

Desenvolvimento de um Modelo de Lean Procurement e Lean Project Management numa empresa do setor da construção

Miguel Moutinho de Magalhães

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. António Carlos Corte-Real Sousa



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2020-07-24

Resumo

Uma empresa do setor da construção, com especialização na área das energias renováveis, encontra-se em franco crescimento e expansão internacional. Ainda assim, uma análise detalhada do portefólio das obras realizadas pela empresa revela diversas oportunidades de melhoria, nomeadamente ao nível de minimização de custos e do aumento da satisfação dos clientes por via da entrega da obra dentro do prazo estabelecido.

A presente dissertação teve por base o desenvolvimento de um modelo completo para a gestão de obra, com os objetivos de melhorar os índices de cumprimento dos prazos de entrega e de reduzir os custos dos projetos. O modelo desenvolvido situa-se no domínio da filosofia *lean construction*, que defende a maximização do valor nas atividades realizadas no setor da construção, e recorre às ferramentas mais avançadas usadas atualmente no setor.

Devido ao seu grande impacto no orçamento das obras, dois temas em particular foram estudados: o *procurement* de matérias-primas e a gestão da obra. Na ótica de *procurement*, ou fornecimento de matérias-primas, o modelo baseou-se em ferramentas de sucesso comprovado, o *Purchasing Chessboard*TM e a abordagem *disruptive procurement*, adaptados ao contexto da empresa. O modelo criado tem como objetivo encontrar a estratégia ideal de *procurement* para cada produto. O modelo foi utilizado com as três matérias-primas de maior relevância no orçamento das obras consideradas: aço, cabos elétricos, e betão/cimentos. Para as três famílias de materiais foi possível propor soluções personalizadas para a otimização do fornecimento.

A gestão do projeto de construção, *project management* em inglês, focou-se nas áreas do planeamento e do controlo da progressão da obra. As principais melhorias do modelo face ao processo atualmente seguido pela empresa foram a normalização de procedimentos aliada ao uso de métodos robustos para guiar o planeamento do trabalho. As sessões de planeamento foram reformuladas. A introdução de diversos conceitos como *pull planning*, *buffer*, ou fases de um projeto, tornaram o cronograma da obra mais detalhado e fiável. A nível de controlo do progresso da obra, foi apresentado o conceito de sala *obeya*, uma sala física que contém todas as ferramentas de auxílio à supervisão da obra. Os elementos presentes na sala *obeya* incluem o planeamento seguindo o método do *last planner system* a diferentes horizontes, a gestão de constrangimentos, a realização regular de reuniões *kaizen* e a recolha de indicadores de projeto.

A natureza de funcionamento do setor da construção por intermédio de projetos de grande envergadura determina que a frequência de início de novas obras seja reduzida. Por esta razão, não foi possível avaliar todas as soluções propostas. Ao nível do *procurement*, os processos de compra reformulados foram aprovados e serão utilizados na preparação das próximas obras a executar. No que diz respeito à gestão de obra, foi acompanhada a fase de planeamento e início da execução de uma obra piloto, onde se aplicou o modelo desenvolvido. Os novos métodos de planeamento permitiram reduzir a duração expectável da obra em 30%. O decorrer da obra, por sua vez, apresenta sinais positivos de benefício trazido pelas ferramentas de auxílio à supervisão da obra ao nível do seguimento do progresso das atividades e da identificação de constrangimentos com antecedência.

Development of a Lean Procurement and Lean Project Management Model in a company of the construction sector

Abstract

A company of the construction sector, specialized in the renewable energy branch, is experiencing sustainable growth and international expansion. Nevertheless, a detailed analysis aimed at the company's portfolio of construction works unveils various opportunities for improvement, namely costs minimization and an increase of client's satisfaction with the on-time delivery of the project.

This dissertation presents the development of a complete model for the construction work management, with the objective of improving the on-time delivery rate and reducing the projects' costs. The created model belongs in the field of the lean construction philosophy, which defends the maximization of added value in construction related tasks, and makes use of most advanced tools currently used in the sector.

Due to their significant impact in the constructions' budget two particular themes were studied: the procurement of raw materials and the construction work management. Under the procurement view, the process of sourcing raw materials, the model is based on proven tools, such as the Purchasing Chessboard™ and the disruptive procurement approach, adjusted to the company's context. The created model's objective is to find the ideal procurement strategy for each product. The model was applied to the three most relevant materials budget wise in the addressed projects: steel, electric cables, and concrete/cement. For these three families of materials it was possible to propose solutions for the supply optimization.

The construction project management focused on the planning and work progress control. The main improvements the model brought compared to the actual process followed by the company were the procedures normalization allied to the use of robust methods to guide the work planning. The planning sessions were redesigned. The introduction of several concepts like pull planning, buffer, or project's phases, made the construction work timeline more detailed and reliable. Concerning the control of the work progress, the concept of the *obeya* room was presented, a physical space that contains all the useful tools to help the project supervision. The elements of the *obeya* room include planning following the last planner system method in the medium and short terms, constraint management, regular *kaizen* meetings and the collection of key project indicators.

The nature of the construction sector being based on large scale projects establishes a reduced frequency of new projects. For this reason, it was not possible to put into practice all the proposed solutions. With respect to procurement, the redesigned buying processes were approved and will be used in the preparation of the following construction projects. When it comes to construction management, both the planning phase and the beginning of a pilot project were accompanied with the application of the developed model. The new planning methods allowed the reduction of the project expected duration in 30%. As the construction work advances, positive signs of the benefits brought by the application of the model's tools in assisting the project supervision arise, namely in being in pair with the activity progress and in the early identification of restraints.

Agradecimentos

Ao Gustavo Ferreira, por toda a ajuda e inesgotável paciência ao longo dos últimos meses. Ao Miguel Teixeira, pela orientação e partilha de conhecimento. A todos os membros do Instituto Kaizen a quem devo um intenso período de desenvolvimento pessoal, motivado pelos excelentes desafios que sempre me propuseram.

Ao Professor António Carlos Corte-Real Sousa, pela disponibilidade e conselhos valiosos ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus pais e irmão pelo apoio nos melhores e piores momentos.

