa-se depois para uma análise com recurso a inquéritos formativos da empresa em estudo onde o objetivo principal é identificar os fatores que levam à resistência da implementação da filosofia *Lean*.

1.3 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada de forma a existir um encadeamento organizado e coerente de ideias relativas tanto a nível de investigação como de trabalho de campo. O autor optou por traçar uma divisão em seis capítulos com a seguinte configuração:

- No Capítulo 1, “Introdução”, é feita uma contextualização onde são abordados assuntos como a situação económica atual do País e de que afetaram o setor da construção, o paradigma da

construção e de que forma pode, o *Lean*, quebrar estas ideias. O autor também expõe, como considerações iniciais, uma visão daquele que será o ponto-chave deste trabalho – a resistência à mudança oferecida pelos trabalhadores.

- No Capítulo 2, “O conceito da Produção *Lean*”, é feito um estudo aprofundado da génese do conceito *Lean* onde são abordadas as máximas defendidas por esta ideologia, as ferramentas usadas para a por em prática e a sua a transladação da indústria transformadora para os serviços.
- O Capítulo 3, “Construção *Lean*” começa por descrever os primeiros passos de implementação desta filosofia na indústria da construção. É feita uma análise comparativa entre a indústria transformadora e o setor da construção civil, analisando as principais diferenças que possam condicionar a implementação do LC. Também é propósito deste capítulo a comparação entre a construção tradicional e a construção *Lean* de forma a encontrar as mais valias que estão resumidas numa análise SWOT presente no mesmo. Numa fase final são estudados os fatores resistentes a qualquer mudança tanto pessoal como organizacional, fundamentando assim o principal objetivo desta dissertação.
- No capítulo 4, “Caso de estudo – Provinciehuis Antwerpen”, faz-se referência ao local do caso de estudo, é caracterizada a empreitada (local de implantação e características técnicas), são descritos os trabalhos a realizar assim como o programa da obra (planeamento, equipamentos e mão de obra presente) e também é feito um levantamento de todas as ferramentas *Lean* implementadas.
- O capítulo 5, “*Lean Construction* e a resistência à mudança – Grupo Casais SA”, é aquele que apresenta uma análise sobre a implementação *Lean* numa estrutura organizacional tendo como objeto de estudo a empresa Grupo Casais SA. É feito um estudo, baseado em inquéritos formativos, da forma como é encarado o *Lean* por esta organização e quais as formas de resistência que impedem a sua implementação.
- O Capítulo 6, “Considerações finais”, são referenciadas as principais conclusões retiradas durante a realização deste trabalho, as principais dificuldades encontradas no decurso da sua realização e por fim uma série de propostas para trabalhos futuros.

2

O CONCEITO DA PRODUÇÃO LEAN

“Progress cannot be generated when we are satisfied with existing situations.”

Taichii Ohno

2.1 ENQUADRAMENTO

Assim como muitos outros, o conceito *Lean* não tem tradução direta para a língua Portuguesa. É um estrangeirismo e quando se pretende explicar o seu significado, por norma, é necessário recorrer-se a exemplos como “algo que é *Lean* é algo saudável”, tentando transmitir a imagem de inexistência de desperdício. Existem algumas traduções portuguesas que tentam ao máximo aproximar o conceito *Lean* à língua, mas nunca serão suficientes para transmitir o seu significado genuíno. Utiliza-se a palavra “*lean*” (magro, sem gordura) porque o princípio condutor sugere a utilização de apenas o necessário, nem mais tarde nem mais cedo, o que se traduz em menos pessoas, menos espaço, menos materiais, menos energia, menos stocks, menos desvios, enquanto se reforça a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente.

2.2 ORIGEM DA PRODUÇÃO LEAN

2.2.1 LEAN PRODUCTION – HISTÓRIA

As técnicas de produção em massa, introduzidas por Henry Ford para o fabrico de automóveis no início do século XX, alteraram os paradigmas de fabrico artesanal para a produção em série. Passou-se das pequenas oficinas com pessoas altamente especializadas para grandes áreas de trabalho com equipamentos especializados e de elevado custo. A avaliação do desempenho passou a concentrar-se na utilização dos recursos, e dos processos de organização e layouts passaram a orientar-se pelos princípios de produção em massa. À medida que a complexidade destes produtos aumentou, foram desenvolvidos complexos sistemas de gestão. Estes levaram à acumulação de stocks e aumento de tempos de processo (*lead time*) e o tempo para converter produtos finais aumentou. Como consequência o tempo de resposta a pedidos e reclamações dos clientes também aumentou levando ao desenvolvimento de complexos e burocráticos processos de controlo e ao aumento de custos e de stocks.

Por outro lado, as expectativas dos clientes cresceram rapidamente. O mercado tornou-se mais exigente no que diz respeito a entregas mais rápidas e reduzidos *lead times*, mais personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e menores preços.

As ideias incluídas no conceito de *Lean Production* remontam a Frederic Taylor e aos seus conceitos de Scientific Management, por volta de 1910. Estes conceitos foram continuamente desenvolvidos e

melhorados durante os 50 anos seguintes por Frank e Lilian Gilbreth (Estudo do Movimento, Motivação de Colaboradores), Henry Ford (O Modelo T e a Linha de Montagem), William E. Deming (Teoria de Amostragem, Qualidade e Produtividade), entre outros.

Com base nestas primeiras ideias, o conceito de *Lean Production* emergiu no Japão do após segunda guerra mundial. Em 1955, Taichii Ohno e Shigeo Shingo encetaram a tarefa de desenvolver um novo sistema de produção para a *Toyota Motor Company* nas instalações de Nagoya. Durante as duas décadas seguintes, os dois engenheiros fundiram vários conceitos retirados das religiões e filosofias asiáticas com os melhores conceitos existentes de produção. O sistema unificado de alta produtividade e qualidade superior desenvolvido tornou-se o Sistema de Produção Toyota.

Durante os anos 60 e 70, o sistema ganhou proeminência por todo o Japão, e a prova do seu sucesso chegou aos Estados Unidos, principalmente sob a forma de exportações japonesas dos sectores automóvel e de electrónica. No final dos anos 70, vários empresários americanos e consultores de produtividade começaram a introduzir este sistema nos Estados Unidos.

Uma vez que a frase "Sistema de Produção Toyota" estava claramente identificada com um único produtor, procurou-se encontrar um nome mais aceitável para o conceito. Surgiu uma vasta gama de nomes, tais como "Just-in-Time Production", "World Class Manufacturing", "Continuous Flow Manufacturing". Em 1990, James Wormack, um consultor de produtividade, escreveu um livro que se tornou popular, intitulado "A Máquina que Mudou o Mundo". Nesse livro usou o termo "*Lean Manufacturing*" e desde então, este termo acabou por se tornar no nome aceite por todos.

Durante os anos 90 e no início do novo século, o sistema espalhou-se por todos os Estados Unidos e pela Europa. Continua a mostrar-se um sistema capaz de gerar melhorias significativas, tanto em termos de produtividade, como de qualidade.



Figura 2 - Linha de montagem Toyota

2.2.2 TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS) – LEAN PRODUCTION

Uma das correntes de gestão que está na origem do pensamento *lean* é o sistema de produção da Toyota (TPS). As outras são resumidamente a gestão da cadeia de fornecimento (SCM, *supply chain*

management) e a crescente preocupação pelo serviço ao cliente (*customer service*), que a partir dos anos 1990's emergiram ganhando grande reputação e aplicação a nível global.

Os primeiros passos do desenvolvimento do sistema TPS foram dados pela mão de Taiichi Ohno nos anos 1950's e mais tarde por Shigeo Shingo.

Quando se estuda o TPS é frequente apresentá-lo como um edifício (ver figura 3) que encerra em si várias divisões que apesar de terem funções bem determinadas, estão intimamente ligadas. O autor chama a atenção para a base e os alicerces do edifício TPS; nestes poderá identificar aspetos fundamentais como a filosofia Toyota (a qual assenta em princípios e valores simples e imutáveis), a gestão visual como forma de envolver todos através da aplicação dos sentidos, a uniformização e a estabilização de processos como forma de reduzir a variabilidade tão prejudicial ao desempenho dos processos e o nivelamento da produção.

Por de trás, e também na base desta casa, está o “respeito pelas pessoas”, algo que foi crucial ao desenvolvimento do TPS e agora também ao desenvolvimento da filosofia *Lean Thinking*.



Figura 3 - A "casa TPS" (adaptado de Linker et al, 2004)

O sistema TPS foi concebido para fornecer as ferramentas e as soluções para que as pessoas que nele trabalham possam melhorar continuamente o seu desempenho. O termo “Toyota way” significa mais dependência nas pessoas, e não o oposto. TPS é, muito mais que um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, uma cultura. Inevitavelmente, as empresas dependem das pessoas para identificar os problemas, para reduzir custos e aumentar o desempenho dos seus processos. As pessoas no sistema TPS denotam um sentido de pertença muito grande, uma enorme preocupação e curiosidade em resolver problemas evitando que apareçam ou que os seus efeitos se propaguem. Diariamente, engenheiros e gestores, e principalmente os operadores de linha, são envolvidos em projetos de melhoria contínua, que com o tempo faz com que cada um se torne cada vez mais autónomo e poderoso.

Um dos segredos do sucesso do sistema TPS é a sua incrível consistência em termos de desempenho (sendo este resultante da excelência operacional conquistada ao longo de mais de cinco décadas de desenvolvimento do TPS). A excelência operacional alcançada é baseada em métodos e ferramentas de melhoria contínua que tornam o TPS famoso além-fronteiras da indústria, sendo mesmo replicado em processos de serviços.

Existem diversas ferramentas e técnicas utilizadas em *Lean production*. Algumas, necessitam de condições específicas para que possam ser implementadas, outras podem ser utilizadas independentemente do ambiente onde estejam a ser aplicadas de modo a atingir a melhor qualidade do produto com o menor custo e tempo possíveis. Este conjunto de ferramentas assenta em dois pilares fundamentais: o *Just in time* e a *Automação*.

O *Just in Time* (JIT) – “a peça certa, no tempo certo e na qualidade certa” – surgiu da necessidade de se produzir somente o que o cliente solicitasse, quando e na quantidade solicitada, já que os recursos eram escassos e o mercado era limitado e variado. Com o JIT, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a “controlar” a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse exigido pelo processo seguinte, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem interrupções (sem stocks ou com stocks controlados). Para a operacionalidade do JIT foi desenvolvido o método *kanban* – “quadro de sinalização” – com o objetivo de indicar o quê, quanto e quando era necessário produzir. Além do *kanban*, o JIT só se tornou possível com o rearranjo físico da fábrica, passando as máquinas a ser dispostas de acordo com o fluxo do produto; lotes produtos variados; e com o nivelamento da produção, buscando a otimização do processo como um todo e não de cada etapa individual.

A ideia da Automação foi desenvolvida a partir da necessidade de se ter “qualidade na fonte” (*jidoka*). Para que as máquinas não produzissem produtos defeituosos, foram-lhes adicionados dispositivos “inteligentes” (*poka yoke*), que quando detetavam problemas paravam a produção, evitando a realização de produtos defeituosos e fazendo com que a qualidade dos produtos fosse assegurada no próprio processo produtivo (na fonte).

As ferramentas e as soluções não são a arma secreta para transformar um negócio em sucesso. O sucesso da *Toyota Motors Corporation* (TMC) na aplicação continuada destas ferramentas e soluções resulta de um profundo conhecimento das pessoas e dos mecanismos de motivação. O sucesso da TMC baseia-se na sua capacidade para cultivar a liderança, o trabalho em equipa, a cultura empresarial, o desdobramento e alinhamento da estratégia (*strategy deployment* e *hoshin kanri*), a criação de fortes relações com os fornecedores e a manutenção de uma organização em permanente aprendizagem (*learning organization*).

A Toyota alcançou enormes sucessos com a utilização desta nova filosofia. O que inicialmente era um modelo de produção de uma empresa, tornou-se num novo paradigma da produção, que pode ser adaptado a qualquer empresa segundo as suas características e necessidades.

2.3 PENSAMENTO LEAN - PRINCÍPIOS E CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.3.1 LEAN THINKING

A designação *Lean Thinking* ou pensamento *Lean*, foi utilizado a primeira vez por James P. Womack e Daniel Jones, no livro com o mesmo nome, publicado em 1996. Estes dois autores estiveram durante a década de 80, no Japão, a estudar as formas de gestão e métodos de trabalho das empresas nipónicas, tendo publicado em 1990 o livro —*The Machine That Changed the World*, considerada hoje como a principal obra de referência do pensamento *Lean*. Esta obra faz referência, à máquina que mudou o

mundo, o automóvel, e apresenta a indústria que se desenvolveu rapidamente e de forma consistente á volta deste – *Toyota Production System (TPS)* (Pinto, 2008).

Por ter sido inicialmente aplicado na indústria, deste conceito resultou a designação de *Lean manufacturing*, ou *Lean Production*. Este, aplicado á indústria é considerado um sistema de gestão que ao envolver ferramentas de gestão, produção e qualidade elimina desperdícios e cria valor no produto ou serviço, satisfazendo desta forma o cliente e o consumidor final. Os mencionados desperdícios dizem respeito a tempos de espera, a movimentações desnecessárias, e até a investimentos evitáveis.

Quando se eliminam desperdícios eliminam-se custos, caso contrário não se pode considerar que se implementou uma ação eficaz na organização. O pensamento *Lean* sugere que se efetuem mudanças que acrescentem valor ao produto ou serviço e se eliminem todas as outras que não agreguem valor.

Womark *et al* (2003) identificam cinco fases para implementar a filosofia *Lean* numa organização:

- **Criar valor** – Este é o ponto de partida e a base para uma gestão empresarial. Não é a empresa, mas sim o cliente final que define o que é valor, o que satisfaz as próprias necessidades. A necessidade gera valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurando satisfazê-la e cobrar para isso um preço específico para manter a empresa no mercado e aumentar os lucros através duma melhoria continua.
- **Definir a cadeia de valor** – Nesta segunda fase a organização deve identificar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que geram valor, os que não geram valor mas que são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade da empresa e os que não acrescentam valor nenhum, devendo por isto ser eliminados. Todavia, as empresas, continuamente olham para a sua cadeia produtiva e focam-se na redução de custos não acompanhados pela análise da geração de valor, olham apenas para números indicadores e alheiam-se dos processos reais de fornecedores e clientes. As empresas devem ter em conta o processo global, desde a criação do produto até ao consumidor final, não podendo ignorar o serviço de pós-venda (quando aplicado).
- **Otimização do fluxo** – Seguidamente, deve-se criar fluidez ao longo de todo o fluxo produtivo. Esta otimização exige uma completa mudança na mentalidade da organização e na cultura da empresa. Torna-se necessário abandonar a ideia de divisão da empresa por departamentos, como sendo a melhor solução de tomada de decisão. Construir um fluxo contínuo com as restantes etapas é uma tarefa exigente, mas aliciante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução de tempos de conceção dos produtos, de processamento de pedido e em quantidades de stock (tanto em matéria prima, como em produto acabado). O aumento da capacidade de resposta da empresa em conceber, desenvolver, produzir e distribuir faz com que esta reaja de imediato, a qualquer flutuação do mercado e necessidades dos clientes.
- **Pull System** – O sistema pull permite inverter o fluxo produtivo. Atualmente, as empresas não empurram os produtos e serviços para o consumidor. De nada servem as grandes promoções e o escoar de stocks, pelas empresas, se estas não forem de encontro às necessidades do consumidor. Este passa a puxar a produção. É o Pull System, ou produção puxada. Quando a atividade da empresa não permite estabelecer um fluxo contínuo, a alternativa é optar por um sistema onde os processos são puxados e desencadeados pela procura, ou seja, pelo consumidor final.
- **Perfeição** – O quinto e último passo da filosofia *Lean*, e que deve ser o objetivo constante e presente em todos os fluxos de valor de toda a organização, é a perfeição. A procura do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve conduzir e encaminhar todos os esforços da empresa, em processos bem definidos, onde todos os participantes e membros da

cadeia, tenham um conhecimento bem claro e profundo do processo como um todo, podendo participar e procurar continuamente melhores formas de criar valor.

Estes cinco princípios, foram sequenciados (ver figura 4) para que o cumprimento dessa ordem servisse como linha orientadora para a filosofia *Lean* nas organizações.

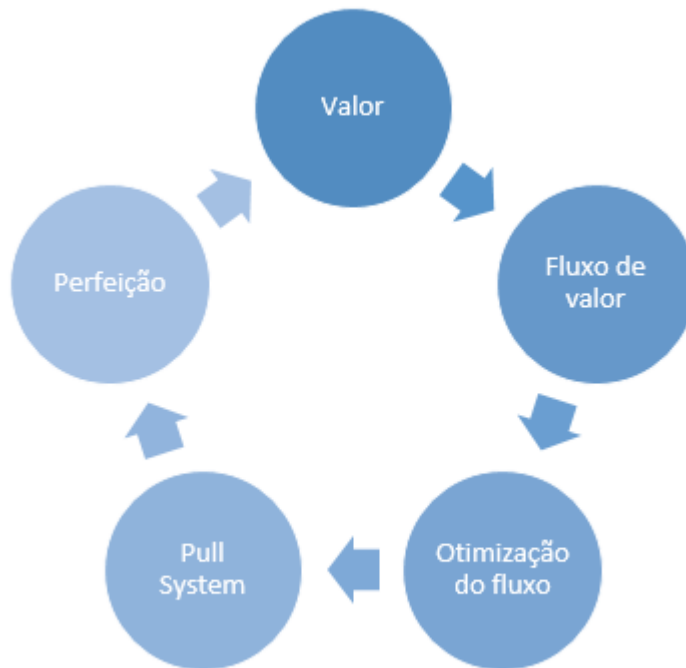


Figura 4 - Cinco princípios fundamentais - LEAN THINKING

2.3.2 VALOR

Atualmente o conceito de “valor” tem múltiplas interpretações. “Valor” é definido pelo cliente/consumidor e refere-se ao conjunto das características que um bem ou serviço deve ter, para satisfazer as suas necessidades. Este conceito não deve ser confundido com preço. “Valor é o que se leva, preço é o que se paga”, ou seja, o preço deverá pagar o valor justo pelas características que o bem ou serviço oferece, (Pinto, 2008).

Para Womack et al, (2005), os princípios do consumo fornecem uma nova definição de valor para o consumidor de hoje. Estes devem:

- Resolver completamente a necessidade do consumidor;
- Fornecer exatamente o que ele procura;
- Entregar no local pretendido;
- Proporcionar-lhe valor, no momento exato;
- Reduzir o número de escolhas nas resoluções de problemas.

São definidas como operações de valor acrescentado, todas as que aumentam valor ao produto do ponto de vista do cliente (Cuatrecasas, 2010). Estas incluem operações de processamento, tais como alterações da forma, aumento de qualidade ou a junção de vários elementos num elemento global. A transformação de materiais em bruto, a têmpera de aços e a pintura de objetos, são exemplos reais de operações de valor acrescentado. Por outro lado, o transporte de materiais, o deslocamento de operadores entre operações de valor acrescentado, a inspeção e correção são consideradas operações que não acrescentam qualquer mais-valia ao produto final, logo são consideradas desperdício.

2.3.3 DESPERDÍCIO (*MUDA*)

Desperdício refere-se a todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor. A estas atividades os Japoneses chamam de *muda* porque consomem recursos e tempo e, em última análise, fazem com que os produtos ou serviços que disponibilizamos no mercado sejam mais dispendiosos do que deviam. O *muda* torna os produtos ou serviços mais caros; fazendo com que estejamos a pedir muito mais do que o valor que entregamos, praticando assim um preço injusto. Quando outros conseguem entregar o mesmo valor ao menor preço ou, alternativamente, ao mesmo preço entregam mais valor que nós, estarão a reforçar a sua vantagem competitiva no mercado e nós estamos a iniciar a retirada do mesmo.

A vantagem competitiva mede-se pelo valor que as organizações criam e por aquilo que pedem em troca. Quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores as hipóteses de vencer no mercado.

Womack e Jones (1996) confirmaram as sete fontes de desperdícios inicialmente identificadas por Ohno e Shigeo Shingo para o TPS e acrescentaram a oitava fonte de desperdício: “*design* de produtos e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente”.

Num processo típico, do desperdício pode representar até 95% (representado a azul na figura seguinte) do tempo total. Tradicionalmente, as empresas orientam o seu esforço de aumentos de produtividade para a componente que acrescenta valor (5% representado a verde), ignorando o enorme potencial de ganho que pode ser obtido se a atenção for orientada para as atividades que não acrescentam valor.



Figura 5 - Atividades que acrescentam, ou não, valor

O desperdício manifesta-se de várias formas mas resulta sempre em mais tempo e mais custo sem benefícios. As empresas que estão focadas em minimizar o desperdício ou a gordura em excesso devem começar primeiro por classificar as suas diferentes formas que são apresentadas como:

- O puro desperdício – Atividades totalmente dispensáveis, ex. reuniões onde tudo se fala e nada se decide, deslocações, paragens e avarias. As empresas têm a obrigação de eliminar totalmente este tipo de *muda*. O puro *muda* chega a representar a 65% do *muda* nas organizações;
- O desperdício necessário – Embora não acrescentando valor, estas atividades têm de ser realizadas. Exemplo: inspeção da matéria-prima comprada, realização de *setups*, serviço de contabilidade numa unidade de prestação de serviços de saúde. As empresas têm a obrigação de reduzir a presença deste tipo de *muda*, para o primeiro exemplo anterior, a empresa poderá optar por um fornecedor mais fiável ou em colaboração com este melhorar a qualidade dos materiais de forma a dispensar a inspeção e o controlo. Para o último dos exemplos, a unidade prestadora de serviços poderá fazer o *outsourcing* da função.

O *muda* pode ainda ser classificado como visível e invisível, existindo este último em maior abundância nas organizações e sendo o mais difícil de combater. Qualquer que seja a classificação que se usa, o primeiro passo deverá ser sempre a identificação do desperdício, seguindo-se a quantificação dos diferentes *mudas* identificados

2.3.4 IDENTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO

A gestão empresarial Japonesa identificou uma série de técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios. Destas destacam-se as seguintes:

- Os três MU's;
- Os 5M+Q+S;
- O fluxo de operações;
- Os sete desperdícios de acordo com Taiichi Ohno.

2.3.4.1 Os três MU's

Nesta abordagem de identificação dos desperdícios, o objetivo é chegar a uma condição onde a capacidade e a carga sejam iguais. Por outras palavras, nas empresas existem pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto/serviço que foi pedida para entregar a tempo ao cliente. As situações onde há desequilíbrio entre a carga e a capacidade resultam em perdas para a empresa.

Para a gestão empresarial Japonesa, isto é expresso em termos de *muda*, *mura* e *muri*. Estes três vocábulos Japoneses significam o seguinte:

- MUDA (refere-se ao desperdício) – tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado. Posto de uma outra perspetiva, desperdício refere-se a todas as componentes do produto e/ou serviço que o cliente não estará disposto a pagar;
- MURA (o que é variável, refere-se às irregularidades ou às inconsistências) – É eliminado através da adoção do sistema JIT (*jus-in-time*) procurando fazer apenas o necessário e quando pedido. Este é aplicado através do sistema *pull* deixando o cliente puxar os produtos ou serviços;

- MURI (o que é irracional, manifesta-se através do excesso ou a insuficiência) – É eliminado pela uniformização do trabalho (garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis).

A figura seguinte representa de forma bastante clara aqueles que são os 3 MU's.

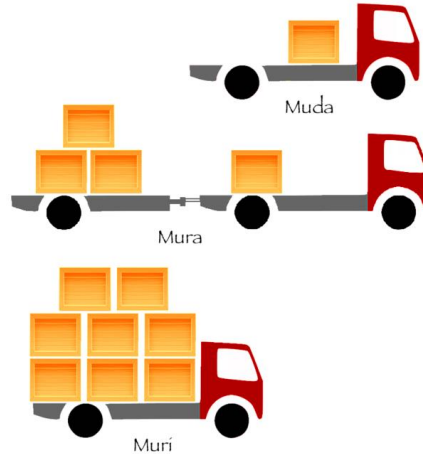


Figura 6 - Representação dos 3 MU's (TPS)

2.3.4.2 Os 5M+Q+S (*men, machines, materials, management, method, quality e safety*)

Outra maneira de pensar nos desperdícios é analisar as áreas onde estes podem ocorrer. A figura que se segue dá algumas pistas para começar a pesquisa de desperdícios numa organização. Como referido anteriormente, os desperdícios representam um enorme tesouro à espera de ser revelado. Seguir um método sistemático e disciplinado nesta conquista poderá ser uma mais valia.

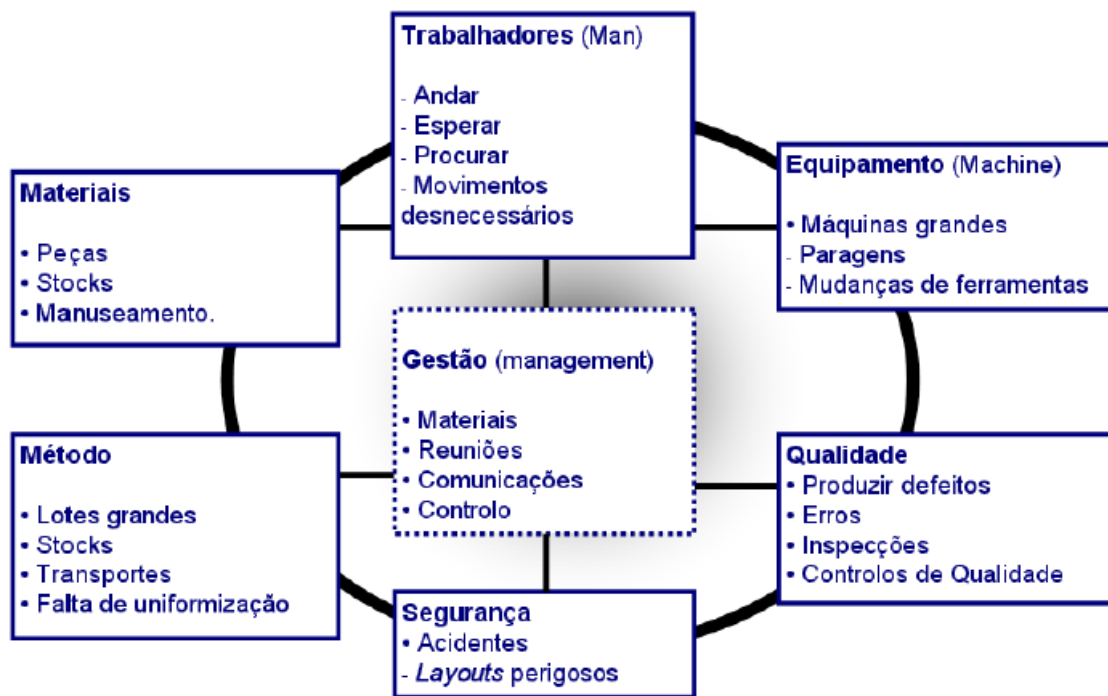


Figura 7 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de Productivity Press, 2003).

