



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Utilização de Técnicas *Lean* e *Just in Time* na Gestão de Empreendimentos e Obras

Wilma Karina Fernandes Gonçalves

Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em ENGENHARIA CIVIL

Júri

Presidente: Professor Doutor António Heleno Domingues Moret Rodrigues

Orientador: Professor Doutor Francisco José Loforte Teixeira Ribeiro

Vogal: Professor Doutor Jorge Pedro Lopes

Outubro de 2009

RESUMO

A evidência dos desperdícios associados à actividade da construção com impacto na qualidade do produto e nos custos inerentes torna necessária a abertura das empresas para novos sistemas de gestão que venham eliminar esses desaproveitamentos, sem introdução de grandes investimentos.

Os conceitos da filosofia *Lean* surgem no sector da construção adaptados da indústria fabril, após verificação dos seus bons resultados na redução de custos, melhoria da qualidade, controlo de produção, e relacionamento entre intervenientes de determinado processo (interno da empresa e externo entre fornecedores e clientes). Este novo sistema da gestão tem vindo a crescer substancialmente a nível mundial, com diversas empresas a implementarem técnicas do *Lean Construction* e o seu conceito *Just in Time*, que defende a eliminação dos custos com armazenamento desnecessário de material. Essas práticas são ainda relativamente desconhecidas em Portugal, estando algumas grandes empresas a ganhar interesse na sua aplicação para aumento da competitividade dos seus projectos.

Esta dissertação propõe a introdução dos princípios fundamentais e conceitos relativos ao sistema *Lean Construction* numa empresa portuguesa ligada à construção, analisando a realidade do sistema de gestão vigente e as oportunidades de melhoria do processo de produção da empresa. A investigação foi efectuada a partir de seis casos de estudo e um projecto-piloto de implementação. Nesse projecto foram aplicadas três ferramentas: Mapeamento de Fluxo de Valor, onde se identificaram as oportunidades de melhoria de um processo construtivo; o sistema de planeamento *Last Planner System*, analisando as causas de não conclusão de actividades planeadas e podendo introduzir o PPC (Percentagem de Planeamento Concluído), uma métrica de controlo de desempenho; e finalmente a Gestão Visual com aplicação de um quadro para controlo sistemático do ponto de situação da produção. Entre as principais conclusões deste estudo, destaca-se o facto de a integração dos princípios *Lean Construction* tornarem possível a melhoria do sistema de produção e ampliação das boas práticas no sector da construção, com técnicas de implementação simples.

Palavras-chave: *Lean Construction*, *Last Planner System*, *Just in Time*, Mapeamento de Fluxo de Valor, Gestão Visual, desperdícios, melhoria, implementação.

ABSTRACT

The evidence of construction-related waste with impact in the product's quality and the underlying costs makes it necessary for companies to be open to new management systems that will come to eliminate that waste, without incurring great investments.

The concepts of Lean philosophy emerged in the construction sector adapted from the manufacturing industry, after its positive results in what concerns cost reduction, quality improvement, production control, as well as the relationship between actors of specific processes (internal to the company or external with suppliers and customers) were noticed. This new management system has been growing ever more on an international scale, with many companies implementing techniques from Lean Construction and its concept Just in Time, which defends the elimination of costs with unnecessary material storage. These practices are still relatively unknown in Portugal, even though some large companies are gaining ever more interest in its application, so as to increase the competitiveness of their projects.

This dissertation proposes the introduction of the fundamental principles and concepts related to the Lean Construction system in a Portuguese company in the construction sector, analyzing the reality of the management system in place as well as the opportunities for improving the company's production process. The research was performed via six case studies and a pilot project. In that project three tools were implemented: Value Stream Mapping, where the opportunities for improvement in a construction process were identified; the Last Planner System, where the causes of non conclusion of planned activities were analyzed, and it was possible to introduce PCP (Percentage of Concluded Planning), a performance control metric; and finally Visual Management, with the usage of a board for the systematic control of the production's state. From the main conclusions of this study, it is highlighted that the integration of Lean Construction principles make the improvement of the production system and the spread of good practices in the construction system possible, with simple implementation techniques.

Keywords: *Lean Construction, Last Planner System, Just in Time, Value Stream Mapping, Visual Management, waste, improvement, implementation.*

AGRADECIMENTOS

Apresento o meu reconhecimento e estima pelo Professor Francisco Loforte Ribeiro, orientador desta dissertação de mestrado, por todo acompanhamento, disponibilidade, sugestões e incentivo durante o desenvolvimento das diversas etapas deste trabalho.

Aos engenheiros do departamento *Lean* da *Copirisco*, Carlos Borges e Pedro Santos, pelas ideias e preciosa ajuda no decorrer deste trabalho. À *Edifer*, que possibilitou a realização dos casos de estudo apresentados, com principal destaque para o engenheiro Sebastião Gaiolas, e o seu sempre presente apoio e acompanhamento, que tornou possível e mais fácil a minha integração e a realização do trabalho na empresa. Aos funcionários das obras estudadas pela paciência, disponibilidade e colaboração neste trabalho. À *Edimetal* pela disponibilidade e por ter tornado possível a implementação das ferramentas propostas nesta dissertação, com especial destaque para a sua administração, para o engenheiro António Biscaia e o encarregado Vilar Caetano. À *Covipor* pela visita guiada e acesso à informação que permitiu complementar o conhecimento relativo ao processo estudado.

À Joana Sintra pela simpatia e disponibilidade para a revisão e melhoria do texto deste trabalho, e ao Sahba Sanaei pelas dicas e pronta ajuda na tradução do resumo alargado para a língua inglesa.

Acima de tudo agradeço aos meus pais José de Sousa Gonçalves e Maria José Gonçalves, por todo sacrifício, incentivo, compreensão, amor e fé em mim desde sempre, sem os quais não teria cá chegado. Aos meus irmãos, Daisy, Áurea, Kelly e Júnior, meus avós Carlos e Teresa, meus tios e primos em Moçambique e em Portugal.

Aos meus segundos papás Gustavo e Lucília Henriques, ao Sr. Armando Ferreira, ao Gabriel Gonçalves, à tia Paulina Pombo e ao Rogério Silva, pelo apoio, carinho e todas memórias e alegrias que tornaram mais fáceis os anos longe de casa.

Um especial obrigado ao meu noivo António Henriques, pelo amor, compreensão e companheirismo nos bons e maus momentos, dando-me coragem para enfrentar todas dificuldades encontradas nestes últimos anos da minha vida.

Aos meus amigos distantes mas sempre presentes em espírito, tia Marcelina Canote, Hermógenes Mário, Erzelina Manjate, Márcia Rocha, Bruno Abasse, Klava Gonçalves, Oflia Gonçalves,

Marley Gonçalves, Mércia Hing Fi, Daniela Salite, Saquina Ahmad, Elizabeth Fung, Anett Anselmo, Cecília Xavier e Joyce Quilambo, pela força e amizade incondicional. Aos meus amigos, colegas e ex-colegas do IST, Débora Inocência, Denise Barbedo, Italma Pereira, Nídia Vargem, João Feiteira, Diogo Serpa, Ana Carreiro, David Ribeiro, Pedro Campos, Xavier Nhaca, Edmundo Cabral, Ivan Afonso, Carla Duarte e Francisco Costa, pela partilha da pressão académica e pelo convívio e amizade que tornaram a minha vida universitária memorável.

A todos que estiveram ao meu lado na fase final desta etapa, mesmo que aqui não mencionados, o meu muito obrigado.

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|----------|
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Justificação e motivação | 1 |
| 1.2. Campo de aplicação do trabalho | 2 |
| 1.3. Objectivos de investigação | 2 |
| 1.4. Metodologia de investigação | 3 |
| 1.5. Organização da dissertação..... | 4 |
| 2. Revisão bibliográfica | 6 |
| 2.1. Introdução | 6 |
| 2.2. Processo de pesquisa implementado..... | 6 |
| 2.3. Evolução do conhecimento e análise de informação relevante | 7 |
| 2.3.1. <i>Lean Thinking</i> | 7 |
| 2.3.1.1. Origem, conceitos e difusão..... | 7 |
| 2.3.1.2. <i>Lean thinking</i> vs <i>Muda</i> | 9 |
| 2.3.1.3. Princípios do Lean Thinking..... | 12 |
| 2.3.2. Lean Enterprise | 15 |
| 2.3.2.1. Conceito | 15 |
| 2.3.2.2. <i>Black Belt Team</i> | 16 |
| 2.3.3. <i>Lean Construction</i> | 17 |
| 2.3.3.1. Princípios do Lean Construction..... | 20 |
| 2.3.4. Aplicação de Lean Construction..... | 24 |
| 2.3.4.1. Ferramentas e metodologias de aplicação Lean..... | 25 |
| 2.3.4.1.1. Mapeamento de Fluxo de Valor..... | 25 |
| 2.3.4.1.2. Outras ferramentas e aplicações Lean..... | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.5. Just-in-Time e sua aplicação na construção..... | 33 |
| 2.3.5.1. Buffers no sistema JIT | 34 |
| 2.3.5.2. Controle de Qualidade Total no sistema JIT..... | 36 |
| 2.4. Conclusões | 36 |
| 3. Casos de estudo | 38 |
| 3.1. Introdução | 38 |
| 3.2. Metodologia de recolha de dados | 38 |
| 3.2.1. Observação directa..... | 39 |
| 3.2.2. Entrevistas..... | 39 |
| 3.2.3. Análise documental..... | 39 |
| 3.3. Descrição dos casos de estudo | 40 |
| 3.3.1. Novo Pier Norte | 40 |
| 3.3.1.1. Caracterização dos entrevistados | 41 |
| 3.3.2. Igreja Boa Nova Estoril | 41 |
| 3.3.2.1. Caracterização dos entrevistados | 42 |
| 3.3.3. Sana Torres Vasco da Gama | 43 |
| 3.3.3.1. Caracterização dos entrevistados | 43 |
| 3.3.4. Parque temático Kidzania | 44 |
| 3.3.4.1. Caracterização dos entrevistados | 45 |
| 3.3.5. Condomínio Jardim São Lourenço | 45 |
| 3.3.5.1. Caracterização dos entrevistados | 46 |
| 3.3.6. Edifício PT Afonso Costa | 47 |
| 3.3.6.1. Caracterização dos entrevistados | 47 |
| 3.4. Análise dos dados obtidos..... | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.1. Planeamento / Estratégia..... | 48 |
| 3.4.2. Organização de obra | 52 |
| 3.4.3. Sistema de produção | 54 |
| 3.4.4. Gestão da construção / <i>Lean Construction</i> | 59 |
| 3.5. Resultados e conclusões..... | 60 |
| 4. Modelo proposto..... | 65 |
| 4.1. Introdução | 65 |
| 4.2. Bases teóricas do modelo..... | 65 |
| 4.2.1. Objectivos do modelo | 67 |
| 4.3. Descrição do modelo..... | 67 |
| 4.3.1. Selecção de produto ou serviço..... | 68 |
| 4.3.2. Mapeamento do estado actual..... | 71 |
| 4.3.3. Análise do estado actual..... | 74 |
| 4.3.4. Mapeamento do Estado Futuro | 76 |
| 4.3.4.1. Propostas de implementação..... | 80 |
| 4.4. Implementação e controlo..... | 82 |
| 4.4.1. Barreiras à implantação do modelo..... | 83 |
| 4.4.2. Oportunidades e benefícios da implantação do modelo | 84 |
| 4.5. Conclusões | 86 |
| 5. Análise dos resultados de implementação do modelo..... | 88 |
| 5.1. Introdução | 88 |
| 5.2. Descrição do processo..... | 88 |
| 5.3. Aplicação das ferramentas e ideias propostas..... | 90 |
| 5.3.1. <i>Last Planner System</i> | 91 |

| | |
|---|--------------|
| 5.3.1.1. Planeamento semanal..... | 92 |
| 5.3.2. Gestão Visual..... | 96 |
| 5.4. Conclusões..... | 101 |
| 6. Considerações finais..... | 104 |
| 6.1. Introdução..... | 104 |
| 6.2. Avaliação dos resultados..... | 104 |
| 6.3. Contribuições para o conhecimento científico e para a indústria..... | 107 |
| 6.4. Limitações da investigação..... | 108 |
| 6.5. Recomendações para trabalhos futuros..... | 109 |
| 6.5.1. Pontos de melhoria do modelo..... | 110 |
| 6.5.2. Complementos..... | 111 |
| Referências bibliográficas..... | 112 |
| ANEXOS..... | - 1 - |
| I. Ficha de caso de estudo..... | - 2 - |
| II. Ficha de avaliação..... | - 3 - |
| III. Organograma da obra Novo Pier Norte..... | - 4 - |
| IV. Organograma da obra Igreja Boa Nova Estoril..... | - 5 - |
| V. Organograma da obra Sana Torres Vasco da Gama..... | - 6 - |
| VI. Organograma da obra Parque Temático Kidzania..... | - 7 - |
| VII. Organograma da obra Condomínio Jardim São Lourenço..... | - 8 - |
| VIII. Organograma da obra Edifício PT Afonso Costa..... | - 9 - |
| IX. Ficha de Inquérito..... | - 10 - |
| X. Ícone usados no Mapeamento de Fluxo de Valor..... | - 16 - |
| XI. Esquema do Mapa de Estado Actual..... | - 18 - |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1. Modelo simplificado para o TPS [Adaptado de Ghinato, 2000]..... | 8 |
| Figura 2.2. Esquema de fluxos na construção [Picchi, 2003, pag.13]..... | 24 |
| Figura 2.3. Esquema de Fluxo de Valor [Adaptado de Siddiqui, 2008]..... | 26 |
| Figura 2.4. Esquema do projecto de Mapeamento de Fluxo de Valor..... | 29 |
| Figura 2.5. Exemplo de fluxos na construção..... | 29 |
| Figura 2.6. Esquema do ciclo PDCA..... | 33 |
| Figura 2.7. Esquema de processamento com <i>buffers</i> | 35 |
| Figura 3.1. Experiência profissional da amostra da obra Novo Pier Norte | 41 |
| Figura 3.2. Experiência profissional da amostra da obra da Igreja Boa Nova Estoril..... | 43 |
| Figura 3.3. Experiência profissional da amostra da obra do Sana Torres Vasco da Gama | 44 |
| Figura 3.4. Experiência profissional da amostra da obra do Parque temático Kidzania | 45 |
| Figura 3.5. Experiência profissional da amostra da obra do Condomínio Jardim São Lourenço | 47 |
| Figura 3.6. Experiência profissional da amostra da obra do Edifício PT Afonso Costa | 48 |
| Figura 3.7. Classificação dos factores de sucesso de um projecto | 59 |
| Figura 4.1. Esquema do modelo proposto | 68 |
| Figura 4.2. Esquema de sistema <i>Top-down</i> da gestão funcional | 69 |
| Figura 4.3. Esquema de sistema SIPOC | 69 |
| Figura 4.4. Actividades do Mapa do Estado Actual | 72 |
| Figura 4.5. Medidas e ferramentas para implementação do Mapa de Estado Futuro..... | 76 |
| Figura 4.6. Esquema de sistema <i>Kanban</i> [adaptado de Tommelein e Li, 1998] | 78 |
| Figura 4.7. Exemplo de caixa de nivelamento de trabalho..... | 78 |
| Figura 4.8. Actividades do Mapa do Estado Futuro a implementar | 80 |

| | |
|---|-----|
| Figura 5.1. Relação de número de actividades planeadas com valor do PPC | 94 |
| Figura 5.2. Relação do número de actividades não concluídas e suas causas | 95 |
| Figura 5.3. Distribuição das causas de não conclusão das actividades..... | 96 |
| Figura 5.4. Principais actividades do processo de montagem de caixilharia..... | 97 |
| Figura 5.5. Mapa de Montagem com a evolução do estado de execução..... | 98 |
| Figura 5.6. Evolução da execução das actividades do processo..... | 99 |
| Figura 5.7. Produção média diária..... | 100 |
| Figura 6.1. Evolução do processo de implementação <i>Lean Construction</i> | 106 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1. Comparação entre três enfoques de generalização do TPS [adaptado de Picchi, 2003, pag. 10] | 14 |
| Tabela 2.2. Esquema do processo de DMAIC [Adaptado de George, 2002, pag.171] | 17 |
| Tabela 2.3. Comparação entre gestão convencional da construção e Lean Construction [Abdelhamid & Salem, 2005, referenciados por Peneirol, 2007]..... | 18 |
| Tabela 2.4. Comparação entre os princípios de Womack e Jones [1996] e os de Koskela [1992] | 20 |
| Tabela 3.1. Caracterização dos entrevistados na obra Novo Pier Norte..... | 41 |
| Tabela 3.2. Caracterização dos entrevistados na obra da Igreja Boa Nova Estoril | 42 |
| Tabela 3.3. Caracterização dos entrevistados na obra do Sana Torres Vasco da Gama..... | 44 |
| Tabela 3.4. Caracterização dos entrevistados na obra do Parque temático Kidzania..... | 45 |
| Tabela 3.5. Caracterização dos entrevistados na obra do Condomínio Jardim São Lourenço .. | 46 |
| Tabela 3.6. Caracterização dos entrevistados na obra do Edifício PT Afonso Costa..... | 48 |
| Tabela 3.7. Importância do planeamento para a eficiência do processo produtivo | 49 |
| Tabela 3.8. Percentagem média de planeamento cumprido à data de controlo | 49 |
| Tabela 3.9. Percentagem de entrevistados que considera que o processo de planeamento pode ser melhorado..... | 51 |
| Tabela 3.10. Importância dos sentidos de organização e limpeza do espaço..... | 53 |
| Tabela 3.11. Importância dos desperdícios do sistema de produção na construção | 55 |
| Tabela 3.12. Causas de desperdícios na construção | 56 |
| Tabela 3.13. Impactos dos desperdícios | 57 |
| Tabela 3.14. Estimativa do peso dos desperdícios no custo total da obra | 58 |
| Tabela 3.15. Avaliação dos vários aspectos de gestão | 62 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 4.1. Diferenças de características de alguns processos na gestão tradicional e na gestão de fluxo de valor [adaptado de Vrijhoef e Koskela, 2000] | 66 |
| Tabela 4.2. SIPOC simplificado | 70 |
| Tabela 5. 1. Mapa de Planeamento Semanal | 92 |
| Tabela 5. 2. Medições do planeamento semanal | 93 |
| Tabela 5.3. Ponto de situação dos trabalhos | 102 |

LISTA DE ABREVIATURAS

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

FIFO – *Fist in First Out*

IGLC – *International Group for Lean Construction*

JIT – *Just in time*

LCI – *Lean Construction Institute*

LPS – *Last Planner System*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PIB – *Produto Interno Bruto*

PPC – *Porcentagem de Planejamento Concluído*

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

TPS – *Toyota Production System*

TPM – *Total Preventive Maintenance*

TQM – *Total Quality Management*

1. Introdução

1.1. Justificação e motivação

O sector da construção possui um papel importante na economia de um país, tanto pela sua representatividade no PIB nacional como pelos efeitos positivos na geração de emprego.

Apesar disso, este sector é caracterizado por falta de mão-de-obra qualificada, desperdícios e elevado grau de complexidade. Assim sendo, torna-se necessário a aquisição de conhecimento de novas técnicas de gestão que garantam a utilização de ferramentas que permitem produzir melhores resultados.

Os ciclos de melhoria contínua dos sistemas de gestão de uma empresa promovem a criação de valor para o cliente, tornando os seus projectos mais competitivos e aumentando a sua rentabilidade. Na conjuntura actual de crise no sector, o maior interesse das empresas não serão os grandes investimentos em alta tecnologia, mas sim a melhoria do desempenho, as boas práticas, o aumento da produtividade e as constantes buscas de oportunidades de melhoria do seu sistema de gestão, com um investimento de baixo custo.

Os bons resultados obtidos pelo sector fabril com a implementação da filosofia de gestão *Lean* chamaram a atenção de diversos autores para a investigação e adaptação desta para outros sectores. Apesar dos primeiros trabalhos de investigação relativos à aplicação *Lean Construction* terem surgido nos anos 90, esta continua pouco conhecida no meio.

Por esse motivo, a oportunidade de aplicação desta filosofia numa grande construtora portuguesa foi encarada com bastante positividade tanto pela investigadora como pela própria empresa. A experimentação permitiu o contacto directo com casos de estudo reais e a transposição das bases teóricas para a aplicação prática e análise dos resultados obtidos.

Sendo uma primeira abordagem da empresa, optou-se pela implementação de uma ferramenta que não focasse apenas a melhoria de pontos individuais do processo, mas sim o conjunto como um todo, com os fluxos de materiais e de informação, e que permitisse identificar facilmente os desperdícios ao longo do seu desenvolvimento. A ferramenta escolhida, Mapeamento de Fluxo de Valor, permite uma maior captação dos conceitos *Lean*, devido a possibilidade de integração

de outras ferramentas e técnicas complementares a usar para resolução dos problemas encontrados.

1.2. Campo de aplicação do trabalho

Neste trabalho de investigação o campo de aplicação é a gestão de obras, focalizando o planeamento, controlo da produção, gestão de materiais e relacionamento entre clientes e fornecedores. A temática tem como objectivo estabelecer uma mudança cultural a todos níveis hierárquicos, desde a administração de topo, com seu poder de decisão, até aos operários executantes. Mas encontra-se direccionada principalmente aos colaboradores com funções de gestão no sector da construção, que ao estabelecer uma ponte entre a administração e a equipa de execução no terreno, tem um papel importante na introdução de novas ideias de melhoria.

Apesar de o modelo elaborado ter sido pensado para o caso específico do fluxo de um produto, desde o fabrico até a sua montagem em obra, este pretende ter uma aplicação geral para qualquer ramo industrial. Pois o princípio é sempre o mesmo, ou seja, visualizar toda uma cadeia de valor com objectivo de eliminar desperdícios e encontrar pontos de melhoria. No entanto, são necessários conhecimentos da filosofia *Lean*, apresentados no início do trabalho de investigação, para correcta adaptação do modelo ao sector em que se pretende aplicar, às condições existentes, à política da empresa, e obviamente ao tipo de problema identificado.

1.3. Objectivos de investigação

O objectivo geral da presente dissertação de mestrado é de, através da utilização de técnicas *Lean* e o conceito *Just in Time*, contribuir para o aumento da eficiência na execução de obras, eliminando desperdícios inerentes a esta.

Para esse efeito propôs-se o estudo, desenvolvimento e aplicação da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor, escolhendo-se para acompanhamento o fluxo de produção de um elemento importante em obra, pretendendo torná-lo mais eficiente, ou seja, otimizar os recursos afectados, sejam eles mão-de-obra, tempo de ciclo ou materiais.

Definindo-se então os seguintes objectivos:

- Enquadramento dos temas *Lean Construction* e *Just in Time*, seus conceitos e métodos de aplicação, focalizando a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor;
- Levantamento e caracterização dos procedimentos vigentes na empresa até à data, relativamente à filosofia *Lean*, em especial na gestão de materiais e logística interna, através de casos de estudo;
- Elaboração do Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Actual de um elemento importante em obra, compreendendo este o seu fluxo de material e informação, com registos de dados relevantes referentes aos estágios pelos quais passa, desde à encomenda ao fornecedor até aplicação final;
- Identificação e análise dos processos que não acrescentam valor ao produto final (retoques, desperdício de material, trabalho por refazer, inspecções, movimentações excessivas, tempos de espera, de armazenamento e de transporte) ao longo do fluxo de produção;
- Elaboração de um modelo ideal de mapeamento com eliminação dos processamentos dispensáveis e optimização do uso de recursos inerentes à operação (mão-de-obra, material e tempo), aplicando princípios da filosofia *Lean*;
- Aplicação do modelo em obra e análise comparativa entre os resultados obtidos pelo método desenvolvido e os alcançados pela observação ao usado convencionalmente.

1.4. Metodologia de investigação

A metodologia usada nesta investigação pretendeu transpor a análise teórica para uma aplicação prática. Foi para isso necessário, primeiramente, a integração numa empresa de construção e a elaboração de objectivos que fossem ao encontro das problemáticas apontadas pela mesma.

O segundo passo foi o estudo exaustivo do tema, de modo a efectuar um enquadramento teórico e capacitar a investigadora para a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em ambiente real. Para tal foi feita uma revisão bibliográfica de livros e artigos científicos publicados, procurando a diversidade de pontos de vista e a actualidade das investigações feitas sobre o tema em questão.

Para uma melhor compreensão do contexto onde se pretendia aplicar o método de gestão aqui defendido, foi analisado o funcionamento actual da gestão de obras, através de casos de estudo que forneceram informação relevante pela análise documental, visualização directa e realização de inquéritos. A produção destes casos de estudo beneficiou a investigadora pela interacção directa com os problemas que surgem regularmente no sector, e permitiu avaliar os métodos usados actualmente na construção, segundo um ideal *Lean*.

Após os conhecimentos adquiridos sobre o tema e o âmbito da sua aplicação, procedeu-se à selecção de um processo construtivo com potencial de melhoria. Foi assim desenvolvido e sugerido um modelo de aplicação de ferramentas e técnicas *Lean* na construção.

Por fim, após proposta e aceitação do modelo pela administração de topo da empresa responsável pela execução do processo escolhido, foi feita a implementação em obra das ferramentas seleccionadas. A monitorização desta implementação foi realizada através de reuniões periódicas com os intervenientes e o contacto constante com a obra piloto, de modo a realizar-se ajustamentos sempre que necessário.

Como conclusão da investigação, foi feita a análise e avaliação dos resultados obtidos no final do trabalho.

1.5. Organização da dissertação

A estruturação desta dissertação foi feita em seis capítulos organizados de acordo com o seguimento lógico da investigação. Nestes são abordados os seguintes pontos:

Capítulo 1 - O presente capítulo onde se introduz o trabalho de investigação;

Capítulo 2 - Enquadramento teórico do tema, que serviu de apoio ao desenvolvimento da sua aplicação prática. Neste capítulo são apresentados dados sobre a origem, conceitos e difusão da filosofia *Lean*, desde a indústria fabril à construção, e os princípios pelos quais se rege através do olhar de diferentes investigadores. São também apresentadas as ferramentas e metodologias de aplicação focalizando-se a principal ferramenta aplicada neste trabalho, o Mapeamento de Fluxo de Valor;

Capítulo 3 - Caracterização de casos de estudo efectuados e análise da informação recolhida sobre o sistema usado em gestão de obras comparativamente ao sistema *Lean*.

Estudo realizado através do ponto de vista de participantes da gestão das obras observadas pela realização de inquéritos que serviram de apoio à sua caracterização.

- Capítulo 4 - É apresentado o modelo proposto para implementação numa obra anteriormente estudada, onde se expõem as suas bases teóricas e objectivos. É neste capítulo que será iniciada a aplicação do modelo baseado na ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor através da qual serão analisados os problemas encontrados num processo construtivo, seleccionado pelo seu potencial de melhoria, feitas recomendações e apresentados os benefícios de implementação.
- Capítulo 5 - Consiste na apresentação dos resultados obtidos pela implementação de ferramentas e ideias recomendadas para resolução de problemas analisados no capítulo anterior, como o *Last Planner System* e a Gestão Visual.
- Capítulo 6 - Pretende avaliar o cumprimento dos objectivos traçados para este trabalho, apresentar a contribuição do mesmo para a indústria e para o conhecimento científico, apontar as limitações encontradas no desenvolvimento da investigação, e por fim, deixar recomendações para trabalhos futuros que colmatem as lacunas do modelo apresentado para implementação e complementos a este.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Introdução

Lean Thinking, ou pensamento magro, é uma filosofia de gestão que promove formas de especificar valor para o cliente, melhora sequência de fluxos de processos, torna a performance mais eficiente e elimina desperdícios na produção.

Originado no sistema de produção da Toyota (TPS – *Toyota Production System*), o *Lean Production / Manufacturing* surge com o objectivo de reduzir desperdícios na produção, através de dois pilares de sustentabilidade: *Just in Time* e Autonomiação.

O sistema *Just in Time*, sendo um dos pilares do *Lean Thinking*, designa a produção na quantidade e momento, permitindo a eliminação de *stock* e problemas associados.

É com base nos princípios do sistema *Lean*, aplicado à indústria, que se criaram condições de aplicabilidade na construção, um tipo diferente de produção, adaptando os seus preceitos e ferramentas e criando assim o *Lean Construction*.

Este conceito tem sido utilizado com sucesso em diversas partes do mundo, havendo cada vez mais artigos e estudos efectuados, que demonstram as potencialidades deste novo paradigma da construção.

Este capítulo contém um enquadramento teórico relativo ao pensamento *Lean*, seus conceitos, metodologias e aplicação na construção. É focado o sistema *Just in Time* e Mapeamento de Fluxo de Valor, ferramentas usadas no desenvolvimento deste trabalho.

2.2. Processo de pesquisa implementado

O processo de pesquisa deste trabalho baseou-se na análise de artigos científicos e publicações nacionais e internacionais sobre *Lean Thinking*, *Lean Construction* e *Just in Time*.

As maiores fontes deste tipo de literatura foram as bibliotecas do Instituto Superior Técnico (IST) e os *sites* de internet do *International Group for Lean Construction* (IGLC), *Lean Construction Institute*, *ScienceDirect*, *Lean Institute Brasil*, Comunidade *Lean Thinking*.

O processo foi direccionado para o melhor enquadramento possível sobre *Lean Construction* e *Just in Time*, um estudo aprofundado dos conceitos, metodologias, exemplos de aplicação.

Analisou-se também trabalhos realizados anteriormente, de forma a proporcionar à investigadora conhecimento sobre a situação actual do estado de conhecimento e aplicações realizadas.

A selecção bibliográfica foi feita por grau de actualidade, relevância dos artigos e publicações, e reconhecimento dos respectivos autores.

2.3. Evolução do conhecimento e análise de informação relevante

2.3.1. *Lean Thinking*

2.3.1.1. Origem, conceitos e difusão

As ideias *Lean* são aplicadas desde os tempos dos romanos, ao padronizarem os seus instrumentos de guerra e processos construtivos como as estradas e os arcos, entre outros.

É dado Eli Whitney como o primeiro pensador *Lean* de forma mais sistemática, ao desenvolver, em 1799, a ideia de peças intermutáveis para armas de guerra – mosquetes [Poppendieck, 2006]. Outros grandes pensadores surgiram posteriormente com ideias *Lean*, como Frederick Taylor com a implementação da padronização e estudo dos tempos de trabalho, e Henry Ford com as linhas de produção e criação de valor para o cliente.

Após a primeira guerra mundial, Ford transformou a sua produção industrial automobilística artesanal em produção em massa. E é com base nesses conceitos que, após a segunda guerra mundial, os japoneses criaram a sua própria indústria automobilística, como o caso da Toyota.

Houve necessidade de uma adaptação ao mercado japonês, em que se exigia grande variedade de produtos, qualidade assegurada, trabalho de acordo com a procura e custos reduzidos. A solução passou por um sistema de produção em fluxo, tecnologias flexíveis, processos à prova de erro, e organização por famílias de produtos para garantir variedade na produção [Fontanini, 2004]. Criou-se assim o sistema de gestão *Toyota Production System* (TPS).

Taiichi Ohno, um dos criadores do TPS, definiu a base do sistema como a absoluta eliminação do desperdício, suportada por dois pilares: *Just in Time* (JIT) e Automação. Na figura 2.1 apresenta-se o sistema do TPS num esquema chamado “A casa do TPS”.

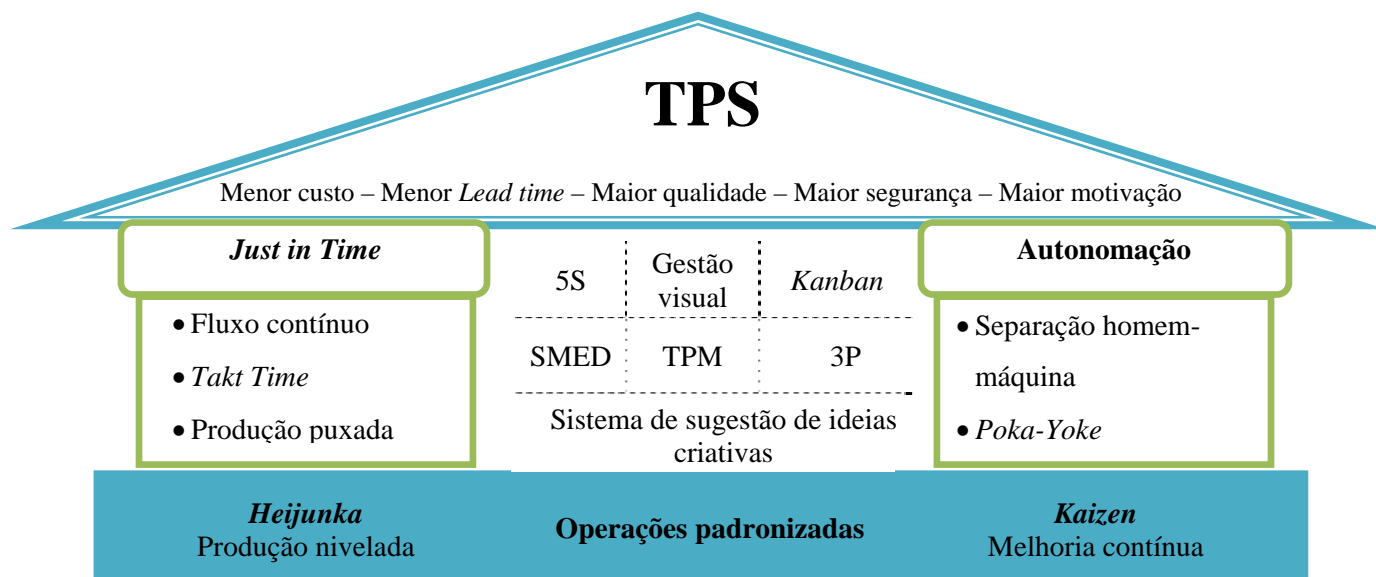


Figura 2.1. Modelo simplificado para o TPS [Adaptado de Ghinato, 2000]

Just in Time define-se como um sistema no qual a produção e movimentação de materiais ocorrem à medida que estes são necessários - produto certo, no momento certo, nas quantidades certas [Pinto, 2008]. E *Autonomação* é um sistema de transferência de inteligência humana para máquinas automáticas, de modo que sejam capazes de detectar o processamento de qualquer peça defeituosa e imediatamente parar a produção e accionar alarme. Isso permite a um único operário controlar várias máquinas sem correr risco de produzir grandes quantidades de peças defeituosas [Womack e Jones, 2003].

Segundo Picchi [2003], a exigência de um mercado cada vez mais competitivo e o elevado desempenho do TPS, deu origem a diversos estudos direccionados para a eliminação de desperdícios. Aplicando a sua base conceptual, diversos autores estudaram com maior detalhe o sistema e suas aplicações, fornecendo descrições das suas principais ferramentas, tais como: Schonberger em 1982, Suzaki em 1987, Shingo em 1989, e Monden em 1998.

Nos primeiros anos após a introdução do TPS, as questões focaram-se em descobrir se o seu sucesso não seria devido à cultura japonesa, ou se não seria afectivo apenas à Toyota. Gerou-se alguma discussão em torno do sistema de negócio *Lean*. Será que o sistema só seria exequível na indústria manufactureira, ou poderia ser aplicado a todos departamentos de uma organização,

incluindo desenvolvimento do produto, gestão de cadeia de fornecimentos, relações com clientes, e gestão geral?

Essas respostas foram dadas pelas investigações de Womack et al. [2007] no livro publicado pela primeira vez em 1990 “*The Machine That Changed The World*”, no qual introduziram o termo *Lean Production*. Esta filosofia poderia ser aplicada por qualquer companhia, em qualquer parte do mundo, mas teria a sua máxima eficácia se empregada a todos elementos da empresa.

O termo *Lean* (magro – traduzido directamente para português) foi adoptado de forma a caracterizar esta nova filosofia de gestão, que em comparação com a produção em massa, utiliza:

“...metade dos esforços dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Também requer muito menos de metade do inventário no local, resulta em muito menos defeitos e produz uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” [Womack et al., 2007, pag.11]

Womack e Jones [2003] foram também os criadores do termo *Lean Thinking* (uma generalização do TPS), ao publicarem pela primeira vez o livro com o mesmo nome, em 1996, onde estabeleceram as bases da mentalidade proposta em cinco princípios, a partir dos quais diversas ferramentas foram desenvolvidas.

Outros autores deram também as suas contribuições ao generalizar o TPS, encontrando-se em todos eles uma linha comum. Como Fujimoto em 1999, Spear e Bowen em 1999, e Koskela em 1992, que interpretaram os princípios da filosofia *Lean* de forma diferente.

2.3.1.2. *Lean thinking vs Muda*

Muda é uma expressão japonesa que significa desperdício, ou seja, actividade que consome recursos e não acrescenta valor [Pinto, 2008]. Ao contrário deste, *Lean* promove a forma de fazer mais por menos (material, pessoal, tempo e espaço), e ainda aproximando mais o produto dos desejos do consumidor. Também torna o trabalho mais satisfatório ao fornecer *feedback* imediato dos esforços de transformar desperdício em valor [Womack e Jones, 2003].