À Raquel por todo o carinho.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do Instituto Kaizen.....	1
1.2	Enquadramento do Projeto e Motivação	1
1.3	Setor da Construção Civil.....	2
1.4	Objetivos do Projeto	3
1.5	A Abordagem ao Problema	3
1.6	Estrutura da Dissertação	4
2	Revisão Bibliográfica.....	5
2.1	<i>Lean Management</i> e <i>Kaizen</i>	5
2.2	<i>Lean Construction</i>	7
2.2.1	<i>Lean Project Management</i>	8
2.2.2	<i>Lean Procurement</i>	11
3	Descrição das Estratégias Atuais de <i>Procurement</i> e Gestão de Obra.....	15
3.1	Apresentação das Obras Analisadas	15
3.2	Distribuição de Custos em Obra	16
3.3	Estratégia Atual de <i>Procurement</i>	17
3.3.1	<i>Procurement</i> do Aço	18
3.3.2	<i>Procurement</i> dos Cabos	20
3.4	Estratégia Atual de Gestão da Obra	21
3.4.1	Gestão da Obra em Obras de Construção	22
3.4.2	Gestão da Obra em Obras de Instalação	22
4	Desenvolvimento de um Modelo de <i>Lean Procurement</i> e <i>Lean Project Management</i>	24
4.1	Modelo de <i>Lean Procurement</i>	24
4.1.1	Aplicação do Modelo à Compra de Aço.....	26
4.1.2	Aplicação do Modelo à Compra de Cabos.....	27
4.1.3	Aplicação do Modelo à Compra de Betão/Cimentos	30
4.2	Modelo de <i>Lean Project Management</i>	32
4.2.1	Modelo de Planeamento	33
4.2.2	Modelo de Gestão da Obra.....	35
5	Apresentação dos Resultados Obtidos.....	38
6	Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro	42
6.1	Conclusões	42
6.2	Trabalho Futuro.....	43
	Referências	44
	ANEXO A: Cronograma das Fases da Obra	46
	ANEXO B: Matrizes do Modelo <i>Purchasing Chessboard</i> TM	47
	ANEXO C: Mapeamento detalhado do Processo de Desenvolvimento de Engenharia e Compra de Cabos Atuais	48
	ANEXO D: Mapeamento detalhado do Novo Processo de Desenvolvimento de Engenharia e Compra de Cabos	50
	ANEXO E: Elementos Sala Obeya	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Produtividade do setor da construção em comparação com a produtividade do total da indústria em Portugal. Produtividade aparente do trabalho é a riqueza que se obtém na produção de bens ou serviços por trabalhador. Valores em euros. Dados retirados de https://www.pordata.pt/Portugal/Produto+Interno+Bruto+na+%C3%B3ptica+da+produ%C3%A7%C3%A3o+(base+2016)-2280-179824 , consultado em 2020-04-20, 19:20.	2
Figura 2 - Número de empregados no setor da construção, em milhares. Pode-se observar a tendência decrescente a acentuar-se depois do ano de 2008, caindo para quase metade antes de estagnar em 2014. Dados adaptados de https://www.pordata.pt/DB/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Gr%C3%A1fico , consultado a 2020-06-11, 11:15.	3
Figura 3 - Exemplo de um excerto de planeamento de uma obra. Representam-se os principais elementos de um plano de projeto.	9
Figura 4 - Representação do modelo do <i>Purchasing Chessboard</i> TM com três níveis distintos. No nível superior figuram quatro estratégias básicas de <i>procurement</i> . No nível intermédio exibem-se dezasseis alavancas para propulsionar a estratégia escolhida. No nível inferior, existem sessenta e quatro métodos de fornecimento para aplicação direta. Imagem adaptada de Schuh (2017).	12
Figura 5 - O primeiro nível do <i>Purchasing Chessboard</i> TM , referente a quatro macroestratégias de <i>procurement</i> , com representação dos eixos de poder do fornecimento e poder da procura. Adaptado de (Schuh 2017)	13
Figura 6 - Mapa do <i>procurement</i> disruptivo. Consoante o posicionamento face ao conhecimento da criação de valor, diferentes estratégias inovadoras são sugeridas para maximizar a proposta de valor do produto. Imagem adaptada de Strohmer (2016).	14
Figura 7 - Distribuição geográfica das obras em estudo. Portugal está identificado como a sede da empresa.	15
Figura 8 - Representação da distribuição média de custos em obra. Exibem-se as principais categorias, e ainda a divisão entre custos fixos e variáveis.	16
Figura 9 - Gráfico de Pareto que mostra o valor total, em euros, das matérias consumidas em todas as obras em análise.	17
Figura 10 - Esquema simplificado das principais etapas da cadeia de valor do ferro/aço para a construção civil. O momento de atuação da empresa sobre a cadeia de valor está assinalado com uma seta vertical.	19
Figura 11 - Custo unitário médio por tonelada de aço, em euros, nas diversas obras consideradas para análise.	19
Figura 12 - Valor das encomendas de aço, em euros, ao longo do tempo, para o portefólio das obras analisadas. O valor negativo em julho do ano 2019 deveu-se a devoluções excecionais de material ao fornecedor.	20
Figura 13 - Processo de aplicação do modelo de <i>lean procurement</i> desenvolvido. Para cada uma das quatro categorias questionadas, conforme a resposta, a forma de aplicação do modelo adapta-se para sugerir a estratégia indicada para cada caso.	25
Figura 14 - Representação do mapa do <i>Purchasing Chessboard</i> TM para a realidade da matéria-prima aço. Sugeriu-se a aglomeração de quantidades, <i>sourcing</i> global, e mudança na cadeia de valor.	26
Figura 15 - No mapa do <i>procurement</i> disruptivo, devido ao elevado conhecimento do valor criado pelos intervenientes, sugeriu-se a aproximação da empresa com os fornecedores e o desenvolvimento colaborativo do negócio.	28

Figura 16 - No <i>Purchasing Chessboard</i> TM adaptado aos cabos, salientaram-se técnicas de aproximação dos elos da cadeia de valor (“Gestão colaborativa” e “Desenvolvimento do Fornecedor”) e técnicas centradas na avaliação e desenho do produto.	28
Figura 17 - No <i>Purchasing Chessboard</i> TM adaptado para o betão/cimentos mereceram relevo métodos que procuram a revisão dos preços dos fornecedores e que alavancam a concorrência pelo preço mais baixo entre fornecedores. A empresa faz assim valer o seu elevado poder da procura na região.	31
Figura 18 - Esquema resumo do modelo desenvolvido. Nos campos de fundo preenchido figuram os temas e as áreas abordados pelo modelo. Os campos com fundo branco mostram os motivos que dividem as análises conduzidas.	38
Figura 19 – Cronograma das fases e atividades da obra.	46
Figura 20 – Matriz de nível 2 do <i>Purchase Chessboard</i> TM . Representa as 16 alavancas. Adaptado de (Schuh 2017).	47
Figura 21 - Matriz de nível 3 do <i>Purchase Chessboard</i> TM . Representa as 64 técnicas de <i>procurement</i> . Adaptado de (Schuh 2017)	47
Figura 22 – Mapeamento do processo atual de desenvolvimento de engenharia e compra dos cabos.	49
Figura 23 - Mapeamento do novo processo de desenvolvimento de engenharia e compra de cabos. As principais mudanças face ao processo atual verificam-se ao nível dos entregáveis definidos em cada fase; na clara definição das especificações a serem tratadas em cada etapa, e na realização de <i>workshops</i> colaborativos com os fornecedores.	51
Figura 24 - Macro planeamento da obra. Estão preenchidas a azul as semanas de trabalho para cada atividade. A cor de laranja apresentam-se as <i>milestones</i> internas, e a amarelo prazos contratuais. Todas as semanas deve ser revisto o progresso da semana anterior, e os rendimentos corrigidos para evitar incorrer em atrasos na obra.	52
Figura 25 - Planeamento a médio prazo usando o <i>last planner system</i> a seis semanas. Cada atividade é representada por um cartão. Para o horizonte considerado são indicados os requisitos à realização das atividades planeadas e o seu estado de cumprimento. Eventuais constrangimentos que surjam devem entrar num plano de ações para serem solucionados.	53
Figura 26 - Planeamento a curto prazo. No fim de uma semana é feito o planeamento do trabalho em detalhe para a semana seguinte. As atividades são divididas nas tarefas necessárias à sua execução. São anotados os avanços previstos para cada tarefa em cada dia. No fim de cada dia de trabalho, o responsável pela tarefa deve anotar no quadro o avanço real. Atrasos nos avanços devem desencadear imediatamente ações de correção.	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo da aplicação do modelo de <i>procurement</i> às três famílias de matérias-primas mais preponderantes nas obras da empresa em estudo.	32
Tabela 2 – Categorização da tipologia de obra.	33
Tabela 3 – Elementos da sala <i>obeya</i> consoante a tipologia da obra.	35
Tabela 4 – Indicadores de projeto objetivo da implementação do modelo de gestão de obra desenvolvido.	41

1 Introdução

O projeto de investigação aplicada conducente a esta dissertação enquadra-se num projeto de melhoria da gestão de obra numa empresa-cliente¹ do setor da construção, com especialização na área das energias renováveis.

No presente capítulo apresenta-se o Instituto Kaizen, empresa onde decorreu a realização do projeto, o enquadramento e motivação do projeto, bem como a estrutura desta dissertação.