2.3.4.3 Fluxo de operações

O fluxo de operações (fabrico e/ou serviços) resume-se a quatro ações: retenção, transporte, processamento e inspeção.

A retenção quer dizer parar o fluxo sem acrescentar valor. Isto pode assumir várias formas, ex.: stocks e armazenamento. Para muitos gestores é muito cómodo pensar que os stocks resolvem os problemas de produção, mas de facto só os escondem. Além disso, com a crescente necessidade de reduzir tempos e custos, a acumulação de stocks não é decerto a melhor das estratégias porque as sufoca.

O transporte, qualquer que seja, refere-se à deslocação de artigos sem criar valor. Os transportes acontecem porque os locais de fornecimento, de fabrico e de consumo não estão localizados no mesmo ponto geográfico. Os transportes e as movimentações devem ser minimizados através da revisão de *layouts* e da colocação dos pontos de produção.

Por outro lado, o processamento significa criar valor, ao contrário do sobre processamento. Exemplos de sobre processamentos acontecem quando são realizadas operações desnecessárias na perspetiva do cliente como os retoques finais nos produtos ou serviços.

A inspeção identifica e elimina defeitos da produção. Esta ação não cria valor porque não elimina a causa dos defeitos, mas apenas o resultado. É necessário tomar ações para identificar as causas dos defeitos em vez de as controlar. Os conceitos de “qualidade na fonte” desenvolvidos pelos Japoneses são um bom exemplo para eliminar a inspeção. Para apoiar a qualidade na fonte, os Japoneses desenvolveram ferramentas como o *poka-yoke* e o *jidoka*.

2.3.4.4 Os 7 desperdícios (7W, seven wastes)

As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Taiichi Ohno (1912-90) e Shigeo Shingo (1909-90) no decorrer do desenvolvimento do TPS. Esta classificação, sendo a mais popular, reúne o essencial das ideias discutidas anteriormente. Assim, as sete formas de desperdícios identificadas por Ohno e Shingo são as seguintes:

- **Excesso de produção:** produzir excessivamente ou cedo demais, resultando fluxos irregulares de materiais e informação, ou em excesso de stocks;
- **Tempos de espera:** longos períodos de paragem de pessoas, equipamentos, materiais e peças resultando em fluxos irregulares, bem como em grandes *lead times*;
- **Transportes:** deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação resultando num dispêndio desnecessário de tempo, capital e energia;
- **Processos inadequados:** utilização incorreta de equipamentos e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos ou incorretos;
- **Excesso de stocks:** demasiados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente;
- **Movimentação desnecessária:** desorganização dos locais de trabalho, resultando um mau desempenho, despreocupação por movimentos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho;
- **Defeitos (qualidade):** Problemas frequentes nas fases de processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega.

2.4 O LEAN NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA E NOS SERVIÇOS

2.4.1 DO TPS AO LEAN THINKING

O resultado da evolução do TPS até à filosofia de gestão empresarial *Lean thinking* é apresentado na figura 8. Nesta figura, é possível identificar os principais blocos que se acrescentaram ao TPS:

- Gestão da cadeia de fornecimento (supply chain management, SCM) – a cadeia de fornecimento envolve todas as organizações que estão empenhadas no fabrico ou prestação de serviços e é através de cada uma que o valor é criado e transferido até ao cliente final. Aplicação da filosofia *Lean thinking* não se pode limitar à empresa, devendo ser disseminada por todas as partes para que a maximização do valor seja atingida. Os principais desafios neste âmbito são: colaboração entre todas as partes, sincronização e sintonia com o cliente final, redução de tempos e de custos, adaptabilidade (flexibilidade) de toda a supply chain e crescente reatividade às mudanças;
- Customer service (serviço ao cliente) – este conceito começou a ganhar popularidade a partir dos anos 1990's e desde então a generalidade das filosofias de gestão tendem a incorporá-lo. O cliente é o foco de cada organização, é para ele que toda a cadeia se coordena e cria valor. Cada vez mais, o serviço é valorizado pelo cliente. O serviço é, portanto, um fator de diferenciação crítico para todas as organizações.

Se nos anos 1990's o TPS passou a ser chamado de *Lean Manufacturing* ou *Lean Production*, com a publicação da obra de referência de Womack e Jones, a filosofia *Lean Thinking* iniciou o seu caminho, e cada vez mais se distanciou do “mundo industrial” para entrar no sector dos serviços públicos e privados (Pinto, 2014).

As características centrais do *Lean Thinking* podem ser descritas do seguinte modo:

- Organização baseada em equipas envolvendo pessoas flexíveis, com múltipla formação, com elevada autonomia e responsabilidade nas suas áreas de trabalho;
- Estruturas de resolução de problemas ao nível das áreas de trabalho, em sintonia com uma cultura de melhoria contínua;
- Operações *Lean*, o que leva os problemas a revelarem-se e a serem posteriormente corrigidos;
- Políticas de liderança de recursos humanos baseadas em valores, no comprometimento, as quais encorajam sentimentos de pertença, de partilha e de dignidade;
- Relações de grande proximidade com fornecedores;
- Equipas de desenvolvimento multifuncionais;
- Grande proximidade e sintonia com o cliente.



Figura 8 - Integração da "casa TPS" no "edifício *Lean Thinking*" (CLT, 2008)

A entrada em novos territórios empresariais, como por exemplo os serviços, tem levado académicos e praticantes a desenvolver novas metodologias e soluções *Lean* (Womack *et al*, 2005 e Moreira, 2008). Tal como antes aconteceu, quando o homem abandonou a agricultura para se dedicar à indústria, serão necessárias novas ferramentas e novas soluções para o *Lean Services*.

Numa economia de conhecimento, já muito antes anunciada por Drucker (2001), novos desafios se aplicam ao pensamento *Lean* ao potenciar a criação de valor através de recursos não materiais. Também agora impulsionado pela necessidade de um maior respeito pelo ambiente, pela crescente preocupação pela escassez de fontes de energia não renováveis, o *Lean Thinking* irá adaptar-se a novos desafios recorrendo a conceitos já estabilizados como a criação de relações *win-win* com todas as partes.

Em 2.3.2 foi dada uma definição do conceito “valor” onde são exemplificadas, de uma maneira geral, atividades que o agregam ou não. Os tempos agregadores de valor representam um baixo percentual se comparado ao tempo total de um processo. Segundo uma pesquisa realizada por Hines e Taylor (2000) constatou-se que o percentual de tempo de atividades que agregam valor em organizações de manufatura é de apenas 5% e em organizações de serviços, de apenas 1%, como podemos observar na figura 9.

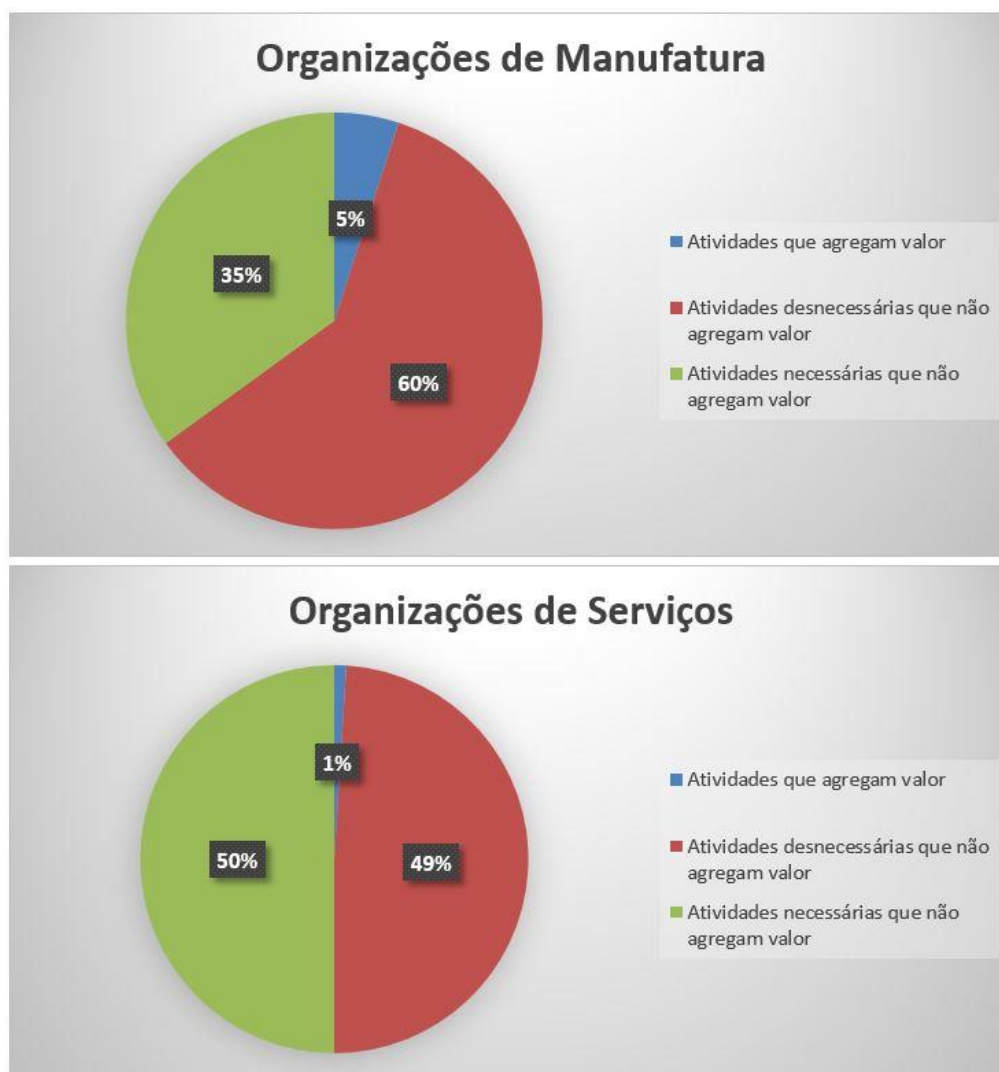


Figura 9 - Tipos de atividades na manufatura e nos serviços

A transição para novos campos de aplicação será tão melhor sucedida quanto maior for a orientação para a criação de valor para o cliente final, ao invés de se continuar a insistir na redução dos desperdícios. Valor será sempre aquilo que o cliente considera como compensação pelo seu tempo, esforço e/ou investimento.

É importante compreender que o *Lean Thinking* não é apenas um conjunto de práticas que usualmente se encontram no chão de fábrica (shop floor ou genba), mas antes uma mudança cultural profunda na maneira como as pessoas e a organização se comportam e pensam. Os resultados positivos são conseguidos através de práticas sustentadas por um conjunto de convicções e princípios que são compreendidos e adotados.

Numa organização *Lean*, toda a gente está focada na identificação e eliminação de todas as fontes de desperdício e ineficiências. Encara-se o mundo através dos olhos do cliente e procura-se satisfazer as expectativas deste.

Infelizmente, verifica-se que a generalidade das empresas tem adotado uma perspetiva muito restrita do *Lean Thinking*. Este é muitas vezes visto como uma coleção de práticas, com normas como o *kai-zen*, *poka yoke*, sistema *kanban*. Como consequência disto, a filosofia *Lean Thinking* tem sido aplicada apenas no *Genba*, de tal modo que o verdadeiro poder de transformação da adoção do *Lean Thinking* tem sido perdido, com as organizações a implementarem somente uma fração do seu potencial.

O verdadeiro poder de transformação do *Lean Thinking* é conseguido se for aplicado em toda a organização e, posteriormente a toda a cadeia de fornecimento. O *Lean Thinking* consegue transformar toda a gente e tudo o que a empresa faz. De facto, quando totalmente adotada, esta filosofia pode não só ajudar, mas também estender o poder da transformação aos fornecedores e aos clientes (Pinto, 2014).

O *Lean Thinking* revoluciona a maneira como a organização pensa e se comporta. Este acreditar na mudança e na melhoria contínua leva à aplicação correta das práticas *Lean Thinking* e sustenta a dinâmica e o processo de melhoria contínua.

2.4.2 O LEAN NOS SERVIÇOS

Quando executamos a transferência dos conceitos *Lean* das organizações produtivas para as prestadoras de serviços, como no caso apresentado anteriormente, deve-se ter cautela em função das diferenças existentes entre os dois tipos de organização, uma vez que:

- Os processos não se repetem com a mesma frequência nas organizações de serviço e os clientes são parte do processo com frequência;
- As entregas das organizações de serviços são predominantemente MTO – Make To Order (produzir conforme pedido), enquanto as organizações de manufatura podem ser MTS – Make To Stock (produzir para estoque);
- O fluxo de processo é de difícil visualização para serviços;
- A qualidade para serviços é muitas vezes intangível e baseada nas expectativas nem sempre objetivas dos consumidores, enquanto nos processos industriais, baseia-se nos custos e no preço, que dependem das especificações dos produtos;
- A maioria das organizações de serviços não possui histórico de avaliações de performance, indicadores de desempenho e padronização de processos.

No setor dos serviços é possível identificar duas aproximações ao *Lean Thinking*. A implementação completa da filosofia *Lean Thinking* e a opção de realizar eventos de melhoria rápida (RIE, rapid improvement events). Exemplos de implementações completas da filosofia são também caracterizados por recorrerem a RIEs, e são mais difíceis de identificar no sector dos serviços. A estratégia de implementação global, embora bem mais demorada e dispendiosa, alinha a visão de melhoria contínua com o todo.

Em alguns casos é possível identificar organizações de serviços que recorrem ao método kaizen blitz ou RIE. Os métodos baseados nos RIE recorrem a workshops de rápida melhoria para fazer pequenas e rápidas mudanças. Começam, por norma, com um período de preparação de dois a três dias, seguidas de um evento de cinco dias para identificar as alterações necessárias, e um período de três a quatro semanas de seguimento (*follow up*) após cada evento onde as mudanças são implementadas.

Uma das vantagens dos RIE é a capacidade de anular a tradicional resistência à mudança das organizações e, ao mesmo tempo, a capacidade para ultrapassar a lenta resposta ou iniciativa dos colaboradores nas áreas de intervenção. É ainda possível identificar como vantagem deste método o rápido retorno do investimento, sem que isso implique grandes choques com os atuais estilos de gestão nas organizações, tal como acontece com a implementação global da filosofia *Lean Thinking*.

A produção de *quick wins* (ganhos/resultados rápidos) garantida pelos RIE é mais facilmente percebida pelos colaboradores, principalmente quando estes são envolvidos na realização dos eventos de mudanças. Um dos pontos fracos da abordagem RIE é que os benefícios alcançados com os *quick wins* são difíceis de manter dado que não têm por detrás uma estratégia de melhoria contínua de longo prazo. Por outro lado, o modelo de implementação completa tem a vantagem de ligar as ações de melhoria a uma estratégia global e integrada, que no médio/longo prazo demonstra ser bem mais vantajosa e sustentada do que a abordagem RIE.

2.4.3 APLICABILIDADE DOS TRADICIONAIS MÉTODOS E FERRAMENTAS LEAN NOS SERVIÇOS

Na indústria, a ênfase é colocada num conjunto de ferramentas e métodos utilizados para combater o desperdício e uniformizar procedimentos e produtos. No sector dos serviços, embora haja uma grande identificação com os sete princípios do *Lean Thinking*, uma boa parte das ferramentas e métodos tradicionalmente aplicados na indústria é desconhecida dos agentes ligados aos serviços. Uma grande parte das organizações de serviços utiliza ferramentas como os 5S, VSM e pouco mais. Isto sugere que as ferramentas e métodos *Lean* tradicionais não encontra aplicação óbvia e imediata no contexto dos serviços. De facto, muitas ferramentas e métodos, necessitam de ser adaptados para responderem aos pedidos de maior flexibilização de processos encontrada no sector dos serviços públicos e privados.

De um modo geral, *Lean* pode ser considerado como uma filosofia, que procura desenvolver boas práticas de gestão que permitem a redução do desperdício e o aumento do valor através de uma cultura de melhoria contínua. A abordagem *Lean* requer uma nova forma de encarar a organização, incentivando todos os colaboradores a considerarem as suas ações sob o ponto de vista do cliente. Deste modo, o fluxo de informação e o contacto com o cliente é melhorado devendo, portanto, envolver o maior número possível de pessoas, sem excluir fornecedores e clientes, durante o processo de transformação, de forma a alcançar uma mudança cultural dentro da organização.

2.4.4 LEAN SERVICES

As características únicas dos serviços levantam novos desafios ao pensamento *Lean*. Não é apenas o campo de aplicação que é novo como também a abordagem tem de ser nova e suportada por novas ferramentas e novas metodologias.

Neste sentido, Womack et al (2005) sugerem a adoção de novos princípios:

- “Resolve o meu problema”;
- “Não me faças perder o meu tempo”;
- “Disponibiliza-me exatamente o que eu desejo, onde desejo e quando desejo”;
- “Continuamente agrega soluções para reduzir o meu tempo perdido e as minhas chatices”.

Estes são, resumidamente, os princípios do *Lean consumption* (Womack e Jones, 2005) e criam novos desafios a todos os gestores de serviços. O cliente típico dos serviços é por norma bem mais exigente e informado que o cliente industrial, muito menos paciente e tem acesso a melhores e mais eficazes sistemas de defesa dos seus interesses.

2.5 CONCLUSÕES

O pensamento *Lean* é um ajuste e desenvolvimento da cultura organizacional ocidental ao *Toyota Production System*. Desenvolve-se segundo cinco princípios: valor, corrente de valor, fluxo, *pull* (puxar) e perfeição. O valor é definido pelos clientes finais e é responsabilidade da empresa garantir que lhe chega esse mesmo valor livre do custo de desperdícios, tais como, sobreprodução, espera, transportes, processamento desadequado, inventário desnecessário, defeitos e recursos desaproveitados. Este pensamento destaca a identificação e eliminação de desperdício e simultaneamente a maximização de valor ao longo do processo de produção. Passa necessariamente por repensar a estrutura organizacional e por incrementar o fluxo de tarefas que resolvem problemas, tarefas que informam e tarefas que produzem.

A perfeição *Lean* significa dizer que nada é perfeito e tudo pode ser melhorado, logo tem que se encorajar a procura de soluções melhoradas de dia para dia.

3

CONSTRUÇÃO LEAN

3.1 LEAN CONSTRUCTION – GÉNESE DO LEAN NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

A cultura da construção e os seus métodos estão enraizados em períodos anteriores à análise científica. Contudo, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, têm surgido várias iniciativas no sentido de entender a construção e os seus problemas, para se conseguir desenvolver soluções e melhoria de métodos. Pode-se reconhecer iniciativas estratégicas tais como a industrialização, a computação integrada na construção e a gestão total da qualidade, bem como iniciativas táticas e operacionais como é caso das ferramentas de planeamento e controlo, dos métodos organizacionais, fatores de sucesso do projeto e os métodos de melhoria da produtividade (Koskela, 1992).

O aparecimento da *Lean Production* surge como um ponto de viragem, como uma mudança de abordagem do sistema de produção, em contraponto com as linhas de produção em massa. No capítulo anterior foram referidos os cinco princípios fundamentais do pensamento *Lean* que Womack e Jones (1996) apontaram bem como os que Liker (2003) definiu como visão estratégica com vista à implementação, todos com base no *Toyota Production System*. Apesar de na indústria da construção já ser prática corrente a definição do valor do produto segundo os requisitos do cliente final, parece ser difícil, na forma convencional de agir deste sector, promover outros princípios e ações produtivas de base *Lean* – identificação sistemática da corrente de valor e na preocupação de manter o seu fluxo ininterrupto, na criação de pensamentos do tipo “parar a linha”, e executar somente quando o “cliente puxa” sem “nada aprovisionado”. De facto, na construção estamos perante uma produção diferente da fabricação industrial de manufatura, como é o caso da indústria automóvel, que está na génese do pensamento *Lean*.

No entanto, o *Lean Thinking* e os princípios subjacentes procuram acima de tudo orientar para uma nova forma de coordenar a ação, ou seja, são fundamentalmente bases culturais e não diretivas estanques. Logo, como se trata de uma filosofia parece ser possível que as indústrias que não são puramente de manufatura consigam adaptar os traços característicos do *Lean* às respetivas condições e especificidades. É necessário, por um lado, ter em mente os objetivos e as técnicas com que se relacionam estes princípios, e, por outro, o tipo de produção que está em causa e quais as mudanças que este necessita para que a mudança *lean* resulte.

A discussão da possibilidade de aplicação da filosofia da *Lean Production* na construção foi lançada pelo trabalho de Lauri Koskela (1992). Este levou sobretudo a que a comunidade de gestão da construção considerasse os aspetos das permutas entre tempo, custo e qualidade que estavam estabelecidos de forma inadequada. Para além disso, sublinhava a importância do fluxo do processo de produção, bem como a

conversão de *inputs* em produto acabado (*outputs*). Todos estes aspetos são elementos importantes para a criação de valor ao longo da vida do projeto

A *Lean Construction* é precisamente a abordagem à cultura *Lean* por parte do sector da construção e esta tem evoluído com identidade própria desde há cerca de década e meia, seguindo um caminho particular e de entendimento diferenciado, mas com o sentido de, tal como se verificou em outras indústrias com a ideias *Lean*, obter melhoria da produtividade e bons resultados – valor para o cliente e ao mesmo tempo lucro para a empresa.

Os princípios *Lean* são vistos na manufatura como um assunto amadurecido, ou seja, como ponto de chegada para a produção. Para a abordagem *Lean* da construção estes estabeleceram-se como um ponto de partida, pois a *Lean Construction* evoluiu para além das teorias e dos princípios *Lean*, procurando formular teorizações específicas (Koskela, 2000) que respondam às suas particularidades. Assim, tem-se vindo a incorporar no estudo da *Lean Construction* novas vertentes, tais como a complexidade, a gestão por conversação, a aprendizagem contínua ao longo da vida (Macomber e Howell, 2003; Bertelsen e Koskela, 2004).

3.2 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO VERSUS MANUFATURA

A construção é a produção de peças de arte únicas em grande escala. Mas nem sempre foi vista em termos de sistema de produção tendo provavelmente sido Koskela (2000) o primeiro a sugerir tal. Este também salientou a necessidade de a construção encontrar a sua própria teoria, que permita melhorar o processo e resolver os problemas e as instabilidades inerentes.

Genericamente têm sido apontadas duas vias para a redução da instabilidade relativa, que se verifica na produção da construção. A primeira é a minimização das particularidades para fazer proveito da tecnologia, das técnicas e dos métodos utilizados na manufatura. A ideia é conduzir a uma maior pré-fabricação e normalização dos processos de construção. Tal mudança foi mesmo apontada no Reino Unido pelo relatório Egan (1998) como medida para tornar a construção *Lean*. A segunda via passa pelo desenvolvimento de técnicas dentro da construção que possibilitem lidar com a sua dinâmica (Ballard e Howell, 1998). Ou seja, antes de “industrializar” a construção, é necessário ter o controlo do processo, o que é um objectivo *Lean*.

Contudo, para Ballard e Howell (1998) a construção é fundamentalmente diferente da manufatura que deu origem ao *Lean Thinking*. Querer transformar os processos construtivos nos do tipo da manufatura, com iniciativas de normalização e repetição de processos, poderá ser fácil em projetos pequenos, simples de longa duração. Mas torna-se extremamente complicado efetuar o mesmo para projetos mais dinâmicos, isto é, os que são rápidos, complexos e imprevisíveis. E a maior parte dos projetos são da segunda categoria.

Howard e Ballard (1998) consideram que mais do que tentar tornar a construção numa produção do tipo da manufatura deve-se desenvolver uma cultura *Lean* adaptada a uma construção dinâmica. Para além disso sugerem que percebendo o modo como fazer a construção *Lean* se poderá entender melhor como se pode transformar a manufatura no futuro. São de opinião que esta está cada vez mais semelhante à produção da construção, pois na manufatura cada vez mais se procura a entrega instantânea de produtos personalizados. É importante definir o tipo de produção que é a construção para se poder entender como se lhe poderá aplicar os princípios *Lean*.

Tradicionalmente a produção é considerada segundo o Modelo de Conversão, com transformação de *inputs* em *outputs*. Esta transformação pode existir sob três formas: extração, fabricação e montagem. No caso da construção poder-se-ia considerar, de uma forma distanciada, a existência de cadeias de

montagem onde ocorre uma cadência de atividades que se executam de forma ordenada e em que existe libertação de uma para acontecer outra. Mas na verdade, e olhando mais próximo, verifica-se que são frequentes as alterações da ordem de montagem e que também é muito comum ocorrer fabricação. Na prática a execução na construção passa pela combinação de fabricação com montagem.

Para Ballard e Howell (1998) existe uma grande diferença entre o seguimento de trabalhos numa obra e a sequencialidade de uma linha de montagem, sobretudo quanto à forma como são dirigidas. Se numa fábrica há um alinhamento de máquinas, no qual está programado determinado fluxo, já na construção o fluxo é sustentado por diretivas de trabalho. Analogamente, é a mesma diferença que ter o fluxo segundo o produto ou o fluxo segundo o processo. A chave para uma produção eficiente em estaleiro é o binómio do planeamento e controlo. Estes são os processos que produzem as diretivas de trabalho dentro do sistema de produção. Através destes condiciona-se prudentemente as escolhas de trabalho e coordena-se os fluxos para otimizar as soluções.

Também se tem que considerar que a produção da construção começa desde logo na fase de desenho e dimensionamento. Nesta fase começa-se a encontrar a complexidade, incerteza e rapidez que o projeto dinâmico exige. É vital estruturar e gerir desde o primeiro instante estas exigências para fazer a construção *Lean* (Ballard e Howell, 1998).