As formas de desperdício identificadas por Ohno, segundo as quais são responsáveis por 95% do total de custos dos ambientes *non-lean*, são:

1. **Sobreprodução** – significa produzir antes do pedido do cliente, ou mais do que é pedido. É altamente dispendioso pois impede um fluxo suave de materiais, empata valor de mão-de-obra e de recursos que poderiam estar a ser usados em outras actividades mais úteis, e cria necessidade de inventários [Peneirol, 2007]. Da mesma forma que o sistema *Just in Time* significa produzir apenas quando o cliente solicita, a sobreprodução é referida como *Just in Case*, pois permite obtenção do produto mesmo quando ocorrem imprevistos, ou seja, torna mais difícil a detecção de problemas e defeitos da produção [McBride, 2003]. A solução passa por aplicar o JIT de modo a que esses problemas sejam revelados e resolvidos (planos de manutenção de máquinas, melhor acção de formação das equipas de trabalho, planos de actividades, entre outros).
2. **Espera** – por material, equipamento, informação, ferramentas, etc. Ocorre quando há períodos de inactividade num processo a jusante porque uma actividade a montante ainda não está concluída, ou seja, sempre que o produto/serviço não está a ser processado [Hicks, 2007]. Este desperdício ocorre mais frequentemente quando o fluxo de material é pobre, o ciclo de produção demasiado longo, ou as distâncias longas entre centros de trabalho [McBride, 2003]. Reduzir burocracia, nivelar a carga de trabalho das equipas de produção e unir processos formando um fluxo contínuo, de modo que cada passo ligue directamente com o seguinte, pode reduzir drasticamente o tempo de espera.
3. **Transporte** – movimento e transporte desnecessário de materiais, tal como trabalho em processamento sendo transportado entre operações. Apesar de não agregar valor, esta actividade é necessária, devendo então ser minimizada através de uma organização física do espaço que minimize as distâncias a percorrer [Corrêa e Gianesi, 1993].
4. **Processamento inapropriado** – operações extra, como trabalho por refazer, reparar ou retocar, armazenamento, excesso de etapas de processamento, inspecção, utilização de máquinas demasiado potentes para o objectivo proposto e consequente tentativa de rentabilização máxima desta, criando excesso de inventário. Os constituintes do produto devem ser feitos sem imperfeições, com *design* adequado e ferramentas de manutenção, podendo usar-se dispositivos anti-erro, ou *Poka-yoke*¹. As máquinas devem ser menores e mais flexíveis, ajustadas à produção necessária. O processamento pode ser melhorado

¹ Poka Yoke – termo japonês para dispositivos anti-erro.

através de uma análise eficaz dos passos de todo o processo, eliminando os desnecessários [Reis, 2004]. A melhor ferramenta para exclusão deste desperdício é o Mapeamento de Fluxo de Valor.

5. **Excesso de inventário** – todo o inventário que não foi encomendado pelo cliente, incluindo matéria-prima, trabalho em processamento e produto final. Requer espaço precioso de armazenamento, esconde defeitos de produção, atrasa identificação de problemas e empata capital financeiro. Para evitar este desperdício, deve-se padronizar o espaço e as actividades, implementar o JIT e manter o fluxo contínuo.
6. **Excesso de movimento** – de trabalhadores, de informação, de documentos. O movimento excessivo dos trabalhadores está directamente relacionado com o planeamento do espaço e organização das ferramentas de trabalho. Pode ser resolvido com análise e redefinição do espaço para o melhorar, com envolvimento de quem nele trabalha.
7. **Defeitos** – erros durante o processo, recorrendo ao retrabalho ou trabalhos a mais. Os desperdícios por defeitos são de quatro formas: materiais consumidos; mão-de-obra utilizada que não é recuperável; mão-de-obra novamente requisitada para retocar, reparar, refazer e inspeccionar; uso de recursos para responder a potenciais reclamações dos clientes [Peneirol, 2007]. É possível a redução dos defeitos através de um processo contínuo de melhoria com envolvimento das equipas de trabalho, dispositivos anti-erro e controlo esquematizado.

Em trabalhos posteriores ao de Ohno, foram identificadas outras formas de desperdício:

8. **Making-do** – identificado por Koskela [2004], refere-se a situação em que uma actividade é iniciada sem todos *inputs* necessários para a sua eficaz conclusão, como o material, ferramentas, mão-de-obra, condições externas, instruções, etc. Pode ser eliminado através de um sistema estruturado de planeamento de execução de curto prazo, como o *Last Planner System*.
9. **Sub-utilização do Potencial Humano** – inclui capacidade mental, criativa e física dos trabalhadores. As causas mais comuns para este tipo de desperdício são: a própria cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, investimento em formação inexistente ou muito fraca e salários baixos [Peneirol, 2007]. Só aproveitando a

criatividade e capacidades dos trabalhadores é que se torna possível a eliminação dos desperdícios referidos.

10. **Produto/Serviço desajustado** – identificado por Womack e Jones [2003], compreende a concepção e projecção de bens e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente. Este desperdício pode ser eliminado através do estudo e identificação de Valor para o cliente.

A identificação dos desperdícios é muito importante para o sistema de produção, pois estes significam também oportunidades de melhoria para a empresa. Inicialmente, os desperdícios podem ser identificados, quantificados e reduzidos/eliminados em todos os processos, contudo, essa quantificação não é tão fácil para os aspectos negativos que não têm valor monetário directo. A melhoria contínua é a chave de uma boa aplicação *Lean*.

2.3.1.3. Princípios do *Lean Thinking*

Womack e Jones [2003] analisaram a metodologia do TPS, e compilaram cinco princípios do *Lean Thinking* no livro com o mesmo nome, em 1998:

- Especificar **Valor** – este princípio é o primeiro passo para a aplicação de todos os outros conceitos *Lean*. Definido pela perspectiva do cliente final, é significativo quando expresso em termos de produto específico que vai ao encontro das suas necessidades com determinado preço e num determinado tempo. Existem ideias distorcidas de Valor causadas pelo poder das organizações e pela tecnologia existente. E quando o mercado não responde bem ao produto, geralmente é ajustado o preço, ao invés de se analisar e repensar os conceitos mal definidos do que realmente é Valor para o cliente, uma vez que fornecer da melhor maneira o produto errado é uma forma de desperdício;
- Identificar **cadeia de valor** – a corrente de valor é o conjunto de todas actividades específicas requeridas para produzir determinado produto (bens e/ou serviços) através das três tarefas críticas de gestão:
 - Resolução de problemas - passando pela concepção, projecto e empreitada;
 - Gestão de informação - desde a recepção do pedido à entrega final do produto;

- Transformação física - desde a lista de materiais até ao produto acabado nas mãos do cliente.

A análise da cadeia de valor permite a percepção de que muitas etapas criam valor de forma ambígua, algumas não agregam valor ao produto mas são inevitáveis com os meios usados para a sua produção, e que muitas outras não agregam valor e podem ser evitadas. Womack e Jones [2003] propõem que a cadeia de valor seja analisada de forma global, ou seja, abrangendo todos os agentes desta;

- Criar **fluxo** contínuo – após identificada a cadeia de valor dos produtos da empresa e eliminados os desperdícios a ela inerentes, a fase seguinte é criar um fluxo com as etapas seleccionadas. Criar um fluxo contínuo é das tarefas mais difíceis de concretizar por ensinar o contrário do intuitivo, ou seja, que a produção em fluxo contínuo é mais eficiente que a produção com *stocks*, pois elimina enormes desperdícios ao se trabalhar continuamente no produto, da matéria-prima ao produto final [Junqueira, 2006]. O fluxo está focalizado em processos, pessoas e culturas, por isso a alternativa *Lean* é redefinir as funções, os departamentos e a própria empresa, criando uma *Lean Enterprise* (Empreendimento *Lean*);
- Deixar o cliente “**puxar**” o produto – produzir somente quando é efectuado o pedido pelo cliente, ao contrário da produção empurrada que resulta em grandes *stocks*. Este princípio resulta quando o cliente tem confiança na prontidão de entrega do produto quando o requer, tornando a procura estável. O primeiro sinal visível da produção puxada é a drástica diminuição de tempo, desde a concepção e lançamento do produto à venda e entrega, e desde a matéria-prima ao cliente;
- Procurar a **perfeição** – após especificar valor na perspectiva do cliente, identificar a cadeia de valor e estabelecer um fluxo contínuo de processos, e de deixar o cliente puxar o produto, a constatação de redução de prazos, custos, espaço, esforço, e erros, estimula o desejo de melhoria contínua e a busca pela perfeição. Os quatro princípios anteriores interagem entre si num ciclo, fazendo o valor fluir cada vez mais rápido à medida que se vão eliminando os desperdícios. Uma ideia chave é a transparência nos processos, porque se todos os intervenientes (subcontratados, funcionários, distribuidores, fornecedores,

clientes) o conhecerem, mais facilmente se identificam os melhores caminhos para a criação de valor.

Outros autores estudaram e generalizaram os princípios do TPS, mas não de forma tão completa como Womack e Jones [2003]. Na tabela 2.1 apresentam-se os princípios *Lean* destes dois autores comparados com os de Fujimoto e de Spear e Bowen [1999, referencidos por Picchi, 2003].

Tabela 2.1. Comparação entre três enfoques de generalização do TPS [adaptado de Picchi, 2003, pag. 10]

| Womack e Jones (1998) | Spear e Bowen (1999) | Fujimoto (1999) |
|-----------------------|---|--|
| • Valor | | |
| • Cadeia de valor | | |
| • Fluxo | <ul style="list-style-type: none"> • Caminho • Trabalho | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de manufactura padronizada |
| • Puxar | <ul style="list-style-type: none"> • Conexões | |
| • Perfeição | <ul style="list-style-type: none"> • Melhorias | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de aprendizagem padronizada • Capacidade de aprendizagem evolutiva |

Spear e Bowen [1999, referenciado por Picchi, 2003] estudaram empresas americanas que usaram ferramentas TPS sem o sucesso japonês, procurando os motivos para tal. Identificaram então quatro “regras” não explícitas por trás deste:

- Caminho – para todo produto ou serviço, deve ser simples e directo;
- Trabalho – deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, ritmo e saídas;
- Conexões – todas as comunicações devem ser directas e sem ambiguidades;
- Melhorias – devem ser feitas usando um método científico, nos mais baixos níveis hierárquicos da organização.

Fujimoto [1999, referenciado por Picchi, 2003] estudou o TPS do ponto de vista evolutivo, analisando o essencial das ferramentas do sistema, e identificou três níveis de capacidades da empresa que explicam e mantêm alta performance e melhoria contínua, a que chamou:

- Capacidade de manufatura padronizada – forma padronizada de realizar actividades em todos os processos da empresa;
- Capacidade de aprendizagem padronizada – rotinas para a identificação e solução de problemas e retenção da solução;
- Capacidade de aprendizagem evolutiva – aprendizagem intencional e oportunista de lidar com mudanças e construir as capacidades padronizadas de processos.

Outro autor, Koskela [2000, referenciado em Picchi, 2003], descreve os conceitos de Valor, Fluxo e Transformação, em que os dois primeiros foram abrangidos explicitamente pelos cinco princípios de Womack e Jones [2003], e o último fora alvo de diversas críticas de autores ligados ao *Lean Thinking*, quando defende a busca de optimizações pontuais sem relação com melhorias no fluxo.

2.3.2. *Lean Enterprise*²

2.3.2.1. Conceito

Womack e Jones [2003] introduziram os conceitos de *Lean Enterprise*. Segundo estes autores, é um mecanismo que permite olhar para toda a empresa, um canal para a cadeia de valor global. Tem por objectivos: Identificar correctamente o valor para o cliente, evitando a tendência normal de definir o valor de forma a favorecer os seus próprios interesses ao fornecê-lo; Identificar todas as acções requeridas para transpor um produto do conceito ao lançamento, da encomenda à entrega, da matéria-prima ao produto final nas mãos do cliente e ao longo da sua vida útil; Seguidamente, remover qualquer acção que não agrega valor e transformar as que agregam num fluxo contínuo puxado pelo cliente; Finalmente, analisar os resultados e recomeçar todo o ciclo usando a experiência adquirida e implementando melhoria contínua.

O mecanismo de *Lean Enterprise* é simples: uma conferência com todos os envolvidos na cadeia de valor (firmas, departamentos, equipas), assistidos por técnicos com “funções *Lean*”, para

² *Lean Enterprise* - Empreendimento *Lean*, traduzido para Português

periodicamente efectuar a análise da situação actual e discutir medidas de melhoria. Contudo, os envolvidos devem tratar-se uns aos outros como iguais, com os mesmos objectivos globais e o desperdício como inimigo comum.

Todos os participantes devem negociar um conjunto de princípios que guiará o esforço de união e acordo, e estabelecer um mecanismo de controlo de aplicação dos mesmos. No contexto de uma *Lean Enterprise*, os princípios podem ser:

- i) Valor deve ser definido em conjunto para cada família de produtos, assim como o custo pretendido, baseado na percepção de valor do cliente;
- ii) Todos os envolvidos na cadeia de valor devem obter um retorno do investimento relativo à mesma cadeia;
- iii) Os envolvidos devem trabalhar em conjunto para eliminar desperdícios no ponto em que todas as metas de custos e retorno de investimento de cada envolvido são atingidas;
- iv) Quando um envolvido atinge o valor de custo que pretende gastar a meio da cadeia de valor, é fundamental fazer nova análise para identificar os desperdícios remanescentes e estabelecer novas metas;
- v) Qualquer envolvido tem direito a analisar as actividades relevantes para a cadeia de valor de qualquer outro envolvido, como parte da procura conjunta de desperdícios.

O mecanismo *Lean Enterprise* é contínuo ao longo da vida útil do produto, mas pode ser de difícil implementação, devido a conflitos de interesse, competitividade e confidencialidade, custos díspares entre os envolvidos. A solução passa por acordos bem elaborados, de modo que saiam todos beneficiados no final do processo.

2.3.2.2. Black Belt Team

Segundo o trabalho de George [2002], o maior problema das empresas em relação ao *Lean*, está na sua implementação. Em muitas é dada a formação e realizado algum esforço de melhoria, aplicando algumas técnicas isoladas da filosofia *Lean*. Mas isso causa apenas um pequeno impacto mensurável na totalidade do tempo de ciclo e redução de custos, o que desanima os intervenientes que acabam por regressar aos seus métodos anteriores.

Parte de se tornar uma organização *Lean* significa incorporar uma mentalidade *Lean* em todos os aspectos do trabalho, não apenas no projecto ou na execução. Pois parte da filosofia *Lean* é a gestão das fronteiras entre processos e não apenas o processo em si.

Para uma eficiente implementação, há necessidade de se formarem equipas para coordenarem a transição do sistema convencional para o sistema *Lean*. A equipa líder, chamada *Black Belt Team*, tem por função analisar a informação existente na empresa e a situação actual, encontrar oportunidades de melhoria, ligar e mediar interesses entre os departamentos e firmas envolvidas no processo, controlar e confirmar que os princípios são cumpridos e objectivos atingidos, ou as causas do não cumprimento. Um dos modelos de melhoria na gestão mais usados pelas equipas com “funções *Lean*” é o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), demonstrado na tabela 2.2.

Tabela 2.2. Esquema do processo de DMAIC [Adaptado de George, 2002, pag.171]

| | |
|------------------|--|
| Definir | Confirmar a oportunidade e definir as fronteiras e os objectivos do projecto |
| Medir | Recolher informação para estabelecer o estado actual do processamento vigente na empresa |
| Analisar | Interpretar a informação recolhida para estabelecer relações de causa e efeito |
| Melhorar | Desenvolver soluções para as causas dos problemas analisados |
| Controlar | Implementar procedimentos para garantir que as melhorias conseguidas são sustentáveis |

Existem implicações relacionadas com a formação da equipa encarregue de implementar o sistema *Lean* na empresa, como a necessidade de se estabelecer um padrão do processo de melhoria perceptível por todos; e dar prioridade às ferramentas mais simples, que as equipas de trabalho mais facilmente terão necessidade de usar.

2.3.3. *Lean Construction*

Como é conhecido, os problemas da construção estão assentes em: baixa produtividade, falta de segurança, fracas condições de trabalho e qualidade insuficiente. Várias soluções apresentadas

para minimizar esses problemas tiveram como referência a manufactura, como a industrialização (pré-fabricação e modularização), integração computadorizada e automação [Koskela, 1993].

Outra referência da manufactura exportada para a construção foi o sistema de gestão *Lean*, pois foram grandes os ganhos apresentados por diversos estudos sobre a aplicação deste na manufactura. Desta forma surgiram estudos sobre a aplicabilidade de *Lean Production* na construção – *Lean Construction* – sistema ainda pouco conhecido no meio mas que vai ganhando cada vez mais adeptos.

O próprio processo construtivo é um tipo de produção em que se realiza a gestão de projectos, e tal como o sistema *Lean Production*, o *Lean Construction* focaliza-se na entrega de valor de forma viável e rápida para o cliente, e desafia a crença nas relações de permuta entre tempo, custo e qualidade [Daeyong, 2002, referenciado por Peneirol, 2007].

Uma grande diferença entre *Lean* na construção e na manufactura é a forma como o trabalho é entregue à equipa, sendo que na primeira este é libertado e segue para uma linha de montagem baseada no projecto da fábrica, enquanto na construção este é libertado por um acto administrativo, o planeamento. O sistema de planeamento é a primeira meta lógica, mas a logística também deve ser considerada [Howell, 1999].

Uma comparação entre o sistema de gestão convencional e o sistema *Lean Construction* é apresentada na tabela 2.3, para melhor percepção das diferenças.

Tabela 2.3. Comparação entre gestão convencional da construção e *Lean Construction* [Abdelhamid & Salem, 2005, referenciados por Peneirol, 2007]

| Gestão convencional da construção | <i>Lean Construction</i> |
|--|---|
| Conhecimento sobre como transformar materiais em estruturas | Conhecimento (também) sobre como transformar materiais em estruturas |
| É expectável acontecerem mudanças de intenções e erros de projecto durante a construção, que serão resolvidos e novamente preparados pela equipa de construção | Projecta-se produto e processo de construção em conjunto para evitar erros/omissões de desenho e dimensionamento que levantam questões de possibilidade de execução |

| | |
|---|--|
| Dá-se poder aos gestores para que sejam os únicos responsáveis pelo planeamento | Os gestores são os primeiros a planear (processos e fases), e os encarregados e trabalhadores os últimos (as operações) |
| Assume-se que a redução de custos numa peça irá reduzir os custos de todo projecto – o todo é a soma das partes | Trata-se o sistema como um todo e usa-se o <i>Target Costing</i> para atingir reduções de custo – o todo é maior que a soma de cada parte |
| 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. Só se pode ter dois deles, mas não o terceiro | Desafia-se o paradigma de retorno em termos de tempo/custo/qualidade ao remover as fontes de desperdício nos processos de projecto/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 projecto no rumo definido | Planeia-se e controla-se as operações de produção em estaleiro de forma a prevenir que os indicadores de evolução do projecto não de desviem dos prazos e custos definidos |
| Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando se maximiza a performance em relação ao custo – perspectiva <i>Value Engineering</i> (VE) | Considera-se fornecer VALOR ao cliente quando o valor do produto é aumentado (a infra-estrutura efectivamente corresponde às necessidades do cliente) através da gestão do processo de valor da construção – perspectiva <i>Value-based Management</i> (VBM) |

2.3.3.1. Princípios do *Lean Construction*

Devido à dificuldade de aplicação directa das ferramentas desenvolvidas para a manufactura na construção, recorre-se à adaptação a partir de níveis mais generalizados como os princípios estabelecidos [Picchi, 2003].

Usando a definição de *Lean Production/Lean Thinking* de Womack e Jones como ponto de partida para entender-se a do *Lean Construction*, então os princípios seriam: trabalho de equipa, comunicação, uso eficiente de recursos, eliminação de desperdícios, e melhoria contínua [Fisher, 1995].

Em 1992, Lauri Koskela apresentou onze princípios heurísticos para o projecto e melhoria de fluxo de processo, que têm servido de base para diversos trabalhos sobre *Lean Construction*, tendo uma linha comum com os cinco princípios de Womack e Jones apresentados em 1996, como se pode ver na tabela 2.4.

Tabela 2.4. Comparação entre os princípios de Womack e Jones [1996] e os de Koskela [1992]

| Princípios de <i>Lean Thinking</i> de Womack e Jones | Princípios de <i>Lean Construction</i> de Koskela | |
|---|---|---|
| | Nível 1 | Nível 2 |
| Valor | Aumentar o valor do produto através da consideração dos requisitos dos clientes | |
| | Reduzir o tempo de ciclo | |
| Cadeia de valor | Reduzir a parcela de actividades que não agregam valor | |
| | | Simplificar através da redução de passos, partes e ligações |
| | | Focar o controlo no processo global |
| Fluxo | | Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões |
| | | Reduzir a variabilidade |
| Puxar | | Aumentar a transparência do processo |
| | Aumentar a flexibilidade do resultado final | |
| Perfeição | Introduzir melhoria contínua no processo | Fazer <i>benchmarking</i> |

Os onze princípios são:

1. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes – devem ser identificadas as necessidades dos clientes internos e externos e essa informação deve ser considerada no planeamento e gestão da produção. A aplicação deste princípio envolve o mapeamento do processo, identificando sistematicamente os clientes e respectivos requisitos para cada fase.
2. Reduzir tempo de ciclo (*Lead Time*) – refere-se ao tempo necessário para que uma peça atravesse um fluxo, o que compreende a soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspecção, sendo que para a sua redução é necessário diminuir as três últimas parcelas [Koskela, 2000]. Esta redução pode ser conseguida também através da eliminação de inventário e descentralização na hierarquia organizacional [Peneirol, 2007]. Ao se proceder à diminuição de tempos de ciclo, conseguem-se as seguintes vantagens:
 - Entrega mais rápida ao cliente;
 - Redução da necessidade de elaboração de relatórios sobre procura futura;
 - Redução de vulnerabilidade do sistema da produção às alterações pedidas pelo cliente;
 - Gestão dos processos mais fácil, pois o volume de produtos inacabados (trabalho em processo) é menor;
 - A aprendizagem e experiência tende a aumentar, pois sendo os lotes menores, existe menos sobreposição na execução de diferentes unidades.
3. Reduzir a parcela de actividades que não agregam valor – compreende a eliminação de desperdício. Este princípio não pode ser aplicado de forma simplista, pois existem actividades que não criam valor para o cliente final, mas sim para o cliente interno, como o planeamento, a contabilidade, a prevenção de acidentes. A maior parte dos princípios apresentados têm por objectivo a supressão de desperdícios [Koskela, 2000].
4. Simplificar através da redução de passos, partes e ligações – a simplificação pode ser feita, por um lado, eliminando as tarefas que não agregam valor, e por outro

reconfigurando os passos ou partes do processo que agregam valor. Existem várias formas de simplificar o processo de produção, como o uso de elementos pré-fabricados, equipas polivalentes, planeamento eficaz do processo, aplicação da ferramenta 5S³.

5. Focar o controlo no processo global – a optimização do fluxo global do processo através da atribuição de autonomia às equipas de trabalho e cooperação a longo prazo com os fornecedores [Peneirol, 2007].
6. Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões – segundo Koskela [2000, referenciado por Junqueira, 2006] as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma:
 - a) Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, conseqüentemente, menor investimento em equipamentos;
 - b) Fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão;
 - c) Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e conseqüentes benefícios no fluxo.
7. Reduzir a variabilidade – existem diversos tipos de variabilidade: variabilidade do tempo de processamento (tempo para processar uma tarefa num canteiro de trabalho), variabilidade do fluxo (chegada de tarefas a um canteiro de trabalho) [Koskela, 2000], e variabilidade da procura (relacionada com os desejos e necessidades dos clientes de um processo). Para este princípio usa-se o conceito de padronização, para manter estabilidade de processos, garantindo que as actividades sejam realizadas sempre da mesma forma e na mesma sequência, num determinado intervalo de tempo e com mínimo de desperdícios, conseguindo elevada qualidade e alta produtividade [Nishida, 2007]. A variabilidade é também reduzida através do uso de equipamento que diminua a probabilidade de erro humano, e aplicação de boas práticas na gestão de fornecimentos através de alianças e acordos com fornecedores [Treville e Antonakis, 2006].

³ 5S's – ferramenta *Lean* referente a organização e melhoria do espaço, correspondendo 5 palavras japonesas começadas com o som "S".

8. Aumentar a transparência do processo – diminui a propensão ao erro e aumenta a motivação para melhorias. Utilizando este princípio, a identificação de problemas na execução do processo é facilitada através de dispositivos e indicadores que contribuem para uma melhor disponibilização da informação no posto de trabalho. Assim como a remoção de obstáculos visuais (divisórias e tapumes), uso de dispositivos visuais (cartazes, sinalização) e indicadores de desempenho, e aplicação de programas de melhoria da organização e limpeza dos espaços como o 5S's [Koskela, 2000].
9. Aumentar flexibilidade do resultado final – compreende a capacidade de alteração do produto final de acordo com os desejos do cliente, sem grande aumento de custos. A aplicação deste princípio pode ser feita por redução dos tamanhos dos lotes, do tempo de ciclo, na personalização do produto no tempo mais tarde possível, na utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade, e de mão-de-obra polivalente que permita uma adaptação das mudanças da procura [Marques, 2007].
10. Introduzir melhoria contínua no processo – este princípio pode ser alcançado à medida que os outros vão sendo cumpridos. A redução de desperdícios e o aumento de valor para o cliente devem ocorrer de forma contínua na empresa. Para além da gestão visual implementada, deve ser promovido o envolvimento das pessoas da organização, usando caixas de sugestões, premiando o eficiente cumprimento de tarefas, e estabelecendo planos de carreira. Pois, o trabalho em equipa e a gestão participativa são requisitos essenciais para introdução de melhoria contínua no processo [Pozzobon et al. 2004, referenciado por Junqueira, 2006].
11. Fazer benchmarking – é essencialmente um procedimento de comparação da performance actual com a melhor prática conhecida, num determinado segmento ou aspectos específicos, aplicado em actividades que agregam valor. Isso implica o conhecimento dos processos próprios da empresa e a identificação das boas práticas em empresas similares. Assim que a performance é comparada com a melhor, as actividades seleccionadas são redefinidas de acordo com os objectivos estratégicos da empresa. Uma completa implementação de *benchmarking* permite melhorias na qualidade de decisão relativamente ao projecto e planeamento [Mohamed, 1995].

2.3.4. Aplicação de *Lean Construction*

O sector da construção é complexo e diversificado, abrangendo diversos agentes e actuando em distintas etapas de um empreendimento. Para aplicação do *Lean* na construção é necessário primeiramente conhecer os seus fluxos, que segundo Womack [2000, referenciado por Picchi, 2003], seriam: projecto (da concepção ao consumidor); construção (do pedido à entrega, da matéria-prima à entrega); sustentação (ao longo da vida até à reciclagem). Mas tendo em conta os diversos agentes intervenientes na execução do empreendimento, adoptou-se a nomenclatura proposta por Picchi [2003], sendo os fluxos os apresentados na figura 2.2.

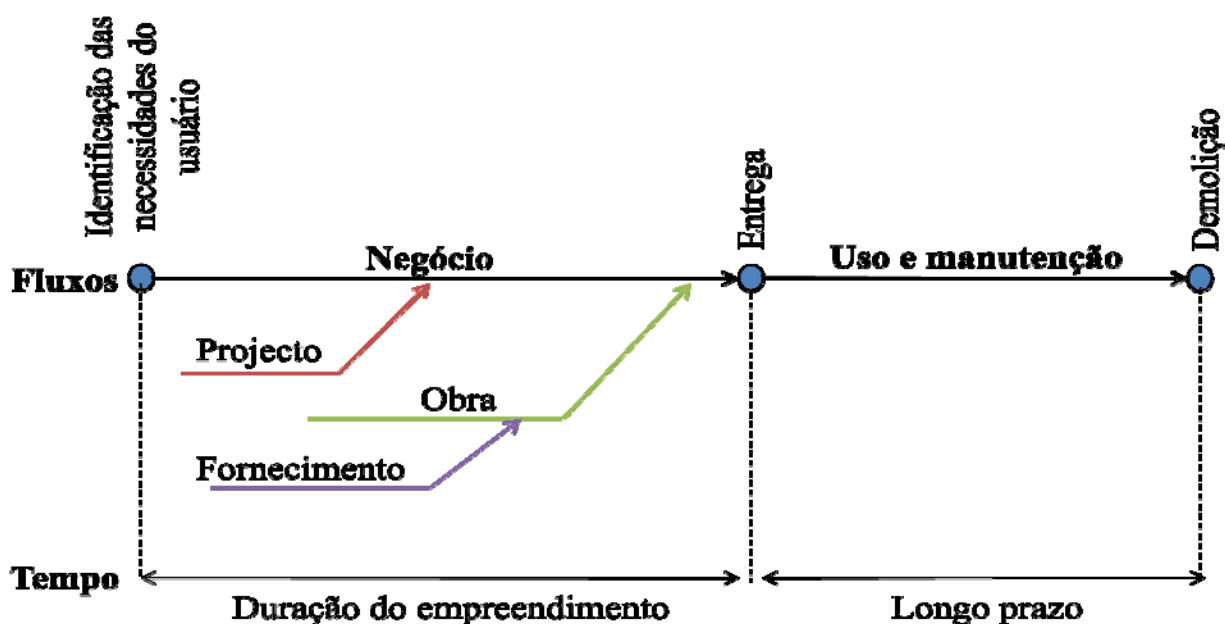


Figura 2.2. Esquema de fluxos na construção [Picchi, 2003, pag.13]

- a) **Fluxo de negócio** – liderado pelo dono de obra, começa na identificação das necessidades, passando pelo planeamento geral do empreendimento, aprovação do mesmo, obtenção de financiamento, contratações, controlo do projecto e construção, recepção da obra e finalmente entrega ao cliente;
- b) **Fluxo de projecto** – liderado pelo arquitecto ou engenheiro projectista, envolve a identificação de necessidades e *briefing* com o dono de obra e seus representantes;
- c) **Fluxo de obra** – liderada pela empresa a quem se adjudicou a obra, envolve um elevado grau de subcontratação;

- d) **Fluxo de suprimentos** – liderado pela empresa construtora, envolve fornecedores de serviços e materiais e seus abastecedores;
- e) **Fluxo de uso e manutenção** – liderado por empresas de manutenção, geralmente diferentes das envolvidas nos outros fluxos. Começa após a entrega, compreende o uso, operação e manutenção, reparações, remodelação e demolição.

2.3.4.1. Ferramentas e metodologias de aplicação *Lean*

Alarcón et al. [2005, referenciados por Marques, 2007] estudaram mais de uma centena de projectos com implementação *Lean*, e identificaram os principais entraves inerentes a este, são eles:

- Falta de **tempo** para implementar novas práticas em projectos;
- Falta de **formação**;
- Falta de elementos necessários à **organização** para a implementação correcta;
- Falta de **crítica pessoal** que limita a capacidade de aprendizagem com os erros.

Através do conhecimento dos principais obstáculos dos princípios *Lean*, dos objectivos pretendidos e da situação da empresa, são escolhidas as ferramentas e metodologias a aplicar.

Apresentam-se a seguir algumas metodologias de aplicação *Lean Construction* e ferramentas básicas, sendo dado maior enfoque ao Mapeamento de Fluxo de Valor, aplicação usada neste trabalho.

2.3.4.1.1. Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma aplicação comum do *Lean Construction*, que visa um dos princípios fundamentais do *Lean Thinking*, a eliminação de tarefas que não agregam valor ao processo. Neste mapeamento, cujo esquema geral é apresentado na figura 2.3, são considerados os fluxos de informação e de materiais para determinado produto ou família de produtos, sendo que o principal objectivo é a identificação e eliminação de desperdícios ao longo da cadeia [Rother e Shook, 1999, referenciados por Abdulmalek e Rajgopal, 2007].



Figura 2.3. Esquema de Fluxo de Valor [Adaptado de Siddiqui, 2008]

Esta ferramenta é suportada pelos esforços de se atingir eficiências nos processos produtivos, através da redução de *setup times*⁴, que por consequência aumenta a flexibilidade do processo e do produto final, e a performance das equipas de trabalho, reduz tempos de ciclo, custos e inventários [Vonderembse et al., 2006].

Enquanto uma boa parte das ferramentas existentes preocupam-se em melhorar as actividades individualmente, o Mapeamento permite melhorar também as ligações entre elas, no sentido de criar valor e fazê-las fluir, desde os fornecedores até aos clientes finais.

Alguns autores [Shingo, 1989; Schonberger, 1984; Suzaki, 1987; Womack, Jones e Roos, 1992; Monden, 1998; Cooper e Slagmulder, 1999, referenciados por Fontanini, 2004] estudaram o tipo de relacionamento que os intervenientes num fluxo de valor devem ter, sendo os principais factores os seguintes:

Parceria – avaliando os riscos e benefícios envolvidos entre comprador e fornecedor para a melhoria do desempenho de ambos e vantagem competitiva, relacionamentos cooperativos trazem benefícios mútuos, partilha de informação, acordos e cedência de especialistas do comprador para efeitos de formação e garantia de qualidade e conformidade no processo produtivo do fornecedor. A forma de realizar parcerias passa pelas seguintes fases: mútuo conhecimento, exploração, expansão, compromisso, dissolução.

Estabilidade nos relacionamentos – contratos repetidos com os mesmos fornecedores a longo prazo cria estabilidade, que é alcançada a partir da confiança adquirida, podendo desta

⁴ *Setup Time* – Tempo de configuração.

forma estabelecer acordos quanto a regras de preços, garantia de qualidade, direito de propriedade, encomendas e entregas.

Redução da base de fornecedores – construção de uma base menor e mais dedicada de fornecedores de alta qualidade, tornando os relacionamentos mais próximos, o que facilita negociações em relação a qualidade, prazos e custos. A escolha desses fornecedores é baseada no relacionamento passado e no histórico de bom desempenho.

Democratização do poder de negociação do comprador e fornecedores – o fornecimento pela filosofia *Lean* ainda é bloqueado pela relutância de grandes empresas que se recusam a perder o poder de negociação que têm sobre os fornecedores. Segundo a filosofia, os membros da cadeia de fornecimento deviam estabelecer protocolos com o objectivo de encorajar cooperação quando necessário. Essas regras dependem da forma como o poder é distribuído ao longo do fluxo.

Redução de custos – divisão de ideias para a redução de custos pelas empresas parceiras. Os preços tendem a declinar nos anos seguintes devido aos ganhos com a performance da produtividade.

Fornecedores localizados próximos – os fornecedores podem ser agrupados próximos ao comprador, de modo a facilitar o intercâmbio técnico e de informações relativas ao fluxo de valor envolvido, proporcionam ganhos consideráveis na logística e nos custos.

Aprendizado mútuo – os especialistas dos compradores deviam fazer visitas periódicas às instalações dos fornecedores de forma a avaliar a qualidade e auxiliar na adequação de processos quando necessário. Devem ser asseguradas as capacidades dos técnicos do fornecedor para o cumprimento dos requisitos exigidos pelo comprador.

Esforço conjunto para redução de desperdícios – significa garantir responsabilidades entre cada agente, reduzir a burocracia, garantir o apoio do comprador ao fornecedor na correcção de eventuais problemas em relação à qualidade do produto.

Entregas e produção – é necessário um estímulo para os fornecedores aplicarem o JIT, como as entregas no local de utilização (quando possível), em lotes pequenos, frequentes, no tempo requisitado, com programação inferior à capacidade plena, ordem e higiene. Os

fornecedores e compradores *Lean* trabalham para manter o seu *Heijunka*⁵, onde se procura manter o volume total de produção o mais constante possível.

Qualidade garantida – a qualidade deve ser praticada desde a fonte, usando ferramentas e ideias *Lean*, como os 5W⁶, *Poka-Yoke*, controlo estatístico de processos. Sendo cada agente responsável pelos próprios erros, tendo que garantir qualidade, prazo e custo. É necessário realçar as áreas críticas com o auxílio da empresa cliente, em busca das melhores soluções.

Criação de associações de fornecedores – os fornecedores de materiais com características semelhantes deviam unir-se em associações para troca de experiências e produção de novas ideias beneficiando mais em conjunto que individualmente.

Melhoria contínua (*Kaizen*) – o aprendizado contínuo proporciona redução de custos para todos os agentes. Os fornecedores e clientes devem ter capacidade de aperfeiçoamento de técnicas e expansão dos efeitos de melhoria dentro do fluxo.

O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta de “papel e caneta”, que se cria através de um conjunto de ícones padronizados, apresentados por Rother e Shook [1998].

O primeiro passo consiste na escolha do produto ou família de produtos em que se pretende implementar as melhorias, seguido da elaboração do desenho para o estado actual do fluxo, ou seja, como decorrem os processos na actualidade. A partir deste, faz-se uma análise em que se identificam as fraquezas e desperdícios. O último passo consiste na elaboração do mapeamento do estado futuro, que é um esquema de como o fluxo deve provir após a remoção dos processos ineficientes, tornando-se este mapa a base para as mudanças necessárias no sistema [Abdulmalek e Rajgopal, 2007].

Na figura 2.4 apresenta-se um esquema do projecto de implementação.

⁵ *Heijunka* – palavra japonesa que significa “nivelar”, tem por objectivo garantir fluxo contínuo de materiais e de informação, evitando *stocks* e tempos mortos na produção.

⁶ 5W – técnica implementada por Taiichi Ohno de perguntar cinco vezes “Porquê” (WHY) cada vez que surgia um problema na produção.