1.1 Apresentação do Instituto Kaizen

Fundado em 1985 por Masaaki Imai, o Instituto Kaizen é uma empresa global de consultoria presente em mais de 60 países.

A filosofia *kaizen* promove a melhoria contínua de todas as pessoas, em todos os momentos, em todo o lado (Coimbra 2013). A missão do Instituto é ajudar os clientes a desenvolver uma cultura *kaizen*.

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito de consultoria operacional numa empresa do setor da construção.

1.2 Enquadramento do Projeto e Motivação

No setor da construção é comum a adjudicação de projetos por intermédio de um processo denominado de *tender*: é lançado um concurso ao qual os interessados respondem com uma proposta.

Este *modus operandi* leva a um aumento da competitividade entre os interessados, pois incita à proposição da melhor oferta de forma a vencer o processo de *tender*. Assim sendo, do lado do proponente, sem descurar a qualidade do trabalho entregue e o tempo de execução do mesmo, procura-se a otimização do orçamento do projeto de construção.

Duas fases do processo de construção revelam-se chave na otimização da orçamentação: a fase de *procurement* e a fase do planeamento/gestão da obra. A razão da sua importância é o impacto que têm no custo global do projeto, e, por conseguinte, tanto no valor apresentado como proposta, como na margem de lucro final da obra.

A fase de *procurement* envolve a procura, negociação e aquisição dos recursos necessários à obra. A sua otimização permite a redução dos custos dos fornecimentos e serviços externos (FSE). A fase de planeamento/gestão da obra corresponde à definição do cronograma das atividades da obra e à alocação dos recursos às várias fases do projeto. Uma gestão adequada

¹ Por motivos de confidencialidade, o nome da empresa em questão não é revelado.

permite a contenção de custos por evitar recorrer a soluções de emergência, não contabilizadas inicialmente.

1.3 Setor da Construção Civil

O setor da construção civil representa 4% do produto interno bruto (PIB) português (PORDATA 2020b) e emprega mais de 304 mil pessoas, 6.2% da população portuguesa ativa (PORDATA 2020a).

Apesar da importância da construção e renovação de infraestruturas, a produtividade do setor pouco tem evoluído nas últimas décadas, como se pode verificar na Figura 1, mas o problema foi sendo mascarado pelo crescimento do setor.

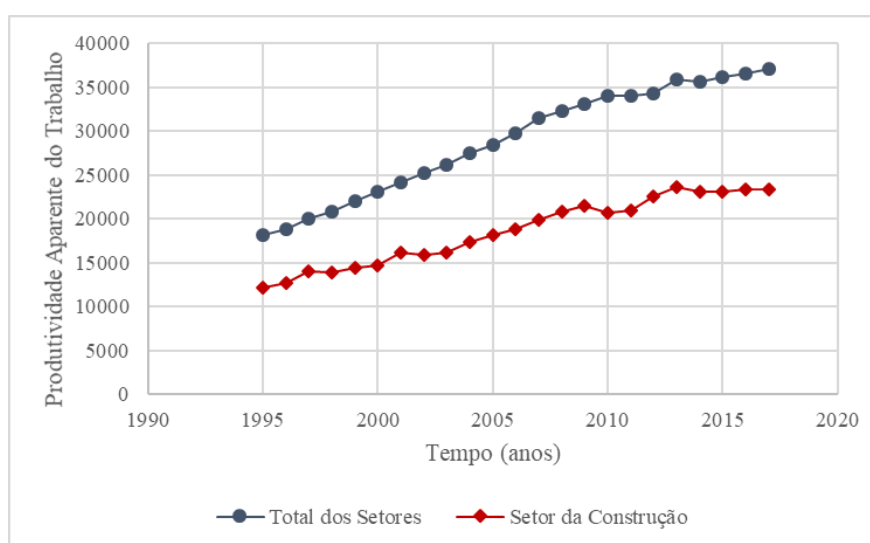


Figura 1 - Produtividade do setor da construção em comparação com a produtividade do total da indústria em Portugal. Produtividade aparente do trabalho é a riqueza que se obtém na produção de bens ou serviços por trabalhador. Valores em euros. Dados retirados de [https://www.pordata.pt/Portugal/Produto+Interno+Bruto+na+%C3%B3ptica+da+produ%C3%A7%C3%A3o+\(base+2016\)-2280-179824](https://www.pordata.pt/Portugal/Produto+Interno+Bruto+na+%C3%B3ptica+da+produ%C3%A7%C3%A3o+(base+2016)-2280-179824), consultado em 2020-04-20, 19:20.

No decorrer da crise imobiliária de 2008, porém, o setor foi duramente afetado. Os impactos foram profundos e estenderam-se para além de fatores económicos. Em Queirós et al. (2019), são apontados impactos sociais ao nível de pessoas individuais e entidades ligadas ao setor. Economicamente, um dos indicadores mais representativos é o número de empregados por ramo de atividade. Nas estatísticas para o setor da construção, retiradas de (PORDATA 2020a), apresentada na Figura 2, observa-se uma descida acentuada do número de empregados após o ano de 2008. A crise que se instalou reduziu o número de empregados quase para metade (de 504,080 em 2008 para 272,490 em 2014, uma redução de 46%), e a tendência negativa só estagnou em 2014, quando se começou uma lenta recuperação económica.

Na fase de recuperação houve uma maior abertura para implementar novas metodologias e ferramentas que ajudassem à melhoria do trabalho desenvolvido, das quais se destaca a filosofia *lean construction* (Pons e Rubio 2019). A *lean construction* aplica o princípio de maximização do valor das tarefas realizadas, tendo em conta as características do setor (Koskela 1992).

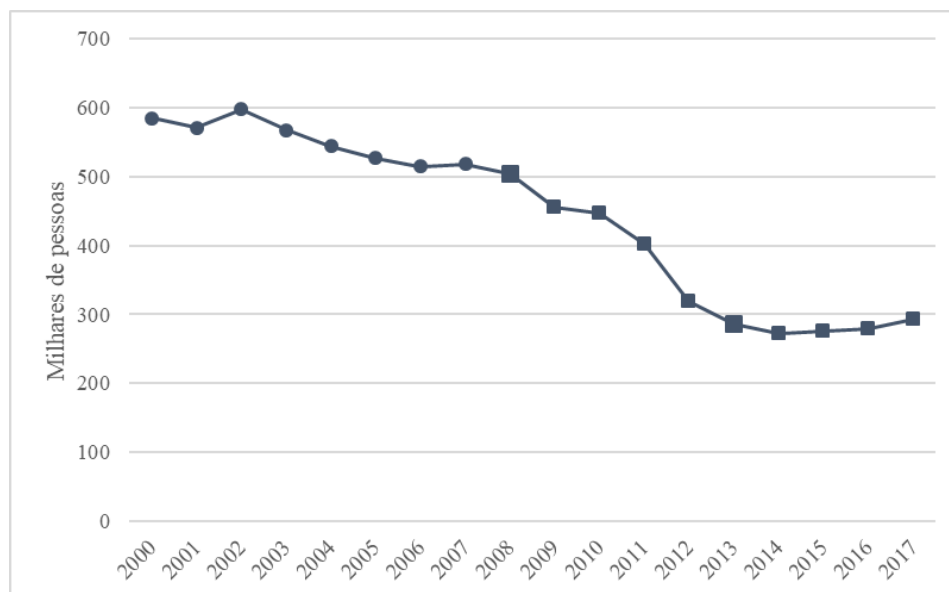


Figura 2 - Número de empregados no setor da construção, em milhares. Pode-se observar a tendência decrescente a acentuar-se depois do ano de 2008, caindo para quase metade antes de estagnar em 2014. Dados adaptados de <https://www.pordata.pt/DB/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Gr%C3%A1fico>, consultado a 2020-06-11, 11:15.