3.3 PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION

Como analisado anteriormente, o processo da construção é em si mesmo um tipo específico de produção. O *Lean Construction* é um sistema produção de realização e gestão de projeto que enfatiza a entrega de valor de forma fiável e rápida, e que desafia, tal como a *Lean Production*, a crença nas relações de permuta entre tempo, custo e qualidade que é aceite em geral (Daeyoung, 2002). Chitla (2002) enuncia que, de uma forma ou de outra, a *Lean Construction* tem as seguintes características:

- Conjunto claro e definido de objetivos para o processo de fornecimento, com bom entendimento das necessidades e requisitos do cliente;
- Equipas de desenho de produto e de processo a funcionar em forma cruzada e concorrencial para fornecer mais valor – potencia a interação positiva;
- Alterar o trabalho ao longo da cadeia de fornecimento de forma a reduzir a variação e ir de encontro de encontro à quantidade e conteúdo do trabalho;
- Estruturar o trabalho para todo o processo para aumentar o valor e reduzir o desperdício ao nível da execução do projeto. Desenvolver esforços para melhorar a performance ao nível do planeamento para aumentar a performance ao nível da execução do projeto.

Para além disso, *Lean Construction* enfatiza a eficiência medida através do tempo de ciclo, da taxa de defeitos, e do trabalho planeado e concluído a cada semana. O objetivo é eliminar o desperdício, sobretudo criado pelas atividades que não acrescentam valor. A sua concretização depende de organizar a interdependência, melhorar a fiabilidade, reduzir a incerteza e integrar a gestão da produção. Descentralizar significa fornecer aos participantes do projeto informação sobre o estado dos sistemas de produção e fornecer a este poder de decisão para agirem sem necessitarem de ordens vindas da gestão hierarquicamente superior (Daeyoung, 2002). Koskela (1992) resumizou o *Lean Thinking* em 11 princípios aplicáveis à *Lean Construction*, à semelhança dos que foram descritos anteriormente para a *Lean Production*:

- Reduzir a quantidade de atividades que não acrescentam valor (desperdício).
- Aumentar o valor final através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente – o cumprimento dos requisitos gera valor, mas é necessário identificar e clarificar os requisitos;

- Reduzir a variabilidade – pois um produto uniforme é melhor do ponto de vista do cliente e a variabilidade aumenta a quantidade de atividades que não acrescentam valor.
- Reduzir tempos de ciclo – através da eliminação de inventários e descentralização na hierarquia organizacional;
- Simplificar através da minimização do número de passos, partes e ligações.
- Aumentar a flexibilidade do resultado final – pode-se conseguir através da modularização de produtos, da redução da dificuldade de redefinição e do treino de uma equipa multi-especializada;
- Aumentar a transparência do processo – o objetivo de tornar o processo de construção transparente e observável facilita o controlo e melhoria por parte dos empregados;
- Focar o controlo de todo o processo – a otimização do fluxo total de trabalho é otimizada pela permissão de controlo do processo por parte de equipas autónomas e pela construção de cooperação a longo prazo com os fornecedores;
- Melhorar continuamente o processo - de forma a reduzir o desperdício e a desenvolver continuamente atividades que acrescentam valor;
- Balancear as melhorias de fluxo com as melhorias no processo de conversão – um fluxo melhorado requer menor investimento de equipamento e permite controlar de forma mais fácil a implementação de tecnologia de conversão;
- *Benchmark* – sabendo os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças à organização (análise SWOT), conhecendo os líderes da indústria e as suas práticas, incorporando as boas práticas na organização e criando um nicho que combine os pontos fortes existentes com as práticas externas.

De novo se salienta que tendo em conta estes princípios, a implementação da *Lean Production* na construção não requer que se transforme esta numa produção do tipo da manufatura. Ou seja, não se exige que se padronize os produtos ou se utilize explicitamente as ferramentas *Lean* desenhadas para a manufatura. Para além destes princípios iniciais está o desenvolvimento de novos princípios que permitam perseguir a meta *Lean* segundo as características específicas da indústria da construção. A implementação *Lean* implica a adoção da perspetiva da construção como “sistema de produção enquanto projeto” (Ballard e Howell, 1998). Para além disso, Koskela (2004) sugere um novo desperdício para além dos sete tradicionais do *Lean thinking*. Trata-se de uma originalidade que têm muito a ver com o desenvolvimento que *Lean Construction* tem tido. Este desperdício está relacionado com as situações em que uma tarefa é iniciada sem todos os *inputs* necessários ou mesmo se a sua execução prossegue na ausência de uma dessas contribuições chave. A este desperdício o investigador chamou-lhe de **making-do**, e considera que este é provavelmente um dos mais frequentes da indústria da construção pois a visão tradicional claramente negligencia-o.

3.4 A TEORIA LEAN APLICADA À CONSTRUÇÃO

Koskela (2000) lança as bases para uma teoria de produção e demonstra o seu uso na construção. A construção deve ser entendida não só como processo transformação, como acontece na caracterização de conversão convencional, mas também em termos de fluxo de trabalho e criação de valor. Esta teoria foi apelidada como teoria de produção TFV – acrónimo de Transformação, Fluxo e Valor.

A perspetiva oferecida por esta teoria é a de ter três tipos de visão (T, F e V), na modelação, no dimensionamento, no controlo e na melhoria da produção. Deve ser feita a sua gestão de acordo com os respetivos conceitos e princípios. Estas visões são distintas, mas não competem entre si, antes pelo contrário, complementam-se.

A gestão da transformação envolve a gestão de contratos, estabelecimento de parâmetros e processos de qualidade e segurança, e frequentemente conduz àquilo que pode parecer ser um aumento na produtividade, mas que na verdade é apenas uma sub-otimização. É essencial que esta gestão exista para fazer face ao imenso volume de contratos que a construção envolve. No entanto, é insuficiente para abranger toda a complexidade e dinamismo do projeto. A gestão do fluxo introduz novas atividades de gestão, sendo a mais importante no aumento de cooperação ao longo da cadeia de fornecimento. Isto compreende não só a cooperação entre o empreiteiro geral e os subcontratados, mas também, com os produtores e com os fornecedores dos materiais de construção. A logística dos materiais e da informação é igualmente uma atividade que deve ser estabelecida. Por último, a gestão do valor, ou da criação de valor, é a mais difícil de caracterizar. Logo a começar pelo facto, de ser mais complicado conceptualizar o que é efetivamente o valor. Esta provavelmente deverá ser mais proeminente nas primeiras fases do projeto de definição, desenho e dimensionamento (Bertelsen e Koskela, 2002). Assim, como se pode observar na figura seguinte, de forma a consolidar estas três visões é necessário conseguir uma gestão equilibrada de entendimento das especificidades de cada uma e também de como se interligam.

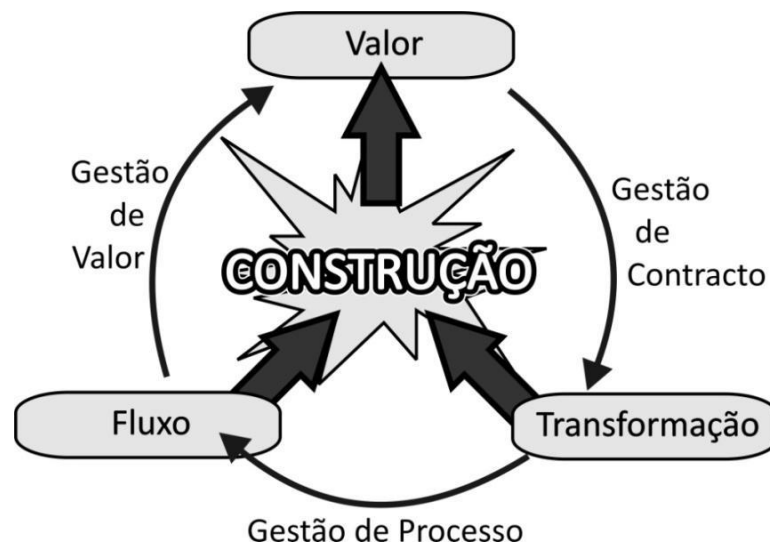


Figura 10 - Gestão tripartida da construção (Bertelsen e Koskela, 2002)

Koskela (2000) também introduz, aquela que será provavelmente, uma das mais importantes contribuições da *Lean Construction* para a compreensão do processo de construção. Identifica sete vertentes de fluxo, a que chama de subfluxos, que considera necessários para garantir a boa execução de uma determinada quantidade de trabalhos. Os subfluxos relativos a uma determinada atividade são: trabalhos precedentes, espaço, equipa (mão-de-obra), equipamento, informação (elementos de desenho e dimensionamento), materiais e condições externas. Se um destes subfluxos mostrar problemas muito provavelmente a realização do processo sairá afetada. Assim, do ponto de vista da gestão poder-se-ão considerar como pré-condições cuja satisfação garante o arranque das atividades e consequentemente um fluxo constante do processo de produção. Cada um tem a sua natureza específica, logo fatores de incerteza característicos. Assim cada um deles deve ser gerido tendo em conta as suas especificações.

Na gestão de fluxo, ao nível da produção, uma das ferramentas mais populares do *Lean Construction* é o *Last Planner* (Ballard, 2000), que atua ao nível da cooperação e da logística durante a fase de execução. O planeamento e o controlo são os processos que desenvolvem com o propósito de conseguir garantir um fluxo constante do processo de produção. Este processamento demonstrou um entendimento eficaz em relação aos princípios *Lean* levando-o à sua implementação em alguns projetos-piloto. O sucesso de

resultados de melhoria de produtividade popularizou-a na indústria, contando atualmente com vários estudos nos quatro cantos do mundo. Da mesma forma também acontece o *Last Planner* ser confundido como sinónimo de *Lean Construction*, o que obviamente não é correto.

3.5 CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL VERSUS LEAN CONSTRUCTION

Os projetos estão a aumentar de tamanho e cada vez demonstram mais incertos e complexos. Os modelos e técnicas de gestão convencionais começam a não funcionar tão bem nos projetos de grande escala e extremamente dinâmicos. Esta gestão passa sobretudo pelo planeamento, controlo e execução, segundo o paradigma da Gestão de Projeto.

Segundo Ballard e Howell (1996) existe a necessidade de controlar a gestão dos processos dos projetos, e não somente os seus resultados. Tradicionalmente os resultados são medidos em termos de custo e prazos, e estes indicadores só poderão ser verdadeiramente utilizados para decisões em projetos dinâmicos se o respetivo sistema de gestão estiver sob controlo. O primeiro indicador da boa ou má execução do controlo é a fiabilidade do planeamento de produção que se tem. O próprio trabalho de controlo altera-se consoante os projetos. Segundo o modelo clássico de controlo, os objetivos do projeto são assumidos como fixos e os meios para atingi-los são somente alteráveis quando é necessário recuperar de uma falha de performance face ao plano inicialmente estabelecido. Ou seja, o sistema de controlo de projeto tradicional verifica sobretudo qual é o afastamento que existe em relação aos objetivos inicialmente estipulados em termos de custo, prazo e qualidade. As ações tomadas são em função dessas leituras. Assim, a função de controlo num sistema tradicional é feita para dizer se o plano está a ser cumprido e para promover uma reação em função dos dados obtidos. No entanto este nada informa acerca das causas para o não cumprimento de determinadas datas ou objetivos planeados (Ballard e Howell, 1996).

Para Howell e Koskela (2000) a gestão de projeto corrente revela-se insuficiente por diversas razões:

- Desconsidera-se a incerteza presente na abrangência e nos métodos do projeto;
- Considera-se a relação entre atividades simples e sequencial quando na realidade é mais complexa;
- As fronteiras das atividades são tidas como rígidas, mas na verdade raramente o começo de uma atividade está em função da de cima;
- Preocupa-se com o resultado obtido em cada atividade fazendo com que haja uma perspetiva egoísta de melhoria para cada uma sem se preocupar com o impacto que possa ter nas restantes ou no processo global;
- A gestão da produção está excluída da gestão de projeto.

De forma diferente, pela abordagem *Lean*, na gestão de projeto desenha-se um sistema de controlo que tenta garantir que o plano é concretizado. O próprio sistema estabelece-se como uma moeda de duas faces que vai girando entre planeamento e controlo da produção. Um conceito chave do *Lean Construction* na fase de execução é o de que uma tarefa só deve ser iniciada – ou colocada no planeamento semanal /execução – caso tudo o que é necessário para a concluir com sucesso esteja resolvido antecipadamente. No caso de uma tarefa não ser realizada o sistema recebe rapidamente *feedback*. Logo, a causa pode ser identificada e ser seguido o rasto desta até à raiz do problema. Com esta informação a gestão pode tomar medidas preventivas e corretivas e pode utilizar a informação reportada para melhorar o processo de planeamento (Ballard e Howell, 1998).

Em vez de se ter uma gestão reativa, processa-se uma gestão pró-ativa. Tradicionalmente na construção parte-se o projeto no início, de forma discreta, em tarefas que tentam ser geridas e otimizadas de forma individual. Mas esta perspetiva de planeamento, embora possa parecer fazer sentido, torna-se insuficiente e raramente se consegue traduzir uma situação real visto que se assume de forma simples prazos e custos e desconsidera-se a maioria das relações complexas entre tarefas. São essas relações que fornecem grande variabilidade. A coordenação entre as organizações ou equipas é basicamente controlada pelo plano geral que estabelece a sequência das atividades e determina quando cada uma começa e quanto tempo dura. Custos, erros e aprendizagem são reconhecidos egoisticamente para cada atividade. Quando são necessárias melhorias de produção, nomeadamente dos índices de controlo, a solução frequentemente adotada passa por acelerar as atividades através do aumento de recursos (Ballard e Howell, 1998). Com o planeamento *Lean* tenta-se lidar com as imprevisibilidades de forma a reduzir a variabilidade na construção. Isto passa em grande parte pela gestão da interação entre atividades. Esta Ação advém de um princípio simples: a necessidade de criação de um fluxo de trabalho fiável em termos globais de projeto que é o nosso sistema de produção. O trabalho não é exclusivamente ditado pelo que está no plano geral, mas também é estabelecido com quem o vai efetuar tendo em conta os constrangimentos que se verificam, de forma a ser o mais realista possível. Este planeamento detalhado a curto prazo permite estabelecer considerações sobre materiais, equipamentos, mão-de-obra, informação, condições atmosféricas, se a equipa e atividade precedente é fiável e se estará concluída a tempo, ou seja, sobre os subfluxos ou pré-requisitos para arranque da atividade. Tais considerações seriam impossíveis na fase de concretização planeamento geral, que é feita a grande distanciamento do momento de execução. Assim o redesenhar do sistema de planeamento ao nível da execução é a chave para assegurar um fluxo de trabalho fiável (Ballard e Howell, 1998).

O controlo na *Lean Construction* passa por fazer acontecer ações específicas, tendo em conta critérios que permitem definir se a tarefa pode ser concluída como planeado. Caso não seja concluída são identificadas as razões e tomadas medidas. Logo, o planeamento *Lean* é uma redução progressiva da incerteza de forma a assegurar que as tarefas a executar estão livres de constrangimentos, sendo feita a sua análise segundo as categorias de subfluxos já referidas. Daí resulta que cada vez será menor a variação do fluxo de trabalho. Também aumenta a perceção de que esta redução permite que quer os custos quer os prazos sejam reduzidos. A duração é reduzida pois o trabalho é melhor sincronizado com a mão-de-obra e recursos. O custo desce porque um fluxo de trabalho previsível permite entregas *just-in-time* das encomendas, a satisfação das condições de início de atividade e a diminuição de desperdício. Por último, o valor é garantido entre as várias partes através de um diálogo interativo em que se define fins e meios (Howell e Koskela, 2000).

A forma correta de aplicar a *Lean Construction* passa por primeiro considerar os princípios e depois perceber como estes podem ser implementados recorrendo a técnicas e processos especialmente desenvolvidos. A seguinte Tabela 1, por Abdelhamid e Salem (2005), ilustra a que níveis podem acontecer a mudança da gestão convencional da construção para a *Lean Construction*:

Tabela 1 - mudança da gestão convencional da construção para a *Lean Construction* (Abdelhamid e Salem (2005))

Gestão convencional da construção	Lean construction
Sabe-se como transformar materiais em estruturas fixas.	Sabe-se (também) como transformar materiais em estruturas fixas
É expectável acontecerem mudanças de definições e erros de desenho durante a construção, que serão resolvidos e novamente preparados pela equipa de construção.	Desenha-se produto e processo de construção em conjunto para evitar erros/omissões de desenho e dimensionamento que levantam questões de possibilidade de execução.
O gestor é o ÚNICO responsável pelo planeamento.	Os gestores são os PRIMEIROS responsáveis pelo planeamento, o dos processos e das fases, e os encarregados e trabalhadores são os ÚLTIMOS responsáveis pelo planeamento, o das operações.
Assume-se que reduzindo o custo de uma peça irá se reduzir o custo de todo o projeto – o todo é a soma das partes.	Trata-se todo o projeto como um sistema e faz-se uso do <i>Target Costing</i> para alcançar as reduções do custo de projeto – o todo é mais que a soma das suas partes.
Empurra-se a produção ao nível local pensando erradamente que será a forma de alcançar eficiência global.	Empurra-se a produção para maior processamento do sistema considerando ser a única forma de alcançar eficiência global.
Gere-se o processo utilizando os elementos que referem a evolução de custos – os quais estão na base dos pagamentos.	Utiliza-se os elementos de evolução de custos como um <i>INPUT</i> para o planeamento e controlo das operações no estaleiro.
É-se guiado pelo paradigma de retornos em termos de prazo/custo/qualidade.	Desafia-se o paradigma de retorno em termos de tempo/custo/qualidade ao remover as fontes de desperdício nos processos de desenho/produção de forma a promover um melhor e mais fiável FLUXO DE TRABALHO.
Não se planeia ou controla as operações de produção em estaleiro a não ser que se verifique desvios de custo e de prazo – espera-se até que os problemas aconteçam para se reagir no sentido de voltar a ter o projeto no rumo definido.	Planeia-se e controla-se as operações de produção em estaleiro de forma a prevenir que os indicadores de evolução do projeto não de desviem dos prazos e custos definidos
Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando se maximiza a performance em relação ao custo – perspetiva <i>Value Engineering</i> (VE).	Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando o valor do produto é aumentado (a infraestrutura efetivamente corresponde às necessidades do cliente) através da gestão do processo de valor da construção – perspetiva <i>Value-based Management</i> (VBM).

3.6 AVALIAÇÃO SWOT DO LEAN NA CONSTRUÇÃO

Embora as metodologias *Lean* tenham nascido na indústria, esta abordagem da gestão de projetos tornou-se muito mais difundida e agora é usada em uma variedade de indústrias, incluindo construção. A implementação e adesão a práticas *Lean* é mais fácil numa configuração industrial devido aos seus processos de produção fixos, necessidades de materiais previsíveis e procedimentos repetitivos. Já nas operações de construção não se beneficiam dessas qualidades de uma forma tão linear. Pelo contrário, a maioria dos projetos de construção são personalizados, os projetos não são criados para múltiplos usos, as forças de trabalho são transitórias, os materiais mudam com frequência e as parcerias com fornecedores e subempreiteiros são formadas e descontinuadas regularmente. Por estas razões, aplicar princípios LC a uma empresa de construção pode representar desafios únicos, mas os ganhos a longo prazo de adotar essa metodologia de produção são significativos. A figura seguinte representa, de uma forma generalizada, uma análise SWOT da implementação do LC na indústria da construção.



Figura 11 - Análise Swot do *Lean* na indústria da construção

3.7 RESISTÊNCIA À MUDANÇA

Resistência à mudança é algo absolutamente normal e esperado em todos os seres humanos. Não há mudança que não nos force a abrir mão de algumas coisas e é normal que um sentimento de medo do desconhecido venha “atormertar” as pessoas. O correto é tentar transformar o “desconhecido” em “conhecido” onde planejar a mudança é fundamental para que as resistências sejam minimizadas.

Para Megginson et al, (1998), o processo de mudanças deve ser considerado parte da vida quotidiana das empresas, o que inclui novos métodos de realizar o trabalho, novos processos, entre outros, além de elencar que há duas maneiras de se lidar com a mudança organizacional: processo proativo de mudança e processo reativo de mudança. Desta forma considera-se que a mudança é inerente às pessoas e organizações. Não é feita apenas de ideias, ou simplesmente uma substituição de procedimentos, métodos e sistemas e sim exigem uma nova concepção do ambiente de trabalho na empresa.

As mudanças organizacionais estão ligadas à inovação. Trocar padrões, modificar, introduzir um novo procedimento que seja capaz de gerar melhoria. Esta é a busca incansável das organizações a fim de se manterem vivas na concorrência que é imposta pelo mercado. Em se tratando de uma mudança, resistências serão sempre enfrentadas.

Estar num ambiente de comodidade é mais seguro e mais confortável para os indivíduos. De certa maneira tudo o que foge da comodidade, do conhecido, traz uma tendência natural de resistência.

A tabela seguinte resume as principais causas de resistência à mudança segundo uma fonte específica. ROBBINS *et al* (2010) classificou em fontes individuais as que residem em características humanas como percepção, personalidade e necessidades e fontes organizacionais que são as que residem na própria estrutura organizacional.

Tabela 2 - Fontes de resistência à mudança (Adaptado de ROBBINS et al (2010))

Fontes individuais	Fontes Organizacionais
Hábitos – Criamos hábitos ou respostas programadas para enfrentar a complexidade da vida. Quando nos defrontamos com a mudança, essa tendência de reagir conforme de costume transforma-se em fonte de resistência.	Inércia estrutural – As organizações possuem mecanismos internos, como seu processo de seleção e as regras formais, para produzir estabilidade. Quando uma organização se confronta com a mudança, essa inércia estrutural age como um contrapeso para sustentar a estabilidade.
Segurança – As pessoas com elevada necessidade de segurança costumam resistir à mudança por se sentirem ameaçadas.	Foco limitado de mudança – As organizações são formadas por diversos subsistemas interdependentes. Não se podem fazer mudanças em um deles sem afetar os demais. Dessa forma, mudanças limitadas nos subsistemas tendem a ser anuladas pelo sistema maior.
Fatores econômicos – As mudanças nas tarefas ou rotinas estabelecidas podem suscitar temor com relação às finanças quando uma pessoa pensa que não será capaz de apresentar o mesmo desempenho de antes	Inércia de grupo – Mesmo que os indivíduos queiram mudar seu comportamento, as normas de grupo atuam de forma limitadora.

Tabela 3 - Continuação

Fontes individuais	Fontes Organizacionais
Método desconhecido – A mudança faz o conhecido ser trocado pela ambiguidade e pela incerteza.	Ameaça à especialização – As mudanças nos padrões organizacionais podem ameaçar a exclusividade de alguns grupos especializados.
Incerteza – É caracterizada pela falta de informações sobre acontecimentos futuros. Ela representa o medo do desconhecido. A incerteza aumenta o risco de fracasso e torna difícil computar as probabilidades e os custos associados a decisões alternativas	Ameaça às relações de poder estabelecidas – Qualquer redistribuição de autoridade para tomada de decisões pode ameaçar as relações de poder já estabelecidas dentro da organização.
Processamento seletivo de informações – As pessoas processam seletivamente as informações para manter suas percepções intactas. Elas só ouvem o que querem ouvir. Ignoram informações que possam desafiar o mundo que construíram.	Ameaça às distribuições estabelecidas de recursos – Os grupos que controlam os recursos geralmente encaram a mudança como uma ameaça, pois tendem a estar satisfeitos com o <i>status quo</i> da organização.
Auto interesse dos indivíduos – Qualquer proposta de mudança no projeto de trabalho, na estrutura ou tecnologia, pode ameaçar a equipa de trabalho do gerente, podendo levar a uma perda de poder e prestígio.	
Falta de entendimento e confiança – Muitas vezes os funcionários não entendem a intenção da mudança, desconfiando do processo.	
Avaliações e metas distintas – Forma como os indivíduos avaliam as estratégias e objetivos da organização. Para um gerente, a inovação pode ser essencial para garantir que a organização se mantenha competitiva; para os funcionários, a inovação poderá ser vista como um problema ou ameaça à sua segurança, à sua função na organização.	

Por fim é importante salientar que nem toda mudança é positiva. Além disso, as mudanças rápidas e transformadoras são arriscadas. Os agentes da mudança precisam pensar cuidadosamente em todas as implicações envolvidas no processo de mudança. A rapidez na execução desse processo pode levar a

decisões equivocadas e, em alguns casos, a uma alienação na percepção da magnitude de todos os custos e efeitos envolvidos na mudança. Além disso, um planejamento adequado da implementação da mudança que leve em consideração as causas da resistência podem ajudar a mitigar a probabilidade de fracasso da mudança e também auxiliar a evitar indesejáveis consequências.

3.8 GESTÃO DA MUDANÇA

O *lean* abraça a incerteza e a complexidade da construção e visa garantir que as melhorias locais realmente levam a resultados ao nível do projeto. Mas a mudança da atividade para sistema é uma mudança ao nível do modelo mental que tem implicações importantes para a implementação.

A indústria é mais ou menos adepta de mudanças no sistema ou a nível de procedimento, e gasta grande energia tentando mudar o comportamento. Melhorias nestes níveis podem ser caracterizadas como problema/solução, ou seja, há algum problema com o procedimento atual para que é necessário resolver.

Mudança no nível do modelo mental é diferente porque cada uma abre uma nova oportunidade. Empresas que começaram a implementar o *Lean* constataram um fenômeno inesperado: cada mudança cria a oportunidade de mais e muitas vezes maiores melhorias. Assim, durante algum tempo, parece que a quantidade de mudança possível aumenta com cada passo de implementação (Senge et al. 1994).