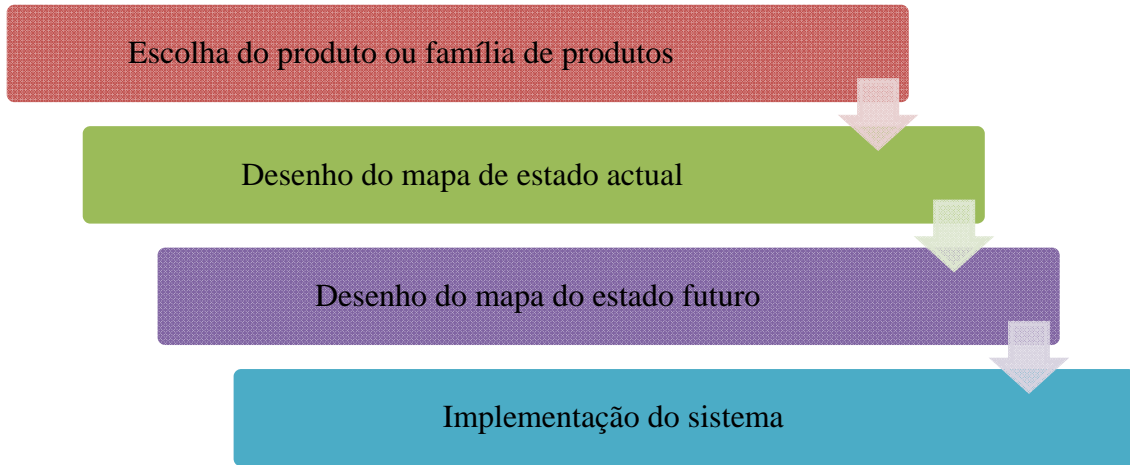


Figura 2.4. Esquema do projecto de Mapeamento de Fluxo de Valor

Devido à complexidade de processos e características particulares da indústria de Construção Civil, o fluxo de valor e a sua respectiva cadeia de fornecedores é também complexa, pois inúmeros fluxos convergem para a mesma obra, como exemplificado na figura 2.5.

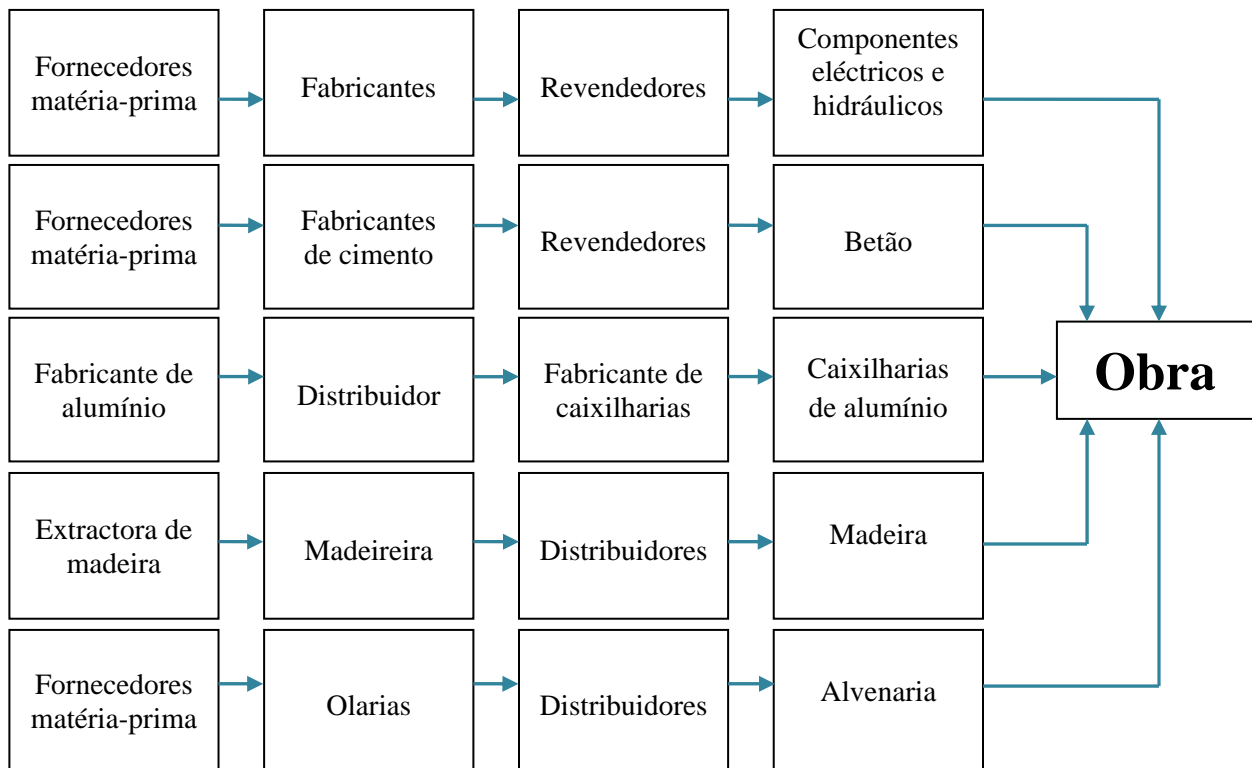


Figura 2.5. Exemplo de fluxos na construção

Para se efectuar o desenho do Mapa de Fluxo de Valor, é necessário a recolha de informação, que segundo Rother e Shook [2000, referenciados por Fontanini] pode ser guiada pelas seguintes questões:

- a) **Qual o *Takt Time* mais próximo do cliente?** – *Takt Time* é o tempo disponível de trabalho dividido pelo volume de encomendas do cliente, ou seja, estipula o ritmo de produção para responder aos pedidos dos clientes [Womack e Jones, 2003];
- b) **Há necessidade de implantação de supermercados ao longo do processo?** – Os supermercados devem ser implementados nos pontos do mapa onde existem quebras de fluxo;
- c) **Existe possibilidade de utilização do fluxo contínuo?** – Os processos devem ser transformados em fluxo contínuo se os seus tempos de ciclo forem inferiores ao *Takt time*;
- d) **Em que ponto único da cadeia é possível programar a produção?** – Recomenda-se a escolha de um ponto para a programação do todo o processo, que regule o fluxo contínuo criado na etapa anterior;
- e) **É possível nivelar a produção num sistema *Pull*?** – Um nivelamento a partir do fluxo contínuo resulta na melhoria do *lead time*, qualidade e custo;
- f) **Que melhorias são necessárias ao processo para o fazer fluir conforme as especificações do projecto no estado futuro?** – As melhorias podem ser: redução de tempos de processamento; redução de lotes; eliminação de desperdícios entre processos através da implementação do sistema FIFO (*First in First out*); introdução de supermercado no início do processo para reduzir *stocks* antes e entre processos; introdução de *Kaizen* para reduzir *lead times* em cada uma das fases; introdução do sistema *Kanban*. Estas melhorias devem ser desenhadas no mapa do estado futuro;

Para a implantação do Mapeamento do estado futuro, onde se pretende chegar, há que se definir um plano de acção em que se tem em conta os seguintes aspectos:

- Planeamento das actividades a serem desenvolvidas, com respectivos tempos das etapas;
- Metas quantificáveis;

- Pontos de controlo com prazos reais, incluindo a definição da sequência e ponto de início, e avaliadores definidos;
- O impacto financeiro deve ser previsto e a probabilidade de sucesso deve ser alta.

2.3.4.1.2. Outras ferramentas e aplicações *Lean*

- a) **Last Planner System** – é por si só uma filosofia com um conjunto de regras e ferramentas de auxílio. É das aplicações mais comuns no sistema *Lean Construction*, por isso não poderia ser deixada sem referência. Esta aplicação está vocacionada para o planeamento e controlo da produção, e permite o planeamento de curto e médio prazo, mais próximo do terreno, onde as incertezas são menores [Marques, 2007].

Para além de ser flexível e ser capaz de readaptação, tendo em conta os desvios observados durante a sequência das operações, o objectivo do *Last Planner* é assegurar que todos pré-requisitos e condicionalismos de determinada actividade estão cumpridos quando a mesma se inicia, de forma que a sua execução decorra sem perturbações e completada de acordo com o planeado [Peneirol, 2007].

- b) **5S** – é uma ferramenta que visa a organização e padronização do espaço. Corresponde a cinco palavras japonesas iniciadas com som “s” [Womack e Jones, 2003];
- *Seiri* (senso de utilização) – Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no estaleiro;
 - *Seiton* (senso de organização) – Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários;
 - *Seiso* (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível, com todos componentes nos respectivos locais;
 - *Seiketsu* (senso de padronização) – Padronizar as práticas de trabalho e a organização do espaço, conforme as regras anteriores;

- *Shitsuke* (senso de auto-disciplina) – Tornar as quatro regras anteriores num padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos. No surgimento de nova ideia, permite revisão das outras regras.
- c) **Kanban** – Palavra japonesa traduzida como “cartões”, é um dispositivo usado na construção organizando encomendas de materiais. Actua como uma ferramenta visual de melhoria de comunicação entre diferentes *stakeholders*, assegura que a quantidade certa de material é entregue no momento certo, servindo também como ferramenta de controlo de segurança, pois esse tipo de informação pode também estar presente nos cartões [Jang e Kim, 2007].
- d) **FIFO** (*First in-First out*) – A primeira unidade que entra deve ser a primeira a sair, ou seja, todas tarefas devem ser processadas segundo a ordem de entrada no fluxo.
- e) **Andon** – Sistema de controlo visual que mostra o estado actual da produção e alerta para problemas num determinado ponto, para que seja imediatamente corrigido, impedindo assim que o problema seja transferido para a fase seguinte [Salermo, 2005].
- f) **Poka-Yoke** – Dispositivos ou conjunto de procedimentos à prova de erros durante o processamento de determinada actividade. Esta ferramenta permite a inspecção a 100% no controlo físico ou mecânico.
- g) **Células de trabalho** – Organização do processo de um produto particular numa “célula”, incluindo a equipa de trabalho e ferramentas necessárias, de forma que as actividades fluam continuamente, criando multifuncionalidade dos operários que se tornam mais flexíveis e polivalentes [Abdulmalek e Rajgopal, 2007]
- h) **SMED** (*Single Minute Exchange of Dies*) – Ou *Quick Changeover*, é uma técnica para reduzir recursos na mudança de configuração de um equipamento. Tem como objectivo final o “*zero setup*” em que as configurações são feitas instantaneamente sem perturbar o fluxo.
- i) **TPM** (*Total Preventive Maintenance*) – Procedimentos de manutenção frequentes, para a detecção de qualquer anomalia nos equipamentos. O objectivo é passar da reparação para prevenção, em que os próprios utilizadores dos equipamentos fazem a manutenção e monitorização e alertam para qualquer problema funcional [Abdulmalek e Rajgopal, 2007].
- j) **Gestão Visual** – Sistema de placards colocados de forma visível, apresentando a performance das actividades programadas e respectivos responsáveis, e também as causas de

não cumprimento. Permite um melhor planeamento futuro a medida que se vão conhecendo as percentagens de cumprimento dos programas anteriores e eliminados obstáculos.

- k) **TQM** (*Total Quality Management*) – sistema de melhoria contínua centrado na criação de valor para o cliente, seja o cliente final ou o interveniente seguinte do fluxo. Este sistema integra os planos **Kaizen** (melhoria contínua de uma actividade para criar mais valor com menos desperdício), baseados no ciclo de melhoria PDCA (*Plan*- planejar, *Do* - fazer, *Check* - verificar, *Act* - actuar) apresentado na figura 2.6.

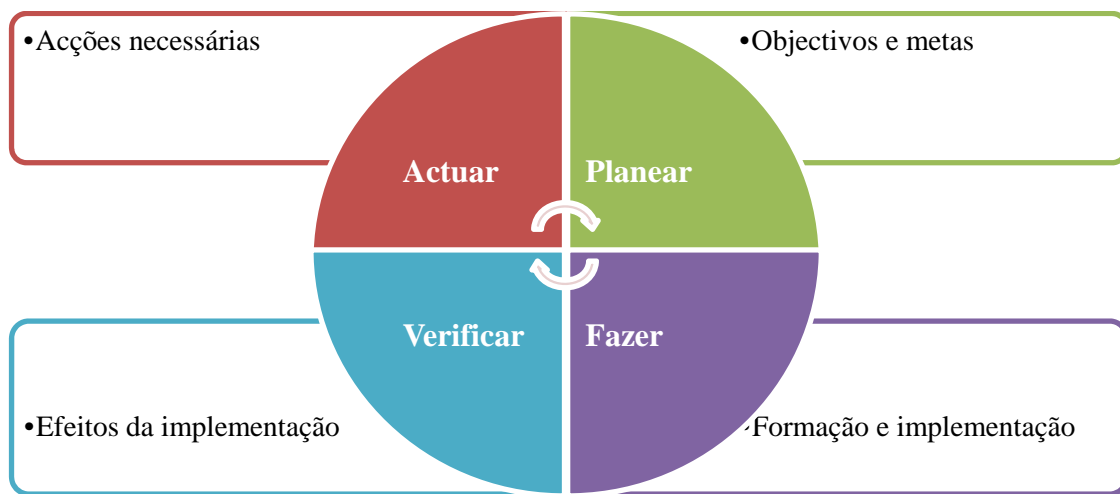


Figura 2.6. Esquema do ciclo PDCA

2.3.5. *Just in Time* e sua aplicação na construção

A metodologia *Just in Time* (JIT) foi introduzida no Japão nos anos 70 pela *Toyota Motor Company*, que procurava um sistema que coordenasse a produção com a procura específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso. Surge como um dos pilares de sustentação do sistema *Toyota Production System* (TPS), sendo agora parte integrante do sistema *Lean Construction*, baseia-se num sistema de “puxar” a produção originando apenas o necessário, no momento necessário e nas quantidades necessárias, e inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, espaço físico, projecto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Segundo o trabalho de Corrêa e Giancesi [1993], o JIT tem determinadas limitações: requer a procura estabilizada, podendo a redução de *stocks* tornar-se um problema se houver interrupções por motivos administrativos em qualquer dos agentes envolvidos, como as greves por exemplo.

Os requisitos para implementação do JIT numa organização, segundo os mesmos autores são:

- Compromisso da alta administração;
- Implementação de medidas de avaliação de desempenho;
- Modificação da estrutura organizacional descentralizando o poder de decisão;
- Organização do trabalho: trabalho em equipa, comunicação, flexibilidade dos trabalhadores;
- Conhecimento dos processos e eliminação das tarefas que não agregam valor através do Mapeamento do Fluxo de Valor;
- Melhor relacionamento com os fornecedores para garantir padrão elevado de qualidade e entregas dentro do prazo.

A aplicação do sistema JIT na construção difere substancialmente da sua original aplicação na manufactura, devido à variabilidade, incerteza e complexidade da construção (falta de padronização, elevado número de participantes e factores de dependência).

Segundo Tommelein e Weissenberger [1999], o JIT quando é usado para descrever a entrega de materiais de construção, significa que estes serão conduzidos para a sua localização final e instalados imediatamente após a chegada sem permanecer armazenados, evitando atrasos no transporte do armazém ao local de trabalho.

2.3.5.1. *Buffers* no sistema JIT

O processo construtivo é guiado por um planeamento, que se bem elaborado e com colaboração total de todos os intervenientes, segue em fluxo contínuo e com a máxima performance. Mas devido a complexidade do ramo, raramente o planeamento é seguido à risca, devido a diversas situações, tais como: mudanças nas condições de trabalho, falhas nos fornecimentos, correcções de projecto, condições meteorológicas, etc. Mas com prazos por cumprir, os intervenientes

sofrem pressão para acelerar a produção, aumentando os recursos necessários, criando *buffers*⁷ para cobrir a variabilidade e desperdícios inerentes ao processo construtivo. A figura 2.7 esquematiza o fluxo de processamento com *buffers*.



Figura 2.7. Esquema de processamento com *buffers*

Na construção, existem diversos tipos de *buffers* utilizados: os físicos (materiais, mão-de-obra, ferramentas, equipamentos), os *schedule buffers* e os *plan buffers* [Ballard e Howell , 1995].

Os *schedule buffers* são tempos adicionados ao planeamento da obra que permitem proteger o empreiteiro de atrasos e variabilidade nas entregas dos fornecedores, mas não resolvem as causas dessa variabilidade. Quando necessários, devem ser bem dimensionados tendo em conta o grau de incerteza, e colocados em pontos estratégicos, como por exemplo entre a fabricação e a elaboração de projecto de colocação em obra, diminuindo assim as probabilidades de erros de projecto.

Os *plan buffers* são tempos necessários para garantir que todas as tarefas são planeadas de modo a que a de montante esteja terminada para iniciar a de jusante. Para a correcta implementação destes *buffers*, é aconselhável o uso da ferramenta *Last Planner System* (LPS).

Os *buffers* físicos, para além de ocuparem espaço no estaleiro ou armazém, também empatam capital investido e escondem problemas inerentes à produção, ao invés de resolvê-los. E à medida que esses problemas vão sendo eliminados, reduz-se a necessidade de *stock*, aumenta a qualidade, a confiança nos equipamentos e fornecedores, e a flexibilidade de resposta [Corrêa e Gianesi ,1993].

Uma estratégia de implementação gradual do JIT pode ser: dimensionamento correcto dos *schedule buffers* e localização a montante das actividades que criam maior variabilidade no fluxo; implementação dos *plan buffers* usando o LPS; substituição progressiva dos *schedule buffers* pelos *plan buffers* através da redução da variabilidade; eliminação dos *buffers* físicos.

⁷ *Buffers* – traduzido para Português como “amortecedores”

2.3.5.2. Controle de Qualidade Total no sistema JIT

A qualidade é um pressuposto gerado pela aplicação do JIT. O conjunto de conceitos que traduzem a visão JIT sobre a gestão de qualidade denomina-se Controle de Qualidade Total, e baseia-se em garantir que os produtos sejam produzidos com qualidade assegurada, e não apenas inspeccionados após produção [Corrêa e Gianesi, 1993]. Alguns aspectos importantes no Controle de Qualidade Total são: controle de todas as fases do processo, estabelecimento de padrões de qualidade mensuráveis, transparência quanto à performance de todos envolvidos, responsabilização dos erros por quem os cometeu, programação inferior à capacidade máxima, produção em lotes pequenos, manutenção diária dos equipamentos usados.

Nesta perspectiva o JIT depende do trabalho de equipa, do compromisso e envolvimento dos trabalhadores para alcançar os seus objectivos.

2.4. Conclusões

Nos dias de hoje, as organizações vêm-se perante clientes cada vez mais exigentes, que procuram produtos mais variados, de baixo custo, melhor qualidade e que esperam resposta rápida aos seus pedidos.

A filosofia *Lean* vem responder a muitas dessas novas exigências trazendo benefícios como: a redução do tempo em que o cliente espera pelo produto, a redução de *stocks* para os fabricantes, a redução de desperdícios de processamento, a redução de trabalho a refazer e respectivos encargos adicionais, o aumento do conhecimento dos processos, o aumento da qualidade, e o aumento dos ganhos financeiros. Sustentada pelos dois pilares: *Just in Time* e Autonomia, sendo o primeiro o que melhor se aplica na construção, procura eliminar *stocks* e tempos mortos nos processos.

Para uma eficiente implementação do sistema *Lean* numa organização, é necessário o apoio da alta administração, para que este possa ser aplicado de forma mais abrangente na empresa, de modo a “limpar” todos os desperdícios e tornar a cadeia de valor mais simples e fluida. Não basta aplicações isoladas em apenas alguns aspectos da organização, a filosofia deve ser entendida e implementada como uma cultura de trabalho.

Devido à complexidade e incerteza da indústria da construção, o sistema *Lean* aplicado a esta - *Lean Construction*, ainda passa por diversos obstáculos, como: elevado número de intervenientes, cepticismo dos intervenientes, resistência à mudança.

A implementação na construção pode ser feita nos diferentes estágios do negócio: concepção, projecto e execução, sendo que o grande desafio é conhecer suficientemente bem os sistemas vigentes na empresa, o que os clientes do processo de negócio realmente valorizam, e como o negócio opera e precisa de operar. Só assim podemos identificar as melhores ferramentas a aplicar e respectivas condições.

Neste trabalho ir-se-á abordar a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor, que auxilia todas as pessoas e empresas envolvidas numa cadeia a identificarem as actividades que não agregam valor e eliminá-las, reduzindo custos desnecessários e aumentando assim a competitividade da empresa.

3. Casos de estudo

3.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se efectuar um estudo sobre as técnicas de gestão implementadas actualmente na construção, comparativamente aos ideais da filosofia *Lean Construction*.

Para o efeito desenvolveu-se uma investigação em parceria com uma empresa do sector da construção em Portugal, sendo então feito o acompanhamento, análise e recolha de dados em seis obras adjudicadas à empresa em questão.

Esses casos de estudo foram analisados sob cinco aspectos essenciais:

- Planeamento e Estratégia;
- Organização de Obra;
- Sistema de Produção e Gestão de Materiais;
- Comunicação e Envolvimento dos Colaboradores;
- Gestão da Construção/*Lean Construction*

A escolha dos casos foi feita pela acessibilidade, tipo de obra e procurando diferentes culturas de gestão pela escolha de directores de obra de diferentes “escolas”.

3.2. Metodologia de recolha de dados

A recolha de dados e informações foi feita através de observação directa, realização de inquéritos e análise documental.

Foi elaborada uma ficha de caso de estudo (anexo I) para compilação da informação recolhida, como forma de contextualização dos casos de investigação. Foi também elaborada uma ficha de avaliação (anexo II) de cada obra nos termos dos conceitos do *Lean*, preenchida com as informações obtidas pelos métodos acima citados.

O objectivo foi encontrar oportunidades de melhoria do sistema de gestão e implementação das técnicas *Lean* e *Just in Time* em obras.

3.2.1. Observação directa

A observação directa foi feita em estaleiro, com objectivo de acatar os procedimentos e práticas correntes.

Foi observada a organização do estaleiro e imagem, a zona de armazenamento de materiais, o espaço social (escritórios), a interacção entre os intervenientes na direcção de obra, assim como a organização das frentes de trabalho.

3.2.2. Entrevistas

Os inquéritos foram feitos com base numa ficha elaborada para o efeito (anexo IX), tendo por objectivo apurar a opinião e sensibilidade de vários intervenientes ligados à direcção de obra, quanto aos aspectos do sistema de gestão em vigor. Para o efeito foram elaboradas perguntas de resposta aberta para obtenção de opinião mais alargada dos entrevistados, e perguntas de resposta fechada para criar maior facilidade na análise das respostas. Em cada caso será apresentado o perfil dos entrevistados, compreendido por experiência profissional, funções na obra e formação profissional.

A análise estatística dos inquéritos efectuados apresenta limitações devido à reduzida dimensão da amostra, compreendida num total de 37 questionários respondidos, e à especificidade de cada obra, que não permite a generalização dos resultados. Devido a limitações de tempo, não foi possível obter uma amostra estatisticamente representativa.

3.2.3. Análise documental

A análise documental de cada obra serviu de base para a caracterização das mesmas, e para confirmar as informações obtidas pela observação directa e respostas dos inquéritos. Foi analisado o projecto, planeamento, documentos de controlo de performance e procedimentos da empresa.

3.3. Descrição dos casos de estudo

3.3.1. Novo Pier Norte

- **Identificação** – Novo Pier Norte - Construção de salas de embarque/ Remodelação da plataforma ECO
- **Localização** – Aeroporto de Lisboa
- **Data de consignação** – 30 de Junho de 2008
- **Prazo de execução** – 20 meses
- **Valor de contrato** - €41.373.737, pagamento por valor global
- **Entidade executante** – Edifer Construções
- **Nível de subcontratação** – cerca de 80%
- **Breve descrição da obra:**

Esta obra insere-se no Plano de Desenvolvimento do Aeroporto de Lisboa para fazer face ao aumento da capacidade e qualidade de serviço do actual aeroporto. Foi faseada da seguinte forma:

- Montagem de estaleiro – 2 meses do prazo de execução;
- 1.^a fase da obra: construção de 3 salas de embarque – 5 meses do prazo de execução;
- 2.^a fase da obra: construção de 6 salas de embarque – 8 meses do prazo de execução;
- 3.^a fase da obra: construção de 1 sala de embarque – 5 meses do prazo de execução.

O caso de estudo foi efectuado ao longo da execução das duas primeiras fases da obra.

O edifício em construção na primeira fase da empreitada possui dois andares, e é composto pelas três salas de espera no piso superior e salas técnicas no piso inferior destinadas os equipamentos das instalações. Na segunda fase, este primeiro edifício será ligado a outro, correspondendo seis salas de embarque com três andares, sendo os dois últimos destinados às salas de espera e o primeiro a salas técnicas.

- **Organograma** (anexo III)

3.3.1.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 8 pessoas ligadas à direcção de obra, todos funcionários da empresa *Edifer*. Desta forma apresenta-se na tabela 3.1 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.1. Caracterização dos entrevistados na obra Novo Pier Norte

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|---|---------------------------|------------------|
| Director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Técnica de Qualidade e Ambiente | Engenheira do Ambiente | 1 |
| Responsável pela produção | Engenheiro Civil | 1 |
| Responsável pela área técnica | Engenheiro Civil | 1 |
| Responsável pelas instalações especiais | Engenheiro Electrotécnico | 1 |
| Engenheiro de frente | Engenheiro Civil | 2 |
| Coordenador de preparação | Frequência universitária | 1 |

Na figura 3.1 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

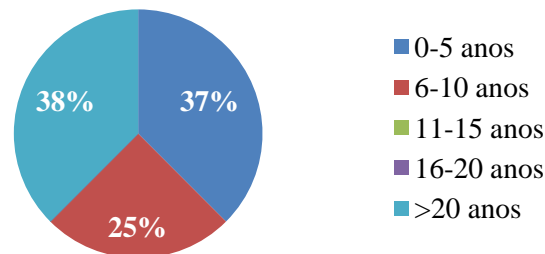


Figura 3.1. Experiência profissional da amostra da obra Novo Pier Norte

3.3.2. Igreja Boa Nova Estoril

- **Identificação** – Construção da Igreja Boa Nova Estoril
- **Localização** – Estoril
- **Data de consignação** – 24 de Janeiro de 2008
- **Prazo de execução** – 17,5 meses

- **Valor de contrato** – €10.230.000, pagamento por valor global
- **Entidade executante** – Edifer Construções
- **Nível de subcontratação** – cerca de 70%
- **Breve descrição da obra:**

Esta empreitada tem por objectivo a construção de cinco núcleos concebidos como um conjunto urbano composto por igreja, centro paroquial, auditório, estacionamento subterrâneo e centro comunitário. Estes núcleos desenvolvem-se em cinco pisos, sendo dois acima da cota da entrada principal, um abaixo dessa cota e dois pisos subterrâneos.

A execução foi repartida em movimento de terras, estrutura, acabamentos e arranjos exteriores, sendo as principais actividades as seguintes: colocação de betão armado, carpintaria, estrutura metálica, revestimentos e drenagem exterior.

À data de estudo a obra encontrava-se em fase de acabamentos e instalações especiais.

- **Organograma** (anexo IV)

3.3.2.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 10 pessoas ligadas à direcção de obra, sendo 9 funcionários da empresa *Edifer* e um independente. Desta forma apresenta-se na tabela 3.2 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.2. Caracterização dos entrevistados na obra da Igreja Boa Nova Estoril

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Adjunto de director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Responsável pela produção | Engenheiro Civil | 2 |
| Técnico de Instalações Especiais | Engenheiro Electrotécnico | 1 |
| Arquitecto preparador | Arquitecto | 3 |
| Técnico de controlo operacional | Sistemas de Informação | 1 |
| Desenhador preparador | 12.º ano | 1 |

Na figura 3.2 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

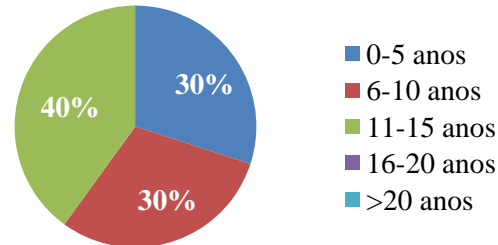


Figura 3.2. Experiência profissional da amostra da obra da Igreja Boa Nova Estoril

3.3.3. Sana Torres Vasco da Gama

- **Identificação** – Construção do Sana Torres Vasco da Gama Royal Hotel
- **Localização** – Expo Norte, Lisboa
- **Data de consignação** – 25 de Maio de 2007
- **Prazo de execução** – 21 meses
- **Entidade executante** – Edifer Construções
- **Nível de subcontratação** – cerca de 80%
- **Breve descrição da obra:**

Esta obra teve como objectivo a execução da parte estrutural do edifício, estando dividida em fundações e estrutura em elevação. O edifício compreende 23 pisos superiores e dois enterrados para estacionamento.

À data de estudo a obra encontrava-se na fase de elevação, com 14 pisos executados.

- **Organograma** (anexo V)

3.3.3.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 4 pessoas ligadas à direcção de obra, sendo todos funcionários do grupo *Edifer*. Desta forma apresenta-se na tabela 3.3 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.3. Caracterização dos entrevistados na obra do Sana Torres Vasco da Gama

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|-----------------------------|-----------------------|------------------|
| Director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Adjunto de director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Técnico de Segurança | Engenheiro Mecânico | 1 |
| Preparador | 12.º ano | 1 |

Na figura 3.3 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

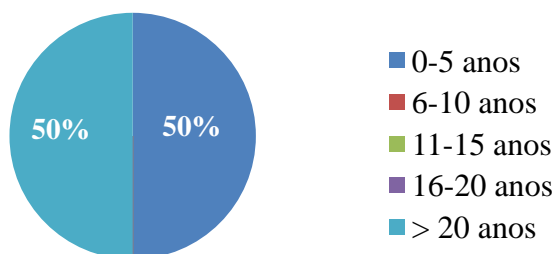


Figura 3.3. Experiência profissional da amostra da obra do Sana Torres Vasco da Gama

3.3.4. Parque temático Kidzania

- **Identificação** – Execução de parque temático Kidzania
- **Localização** – Amadora
- **Data de consignação** – Julho de 2008
- **Prazo de execução** – 8 meses
- **Valor de contrato** - €7.000.000, pagamento por valor global e por série de preços
- **Entidade executante** – Edifer Construções
- **Nível de subcontratação** – cerca de 99%
- **Breve descrição da obra:**

O objectivo da obra é a elaboração de um parque temático infantil no interior de um centro comercial que pretende replicar uma imagem de pequena cidade composta por

todos os elementos urbanísticos importantes, desenvolvendo-se em 60 pavilhões simulando construções reais de lojas, fábricas, bancos, teatros, estádios desportivos, bomba de gasolina, bombeiros e espaços verdes.

À data de estudo encontrava-se em fase de acabamentos e instalações especiais.

- **Organograma** (anexo VI)

3.3.4.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 5 pessoas ligadas à direcção de obra, sendo todos funcionários do grupo *Edifer*. Desta forma apresenta-se na tabela 3.4 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.4. Caracterização dos entrevistados na obra do Parque temático Kidzania

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|----------------------------------|----------------------------|------------------|
| Director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Adjunto de director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Técnico de instalações especiais | Técnico de electromecânica | 1 |
| Arquitecto | Arquitectura | 1 |
| Preparador | Frequência universitária | 1 |

Na figura 3.4 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

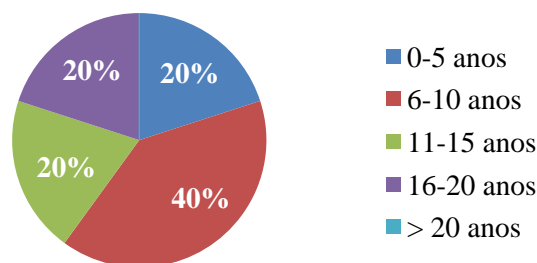


Figura 3.4. Experiência profissional da amostra da obra do Parque temático Kidzania

3.3.5. Condomínio Jardim São Lourenço

- **Identificação** – Execução dos acabamentos do condomínio Jardim São Lourenço

- **Localização** – Rua Soeiro Pereira Gomes, Lisboa
- **Data de consignação** – 15 de Janeiro de 2007
- **Prazo de execução** – 26 meses, sendo 14 um prolongamento do prazo inicial
- **Valor de contrato** – €17.000.000, pagamento por série de preços
- **Entidade executante** – Edifer Construções
- **Nível de subcontratação** – cerca de 95%
- **Breve descrição da obra:**

O projecto refere-se a um empreendimento constituído por oito edifícios destinados maioritariamente à habitação, totalizando 90 apartamentos. A empreitada adjudicada diz respeito à fase de acabamentos: execução do interior dos apartamentos, arranjos exteriores e colocação de fachadas de vidro. À data do estudo a empreitada encontrava-se em fase de pré-vistorias de recepção provisória.

- **Organograma** (anexo VII)

3.3.5.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 4 pessoas ligadas à direcção de obra, sendo todos funcionários do grupo *Edifer*. Desta forma apresenta-se na tabela 3.5 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.5. Caracterização dos entrevistados na obra do Condomínio Jardim São Lourenço

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Adjunto de director de obra | Engenheiro Civil | 1 |
| Técnico administrativo | 12.ºano | 1 |
| Encarregado geral | 12.ºano | 1 |

Na figura 3.5 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

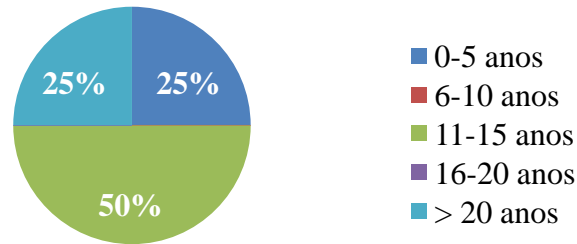


Figura 3.5. Experiência profissional da amostra da obra do Condomínio Jardim São Lourenço

3.3.6. Edifício PT Afonso Costa

- **Identificação** – Reabilitação do edifício PT Afonso Costa
- **Localização** – Avenida Afonso Costa, Lisboa
- **Data de consignação** – 10 de Setembro de 2008
- **Prazo de execução** – 7 meses
- **Valor de contrato** – €6.787.580, pagamento por valor global
- **Entidade executante** – Edifer Reabilitações
- **Nível de subcontratação** – cerca de 80%
- **Breve descrição da obra:**

Esta obra tem como finalidade a reabilitação e reconversão de um edifício de escritórios do grupo *Portugal Telecom* construído na década de 70, melhorando as suas características técnicas e funcionais. O edifício é constituído por nove pisos acima do solo e três abaixo. À data do estudo a obra se encontrava em fase de montagem de tectos falso, caixilharias, impermeabilizações e instalações especiais.

- **Organograma** (anexo VIII)

3.3.6.1. Caracterização dos entrevistados

O inquérito foi respondido por 6 pessoas ligadas à direcção de obra, sendo todos funcionários do grupo *Edifer*. Desta forma apresenta-se na tabela 3.6 a caracterização dos entrevistados.

Tabela 3.6. Caracterização dos entrevistados na obra do Edifício PT Afonso Costa

| Função no projecto | Formação profissional | Nº de inquiridos |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------|
| Director de obra | Bacharelato em Engenharia Civil | 1 |
| Adjunto de director de obra | Licenciado em Engenharia Civil | 1 |
| Técnico administrativo | 12.ºano | 1 |
| Medidor | Bacharelato em Engenharia Civil | 1 |
| Arquitecto | Arquitectura | 1 |
| Encarregado geral | 4.ªclasse | 1 |

Na figura 3.6 é apresentada a divisão dos entrevistados por experiência profissional, segmentada por intervalos de cinco anos até aos 20 e valores superiores a este.

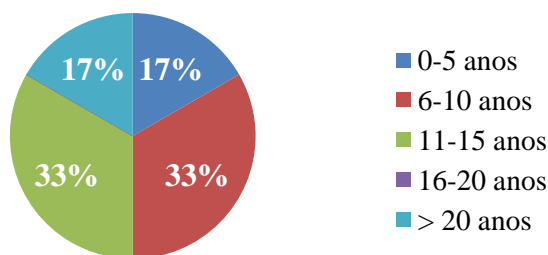


Figura 3.6. Experiência profissional da amostra da obra do Edifício PT Afonso Costa

3.4. Análise dos dados obtidos

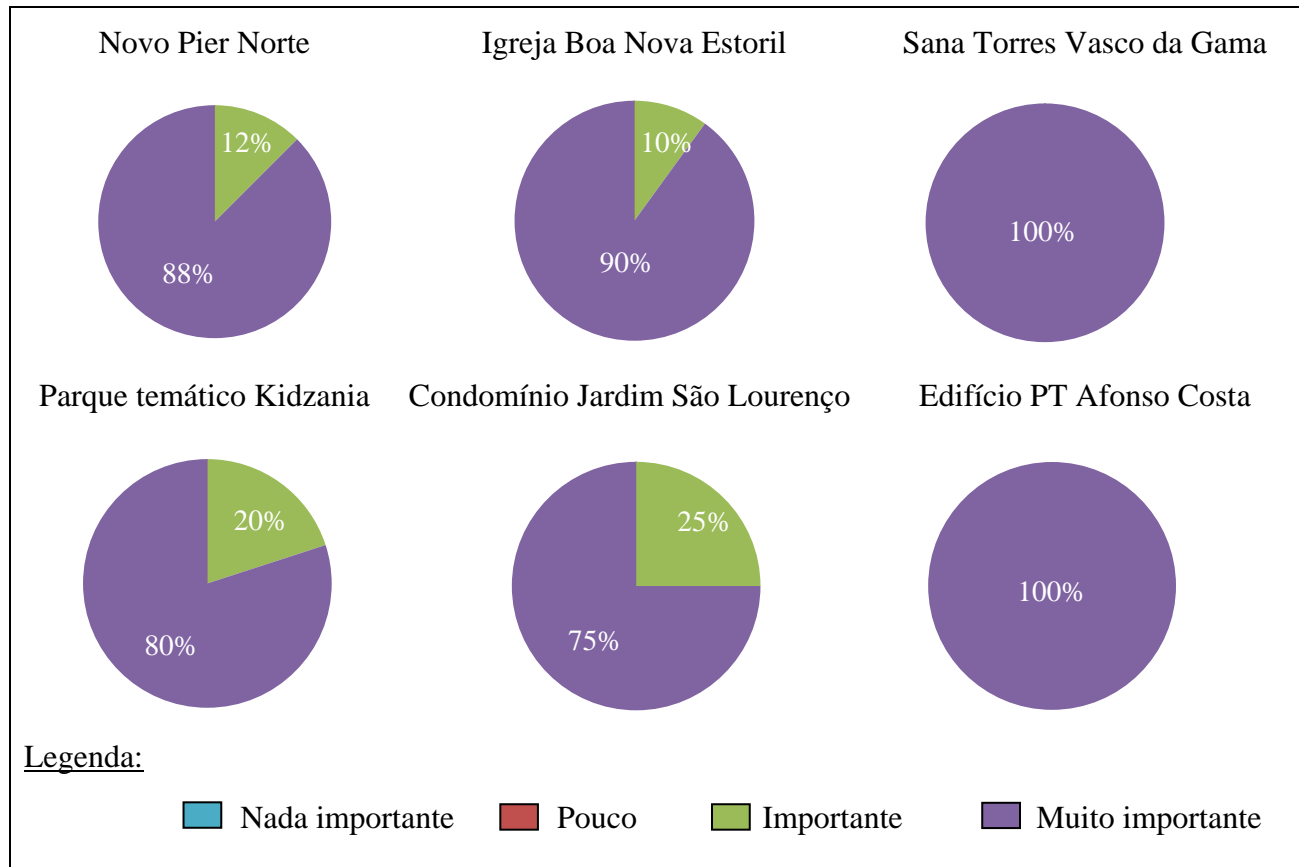
3.4.1. Planeamento / Estratégia

A nível do planeamento, é elaborado em todas as obras um plano de trabalhos inicial, revisto e ajustado sempre que necessário, e sujeito à aprovação do Dono de Obra.