A gradual adoção de ferramentas inovadoras de apoio ao projeto está limitada pelo estado inicial de desenvolvimento das mesmas. As ferramentas disponíveis associadas à implementação da *lean construction* são, ao dia de hoje, genéricas e transversais ao setor (Pons e Rubio 2019). Contudo, para a atuação em áreas complexas como o planeamento ou a gestão dos projetos de construção, os profissionais necessitam de meios de auxílio adaptáveis à realidade de cada obra.

1.4 Objetivos do Projeto

Conjugando o crescimento da empresa onde se realizou este projeto com a maré favorável para implementação de novas ferramentas no setor da construção, surgiu o desafio de desenvolver um modelo de gestão de projeto, para aplicação nas obras em carteira da empresa.

Devido às inúmeras especificidades de cada obra, como região, tipologia, ou requisitos, pretende-se um modelo que seja adaptável a todo o tipo de obras.

O modelo desenvolvido teve enfoque em duas áreas: por um lado, no *procurement*, com o objetivo de reduzir o custo com fornecimentos e serviços externos (FSE) e, por outro lado, na gestão da obra e planeamento, de modo a reduzir a duração da execução da obra e aumentar a satisfação do cliente.

1.5 A Abordagem ao Problema

De forma a ir de encontro aos objetivos propostos, o projeto foi segmentado em duas partes: uma dedicada ao *procurement*, e outra dedicada à gestão da obra.

Na primeira parte foi realizado um trabalho de recolha de dados e identificação de oportunidades juntamente com os elementos da empresa associados ao departamento de compras. A informação recolhida foi analisada de acordo com a categoria de material, a região do globo e outros fatores distintivos. Procedeu-se também ao levantamento e avaliação das

estratégias atuais de fornecimento. Foram analisadas e avaliadas outras estratégias e métodos de sucesso comprovado na literatura e foram propostas soluções para otimizar o processo de *procurement*.

Na parte referente à gestão da obra foram desenvolvidas, com os responsáveis das obras, as ferramentas de apoio ao projeto, ajustando-as à realidade de cada obra. As metodologias de suporte ao planeamento desenvolvidas foram aplicadas à fase de planeamento de uma obra piloto. As ferramentas de apoio à gestão de obra foram desenhadas em conjunto com os intervenientes no projeto e foi realizado o seguimento da utilização das ferramentas e das reuniões em obra.

Procurou-se ainda a implementação de processos normalizados de medição de indicadores para avaliação do impacto das mudanças efetuadas face ao estado atual.

As previsões dos resultados da implementação do modelo desenvolvido apontam, ao nível do *procurement*, para a redução dos custos de fornecimento. No que diz respeito à gestão de obra, com o replaneamento da obra piloto foi conseguida a redução da duração expectável da obra em 30%, de dez meses para 7 meses. Com as ferramentas de auxílio ao controlo da obra procura-se o cumprimento de 80% das entregas definidas contratualmente com o cliente, e ainda o aumento da eficiência de trabalho diária.

1.6 Estrutura da Dissertação

Até à presente secção foi enquadrado o contexto da realização do projeto conducente a esta dissertação, apresentado o setor da construção civil, os objetivos propostos e a metodologia que foi seguida.

O restante desta dissertação está organizado do seguinte modo:

No capítulo segundo é realizada uma revisão bibliográfica do estado da arte. São abordados os conceitos basilares das filosofias *kaizen* e *lean construction*. Dentro do *lean construction* é conferido destaque aos temas de *lean project management* e *lean procurement*. Em ambos se aborda com especial ênfase as metodologias utilizadas no decorrer do projeto.

O capítulo terceiro inicia-se com a apresentação das obras da empresa consideradas para análise e a distribuição de custos no orçamento das obras. São também descritas as estratégias seguidas pela empresa no domínio do *procurement*, para as matérias-primas mais relevantes, e na área da gestão da obra, na ótica do planeamento e do controlo do projeto.

O capítulo quarto compreende a apresentação da solução proposta. A estruturação desta secção segue a dualidade adotada na descrição da situação atual. A divisão do modelo global de gestão de obra em duas partes, modelo de *procurement* e modelo de planeamento, facilita o entendimento das metodologias abordadas.

No capítulo quinto são apresentados os resultados da aplicação do modelo. Para cada área de aplicação são elencados os objetivos a atingir e, quando aplicável, os resultados obtidos.

Por fim, no capítulo sexto, são resumidas as conclusões do projeto realizado. As perspetivas de trabalho futuro analisam ainda o impacto esperado pela total adoção das soluções propostas pela empresa.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 *Lean Management e Kaizen*

O *kaizen*, uma nova cultura de melhoria contínua, surgiu no Japão quando o país recuperava dos efeitos da Segunda Guerra Mundial. Foi, mais especificamente, na Toyota Motor Company que se desenvolveu um processo de produção altamente disruptivo (Womack, Jones e Roos 1991), que catapultou a marca para a liderança da indústria. Conhecido como Sistema de Produção Toyota, criado por Taiichi Ohno (escrita ocidental) e posteriormente descrito num livro com o mesmo nome (Ohno 1988), os seus princípios espalharam-se por todos os setores de mercado e por todo o mundo. Denominou-se *lean*, palavra inglesa que significa magro ou sem gordura, ao estado ótimo em que todas as atividades realizadas têm valor acrescentado, estado do qual a Toyota se aproximava.

A familiaridade dos termos *kaizen* e *lean* é explicada pela sua relação: *lean* é o estado desejado. *kaizen*, composição das palavras *kai* (mudar) e *zen* (melhor), é o processo de melhoria contínua para o atingir, lutando constantemente pela eliminação de desperdício, variabilidade e sobrecarga (Coimbra 2013).

Segundo Masaaki Imai, no livro “Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy” (2012), a filosofia *kaizen* procura a maximização do valor de uma organização. No mesmo livro, Masaaki Imai afirma que as metodologias para atingir este objetivo devem assentar em cinco princípios fundamentais:

- Criação de valor para o cliente;

A satisfação do cliente final deve ser o foco de todas as organizações. Contudo, todos os elos da cadeia de valor a jusante devem ser tomados como clientes, quer sejam internos ou externos à organização, de modo a manter os padrões de exigência e a maximização do valor.

- Criação de eficiência de fluxo;

O meio para atingir o estado *lean* é a redução de desperdício. A palavra japonesa para desperdício, *muda*, designa todas as atividades que não acrescentam valor. O criador do Sistema de Produção Toyota, Taiichi Ohno, foi o primeiro a classificar os 7 tipos de *muda*:

1. Sobreprodução;
2. *Stock*;
3. Erros e defeitos;
4. Movimento de pessoas;
5. Reprocessamento;
6. Espera de pessoas;
7. Movimento de carga e/ou informação.

A eliminação destes desperdícios melhora a eficiência operativa em larga margem, defende ainda Ohno (1988). É neste princípio operativo que assenta a filosofia *lean*.

- Orientação para o *gemba*;

Gemba é uma palavra japonesa que significa terreno, ou o local onde decorre o trabalho. A filosofia *kaizen* distingue-se por se aproximar do chão de fábrica para observar os processos a acontecer, podendo assim mais facilmente identificar oportunidades de melhoria.

- Envolvimento das pessoas;

Uma organização tem nos seus colaboradores o seu recurso mais valioso. Assim, procura-se o envolvimento total e a motivação de todos os elementos da hierarquia empresarial por forma a instaurar uma cultura de melhoria contínua. Na cultura *kaizen* nutre-se respeito por todos os elementos. Paralelamente, há uma responsabilização das equipas como um todo, e são procuradas as razões para o acontecimento dos erros ao invés de culpar algum elemento em particular. É também com a participação de todos que se produz uma sensação de pertença ao local de trabalho e reconhecimento do próprio esforço nas melhorias aplicadas.

- Gestão Visual.