De uma forma geral, as receitas para se superar a resistência à mudança podem ser resumidas nas estratégias genéricas apontadas por ROBBINS *et al* (2010). O autor enumera oito táticas para auxiliar os agentes da mudança a lidarem com as resistências:

- Educação e comunicação: comunicar o processo de mudança pode reduzir a resistência dos funcionários envolvidos em dois “níveis”. Em primeiro, elimina-se os efeitos da falta de informação e da comunicação ineficiente. Há a possibilidade de os funcionários conhecerem os fatos relevantes do processo e esclarecerem qualquer mal-entendido, diminuindo a resistência. Em segundo, a comunicação realizada de uma maneira apropriada, facilita a compreensão da necessidade de mudança.
- Participação: a resistência anula-se quando o funcionário participa de sua decisão. Levando em consideração a capacidade do funcionário em agregar ao processo de mudança, seu envolvimento reduzirá significativamente a resistência, gerando compromisso e melhora na decisão final do processo. Vale ressaltar que esta tática pode acarretar em uma solução de baixa qualidade e grande consumo de tempo.
- Apoio e comprometimento: quando os funcionários, e principalmente os gestores, demonstram baixo comprometimento emocional com a mudança, eles favorecem o *status quo* e resistem à mudança. Buscar o apoio dos funcionários facilita o comprometimento emocional e auxilia na desconstrução do *status quo*.
- Desenvolver relações positivas: as pessoas, de um modo geral, aceitam melhor as mudanças se confiam nos gerentes ou gestores que as implementam.
- Implementando mudanças de forma justa. Uma das formas da organização reduzir os impactos negativos do processo de mudança é assegurar aos funcionários que a implementação da mesma ocorrerá de forma justa. Sendo assim, o funcionário precisa reconhecer a razão da mudança e percebê-la como coerente e justa.
- Manipulação e cooptação: a manipulação compreende as tentativas de influenciar os funcionários de maneira disfarçada. A organização distorce os fatos para torná-los mais atraentes, sonega informações e cria falsos rumores no intuito de obter dos funcionários todo o apoio nas mudanças sugeridas. A cooptação seria uma mistura de manipulação com

participação, ou seja, busca-se “subornar” as pessoas que lideram os grupos de resistência oferecendo-lhes papéis de destaque nas decisões oriundas das mudanças, na intenção de obter seu apoio. O risco consiste quando esses funcionários percebem a manipulação e perdem total credibilidade na organização.

- Selecionando pessoas que aceitam mudanças: algumas pesquisas sugerem que a habilidade de aceitar as mudanças está intimamente relacionada à personalidade de alguns indivíduos. De um modo geral esses grupos de pessoas estão abertos a experiências, apresentando comportamento positivo e flexível em relação a mudanças e, dispostas a assumir riscos.
- Coerção: consiste no uso de ameaças diretas ou de força sobre o grupo resistente. Exemplos: ameaça de transferência, perda de promoção, avaliação negativa de desempenho, etc. As vantagens e desvantagens assemelham-se à tática da manipulação e cooptação.

3.9 CONCLUSÕES

No setor da construção civil o *Lean Thinking* tornou-se sinónimo de boas práticas. Apesar de o argumento de que a construção é diferente em diversos aspetos de outras indústrias de manufatura, novos processos de produção podem ser desenvolvidos e as características físicas únicas dos produtos da construção não devem ser motivo para evitar a criação e aplicação de novas técnicas. Nesta indústria, a produção é desenvolvida segundo projetos, e estes têm vindo cada vez mais a mudar, tornando-se mais complexos, e dinâmicos. Implementar o *Lean Construction* significa adotar a perspetiva do projeto enquanto sistema de produção. Os conceitos, as metodologias e as ferramentas com base na filosofia *Lean* têm sido desenvolvidos tanto nas fases de desenho e dimensionamento do produto, nos sistemas de fornecimentos ao projecto e na fase execução do produto (fabricação e/ou montagem).

As maiores diferenças entre as técnicas de *Lean Construction* e a construção tradicional encontram-se ao nível do planeamento e controlo da produção. No entanto, estas não pretendem substituir as ferramentas de planeamento tradicionalmente utilizadas, mas procurar antes fornecer uma abordagem de senso comum baseado em boas práticas que permita melhorar a capacidade de planear e encontrar o projeto. Apesar de o planeamento ser ao nível da execução há um conceito associado muito importante: o de otimização do projeto como um todo. Este aparece em oposição à otimização individual de atividades. Quanto maior for a agressividade no controlo individual de custos de cada uma das atividades, menos se observa qual é o impacto dessa atividade sobre o resultado global.

O sucesso de uma implementação *Lean* terá que ser em pequenos passos iniciais, mas com impacto, aumentando progressivamente e tendo em conta os diversos aspetos inerentes à produção – pessoas, tecnologias, cultura, informação – para que, com pequenos resultados rápidos haja reação e uma progressiva adaptação à nova filosofia. São fatores preponderantes para uma implementação bem sucedida o envolvimento ativo em todo o processo de construção, o entusiasmo, o comprometimento, a motivação pela implementação, e uma mente aberta em relação à mudança.

O *Lean Construction* desenvolve o seu estudo num largo leque de âmbitos da construção, nomeadamente a teoria subjacente, a implementação e medição de performance, o planeamento e controlo da produção, o desenho do sistema de produção, a gestão de cadeias de fornecimento, o desenvolvimento de produto e gestão do desenho de projeto, a segurança, a qualidade e ambiente, as pessoas, a cultura e processo de mudança e a introdução de tecnologias de informação na gestão comercial, de custos e *Lean*.

Tendo em conta a grande quantidade de estudos, de publicações e artigos científicos que se realizaram na última década e meia é que continuam a crescer exponencialmente, pode-se afirmar com toda a

certeza que a nova teoria da construção e respetivos princípios e metodologias continuarão a desenvolver-se, no sentido de melhoria contínua, tal como o próprio pensamento *Lean* defende.

4

CASO DE ESTUDO – PROVINCIEHUIS ANTWERPEN

4.1 ENQUADRAMENTO E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Em Abril de 2016, a CNT Europe (empresa do Grupo Casais SA) iniciou os trabalhos de estrutura em betão armado na nova sede administrativa da Província de Antuérpia – Provinciehuis, a convite do consórcio Denys-Democo. Com data de conclusão apontada para 2018, esta construção cumpre com todas as exigências em termos de energia, conforto, acessibilidade e segurança apresentando-se como o verdadeiro cartão de visita de uma província moderna e eficiente. Será, sem dúvida alguma, um dos edifícios mais auto-sustentáveis da Bélgica preenchendo todos os requisitos e normas em termos de sustentabilidade ambiental. O edifício é extremamente compacto, com isolamento de alta qualidade nas fachadas que são cobertas em 40 % por vidro. Este, apresenta um total de 58 metros de altura, 14 pisos e uma geometria variável que nasce de duas torres independentes até ao quarto piso e depois se une em uma só com a particularidade de as paredes, em sua maioria, serem inclinadas em relação ao eixo vertical e horizontal criando o efeito de curvatura em todo o edifício como mostra a figura seguinte.

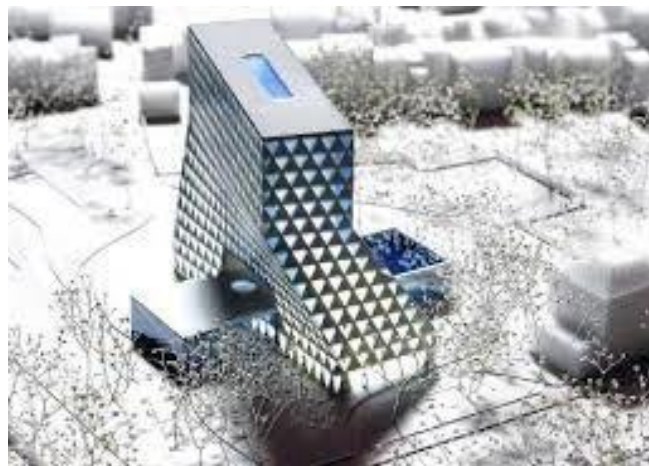


Figura 12 - Desenho de arquitetura Provinciehuis (Arq. Xaveer de Geyter)

Como empresa sub-contratada, a CNT Europe tem como função a construção de todos os elementos em betão armado sendo estes brancos para as paredes de fachada, pretos para os elementos de caixa de escadas e cinzentos para o parque de estacionamento. Em todos os casos, a empresa lida com betão arquitetónico (face-à-vista) o que exige um cuidado redobrado na execução dos trabalhos.

Como foi dito anteriormente, a empresa CNT Europe encontra-se como sub-empreiteiro num projeto que tem como empreiteiro geral o consórcio Denys-Democo. A figura seguinte representa a estrutura hierárquica desde a entidade executante (a cor vermelho) até ao sub-empreiteiro (a cor verde) do caso de estudo.

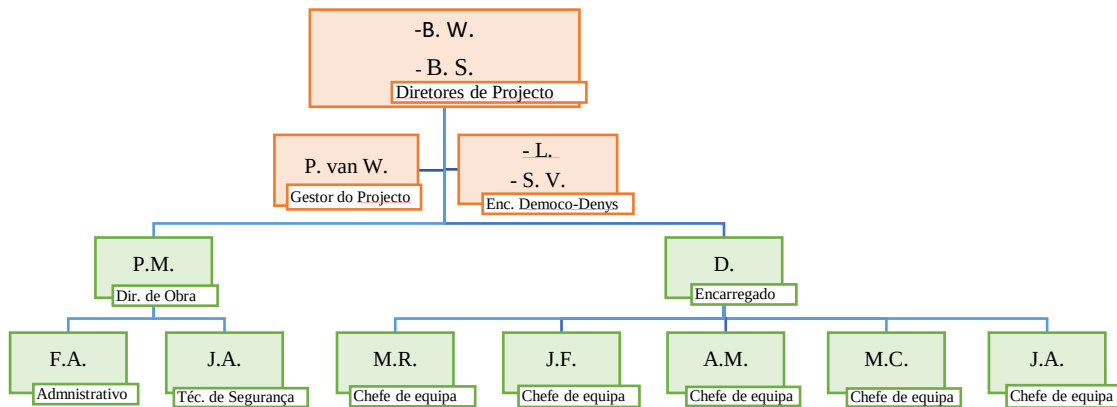


Figura 13 - Esquema hierárquico do projeto

Em todo o projeto trabalham diariamente, em média, mais de 85 pessoas, sendo, aproximadamente, 35 destas afetas à empresa CNT Europe. A figura seguinte mostra o mapa de mão de obra da CNT Europe desde o começo da obra até Março do presente ano. Verifica-se que há ligeiras oscilações nomeadamente em períodos de férias, mas com uma média de 32 colaboradores ao longo desse período de tempo.

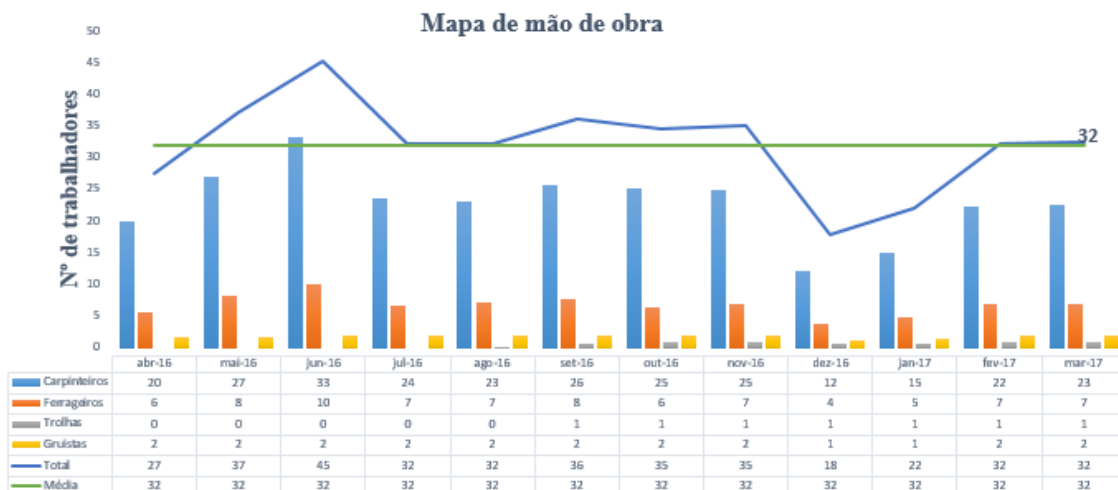


Figura 14 - Mapa de mão de obra (Abril 2016 - Março 2017)

4.2 LOCALIZAÇÃO

Localizado a Sudoeste do centro da cidade de Antuérpia, o novo edifício da Província tem uma área de implantação de aproximadamente 2000 m² e uma orientação este-oeste para o seu maior comprimento.

A sua proximidade com as principais vias de acesso à cidade facilita o acesso a veículos afetos à construção, nomeadamente camiões de transporte de betão que diariamente entram e saem do estaleiro de obra. Conta também com uma área de estaleiro com mais do dobro da área de implantação o que permite uma boa circulação tanto a nível de trabalhadores como de máquinas e facilidades no arrumo de materiais e equipamentos necessários.



Figura 15 - Planta de implantação Nieuw Provinciehuis

4.3 O EDIFÍCIO

Com um total de 14 pisos e uma altura total de 58 metros, este edifício está dividido em:

- parte destinada ao público até ao quarto piso;
- parte destinada a escritórios até ao décimo piso;
- parte destinada a biblioteca, ginásio, arquivo, sala de reuniões e assembleia – até ao décimo quarto piso.

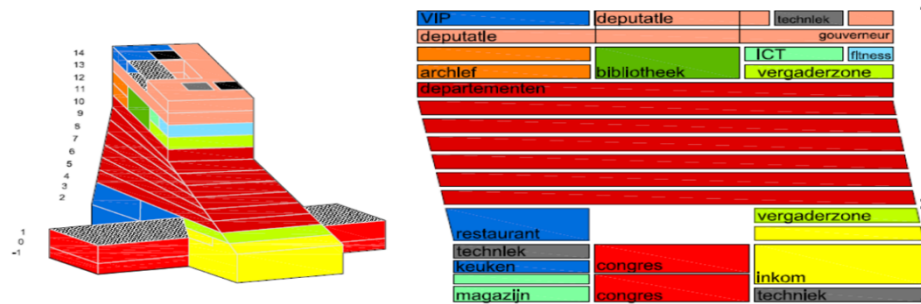


Figura 16 - Diferentes utilizações Provinciehuis

4.3.1 ESTRUTURA GERAL

Como já foi dito anteriormente, esta construção é de grande complexidade arquitetônica, o que leva a grandes implicações tanto a nível estrutural como de execução. Todo o edifício é construído em betão armado face-à-vista e por uma estrutura metálica (visível a vermelho na figura seguinte) inserida nas paredes e laje do quarto e quinto pisos. Soma um total de aproximadamente 600 janelas, de forma triangular, cada uma com características diferentes nas zonas onde os muros de fachada apresentam inclinações verticais e rotações horizontais.

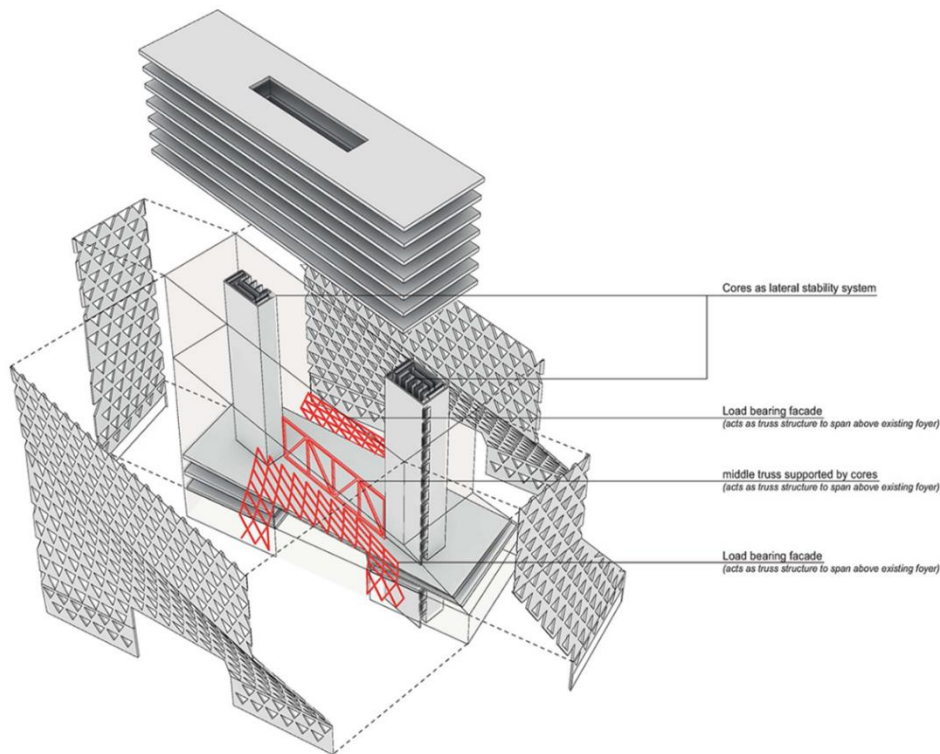


Figura 17 - Projeção 3D Provinciehuis

4.3.2 GEOTERMIA

Como foi descrito anteriormente, este edifício irá apresentar uma forte eficiência energética. Um dos principais mecanismos que o tornam auto-suficiente é o sistema de aquecimento com recurso ao sistema de bomba de calor.

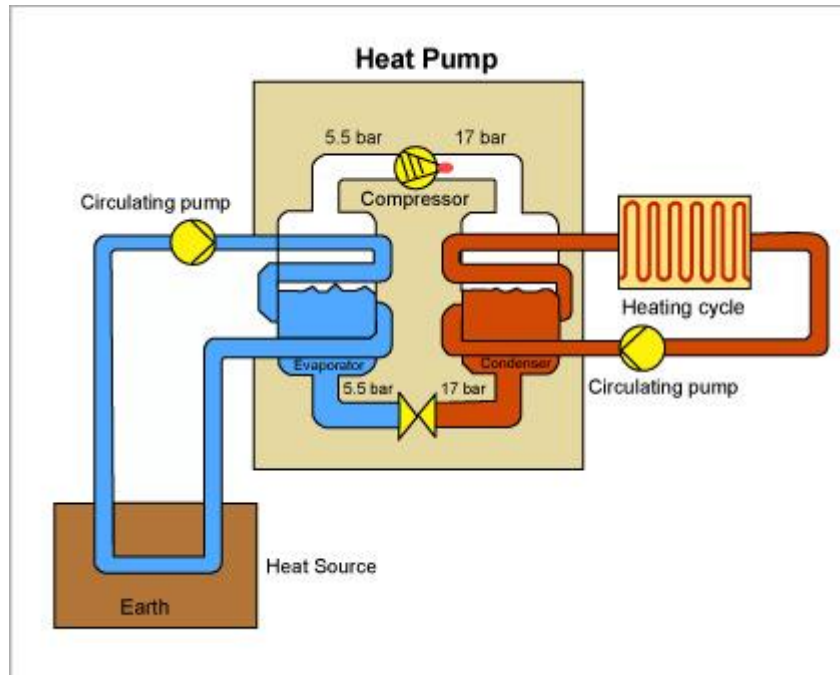


Figura 18 - Sistema simplificado de uma bomba de calor

É feito um furo de 100 metros e, com recurso à energia geotérmica, é possível aproveitar a temperatura constante do solo a essa profundidade que pode ir até aos 10°C no Inverno. O circuito é fechado e alimenta um conjunto de tubagens fixadas no interior da Laje permitindo, desta forma, manter o edifício a temperatura constante no Inverno que, nesta estação do ano, comporta temperaturas abaixo de 0°C. É um sistema eficiente que permite uma poupança energética até 75%.

A colocação destas tubagens é feita após a colocação da malha inferior da laje exigindo bastante rigor no planeamento de maneira a conseguir intercalar os trabalhos a executar e minimizar tempos de espera.

4.3.3 MUROS DE FACHADA

Um dos grandes desafios que a CNT Europe encontrou na realização deste projeto foi a execução de muros de betão branco face-à-vista que representam 150 a 170 metros cúbicos de betão por piso. Tem a particularidade de serem inclinados chegando até um ângulo máximo de 30° com a linha vertical. Para isso foi adotado um sistema de cofragem da empresa Construx constituído por painéis de 7,2 metros de comprimento e 4,2 metros de altura revestidos a inox para paredes interiores - que requerem mais rigor e perfeição - e em ferro para paredes exteriores que não requerem tanto cuidado.

Como podemos ver na figura seguinte, os painéis são regulados com recurso a escoras fixadas tanto na laje como nas plataformas que circundam todo o edifício. Estas plataformas foram também desenhadas pela empresa Construx e permitem a realização dos trabalhos em redor do edifício, acompanhando-o a cada subida de nível.

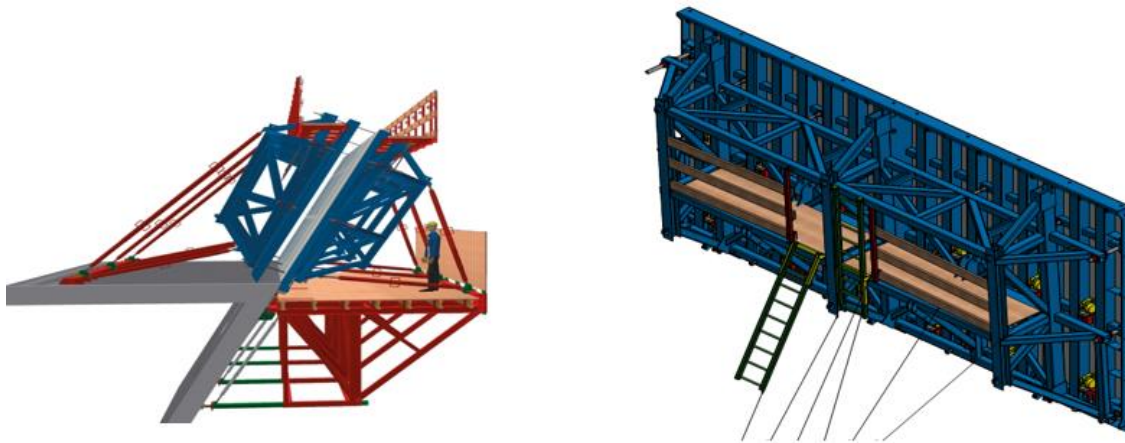


Figura 19 - Esquema de montagem de cofragem (Construx)

Como já foi dito anteriormente, as paredes são em betão branco face-à-vista com um grande nível de exigência arquitetónica. Com recurso à Universidade de Gent, estudou-se a composição ideal para o caso concluindo-se que o betão do tipo C40/50 teria que ter um $D_{m\acute{a}x}$ de 16mm. É necessário também o uso de estabilizadores que são adicionados aquando da amassadura e cada dose que chegue à obra tem que ser submetida a um ensaio de abaixamento (Slump test) com resultados acima dos 21 cm.

Todos os painéis usados tem de ser lavados com uma pistola de água à pressão (ver figura seguinte) e examinados rigorosamente antes de serem colocados de modo a evitar falhas aquando da descofragem.



Figura 20 - Lavagem de cofragem

Cada painel de cofragem tem cerca de 6 toneladas e chega a sofrer ações do vento até 60 Km/h o que torna a sua colocação com um nível de dificuldade elevado e sem margem para erro. Toda a comunicação (via rádio) é extremamente importante para evitar acidentes e minimizar erros de execução. Na figura seguinte podemos observar a colocação dos painéis.



Figura 21 - Colocação do painel de cofragem

As janelas são montadas em estaleiro com recurso a um sistema desenhado pela construx e adaptado em obra. Como podemos ver na figura seguinte, este sistema é constituído por uma estrutura metálica onde são fixadas pranchas de madeira (a amarelo) previamente medidas e cortadas consoante a janela que se pretende executar. Posteriormente são colocadas com a ajuda de um ímã no painel a betonar.

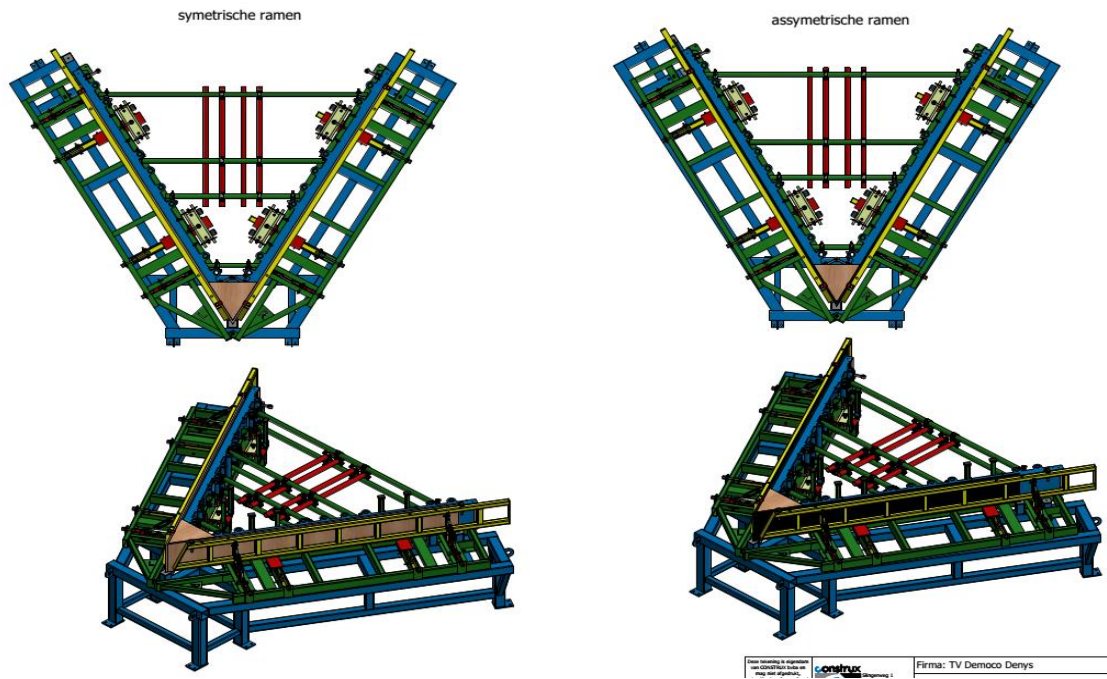


Figura 22 - Esquema de cofragem para janelas triangulares (Construx)



Figura 23 - Fixação das cofragens das janelas ao painel

A betonagem é feita em secções de comprimento máximo de 12 metros para evitar problemas de fendilhação nas paredes. São usados vibradores manuais (12 unidades por fase de betonagem) e também vibradores externos fixados à cofragem. Estes últimos são utilizados durante a betonagem com paragens de 30 segundos de maneira a evitar o efeito de segregação dos constituintes do betão.