A calendarização é feita com recurso à construção de uma *Work Breakdown Structure* (WBS) apresentando as actividades por especialidades de construção.

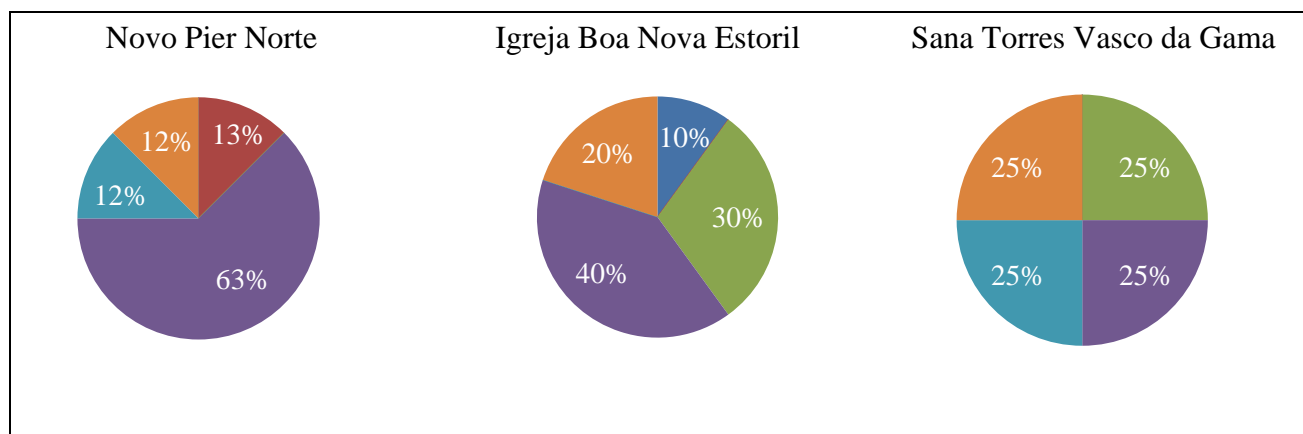
Os gráficos percentuais apresentados na tabela 3.7 demonstram a grande importância que o planeamento tem em obra relativamente ao processo produtivo, sendo esta opinião consensual entre os entrevistados.

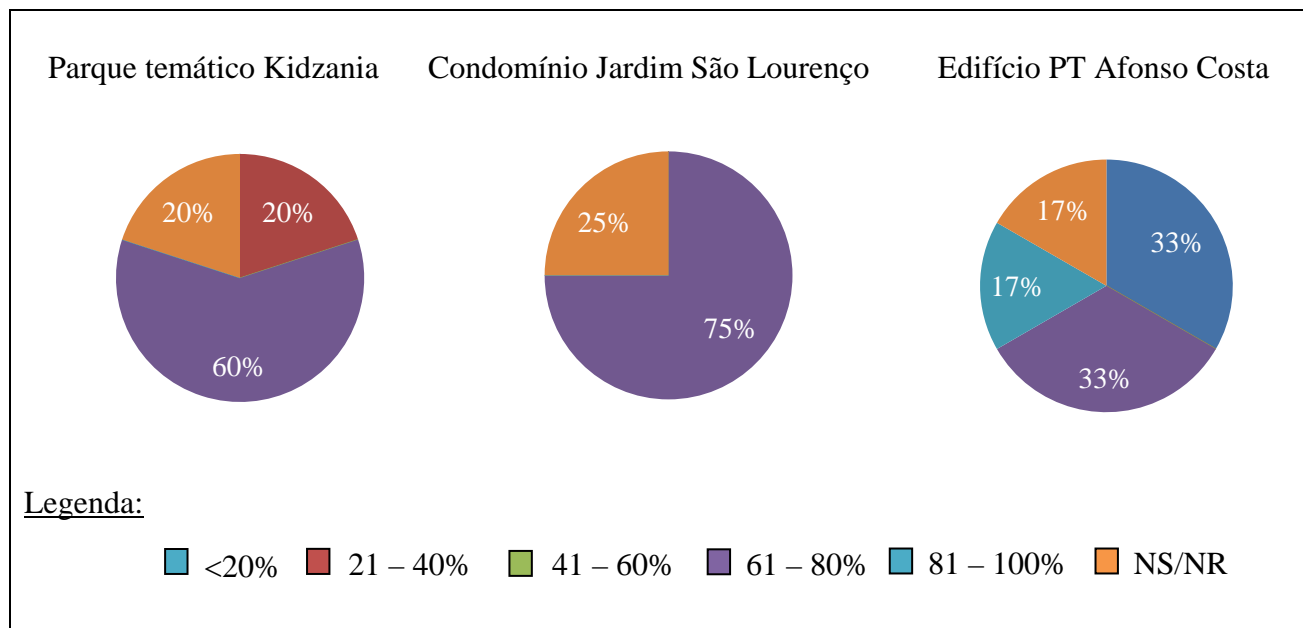
Tabela 3.7. Importância do planeamento para a eficiência do processo produtivo



Apesar da importância dada ao planeamento, nem sempre este é eficaz, denotando-se na Tabela 3.8 uma percepção de cumprimento à data de controlo bastante diversificada entre os entrevistados.

Tabela 3.8. Percentagem média de planeamento cumprido à data de controlo



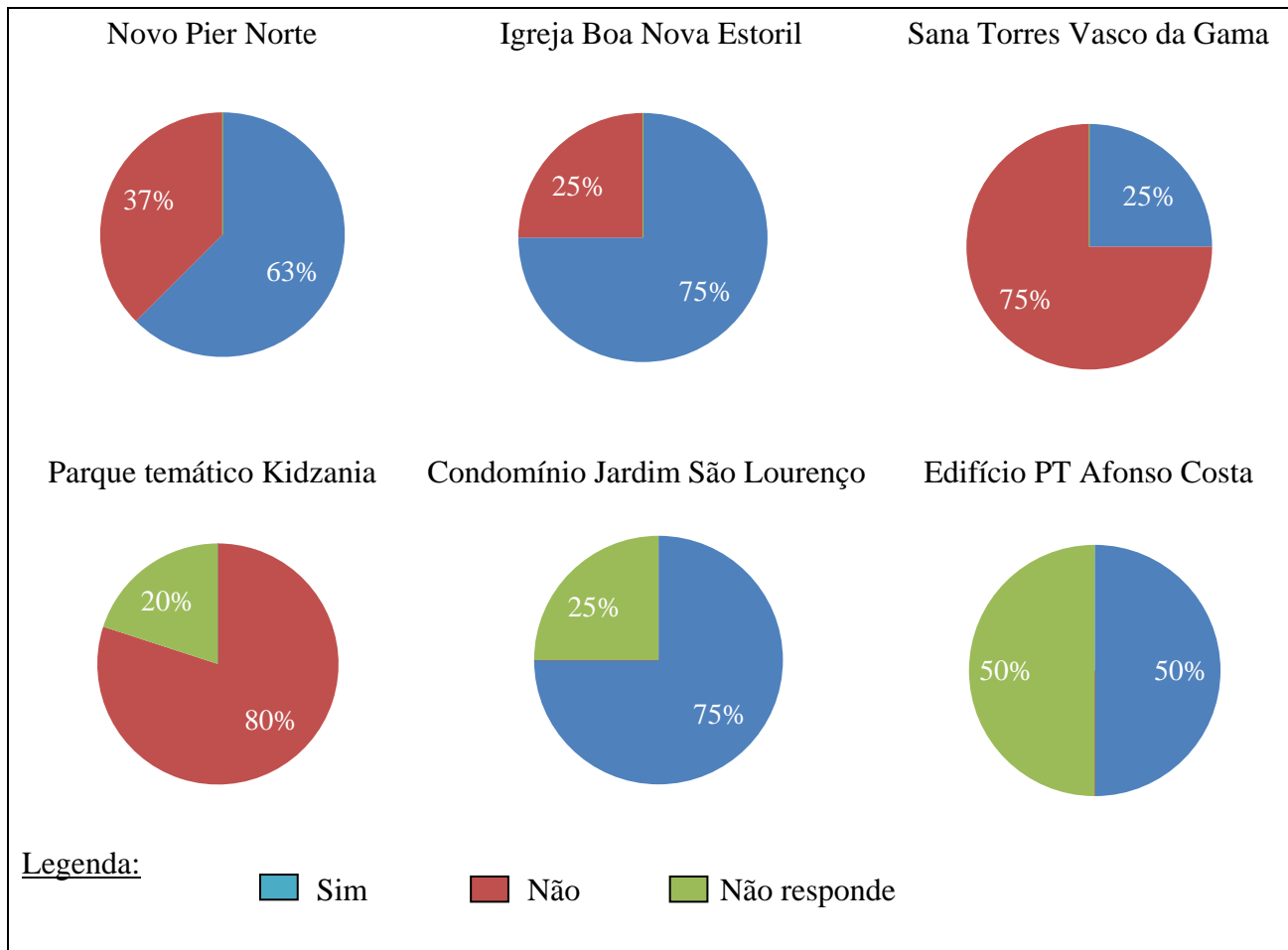


A diversificação de opiniões numa mesma obra sobre a eficiência do planeamento demonstra que este poderia ser melhor estruturado, ter um padrão de visualização para que todos intervenientes na direcção pudessem ter a mesma percepção de desempenho real. As obras do Novo Pier Norte, Parque temático Kidzania e Condomínio Jardim São Lourenço foram as que demonstraram melhor comunicação interna entre os seus intervenientes, tendo maior percentagem de respostas coerentes.

O seguimento visual de desempenho é considerado bastante importante por todos os entrevistados, sendo comum a opinião sobre os seus principais benefícios, tais como: melhor controlo do seguimento das actividades e verificação da eficácia do planeamento efectuado, actualização permanente da evolução dos trabalhos, leitura rápida da situação actual e comparação com o planeamento inicial permitindo discernir as actividades que merecem maior atenção e antecipar problemas para eventualidade de condicionamentos de actividades seguintes.

A tabela 3.9 mostra a percentagem de entrevistados que considera que o processo de planeamento pode ser melhorado, tendo em conta que este é analisado semanalmente pela maioria dos entrevistados em todas as obras estudadas.

Tabela 3. 9. Percentagem de entrevistados que considera que o processo de planeamento pode ser melhorado



As sugestões foram baseadas nas dificuldades ou oportunidades de melhoria que os intervenientes de cada direcção consideraram importantes na obra onde estão inseridos. Sendo estas as apresentadas nos pontos seguintes para cada obra:

- **Novo Pier Norte** – onde apenas 37% dos entrevistados consideram poder haver melhorias do planeamento. Foi sugerida uma melhor análise da sequência dos trabalhos, um sistema integrado de prazos e custos, e melhor gestão do aprovisionamento.
- **Igreja Boa Nova Estoril** – com 75 % de respostas positivas, foi sugerida uma melhor estruturação do planeamento visando uma mais fácil leitura, melhor sistema de comunicação interna através de organização e partilha de experiências evitando assim erros recorrentes, melhores aplicações informáticas, estudo mais aprofundado do orçamento e cronograma financeiro eficaz;

- **Sana Torres Vasco da Gama** – com 75 % de respostas negativas, têm como sugestão apenas um controlo mais eficaz das actividades diárias, apesar de todos os entrevistados terem uma percepção diferente quanto à percentagem média de cumprimento de planeamento;
- **Parque temático Kidzania** – com 80% de respostas negativas, nada foi sugerido para melhoria do sistema de gestão, demonstrando a satisfação dos entrevistados quanto ao processo de planeamento;
- **Condomínio Jardim São Lourenço** – nesta obra todos os entrevistados que responderam à pergunta acham que o sistema de planeamento pode ser melhorado, através de acções de formação em programas de planeamento, maior análise do planeamento afectado de custos, partilha de informação das diversas obras relativa a métodos de trabalho e durações reais de actividades de modo a serem normalizadas em área de planeamento central da empresa. Nesta obra verifica-se uma preocupação maior com a comunicação interna da obra e empresa, relativamente às outras estudadas;
- **Edifício PT Afonso Costa** – neste caso, tal como no anterior, todos os entrevistados que responderam à pergunta consideram que o sistema poderia ser melhorado, tendo sugerido a compatibilização de projectos, criação de rotinas de controlo para análise de desvios e de actuação correctiva e melhor exploração das aplicações informáticas existentes no mercado.

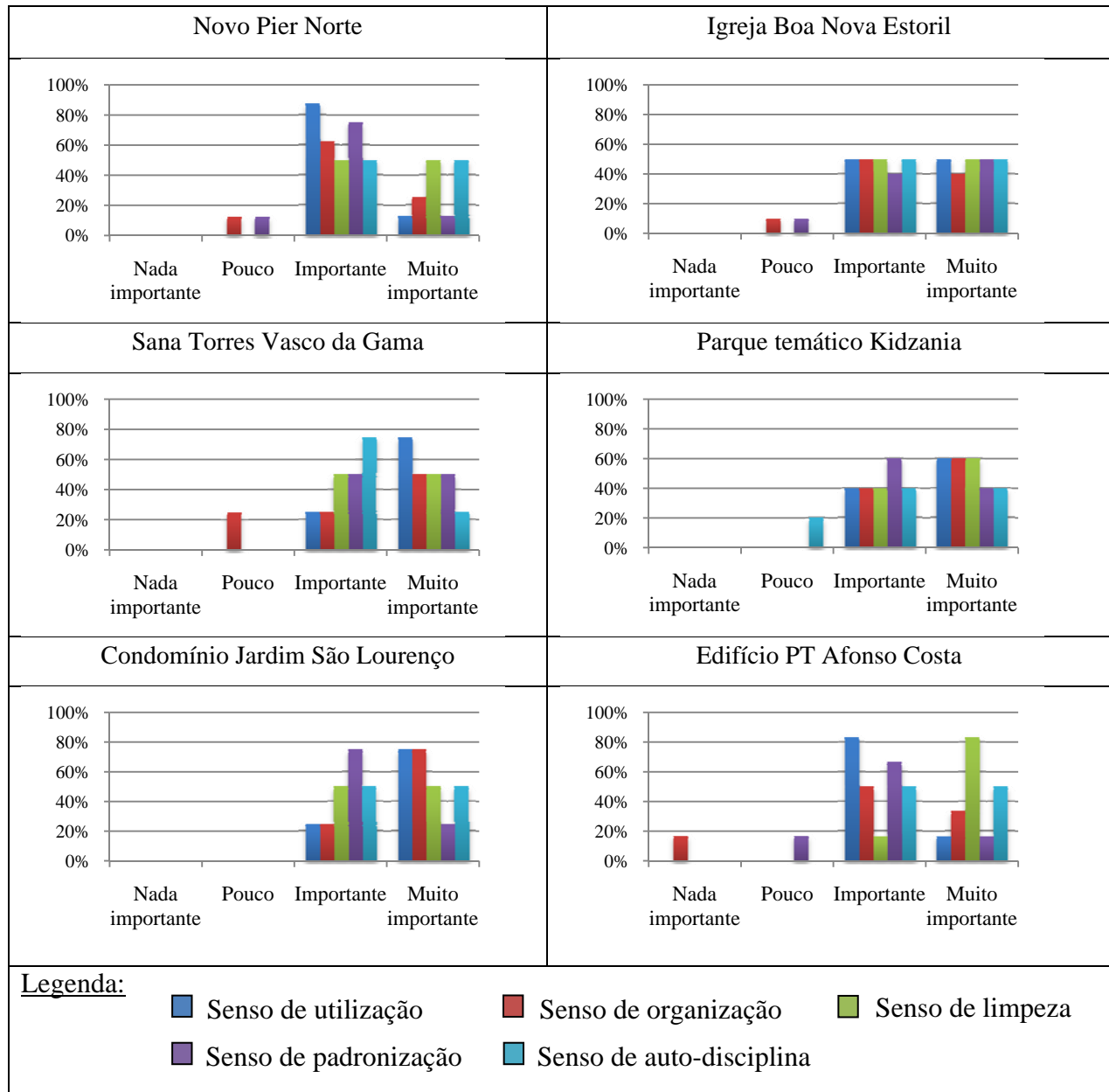
3.4.2. Organização de obra

Neste grupo, procurou-se opiniões sobre a potencialidade de padronização em estaleiro e sobre a importância da organização do espaço, segundo o método dos 5S's apresentado no capítulo 2.

Foram dadas como sugestões de padronização a montagem de gruas, a fase de execução de estruturas, organização logística do estaleiro, a pré-fabricação de armaduras em estaleiro, limpeza do espaço, gestão de equipas e materiais, cargas e descargas em estaleiro.

A tabela 3.10 demonstra a importância dada à organização e limpeza do espaço, segundo a ferramenta *Lean* apresentada no capítulo anterior, o 5S.

Tabela 3.10. Importância dos sentidos de organização e limpeza do espaço



Como já descrito anteriormente, os 5S's são: senso da utilização (ter apenas o material necessário colocado na área de trabalho), senso da organização (ferramentas arrumadas nos locais onde irão ser usadas), senso de limpeza (espaço de trabalho limpo diariamente), senso de padronização (práticas de trabalho padronizadas através de manuais de actividade), senso de auto-disciplina (revisão e manutenção dos padrões anteriores).

Pela análise aos gráficos anteriores, percebe-se a elevada importância dada à organização e limpeza, apesar de, infelizmente, esses objectivos não serem eficientemente conseguidos. O princípio considerado de menor importância foi o senso da organização, mas apenas por uma minoria de entrevistados, sendo o senso de utilização considerado mais importante pela maioria destes, confirmando-se assim a abertura para a aplicação da ferramenta em obras.

3.4.3. Sistema de produção

Este grupo do inquérito focalizou-se na importância dos desperdícios inerentes ao processo de execução das empreitadas. É geral a noção dos desperdícios como algo negativo, que não acrescenta valor ao produto, que aumenta custos e provoca atrasos.

Pela definição e caracterização dos desperdícios apontados na filosofia *Lean*, foi pedido aos entrevistados que dessem uma opinião sobre a sua importância no sistema de produção. Verificou-se na tabela 3.11 uma ligeira diversidade de opiniões nas diferentes obras, pois devido às diversas condições de execução e modo de gestão, distintos tipos de desperdícios tornam-se mais relevantes.

As obras com maior condicionante de prazos de execução, como o Novo Pier Norte e o Parque temático Kidzania, foram as que deram mais importância ao desperdício de correcção de erros de execução, sendo considerado “muito importante” por mais de 60% dos entrevistados nos dois casos.

Os movimentos e transportes desnecessários foram considerados “importantes” por mais de 50% dos entrevistados de qualquer das obras, pois causa perda de tempo e maior desorganização em estaleiro, além de condicionar movimentos realmente necessários.

O aprovisionamento desnecessário de materiais é considerado um desperdício menor nas obras com maior disponibilidade de espaço de estaleiro, como o Novo Pier Norte, a Igreja Boa Nova Estoril e o Sana Torres Vasco da Gama.

Os desperdícios directamente ligados à mão-de-obra, equipamento e material são todos considerados “importantes” ou “muito importantes”, pois podem reflectir um mau planeamento e gestão de recursos.

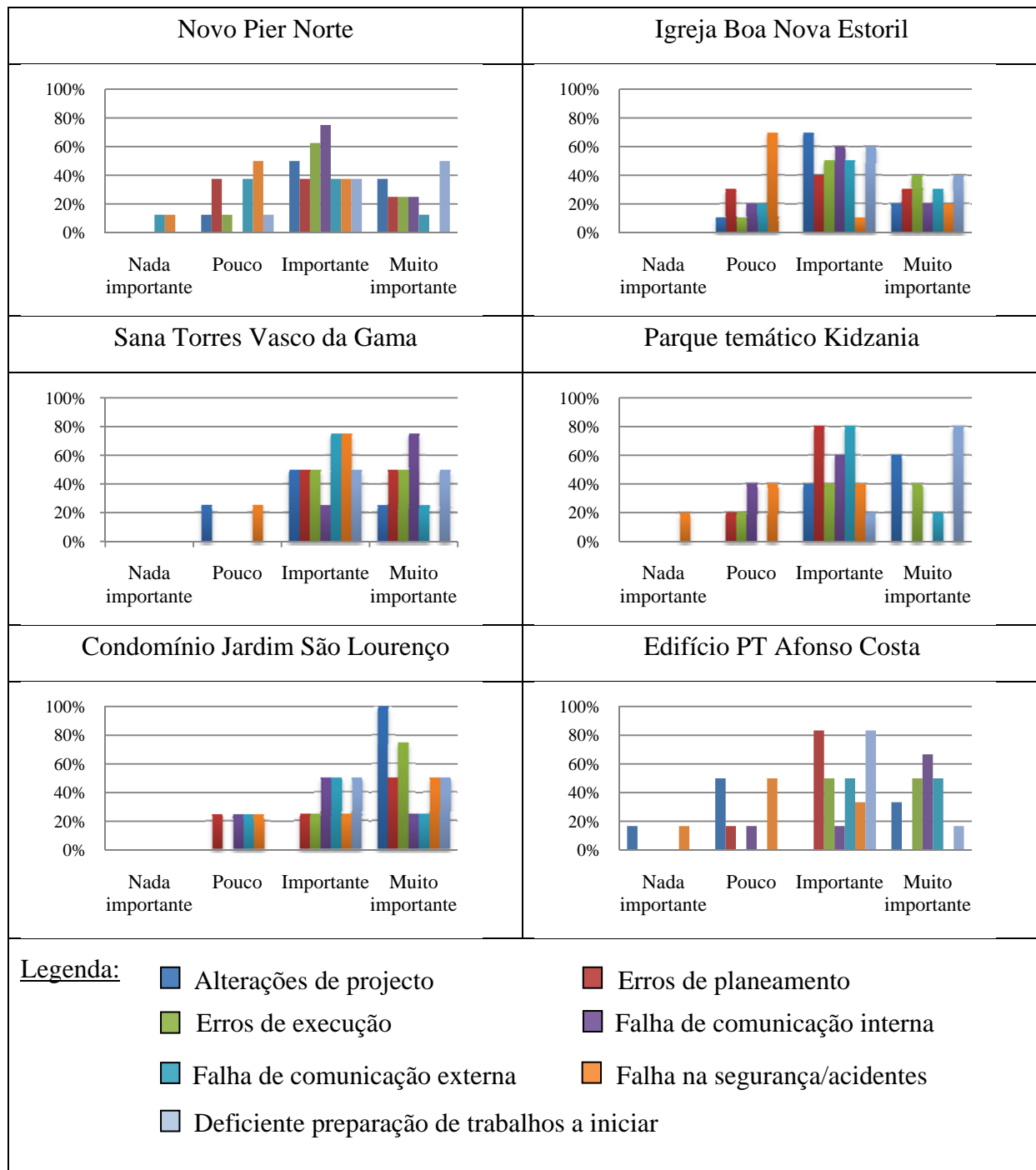
Tabela 3.11. Importância dos desperdícios do sistema de produção na construção

| Novo Pier Norte | Igreja Boa Nova Estoril |
|--|---|
| <p>Bar chart for Novo Pier Norte. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> | <p>Bar chart for Igreja Boa Nova Estoril. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> |
| Sana Torres Vasco da Gama | Parque temático Kidzania |
| <p>Bar chart for Sana Torres Vasco da Gama. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> | <p>Bar chart for Parque temático Kidzania. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> |
| Condomínio Jardim São Lourenço | Edifício PT Afonso Costa |
| <p>Bar chart for Condomínio Jardim São Lourenço. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> | <p>Bar chart for Edifício PT Afonso Costa. The y-axis represents percentage from 0% to 100%. The x-axis categories are Nada importante, Pouco importante, Importante, and Muito importante. The legend categories are: Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho (blue), Trabalho a espera de mão-de-obra (red), Correção de erros de execução (green), Movimentos e transportes desnecessários (purple), Aprovisionamento desnecessário de materiais (cyan), and Mão-de-obra em estaleiro por utilizar (orange).</p> |
| <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mão-de-obra a espera de material/ equipamento de trabalho ■ Trabalho a espera de mão-de-obra ■ Correção de erros de execução ■ Movimentos e transportes desnecessários ■ Aprovisionamento desnecessário de materiais ■ Mão-de-obra em estaleiro por utilizar | |

A tabela 3.12 mostra a percepção dos entrevistados quanto às causas dos desperdícios, assim como a importância a estas atribuídas. Para além das causas apontadas nos gráficos, outras foram sugeridas em duas das obras estudadas, como a falta de coordenação de trabalhos pela obra da PT Afonso Costa, e a falta de mão-de-obra especializada pela obra da Igreja Boa Nova Estoril.

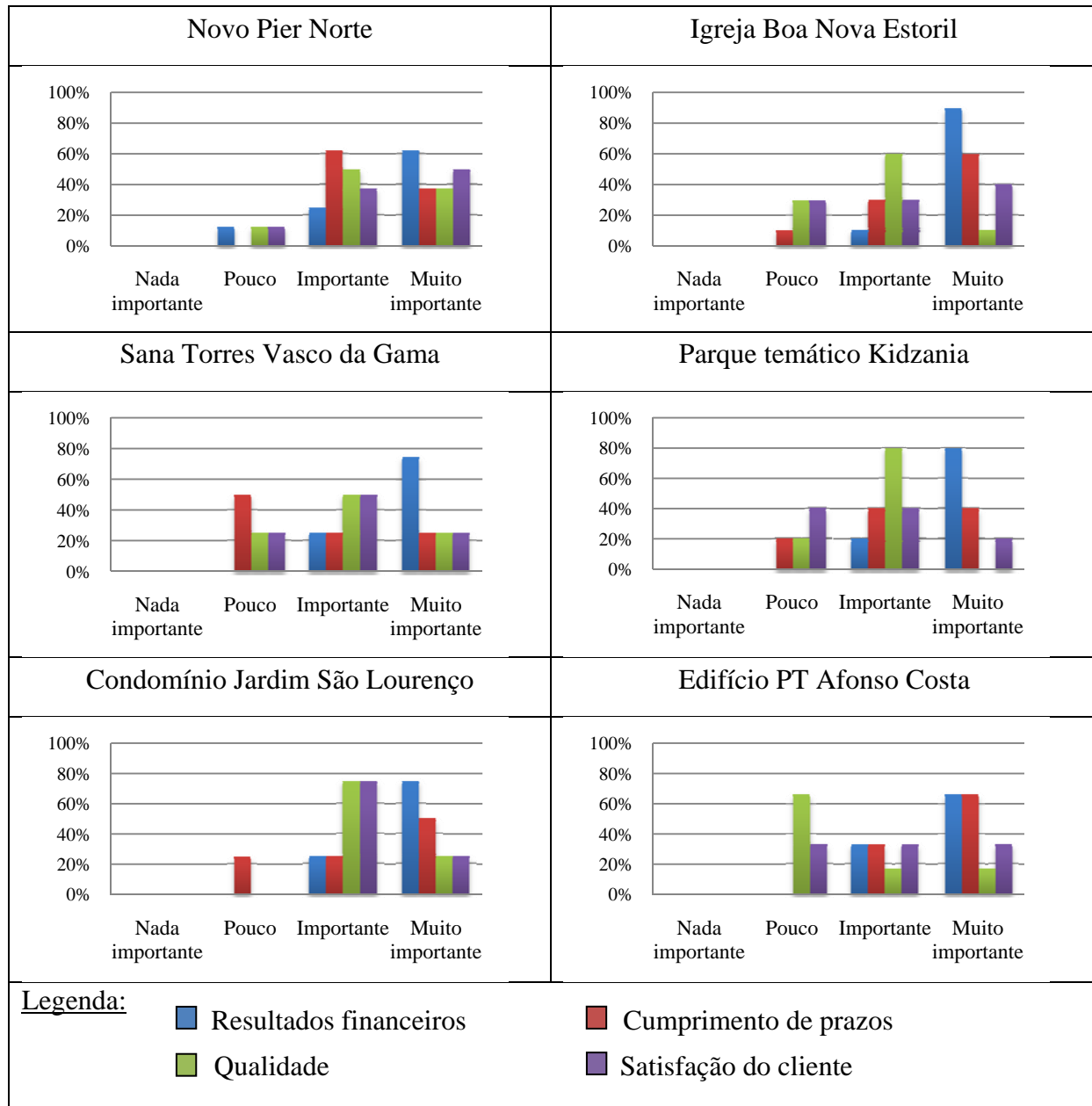
De destacar a falha de comunicação interna e a deficiente preparação dos trabalhos a iniciar como as causas dadas pela maioria dos entrevistados como “importantes” ou “muito importantes”.

Tabela 3.12. Causas de desperdícios na construção



Naturalmente os desperdícios causam impactos negativos nas obras, principalmente no que concerne a resultados financeiros, cumprimentos de prazos, qualidade e satisfação do cliente. Foi então solicitado aos entrevistados a classificação desses impactos no sistema de produção, sendo os resultados apresentados na tabela 3.13.

Tabela 3.13. Impactos dos desperdícios



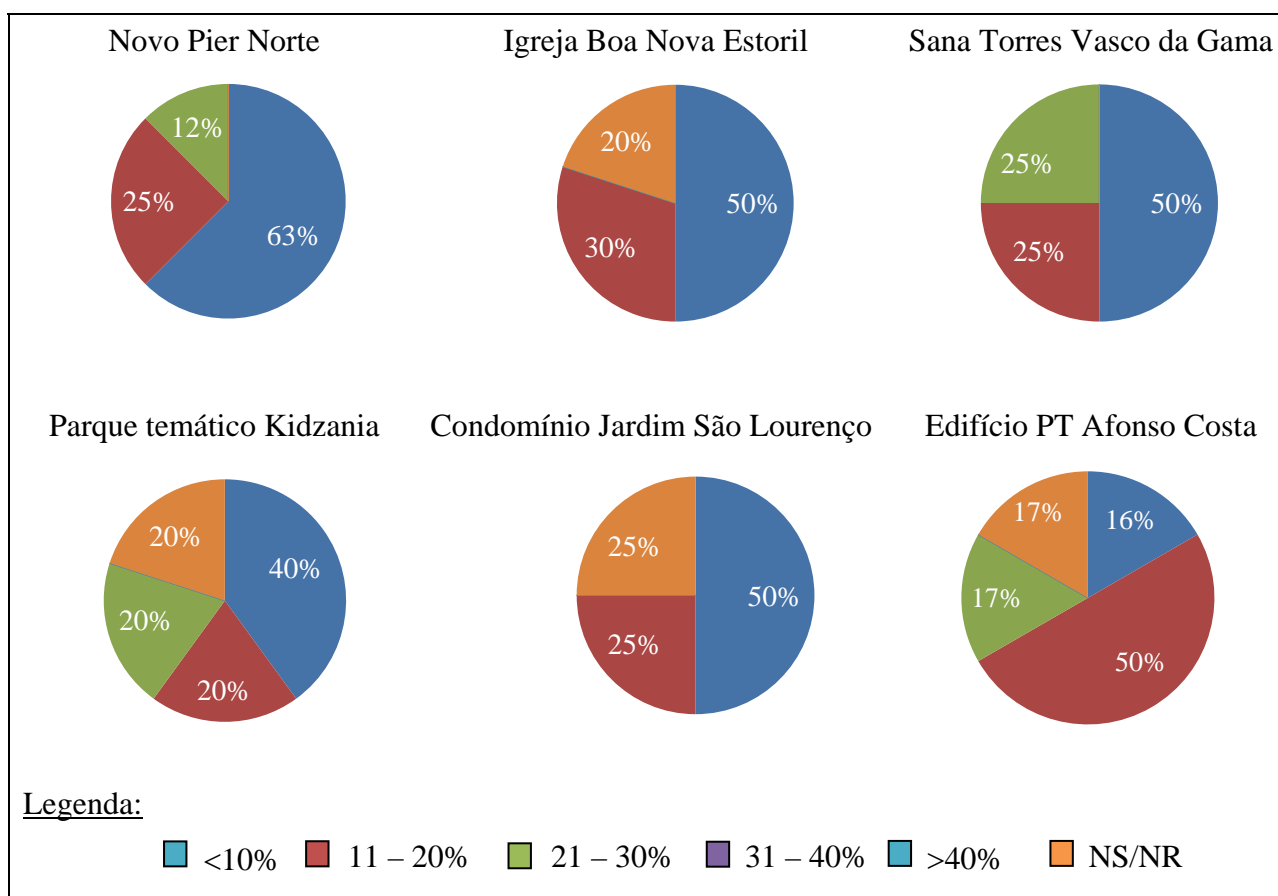
Pela análise dos gráficos conclui-se que a maior preocupação no que concerne aos desperdícios é o impacto financeiro destes. Para além da preocupação com os resultados financeiros comum a

todas as obras, é de destacar também a preocupação com a qualidade e satisfação do cliente dos entrevistados na obra do Condomínio Jardim São Lourenço devido à elevada exigência do mesmo na execução das habitações de luxo que o caracterizam, sendo o cumprimento de prazos relegado para segundo plano. As obras do Novo Pier Norte e da PT Afonso Costa são as únicas em que todos os entrevistados são de opinião de que o cumprimento de prazos é “importante” ou “muito importante”.

Para melhor estimar-se o impacto dos desperdícios em obra, é necessário um controlo cuidadoso dos indicadores de desempenho, indicadores financeiros, análise de interrupções de produção e respectivas causas. A pouca eficiência desse controlo ou a falta de análise dos fluxos dos materiais/equipamentos em obra não permitem a percepção real do peso dos desperdícios no custo total da obra, sendo este sempre minimizado.

A análise à tabela 3.14 permite discernir uma estimativa de menos de 10% de peso no custo total para a maioria dos entrevistados.

Tabela 3.14. Estimativa do peso dos desperdícios no custo total da obra



3.4.4. Gestão da construção / *Lean Construction*

Quanto ao processo de gestão, diversos factores foram sugeridos como oportunidades de melhoria na construção, tais como: pagamentos dentro dos prazos, sistemas integrados de prazos e custos, melhor comunicação interna e espírito de grupo, melhores aplicações informáticas, partilha de experiências, registo de acções correctivas, melhor gestão de recursos humanos e melhor preparação dos trabalhos.

Como se conclui do estudo efectuado, a comunicação interna é um dos factores cruciais para um bom sistema de gestão. Foi então perguntado aos entrevistados sobre a importância de programas de sugestões e boas práticas, ao que 62% destes considerou como sendo “importante” e 32% “muito importante”.

Tendo sido sugeridos como factores de sucesso os resultados financeiros, a satisfação do cliente, o cumprimento de prazos e a qualidade, as três primeiras ganham destaque na figura 3.7 como as mais importantes para mais de 75% dos entrevistados, sendo que as opiniões dividem-se entre “importante” e “muito importante” relativamente à qualidade.

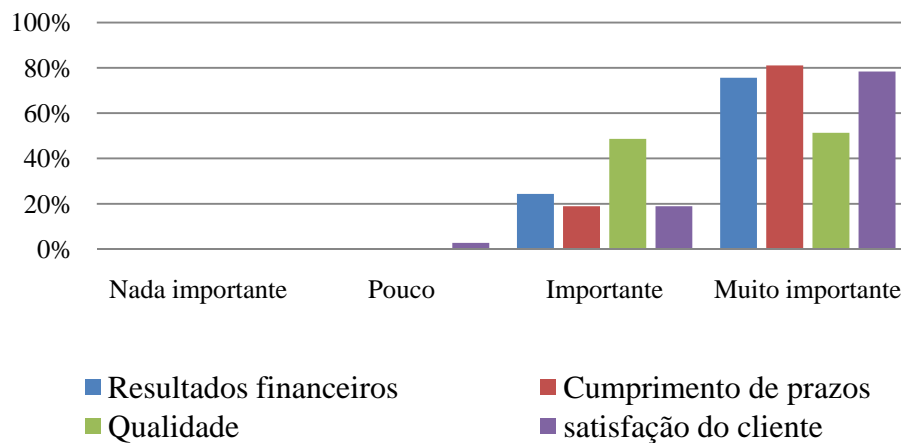


Figura 3.7. Classificação dos factores de sucesso de um projecto

Outros factores foram também considerados por alguns entrevistados, tais como: sustentabilidade dos subempreiteiros, de modo a criar uma relação melhor e de maior confiança com estes; e conhecimento adquirido, de forma que melhores práticas sejam implementadas em projectos futuros.