Para a transmissão inequívoca e eficaz de informação. A informação deve ser visível e facilmente compreendida, fazendo uso de uma boa organização espacial e de códigos de cor claros. A leitura rápida do estado dos processos permite a reação rápida a eventuais desvios.

Um outro conceito central à filosofia *kaizen* chama-se *just-in-time* (JIT) (Imai 2012). Aplicado de forma pioneira no Sistema de Produção Toyota, o JIT defende a entrega ao cliente apenas da quantidade necessária de produto e no momento necessário. A redução de inventário e de esperas desnecessárias conseguidas com recurso ao JIT contribui para atingir o estado *lean*. As características do JIT incluem o fluxo unitário de peça e o fluxo em *pull* (puxar). O fluxo em *pull* revolucionou a forma tradicional de pensar a produção. Ao invés de ser maximizada a utilização dos recursos produtivos e serem fabricados o máximo número possível de produtos; a produção é apenas desencadeada quando há informação sobre a procura do produto. O tempo de resposta torna-se menor, aumentando a satisfação do cliente. Paralelamente, não se incorre em acumulação de *stocks* e, por consequência, mais custos (Ōno 1988).

Segundo Masaaki Imai (2012), um dos alicerces da melhoria contínua é a resolução estruturada de problemas. O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) é uma das ferramentas que assegura a continuidade da cultura *kaizen* através da melhoria dos standards. Criado por William Edwards Deming, em apenas quatro passos o ciclo consegue capturar a essência da melhoria contínua:

- *Plan* (planear) – definir os objetivos a atingir;
- *Do* (fazer) – realizar mudanças que permitam atingir os objetivos planeados;
- *Check* (verificar) – avaliação dos resultados das mudanças efetuadas;
- *Act* (atuar) – caso as mudanças tragam resultados positivos, são implementadas no processo.

Outra ferramenta para resolução de problemas designa-se de A3 (Sobek e Smalley 2008). O A3 encerra 9 passos normalizados para guiar a melhoria contínua:

1. Descrição do objetivo;
2. Análise do estado atual;
3. Definição do estado alvo;
4. Análise de desvios e causas;
5. Desenho de soluções;
6. Teste de soluções;
7. Atualização do plano de ações;
8. Confirmação de objetivos;
9. Lições aprendidas.

O nome da ferramenta deve-se à forma como é apresentada: numa folha de tamanho A3, definido pelo ISO 216, dividida em 9 espaços para cada um dos passos. As vantagens do A3 prendem-se com a estruturação do processo de melhoria, que facilita o desenvolvimento do mesmo, bem como permitindo o entendimento rápido e claro por parte de algum elemento externo à melhoria.

Esta ferramenta foi utilizada no decurso deste projeto para guiar o processo de descoberta e implementação de soluções.

2.2 *Lean Construction*

Tradicionalmente, os projetos de construção são associados a métodos antiquados, incumprimento de prazos, custos excessivos, mão de obra pouco qualificada, entre outros. Na génese de todos os problemas levantados encontra-se a falta de melhoria contínua (Pons e Rubio 2019).

As condições económicas em geral favoráveis ao setor da construção no fim do século XX e início do século XXI, geraram procura suficiente para alavancar o crescimento do setor. Porém, este crescimento repercutiu-se negativamente em termos de produtividade cujos dados, como já referido no capítulo 1, revelam que o ritmo de crescimento da indústria em geral não foi acompanhado.

Com a chegada da crise imobiliária de 2008, as deficiências da indústria edificadora foram reveladas. Surgiu, assim, interesse pelas metodologias *lean*, vistas como uma possível solução para o desenvolvimento do setor. A aplicação do *lean*, com demonstrado sucesso noutras indústrias, pretendia melhorar os indicadores dos projetos de construção em termos de custos, qualidade e entrega. Para reduzir a variabilidade dos valores finais das obras face às condições iniciais do contrato era fundamental conjugar os interesses de todas as partes envolvidas na obra e partilhar informação de modo a ter uma resposta positiva aos compromissos tomados.

A expressão *lean construction* foi usada pela primeira vez pelo *International Group for Lean Construction* em 1993, quando foi fundado (Construction 2012), tendo como base o relatório técnico “Application of the New Production Philosophy to Construction” de Lauri Koskela (1992). Este relatório definiu a base para a nova filosofia.

Lean construction é parte da filosofia *lean*. Portanto, aplica os mesmos objetivos de maximização de valor e redução do desperdício a técnicas específicas aplicadas a projetos de construção (Ballard e Howell 2004).

A indústria da construção possui peculiaridades distintivas, que podem ser agrupadas em três categorias (Koskela 2000).

- Cada construção tem uma natureza única. Isto deve-se à existência de inúmeros fatores que não se repetem tais como os requisitos do cliente, a localização ou os desenhos propostos para a obra;
- Produção no local final. Esta peculiaridade acrescenta complexidade e incerteza na cadeia de abastecimento (preferência no uso de recursos locais), na gestão de interrupções por motivos externos como condições meteorológicas, e na organização do fluxo de pessoas ao invés do fluxo de materiais.
- Organização temporária. As práticas e pessoas envolvidas num projeto diferem, tendo como consequência diferentes combinações de curvas de aprendizagem, domínio das técnicas e relações profissionais estabelecidas.

Estas peculiaridades levaram à criação de um modelo de produção adaptado às circunstâncias da indústria edificadora pelos obstáculos que apresentam. Por esta razão surgiu a *lean construction*.

Um dos traços caracterizadores da *lean construction* é a realização do planeamento numa ótica de *pull* (Achell 2014). Esta abordagem permite reduzir o tempo da obra por utilizar as durações reais das atividades, sem adicionar folgas às tarefas. Estas folgas, denominadas de *buffer*, são agrupadas e concentradas no fim de determinadas fases do projeto. Adicionalmente, o processo de planeamento por *pull* é realizado do fim para o início. Começando da última tarefa a executar e recuando cronologicamente pelas tarefas precedentes consegue-se obter uma visão global do projeto. A apresentação das tarefas de diferentes ofícios permite identificar situações críticas, mas sobretudo consciencializar a equipa de trabalho de todos passos necessários para concluir o projeto. Com um calendário de projeto fiável, pode proceder-se a uma construção *just-in-time*. No contexto de uma obra, a aplicação do *just-in-time* traduz-se no início de processos apenas quando a sua realização é necessária. Desta forma, processos tais como iniciar atividades, contratar subempreiteiros, ou encomendar materiais, são acionados no momento certo evitando incorrer em sobrecustos por espera sem utilização do material ou pessoas.

No entanto, o planeamento em *pull* só funciona partindo de uma visão holística, isto é, abrangendo todas as atividades do fluxo construtivo (Pons e Rubio 2019). Olhar para todas as tarefas em conjunto pode levar à identificação de precedências ou sinergias que não tinham sido previamente detetadas. Paralelamente, a visão holística facilita a correta atribuição dos *buffers* no fim de cada fase, ao invés de distribuídos individualmente pelas tarefas.

Surge, então, a necessidade da colaboração para desenvolver o planeamento da obra e, posteriormente, para a sua realização. É de extrema importância a presença de elementos do terreno na planificação do projeto. O seu conhecimento da realidade permite-lhes adicionar *inputs* valiosos sobre as tarefas. A sua presença contribui igualmente para a integração das equipas num espírito de união. Todos estes benefícios traduzem-se numa maior satisfação interna e externa.

A filosofia *lean construction* suporta-se em dois pilares fundamentais: *lean project management*, na perspetiva da gestão de obra e *lean procurement*, na procura e compra dos materiais necessários à construção.

2.2.1 Lean Project Management

Um projeto é um trabalho temporário que visa criar um produto ou serviço únicos. A singularidade de cada projeto não significa a não existência de elementos repetitivos. Os objetivos definidos para um projeto são atingidos através de entregáveis. No vocabulário de gestão de projetos, entregável descreve um bem ou serviço quantificável. Tangíveis ou intangíveis, os sucessivos entregáveis marcam o progresso no avanço de qualquer projeto (Project Management Institute 2017).