De forma a controlar a evolução da resistência e temperatura interior e exterior do betão são utilizados sensores inseridos no meio da cofragem que transmitem a informação acerca destes parâmetros em tempo real a partir do programa “concretemote”. É de extrema importância o uso deste método na medida em que permite saber o momento exato de descofragem evitando assim fendilhações e minimizando também os tempos de espera dos painéis que serão usados noutras fases de betonagem.

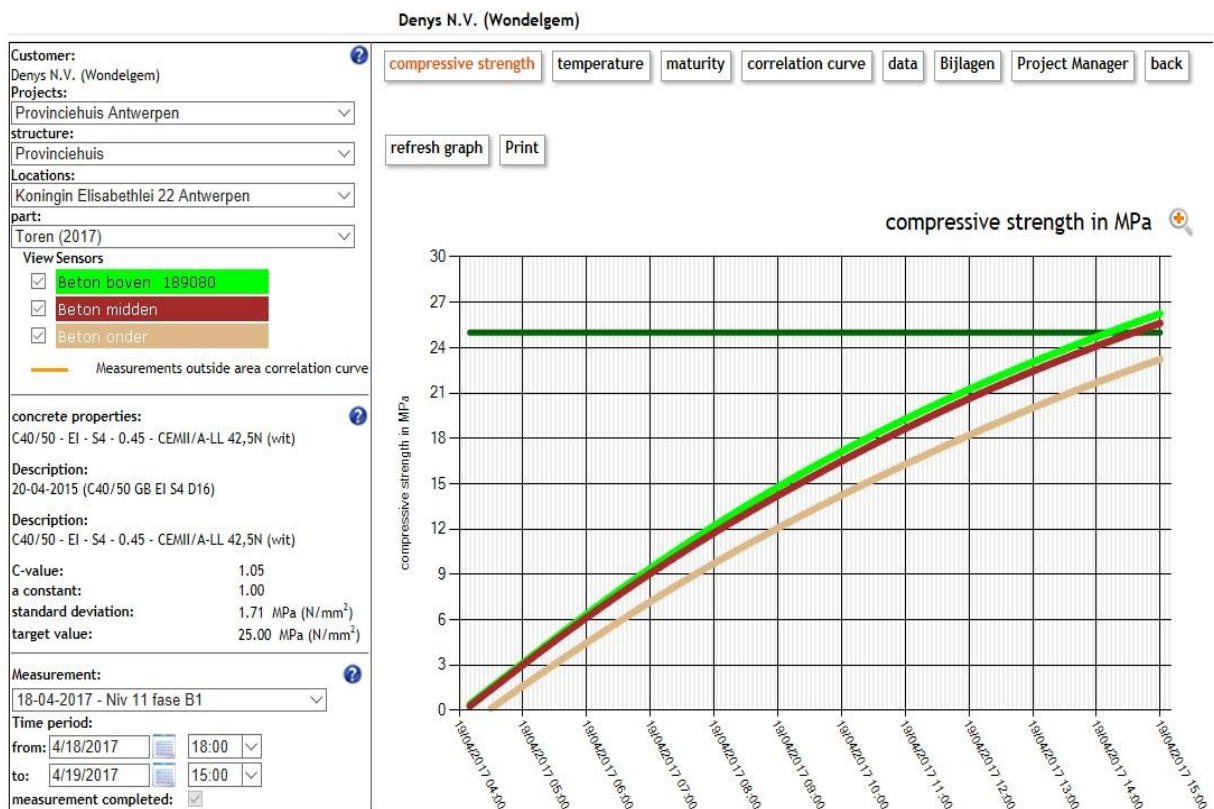


Figura 24 - Resultados "concretemote"

Em situações meteorológicas de Inverno, onde as temperaturas chegam a atingir 10°C negativos, foi necessário recorrer a geotêxtis que cobriam toda a cofragem e ventiladores a gás com autonomia até 8 horas que permitiram a evolução normal da resistência do betão, minimizaram tempos de espera e evitaram uma má cura do betão.

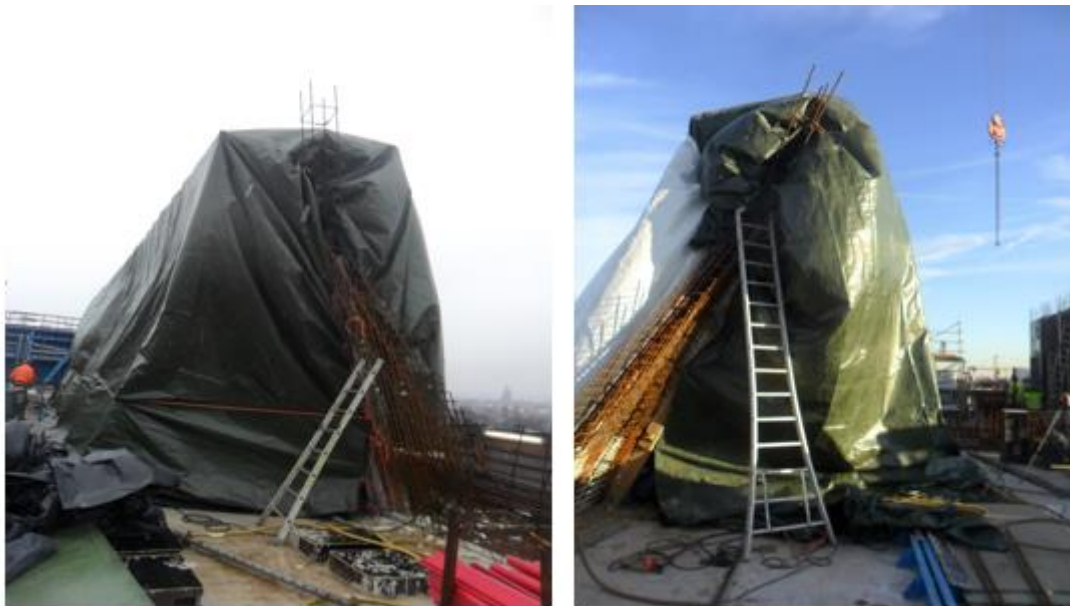


Figura 25 - Geotêxtil de proteção das cofragens

4.3.4 LAJE

A execução da laje é aquela que enfrenta um planeamento mais rigoroso. Desde a montagem da cofragem até à betonagem existem várias equipas a trabalhar em simultâneo, sendo o trabalho de cada uma sucessor do termino de outra.

A cofragem do tipo “skydeck” da Peri sustem toda a laje maciça de betão branco C35/45 branco face à vista, com volume que varia de 400 a 500 metros cúbicos e com uma massa em armadura de 40 a 60 toneladas.



Figura 26 - Montagem do sistema "Skydeck"

A exigência arquitetónica na parte inferior da laje - a que é à vista – obriga à colocação de placas de madeira pregadas ao “skydeck”, que ficarão inutilizada após a descofragem, e com as juntas seladas a silicone. Este processo de grande rigor, que pode ser observado na figura seguinte, requer uma limpeza constante de forma a que não permaneçam resíduos aparentes aquando da descofragem.

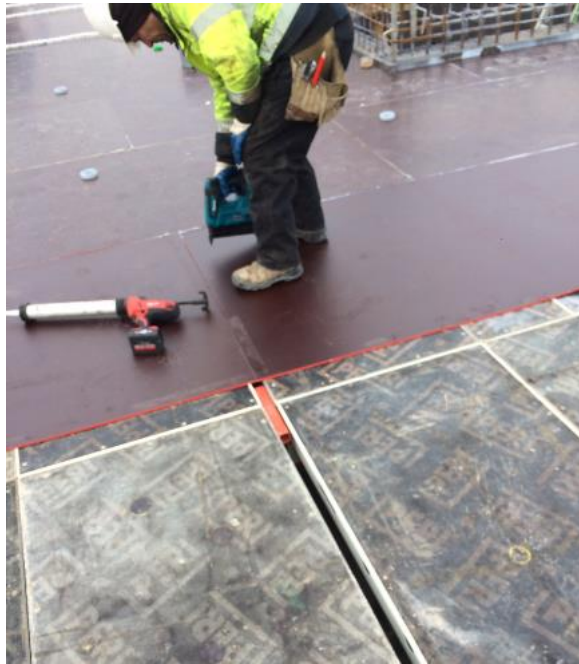


Figura 27 - Processo de colocação de placas de madeira

Após colocação da armadura inferior, as empresas “BKA TCS” e “FREYSSINET” começam os seu trabalhos de colocação dos tubos de aquecimento e dos cabos pós-esforço respetivamente.

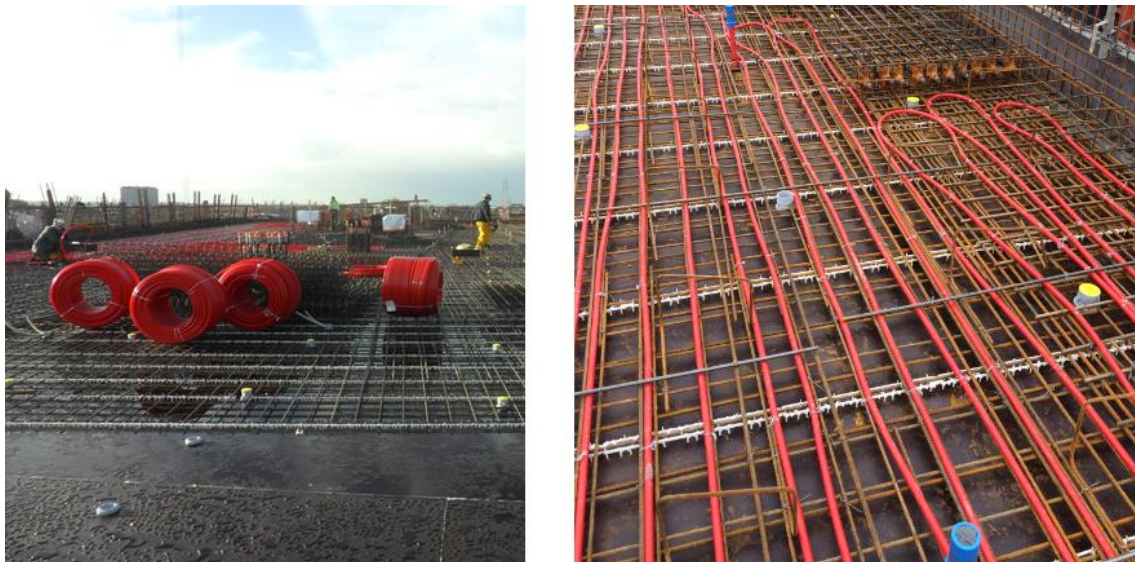


Figura 28 - Montagem dos tubos de aquecimento

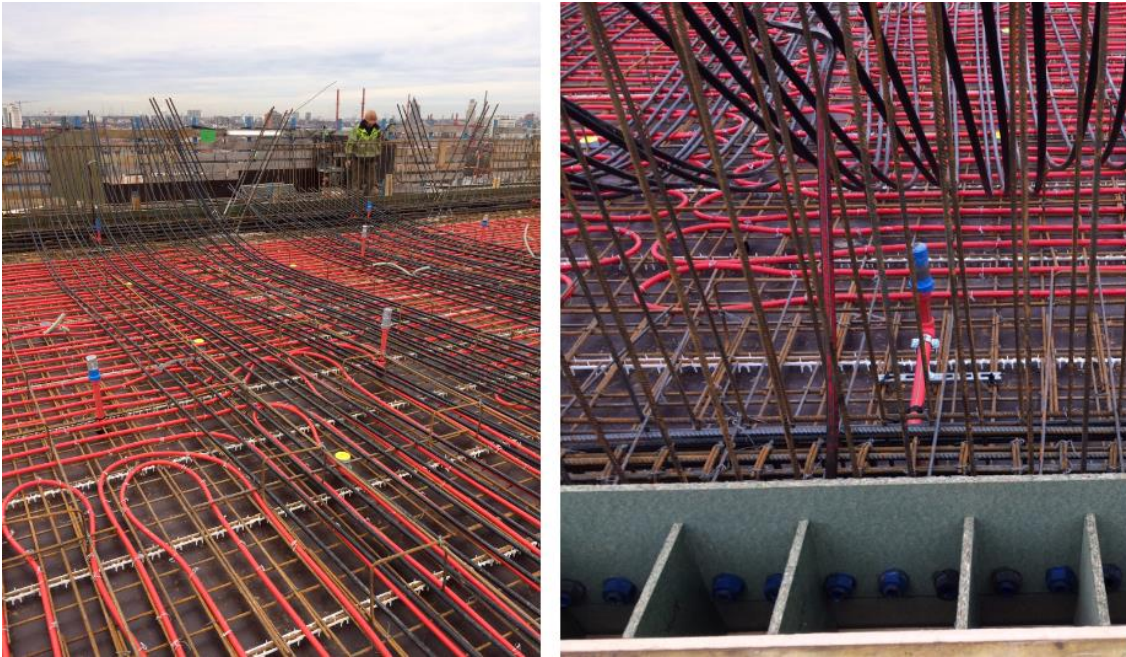


Figura 29 - Montagem de cabos pós-esforço

Apenas depois da montagem dos tubos, dos cabos e de todos os negativos é que pode ser completada a armadura da laje.

A betonagem é feita com recurso a dois camiões bomba com altura até 61 metros que, nos últimos pisos, tem de ser acompanhada com um sistema de vigas de suporte da tubagem de forma a conseguir cobrir a laje completa.



Figura 30 - Fase de betonagem

4.3.5 NÚCLEOS

As paredes dos núcleos, como já foi dito anteriormente são em betão preto face-à-vista, de classe C30/37 e com $D_{\max}$ 16mm. Representam, por piso, um volume de 40 a 50 metros cúbicos de betão e uma massa de armadura entre 6,1 e 6,8 toneladas.

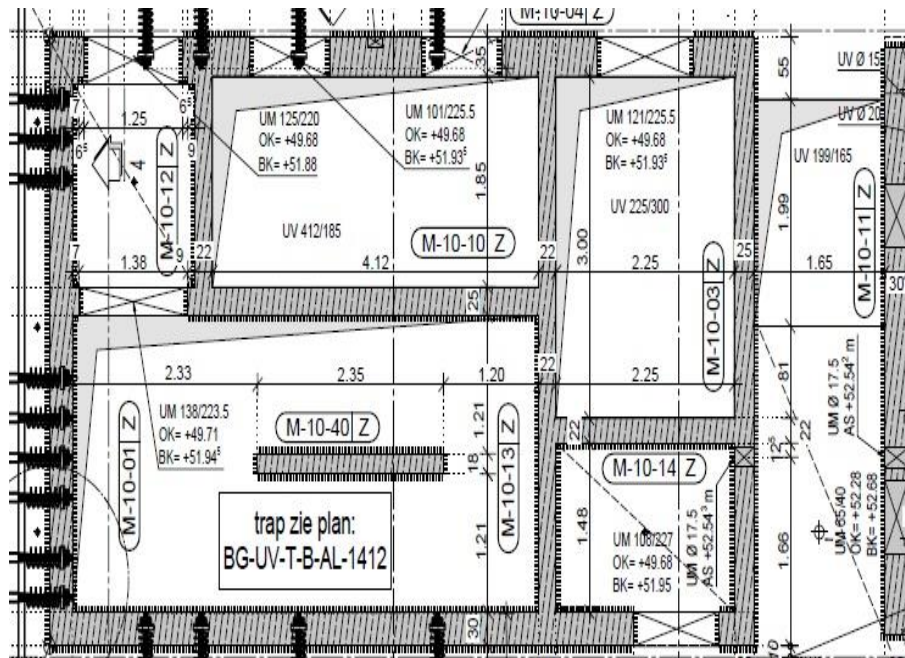


Figura 31 - Planta das paredes dos núcleos

A cofragem utilizada é um sistema “Peri Trio” com painéis de altura superior a 4 metros. A sua montagem é de alguma complexidade a nível de carpintaria de cofragem devido à existência de espaços vazios como por exemplo as entradas para as escadas e para elevadores (ver figura 29). Os patamares e escadas são elementos pré-fabricados e a sua colocação está também ao encargo da CNT.

Os muros exteriores do núcleo são aqueles que exigem maior atenção pois estão no caminho crítico do planeamento, antecedendo a colocação do “skydeck”. Todos os restantes trabalhos em muros, patamares e escadas, são realizados simultaneamente com outros trabalhos.

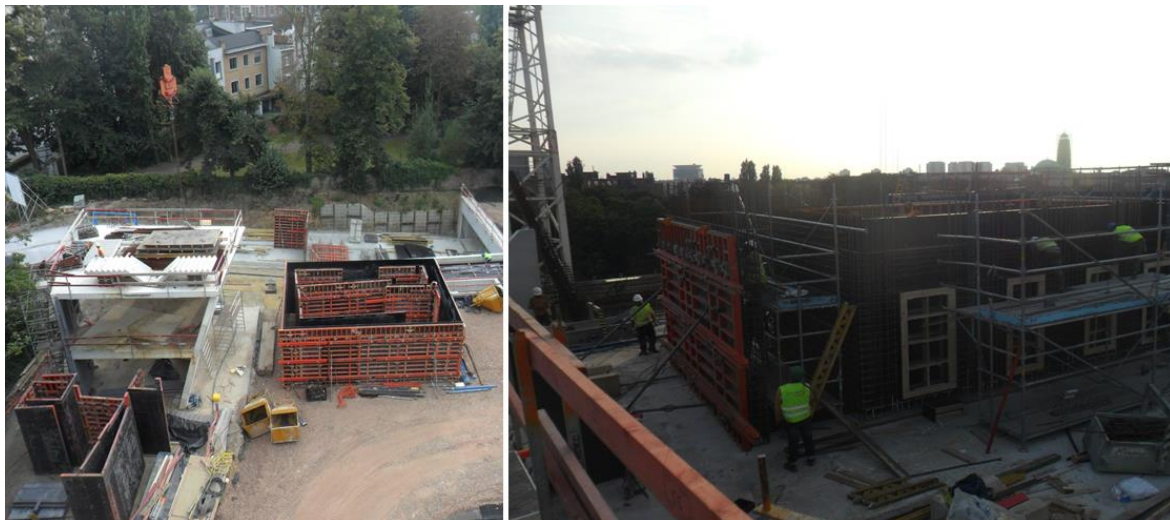


Figura 32 - Montagem da cofragem dos núcleos (Peri Trio)

4.4 PLANEAMENTO

O planeamento para os trabalhos em betão armado, a realizar pela CNT Europe, foi elaborado em função de a execução ser feita no sentido Este-Oeste. Para a execução dos muros de fachada foi feita uma divisão em várias fases como podemos observar na figura seguinte.

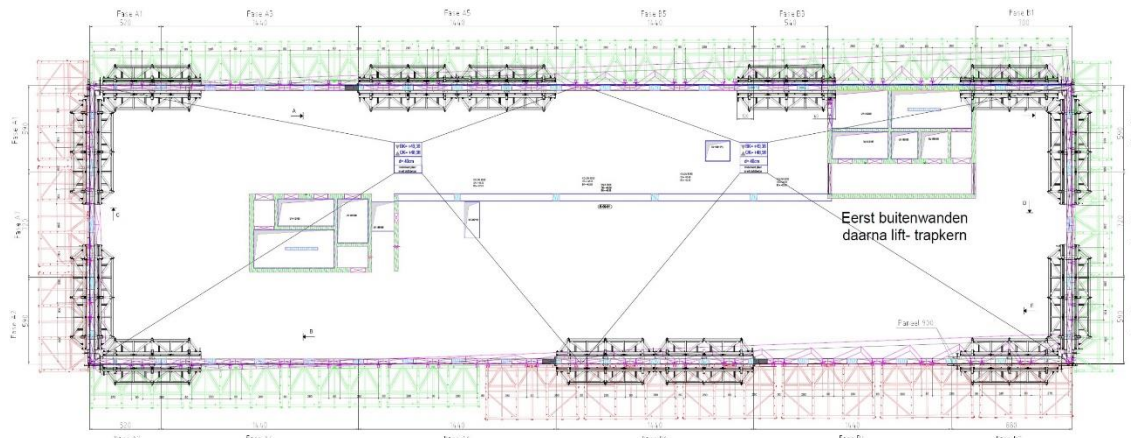


Figura 33 - Fases dos muros de fachada

Foi necessária esta divisão devido à existência de um número limitado de painéis de cofragem, havendo uma reutilização destes mesmos para várias fases. Esta rotação de painéis não é linear, dado as diferenças existentes em cada piso, sendo necessária o seu estudo para cada piso em concreto.

A ordem Este-Oeste referida anteriormente é feita com o intuito de os trabalhos de laje poderem começar antes dos muros estarem todos completos, isto é, após terminarem os trabalhos dos muros na parte Este pode dar-se início à colocação do “skydeck”, continuando os muros em Oeste. Na figura seguinte podemos ver parte do “skydeck” colocado enquanto os muros da parte Oeste estão a ser concluídos.



Figura 34 - Representação da colocação da cofragem "skydeck" da Peri

O planeamento de toda a execução da laje, desde a colocação da cofragem “skydeck” até à betonagem, é aquele que exige mais rigor. Como podemos observar na figura seguinte, para cada laje, entram várias equipas em obra simultaneamente. Isto cria constrangimentos e implicações na realização das tarefas pois existe uma grande dependência entre trabalhos, que são realizados em grande parte por empresas distintas. O que se encontra a azul mais claro representa os trabalhos da CNT (carpintaria, cofragem e armadura) e todos os restantes são ao encargo da BKA (tubos de aquecimento), Freyssinet (cabos pós-esforço) e ainda outras equipas destinadas a instalações técnicas.



Figura 35 - Exemplo de mapa de Gantt para um piso

4.5 PRÁTICAS LEAN

A empreitada “Provinciehuis” foi alvo da implementação de algumas ferramentas *Lean*, tanto em fase de projeto como já em fase de execução. Depois de algumas conversas com os responsáveis pela obra, o autor verificou que o empreiteiro geral já trabalha com estas práticas há algum tempo, assim como a

maior parte das empresas Belgas. É sem dúvida um conceito que, neste país, está a ser bem aceite e com tendência a evoluir cada vez mais.

Como é uma obra que trabalha em grande parte com sub-empregueiros, a implementação do *Lean* tornou-se mais difícil, mas, mesmo nessas circunstâncias é possível encontrar algumas ferramentas que foram implementadas pelo empregueiro geral, por este em conjunto com o sub-empregueiro, e apenas pelo sub-empregueiro (CNT Europe).

4.5.1 LAST PLANNER SYSTEM – SALA LEAN

O *Last Planner System* (LPS), como foi referido anteriormente no Capítulo 3, foi desenvolvido no *Lean Construction Institute* por Glenn Ballard e Greg Howell. Tem como base um sistema de planeamento e controlo da produção que procura suavizar as variações nos fluxos de trabalho na construção, o desenvolvimento de planeamentos altamente previsíveis, e a redução de operações com fator de incerteza.

O planeamento de tarefas é dividido em diferentes dimensões, numa primeira fase com carácter mais generalista, e numa segunda, com carácter mais minimalista, isto de modo a ser possível agilizar os processos e eliminar os constrangimentos que frequentemente surgem quando se planeia com baixo grau de previsibilidade.

Sendo uma ferramenta específica do *Lean Construction*, o *Last Planner* possui uma série de diretivas específicas para aplicação dos seus princípios. A nível do planeamento das tarefas, prevê-se uma desmaterialização do processo, de modo a torna-lo mais flexível e previsível. A grande preocupação foca-se no arranque das tarefas.

O arranque das tarefas é condicionado sobretudo por dois motivos: a disponibilização de recursos materiais e de recursos humanos, com ambos a encontrarem-se naturalmente interligados. Com efeito, importa refletir um pouco nas condições para o arranque dos trabalhos. Será necessário conciliar o fornecimento dos materiais na hora certa, com a disponibilidade dos trabalhadores, dos equipamentos e respetivos operadores, sendo que, estes estarão dependentes da conclusão das tarefas antecessoras. É também necessário considerar fatores externos como, por exemplo, questões climatéricas. Pretende-se com este exemplo mostrar o perigo de planear com muita antecedência. Percebe-se que constrangimentos de natureza tão específica são naturalmente muito difíceis, senão impossíveis, de prever com antecedência. Assim, o *Last Planner* sugere uma abordagem mais faseada e flexível

A criação de uma “sala *lean*” no estaleiro de obra, visível na figura seguinte, reúne condições para que haja discussão entre os vários subempregueiros e empregueiro geral.



Figura 36 - Reunião dos vários subempreiteiros juntamente com o empreiteiro geral

Esta ferramenta permite:

- Planeamento mais detalhado na fase de execução;
- Desenvolver o plano de trabalhos juntamente com quem o vai executar;
- Esforço coletivo para identificar e remover constrangimentos de fluxo (por exemplo a falta de varões de aço para as armaduras);
- Realizar planeamentos realistas baseados em processos de execução de trabalhos havendo uma coordenação e negociação ativa em todas as partes envolvidas;
- Aprender com as falhas dos planeamentos já efetuados através da identificação coletiva da raiz das causas e tomar medidas preventivas.

É também usado um cronograma (ver figura seguinte), com os diferentes trabalhos representados com papeis do tipo “post-it”, de várias cores, para uma fácil leitura e ajuste temporal das atividades.



Figura 37 - Quadro *last planner* (Denys-Democo)

4.5.2 5S's – GESTÃO DO ESTALEIRO

O conceito de 5S possui como base as cinco palavras japonesas cujas iniciais formam o nome do programa. As palavras são Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, que migradas para o Português foram traduzidas como “senso”, visando não descaracterizar a nomenclatura do programa. São eles: senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina.

Foi esta uma ferramenta aplicada desde o começo dos trabalhos em obra principalmente a nível do estaleiro. Como podemos observar na figura seguinte, toda a área afeta à obra foi vedada havendo a diferenciação de 3 zonas: estacionamento, escritórios/cantina, materiais/equipamentos.