Quanto ao conhecimento sobre a filosofia *Lean*, apenas 19% dos entrevistados já ouviram falar ou conhecem, 49% conhecem o conceito do *Just in Time* e 14% têm conhecimento ou já ouviram falar da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor.

3.5. Resultados e conclusões

Reunindo todos os dados obtidos nos casos de estudo efectuados e analisando a informação a eles inerentes, foi possível efectuar uma classificação geral das obras em função do respectivo sistema de gestão comparado com o sistema *Lean*.

A avaliação dos procedimentos de gestão foi feita numa escala de quatro níveis tendo sido classificados consoante o cumprimento de requisitos sugeridos para uma tipologia de gestão estruturada com conceitos *Lean*.

A classificação é feita consoante os seguintes requisitos:

- **Organização de obra**

- Organização do estaleiro e imagem – estaleiro organizado e vedado, com espaços identificados, áreas de armazenamento delimitadas e arrumadas, portaria identificada e entradas controladas, identificadas as áreas de passagem de peões;
- Organização das frentes de trabalho – frentes organizadas e identificadas, uso de sinalização e barreiras necessárias nos locais de intervenção, colaboradores identificados pelas empresas empregadoras (subempreiteiros e empreiteiro geral);
- Standardização de processos – existência e uso de manuais de actividades ou instruções técnicas que seguem as melhores práticas definidas para cada tarefa, transmitidas aos diversos colaboradores de modo a criar uma cultura de processos idêntica em todas as obras da empresa;
- Princípios de organização de área (5S's) – uma única localização para cada material, áreas identificadas e marcadas, materiais/ equipamentos fáceis de encontrar, inexistência de materiais em excesso, auditorias 5S's;

- Informações de trabalho – as ordens chegam à equipa de execução de forma eficiente, sem necessidade de diversas idas aos escritórios para se obter ordens de trabalho e consequente tempo de espera;
- Análise de cadeia de valor – cadeias de valor analisadas regularmente em busca de actividades de valor não acrescentado, melhores práticas difundidas a todas áreas de potencial aplicação;
- Gestão de materiais – inexistência de materiais obsoletos e encomendas parceladas efectuadas com pouca antecedência ao momento da sua utilização, sendo alteradas consoante o planeamento;
- **Planeamento e estratégia**
 - Valores da empresa (Valores, Visão, Missão) – são transmitidos e implementados por todos os colaboradores internos e transmitidos aos colaboradores externos, e estão visíveis no espaço de comunicação;
 - Reuniões de seguimento de performance – realização de reuniões regulares entre os vários níveis de gestão da obra para monitorização da performance, onde são definidos planos de acção para repor métricas nos objectivos estabelecidos;
 - Planeamento de recursos – no início da obra são identificados e planeados e ao longo desta são disponibilizados de acordo com o planeado;
 - Acompanhamento/ visualização de performance – os objectivos estratégicos, bem como os resultados da performance de execução da obra são disponibilizados/ afixados em local que permita a visualização por parte dos diversos níveis de gestão da obra;
 - Planeamento de execução – sistema de planeamento instalado abrangente desde o nível macro até ao planeamento diário das actividades, em que todos níveis de chefia encontram-se envolvidos no planeamento, incluindo entidades externas;
- **Comunicação e envolvimento de colaboradores**
 - Trabalho em equipa – reuniões regulares dos vários níveis de chefia para partilha de informação de interesse global à empresa ou particular à unidade, sendo este um canal de comunicação ascendente das propostas de melhoria indicadas pelos equipas;

- Formação – realização de diagnósticos de necessidade de formação, implementação de acções de formação consideradas fundamentais (área técnica, segurança, ambiente, qualidade e comportamento) aos colaboradores internos e externos;
- Programa de sugestões e boas práticas – sistema estruturado de sugestões com alto nível de envolvimento dos colaboradores e registo das melhorias efectuadas;
- Resolução de problemas – uso de técnicas estruturadas de resolução de problemas através da participação dos intervenientes do processo em questão;
- Fluxo de comunicação – todos os colaboradores com acesso aos canais de comunicação institucional, partilha de experiências e informações relevantes a nível global da empresa;
- Espaço de comunicação – devidamente actualizado, organizado, em local acessível a todos e com informação útil aos colaboradores;
- Espaços comuns – espaços identificados e projectando a imagem e valores da empresa.

A tabela 3.15 representa as classificações individuais de cada obra estudada e respectiva média.

Tabela 3.15. Avaliação dos vários aspectos de gestão

| | Novo Pier Norte | Igreja Boa Nova Estoril | Sana Torres Vasco da Gama | Parque temático Kidzania | Condomínio Jardim São Lourenço | Edifício PT Afonso Costa | |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------|
| Organização de obra | | | | | | | |
| Organização do estaleiro e imagem | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | |
| Organização das frentes de trabalho | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | |
| Standardização de processos | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | |
| Princípios de organização de área | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| Informação dos trabalhos | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| Análise de cadeia de valor | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Gestão de materiais | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| Média | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,0 | 3,0 | 2,6 | 2,5 |

| Planeamento e estratégia | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Valores da empresa | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| Reuniões de seguimento de performance | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | |
| Planeamento de recursos | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | |
| Acompanhamento/ visualização de performance | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Planeamento de execução | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | |
| Média | 2,6 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 2,4 | 3,4 | 2,7 |
| Comunicação e Envolvimento de Colaboradores | | | | | | | |
| Trabalho em equipa | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | |
| Formação | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | |
| Prog. de sugestões e boas práticas | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | |
| Resolução de problemas | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | |
| Fluxo de comunicação | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | |
| Espaço de comunicação | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | |
| Espaços comuns | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | |
| Média | 2,9 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 3,3 | 2,7 | 2,8 |

A melhor classificação foi conseguida no eixo de comunicação e envolvimento de colaboradores, reflectindo assim a preocupação e importância dada pelos entrevistados a este aspecto. Os maiores problemas residem na falta de formação e no modo de resolução de problemas, muitas vezes sem participação dos intervenientes que realmente executam o trabalho.

Como se pode constatar do estudo efectuado, o planeamento da execução é considerado crucial para uma boa performance de trabalho. Raramente se verifica 100% do planeamento cumprido à cada data de controlo, daí a baixa percentagem de apenas 3% dos entrevistados que se consideram muito satisfeitos com o retorno do planeamento existente em termos de eficácia de execução e 5% com a informação que recebe sobre o planeamento.

Mesmo considerado importante por todos os entrevistados, o acompanhamento/ visualização de performance é geralmente feito apenas pelos intervenientes do topo da hierarquia da direcção, e quando afixado não é em local facilmente acessível a todos interessados.

Mesmo com os 73% de inquiridos que afirmam elaborar planeamento diário ou semanal, apenas 65% faz a contabilização e registo de interrupções da produção e 62% faz registo de medidas correctivas aplicadas. Consequentemente, as soluções relevantes de problemas em obra raramente são partilhadas para que se evite a recorrência dos mesmos problemas e para que se aproveitem as ideias de resolução em outras situações, ou em outras obras.

Existe uma ligeira diversidade de opiniões nas diferentes obras relativamente aos desperdícios mais importantes, pois devido às diversas condições de execução, modo de gestão e exigência do dono de obra, diferentes tipos de desperdícios causam maior impacto negativo.

A classificação mais baixa que as obras tiveram em termos de organização foi no baixo nível de standardização de processos através de manuais de actividade ou notas técnicas entregues aos encarregados de obra, e na quase inexistente análise de cadeia de valor.

Apesar de apenas 19% dos entrevistados ter algum conhecimento sobre a filosofia *Lean* e 49% sobre o conceito *Just in Time*, e mostrarem-se na sua maioria confiantes quanto aos seus benefícios, não existe implementação efectiva dos mesmos, apenas algumas ideias isoladas.

Este estudo permitiu descobrir várias oportunidades de melhoria do sistema de gestão com aplicação de ferramentas e conceitos *Lean*, principalmente ligados ao planeamento, gestão de recursos, comunicação e envolvimento dos intervenientes num processo, permitindo a redução dos desperdícios e aumento da produtividade, incentivando a um maior conhecimento da real capacidade de desempenho com os recursos disponíveis.

4. Modelo proposto

4.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se apresentar um modelo para demonstração dos benefícios do sistema de gestão *Lean* quando aplicado ao sector da construção civil.

Tendo em conta os problemas e opiniões apresentadas por diversos entrevistados no 3º capítulo deste trabalho e com vista à melhoria de processos na construção, foi idealizado um modelo baseado na ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor. Modelo este que divide-se em cinco partes fundamentais descritas ao longo do capítulo, na seguinte ordem: selecção do produto ou serviço piloto; desenho do mapa do estado actual do processo pelo qual passa o produto ou serviço escolhido; análise desse processo pelos principais intervenientes; desenho do estado futuro visando um melhor desempenho tendo em conta as capacidades reais da empresa para a sua implementação; e, finalmente, implementação e controlo da evolução das melhorias aplicadas.

Com o modelo proposto pretende-se introduzir princípios *Lean* e conceitos que podem ser desenvolvidos de forma simples e eficaz em qualquer processo construtivo que relacione o empreiteiro geral de uma obra e os subempreiteiros desta, sendo o primeiro tratado como cliente e o segundo como fornecedor (de serviços ou produtos).

A implementação será feita na empreitada do Novo Pier Norte, estudada anteriormente, sendo o modelo aplicado no processo de montagem das caixilharias de alumínio nas fachadas dos edifícios.

4.2. Bases teóricas do modelo

Com a crise verificada no ramo da construção nos últimos anos, surge nas empresas do sector uma preocupação cada vez maior com o aumento da competitividade. Essa preocupação originou a apresentação de inúmeras propostas de soluções para o aumento da qualidade, redução de custos, eliminação de desperdícios, cumprimento de prazos e simplificação dos processos.

O sistema *Lean* possui diversas ferramentas com potencialidade para resolver os problemas que assomam o sector da construção, sendo necessária a sua adaptação à cultura actual existente nas empresas e criando um mecanismo de melhoria contínua com vista a atingir um estado ideal. Segundo Rother e Shook [1998, referenciados por Pasqualini, 2005] a ferramenta em que se baseia o modelo proposto neste trabalho, o Mapeamento de Fluxo de Valor, é considerada uma boa opção para a introdução e implementação do sistema *Lean* numa empresa, pois é de fácil aplicação, baixo custo, e possibilita a visualização do fluxo de valor, a identificação dos reais problemas e desperdícios e a proposta de melhorias. Esta ferramenta tem por base a criação de um fluxo contínuo e uma rede de relacionamentos entre fornecedores (de produtos ou serviços) e clientes internos ou externos.

Apresenta-se na tabela 4.1 a caracterização de alguns processos entre fornecedores e clientes intervenientes num fluxo, na gestão tradicional comparativamente à gestão usando a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor.

Tabela 4.1. Diferenças de características de alguns processos na gestão tradicional e na gestão de fluxo de valor [adaptado de Vrijhoef e Koskela, 2000]

| Processo | Gestão tradicional | Gestão de fluxo de valor |
|--|---|--|
| Gestão do inventário | Esforços independentes | Redução conjunta da rede de inventários |
| Quantidade de informação partilhada e monitorizada | Limitada às necessidades da transacção | Como requerido pelos processos de planeamento e monitorização |
| Tempo de relacionamento entre fornecedores e clientes | Curto prazo | Longo prazo |
| Amplitude da base de fornecedores | Grande para aumentar competitividade e reduzir riscos de não obtenção do produto ou serviço | Pequena para aumentar coordenação e melhorar relações de parcerias e optimização de processos |
| Velocidade de operações, comunicação e níveis de stocks | Orientação para o “armazém” (armazenamento, stock de segurança) | Orientação para “centros de distribuição” (supermercados) conectando fluxos, aplicação do conceito <i>Just in Time</i> , respostas rápidas ao longo da cadeia de actividades |

4.2.1. Objectivos do modelo

Este modelo de aplicação *Lean* é proposto com o objectivo de eliminar ou diminuir os desperdícios, a variabilidade e a inflexibilidade do sistema de gestão, melhorar a comunicação interna e externa e tornar o fluxo de valor contínuo e simplificado. Pretende-se também criar uma dinâmica de aprendizagem contínua aos conceitos *Lean* e uma maior ligação dos intervenientes no processo, desenvolvendo novos “hábitos” na gestão de processos.

Em suma, este modelo pretende:

- Ajudar a visualizar todas as operações de um processo;
- Identificar e reduzir desperdícios e respectivas fontes;
- Diminuir tempos de processamento, melhorando a qualidade do trabalho;
- Fornecer uma linguagem comum relativamente ao processo, para todos os intervenientes;
- Mostrar ligação entre fluxo de materiais e de informação;
- Criar maior interacção entre fornecedores e clientes;
- Implementar diversos princípios *Lean*;
- Implementar diversos conceitos *Lean*, entre os quais o *Just in Time*.

4.3. Descrição do modelo

O Mapeamento de Fluxo de Valor tem por conceito a identificação de todas as actividades específicas que ocorrem ao longo de um fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos. Segundo Tapping e Shuker [2003], o fluxo de valor compreende todos os fluxos de informação e de materiais necessários para produzir valor para o cliente, ou seja:

- Toda a comunicação efectuada na cadeia de fornecimento, partindo do cliente para o fornecedor do produto ou serviço;
- Todas as actividades que transformam os materiais em produto ou serviço que o cliente pretende adquirir;

- A rede de processos e operações na qual materiais e informações fluem no tempo e espaço, à medida que vão sendo transformados.

Com base nessa ferramenta, o modelo proposto para este trabalho consiste nas cinco fases apresentadas na figura 4.1.

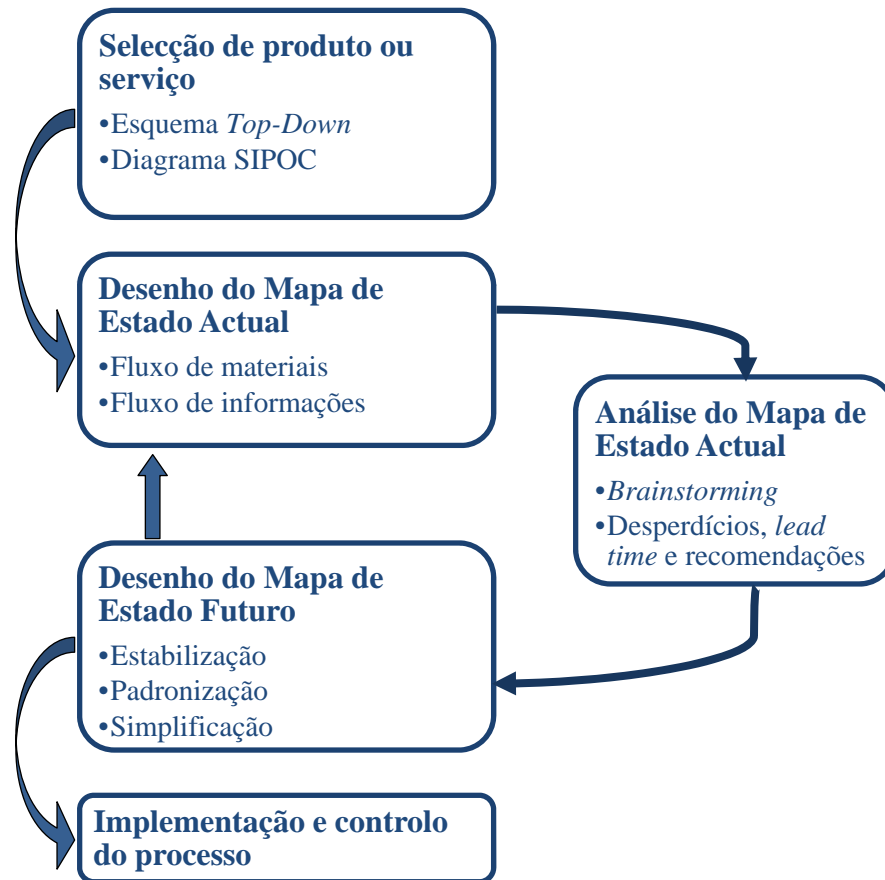


Figura 4.1. Esquema do modelo proposto

4.3.1. Seleção de produto ou serviço

A selecção de um produto ou serviço é importante e necessária, porque elaborar o mapeamento de todos os produtos é bastante complexo e difícil.

Para a escolha do objecto do mapeamento, cria-se um gráfico *Top-down* com a hierarquia da gestão funcional, para facilitar a identificação dos processos ou actividades com maior potencialidade de melhoria. Selecionou-se para este trabalho o processo de montagem de

caixilharia exterior, pelo impacto que causa no cliente quanto ao prazo de entrega da obra, pelo seu elevado valor, e devido à natureza repetitiva dos fluxos das suas actividades (figura 4.2).

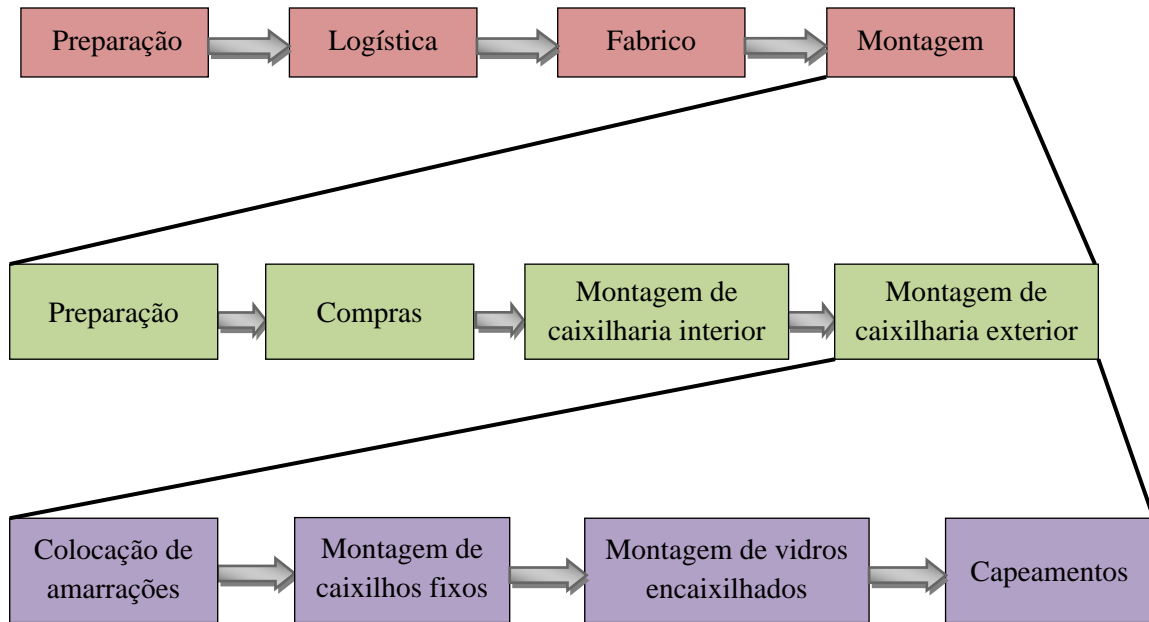


Figura 4. 2. Esquema de sistema *Top-down* da gestão funcional

Seguidamente elabora-se um diagrama SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer*)⁸, um simples diagrama para identificar os elementos básicos do processo e permitir uma visão mais abrangente dos seus intervenientes (figura 4.3).

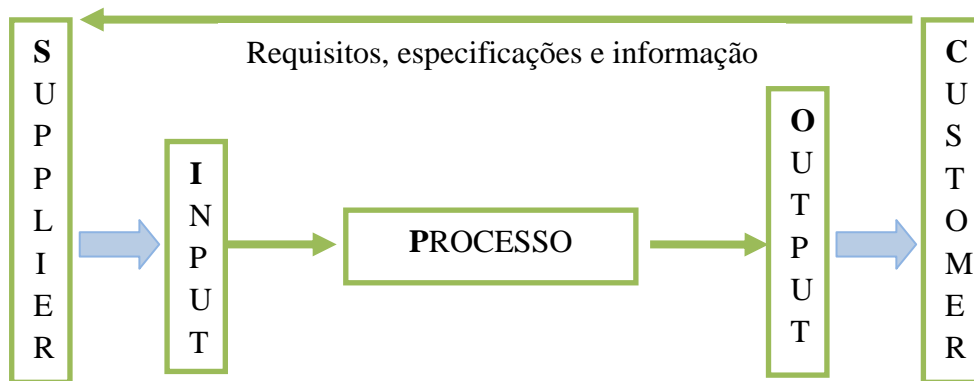


Figura 4.3. Esquema de sistema SIPOC

⁸ SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer) – Traduzido para português como: Fornecedores, Variantes de entrada, Processo, Variantes de saída, Consumidor.

O diagrama foi simplificado ao não apresentar os requisitos dos *inputs* e *outputs*. Colocam-se portanto, os seguintes dados na tabela 4.2: actividades chave, identificação dos *outputs* e os clientes respectivos, identificação de *inputs* e respectivos fornecedores.

Tabela 4.2. SIPOC simplificado

| Fornecedor | Inputs | Processo | Outputs | Cliente |
|-------------------|---|---|---|---|
| Edimetal | Amarrações; Aberturas na estrutura; Ferramentas de aperto, fixação e medição. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Marcações colocação de amarrações </div> | Amarrações afixadas | Empreitada Novo Pier Norte – Edifer Construções |
| Covipor | Tipologias e medidas dos vidros; Quadros de alumínio para montagem dos vidros. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Colagem de vidros </div> | Vidros em caixilhos de alumínio | Edimetal |
| Edimetal | Plano de montagem; Montantes e travessas de alumínio; Andaimes, materiais e ferramentas de aperto e fixação. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Montagem de caixilhos fixos </div> | Vãos de janelas com caixilhos de alumínio fixos | Empreitada Novo Pier Norte – Edifer Construções |
| | Plano de montagem; Veículo multi-funções munido de ventosas, plataforma elevatória, andaimes, ferramentas e materiais de aperto e fixação; Vidros encaixilhados. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Montagem de vidros encaixilhados </div> | Janelas de vidros com caixilhos de alumínio | |
| | Plano de montagem; Capas de alumínio; Ferramentas e materiais de aperto e fixação. | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Capeamento </div> | Fachadas capeadas | |

O diagrama SIPOC é uma ferramenta que facilita bastante a execução do desenho do Mapa de Estado Actual.

4.3.2. Mapeamento do Estado Actual

Para melhorar um fluxo de valor é necessário primeiro observá-lo e compreendê-lo. Mapear o processo fornece a fotografia do estado actual, e permite identificar os desperdícios e inibidores do fluxo contínuo.

A criação do Mapa do Estado Actual é feita com a colaboração da principal equipa interveniente no processo, de modo a obter-se a informação actualizada e real quanto ao processo e seus fluxos de valor, devendo-se usar essa informação para identificar todas as actividades específicas que ocorrem ao longo de cada fluxo.

Antes de se iniciar o processo de mapeamento é feita uma sessão explicativa dos conceitos mais importantes relativos ao tema *Lean Construction* e Mapeamento de Fluxo de Valor, os significados das simbologias e os objectivos do trabalho, de modo a criar um conhecimento e linguagem comum no grupo. A equipa é constituída tanto por elementos do fornecedor (*Edimetal*) como do cliente (Empreitada Novo Pier Norte – *Edifer Construções*), incluindo elementos da administração e o director da obra.

Uma vez que cada interveniente do processo tem conhecimentos mais aprofundados apenas sobre a actividade onde actua, torna-se importante que a recolha de informação seja também feita pessoalmente pelo responsável pelo mapeamento num processo *end-to-end*⁹, ou seja, seguindo o processo por todas as actividades, assegurando assim a fiabilidade dos dados informativos [Rother e Shook, 1998].

Após a recolha de informações pode-se finalmente iniciar o processo de elaboração do mapa, cujos passos serão apresentados a seguir. Considerou-se como unidade de produção para o processo de mapeamento, um vão standard constituído por 12 vidros encaixilhados, sendo que três destes vãos correspondem a cerca de uma sala de embarque das três construídas na primeira fase da obra.

⁹ *End-to-end* – expressão inglesa para ao processo de “ponta-a-ponta”

- Desenho do fluxo de actividades – consiste numa série de ícones desenhados no sentido da esquerda para direita, ordenados segundo a sequência em que as actividades são realizadas. O conjunto de ícones usados no Mapeamento de Fluxo de Valor (anexo X) foi introduzido por Rother e Shook [1998], podendo ser modificados ou acrescentados desde que se mantenha uma linguagem comum e perceptível por todos.

No processo de montagem de caixilharias foram encontrados quatro fluxos de actividades predominantes com os respectivos passos e sequência (figura 4.4). Sendo que apenas as actividades destacadas correspondem às que agregam valor ao produto final contratado.

| Fluxo de amarrações | Fluxo dos caixilhos fixos | Fluxo dos vidros encaixilhados | Fluxo do capeamento |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Marcações • Recepção das amarrações • Armazenagem • Transporte para local de aplicação • Fixação de amarrações | <ul style="list-style-type: none"> • Recepção dos perfis de alumínio • Armazenagem • Selecção de montantes e travessas por referências • Transporte para local de montagem • Montagem dos perfis • Isolamento periférico | <ul style="list-style-type: none"> • Recepção do vidro • Armazenagem • Selecção do vidro por referências • Transporte para local de montagem • Montagem do vidro • Isolamento | <ul style="list-style-type: none"> • Recepção do capeamento • Armazenagem • Movimentação para frente de obra de aplicação • Montagem do capeamento |

Figura 4.4. Actividades do Mapa do Estado Actual

- Adição do fluxo de matérias – consiste na representação do percurso do material através dos passos do processo. Os ícones que o representam fornecem a informação sobre como os materiais são levados de um posto de actividade para outro, sendo que neste processo todas as movimentações foram despoletadas em sistema *push*, em que os materiais são “empurrados” de uma actividade para a seguinte originando inventários à entrada da mesma .
- Desenho do fluxo de informação – este fluxo é tão importante quanto o das actividades e matérias, pois permite a compreensão da comunicação necessária para o processo funcionar. Inicia com a adjudicação da subempreitada da montagem das caixilharias de alumínio à

Edimetal (fornecedor), feito pela *Edifer Construções* (cliente), sendo o seu fluxo desenhado no sentido da direita para a esquerda. Os símbolos relacionados com este fluxo indicam os vários níveis de comunicação efectuada de forma electrónica e escrita, através de actas redigidas em reuniões em que se tomaram decisões sobre o processo, enviadas semanalmente. O fluxo de informação permite visualizar o início da comunicação pela direcção para a coordenação de planeamento da obra, e desta para a *Edimetal*, que por sua vez contratou os serviços da *Covipor* para obtenção dos vidros colados.

Internamente durante o processo encontra-se o fluxo de comunicação escrita e oral, entre os funcionários que executam cada actividade e o encarregado geral da subempreitada, devido à chegada de material ao estaleiro, transmissão de ordens de montagem e respectivos planos, e avisos de conclusão.

- Adição de caixas de dados - estas caixas têm por finalidade a inclusão de dados relevantes para o processo. São colocadas por baixo dos ícones respectivos, nomeadamente:
 - Dados das actividades (número de operadores e turnos) – correspondendo a dois operadores num turno de 8h/dia para os fluxos de amarrações, de caixilhos fixos e do capeamento, e quatro operários num turno de 10h/dia para o fluxo dos vidros encaixilhados;
 - Dados de inventário (quantidade de material/ trabalho em progresso que se encontra em *stock*) – o lote de inventário de trabalho em progresso à espera do início do fluxo seguinte foi o correspondente a 3 vãos padrão (1 sala de embarque), ou seja, terminado um fluxo numa sala, passava-se para a seguinte enquanto iniciava o fluxo seguinte na primeira;
 - Dados do fluxo de matérias (frequência ou momento do transporte, quantidade transportada, número de operários) – para cada vão padrão foi suficiente uma viagem para a quantidade total de amarrações (1 operário), três para os montantes e travessas do vão (3 operários e um veículo multi-funções), uma por cada um dos 12 vidros (3 operários e um veículo multi-funções), e três pelo material de capeamento de cada vão (1 operário);

- Adição de linha de tempos – acrescentada por baixo das caixas de processamento, esta linha de tempo tem por objectivo a compilação do seu *lead time*, que é o tempo que uma unidade de processamento (um vão padrão) leva desde o seu início até a entrega ao cliente. O tempo foi contabilizado por blocos de actividades correspondendo cada um a um fluxo do processamento, em que se conta o caminho mais crítico (mais longo) aquando de actividades sobrepostas. Efectuou-se no final a soma total do tempo de processamento (PLT – *Production Lead Time*), correspondendo a 164 horas, ou seja, passaram 19 dias de trabalho do início à conclusão de um vão padrão.

Apresenta-se no anexo XI, a título ilustrativo, o esquema do Mapa de Estado Actual da montagem das caixilharias elaborado com colaboração dos intervenientes do processo em duas sessões promovidas para o efeito.

4.3.3. Análise do estado actual

A análise do Mapa do Estado Actual elaborado e a visualização de todo processo *end-to-end*, permitem encontrar não apenas os desperdícios como também as fontes destes. Sendo então o objectivo deste passo obter uma percepção clara de todos aspectos relacionados com o processo de construção sob estudo, identificar deficiências do sistema de gestão e organização (má distribuição de esforços aplicados em cada actividade, interrupções do fluxo), identificação de desperdícios (sobreprodução, inventário, movimentações desnecessárias, tempos de espera, actividades que produzem erros e retrabalho), baixa produtividade, *lead time* longo, e identificação imediata de oportunidades de melhoria fáceis de implementar.

Esta análise, efectuada com trabalho de equipa, foi feita através das técnicas de *brainstorming*, em que a informação é apresentada à mesma, e os intervenientes contribuem com as suas ideias e recomendações para potenciais melhorias aplicáveis ao processo.

As oportunidades de melhoria apresentadas pelos participantes no processo de mapeamento, surgem da constatação dos seguintes factos:

- **Sistema de comunicação centrada no encarregado** – este facto provoca transtornos nos fluxos do processo aquando da ausência ou indisponibilidade do encarregado, e atrasos devido ao tempo de espera de informação e ordem de início de determinado trabalho,

causando desperdícios de tempo e uma subutilização do potencial humano ao não delegar responsabilidades a outros colaboradores;

- **Entrega de grande parte dos vidros em fábrica (e não directamente em obra)** – 85% dos vidros encaixilhados fornecidos pela *Covipor* foram entregues à *Edimetal* nos seus armazéns para posterior envio para a obra, devido à falta de condições para a sua recepção nesta, aumentando os custos de transporte, de mão-de-obra necessária para cargas e descargas do material, os riscos de danificações e quebras, e ocupando espaço em armazém desnecessariamente. Apenas 15% dos vidros seguiram o planeado e foram encaminhados directamente para a obra;
- **Ausência de especificações/ informações para entregas dos vidros** – uma vez que cada vidro encaixilhado possui uma referência que indica o local exacto de aplicação, a sua entrega aleatória provocou desperdício de tempo, tanto na organização dos vidros por referências para cada vão (correção do trabalho da actividade a montante), como nas movimentações desnecessárias causadas pela descontinuidade da sua colocação que deixaram vãos incompletos por largos espaços de tempo;
- **Desnível entre o tempo do fluxo da montagem dos caixilhos fixos e os restantes fluxos** – é o fluxo que mais tempo demora porque a sua estrutura, constituída por montantes e travessas, é montada peça a peça directamente na estrutura de betão da fachada. Processo dificultado pela necessidade de meios de elevação para os operadores, pois a maior parte dos vãos não se encontram acessíveis ao nível do solo. Só este fluxo compreende cerca de 42% do tempo total de processamento;
- **Variação do rendimento diário de trabalho** – é mais relevante na montagem dos vidros encaixilhados verificando-se uma variação de rendimento entre 2 a 16 vidros por dia, devido à falta de articulação entre o plano geral da obra e as ordens de trabalho para o processo de montagem da caixilharia, que muitas vezes tornava difícil ou impossível a continuação da tarefa devido a outras actividades de construção paralelas ao processo de montagem e à variação de tempo de montagem no piso térreo (cerca de 80 minutos) ou no piso elevado (cerca de 18 minutos);

- **Fracas condições de armazenamento em obra** – principalmente no que concerne o vidro, colocado em espaços não resguardados, tendo algumas vezes sido necessário movimentá-los repetidamente para permitir passagem de veículos e máquinas, com risco de danos.

Foi sugerido, nas sessões de mapeamento, a análise dos relatórios de execução e o seguimento do planeamento mais apertado e apropriado.

A melhor maneira de fazer com que a equipa interveniente no processo de mapeamento contribua com iniciativas e ideias *Lean*, é fornecer uma forma de observar o impacto dos seus esforços [Luyster e Tapping, 2006].

4.3.4. Mapeamento do Estado Futuro

A elaboração de um Mapa do Estado Futuro é assente em três medidas fundamentais: estabilização, padronização e simplificação. Pois o mapeamento só por si não é garantia de sucesso, é apenas uma ferramenta que permite visualizar o processo no seu todo e implementar outras ferramentas nos factos considerados como oportunidades de melhoria. A figura 4.5 representa as três medidas com respectivos conceitos e as ferramentas cuja implementação se propõe neste trabalho.

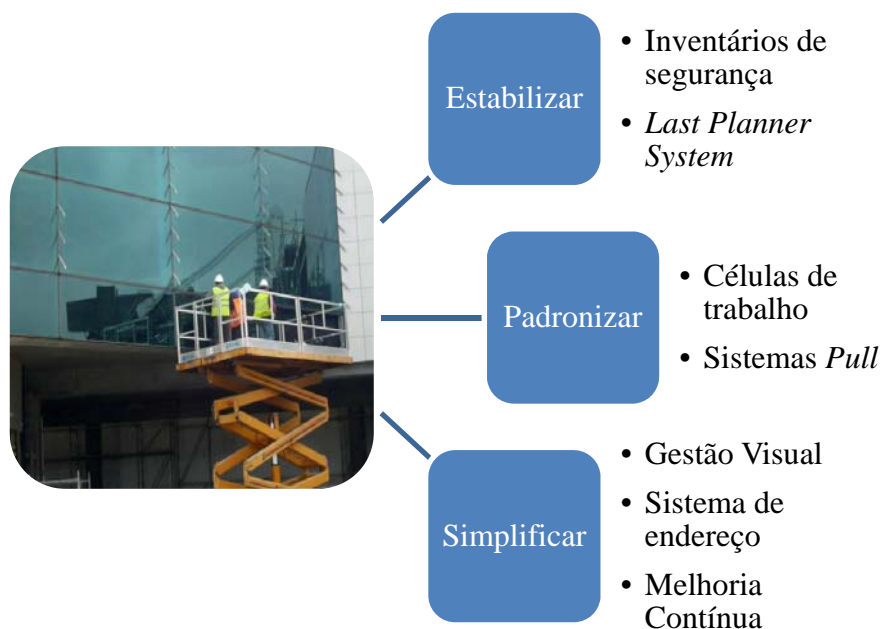


Figura 4.5. Medidas e ferramentas para implementação do Mapa de Estado Futuro

- **Estabilização** – refere-se à estabilização da procura, do fornecimento do produto ou serviço, e em particular das operações inerentes ao fluxo. Para isso, deve-se primeiro conhecer bem as capacidades da empresa em termos de recursos e produtividade relativamente à execução do processo. A solicitação do cliente (interno ou externo) deve determinar o que se produz, e essa solicitação tornar-se estável quando o cliente tem confiança na entrega do fornecedor.

Nesta medida inclui-se o conceito de inventários de segurança em que se pretende a criação de *buffers* e inventários de segurança mínimos, necessários para garantir a estabilização da execução das actividades relativamente a essa solicitação, aplicando assim o método *Just in Time*. Os *buffers* melhoram a dependência nas entregas (de serviços ou produtos) a partir dos elementos de actividades a montante [Vrijhoef e Koskela, 2000].

Também incluído nesta medida, o *Last Planner System* é uma ferramenta a usar para a realização de um planeamento detalhado de periodicidade semanal, com base nas actividades cuja execução vai efectivamente acontecer. No final de cada semana é calculada a Percentagem de Plano Concluído (PPC) e, em caso de incumprimento a 100%, são apontadas as causas e investigadas as suas razões para efeitos de resolução e ajuste dos planeamentos semanais seguintes. Como medida de suporte, deve ser feito o planeamento de antevisão, em que se estabelece o conjunto de acções a efectuar em caso de acontecimentos imprevistos, de modo a não interromper o fluxo de produção. Esta ferramenta permite estabelecer a ponte entre o planeamento geral do processo e os compromissos de curto prazo estabelecidos com as equipas de trabalho [Peneirol, 2007].

- **Padronização** – refere-se à padronização do fluxo, mantendo-o contínuo, em que se tem noção de que se todos fizerem da mesma forma, uma linha de comando para melhoria é estabelecida. Manter um fluxo contínuo com o *Just in Time* garante que os clientes, internos ou externos, recebem o produto certo, na quantidade certa e na altura certa, optimizando os recursos disponíveis, evitando problemas de danificação do material e a necessidade de mais espaço em estaleiro.

A implementação de células de trabalho (mini fábricas), supermercados e caixas de nivelamento de trabalho, apoiam o fluxo num sistema de produção “puxada”.