São muitos os setores da economia cuja produção é baseada em projetos. Alguns exemplos são a construção de navios, filmagens, engenharia de softwares, desenvolvimento de produto, ou a indústria de construção (Ballard e Howell 2002).

Lean project management descreve a aplicação de uma metodologia *lean* à execução de um projeto. No caso particular de projetos de construção, a gestão de um projeto é adaptada ao setor. Neste contexto, o *lean project management* insere-se na *lean construction* como sendo uma das formas de executar engenharia civil de forma *lean*.

Para uma gestão ótima de um projeto é fundamental uma estruturação completa e detalhada de todas as atividades que compõem a sua execução. Em especial, há um conjunto de atividades que representam o caminho mais longo para atravessar o projeto. Este conjunto de atividades denomina-se de caminho crítico. O caminho crítico determina a duração mínima possível para

a execução do projeto (Project Management Institute 2017). O seu uso para a estimativa das datas de conclusão tem o nome de método do caminho crítico.

O estudo do caminho crítico é importante porque o atraso na realização das tarefas que o constituem põe em risco o cumprimento dos prazos estabelecidos. Para promover o cumprimento das datas de entrega, surge a necessidade de planear a execução das tarefas com folgas que possam absorver variações nos tempos de execução previstos. A denominação das folgas é *buffer*. Na Figura 3 está representado um excerto de um planeamento de uma obra de construção. Podem ser consultadas as subtarefas da atividade “Fundações”, e a duração de cada uma. As tarefas “Escavação & sistema de ligação à terra”, “Colocação de varões para betão” e “Enchimento de betão & finalização da ligação à terra” compõem o caminho crítico. A sua sequência é assinalada por setas que ligam os sucessivos elos da cadeia crítica. O *buffer*, representado como um retângulo vazio, promove o cumprimento do prazo contratual.

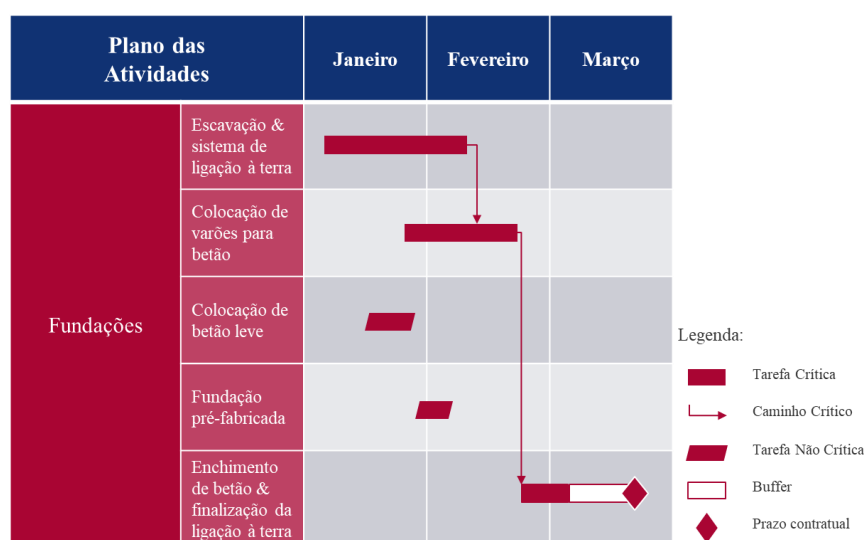


Figura 3 - Exemplo de um excerto de planeamento de uma obra. Representam-se os principais elementos de um plano de projeto.

Os *buffers* devem ser concentrados no fim de cada fase do projeto ao invés de distribuídos por cada tarefa. A distribuição dos *buffers* ao nível das tarefas leva a que ocorram mais atrasos na execução das atividades. No sentido oposto, a concentração dos *buffers* permite a redução do tempo total de folgas devido à menor utilização destas. Adicionalmente, um *buffer* não utilizado significa uma paragem nos trabalhos de construção. Portanto, a redução do número de *buffers* traduz-se também na redução do tempo sem valor acrescentado, e consequentemente no tempo de execução da obra.

Um outro conceito importante na gestão de projetos é o conceito de fase (Pons e Rubio 2019). Uma fase é constituída por atividades realizadas em paralelo, mas que após a sua execução convergem para um ponto em comum. Representa-se um exemplo de plano de atividades de uma obra de construção na Figura 19 do Anexo A. As fases definidas agregam atividades com a mesma natureza. A título demonstrativo, tome-se como exemplo uma fase que reflita a preparação do terreno. As atividades que a compõem são o “Movimento de terras” e a colocação de “Vedação do terreno”.

A divisão de um projeto em fases beneficia o planeamento e controlo por concentrar o trabalho numa determinada secção, e promover uma reflexão sobre o trabalho realizado, identificando oportunidades de melhoria a aplicar quando a secção seguinte for iniciada.

O apoio à *lean construction project management* faz-se com ferramentas desenhadas especialmente para o setor da construção. Desta forma, é transversal a todas estas ferramentas o interesse em envolver todos os participantes na obra e promover a comunicação entre subempreitadas. Apresentam-se, de seguida, as ferramentas com maior utilização, entre as quais se destaca o *last planner system* pela sua elevada complexidade e impacto.

- *Last planner system*;

É uma ferramenta holística que através de diferentes sessões de planeamento em *pull* colaborativo melhora a produtividade e controlo da obra, afetando positivamente outros indicadores como segurança, cumprimento com os requisitos, qualidade e redução de desperdício (Pons e Rubio 2019).

O *last planner system (LPS)* tem a sua base em sessões de *pull planning*: reuniões com todos os responsáveis dos ofícios da obra (denominados *last planners*) onde se desenha uma imagem geral para a planificação do projeto. A presença dos *last planners* oferece mais rigor ao planeamento uma vez que eles conhecem com detalhe os recursos e tempos necessários à execução das tarefas. Adicionalmente, também beneficia o cruzamento de informações entre ofícios e eleva a sensação de compromisso por todos os participantes.

As sessões de *pull planning* existem em momentos chave para definir os próximos passos numa visão macro, como por exemplo, quando se planeia uma nova fase. Contudo, o plano desenhado não é estático, e o contributo dos *last planners* é fundamental para o retroalimentar com informação recolhida no dia-a-dia. Estes incrementos podem ser feitos no macroplano da obra ou nas versões a médio e curto prazo do LPS: vista a 6 semanas, ou a 1 semana. A utilização de várias versões do planeamento com horizontes mais reduzidos traduz-se no maior detalhe impresso em cada tarefa, nas necessidades de recursos, contratemplos, e estado do processo.

Os compromissos estabelecidos no LPS como trabalho a realizar são medidos pela percentagem do plano completado (PPC). Este indicador apresenta as tarefas que foram completadas em relação a todas as tarefas previstas. Funciona de forma a controlar o planeamento tornando-o mais realista e, por conseguinte, a diminuir os atrasos que se podem propagar pelo fluxo de construção.

- *Daily huddles* / reuniões diárias;

São reuniões curtas, com duração entre 10 a 20 minutos, e têm lugar no início ou fim do dia. Servem para promover a comunicação e colaboração entre a equipa. Os objetivos desta reunião são dar *feedback* sobre o progresso diário do trabalho e resolver de forma eficiente algum constrangimento de última hora. Devem-se reunir os chefes de cada equipa/subempreitada, tendo cada qual o seu tempo de intervenção. Devem ser anotados e deixados para depois do fim da reunião assuntos que não interessem a todos os elementos presentes (Donarumo e Zandy 2019).