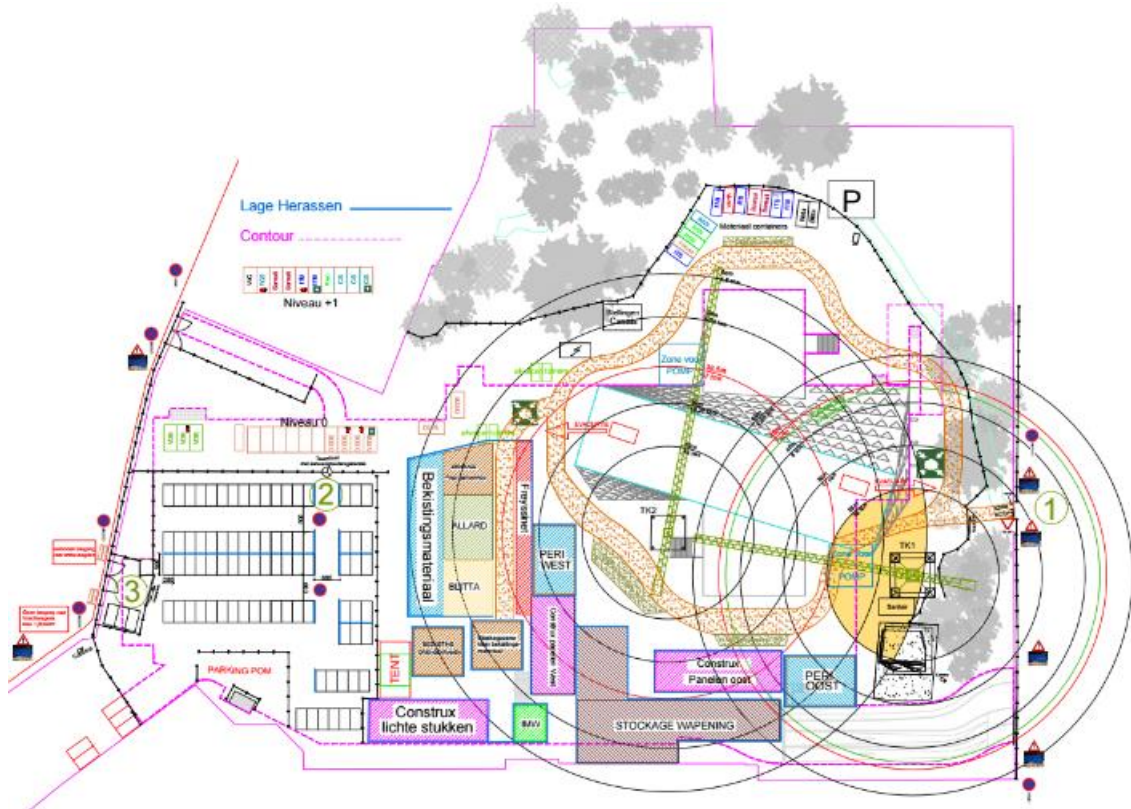


Figura 38- Organização prévia do estaleiro de obra

Na parte destinada a equipamentos e materiais há uma diferenciação por cores em terreno que facilita a gestão visual dos gruístas e uma melhor organização espacial de todos os materiais como foi definido em projeto.



Figura 39 - Gestão visual do estaleiro

Também em toda a ferramentaria, os materiais são dispostos de forma organizada o que torna mais fácil a localização de qualquer ferramenta ou equipamento necessário e uma economia de tempo. Todos os equipamentos são sujeitos a inspeções periódicas permitindo assim uma redução de custos de reparações e um aumento de segurança. São efetuadas limpezas periódicas a todos os contentores de escritórios,

cantina e casas de banho garantindo assim um ambiente saudável e agradável e uma conservação dos materiais.

4.5.3 JUST-IN-TIME

Existe uma preocupação por parte de empreiteiro geral em não comprometer os trabalhos dos subempreiteiros. Desta forma é necessário garantir que todas as condições estão reunidas para que os trabalhos fluam de forma saudável. O conceito *just-in-time* é a ferramenta que garante que o fornecimento de material seja feito de maneira precisa, e quando necessário garantindo que não haja atrasos e evitando uma acumulação de stock em estaleiro de obra. O empreiteiro garante também que os materiais são descarregados em locais estratégicos de forma a evitar perdas de tempo no transporte destes até ao local de trabalho (tarefas que não acrescentam valor).

4.5.4 KAIZEN - PROCESSOS DE MELHORIA CONTÍNUA

O conceito de melhoria contínua é transversal a todas as ferramentas, visto que por mais aperfeiçoado que qualquer método seja, a evolução natural do mercado comercial, modifica os padrões de funcionamento de qualquer sistema. Esta evolução acentua a importância de serem idealizados sistemas de evolução, ou até mesmo criadas equipas de identificação e resolução de problemas – como defendido por Koskela (1992).

Além dos sistemas de evolução, as soluções defendidas pelas equipas de trabalho ou individualmente pelo trabalhador, criam uma participação ativa por parte de todos os envolvidos na execução e controlo de qualidade ao longo da linha de produção, elevando os índices de valorização laboral de cada um dos intervenientes. Esta participação continuada para a melhoria gradual das ferramentas de controlo e do próprio produto criam uma relação humanizada com o trabalho e incentivam a produtividade de todos, com um objetivo comum de evolução pessoal e empresarial, relacionando as duas vertentes como um fator de crescimento comum.

Esta ideologia de melhorar continuamente está presente no dia-a-dia da CNT Europe. São feitos esforços diários para eliminar desperdícios, ou tarefas que não acrescentam valor. Estes factos são visíveis nos seguintes exemplos que irão ser apresentados:

- Frentes de trabalho – Um dos métodos mais eficientes para aplicar um processo de melhoria contínua implica a execução da mesma tarefa pela mesma equipa, repetidamente, em que cada frente de obra executa tarefas diferentes. Esta subtil diferença produz resultados consideravelmente melhores, uma vez que cada equipa irá evoluir nos seus procedimentos, com o aumento de experiência e rapidez na execução de cada tarefa específica da mesma obra. Assim, a aprendizagem é feita por cada equipa, tornando cada conjunto de trabalhadores como especialistas no modo de executar determinada tarefa, mas também na adaptação às constantes alterações de materiais e métodos construtivos.
- Rotação dos painéis de cofragem dos muros – são feitas para cada piso tentativas sucessivas de combinações possíveis dos vários painéis com base em erros e lições aprendidas nos pisos anteriores. Verificou-se que essa rotação nos pisos mais antigos levava a um tempo de execução dos muros mais demorado do que em pisos superiores. A figura seguinte representa um exemplo de planeamento controlado dos muros, com datas para armadura, fecho dos painéis e betonagem, e cores que permitem saber de forma rápida qual a posições a assumir de cada painel.

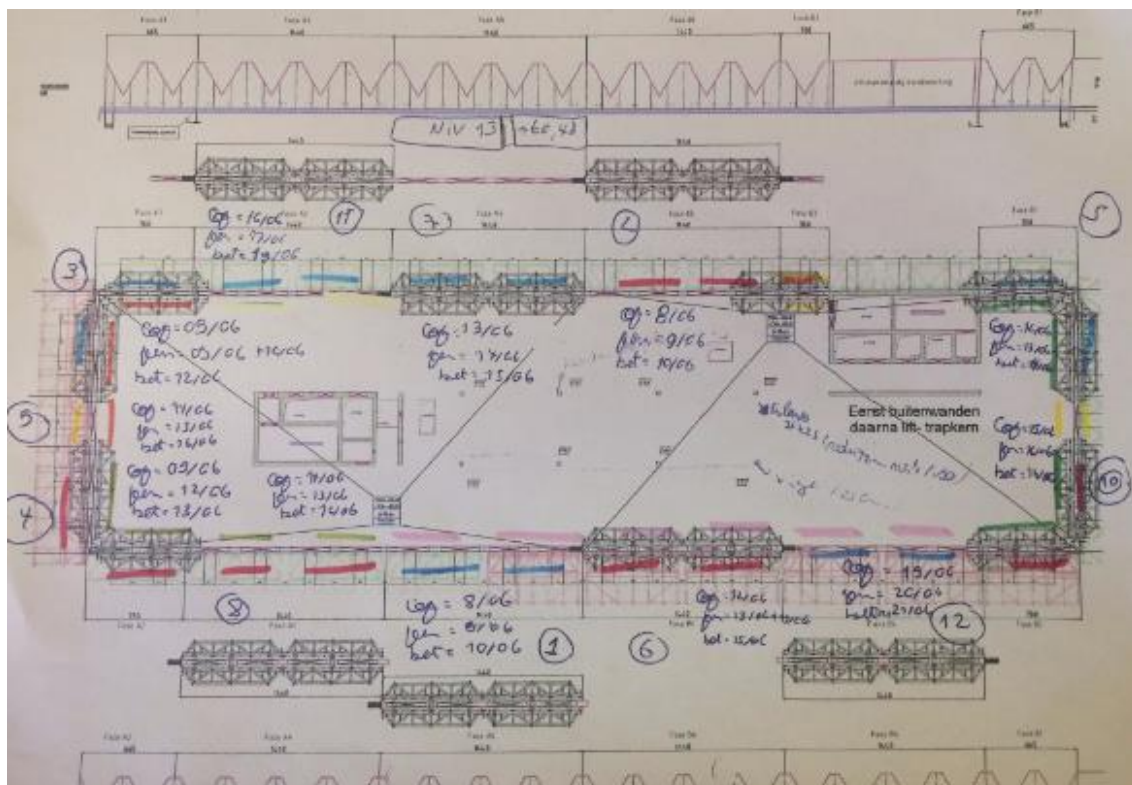


Figura 40 - Fases dos muros (piso 13)

- Substituição da armadura de projeto – Foi pedida uma alteração dos projetos no que diz respeito à armadura dos muros exteriores. Assim passou-se de um processo que levava o triplo do tempo a executar para peças já pré-fabricadas (malha eletrosoldada). É visível na imagem seguinte o antes e depois desse processo.



Figura 41 - Antes e depois das alterações de armadura dos muros

- Pré-fabricação de pilares – Observou-se que seria também uma mais valia pré-fabricar as armaduras dos pilares em estaleiro sendo depois apenas necessária a sua colocação e amarração. Reduziu o tempo de execução e evitou a acumulação de materiais em espaço de trabalho.

4.5.5 POKA-YOKE

A previsão de defeitos não passa tanto pela descrição de quais as tarefas que são mal aplicadas ou da sua deficiente execução, mas sim as medidas a implementar que consigam impedir a ocorrência de tarefas e aplicação de materiais de forma incorreta ou inadequada para as subseqüentes tarefas. Esta ferramenta visa principalmente garantir a qualidade e evitar a duplicação de trabalhos que são formas de desperdício comuns a muitas indústrias. Estes desperdícios são exponencialmente maiores na construção, pois são muitas vezes identificados após o início da utilização das construções, provocando despesas que outras indústrias de fábrica permanente, não carecem. Estas despesas de deslocação de equipamentos, trabalhadores e materiais são um desperdício que depois de acrescentado aos valores de obra podem condicionar a margem de lucro alcançada durante a execução planeada.

A principal função é garantir que todos os equipamentos e materiais têm características que conduzem à correta execução, e que as tarefas a ser executadas estão intimamente ligadas à experiência pré-existente dos trabalhadores, garantindo mais um agente de “encaminhamento” dos intervenientes no percurso da qualidade e correta execução, logo na primeira aplicação.

A previsão de defeitos deve também ser aplicada pelos próprios trabalhadores, quando a partir da sua autonomia de execução podem prever, através da sua experiência, quais as situações que produzem desperdício. Após esta identificação, torna-se fundamental a disseminação desta informação por todos os intervenientes diretos e indiretos, para a identificação da origem dos desperdícios, resolvendo essa situação e proporcionando aos intervenientes de outras tarefas (intervenientes indiretos), uma forma de adotá-las às alterações, quer sejam anteriores ou posteriores à tarefa corrigida.

Neste projeto foi encontrado por parte do autor 3 exemplos práticos da aplicabilidade desta ferramenta na construção. Passa por ter um pensamento pró-ativo onde as tarefas que se realizam já têm pensamento no produto final.

- O primeiro caso, apresentado na imagem seguinte, é relativo a implementação de alguns componentes na laje de maneira a criar espaços vazios para as instalações técnicas (denominados de “negativos”). Isto permite uma construção mais “limpa”, diminui tempos de execução e uso desnecessário de equipamentos (para a posterior abertura de buracos) e melhora a qualidade do trabalho executado.



Figura 42 - Colocação de "negativos" na laje

- A segunda aplicação prática é apresentada segundo a aplicação de uma proteção sintética do tipo “EVADEX” em todos os muros interiores e caixa de escadas de maneira a evitar possíveis danos que levem a uma posterior reparação, visto que os muros são já um produto final não sujeito a qualquer acabamento.
- A terceira aplicação desta ferramenta é o uso de um “mock-up” como ilustra a figura seguinte. Este é um modelo em escala ou de tamanho real do projeto, usado para ensino, demonstração, avaliação de design e permite o teste de qualquer tipo de atividade sem comprometer o projeto. Assim, são evitados erros e diminuídos os desperdícios associados a estes.



Figura 43 - Ilustração do "Mockup" inserido no estaleiro de obra

4.6 PROCESSOS CÍCLICOS

A construção é considerada como uma indústria desorganizada, onde, em cada obra os trabalhos são efetuados sempre em condições diferentes, com características diferentes e por essa razão o trabalho adquire um comportamento imprevisível. Numa avaliação macroscópica, esta pode ser considerada como uma afirmação verdadeira, mas na realidade a maior parte dos trabalhos podem ser subdivididos para que sejam efetuados de modo cíclico, como é exemplo a construção em betão armado (ver figura seguinte), que mesmo em contexto de obra conduzirá à crescente eficiência das capacidades técnicas dos trabalhadores.

O exemplo desta obra prende-se com a necessidade de ser executada em crescente rapidez, sendo organizadas várias frentes de trabalho para uma mesma tarefa, para que o projeto seja concluído no menor tempo possível. Na realidade, devido à metodologia tradicional aplicada na maioria das obras, cada equipa encontra-se a executar a mesma tarefa pela primeira vez, resultando num atraso global em todas as frentes de trabalho. O método mais eficiente implica a execução da mesma tarefa, pela mesma equipa, repetidamente, em que cada frente de obra executa tarefas diferentes. Esta subtil diferença produz resultados consideravelmente melhores, uma vez que cada equipa irá evoluir nos seus procedimentos, com o aumento de experiência e rapidez na execução de cada tarefa específica da mesma obra.

Assim, a aprendizagem é feita por cada equipa, tornando cada conjunto de trabalhadores como especialistas no modo de executar determinada tarefa, mas também na adaptação às constantes alterações de materiais e métodos construtivos.

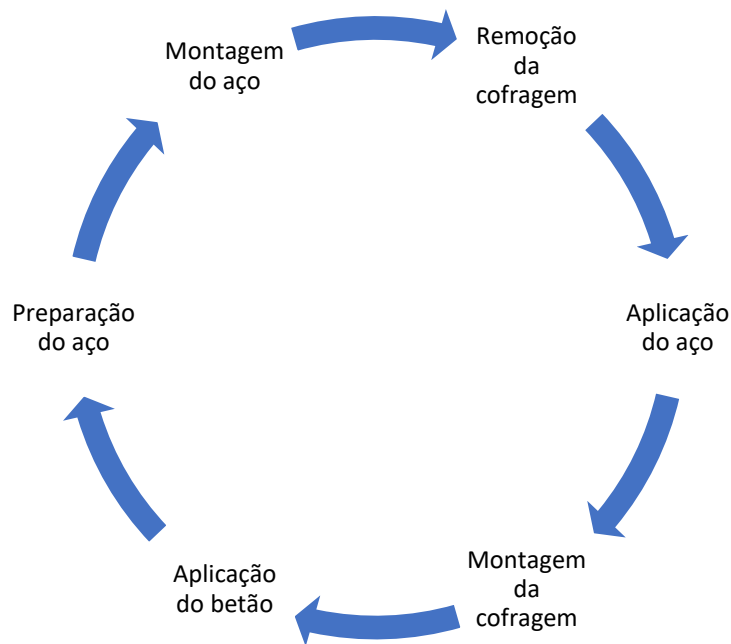


Figura 44 - Processo cíclico em estruturas de betão armado

4.7 MOTIVAÇÃO DE EQUIPAS

Quando se fala em melhoramento de rendimentos e de equipas, tem que se ter em conta uma questão muito importante: sejam equipamentos ou equipas de trabalho, tudo depende da mão-de-obra. O que compõe a mão-de-obra são trabalhadores, são pessoas. Desta forma, os assuntos de ordem psicológica são cruciais no processo. A mão-de-obra precisa de se sentir motivada para desempenhar as suas funções da melhor maneira possível.

Por exemplo, quando se comunica uma mudança de frente de trabalho a um trabalhador, que está afeto a uma outra frente desde o início da obra, tem que se ter em conta as consequências que essa operação irá ter. Isto não significa que não se possa fazer, no entanto tem que se ter em atenção a forma se faz. Manter os trabalhadores motivados e empenhados é primordial no sistema construtivo.

Mesmo não realizando o tipo de comunicações como acima referido, em circunstâncias normais, a motivação da mão-de-obra é essencial. Cativar de forma saudável para o aumento de rendimento e para o cumprimento de determinados objetivos, premiando de uma forma salutar o cumprimento das regras de segurança e mais importante, criando bom ambiente entre todos os intervenientes, é um dos objetivos primordiais da boa gestão dos recursos humanos.

É essencial um acompanhamento cuidadoso dos trabalhos, manter conversas com alguma proximidade fazendo-os sentir parte do processo de planeamento, controlo e produção. Uma forma de motivar e alcançar melhores resultados poderá passar por usar quadros comparativos de rendimento e produção das várias frentes de trabalho, fomentando a competição saudável em prol dos objetivos da obra e até troca de impressões entre trabalhadores sobre questões que correram bem e menos bem.

5

LEAN CONSTRUCTION E A RESISTÊNCIA À MUDANÇA – GRUPO CASAIS SA

5.1 OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo interpretar os resultados obtidos num inquérito realizado à estrutura da empresa Grupo Casais SA numa tentativa de tentar compreender de que forma o conceito LC está presente nos seus projetos e o que leva à sua não implementação.

O principal objetivo deste inquérito foi compreender qual o conhecimento do *Lean* na estrutura da empresa, quais as ferramentas que estão a ser utilizadas e as barreiras ou dificuldades que levam à não implementação desta filosofia.

5.2 INQUÉRITO – CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA

No que diz respeito ao formato dos inquéritos, o autor procurou simplificar ao máximo quer a estrutura, quer o tipo de questões colocadas. A transparência das questões e a facilidade de resposta são indubitavelmente um fator importante para se obter mais e melhores respostas. Em anexo pode ser consultado um exemplo do inquérito.

A dimensão da amostra dos entrevistados é muito relevante para validar os resultados obtidos. A precisão dos resultados é tanto maior quanto maior for a dimensão desta. O Grupo Casais SA conta com aproximadamente 3600 empregados distribuídos por 13 países, sendo 200 a exercer cargos de engenharia. Foi criado um questionário, com recurso à ferramenta “Formulários Google”, enviado para 150 pessoas do Grupo onde foram obtidas 42 respostas, 28 % do público alvo.

5.3 RESULTADOS – TRATAMENTO DE DADOS

Numa primeira abordagem, os inquiridos foram separados por cargo, anos de experiência e país onde está a atuar obtendo-se as seguintes informações:

5.3.1 CARGO REPRESENTADO

A principal missão foi abranger um público que está afeto à produção. Mediante esse objetivo, os inquéritos foram direcionados para diretores de produção/mercado, diretores de obra e orçamentistas.

Verificou-se que mais de metade dos intervenientes foram diretores de obra, o que permitiu fazer uma análise boa e bastante realista visto que os DO operam tanto a nível de planeamento como a nível de execução de trabalhos. A figura seguinte mostra essa distribuição.

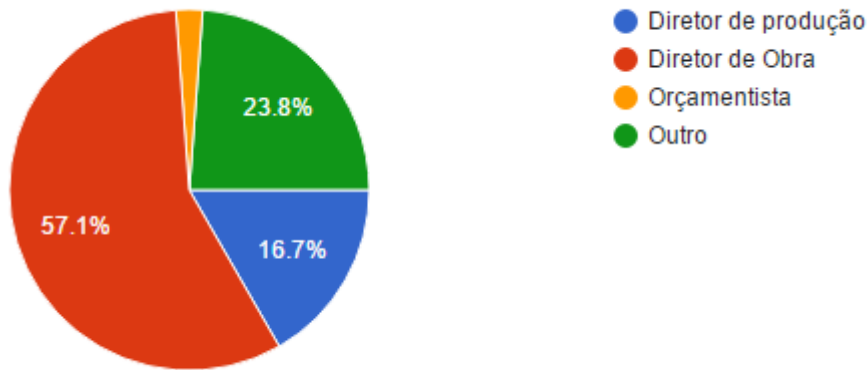


Figura 45 - Representação "pie chart" dos cargos ocupados pelos inquiridos

5.3.2 ANOS DE EXPERIÊNCIA

Este parâmetro vai permitir, no subcapítulo mais à frente, uma análise comparativa entre os anos de experiência dos intervenientes com a sua aceitação e implementação do *Lean*. Nesse sentido foi feita uma divisão de idades, consideradas pelo autor mais adequadas, à qual se obteve resultados que indicados na figura seguinte. Apenas um inquirido respondeu com a opção “+25”, pelo que se considera uma amostra jovem a trabalhar no setor.

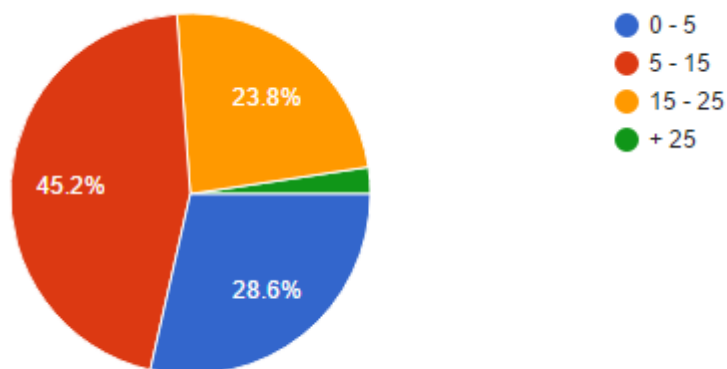


Figura 46 - Representação "pie chart" dos cargos ocupados pelos inquiridos

5.3.3 PAÍS DE ATUAÇÃO

Estando a empresa em estudo espalhada um pouco por todo mundo, o autor achou pertinente elaborar também uma questão em que era referenciado o país de atuação. Assim, seria também possível contrastar

o conhecimento e implementação *Lean* com o país em questão, na esperança de obter resultados conclusivos, que serão apresentados no subcapítulo adiante.

Metade dos inquiridos apresentaram uma atuação em Portugal, o que era de esperar visto que a empresa é Portuguesa e começou o seu processo de expansão há relativamente pouco tempo, havendo também respostas de outros países e continentes, apresentadas na figura que se segue.

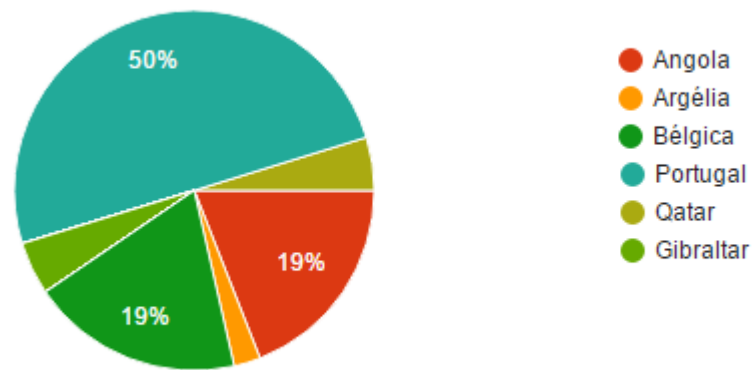


Figura 47 - Representação "pie chart" dos países em atuação pelos inquiridos

Numa segunda abordagem o passo foi avaliar os inquiridos acerca do conhecimento deste princípio com a pergunta “Conhece e/ou usa *Lean Construction*?”. Quase metade dos intervenientes apresentam o conhecimento, mas não a sua prática, sendo a restante parte equilibrada entre o conhecimento e aplicação, e o não conhecimento. É apresentado na figura que se segue esta divisão relativa ao conhecimento e práticas *Lean*.

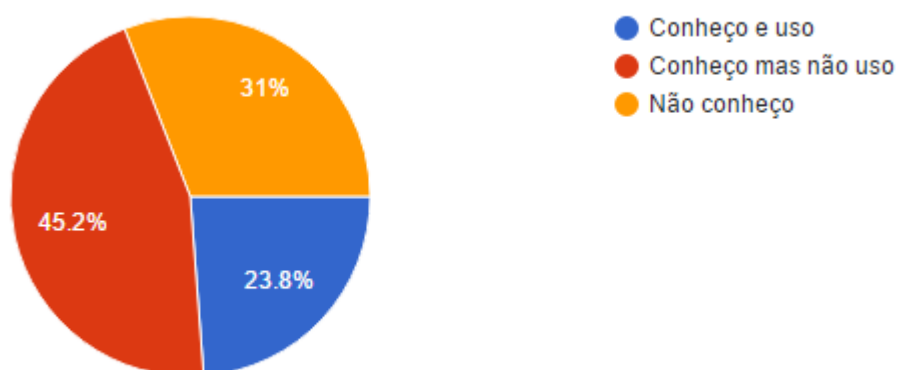


Figura 48 - Representação "pie chart" do conhecimento LC

Surgiram assim 3 caminhos possíveis relativos ao conhecimento *Lean* dos inquiridos. Esta divisão permitiu ao autor elaborar mais algumas questões consoante a resposta relativa ao conhecimento com a

finalidade obter resultados relativamente a medidas implementadas e entraves na sua implementação. A figura apresentada a seguir, resume aqueles que serão os caminhos a seguir dependendo do conhecimento apresentado anteriormente.