Os “supermercados” são bastante úteis em circunstâncias em que um fluxo contínuo torna-se difícil, como é o caso, funcionando como *buffers* e distribuidores, mantendo controlado o *stock* entre as actividades onde se inserem. É usado quando o material a que se refere não é único, ou

seja, a sua aplicação não está destinada a um único local, como os materiais que possuem referências distintas.

O uso do sistema *Kanban* integrado nos supermercados permite maior controlo das entradas e saídas do material. Apresenta-se na figura 4.6 um esquema do sistema *Kanban* a usar.

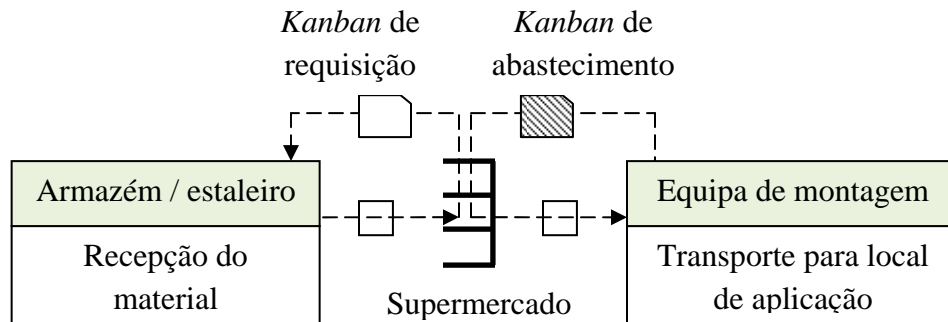


Figura 4.6. Esquema de sistema *Kanban* [adaptado de Tommelein e Li, 1998]

O sistema *Pull*, usado no processo *Kanban*, permite que o movimento de matéria de uma actividade para outra seja despoletada pela de jusante apenas quando a necessita, evitando assim inventários desnecessários.

As caixas de nivelamento de trabalho devem ser introduzidas nos fluxos dos materiais “únicos”, ou seja, com referências para cada local de aplicação. Esta ferramenta compreende o uso de um painel de gestão de tempo e material a entrar e sair do armazém, ou como calendarização de execução de trabalho em intervalos de tempo pré-definidos. Exemplifica-se na figura 4.7 uma caixa de nivelamento do trabalho de execução, em que para cada hora, é dada indicação das referências que devem ser executadas e respectivas quantidades através de deposição de cartões com informação relevante para o trabalho.

| | 7h00 | 8h00 | 9h00 | 10h00 | 11h00 |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ref. A | 1 cartão vermelho | 1 cartão vermelho | 1 cartão vermelho | 1 cartão vermelho | 1 cartão vermelho |
| Ref. B | 2 cartões verdes | 2 cartões verdes | 2 cartões verdes | 2 cartões verdes | 2 cartões verdes |
| Ref. C | 2 cartões roxos | | 2 cartões roxos | | 2 cartões roxos |
| Ref. D | 1 cartão azul | 1 cartão azul | 1 cartão azul | 1 cartão azul | 1 cartão azul |
| Ref. E | | | 1 cartão laranja | 1 cartão laranja | 1 cartão laranja |

Figura 4. 7. Exemplo de caixa de nivelamento de trabalho

A padronização tem por vantagens dar conhecimento da melhor sequência e tempo de execução de cada actividade, permitir a criação de uma linha condutora para a melhoria, simplificar a formação de novos intervenientes no processo, e permitir a manutenção consistente da produtividade, qualidade e segurança.

- **Simplificação** – após completar as fases de estabilização da procura e padronização do fluxo, deve-se procurar simplificar os processos e seus fluxos, acção que pode ser chamada de *kaizen*¹⁰ pois corresponde à melhoria contínua dos esforços de implementação *Lean*.

As mudanças implementadas são passíveis de insustentabilidade, após longos períodos de tempo, se não for aplicada a manutenção e monitorização da melhoria contínua do sistema, pois é normal a tendência de regressão aos métodos de gestão e produção usados anteriormente quando algum aspecto não corre tão bem como previsto, fazendo com que os intervenientes tenham preferência pelo conforto da familiaridade com os métodos antigos ao invés de encarar o problema e procurar resolvê-lo [Luyster e Tapping, 2006].

Transformar os processos de produção e de informação num sistema visual que suporta o fluxo, aumenta as probabilidades da produção ocorrer apenas quando o cliente o solicita, a partir de uma actividade a jusante.

Para suporte desta medida, implementa-se a gestão de controlo visual do processo que compreende um espaço onde são colocados mapas de controlo da execução dos trabalhos, recepção e entregas de material, planeamentos e outras informações que facilitem o fluxo contínuo. Estes mapas apoiam os operadores e encarregados no seguimento da performance e permitem comunicação imediata da situação do processo.

A Gestão Visual engloba também o chamado sistema de endereço, que compreende a afixação no próprio material, do seu local de aplicação. Este sistema permite um maior controlo do material que realmente se encontra em *stock* e facilita o processo de selecção.

Também é necessária a análise a questões relacionadas com a necessidade de cada actividade do processo e do fluxo de valor mapeado. Com esta simplificação, as actividades dos fluxos do processo são as apresentadas na figura 4.8, reduzindo as actividades que não agregam valor.

¹⁰ *Kaizen* – palavra japonesa para “melhoria contínua”

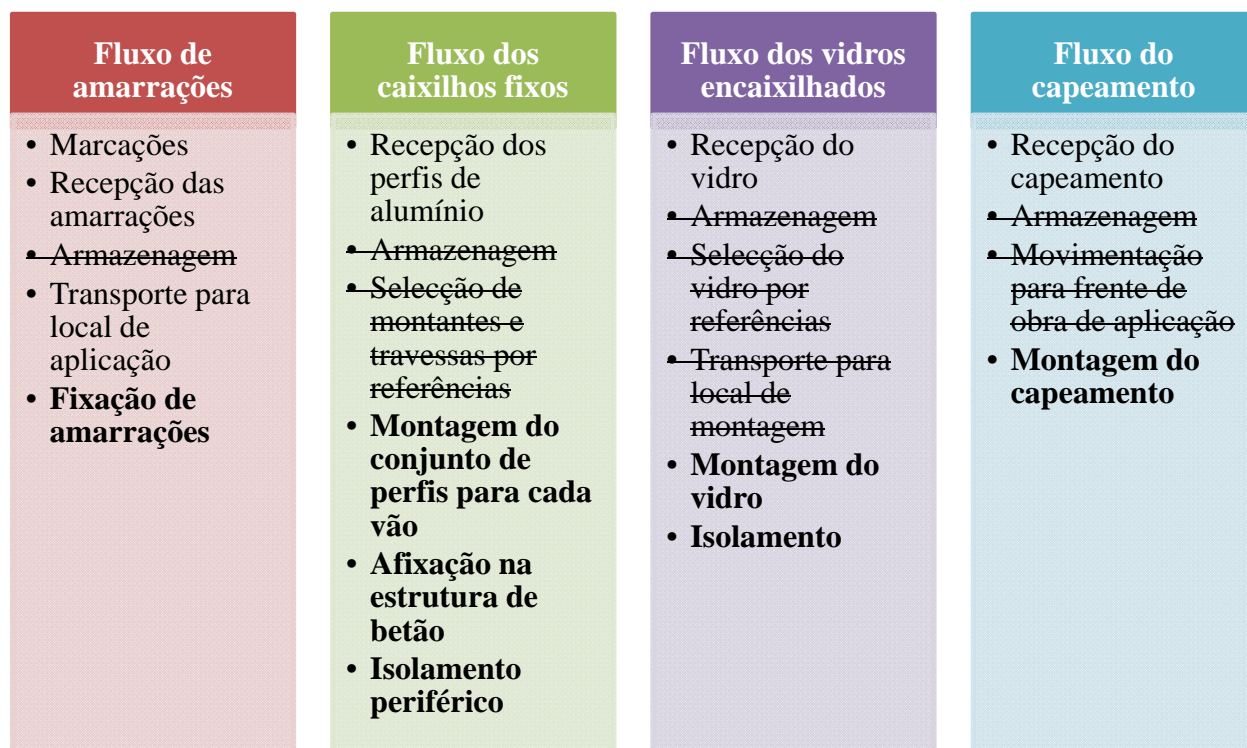


Figura 4.8. Atividades do Mapa do Estado Futuro a implementar

4.3.4.1. Propostas de implementação

Para a concretização das medidas acima explicitadas, e constatações verificadas, propõem-se as seguintes soluções:

Sistema de comunicação centrada no encarregado

Solução – criação de um fluxo de informação padronizado sem necessidade de consultas ao encarregado para prosseguimento do trabalho. Para esse efeito deve ser implementado um sistema de gestão de controlo visual do processo e sistemas de endereço (indicação do local de colocação de cada material, afixado de forma visível no próprio).

Benefícios – processos mais automatizados, responsabilização dos operadores, redução de tempos de espera e outros transtornos no fluxo aquando da ausência ou indisponibilidade do encarregado.

Entrega de grande parte dos vidros em fábrica (e não directamente em obra)

Solução – criação de planeamento estruturado através do *Last Planner System*, e monitorização através da implementação de gestão de controlo visual do processo.

Benefícios – redução de custos de transporte e mão-de-obra necessária para cargas e descargas, aumento de espaço disponível em armazém e redução de riscos de danos nos materiais.

Ausência de especificações/ informações para entregas dos vidros

Solução – negociação para entregas programadas dos vidros, afixação (no próprio vidro) da indicação do local de aplicação e respectiva referência a ser entregue pelo vidraceiro (sistema de endereço), com o devido espaçamento de tempo, tendo em conta a sequência de montagem dada pelo uso de uma caixa de nivelamento de actividades e monitorizado através da gestão do controlo visual do processo.

Benefícios – redução de tempo perdido na selecção dos vidros para cada vão e dos custos de mão-de-obra para esse efeito. Redução de movimentações dentro do estaleiro para montagem de vidros em falta nos vários vãos incompletos.

Desnível entre o tempo do fluxo da montagem dos caixilhos fixos e os restantes fluxos

Solução – implementação de célula de trabalho (mini fábrica) para a montagem de cada vão de caixilhos fixos no piso térreo, para posterior elevação e fixação na estrutura de betão.

Benefícios – redução de tempo de processamento e maior facilidade de inspecção da qualidade.

Variações do rendimento diário de trabalho

Solução – uso do *Last Planner System* para o planeamento de montagem compatibilizado com o planeamento geral da obra, de modo a ter em conta outras actividades de construção a decorrer em paralelo, monitorização desse planeamento através da gestão do controlo visual do processo. Para o problema da variação de tempo de montagem dos vidros nos pisos térreos e nos superiores, sugere-se a introdução de meios mais adequados para a montagem dos primeiros.

Benefícios – esforço de trabalho nivelado e processo de execução estabilizado pela redução de tempos de espera.

Fracas condições de armazenamento em obra

Solução – redução de inventário através da implementação do sistema *pull* pela introdução de “supermercados” e sistemas *Kanban* para fluxos de materiais indiferenciados (amarrações e capeamentos), e de caixas de nivelamento de actividade para os materiais que possuem referências para cada local de montagem (vidros e perfis para caixilhos fixos). Para o caso das peças de tamanho reduzido (amarrações, parafusos, etc.), propõe-se a implementação de *kits* de montagem para cada vão, associado a um sistema de endereço, evitando a necessidade de material a mais e perdas associadas à falta de controlo de *stock*. Uma vez que o custo de não ter material em *stock*, quando necessário, é superior ao custo de o ter cedo demais, devem ser criados inventários de segurança. A monitorização das entregas de material em obra, e do seu planeamento, deve ser feita através da gestão do controlo visual do processo.

Benefícios – redução de necessidade de espaço em estaleiro, redução de capital financeiro empatado com material em *stock*, diminuição de riscos de danos devido às movimentações em estaleiro.

4.4. Implementação e controlo

Após estabelecimento do que se pretende com todos os passos enunciados anteriormente até ao Mapa do Estado Futuro, há que se efectuar um seguimento e controlo da implementação do modelo durante tempo suficiente, adaptando-o à medida que vão surgindo novas ideias, novos entraves ou situações.

Segundo Briscoe et al. [2001], a criação de um conjunto de *benchmarks*¹¹ é uma técnica apropriada para monitorização de um processo. Essas especificações de *benchmarking* devem ser claras e precisas para permitir comparações, e devem conter um conjunto de indicadores de performance para apoiar os intervenientes no mapeamento. Esses indicadores podem ser usados para comparar critérios, tais como a satisfação do cliente, produtividade, custo, segurança e tempos de execução relativamente ao processo usado anteriormente, na avaliação das competências necessárias dos intervenientes da cadeia de valor e dos pontos onde as deficiências são identificáveis, assim como para a necessidade de formação.

¹¹ *Benchmarks* – palavra inglesa que designa um exemplo de acção a ser seguida ou um patamar a ser alcançado. Sendo *benchmarking* um padrão de referência em gestão empresarial.

Para além da aplicação do *benchmarking*, devem analisar-se as barreiras e oportunidades de melhoria continuamente, assim como os benefícios obtidos da sua implementação.

4.4.1. Barreiras à implantação do modelo

Diversas barreiras ao sucesso da implementação do modelo podem ser levantadas, tais como:

- Falta de manutenção do sistema – devem definir-se metas a atingir e um consenso sobre a situação futura, e estabelecer um processo contínuo de mapeamento. Acima de tudo, é necessário perceber que o mapa do estado futuro não é a meta final da implementação do sistema *Lean*, pois este torna-se o estado actual que deve ser continuamente procedido por um novo estado futuro mais simplificado e mais adaptado à situação da empresa;
- Delegação do mapeamento – este modelo requer a responsabilidade, compromisso e envolvimento da alta administração da empresa, para que esta tenha permanente conhecimento da situação actual e exija as melhorias estabelecidas para o estado futuro, não permitindo uma regressão aos procedimentos antigos;
- Rede de relacionamentos instável – trabalhar com os fornecedores (de produtos ou serviços) como parceiros numa relação a longo prazo de lealdade e confiança fomenta a melhoria da qualidade do produto e redução de custos [Deming, 1982, referenciado por Vrijhoef e Koskela, 2000], tornando assim possível a partilha e aquisição de informações. Segundo Briscoe et al. [2001], o sector da construção continua relativamente atrasado quanto à sua aproximação à cadeia de fornecedores, apesar da tendência cada vez maior à subcontratação de serviços.

É comum a atitude de adversidade entre contratante (cliente) e contratado (fornecedor), sendo este sector caracterizado pela falta de relações a longo prazo.

De modo a obter-se melhorias substanciais numa cadeia de valor, é necessário um investimento em novas competências de negociação e relações sociais/ empresariais [Stannack, 1995, referenciado por Briscoe et al., 2001]. O foco deve incidir em relações abertas entre parceiros intervenientes na cadeia de valor, fazendo com que as interacções sociais se tornem importantes na redução de desconfianças e incertezas entre todas as partes;

- Incertezas e variabilidade – a produtividade e performance do fluxo de valor decrescem consideravelmente quando se verifica a variabilidade das condições do local de trabalho e da disponibilidade dos recursos. A incerteza da existência dessas condições faz com que o mapeamento sofra alterações repentinas ou que o caminho estabelecido sofra desvios;
- Natureza errática e indisciplinada das actividades do cliente – esta limitação ou barreira ao sucesso da implantação de um fluxo contínuo refere-se ao facto de muitas vezes a definição do produto dada pelo cliente (projecto, plantas, e outras especificações) ser incompleta ou interpor muitas condicionantes, a mudanças de datas de entrega, e a fracas condições de trabalho dadas ao fornecedor [Vrijhoef e Koskela, 2000];
- Stocks – os níveis de *stock* disponíveis no momento devem ser convenientemente analisados ao longo da cadeia de valor (matéria-prima, produtos entre actividade ou produtos acabados), já que a sua acumulação interrompe o fluxo, situação que se pretende eliminar. A transformação desses níveis de *stock* em valores financeiros ajuda na percepção de ganhos imediatos e aparentemente fáceis de conquistar aquando da sua diminuição.

4.4.2. Oportunidades e benefícios da implantação do modelo

Os benefícios que se podem obter da implantação do modelo numa empresa ou em particular numa obra, estão dependentes do período em que se quer estabelecer as melhorias. Segundo o trabalho apresentado por Alarcón e Serpell [1998], as acções ou recomendações ligadas a este tipo de abordagem podem ser feitas para períodos de tempo curto ou médio, sendo as suas características explicadas a seguir.

Implementação para médio prazo – apesar de os benefícios de uma implementação de recomendações a médio prazo não serem normalmente óbvios, essas requerem mais análise e planeamento que as de curto prazo, pois geralmente implicam mudanças mais profundas, maior esforço de desenvolvimento, maior tempo de implementação, novos métodos de construção, novo planeamento e estratégia de controlo, e novas tecnologias. Essas acções de médio prazo podem requerer um substancial investimento inicial e conseqüentemente, devem ser bem avaliadas e planeadas antes da sua implementação para garantir a eficiência das mudanças.

Implementação para curto prazo – as recomendações a curto prazo tiram vantagem das oportunidades de melhoria que podem ser alcançadas facilmente, com pouco esforço e baixo

investimento económico. As suas acções requerem o envolvimento de menos pessoas e num curto espaço de tempo para implementação (1 a 3 meses), sendo que algumas até podem ser aplicadas imediatamente. Podem obter-se ganhos importantes nos projectos de construção, principalmente quando existe tecnologia muito limitada e pouca mão-de-obra especializada. Na generalidade, essas recomendações de curto prazo estão limitadas a mudanças menores para corrigir e melhorar o modo como as actividades são processadas. As oportunidades de melhoria que se podem encontrar para uma implementação a curto prazo podem ser: sub-utilização de potencial humano, planeamento operacional ineficiente, falta de qualidade dos recursos, falta de apoio ao sistema de gestão, métodos de construção pouco eficientes, queixas de clientes exigindo mais tempo para reparações e retoques. E as acções de melhoria neste contexto são:

- Redução de tempos de espera melhorando o fluxo de fornecimento de materiais;
- Implementação de sistema eficiente de planeamento a curto prazo;
- Melhoria de métodos de construção e redução de equipas de trabalho;
- Implementação de sistema de garantia de qualidade do produto aquando da sua recepção em obra;
- Redução de concentração de poder de decisão através da distribuição de responsabilidades;
- Redução do *lead time* (tempo de ciclo) do processo pelo aumento de capacidade de resposta.

Após a resistência inicial que estas acções e recomendações podem causar nos intervenientes ligados à produção, o seu envolvimento em actividades de melhoria estimula o trabalho em equipa e facilita o processo de aperfeiçoamento contínuo. Os funcionários directamente ligados à execução dos processos e respectivos encarregados tornam-se mais conscientes da sua própria contribuição para a performance geral do projecto, fornecendo novas ideias e recomendações.

As experiências, lições aprendidas e melhorias implementadas devem ser incorporadas em procedimentos e métodos normais da empresa, num ciclo de melhoria contínua.

Resumindo, para além dos benefícios das acções de melhoria a implementar, este modelo promove a eliminação de desperdícios (objectivo principal do sistema *Lean*), optimização do

fluxo do processo de construção, e outros benefícios que permitem à administração da empresa manter o conhecimento e controlo sobre o processo, sendo alguns deles os seguintes:

- Definição real dos recursos (humanos, equipamento e material) da obra relativamente ao processo, permitindo a sua optimização;
- Redução do tempo de processamento, assim como melhor previsão do prazo de execução e entrega, possibilitando melhor compatibilização deste com o planeamento geral no qual se insere o processo mapeado;
- Elaboração de metas de melhorias do processo;
- Aumento de espaço físico em armazém ou estaleiro devido à redução de *stocks*;
- Redução de custos relativos ao retrabalho e falta de qualidade;
- Melhor relacionamento entre as pessoas ligadas ao processo, sejam estes clientes, fornecedores, executantes, preparadores ou administrativos.

4.5. Conclusões

As empresas são, normalmente, treinadas para trabalhar e pensar por departamentos, sem muita preocupação com a análise do todo de uma cadeia de produção. Sendo por isso o modelo apresentado neste trabalho, virado para essa lacuna no sistema de gestão tradicional, ao efectuar a introdução à ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor. Esta ferramenta mostra-se fundamental para a implementação do sistema de gestão *Lean Construction*, principalmente como primeira abordagem, pois define parâmetros essenciais e métodos simples de implantação, que promovem a melhoria do desempenho das empresas tornando-as mais competitivas.

Este modelo permite o cumprimento de todos os princípios do sistema *Lean Construction* propostos por Koskela [1992]. Mas para se atingir bons resultados são necessários certos requisitos, tais como: obter comprometimento de todos envolvidos no processo, pois sem esse apoio não é possível atingir melhorias efectivas; planear cuidadosamente a implementação das acções de melhoria; seleccionar as ferramentas e os métodos apropriados para levar avante as actividades de melhoria, tendo a experiência um papel importante nesse aspecto.

Pode assumir-se que o conjunto de conhecimentos adquiridos na implementação desta ferramenta guia para uma melhor percepção da natureza dos problemas num fluxo de valor da construção, e indica a direcção que as ideias e acções de melhoria devem tomar. Contudo, os seus métodos práticos devem ser constantemente aplicados para que tenham sempre em conta a situação actual da construção civil (novas tecnologias, novos regulamentos, novos métodos).

Espera-se com este modelo, abrir caminho para novas ideias e implementação de mapeamentos de outros processos na empresa.

5. Análise dos resultados de implementação do modelo

5.1. Introdução

O presente capítulo apresenta a aplicação das ferramentas propostas no capítulo anterior, de modo a reduzir os desperdícios encontrados durante a elaboração do Mapeamento do Estado Actual do processo de montagem de caixilharias de alumínio nas fachadas dos edifícios da empreitada Novo Pier Norte, estudada no capítulo 3 deste trabalho.

Este tipo de experimentação é importante para validar as ideias propostas, e dar a conhecer aos intervenientes no processo o funcionamento de uma aplicação da técnica de gestão *Lean Construction*, de forma mais prática e participativa, demonstrando sua utilidade e vantagens.

Tendo-se estudado a primeira fase de execução da empreitada, onde foram identificados os problemas e soluções propostas, estes foram apresentados aos principais intervenientes do processo, desde a administração de topo da empresa executante (*Edimetal*) até ao encarregado de obra, de modo a tornar possível a implementação de melhorias na segunda fase da empreitada, bastante semelhante à primeira.

Sendo esta uma primeira abordagem ao tema na empresa, pretende-se identificar limitações, benefícios e principais contribuições positivas do trabalho para a empresa.

A estrutura deste capítulo inicia com a descrição do processo na segunda fase da empreitada, seguida da descrição e análise dos resultados da implementação das ferramentas propostas, nomeadamente o *Last Planner System* e a Gestão Visual.

5.2. Descrição do processo

Assim como na primeira fase da obra, referenciada no capítulo 4 deste trabalho, efectuou-se na segunda fase o acompanhamento da subempreitada adjudicada à empresa *Edimetal* referente à montagem de caixilharia exterior das fachadas. Esta fase dos trabalhos compreendeu a montagem de 30 configurações diferentes de vãos, num total de 912 vidros de 5,7 m² de área média. O edifício em execução compreende seis salas de embarque ligadas, denominadas E1, E2,

E3, E4, E5 e E6, com três pisos cada. Os pisos foram denominados de Piso 4, Piso 5 e Piso 6, contando do nível térreo para cima.

Os fluxos de processamento identificados mantêm-se iguais aos da primeira fase, nomeadamente: amarrações, caixilhos fixos, vidros encaixilhados, capeamento. Não foram verificadas diferenças nas actividades inseridas nos fluxos das amarrações, caixilhos fixos e do capeamento, apenas a redução do tempo de armazenagem em obra devido à redução do intervalo de tempo entre a fabricação e a montagem, originado pela necessidade de maior ritmo de produção nesta fase.

O fluxo dos vidros encaixilhados foi bastante melhorado, após identificação de diversos problemas na primeira fase, nomeadamente a aleatoriedade de recepção dos vidros e consequentes movimentações desnecessárias e riscos associados. Foi cedido ao fornecedor (*Covipor*) um plano de entrega por referências dos vidros, segundo a ordem do plano de montagem em obra, evitando o desperdício de tempo e mão-de-obra na organização e selecção por referência, e possibilitando um processo de montagem contínua dos vãos.

Nesta fase, houve um grande atraso de cedência de condições de trabalho da empresa cliente (*Edifer*) à empresa fornecedora do serviço (*Edimetal*), causando sucessivas alterações do planeamento de execução de montagem de caixilharia em obra e adiamentos da data de entrega final. Por esse motivo, foi implementado um ponto intermédio de fornecimento através do aluguer de um armazém nas proximidades do estaleiro de obra para recepção dos vidros vindos da *Covipor*, e posterior envio para obra num processo *Just in Time*, ou seja, os vidros com as referências solicitadas no momento certo de montagem.

Esta solução surge para substituir a proposta de envio directo da *Covipor* para a obra, devido à falta de condições para a sua recepção nas datas estipuladas pelo planeamento inicial. Situação causada pelo atraso do início dos trabalhos da *Edimetal* em obra. Sendo que, por questões de modalidade de acordo, logística e planeamento de trabalhos de fabrico tanto da *Edimetal* como da *Covipor*, as datas de fornecimento não foram adiadas. Esta solução acarretou custos adicionais para a *Edimetal* com o transporte do armazém para a obra, riscos de danos nas cargas e descargas, mão-de-obra e aluguer do espaço. Não se tendo ajustado as datas de entregas de vidros através de uma negociação com a *Covipor*, esta fazia entregas de duas remessas de 45 vidros cada por semana, com necessidade de uma equipa de 4 homens da *Edimetal* para efectuar

cada descarga em 8h de trabalho. A esse custo acrescenta-se o do camião que à data final de estudo se previa efectuar o transporte de 20 vidros por dia, do armazém para a obra, e as equipas necessárias para carrega-lo em armazém e descarregar em obra.

5.3. Aplicação das ferramentas e ideias propostas

Devido a factores como limitação de tempo de implementação, logística das empresas envolvidas, natureza dos trabalhos e condições fornecidas para tal, não foi possível a implementação de todas as ferramentas propostas, tendo-se optado, nesta primeira abordagem *Lean* da empresa, por usar apenas o *Last Planner System* e a Gestão Visual, por efectuarem um controlo de produção geral e abrangerem melhor todo o processo.

A ferramenta Sistema de Endereços, sugerida para simplificar o fluxo de comunicação centrado no encarregado de obra e diminuir a probabilidade de erro no processo logístico do vidro, não foi considerada uma mais-valia pelos executantes, com a justificação de esta tornar o processo de montagem menos flexível. Isto porque, nesta segunda fase da empreitada, ao contrário da primeira, existe um grande número de vidros iguais com possibilidade de serem montados em diferentes localizações da fachada. É de lembrar que o Sistema de Endereços proposto compreendia a afixação no próprio material, de autocolante com indicação do seu local de montagem, através de um sistema de cores nos desenhos de vãos.

O uso da ferramenta Célula de Trabalho, para a montagem de cada vão de caixilhos fixos no piso térreo para posterior elevação e fixação na estrutura de betão, tornou-se inviável, pois esta necessitava de condições em estaleiro para montagem da mini fábrica, espaço de circulação da máquina de transporte e elevação, assim como para a plataforma elevatória por onde os operários poderiam fixar à estrutura de betão. A organização do estaleiro da segunda fase da empreitada e o nível de circulação de pessoas e máquinas devido ao grande número de actividades de diferentes subempreitadas a decorrerem em simultâneo, não tornaram possível reunir essas condições necessárias. Esta ferramenta obrigava também a que se repensasse o sistema de fixações das diferentes peças dos caixilhos fixos na fase de fabricação.

A menor simplicidade de aplicação do sistema *Kanban*, assim como a instabilidade no processo de fornecimento das peças de fábrica para a obra, necessitando de formação e tempo de habituação dos operários pelo novo sistema logístico, fez com que esta ferramenta não fosse

implementada, apesar das vantagens já referidas neste trabalho, como o controlo de *stocks* e nivelamento de fornecimentos.

Não foi também possível fazer uso da caixa de nivelamento de actividades do Sistema *Pull* sugerido para os vidros, pois até à data final deste estudo não se havia verificado a montagem destes em obra.

Outro problema constatado no decorrer da elaboração do Mapa de Estado Actual foi o desnível de rendimento da montagem dos vidros a diferentes alturas, devido ao equipamento usado, o que alertou os intervenientes para a resolução do problema de modo a reduzir o tempo de montagem dos vãos do piso térreo de 1 hora e 20 minutos para uma média de 30 minutos por vidro em qualquer localização, perfazendo a montagem de 20 vidros diários planeados.

5.3.1. Last Planner System

Esta ferramenta compreende, para além do planeamento semanal, a elaboração de um planeamento de médio prazo (por exemplo mensal), com estipulação das actividades a realizar, as suas condicionantes e plano de acção para o caso de imprevistos que devem ser ponderados, mantendo assim o fluxo constante. Mas devido aos atrasos já referidos, o planeamento de longo prazo final foi concluído e aprovado após o termo deste estudo. Assim, a aplicação da ferramenta *Last Planner System* compreendeu apenas a realização de reuniões semanais em obra, às sextas-feiras (último dia de trabalho da semana), com a presença e colaboração do encarregado e de um dos engenheiros responsáveis pela subempreitada da *Edimetal*. As reuniões eram iniciadas com a análise do ponto de situação da subempreitada, introdução das actividades seguintes prioritárias e verificação das condições fornecidas pelo cliente (*Edifer*) bem como dos recursos próprios disponíveis para a realização das mesmas. Seguidamente, era efectuado o planeamento das actividades a executar na semana seguinte com as respectivas condicionantes para o seu início, e a análise das causas de não conclusão das actividades planeadas para a semana que findava.

Foi feito um acompanhamento desta aplicação durante 6 semanas, em que se calculou o valor da Percentagem de Planeamento Concluído (PPC), como indicador de controlo de performance da produção.

5.3.1.1. Planeamento semanal

As reuniões semanais permitiram um acompanhamento regular do ponto de situação da subempreitada, para efeitos de elaboração de um relatório semanal à administração da empresa (*Edimetal*). A participação do encarregado foi bastante importante, pois este contribui com dados do terreno, o que permite melhor coordenação com os objectivos da gestão. Os dados fornecidos pelo encarregado permitiram também uma melhor identificação de responsabilidades sobre causas de problemas em obra, quer seja a falta de condições cedidas pela *Edifer* como a falta de recursos cedidos pela própria *Edimetal*. De forma que os problemas fossem resolvidos quando detectados e permitindo melhor ajuste do planeamento à situação real.

Para execução deste planeamento, usou-se o modelo da tabela 5.1, apresentada a seguir.

Tabela 5. 1. Mapa de Planeamento Semanal

| | | | | | PPC = _____% | | |
|---|-------------------------|-------|--|--------------------|--------------|-----|-----------------------------|
| Período de planeamento : de ____/____/____ à ____/____/____ | | | | | Controlo | | |
| Descrição das actividades | | | | Recursos especiais | Concluído? | | Razões para a NÃO conclusão |
| Actividade | Responsável de execução | Local | Condicionantes para realização da actividade | | Sim | Não | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Foi feita uma análise às condicionantes para realização de cada actividade, por ser crucial para percepção dos entraves que podem causar a não conclusão das actividades planeadas, permitindo que sejam resolvidas a tempo do seu início. Os recursos especiais incluídos da tabela 5.1, referem-se aos recursos adicionais aos existentes, necessários para o caso das condicionantes serem cumpridas, evitando existência de excesso de material, equipamento ou mão-de-obra em estaleiro.

Análise da Percentagem de Planeamento Concluído

O PPC é o indicador de desempenho da produção, calculado semanalmente e que traduz a relação entre as actividades concluídas e as planeadas para mesma semana (equação 1).

$$PPC = \frac{\sum \text{actividades concluídas}}{\sum \text{actividades planeadas}} \times 100\% \quad (1)$$

Tendo sido acompanhado durante as 6 semanas de implementação da ferramenta, os seus resultados são os apresentados na tabela 5.2. No final do estudo, verificou-se uma média de 12 actividades programadas semanalmente, e um valor médio de PPC de 59%.

Tabela 5. 2. Medições do planeamento semanal

| Semana | Período | Nº de actividades planeadas | PPC |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | 06/07/09 – 10/07/09 | 8 | 25% |
| 2 | 13/07/09 – 17/07/09 | 14 | 29% |
| 3 | 20/07/09 – 24/07/09 | 19 | 74% |
| 4 | 27/07/09 – 31/07/09 | 9 | 89% |
| 5 | 03/08/09 – 07/08/09 | 12 | 67% |
| 6 | 10/08/09 – 14/08/09 | 9 | 67% |
| Média semanal | | 12 | 59% |

Os baixos valores de 25% e 29% verificados nas duas primeiras semanas, deveram-se essencialmente aos atrasos da obra em geral, o que não permitiu ao empreiteiro geral (*Edifer*) fornecer condições de trabalho à equipa da subempreitada da *Edimetal*. E também a uma fase de adaptação ao modelo de planeamento.

As actividades foram planeadas na expectativa de a qualquer momento serem reunidas essas condições, que só na terceira semana após o início dos trabalhos foram gradualmente fornecidas. Daí o grande número de actividades programadas para a segunda e terceira semana, resultado da acumulação das actividades não concluídas na semana anterior.

Na terceira e quarta semana verificam-se melhores valores de PPC, de 74% e 89% respectivamente, ao serem fornecidas todas condições por parte da *Edifer*. Obteve-se assim uma maior percepção dos trabalhos que realmente poderiam ser efectuados e adequação dos recursos existentes, conseguindo-se o planeamento mais rigoroso e adaptado à realidade.

A partir da quinta semana, verifica-se uma descida do valor para 67% devido à falta de coordenação entre o ritmo do processo de fabrico das peças de amarrações e o da sua montagem em obra, o que prejudicou todo o processo seguinte. É de notar na figura 5.1 a não existência de relação directa entre o acréscimo ou decréscimo do número de actividades com a descida ou subida do valor do PPC. Este factor deveu-se a uma boa coordenação de recursos afectos aos trabalhos planeados, nomeadamente a mão-de-obra solicitada pelo encarregado a medida que se iam reunindo condições de trabalho em diferentes frentes de obra.

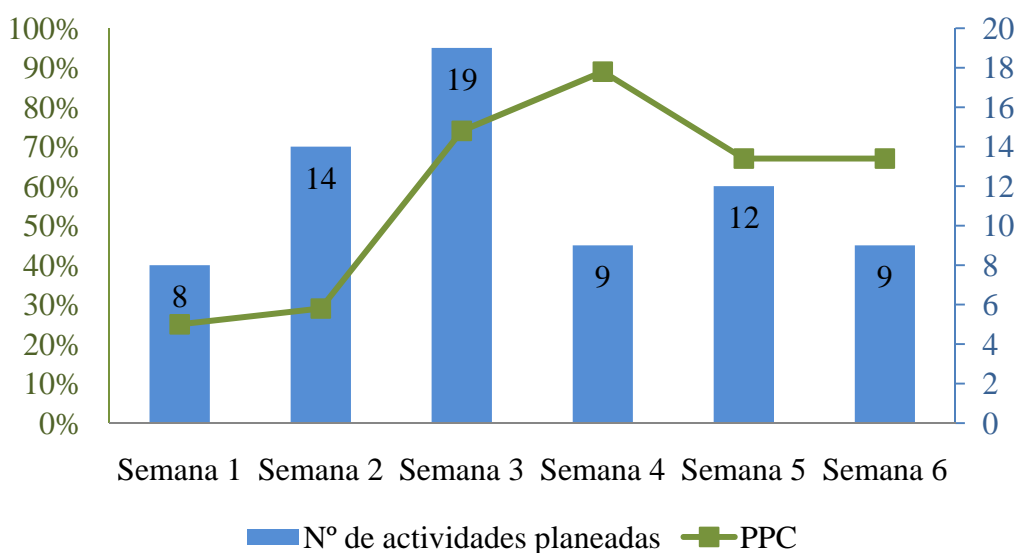


Figura 5. 1. Relação de número de actividades planeadas com valor do PPC

Análise das causas de não conclusão das actividades

Ao longo das semanas de acompanhamento deste estudo, foram analisadas as causas de não conclusão das actividades, de modo a estipular responsabilidades e procurar soluções.

Esta análise foi apresentada na reunião de planeamento semanal, assim como na negociação de condições e análise de ponto de situação com o empreiteiro geral na qualidade de cliente, e na reunião geral de produção da *Edimetal*.

Para facilitar a percepção dos dados, as causas foram agrupadas em cinco categorias, nomeadamente: condições de trabalho, mão-de-obra, equipamento, material e outros.

As condições de trabalho referem-se a situações em que não estão cumpridos os requisitos para início das actividades, originando um mau planeamento e incertezas. Nesta categoria foram incluídas actividades precedentes não concluídas, da responsabilidade do cliente ou outros subempreiteiros. Na maior parte dos casos, o problema foi a falta de andaimes nas fachadas para os trabalhos de levantamento de medidas, marcações dos vãos, colocação de amarrações e de estruturas de alumínio.

As categorias mão-de-obra, equipamento e material, são referentes aos recursos disponíveis em obra para o trabalho planeado. Na categoria de mão-de-obra inclui-se também a fraca produtividade da mesma no início do controlo em que não se encontravam reunidas as condições para realização de actividades programadas, estando afectada mão-de-obra desnecessária para o trabalho existente no momento. A figura 5.2 apresenta os resultados obtidos.