- A sala *obeya*;

Obeya significa sala ou sala grande em japonês. É o local onde se encontram os responsáveis da obra para as reuniões, quer reuniões diárias ou sessões de planeamento. Este espaço deve estar equipado com as ferramentas necessárias para a execução das reuniões, tais como quadros, canetas ou papéis, entre outros, e ter condições propícias para o normal decorrer dos encontros. Nesta sala deve estar patente o princípio da gestão visual – de uma forma rápida e fácil, ser possível perceber cada um dos quadros da sala (Donarumo e Zandy 2019).

- Gestão de contratempos;

Donarumo e Zandy (2019), conferem grande importância à gestão de contratempos, e criaram uma forma de os perceber, organizar e eventualmente resolver. A ferramenta sugerida é um quadro de contratempos, onde cada obstáculo que surja deve ser descrito com recurso a 4 campos: “O quê”, “Onde”, “Quem” e “Quando”. A identificação clara do problema (“O quê” e “Onde”), bem como o compromisso do responsável (“Quem”) da data para a sua resolução (“Quando”) transformam uma simples ferramenta num método muito eficaz para controlar os contratempos que inevitavelmente surgem num projeto de construção.

- Gestão visual.

Um conceito transversal à implementação da filosofia *lean*. Em contexto de obra é fundamental para mostrar informação de forma clara tanto a operadores como gestores, de modo a que o estado das operações e os objetivos de melhoria sejam percebidos por todos.

2.2.2 Lean Procurement

Segundo Myerson (2019), *procurement* designa a gestão de uma multiplicidade de processos associados com a necessidade de uma empresa de adquirir bens e serviços e culmina com a função de compra. Assim, *procurement*, inclui as fases de procura de fornecedores, negociação e compra dos materiais ou equipamentos. Os custos de *procurement* podem ascender de 50% a 70% do custo total do produto.

Lean procurement aplica os valores da filosofia *lean* à tarefa de compras das empresas. Os objetivos do *lean procurement* são (Myerson 2019).

- Incentivar a colaboração interna através da partilha de informação entre trabalhadores ou departamentos e a realização de trabalho em fluxo;
- Identificar e implementar poupanças com a aplicação de estratégias *lean*;
- Procurar mais qualidade e reduzir o desperdício;
- Aumentar a colaboração externa em domínios como contratos ou transportes da rede de abastecimento.

Para atingir os objetivos propostos, é fundamental aplicar os conceitos de *just-in-time*, redução de desperdícios e a partilha de informações, sempre adaptados ao domínio do *procurement*.

O *procurement* ideal aconteceria em *one-piece-flow*: as quantidades deixam de chegar em lotes grandes, mas sim em lotes mais pequenos ou, idealmente, à unidade. Esta política de peça unitária é acompanhada de um fluxo em *pull*, pois só quando o elo seguinte da cadeia tem necessidade do produto é que este é produzido ou transportado. Para o *one-piece-flow* ter sucesso, o *lead time*, quer de produção ou de fornecimento, tem de ser reduzido, para permitir a rápida resposta às necessidades identificadas. A cadeia de fornecimento tem também de ser flexível para conseguir responder aos pedidos.

Para tornar a cadeia ágil, é necessário reduzir desperdícios. Por intermédio da melhoria dos processos internos e externos, como a normalização de pedidos de material ou redação de contratos, aumenta-se a eficácia do fornecimento.

Por último, é fundamental a colaboração e partilha de informação entre todos os participantes da cadeia de fornecimento para atingir os níveis de responsabilidade pretendidos.

Montar uma cadeia de fornecimento *lean* exige um compromisso por parte de todos os elementos da cadeia de fornecimento. Também por essa razão o número de fornecedores é normalmente reduzido, e estes encontram-se mais próximos do cliente. Uma localização pouco distante é benéfica para promover ações de melhoria em conjunto e ser mais fácil de cumprir

com os horários mais restritivos e frequentes de entrega. Adicionalmente, há um compromisso de qualidade na fonte, com cada elo da cadeia a assegurar a qualidade do seu produto, dispensando a necessidade de os elementos seguintes procederem à inspeção (Coimbra 2013).

2.2.2.1 Estratégias de *Procurement*

O *lean procurement* não inclui no seu âmbito a definição da estratégia de *procurement* a adotar. A área de estudo que analisa o impacto das estratégias e decide qual estratégia seguir denomina-se de *strategic sourcing* em inglês. Esta área existe em paralelo com o *lean procurement*, e consiste numa abordagem com análise de dados intensiva e sistemática para otimizar o processo de *procurement* de uma organização. Deste modo, para além da identificação da estratégia de fornecimento mais benéfica para a organização, pretendem-se levantar oportunidades de melhoria na cadeia de abastecimento, considerar e minimizar os riscos corridos, procurar estabilidade de fornecimento a longo prazo e reduzir os custos de *procurement* (Myerson 2019).

Alguns exemplos de estratégias de *procurement* são a centralização (a compra é levada a cabo por uma unidade central que posteriormente distribui as encomendas aos membros do grupo ou parceiros), integração vertical (aquisição ou parceria com fornecedores ou clientes), ou a globalização (procurar fornecedores noutras partes do globo que ofereçam melhores condições de preço, entrega e/ou qualidade).

*Purchasing Chessboard*TM (Schuh 2017), cuja primeira edição foi publicada em 2008, apresenta uma ferramenta eficaz para identificar estratégias de *procurement*. O conceito desenvolvido baseia-se no uso de uma matriz que confronta num eixo o poder dos fornecedores com o poder dos compradores no eixo oposto. Com 3 níveis diferentes de especificidade, a matriz permite mapear a situação de mercado e definir as técnicas mais apropriadas para a maximização da vantagem competitiva. A Figura 4, retirada de Schuh (2017), mostra a ferramenta *Purchasing Chessboard*TM completa, com os três níveis de profundidade. Os mapas individuais do segundo e terceiro níveis podem ser consultados separadamente no Anexo B da dissertação, exibidos como Figura 20 e Figura 21, respetivamente.

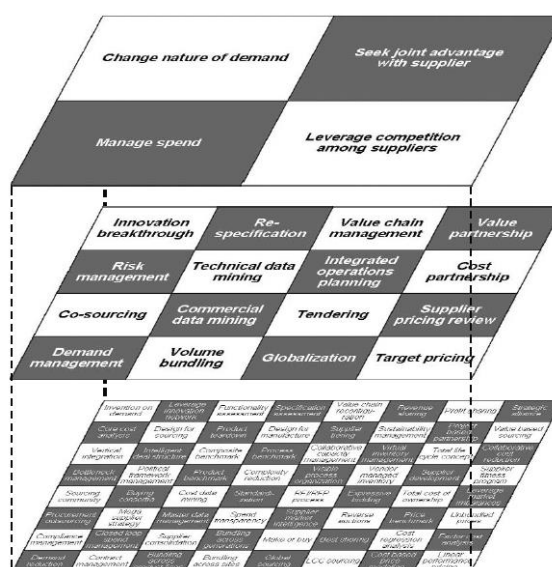


Figura 4 - Representação do modelo do *Purchasing Chessboard*TM com três níveis distintos. No nível superior figuram quatro estratégias básicas de *procurement*. No nível intermédio exibem-se dezasseis alavancas para propulsionar a estratégia escolhida. No nível inferior, existem sessenta e quatro métodos de fornecimento para aplicação direta. Imagem adaptada de Schuh (2017).

Para um determinado produto ou categoria de produtos, os fatores que afetam o poder de fornecimento são o número de fornecedores, a sua quota de mercado, as barreiras de entrada para novos fornecedores ou produtos substitutos, e a facilidade de troca de fornecedor. O poder de procura, por sua vez, depende da quota dos clientes na região, das perspectivas de crescimento do mercado e da imagem e reputação do cliente.