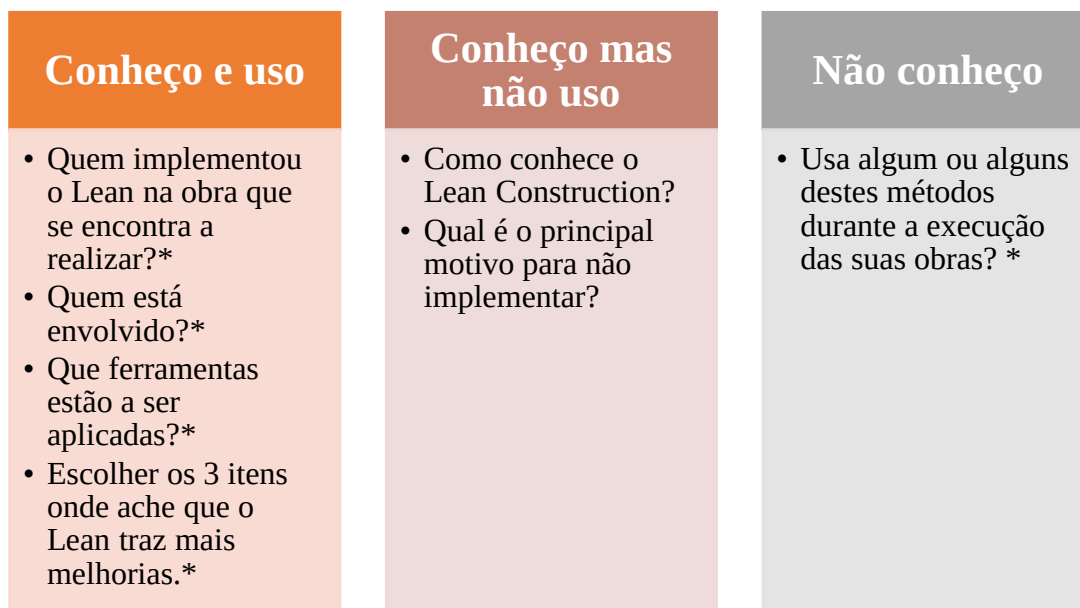


Figura 49 - Questões relativas às práticas *lean* (* ver anexo I)

5.3.4 CONHEÇO E USO

A empresa em estudo tanto opera como empreiteiro-geral como subempreiteiro. Nesse sentido, as opções de resposta vão de encontro ao tipo de trabalho que é usual executar.

Dos 42 inquiridos, 10 conhecem e usam as práticas *Lean*. Para os que deram esta resposta, foi-lhes questionado quem implementou na obra que se encontram a realizar. É notório que a entidade que implementa o *Lean* é, em sua maior parte, o empreiteiro geral. Não foram registadas respostas como “como subempreiteiro” ou “empresa contratada para o efeito”, como é apresentado na figura seguinte.

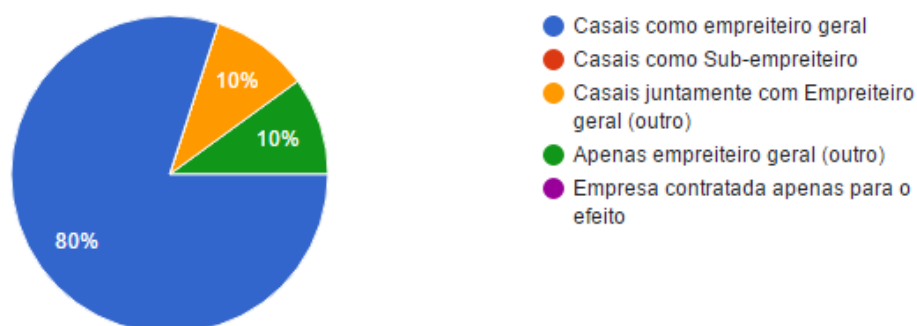


Figura 50 – Representação “pie chart” da entidade implementadora do *lean* em obras Casais SA

De forma a conhecer os intervenientes na implementação da filosofia *Lean*, foi feita a questão “Quem está envolvido na sua implementação”. Foram sugeridas 5 opções de escolha onde era possível escolher mais de que uma opção, sendo estas:

- Diretor de obra;
- Todos os engenheiros;
- Encarregados;
- Subempreiteiros;
- Todos os operários.

O diretor de obra é o interveniente mais participativo na implementação desta metodologia. Um resultado que era de esperar visto que este cargo lida em simultâneo com todo o planeamento da obra, contacto com cliente/fornecedores e a respetiva execução. Nesta função a visão do projeto é mais global permitindo que a implementação do *Lean* vá de encontro às necessidades do projeto.

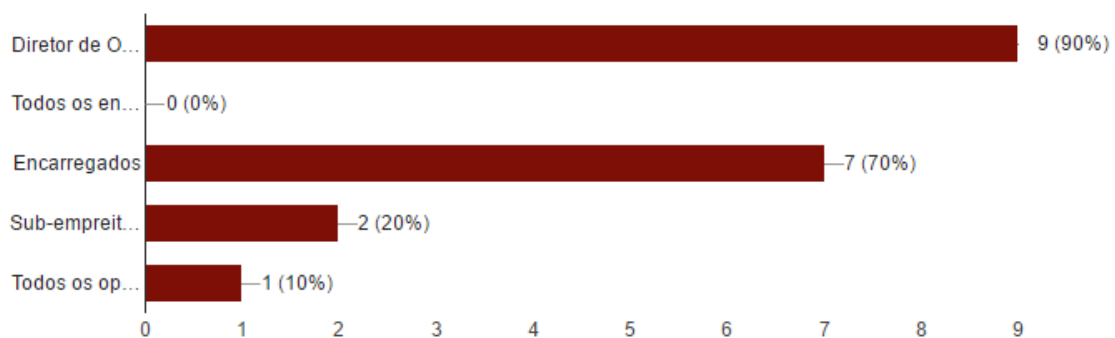


Figura 51 – Representação gráfica dos intervenientes da implementação do *lean*

Como foi visto no Capítulo 3, o *lean construction* opera com vários tipos de ferramentas. Com a questão seguinte foi possível compreender quais as ferramentas mais utilizadas, sendo dada a opção de mais de uma escolha. Foram escolhidas 5 possíveis respostas, entendidas pelo autor como as ferramentas mais importantes na aplicação desta filosofia, sendo estas:

- *Last Planner System*
- *Plan, Do, Control, Act (PDCA)*
- *TFV Theory*
- Conceito *Just-in-Time*
- Outro

O *Last Planner System* é considerado por vários autores como a ferramenta mais utilizada em toda a IC sendo até por vezes confundida com o *lean construction*. Foi a ferramenta mais escolhida pelos inquiridos o que veio comprovar esta tese.

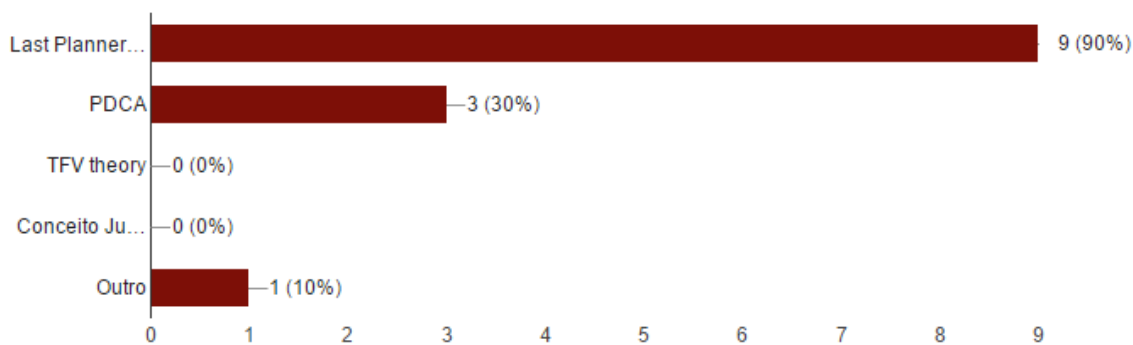


Figura 52 - Representação gráfica das ferramentas *lean* mais usadas

É um facto comprovado que o *Lean Construction* traz melhorias em várias vertentes. Foi por isso seleccionada uma lista de mais-valias em que permitia ao inquirido escolher aquelas 3 que pensava serem mais importantes. Portanto, para a pergunta “Escolha 3 opções onde ache que o *Lean* traz mais melhorias”, foram sugeridas as seguintes opções:

- Melhora a qualidade;
- Gera mais lucro;
- Aumenta a motivação dos trabalhadores;
- Diminui tempos de execução;
- Diminui acidentes de trabalho;
- Diminui resíduos e desperdícios em obra;
- Facilita a comunicação entre equipas de trabalho.

Os resultados obtidos encontram-se na figura seguinte.

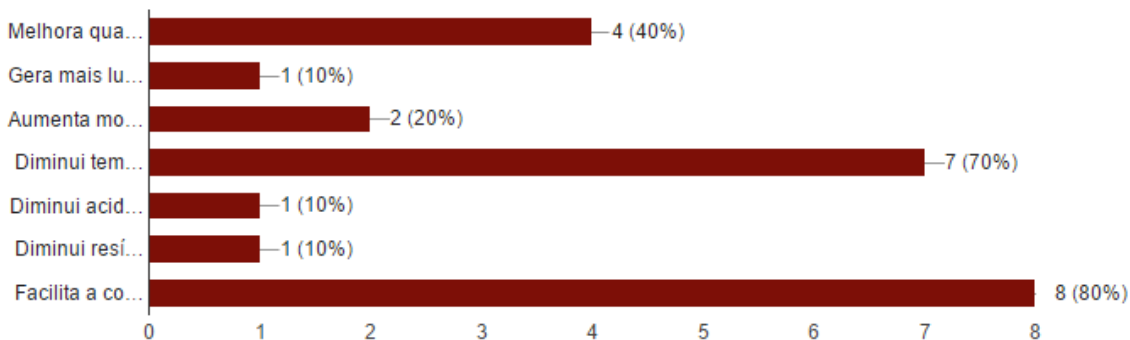


Figura 53 - Representação gráfica das mais-valias trazidas pelo *lean construction*

5.3.5 CONHEÇO, MAS NÃO USO

Do número total de inquiridos, 19 responderam como “conheço, mas não uso” à pergunta sobre o conhecimento *Lean*. Como sucessão a esta pergunta, em primeiro lugar foi feito um estudo para tentar perceber onde é que foi obtido esse conhecimento, ao qual se obteve várias respostas que foram resumidas a:

- Formação Casais SA;

- Revistas/artigos técnicos;
- Formação académica;
- Outro.

Um dos grandes passos para a implementação do LC é a formação. O autor considerou importante, neste estudo focado no combate à resistência à mudança, perceber se existe uma formação estruturada ou apenas um conhecimento vulgar.

Mais de 50% dos inquiridos obtiveram a sua formação *Lean* na própria empresa em estudo.

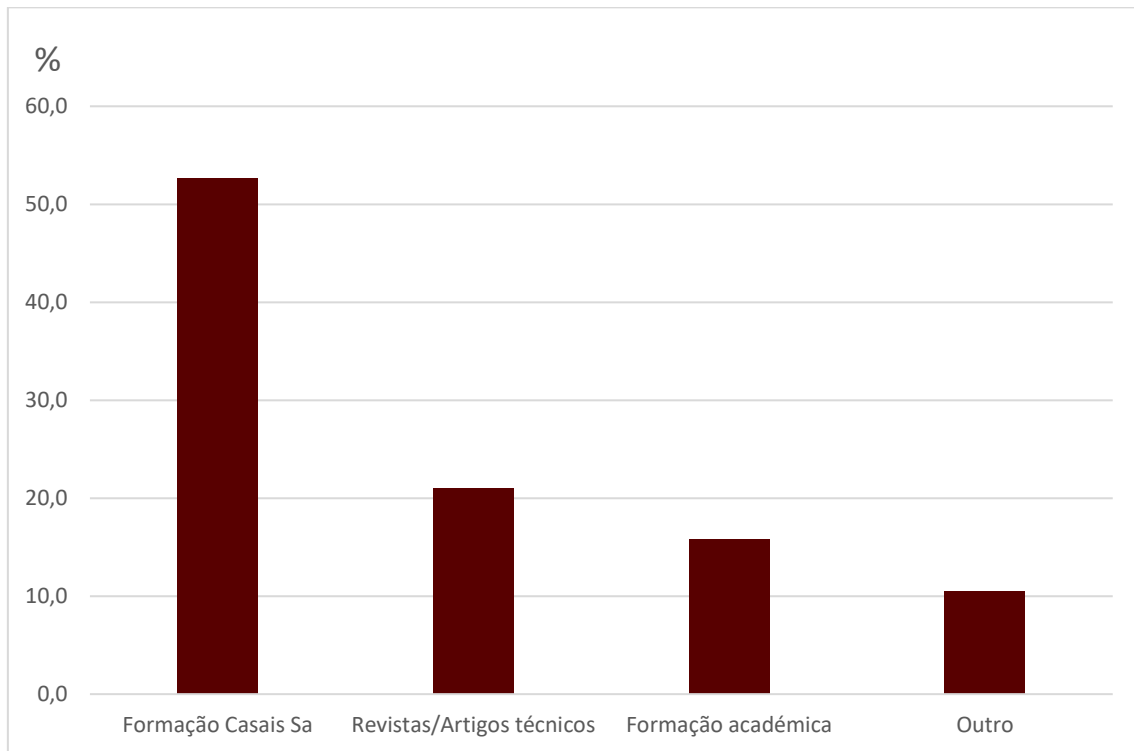


Figura 54 - Representação gráfica da formação *Lean Construction*

Sendo um dos objetivos desta dissertação a resistência à mudança, foi necessário elaborar uma questão de resposta aberta tendo como principal objetivo saber qual ou quais os principais motivos que levam a não implementar a filosofia *Lean* nos projetos em curso, que serão analisados mais pormenorizadamente no próximo subcapítulo. Era uma questão de carácter obrigatório pelo que se obteve 19 respostas, como mostra o quadro seguinte:

Tabela 4 - Razões que levaram os inquiridos a não implementar o *Lean Construction*

<i>“Dimensão das obras em curso”</i>
<i>“Não estou bem integrado da sua aplicabilidade”</i>
<i>“Fazemos reuniões semanais em obra”</i>
<i>“Pouca eficácia no contexto e muitas variáveis em obra”</i>
<i>“Alguma falta de organização no departamento, prazos apertados e constante sobreposição de tarefas”</i>

Tabela 5 - Continuação

<i>“Desconhecimento”</i>
<i>“Enquadramento não adequado nesta fase”</i>
<i>“Falta de conhecimento detalhado”</i>
<i>“Preciso de ter mais disponibilidade para o realizar. No entanto são realizadas reuniões semanais de trabalho, analise do que correu bem, do que correu mal e aplicar correções, mas tudo de um modo menos formal”</i>
<i>“Tempo, recursos humanos”</i>
<i>“Na empresa não estar implementado como metodologia de trabalho corrente, embora aplique algumas praticas diárias que vão de encontro às teorias do Lean Constrution (método Keizen).”</i>
<i>“Falta de formação específica”</i>
<i>“Na minha opinião o conceito de Lean Construction deverá ser coordenado entre todas as entidades envolvidas no projeto, nomeadamente o Cliente, Projetista, Construtor, Subempreiteiros e Fornecedores. Ou seja, o projeto terá de ser pensado desde a fase inicial numa filosofia de Lean Construction.”</i>
<i>“Not have the right oportunity to use it”</i>
<i>“Ainda não foi implementado neste mercado”</i>
<i>“Não é pedido pelos clientes”</i>
<i>“Resistência”</i>
<i>“Não encontrar maior valia suficiente que justifique acréscimo de trabalho.”</i>
<i>“Ainda não é oportuno implementar na nova organização que lidero.”</i>

5.3.6 NÃO CONHEÇO

As respostas “não conheço” soma um total de 13 respostas. Este setor conta apenas com uma questão (“Implementa alguma destas ferramentas?”), com quatro opções baseadas em princípios *Lean*:

- Planear antecipadamente os trabalhos a executar;
- Organizar equipas de trabalho;
- Tentar melhorar continuamente;
- Diminuir desperdícios.

O objetivo fulcral desta questão foi entender se, para aquelas pessoas que pensam não conhecer o LC, existe uma aplicação desta filosofia nos seus projetos sem saberem que estas práticas têm como base o *Lean*. E de facto, como comprova a figura seguinte, foi o que se verificou. Existe uma tendência geral para o planeamento antecipado de tarefas que no fundo, é uma tentativa de diminuição de tempos de execução (desperdícios).

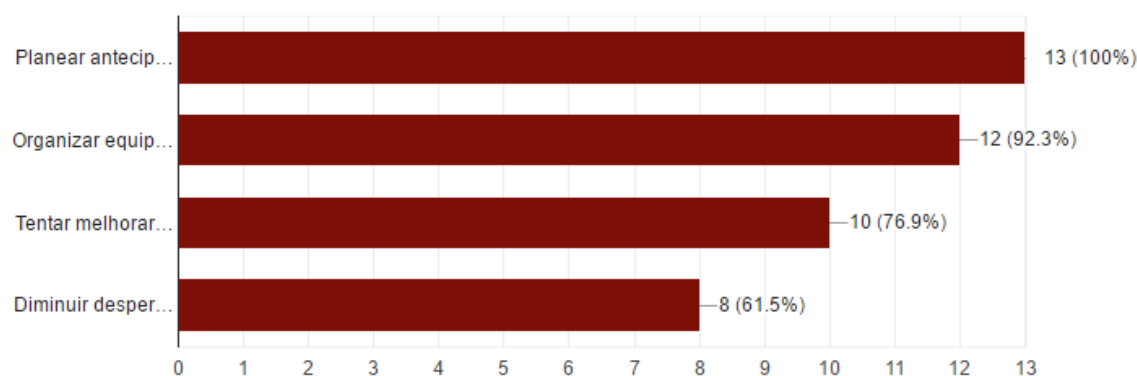


Figura 55 - Representação gráfica dos métodos usados em obra

5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

No seguimento do capítulo anterior, após a apresentação dos resultados, foi feito um cruzamento de dados recorrendo à ferramenta “Excel”. Neste sentido, foram feitas análises comparativas relativamente ao conhecimento/aplicação *Lean* com os anos de experiência e o país de atuação.

A figura seguinte apresenta a conjugação entre os anos de experiência dos inquiridos com o seu conhecimento e aplicação de ferramentas *Lean Construction*.

Facilmente se consegue perceber que há uma evolução relativamente ao conhecimento/prática em função dos anos de experiência, assim como um decréscimo simétrico na resposta “não conheço”.

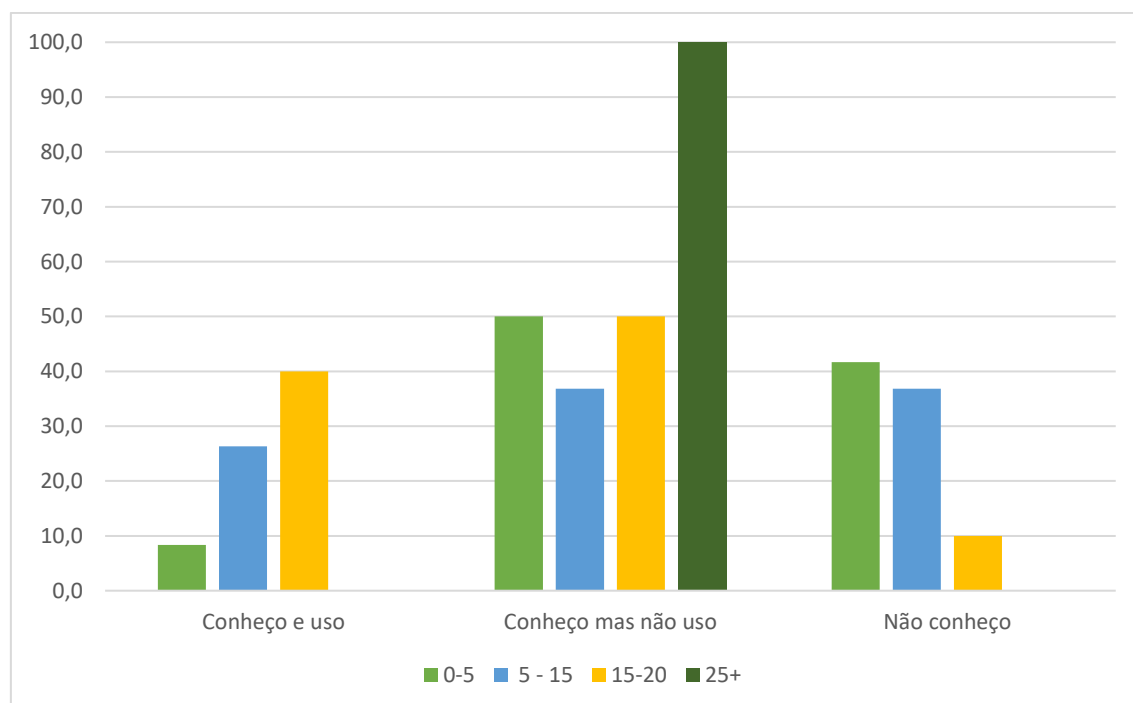


Figura 56 - Representação gráfica do conhecimento LC com os anos de experiência

Numa outra perspetiva de análise, foi feita a avaliação do conhecimento/prática do LC relativamente ao país em atuação por parte dos inquiridos. Como foi visto anteriormente, a amostra revelou respostas de 6 países diferentes. É um valor que pode, na ótica do autor, ser alvo de uma análise interessante, visto que o LC tem como base uma filosofia que parte da mentalidade de cada pessoa, e como é sabido, de país em país a cultura varia, e a mentalidade *Lean* consequentemente.

A figura a seguir revela esse estudo proposto no parágrafo anterior. É apresentada uma representação gráfica com espaço para os 6 países, onde as barras representam a percentagem de inquiridos que “conhece e usa”, “conhece, mas não usa” e “não conhece”.

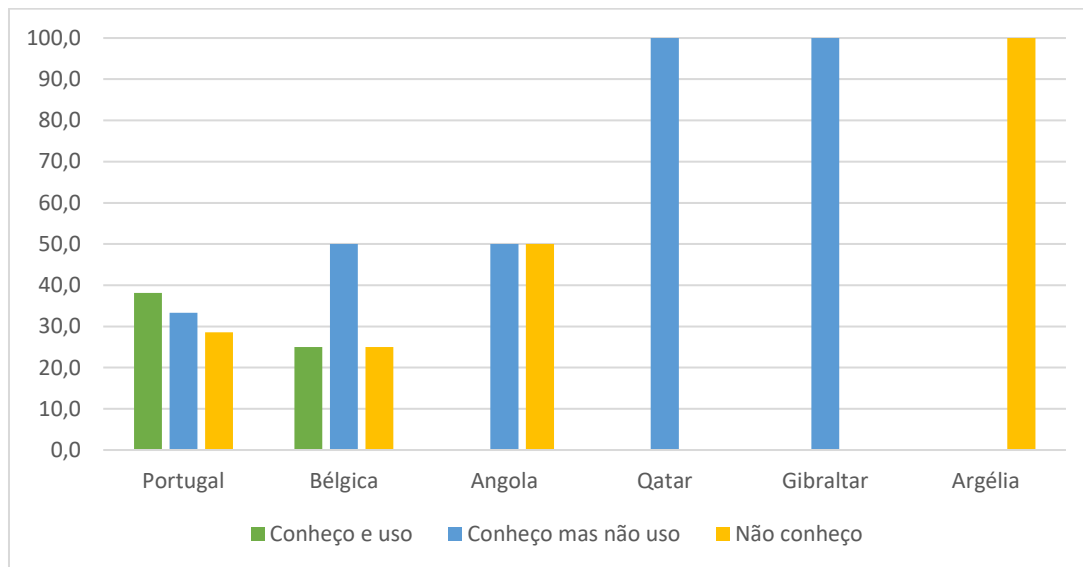


Figura 57 - Representação gráfica do conhecimento LC relativamente ao país de atuação

Depois de uma avaliação primária acerca do conhecimento, partiu-se para a análise da “não implementação do LC”. Nesse sentido, agregou-se todas as respostas abertas à pergunta “Porquê não utiliza?” e fez-se uma divisão entre os motivos de carácter pessoal ou organizacional.

Dentro das fontes individuais existem motivos relacionados com a falta de conhecimento detalhado, falta de disponibilidade, falta de entendimento e confiança/incerteza. Por outro lado, as fontes organizacionais associam-se a fatores de falta de recurso, inércia estrutural e organizacional, falta de incentivo por parte dos clientes e questões relacionadas com a cultura do país.

Tabela 6 - Fontes que levam à não implementação do LC

Fontes individuais	Fontes organizacionais
<i>“Não estou bem integrado da sua aplicabilidade”</i>	<i>“Dimensão das obras em curso”</i>
<i>“Fazemos reuniões semanais em obra”</i>	<i>“Pouca eficácia no contexto e muitas variáveis em obra”</i>
<i>“Desconhecimento”</i>	<i>“Alguma falta de organização no departamento, prazos apertados e constante sobreposição de tarefas”</i>
<i>“Falta de conhecimento detalhado”</i>	<i>“Enquadramento não adequado nesta fase”</i>
<i>“Preciso de ter mais disponibilidade para o realizar. No entanto são realizadas reuniões semanais de trabalho, análise do que correu bem, do que correu mal e aplicar correções, mas tudo de um modo menos formal”</i>	<i>“Tempo, recursos humanos”</i>
<i>“Falta de formação específica”</i>	<i>“Na empresa não estar implementado como metodologia de trabalho corrente, embora aplique algumas praticas diárias que vão de encontro às teorias do Lean Constrution (método Keizen)”</i>
<i>“Not have the right oportunity to use it”</i>	<i>“Na minha opinião o conceito de Lean Construction deverá ser coordenado entre todas as entidades envolvidas no projeto, nomeadamente o Cliente, Projetista, Construtor, Subempreiteiros e Fornecedores. Ou seja, o projeto terá de ser pensado desde a fase inicial numa filosofia de Lean Construction.”</i>
<i>“Resistência”</i>	<i>“Ainda não foi implementado neste mercado”</i>
<i>“Não encontrar maior valia suficiente que justifique acréscimo de trabalho”</i>	<i>“Não é pedido pelos clientes”</i>
	<i>“Ainda não é oportuno implementar na nova organização que lidero”</i>

A figura seguinte mostra que, dos 19 intervenientes que responderam que “conhecem, mas não usam”, há um equilíbrio claro entre os principais motivos que levam à não implementação.