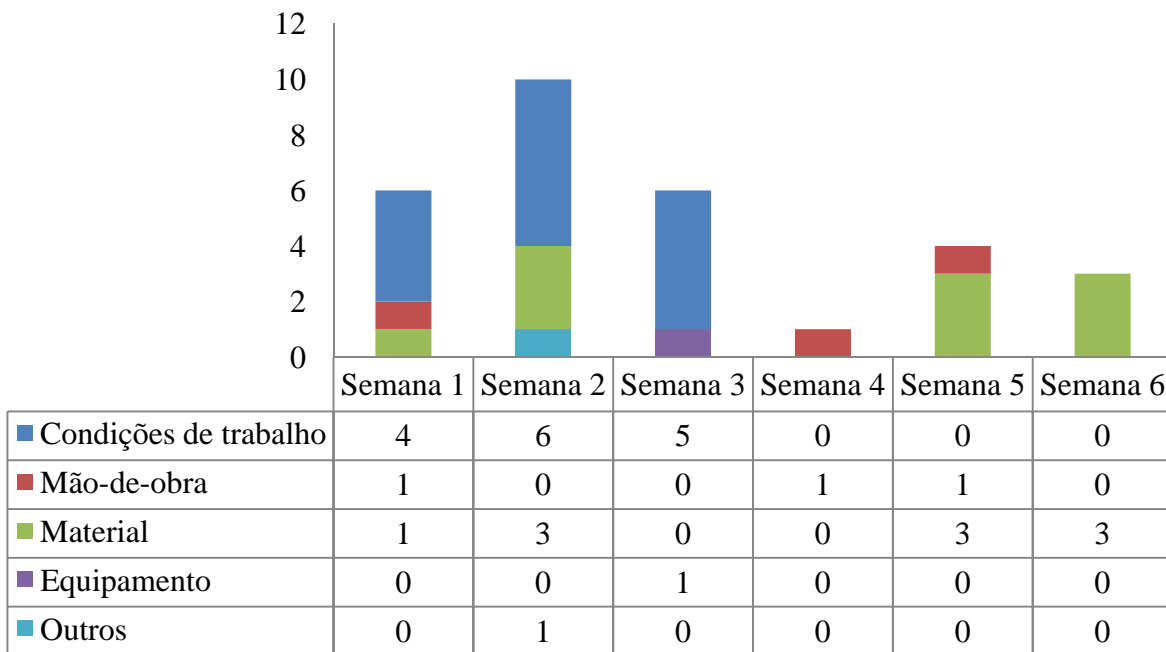


Figura 5. 2. Relação do número de actividades não concluídas e suas causas

A figura 5.3 demonstra melhor a distribuição das causas de não conclusão das actividades, ao longo deste estudo.

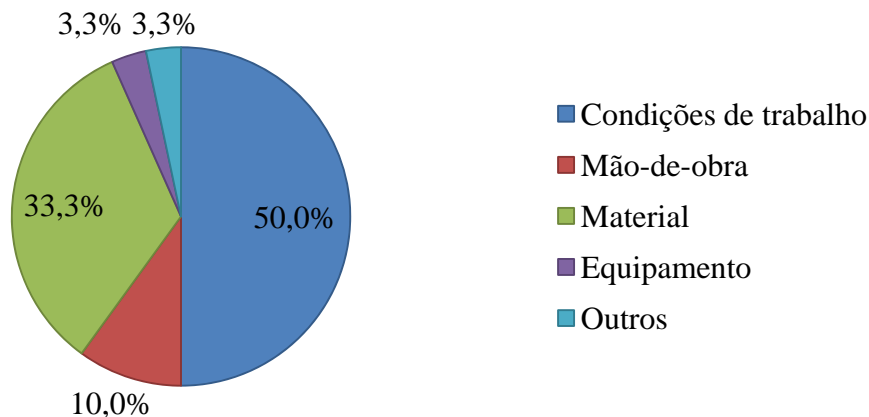


Figura 5.3. Distribuição das causas de não conclusão das actividades

Verificou-se que 50% das causas registadas para a não conclusão das actividades estão relacionadas com as condições de trabalho, concentradas nas três primeiras semanas de acompanhamento da subempreitada. Pois, devido ao atraso inicial da obra em geral, surge um número elevado de diferentes subempreitadas a operar ao mesmo tempo, causando interferência e dificultando a coordenação de todos os trabalhos.

A falta de material aparece como o segundo maior problema, com 33,3%, sendo causado essencialmente pela falta de peças de amarrações a serem fornecidas pela fábrica da *Edimetal*.

Os 10% correspondentes aos problemas com a falta de mão-de-obra atribuem-se, provavelmente, a um planeamento de actividades demasiado optimista para a situação real.

Não foram verificados grandes problemas com o equipamento disponível até ao final do acompanhamento deste processo, apenas 3,3%, pois este consiste, na sua maioria, em equipamento de fixação e medição. Sendo este recurso mais crítico na altura de montagem dos vidros (fluxo não acompanhado pela investigadora na segunda fase da empreitada), onde o equipamento é mais pesado e variado.

5.3.2. Gestão Visual

O uso da gestão visual, proposto para melhoria do sistema de comunicação centrada no encarregado, controlo da produção, monitorização do planeamento e nivelamento do rendimento diário de trabalho das equipas, foi feito através de colocação de um quadro no espaço de estaleiro cedido pelo cliente (*Edifer*) para a equipa da *Edimetal*.

Devido à limitação de espaço, foi apenas possível colocar informação relativa ao seguimento do processo de montagem das caixilharias através de peças desenhadas dos alçados com visibilidade para todos os vãos a montar. A esse quadro com as peças desenhadas, denominado “Mapa de Montagem”, foi acrescida uma legenda relativa às diferentes cores usadas para identificar a fase de trabalho que se verificava no momento, através de afixação de pioneses. Dividiu-se o fluxo da execução nas 4 actividades principais, apresentadas na figura 5.4.



Figura 5.4. Principais actividades do processo de montagem de caixilharia

Este trabalho foi acompanhado durante 4 semanas, sendo a actualização feita diariamente e o controlo semanalmente. Mostra-se na figura 5.5 a evolução do processo de execução das fachadas Poente e Nascente, cujos dados foram obtidos através do preenchimento do Mapa de Montagem colocado no espaço visível a todos, controlados nas datas marcadas na figura.

Devido à sua grande extensão, a obra foi subdividida em módulos correspondentes a cada sala de embarque, para efeitos de identificação do local. Sendo que, adjacente à sala E1 (parte não

visível na figura 5.5), encontra-se o edifício executado na primeira fase desta empreitada, estudado anteriormente para estabelecimento do Mapa de Estado actual do processo de montagem de caixilharias. O módulo E5 possui apenas uma pequena porção de fachada nascente, e na restante a representação da sétima sala de embarque, E7, a construir na 3ª fase da empreitada, não relevante para o estudo.

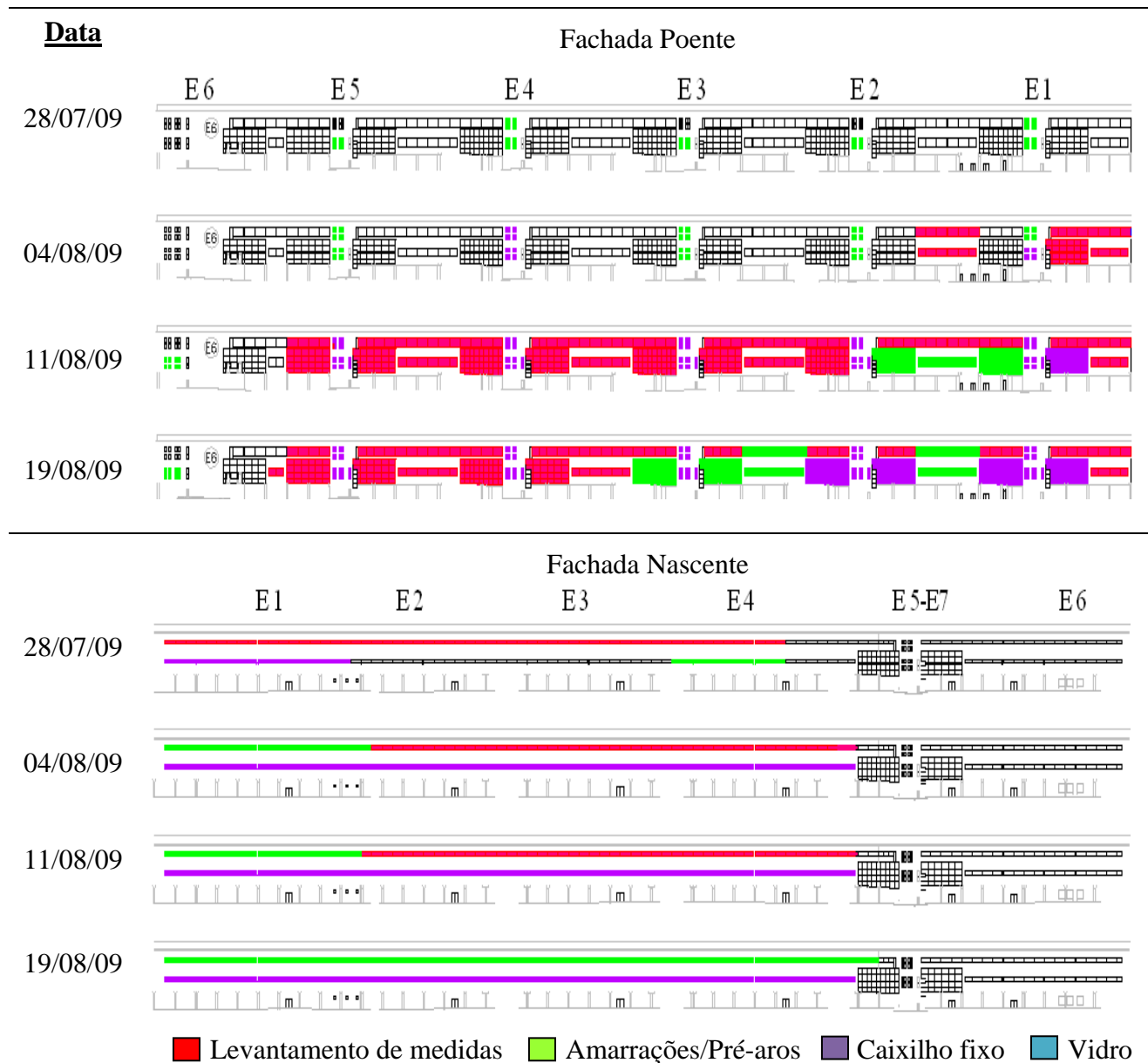


Figura 5.5. Mapa de Montagem com a evolução do estado de execução

A ordem de execução de trabalhos exigida pela *Edifer*, devido a outras actividades de construção (outras subempreitadas) a decorrer em simultâneo, deu prioridade à montagem no piso intermédio (Piso 5), seguido do último (Piso 6) e finalmente do que se encontra a nível térreo (Piso 4). A nível longitudinal teve a seguinte ordem: E1, E4, E2, E3, E5 e E6, não permitindo, de início, o seguimento de montagem contínuo ao longo do edifício, do E1 ao E6.

Mas devido aos atrasos da obra em geral, e conseqüente atraso do início dos trabalhos da *Edimetal*, verificou-se nas duas últimas semanas de estudo que essa ordem deixou de ter muita relevância à medida que as actividades precedentes ao processo de montagem foram concluídas a um ritmo maior.

A cada data facilmente se percepção o trabalho realizado desde a data de controlo anterior. A figura 5.6 mostra a evolução de cada actividade do processo de montagem ao longo das quatro semanas de acompanhamento dos trabalhos através do Mapa de Montagem.

Para efeitos de controlo de execução mais preciso e coerência de notação, a unidade de medição será o espaço equivalente a um vidro, que se chamará até ao final deste trabalho de “janela”.

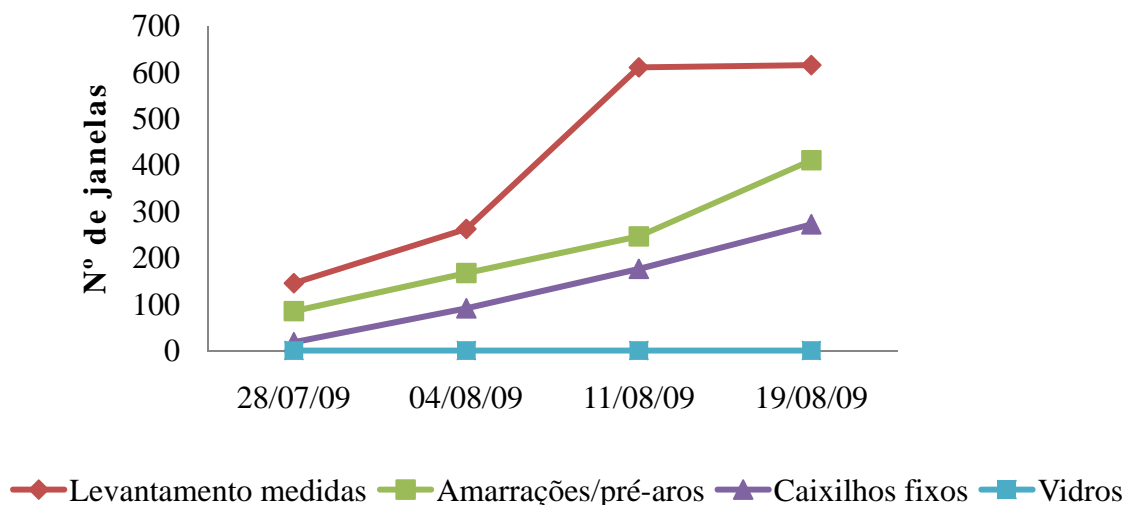


Figura 5.6. Evolução da execução das actividades do processo

Na primeira data de controlo, o processo encontrava-se bastante atrasado em relação ao planeamento inicial, devido às dificuldades encontradas no terreno para se efectuar o levantamento de medidas na fachada Poente (falta de andaimes e terreno irregular). Encontravam-se montados 56 pré-aros de vãos de vidros individuais na fachada Poente,

verificados do E1 ao E5, pois o E6 encontrava-se ainda em processo de execução de alvenaria. Na fachada Nascente, onde os trabalhos tiveram mais incidência, encontravam-se todas as medidas levantadas desde o E1 ao E4 no piso 6, 18 caixilhos fixos montados no módulo E1 e amarrações colocadas no E4 numa porção do vão equivalente a 11 janelas.

Na segunda data de controlo, já se verificava o levantamento de medidas na fachada Poente para o equivalente a mais 72 janelas, e montagem de mais 24 pré-aros e 24 caixilhos fixos. Na fachada Nascente verificou-se o estado de levantamento de medidas para mais 45 janelas ao longo da fachada, desde o E1 até ao início do E5, montagem de amarrações para o equivalente a 58 no piso 6 do E1 e de 49 caixilhos fixos no piso 5.

Na terceira data de controlo, verificou-se a paragem dos trabalhos na fachada Nascente por falta de material. Na fachada Poente percebeu-se que o trabalho realizado ao longo da semana anterior foi o levantamento de medidas efectuado para o equivalente a mais 348 janelas, amarrações e pré-aros montados para mais 79 janelas, e caixilhos fixos para mais 85.

Na última data de controlo verificou-se na fachada Poente o levantamento de medidas ao equivalente a mais 2 janelas, amarrações colocadas para mais 114 e caixilhos fixos montados para mais 96. A fachada Nascente teve apenas como actualização a colocação de amarrações ao equivalente a mais 50 janelas no piso 6.

Esta evolução permite calcular a produção média diária das equipas, apresentadas na figura 5.7.

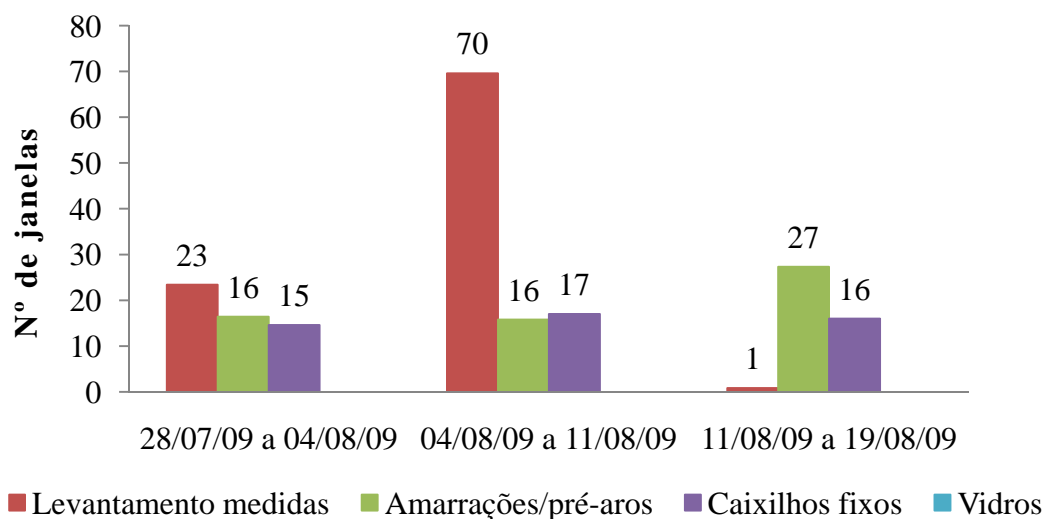


Figura 5.7. Produção média diária

5.4. Conclusões

Este capítulo permitiu concluir a abordagem *Lean* sobre um processo de construção iniciada no capítulo 4 deste trabalho, onde através do desenho de Mapa de Estado Actual do processo puderam identificar-se os desperdícios e problemas do processo de modo a que fossem resolvidos ou minimizados.

As ideias propostas no capítulo anterior foram todas tidas em conta nas reuniões efectuadas com a administração da *Edimetal* onde se traçaram objectivos e estratégias de implementação *Lean*, que se adaptassem às condições disponíveis. Foi por isso aplicada a ferramenta *Last Planner System*, e um sistema de Gestão Visual que permitiu obter dados da produção e acompanhamento actualizado do ponto de situação dos trabalhos.

A aplicação do *Last Planner System* teve como ponto positivo o facto de ter sido iniciado aquando da fase de começo dos trabalhos, permitindo aferir os problemas que iriam afectar o resto do planeamento de execução. Como por exemplo, o valor verificado de 50% das causas de não conclusão de actividades que tiveram por base a falta de condições cedidas pelo cliente *Edifer*. Esta informação, obtida pela análise aos planeamentos semanais, é vantajosa para apuramento de responsabilidades e negociação de novos prazos de entrega e condições de trabalho com o cliente.

Para o sucesso do *Last Planner System*, é necessária uma certa abertura para a mudança de cultura laboral e para a aferição de novas práticas de trabalho, pois as actividades de formação e reuniões semanais regulares de planeamento com o encarregado da obra não são usuais para os seus participantes deste projecto. A resistência à mudança foi uma das barreiras ou limitações verificadas, principalmente no início do processo em que as reuniões para calendarização semanal das tarefas eram negativamente vistas como modo de fiscalização dos trabalhos e de futura cobrança ao encarregado pela sua realização no tempo estipulado, independentemente das responsabilidades deste.

Para a implementação da Gestão Visual em obra, teve-se em conta o local de afixação do quadro e os destinatários das informações nele contidas. Optou-se, por isso, pela colocação de um quadro com os desenhos dos alçados do edifício, denominado Mapa de Montagem, onde se poderia registar o ponto de situação actual através de um sistema de cores.

Esta ferramenta foi de muito fácil aplicação e receptividade, sendo as suas vantagens reconhecidas pelos funcionários. O quadro foi colocado de modo a que qualquer operário, encarregado ou engenheiro pudesse visualizá-lo e obter informação sobre o ponto de situação actualizado da subempreitada, permitindo uma melhor percepção do trabalho executado e das actividades seguintes.

Para o engenheiro responsável e encarregado, permite calcular e ajustar melhor o planeamento semanal, e a produtividade das equipas em cada ponto de trabalho.

Apresenta-se na tabela 5.3 uma das informações possíveis de se obter pelo preenchimento do quadro de montagem, o ponto de situação do processo de execução à data final de estudo e acompanhamento, calculado através dos dados obtidos pelo preenchimento do Mapa de Montagem. Esta tabela pode ser constante e rapidamente actualizada, tornando-se juntamente com os quadros do planeamento semanal, num documento expedito substituto do relatório exigido pela administração da empresa, que pelos seus contornos exige 8h semanais do engenheiro responsável para a sua elaboração.

Tabela 5.3. Ponto de situação dos trabalhos

| | Levantamento de medidas | | Amarrações / Pré-aros | | Caixilho fixo | | Vidro | |
|-----------|-------------------------|--------|-----------------------|--------|---------------|--------|----------|--------|
| | Nascente | Poente | Nascente | Poente | Nascente | Poente | Nascente | Poente |
| E1 | 100% | 95% | 100% | 80% | 50% | 74% | 0% | 0% |
| E2 | 100% | 95% | 100% | 87% | 50% | 75% | 0% | 0% |
| E3 | 100% | 95% | 100% | 81% | 50% | 17% | 0% | 0% |
| E4 | 100% | 95% | 100% | 17% | 48% | 17% | 0% | 0% |
| E5 | 17% | 94% | 17% | 17% | 0% | 17% | 0% | 0% |
| E6 | 0% | 11% | 0% | 10% | 0% | 0% | 0% | 0% |

Os dados obtidos permitem calcular a produção média diária das equipas de montagem, podendo-se assim prever melhor as datas de conclusão. Considerando os 16 dias de trabalho, desde o dia 28 de Julho a 19 de Agosto, e um turno de 10h/dia, a produção média diária calculada é o equivalente a 29 janelas/dia para o levantamento de medidas, 20 janelas/dia para colocação de amarrações e pré-aros, e 16 janelas/dia para a colocação de caixilhos fixos. Estes

dados permitem prever melhor a data de conclusão dos trabalhos e as variantes de recursos para que se efectue a entrega na data pretendida.

Para além da resistência à mudança referida anteriormente, outra barreira encontrada para este projecto foi o curto tempo de implementação, pois a experimentação durante um período de estudo mais extenso seria necessária para que as novas práticas fossem transformadas em instrumentos correntes de trabalho, e aceites com maior confiança. Dois exemplos das limitações do tempo de implementação que permitissem maior confiança no sistema e melhor negociação com o fornecedor, foram a introdução do ponto logístico intermédio para fornecimento dos vidros à obra através do aluguer de espaço num armazém, e a não implementação da ferramenta Sistema de Endereços cuja justificação era facilmente contornável através do uso de autocolantes adaptados aos vidros com possibilidade de serem montados em diversos locais.

Em forma de análise dos resultados obtidos, as principais contribuições da implementação do modelo proposto, reconhecidas como vantagens pelos intervenientes, foram:

- Introdução de conceitos e ideias da filosofia *Lean* com perspectivas de redução de custos e aumento da estabilidade dos fluxos de produção;
- Possibilidade de visualização de todo processo do início ao fim, com identificação dos desperdícios e oportunidades de melhoria;
- Elaboração de planeamento mais fiel à situação real, permitindo identificação de problemas em obra e acções correctivas em tempo real;
- Análise e registo das causas de não conclusão de actividades e respectivas responsabilidades;
- Meio expedito de acompanhamento dos trabalhos e aferição da produção diária, dando possibilidade de ajuste de recursos na altura necessária.

6. Considerações finais

6.1. Introdução

O presente capítulo compreende uma síntese das principais conclusões obtidas ao longo do trabalho de investigação efectuado. Pretende apresentar os aspectos essenciais do trabalho desenvolvido e sua finalidade.

No início, serão avaliados os resultados da investigação, analisando os objectivos propostos inicialmente e o resultado da implementação, seguida da análise das contribuições e aspectos inovadores do trabalho bem como o respectivo modelo proposto para o conhecimento científico e para a indústria. E por último, serão analisadas as limitações encontradas e sugeridas recomendações para futuros trabalhos nesta área de conhecimento, pontos a melhorar e elementos complementares.

6.2. Avaliação dos resultados

Os objectivos traçados inicialmente (capítulo 1) foram todos cumpridos ao longo do processo de desenvolvimento deste trabalho, através de ajustamentos aos recursos disponíveis.

Analisando os resultados obtidos para cada um deles, tem-se:

- Resultante de uma exaustiva pesquisa bibliográfica, foi concretizado o enquadramento dos temas *Lean Construction* e *Just in Time*, seus conceitos e ferramentas, tendo-se focado a ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor” que se pretendia aplicar numa empresa construtora portuguesa. Esta fase da investigação permitiu a exposição da origem e difusão da filosofia *Lean* na indústria da construção e das suas principais características, como a eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade do produto, parceria com fornecedores e optimização de processos, com conseqüente redução de custos e aumento da satisfação do cliente;
- Foi efectuado o levantamento e caracterização dos procedimentos de gestão vigentes na empresa *Edifer Construções*, através do estudo de seis obras onde foram efectuados

inquéritos (37 respondidos) aos elementos da administração das mesmas, feita análise documental e visualização directa. Apesar do reduzido tamanho da amostra, este estudo permitiu efectuar a caracterização de aspectos como o planeamento e estratégia, organização dos espaços, gestão de materiais e relacionamento entre colaboradores da empresa, para comparação com a filosofia *Lean*;

- Foi elaborado o Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Actual do processo de montagem de caixilharias de alumínio numa das seis obras estudadas anteriormente (Novo Pier Norte), através do seguimento dos trabalhos em todos os seus estágios (processo *end-to-end*) efectuado pela investigadora, e da realização de duas sessões de trabalho com os principais intervenientes no processo, tanto da parte do cliente *Edifer Construções* (departamento de desenvolvimento organizacional, técnicos em obra - qualidade e ambiente, produção, preparação, e director de obra) como da parte do fornecedor do serviço *Edimetal* (d direcção de qualidade segurança e ambiente, produção, equipamento, e preparação). Nessas sessões foram apresentados conceitos *Lean* e conceitos relativos à ferramenta, de modo que os participantes pudessem compreender melhor o objectivo do trabalho e fornecer dados relevantes para o fluxo de materiais e informação desde a encomenda ao fornecedor até entrega ao cliente;
- Foi feita a identificação e análise dos desperdícios encontrados ao longo dos fluxos de produção, após visualização e avaliação conjunta do mapa pelos intervenientes (fornecedor- *Edimetal* e cliente- *Edifer Construções*);
- Através da análise do Mapa de Estado Actual, foi feita uma apresentação com presença e participação principal de elementos da *Edimetal* (administração, direcção de qualidade segurança e ambiente, planeamento, técnicos de fábrica, engenheiros responsáveis pela subempreitada e encarregado) e representação do departamento de desenvolvimento organizacional da *Edifer Construções*, onde foram sugeridas ferramentas e ideias *Lean* específicas para os principais problemas encontrados, de modo a criar um modelo ideal de mapeamento com optimização do processo e seus recursos;
- Após a análise efectuada pela administração de topo da empresa executante (fornecedor- *Edimetal*) das ideias e ferramentas propostas, foram implementadas em obra as que se relacionavam com o planeamento (*Last Planner System*) e gestão visual do controlo da

produção (Gestão Visual). As ideias propostas serviram, para além de chamar a atenção dos envolvidos para problemas correntes do processo, também para futuras aplicações em outras situações que não a estudada. Esta última fase da investigação permitiu estabelecer a ligação entre as bases teóricas inicialmente apresentadas para a filosofia *Lean Construction* e a realidade prática vivida nas empresas envolvidas e no sector da construção em geral.

A figura 6.1 mostra a evolução cronológica da implementação *Lean* no desenvolvimento dos objectivos traçados para este trabalho.

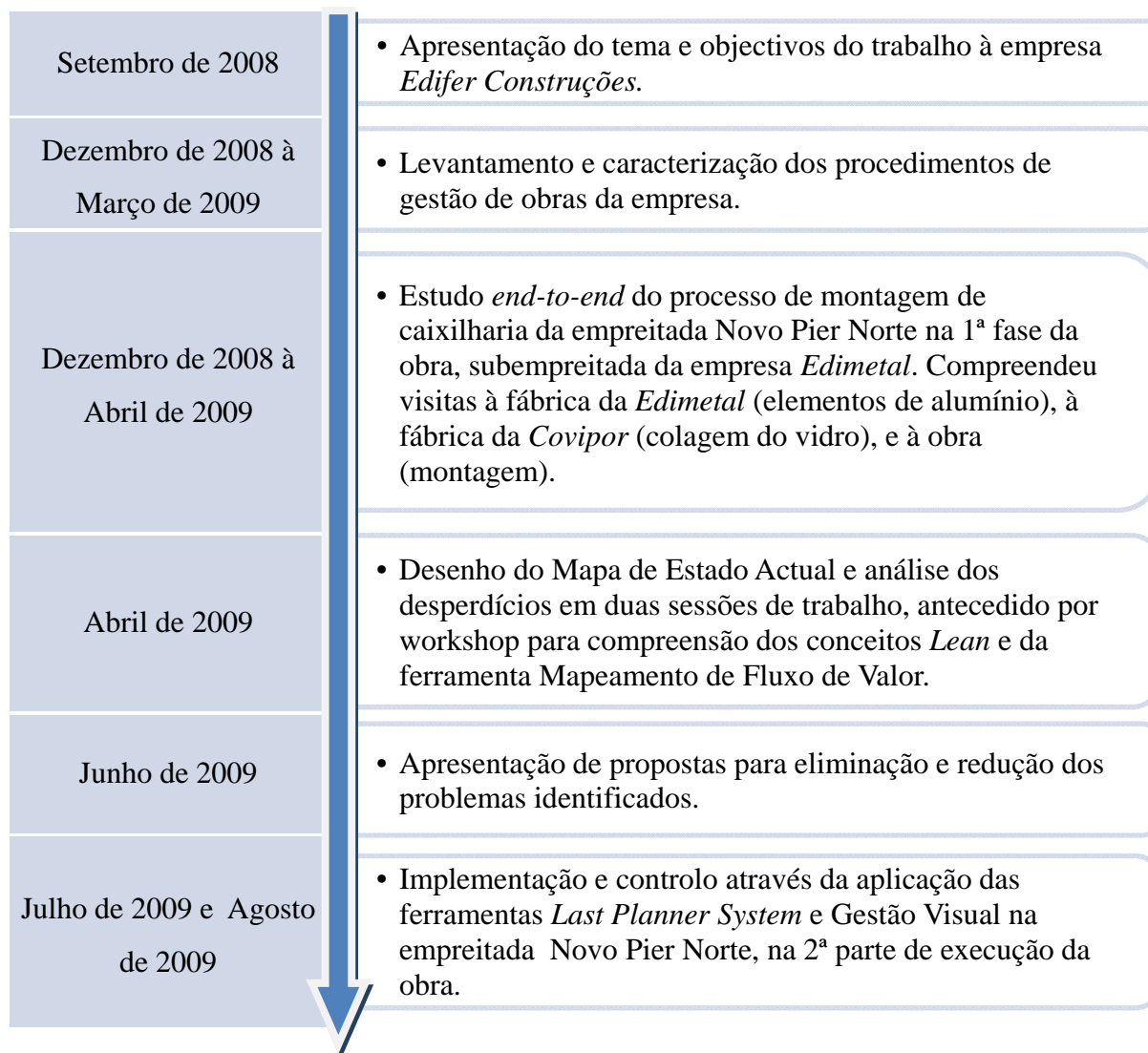


Figura 6.1. Evolução do processo de implementação *Lean Construction*

6.3. Contribuições para o conhecimento científico e para a indústria

Como demonstrado neste estudo, a filosofia *Lean* constitui um aspecto inovador no sector da construção, tornando projectos mais competitivos pela sua potencialidade de redução de custos e aumento da satisfação do cliente através da redução de desperdícios, melhoria da qualidade dos produtos e garantia de entrega dentro dos prazos estipulados.

O modelo proposto teve na sua essência a aplicação da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor numa obra. Esta revelou-se uma poderosa ferramenta que possibilita a visualização das perdas e das oportunidades de melhoria do sistema produtivo, centrada no processo no seu todo (optimização dos fluxos de produção) ao invés de apenas nas operações de conversão (optimização localizada).

Ao ser aplicada com colaboração dos intervenientes do processo, o Mapeamento permite melhorar o relacionamento entre estes, estabelecendo uma linguagem comum em busca de soluções que se adaptem aos interesses de todos.

A ferramenta em si não sugere soluções, apenas evidencia os problemas encontrados no processo. As soluções dependem do conhecimento em filosofia *Lean* de quem a utiliza. O que faz com que o modelo apresentado seja o ideal para uma primeira abordagem *Lean*, pois obriga os intervenientes a acatar conceitos e princípios essenciais *à priori* possibilitando o uso de outras ferramentas e soluções mais adequadas aos problemas encontrados através do Mapeamento de Fluxo de Valor. Foram assim aplicadas as ferramentas *Last Planner System* e Gestão Visual.

A primeira fortalece a habilidade de previsão de ocorrências com maior fiabilidade, gestão de recursos, compatibilização do planeado com o efectivamente realizado e resolução de problemas em tempo real. A aplicação *Last Planner* neste estudo teve como principal impacto a possibilidade de antevisão das actividades que realmente poderiam ser efectuadas em cada semana mediante as condições verificadas no terreno, permitindo a adaptação do planeamento geral de longo prazo. Teve também como contribuição a análise e registo das razões de não conclusão de actividades programadas e a apresentação de um novo indicador de desempenho de produção, o PPC. Os valores deste indicador permitem chamar atenção para a existência de problemas que podem assim ser resolvidos em tempo real, evitando-se a sua repetição.

A segunda ferramenta tem por finalidade o controlo da produção de forma mais simples e rápida, podendo ser usada para diversos tipos de informação pretendida. Num sector em que se verifica que cada operário está centrado na sua própria tarefa, é importante que estes tenham uma visão da evolução do trabalho de toda equipa em obra, criando assim maior interesse e motivação. Nesta aplicação optou-se pela gestão visual da evolução do estado actual do processo, actualizado em curtos períodos de tempo. O registo dos dados, obtidos através dos próprios executantes com o preenchimento do quadro afixado, permite calcular a produção diária da referida empreitada, podendo-se assim manipular os recursos necessários para que esta se ajuste ao pretendido de modo a cumprir prazos de entrega. Esta ferramenta torna possível um relatório visual instantâneo do estado actual do processo enquanto este decorre, em qualquer momento.

Da mesma forma que o modelo inicia com a intervenção da administração de topo das empresas, com poder de decisão e de fazer cumprir, as ferramentas aplicadas permitem que esta tenha um maior controlo sobre o estado do processo. Pois estas fornecem registos de fácil consulta, que podem ser obtidos diária ou semanalmente, através de quadros, tabelas, diagramas, imagens ou indicadores, actualizados regularmente.

Este trabalho contribuiu para o conhecimento e compreensão de alguns problemas e desperdícios relacionados com o sector da construção em Portugal, e para a introdução de conceitos e ferramentas que privilegiam a melhoria da eficiência dos processos através da ideia de “produzir mais com menos” ao invés de grandes investimentos em alta tecnologia.

6.4. Limitações da investigação

A principal limitação nesta dissertação foi o reduzido tempo de implementação do modelo, que por um lado não permitiu maior amostra dos casos estudados para valor estatístico aceitável do estado da gestão de obras em Portugal, e por outro lado não tornou possível uma maior profundidade de conhecimento dos conceitos *Lean* nas empresas envolvidas.

Outra limitação neste trabalho foi o facto de se ter introduzido os conceitos *Lean* aos intervenientes depois de todos processos de negociação com o cliente e os fornecedores terem sido fechados, tornando difícil a implementação das soluções propostas. É importante ter conhecimentos das técnicas e ferramentas *Lean* ainda durante a fase de preparação dos trabalhos, negociação e sondagem de parceiros. Como por exemplo: a ferramenta Célula de Trabalho que

teria que ser pensada na fase de fabrico dos caixilhos fixos e na negociação com o cliente para que se criassem condições para a circulação necessária em estaleiro; o *Kanban* necessitava de melhor coordenação entre a produção e a montagem para que o fornecimento de materiais fosse ditado pela evolução da montagem; e o Sistema de Endereços que se pensado durante a negociação com o fornecedor de vidros, poder-se-ia propor que fosse este a efectuar a afixação dos auto-colantes com indicação do local de montagem através de um sistema de cores que evitasse erros, ao invés dos usados em pequeno tamanho com informação da dimensão e referência dos vidros, que por vezes vinham trocados.

O atraso verificado para o início dos trabalhos de montagem em obra relativamente ao planeado, impediu que fosse possível à investigadora seguir todo o processo até à montagem dos vidros, impossibilitando a aplicação de ideias propostas para essa fase, como a caixa de nivelamento de actividades do Sistema *Pull*, e a verificação da introdução de novos equipamentos que permitissem otimizar o tempo de montagem dos vidros nos pisos térreos.

O facto de existir um pequeno espaço possível para se implementar a ferramenta Gestão Visual num contentor com finalidade de ferramentaria e “escritório” do encarregado reduziu substancialmente o seu potencial, pois para além do Mapa de Montagem para preenchimento do ponto de situação dos trabalhos, outras informações úteis poderiam ser incluídas para visualização se houvesse espaço para isso, tal como o mapa de planeamento semanal, gráficos de evolução dos trabalhos, da produtividade, mapas para gestão do material e mão-de-obra em estaleiro.

Por último, a resistência à mudança encontrada nos níveis intermédios da cadeia hierárquica das empresas, ou seja, das individualidades cujo esquema de trabalho se pretende alterar, exige um maior tempo de implementação para eliminar cepticismo relativo às ferramentas sugeridas e para que se proceda gradualmente a mudanças culturais.

6.5. Recomendações para trabalhos futuros

No decorrer desta investigação, foi possível identificar oportunidades de melhoria para trabalhos futuros nesta área. Como a própria filosofia defende, deve-se procurar sempre os pontos a melhorar num processo contínuo de aprendizagem em busca da perfeição.

6.5.1. Pontos de melhoria do modelo

Em forma de crítica ao modelo desenvolvido e as ferramentas usadas, são de apontar os seguintes aspectos:

- O facto de não se ter efectuado a recolha de informação num processo *end-to-end* (com visitas a todos pontos de trabalho desde a chegada da matéria prima ao produto acabado) com toda a equipa dos principais intervenientes que participaram das sessões de mapeamento, de forma que todos percebessem melhor o conjunto das informações reveladas por cada um relativamente aos fluxos verificados. Este processo foi efectuado apenas pela investigadora, antes das sessões de Mapeamento de Estado Actual;
- A não realização do Mapeamento do Estado Futuro com os mesmos moldes que o elaborado para o Mapeamento do Estado Actual, ou seja, numa sessão conjunta com os principais intervenientes do processo, permitindo ajustar as ideias *Lean* o que realmente poderia ser feito. Isso implicava um aprofundamento dos conceitos adquiridos pelos participantes e mais tempo disponível em reunião. O facto de o processo estar a decorrer e os participantes serem os seus principais intervenientes, tornava difícil um maior afastamento dos seus postos de trabalho em obra, fábrica ou escritório;
- A quantidade e tipo de informação recolhida aquando do planeamento semanal está dependente dos resultados que se pretendem obter, como a produtividade, gestão de material e mão-de-obra. O reduzido tempo de implementação não permitiu melhorar o mapa de planeamento semanal, ao qual teria sido útil incluir dados da mão-de-obra, equipamento e material necessário para cada actividade. Assim como o exercício de previsão de problemas que pudessem ocorrer e registo de actividades extra que poderiam ser iniciadas caso não fossem cumpridas as condições para realização das planeadas.

Como referido anteriormente, seria interessante que o modelo fosse iniciado antes de todas decisões terem sido tomadas, de modo que as ideias *Lean* a implementar partissem do projecto e não da fase de execução. Assim nos métodos de trabalho, no planeamento e no orçamento já estariam previstas as optimizações do processo e conseqüente redução de custos que tornariam as propostas ao cliente muito mais competitivas.

6.5.2. Complementos

De forma a complementar este trabalho, seguem-se algumas sugestões como:

- Desenvolvimento de estudos financeiros relativos ao aprovisionamento de material em obra comparando-o com os custos da aplicação do conceito *Just in Time*;
- Estudo de técnicas de melhoria de sinergias e negociações entre clientes e fornecedores, como as parcerias de longo prazo, sincronizando os seus interesses próprios para atingir um interesse comum;
- Formação *Lean* mais abrangente aos diversos níveis hierárquicos, desde à administração aos operários com o objectivo de eliminar a resistência à mudança e o cepticismo;
- Identificação, análise e estudo de soluções dos desperdícios inerentes à construção num maior número de casos de estudo, de modo a criar uma base estatística e apostando no *benchmarking*;

Espera-se que este trabalho sirva de motivação e encoraje a realização de estudos posteriores de aplicação *Lean* aos diversos fluxos encontrados na construção, tirando proveito da simplicidade de aplicação das suas ferramentas sobre a complexidade deste sector industrial.

Referências bibliográficas

Abdulmalek, Fawaz; Rajgopal, Jayant. 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, vol. 107, pag. 223-236.

Alarcón, Luis; Serpell, Alfredo. 1998. Construction process improvement methodology for construction projects. *International Journal of Project Management*, 16, 215-221.

Ballard, Glenn; Howell, Gregory. 1995. Towards Construction JIT. *Proceedings of the 1995 ARCOM Conference, Association of Researchers in Construction Management*, Sheffield, UK.

Corrêa, Henrique; Gianesi, Irineu. 1993. *Just in Time, MRPII e OPT – Um enfoque estratégico*. 2ª edição. Brasil: Atlas.

Fisher, Deborah. 1995. The knowledge process. In L. Alarcón, ed. 1997. *Lean Construction*. Roterdão: A.A. Balkema, pag. 33-41.

Fontanini, Patrícia. 2004. *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

George, Michael. 2002. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. EUA: McGraw-Hill.

Ghinato, Paulo. 2000. *Jidoka: Mais do que “Pilar da Qualidade”*. [Internet] disponível em <http://www.leanway.com.br/jidoka.pdf> [acedido a 20/12/2008]

Hicks, B. 2007. Lean Information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*. vol. 27, pag. 233-249.

Howell, Gregory. 1999. What is lean Construction - 1999. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA.

Jang, Jin Woo; Kim, Yong-Woo. 2007. Using The Kanban for construction production and safety control. *Proceedings of the 15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Michigan, EUA.

Junqueira, Luiz. 2006. *Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0*. Dissertação de Especialização, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil.

Koskela, Lauri. 1992. *Application of the new production philosophy to construction*. Technical Report. Stanford University, USA.

Koskela, Lauri. 1993. *Lean production in construction*. In L. Alarcón, ed.1997. *Lean Construction*. Roterdão: A.A.Balkema, pag. 1-9.

Koskela, Lauri, 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction* [e-book]. Espoo, Finlândia: VTT Publications. Disponível em <http://www.leanconstruction.org/pdf/P408.pdf> [acedido a 11/10/2008].

Koskela, Lauri. 2004. Making-do – The Eighth Category of Waste. *Proceedings of the 12th International Group for Lean Construction Conference*, Dinamarca.

Luyster, Tom; Tapping, Don. 2006. *Creating Your Lean Future State – How to move from Seeing do Doing*. New York, EUA: Productivity Press.

Marques, Susana. 2007. *Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa*. Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.

McBride, David. 2003. *The 7 Manufacturing Wastes*. [internet]. Disponível em <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html> [acedido a 02/12/2008]

Melton, T. 2005. The benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 83, pag. 662-673.

Mohamed, Sherif. 1995. *Benchmarking, best practice – and all that*. In L. Alarcón, ed.1997. *Lean Construction*. Roterdão: A.A. Balkema, pag.439-448.

Nishida, Lando. 2007. *Reduzindo o “lead time” no desenvolvimento de produtos através da padronização*. [Internet]. Lean Institute Brasil. Disponível em <http://www.lean.org.br> [acedido a 20/12/2008].

Pasqualini, Fernanda.2005. *Fluxo de Valor na construção de edificações habitacionais: Estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre/RS*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.

Peneirol, Nelson. 2007. *Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação do sistema de controlo da produção Last Planner*, Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.

Picchi, Flávio A. 2003. *Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção*. Ambiente Construído, vol. 3, nº1.

Pinto, João. 2008. *Lean Thinking - Glossário de termos e acrónimos*. [Internet]. Disponível em http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos.html [acedido a 02/10/2008].

Reis, Tathiana. 2004. *Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: Estudos de caso*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Rother, Mike; Shook, John. 1998. (Foreword by: Womack, Jim; Jones, Dan). *Learning to See – Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Massachusetts, EUA: The Lean Enterprise Institute.

Salermo, Lia Soares. 2005. *Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta e da manutenção autônoma aos serviços de manutenção dos sistemas prediais de água*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Siddiqui, Atiq; Khan, Mehmood; Akhtar, Sohail. 2008. Supply Chain Simulator: A Scenario-based Educational Tool to Enhance Student Learning. *Computers & Education*, vol. 51, pag. 252-261.

Tapping, Don; Shuker, Tom. 2003. *Value Stream Management for the Lean Office*. New York, EUA: Productivity Press.

Tommelein, Iris; Li, Annie. 1998. Just-in-Time Concrete delivery: Mapping alternatives for vertical supply chain integration. *Proceedings of the 7th annual conference of IGLC*, California, EUA.

Tommelein, Iris; Weissenberger, Marcus. 1999. More Just-In-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Berkeley, EUA.

Poppendieck, Tom; Poppendieck, Mary. 2006. *Implementing Lean Software Development: From Concept to Cash*. EUA: Addison-Wesley Professional

Treville, Suzanne; Antonakis, John. 2006. Could Lean Production Job Design be Intrinsically Motivating? Contextual, Configurational, and Levels-of-analysis Issues. *Journal of Operations Management*, vol. 24, pag. 99-123.

Vonderembse, Mark; Uppal, Mohit; Huang, Samuel; Dismukes, John. 2006. Designing Supply Chains: Towards Theory Development. *International Journal of Production Economics*, vol. 10, pag. 223-238.

Vrijhoef, Ruben; Koskela, Lauri. 2000. The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol. 6, pag. 169-178.

Womack, James; Jones, Daniel: 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2ª ed. UK: Free Press Business.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. & Roos, Daniel, 2007. *The Machine That Changed The World – How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars*. UK: Simon & Schuster.

ANEXOS

I. Ficha de caso de estudo

Nome do projecto _____

Localização _____

Data de consignação _____

Prazo de execução _____

Valor de contrato _____

Regime de pagamento (valor global ou em série) _____

Dono da Obra _____

Entidade executante _____

Descrição da empreitada _____

Divisão das fases/partes de execução _____

Principais actividades _____

Soluções construtivas importantes _____

Constrangimentos e principais problemas da obra _____

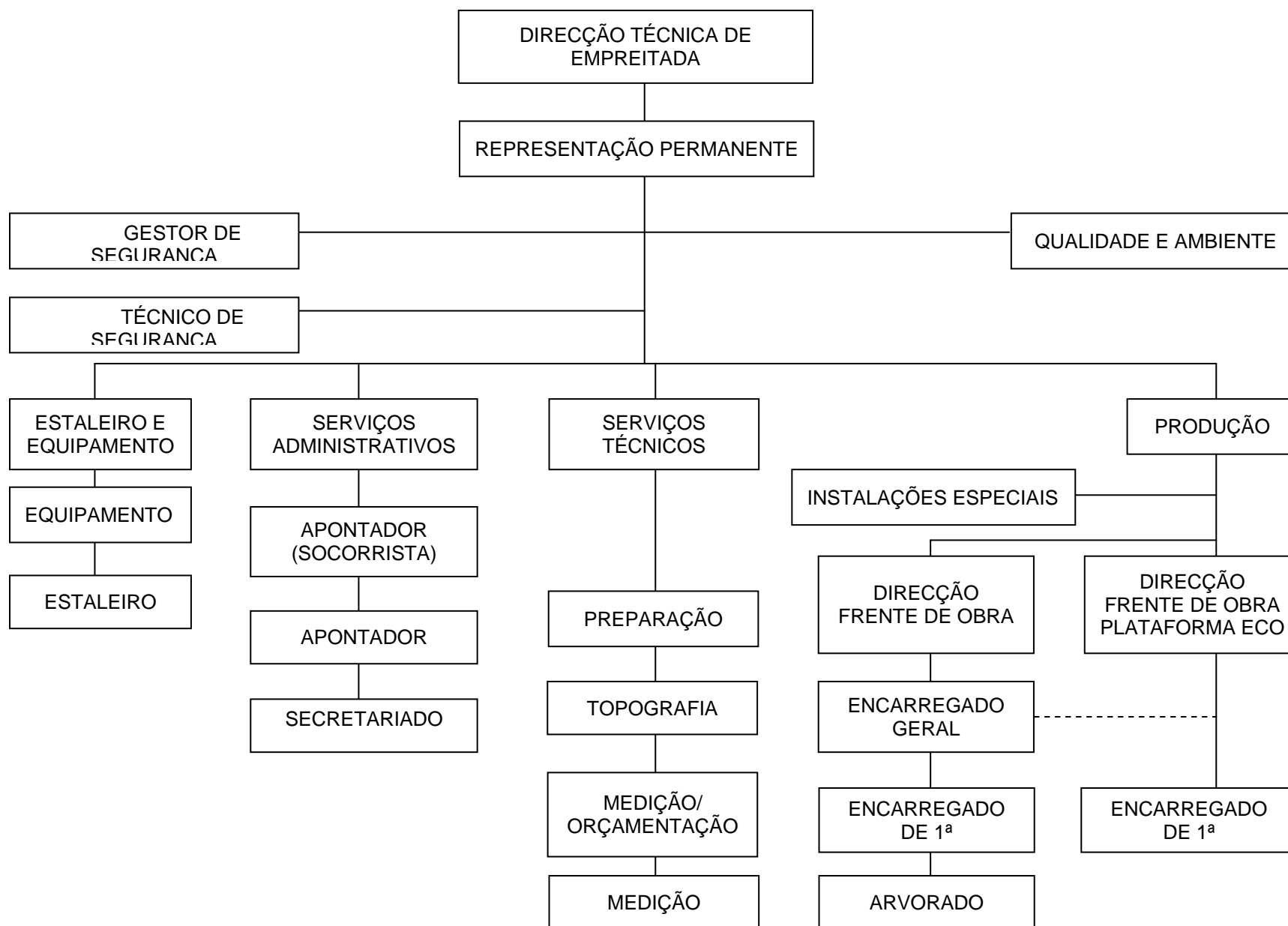
Percentagem de subempreitadas _____

Fase em que se encontrava na data do estudo _____

II. Ficha de avaliação

| Avaliação | 1 | 2 | 3 | 4 | Comentários |
|--|---|---|---|---|-------------|
| Organização de obra | | | | | |
| Organização dos estaleiros e Imagem | | | | | |
| Frentes de trabalho | | | | | |
| Standardização de processos (Manuais de actividade) | | | | | |
| Princípios de organização de áreas (5S's) | | | | | |
| Informação dos trabalhos | | | | | |
| Análise de cadeia de valor | | | | | |
| Sistemas de abastecimento à obra | | | | | |
| Gestão de materiais | | | | | |
| Planeamento e Estratégia | | | | | |
| Valores da empresa - V.V.M. (Valores, Visão, Missão) | | | | | |
| Reuniões de seguimento de performance | | | | | |
| Planeamento de recursos | | | | | |
| Acompanhamento/visualização de performance | | | | | |
| Planeamento de execução | | | | | |
| Comunicação e envolvimento de colaboradores | | | | | |
| Trabalho em equipa | | | | | |
| Formação | | | | | |
| Programa de Sugestões/Boas práticas | | | | | |
| Resolução de problemas | | | | | |
| Fluxo de comunicação | | | | | |
| Espaços de comunicação | | | | | |
| Espaços comuns | | | | | |

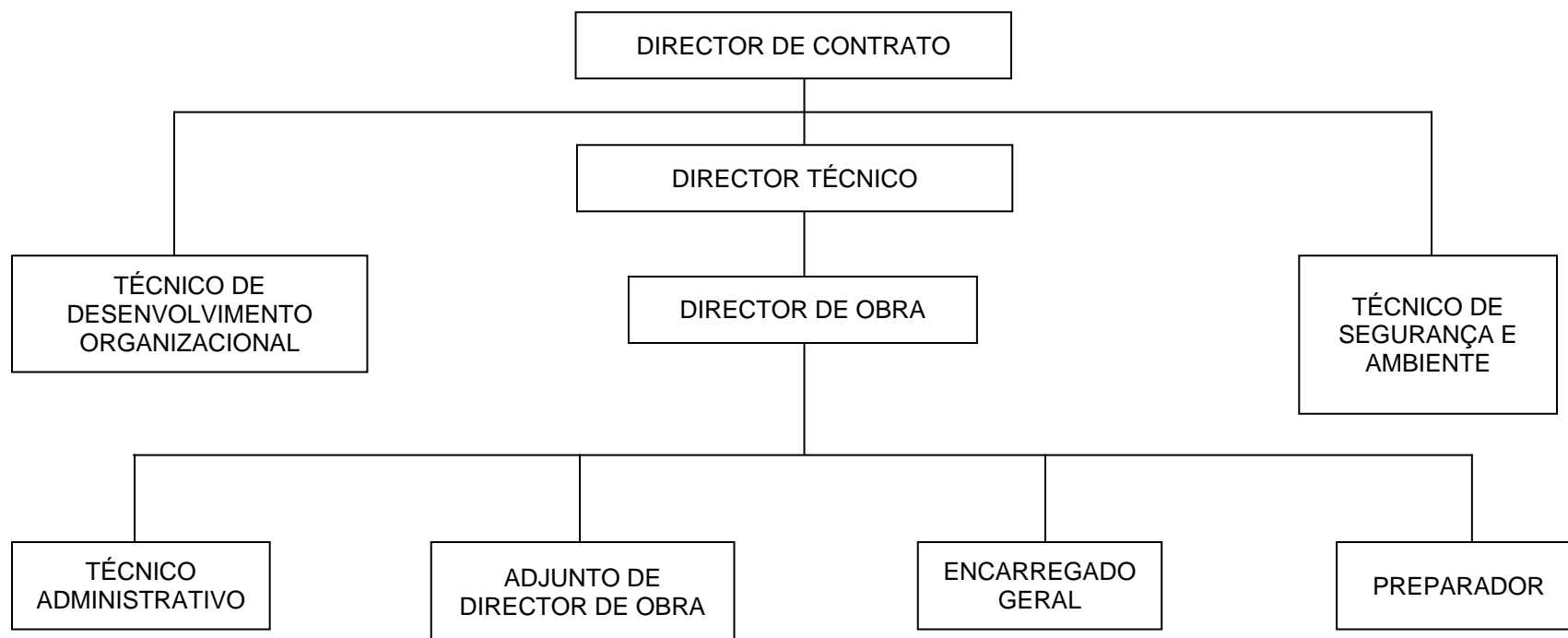
III. Organograma da obra Novo Pier Norte

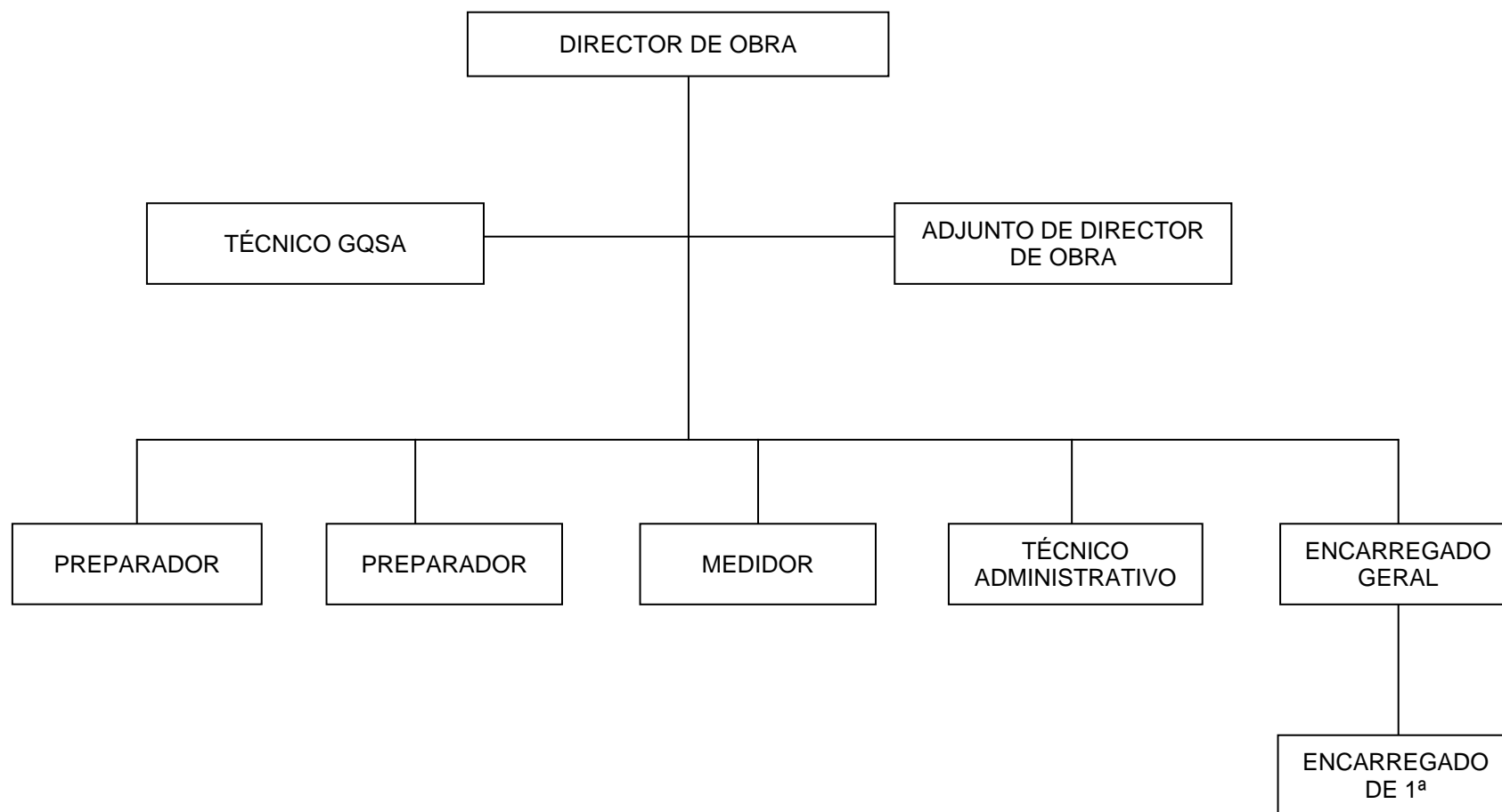


IV. Organograma da obra Igreja Boa Nova Estoril

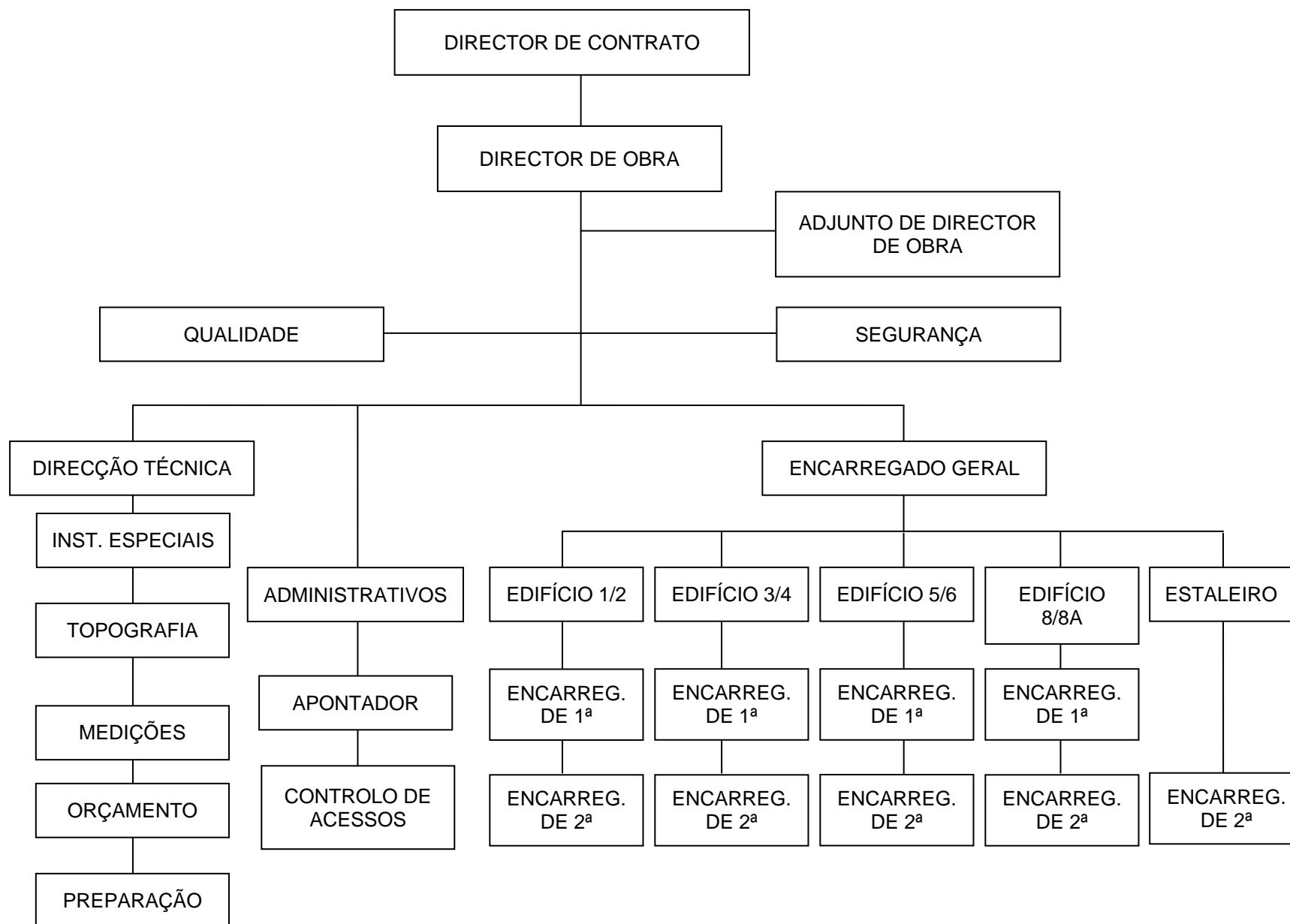


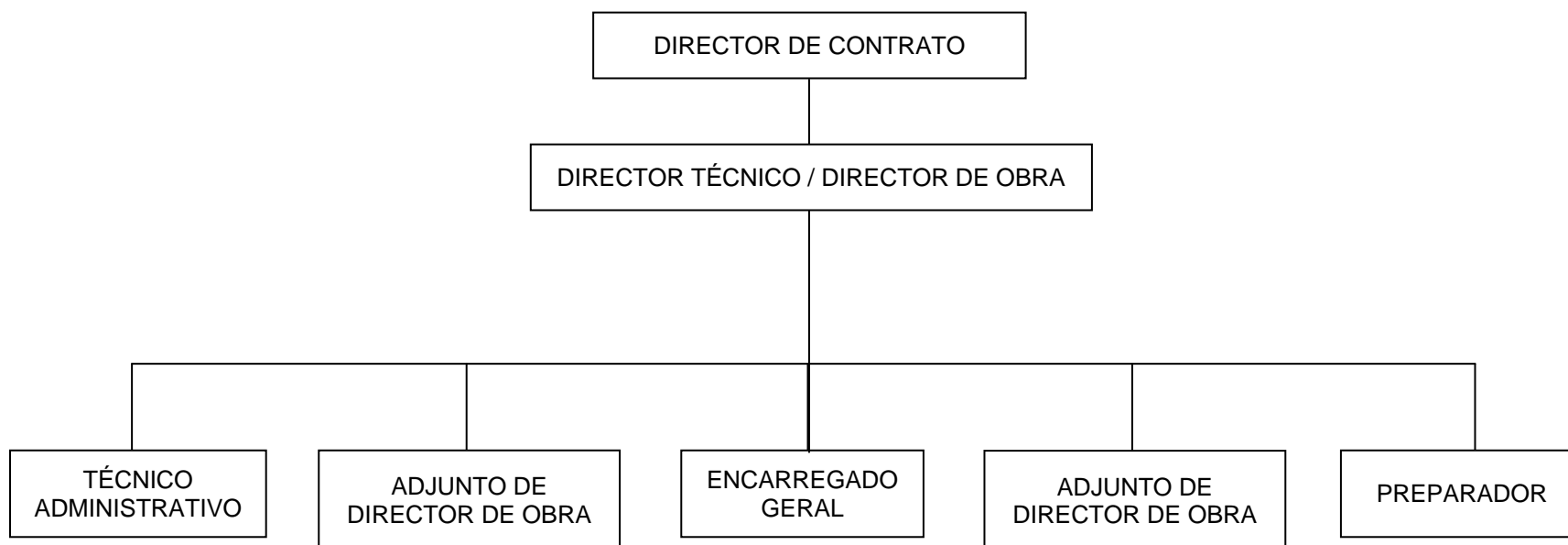
V. Organograma da obra Sana Torres Vasco da Gama



VI. Organograma da obra Parque Temático Kidzania

VII. Organograma da obra Condomínio Jardim São Lourenço



VIII. Organograma da obra Edifício PT Afonso Costa

IX. Ficha de Inquérito**QUESTIONÁRIO Nº** _____**Data** ___/___/_____

O presente inquérito está inserido num projecto de parceria académico e empresarial com vista à análise e melhoria da gestão da construção. Pretende-se apurar qual a opinião e sensibilidade dos vários intervenientes no processo construtivo quanto a aspectos do sistema de gestão de obras. Todos os dados recolhidos serão unicamente utilizados para efeito académico e com total confidencialidade.

Wilma Gonçalves - I.S.T.

(Foi feito um pré-teste que demorou cerca de 10 minutos a responder)

Empresa _____

Nome _____

Formação _____

Função _____

| | | | | | |
|------------------------------------|-----|------|-------|-------|-----|
| Experiência Profissional (Anos) | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | >20 |
| | | | | | |

Grupo I – Planeamento / Estratégia

I. 1 Na sua opinião, qual a importância do planeamento para a eficiência do processo produtivo?

| | | | |
|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
| | | | |

I. 2 Qual a periodicidade do controlo de planeamento que efectua?

| | | | | | |
|------------|-------------|------------|----------------|---------------|-------------|
| Diária (1) | Semanal (2) | Mensal (3) | Trimestral (4) | Semestral (5) | Não faz (6) |
| | | | | | |

I. 3 Qual a percentagem média de planeamento cumprido a cada data de controlo?

| | | | | | |
|-----------|-------------|------------|------------|-------------|-----------------------|
| < 20% (1) | 21- 40% (2) | 41-60% (3) | 61-80% (4) | 81-100% (5) | Não sabe/Não responde |
| | | | | | |

I. 4 Considera satisfatório(a):

| | Insatisfeito (1) | Pouco satisfeito (2) | Satisfeito (3) | Muito satisfeito (4) |
|---|------------------|----------------------|----------------|----------------------|
| O retorno do planeamento existente em termos de eficácia da execução? | | | | |
| A informação que recebe sobre o planeamento? | | | | |

I. 5 Considera importante o seguimento visual de desempenho? Sim Não

I. 6 Se sim, quais os benefícios? _____

I. 7 Considera que poderia ser melhorado o processo de planeamento?

Sim Não

Se sim, de que forma? _____

Grupo II – Organização de obra

II.1 Que tipo de actividades considera ter maior potencial de standardização em estaleiro?

II.2 Segundo o método 5S descrito no quadro, qual a importância de:

| | Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| Senso de utilização – apenas material necessário colocado na área de trabalho | | | | |
| Senso de organização – ferramentas arrumadas nos locais onde irão ser usados | | | | |
| Senso de limpeza – espaço de trabalho limpo diariamente | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Senso de padronização – padronização das práticas de trabalho (Manuais de actividade) | | | | |
| Senso de auto-disciplina – manutenção e revisão dos padrões anteriores | | | | |

Grupo III - Sistema de produção

III.1 Na sua opinião, qual a importância que atribui aos seguintes desperdícios do sistema de produção na construção:

| | Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|--|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| Mão-de-obra à espera de material/equipamento de trabalho | | | | |
| Trabalho à espera de mão-de-obra | | | | |
| Correcção de erros de execução | | | | |
| Transporte e movimentos desnecessários | | | | |
| Aprovisionamento desnecessário de materiais | | | | |
| Mão-de-obra em estaleiro por utilizar | | | | |
| Outro: _____ | | | | |

III.2 De um modo geral, o que mais motiva desperdícios na construção?

| | Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| Alterações de projecto | | | | |
| Erros de planeamento | | | | |
| Erros de execução | | | | |
| Falha de comunicação interna | | | | |
| Falha de comunicação externa | | | | |
| Falha na segurança/acidentes | | | | |
| Deficiente preparação dos trabalhos a iniciar | | | | |
| Outro _____ | | | | |

III.3 Classifique o impacto dos desperdícios no sistema de produção em termos de:

| | Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------------|------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|
| a) Resultados financeiros | | | | |
| b) Cumprimento de prazos | | | | |
| c) Qualidade | | | | |
| d) Satisfação do cliente | | | | |
| e) Outro _____ | | | | |

III.4 É feita a identificação, contabilização e registo das interrupções por motivos internos ou agentes externos do processo de produção? Sim Não

Se sim, de que forma? _____

III.5 Existe registo de medidas correctivas aplicadas? Sim Não

Se sim, de que forma? _____

III.6 Indique três aspectos fundamentais para a melhoria do sistema de produção.

1. _____ 2. _____ 3. _____

III.7 Indique uma estimativa para o peso dos desperdícios no custo total da obra, referidos no ponto III.1.

| < 10% (1) | 10- 20% (2) | 20-30% (3) | 30-40% (4) | >40% (5) | NS/NR ¹² |
|-----------|-------------|------------|------------|----------|---------------------|
| | | | | | |

¹² Não sabe/ Não responde

Grupo IV – Gestão da construção / *Lean Construction*

IV.1 Qual a importância que dá a programas de Sugestões/Boas práticas de colaboradores e equipas?

| Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| | | | |

IV.2 Como classifica os factores de sucesso de um projecto?

| | Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------------|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| a) Resultados financeiros | | | | |
| b) Cumprimento de prazos | | | | |
| c) Qualidade | | | | |
| d) Satisfação do cliente | | | | |
| e) Outro _____ | | | | |

IV.3 Relativamente ao processo de gestão, o que poderia ser melhorado?

IV.4 Tem algum conhecimento sobre a filosofia *Lean*? Sim Não

Em caso afirmativo:

Que importância atribui às mudanças no sistema de gestão com base na filosofia *Lean Construction*?

| Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| | | | |

IV.5 Que expectativa tem quanto à possível contribuição da filosofia *Lean Construction* para a melhoria do sistema de gestão?

| Muito céptico (1) | Céptico (2) | Confiante (3) | Muito confiante (4) |
|-------------------|-------------|---------------|---------------------|
| | | | |

IV.6 Tem algum conhecimento sobre o conceito de *Just-in-Time*? Sim Não

Em caso afirmativo:

Que importância atribui às mudanças no sistema de gestão com base no conceito do *Just-in-Time*?

| Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| | | | |

Que expectativa tem quanto à possível contribuição do *Just-in-Time* para a melhoria do sistema de gestão?

| Muito céptico (1) | Céptico (2) | Confiante (3) | Muito confiante (4) |
|-------------------|-------------|---------------|---------------------|
| | | | |

IV.6 Tem algum conhecimento sobre a ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor”?

Sim Não

Em caso afirmativo:

Que importância atribui à implementação do sistema na gestão da obra?

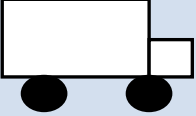

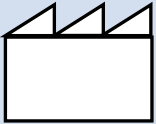
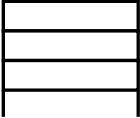






| Nada Importante (1) | Pouco (2) | Importante (3) | Muito importante (4) |
|---------------------|-----------|----------------|----------------------|
| | | | |


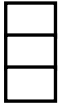





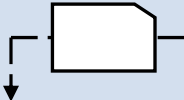
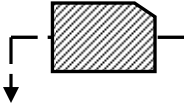
Por ordem de preferência, para que fluxo de materiais acha mais importante a elaboração do respectivo mapeamento?

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |

Obrigado pela sua colaboração!

X. Ícone usados no Mapeamento de Fluxo de Valor

| Ícones do fluxo de materiais | Significado | Nota |
|---|---|--|
|  | Entrega ou envio por camião | Devem ser acompanhados pela frequência e quantidade de material transportado. |
|  | Processo de produção | Os processos devem todos ser identificados. |
|  | Fontes externas | Usado para demonstrar clientes, fornecedores e processos de produção exteriores. |
|  | Caixa de dados | Usado para registo de informações relativas ao processo a que está relacionado: tempo de ciclo, turnos, percentagem de erros, tempo de setup, etc. |
|  | Inventário | Devem ser acompanhados por quantidades de materiais e tempos em stock. |
|  | Movimento de materiais de produção “empurrada” | Baseado num planeamento, em que o material é produzido na actividade de montante e “empurrado” para a actividade de jusante. |
|  | Movimento de materiais acabados | Também usado para departamentos de controlo de produção |
|  | Sequência de fluxo “Primeiro a entrar, Primeiro a sair” | Transferência de quantidades controladas de material entre processos, garantindo o fluxo de materiais. Deve-se anotar a quantidade máxima destes. |
|  | Supermercado | Stock controlado de materiais para programar as actividades a montante. |
|  | Movimento físico “puxado” | Retirada de materiais, geralmente de um supermercado. |

|  | Operador | Representa uma pessoa vista de cima. |
|---|-------------------------------------|---|
|  | <i>Buffer</i> ou stock de segurança | Devem ser anotadas as quantidades armazenadas. |
| Ícones do fluxo de informação | Significado | Nota |
|  | Fluxo de informação manual | Deve ser acompanhado do tipo, frequência e método. |
|  | Fluxo de informação electrónica | Deve ser acompanhado do tipo, frequência e método. Pode ser por fax ou e-mail, o conteúdo da informação fica registado num sistema. |
|  | Caixa de nivelamento de carga | Ferramenta usada para interceptar lotes do <i>Kanban</i> e nivelar o seu volume por determinado período de tempo. |
|  | Sinal do <i>Kanban</i> | Sinaliza o momento em que o ponto de reposição é alcançado e a necessidade de se produzir outro lote. |
|  | Posto <i>Kanban</i> | Local onde o <i>Kanban</i> é colocado e mantido para transferências de carga. |
|  | <i>Kanban</i> de requisição | Cartão que indica quanto deve ser requisitado/comprado e dá permissão para o efeito. |
|  | <i>Kanban</i> de abastecimento | Cartão que indica ao operador o material que pode transferir, geralmente de um supermercado para um processo. |

XI. Esquema do Mapa de Estado Actual