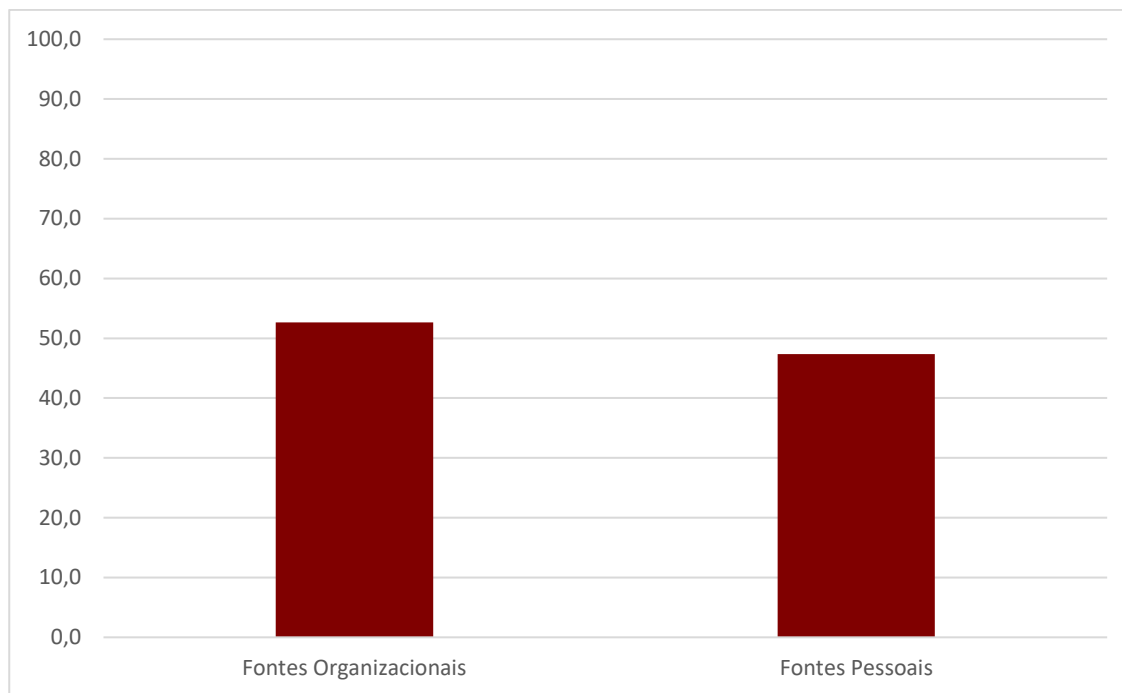


Figura 58 - Representação gráfica dos fatores que levam à não implementação do LC

5.5 NOTA CONCLUSIVA

A realização destes inquéritos formativos permitiu estudar a mentalidade relativa ao pensamento *Lean* dentro de uma organização do setor da construção civil. Considera-se que a amostra foi razoavelmente boa visto que o total de respostas correspondeu a 28% do público alvo, tratando-se de intervenientes ligados à produção.

Os intervenientes apresentam uma distribuição equilibrada dos 0 aos 25 anos de experiência, havendo apenas 1 resposta com mais de 25. Estes distribuem-se por 6 países diferentes, com mais incidência em Portugal.

Na figura 50 observa-se que o empreiteiro geral é aquele que impulsiona, maioritariamente, a implementação do *Lean*, sendo em 80% dos casos somente este, e os restantes em conjunto com os subempreiteiros. Este facto corrobora a tese de que qualquer mudança que precise de ser feita numa organização precisa de começar numa posição hierárquica mais elevada, visto que os restantes apenas seguem o que lhes é solicitado e não tem tendência a arriscar fora do plano estipulado.

Numa primeira análise é possível concluir que o conhecimento e aplicação *Lean* varia consoante os anos de experiência (figura 56). É notório que quanto mais anos de experiência se tem, mais se conhece e implementa e vice-versa. A explicação encontrada para este facto, dada a análise na tabela 4, é que para implementar uma filosofia que envolve mudança organizacional é preciso ter bastante conhecimento, autoridade e uma visão macro do projeto em questão. Ora, para isso ser possível, só quem tem experiência no mercado da construção e uma posição hierárquica boa é que pode atuar nesse sentido.

Num segundo momento mais focado em questões culturais, avaliou-se o mesmo pensamento para países diferentes (ver figura 57). Facilmente se verifica que apenas Portugal e Bélgica “conhecem e implementam” esta metodologia de trabalho, ao contrário de Gibraltar, Angola, Qatar e Argélia. A explicação encontrada para este facto pode ser analisada em dois sentidos. Em primeiro lugar, no mercado Português a empresa em estudo representar maior atividade como empreiteiro geral, onde a

concorrência é elevada, ou seja, há uma maior exigência em prazos/custos sendo necessário recorrer a este tipo de ferramentas para poder competir. Na Bélgica, como este caso de estudo apresentou, há um incentivo por parte do empreiteiro geral para que o subempreiteiro colabore e aplique em conjunto as metodologias propostas. Numa segunda perspetiva, os mercados que não apresentam implementação *Lean* são mercados menos concorrentes e menos rigorosos onde o planeamento por vezes não é visto como prioridade. São países onde as condições climáticas por vezes não permitem o andamento dos trabalhos e também o preço de mão de obra não pesa tanto como nos restantes países em estudo. Portanto, pode-se concluir que a implementação desta filosofia de gestão não depende de muitas variáveis que são diferentes para cada país.

Numa terceira abordagem, foram estudados os vários fatores que levam à não implementação do LC. Os dados apresentados na tabela 4 revelam as respostas dos intervenientes relativas à pergunta em questão. É importante analisar estas respostas numa tentativa de combate à resistência que reside tanto a nível pessoal como a nível organizacional. Em suma, é possível afirmar que a resistência pode ser vencida a nível pessoal, mas, de nada adianta vencê-la se toda a estrutura organizacional onde se está inserido não caminha no mesmo sentido.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 INTRODUÇÃO

Este último capítulo tem como objetivo principal analisar e avaliar todo o trabalho realizado ao longo desta dissertação. São avaliados os resultados obtidos relativamente aos objetivos a que o autor se propôs, assim como as principais limitações encontradas no decurso deste trabalho. A última parte deste capítulo consiste na avaliação da contribuição da presente dissertação para o conhecimento científico e propostas para trabalhos futuros.

As conclusões mais detalhadas acerca de cada capítulo aparecem, de um modo geral, no fim dos mesmos, pelo que, no presente capítulo apenas serão ressaltados os aspetos essenciais do trabalho desenvolvido bem como a sua finalidade.

6.2 CONCLUSÕES GERAIS

Através da exposição detalhada e clara da origem do conceito *Lean*, da sua relação com a produção e fundamentalmente com a forma de pensar a produção, é possível afirmar que o LC produz efeitos positivos em qualquer organização.

Numa altura em que, o setor está cada vez mais competitivo e exigente, a redução de custos e o cumprimento de prazos cada vez mais apertados é a preocupação primordial dos seus dirigentes. No entanto, apoiados nos princípios LC, é exequível agir numa perspetiva de mudança de atitude e melhoria de processos.

O caso de estudo apresentado permitiu ao autor, depois de um estudo intensivo de toda a filosofia *Lean*, fazer um acompanhamento no terreno e um levantamento deste conjunto de ferramentas aplicadas num contexto prático.

Esta metodologia, recente na indústria da construção, está em constante desenvolvimento e cada vez mais a ser aplicada. Visto não se tratar de um processo industrial, onde os processos se desenrolam com recurso a máquinas a laborar em série devidamente programadas e sempre com o mesmo tipo de função, na construção as principais máquinas geradoras de trabalho são pessoas. O ser humano não pode ser programado, é racional e tem espírito crítico, oferecendo assim uma certa resistência a qualquer implementação e mudança que se queira implementar. Foi neste sentido que se desenrolou o estudo desta dissertação – perceber as principais fontes de resistência à mudança numa organização do setor da

construção civil de forma a conseguir encontrar uma estratégia que leve a uma implementação saudável do LC.

A realização de um inquérito formativo dentro de uma instituição do setor da construção foi a solução encontrada pelo autor para estudar a implementação do LC. O capítulo 5 apresenta a estratégia de estudo definida pelo autor onde é feito um levantamento tanto a nível de medidas já implementadas como de fontes de resistência existentes numa estrutura organizacional que já possui um órgão que tem como função o acompanhamento e coordenação destas estratégias *Lean*.

A instituição em estudo é empresa certificada nos sistemas integrados de gestão da qualidade, ambiente e segurança e que a máxima é a melhoria contínua, ora a filosofia *Lean* é crucial nessa busca pela melhoria/otimização dos processos e assim torna-se possível conseguir executar empreitadas no custo, no tempo, na qualidade e na satisfação do cliente. Em Portugal, onde a empresa se afirma como empreiteiro geral, há uma maior facilidade de implementação, mas ainda se encontram fatores de resistência como a falta de conhecimento detalhado, falta de disponibilidade, falta de entendimento e confiança/incerteza, falta de recurso, inércia estrutural e organizacional e falta de incentivo por parte dos clientes.

Em suma, para que estes fatores sejam vencidos e para que estas práticas funcionem no terreno é necessário que haja um *sponsor* (gestão de topo) até que os colaboradores percecionem as vantagens da sua utilização. Não pode deixar também de haver formação e acompanhamento no terreno para que esta filosofia de gestão se dissemine e seja evangelizada.

6.3 LIMITAÇÕES ENCONTRADAS

A execução desta dissertação foi limitada por vários obstáculos ao longo do tempo sendo que a principal foi a falta de tempo disponível para conseguir estudar um projeto em execução desde a fase inicial à fase final. Como é sabido, os projetos de engenharia civil, em sua grande parte, têm uma duração superior ao tempo de elaboração da dissertação. A empreitada do caso de estudo já se encontrava em fase de execução avançada e apenas seria possível fazer um balanço das melhorias trazidas pelo *Lean* se houvesse um acompanhamento completo, onde fosse possível analisar e quantificar, por exemplo, tempos de execução e rendimentos de equipas de trabalho. No entanto, foi possível fazer um levantamento das medidas implementadas na empreitada em estudo e verificar que trazem melhorias.

Outro obstáculo deveu-se ao facto do caso de estudo ser na zona da Flandres, na Bélgica, onde a língua Holandesa dificultou a consulta do projeto e da bibliografia que foi disponibilizada pelo empreiteiro geral.

Por último convém salientar que apesar de se obter 28% de respostas relativamente ao suposto público algo, o autor constatou já numa fase final que algumas pessoas não o receberam. Foi averiguada a situação e verificou-se que houve um problema informático na plataforma “e-mail” da organização. Nesse sentido, a amostra podia ter sido mais vasta e os resultados podiam ter sido mais realistas consequentemente.

6.4 CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TRABALHOS FUTUROS

Avaliando a situação existente na comunidade *Lean Construction* considera-se que esta dissertação contribuiu significativamente para a informação bibliográfica existente na área. A resistência à mudança é uma das principais barreiras na implementação do LC numa organização e, com base no caso de estudo apresentado neste trabalho, é possível que sejam identificadas mais facilmente e ultrapassadas.

Depois da elaboração desta dissertação, e concluindo que a implementação do LC depende de inúmeras variáveis em obra, o autor propõe alguns estudos complementares a esta dissertação:

- Criação de um mapa de procedimentos auxiliar à implementação do *Lean Construction* numa organização do setor da construção civil;
- Análise comparativa da aplicação do *Lean Construction* em subempreitadas com diferentes modelos contratuais;
- Criação de um guião de trabalhos e ferramentas *Lean* a implementar na execução de elementos estruturais, sendo estes um processo cíclico e repetitivo;
- Experimentação de ferramentas que visem uma otimização dos rendimentos de equipas na execução de elementos estruturais;
- Estudo, a inquérito mais alargado e mais detalhado, para identificar com mais rigor as razões da resistência à mudança e como se poderão ultrapassar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelhamid, T. and Salem. (2005) *O. Lean Construction: A New Paradigm for Managing Construction Projects*. 2005. Cairo, Egipto.
- Arbós, Lluís Quatre Casas (2010). —Como implantar realmente el lean management. El flujo de valor. Instituto Lean Management
- Ballard, G. (2003). *Lean Construction Institute: Research Agenda*, Ketchum, ID. Lean Project Delivery System™.
- Ballard, G. e Howell, G. (1996). *Can Project Control do it Job?*.
- Ballard, G. e Howell, G. (1998). *What Kind of Production is Construction?* Proc. 6th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr., IGLC-6, Aug 13-15, Guarujá, Brasil.
- Ballard, G. e Howell, G. (1998). *Implementing Lean Construction: Understanding and Action*. Proc. 6th Annual Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr., IGLC-6, Aug 13-15, Guarujá, Brasil.
- Ballard, G., Koskela, L., Howell, G., & Zabelle, T. (2001), *Production System Design in Construction*. Proceedings of the 9th annual conference of IGLC. Singapura.
- Chitla. (2002) *V. Performance Assessment Of Planning Processes During Manufactured Housing Production Operations Using Lean Production Principles*. s.l. : Master Thesis.
- Daeyoung, Kim (2002). *Exploratory study of Lean Construction: Assessment of Lean implementation*, Ph.D, The University of Texas, Austin, EUA.
- DRUCKER, P.F., (1954). *The practice of management*. Collins Business.
- DRUCKER, P.F., (2001). *The essential Drucker*. Collins Business.
- Egan, J., Sir. (1998). *Rethinking construction: the report of the Construction Task Force*. Department of Environment, Transport and Regions, Londres, Reino Unido.
- Howell G.A. (1999). *What is Lean Construction-1999*. Proc. 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, University of California, Berkeley, EUA.
- Howell, G. A.; Koskela, L. (2000). *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction*. Proceeding from 8th Annual Conference on Lean Construction, Brighton, Reino Unido.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo, VTT Building Technology
- Koskela, L. e Howell, G. (2001). *Reforming project management: the role of planning, execution and controlling*. Proceedings of the 9th Annual Conference of the IGLC, Singapore. National University of Singapore.
- Koskela, L. (2004). *Making - Do –The Eighth Category of Waste*. Proceedings of the 12th annual conference of ICGL, Dinamarca.
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way fieldbook – 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. Macgraw-Hill Companies.
- MEGGINSON, Leon C.; MOSLEY, Donald C.; PIETRI JR., Paul H.(1998) *Administração: Conceitos e Aplicações*. Tradução de Maria Isabel Hopp. São Paulo : Harbra,
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota production system*. Productivity Press, Cambridge, Reino Unido.

- Ohno, Taiichi. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre.
- Pinto J. P. (2008) *Introdução à filosofia Lean thinking*
- Pinto J.P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vendedoras*. 6a Edição Atualizada.
- PRODUCTIVITY PRESS, (2002). *Kanban for the shop floor*.
- PRODUCTIVITY PRESS, (2003). *Pull production for the shop floor*.
- ROBBINS, S. P; JUDGE, T. A.; SOBRAL, F. (2010). *Comportamento Organizacional – Teoria e prática no contexto brasileiro*. 14º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- SENGE, P. M. (1990) *The Leader's New York: building learning organizations*. Sloan Management Review, 7, Fall.
- SENGE, P. M. (1999). *A dança das Mudanças. Os desafios de manter o crescimento e o sucesso em organizações que aprendem*. 7a ed. Rio de Janeiro: Campus.
- Womack, J.P. e Jones, D.T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, New York, EUA.
- Womack, J.P., Jones, D.T. (1998). *A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas*. Rio de Janeiro, Campus.
- Womack, J; Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2ª ed. UK: Free Press Business.
- Womack, J.P., Jones, D.T. (2005). *Lean consumption*. *Harvard Business review*
- <http://www.sinfic.pt>, acessado a 20 de Fevereiro
- [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Construction_production_\(volume\)_index_overview](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Construction_production_(volume)_index_overview), acessado a 26 de Fevereiro
- https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/documentos-relacionados/nie_estudo_15_2014.pdf, acessado a 24 de Fevereiro
- <https://www.lean.org/WhatsLean/>, acessado a 9 de Março
- <http://www.lean-manufacturing-junction.com/what-is-lean-manufacturing.html>, acessado a 9 de Março
- <http://www.inf.vtt.fi/pdf/publications/2000/P408.pdf>, acessado a 1 de Abril
- <https://www.ihireconstruction.com/careeradvice/pages/pros-and-cons-of-lean-construction>, acessado a 25 de Maio

ANEXOS A1

A1.1 INQUÉRITO REALIZADO

Aplicação de estratégias LEAN em obra e a resistência à mudança.

Chamo-me Francisco Cunha e sou estudante da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Encontro-me a realizar a dissertação final do Mestrado em Engenharia Civil no âmbito do Programa Erasmus Estágios, na Bélgica, onde tenho vindo a acompanhar a obra de Provinciehuys. O tema da dissertação debruça-se sobre o *Lean Construction* e a resistência à mudança.

Com este inquérito quero tentar perceber o nível de conhecimento das práticas LEAN nesta empresa, se as ferramentas estão a ser devidamente implementadas e os motivos que levam à rejeição desta filosofia.

* Required

1. Que cargo representa na empresa? *

Mark only one oval.

- ☐ Diretor de produção
- ☐ Diretor de Obra
- ☐ Orçamentista
- ☐ Outro

2. Anos de experiência

Mark only one oval.

0 - 5

☐☐

5 - 15

☐

15 - 25

☐

+ 25

3. Em que país está a atuar? *

Mark only one oval.

☐

Alemanha

☐

Angola

☐

Argélia

☐

Bélgica

☐

Brasil

☐

Cabo Verde

☐

França

☐

Gibraltar

☐

Holanda

☐

Marrocos

Moçambique

☐☐

Portugal

☐

Qatar

Práticas Lean

4. Conhece e/ou usa Lean Construction? *

Mark only one oval.

☐

Conheço e uso *Skip to question 5.*

☐

Conheço mas não uso *Skip to question 9.*

☐

Não conheço *Skip to question 11.*

Conheço e uso

Sendo a Casais uma empresa que atua como empreiteiro geral ou sub-empreiteiro.

5. Quem implementou o Lean na obra que se encontra a realizar? *

Mark only one oval.

☐

Casais como empreiteiro geral

☐

Casais como Sub-empreiteiro

☐

Casais juntamente com Empreiteiro geral (outro)

☐

Apenas empreiteiro geral (outro)

☐ Empresa contratada apenas para o efeito

6. Quem está envolvido? *

Check all that apply.

☐ Diretor de Obra

☐ Todos os engenheiros

☐ Encarregados

☐ Sub-empregados

☐ Todos os operários

7. Que ferramentas estão a ser aplicadas? *

Check all that apply.

☐ Last Planner System

☐ PDCA

☐ TFM theory

☐ Conceito Just-in-time

☐ Outro

8. Escolha os 3 itens onde ache que o Lean traz mais melhorias *

Check all that apply.

- ☐ Melhora qualidade
- ☐ Gera mais lucro
- ☐ Aumenta motivação dos trabalhadores
- ☐ Diminui tempos de execução dos trabalhos
- ☐ Diminui acidentes de trabalho
- ☐ Diminui resíduos e desperdícios em obra
- ☐ Facilita a comunicação e entendimento de equipes de trabalho

Skip to "Obrigado."

Conheço mas não uso

Com poucas palavras, por favor, responda a estas duas questões.

9. Como conhece o Lean Construction? *

10. Qual é o principal motivo para não implementar? *

Skip to "Obrigado."

Não conheço

11. Usa algum ou alguns destes métodos durante a execução das suas obras? *

Check all that apply.

- ☐ Planear antecipadamente os trabalhos a executar
- ☐ Organizar equipas de trabalho
- ☐ Tentar melhorar continuamente
- ☐ Diminuir desperdícios

Obrigado

A1.2 FICHA TÉCNICA - PROVINCIEHUIS

PROVINCIEHUIS ANTWERPEN

SEDE ADMINISTRATIVA DA PROVÍNCIA DE ANTUÉRPIA



DONO DE OBRA: Província de Antuérpia

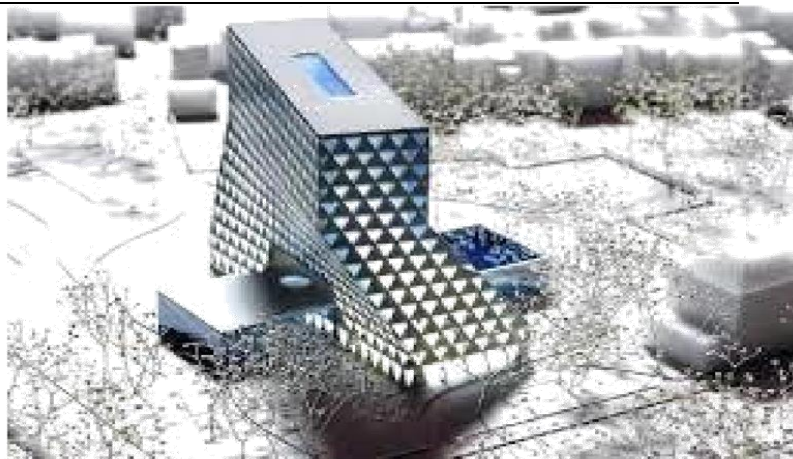
CLIENTE: Denys-Democo

LOCALIZAÇÃO: Antuérpia, Bélgica

PRAZO EXECUÇÃO: 15 meses

VALOR: 2.567.772,88 €

ARQUITECTO: Xaveer de Geyter



Em Abril de 2016, a CNT Europe iniciou os trabalhos de estrutura em betão armado na nova sede da Província de Antuérpia-Provinciehuis, a convite do consórcio Denys-Democo.

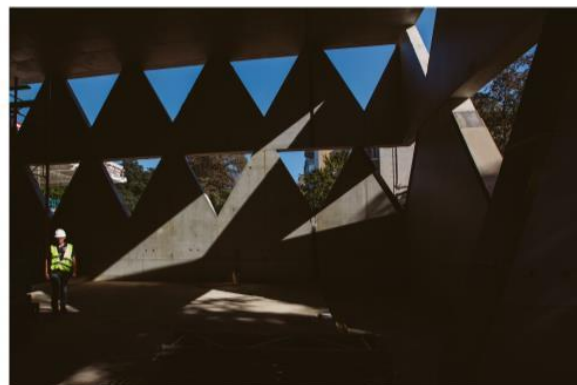
A nova sede da província de Antuérpia, que estará concluída em 2018, será uma construção durável cumprindo com todas as exigências em termos de energia, conforto, acessibilidade e segurança e apresentando-se como o verdadeiro cartão de visita de uma província moderna e eficiente.

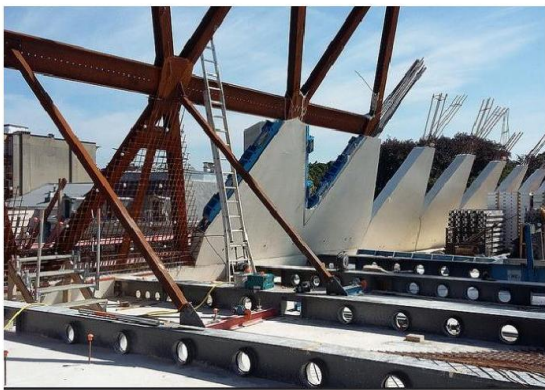
Este será um dos edifícios mais auto-sustentáveis da Bélgica cumprindo com todos os requisitos e normas em termos de sustentabilidade ambiental. O edifício é extremamente compacto, com isolamento de alta qualidade nas fachadas. A fachada é em vidro em 40% da sua superfície de modo a evitar um aquecimento excessivo pelo calor solar. Com um total de 58 metros de altura este edifício de geometria variável é constituído por 14 pisos composto por duas torres separadas e independentes que se unem ao quarto piso e tem a particularidade de as paredes serem inclinadas em relação ao eixo vertical e horizontal (direção X e Y), criando um efeito de curvatura em todo o edifício.

In April 2016, CNT Europe started the works of structure in concrete at the new headquarters of the Province of Antwerp-Provinciehuis, invited by the joint-venture of the Denys-Democo.

The new headquarters of the Province of Antwerp, which will be completed in 2018, will be a durable construction meeting all requirements in terms of energy, comfort, accessibility and safety and presenting itself as the true business card of a modern and efficient province

This will be one of Belgium's most self-sustaining buildings meeting all the requirements and standards in terms of environmental sustainability. The building is extremely compact, with high-quality insulation on the facades. The facade is in glass on 40% of its surface in order to avoid excessive heating by solar heat. With a total height of 58 meters this building of variable geometry is constituted by 14 floors composed by two separate and independent towers that join on the fourth floor and has the particularity of the walls being inclined with respect to the vertical and horizontal axis (direction X And Y), creating a bending effect throughout the building.





O edifício apresenta ainda a particularidade de ser construído por três tipos de betão: betão branco nas lajes e paredes de fachada, betão preto nos núcleos centrais e betão cinzento no parque de estacionamento. Em todos os casos estamos a lidar com betão arquitetónico o que exige cuidado redobrado na execução do mesmo.

De modo a realizar a curvatura do edifício, foi planeado um método de cofragem sofisticado constituído por painéis de cofragem com o peso de 6 toneladas e com dimensões de 7x3 metros. Estes painéis são compostos por um sistema que lhes permite regular a inclinação e a rotação da superfície a betonar através de um sistema de regulação nos eixos X e Y.

A estrutura do edifício não apresenta vigas sendo a estabilidade estrutural assegurada através de perfis metálicos embutidos nas paredes de fachada e de diversos cabos de pós esforço presentes nas 14 lajes dos pisos. Além dos cabos de pós esforço cada laje possui tubos de aquecimento, sistema de combate a incêndios e diversas instalações elétricas.

Todos estes fatores elevam o grau de dificuldade na execução da cofragem e ferro, desafio que a CNT Europe aceitou com toda a motivação e determinação de modo a participar em mais um projeto emblemático na cidade de Antuérpia.

The building also has the particularity of being built by three types of concrete: white concrete in the slabs and facade walls, black concrete in the central cores and gray concrete in the car park. In all cases we are dealing with architectural concrete which requires special care in execution.

In order to realize the curvature of the building, a sophisticated formwork method was planned, consisting of formwork panels with a weight of 6 tons and dimensions of 7x3 meters. These panels consist of a system that allows them to regulate the inclination and rotation of the surface to be concreted by means of a regulation system in the X and Y axes.

The structure of the building does not have beams being the structural stability ensured through metal profiles embedded in the facade walls and several post-stress cables present in the 14 floor slabs. In addition to the post-tension cables, each slab has heating pipes, a fire-fighting system and various electrical installations.

All these factors increase the degree of difficulty in the implementation of the formwork and iron, challenge that CNT Europe agreed with all the motivation and determination to participate in another flagship project in the city of Antwerp





PORTUGAL

RUA DO ANJO, 27 - MIRE DE TIBÃES

APARTADO 2702

4700-565 BRAGA - PORTUGAL

T +351 253 305 400

F +351 253 305 499

MORADA DO PAÍS

Avenue Van Volxem, 264

1190 Forest, Bélgica

T +32 272 059 23

F +32 272 160 77

www.casais.pt

casais@casais.pt

//