A aplicação da ferramenta é realizada seguindo do global para o específico. O primeiro nível corresponde a quatro estratégias de *procurement*: “Mudar a natureza da procura”, “Procurar vantagens da gestão conjunta com os fornecedores”, “Gestão de custos”, e “Alavancar a concorrência entre os fornecedores”. O patamar intermédio resulta do desdobramento de cada uma das estratégias básicas do primeiro nível em quatro alavancas que impulsionam o desenvolvimento da estratégia indicada. Por último, o terceiro nível é originado pela divisão de cada alavanca em quatro métodos. Cada um dos métodos encerra táticas para trabalhar com os fornecedores de modo a reduzir custos e aumentar o valor da cadeia de fornecimento.

Aos mapas do *Purchasing Chessboard*TM descritos e previamente apresentados na Figura 4 são adicionados dois eixos. No eixo horizontal, representa-se a variável poder de procura, com valor crescente. No eixo vertical, por sua vez, representa-se a variável poder de fornecimento. A análise sugerida pelos sucessivos níveis do *Purchasing Chessboard*TM é adaptada à caracterização do produto ou serviço em estudo segundo as duas variáveis referidas. A Figura 5 contém, para o primeiro nível do *Purchasing Chessboard*TM, composto pelas estratégias de *procurement*, o modelo que cruza os eixos e mapas referidos de modo a facilitar a análise.



Figura 5 - O primeiro nível do *Purchasing Chessboard*TM, referente a quatro macroestratégias de *procurement*, com representação dos eixos de poder do fornecimento e poder da procura. Adaptado de (Schuh 2017)

2.2.2.2 Estratégias de Procurement Disruptivo

Os métodos levantados no *Purchasing Chessboard*TM procuram oferecer às empresas uma vantagem competitiva face ao mercado. No entanto, com a adoção generalizada de táticas de *procurement*, as organizações sentem de novo dificuldade em destacar-se da concorrência.

Um novo conceito, evoluído do *Purchasing Chessboard*TM, surge para colmatar a estagnação da competição no fornecimento. Denominado de *procurement* disruptivo (em inglês *disruptive procurement*), este conceito baseia-se no conhecimento do valor criado em cada um dos elos da cadeia de abastecimento (Strohmer 2016). No mapa representativo da abordagem,

apresentado na Figura 6, os eixos que dividem o mapa em partições são: o conhecimento de como os fornecedores criam valor para a organização, e o conhecimento de como a própria organização cria valor para os seus clientes.



Figura 6 - Mapa do *procurement* disruptivo. Consoante o posicionamento face ao conhecimento da criação de valor, diferentes estratégias inovadoras são sugeridas para maximizar a proposta de valor do produto. Imagem adaptada de Strohmer (2016).

A estrutura do *disruptive procurement* parte de uma situação de “*Procurement* de Computador”, referindo-se aos métodos tradicionalmente usados na otimização do fornecimento, incluindo os métodos apresentados pelo *Purchasing Chessboard*TM.

O aumento do conhecimento do modo como os fornecedores criam valor para a organização incita à aproximação aos fornecedores. Essa aproximação traduz-se na busca de parcerias e de iniciativas para apoiar o crescimento dos fornecedores.

Com o incremento no entendimento sobre a criação de valor para o cliente, a organização deve procurar analisar em termos de custos e funções de todas as partes do produto oferecido. Deste modo, o desenvolvimento do produto ao longo da cadeia vai ser de maior valor acrescentado.

No extremo do mapa que retrata a abordagem do *Disruptive Procurement* ilustra-se que apenas um conhecimento profundo sobre todas as vertentes do produto pode conduzir ao potencial máximo de poupança através da “Disrupção”.

3 Descrição das Estratégias Atuais de *Procurement* e Gestão de Obra

3.1 Apresentação das Obras Analisadas

As obras realizadas pela empresa em que foi realizado o projeto dividem-se em duas tipologias: construção e instalação. As obras de instalação são constituídas na sua quase totalidade pela instalação de equipamentos. Assim, só requerem utilização de mão de obra pertencente à empresa e dispensam a compra e utilização de matéria-prima.

As obras de construção envolvem todo o processo de construção de parques de energia renovável, desde a limpeza dos terrenos, passando pela construção de acessos, até à montagem dos componentes elétricos. As obras desta tipologia têm encargos elevados com matéria-prima e com recursos humanos. A necessidade de muita mão de obra leva à contratação de subempreiteiros para complementar a mão de obra fornecida pela empresa.

Do portefólio de obras de construção da empresa foram seleccionadas cinco obras para serem alvo de análise. As obras seleccionadas distribuem-se geograficamente pelas seguintes áreas do globo:

- Três obras na América do Sul: duas no Chile e uma no Perú.
- Duas obras na Polónia, no leste do continente europeu.

Na Figura 7 está representado um mapa-múndi com a distribuição geográfica das obras consideradas, e identificação de Portugal como centro de operações.



Figura 7 - Distribuição geográfica das obras em estudo. Portugal está identificado como a sede da empresa.

A escolha das obras seguiu os seguintes critérios: projetos realizados recentemente, representatividade geográfica, e ainda obras com diversidade nas especificações requeridas.

Uma nova obra de construção, no Chile, foi utilizada como piloto para a implementação do modelo de *lean procurement* e *lean project management* desenvolvido. Para além da aplicação do modelo durante a fase que precedeu o arranque da obra, foi realizado o acompanhamento semanal do projeto.

3.2 Distribuição de Custos em Obra

As obras de construção consideradas representam investimentos na ordem de 1 a 30 milhões de euros. Apesar desta e de outras diferenças das mais diversas índoles, foi efetuada uma análise em conjunto dos custos. O panorama geral da distribuição média dos custos coloca em destaque os gastos com matérias-primas. A Figura 8 mostra, para o agregado das obras em estudo, a percentagem no orçamento das principais categorias de custos consideradas: matérias-primas, equipamentos, recursos humanos (RH), estaleiro e qualidade, higiene, segurança e ambiente (QHSE, do inglês *Quality, Health, Safety, Environment*).

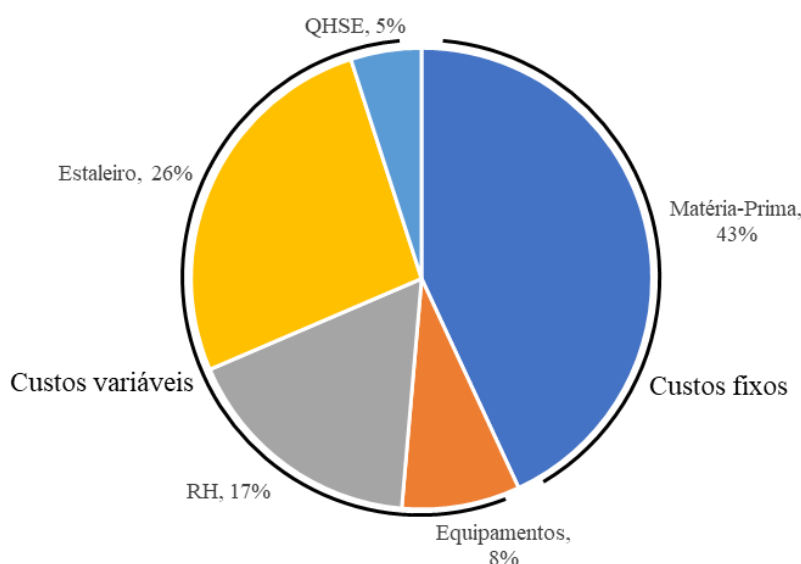


Figura 8 - Representação da distribuição média de custos em obra. Exibem-se as principais categorias, e ainda a divisão entre custos fixos e variáveis.

Procede-se de seguida à descrição das categorias consideradas:

- Matéria-prima representa os custos dos materiais incorporados na obra;
- Equipamentos representa os custos de aluguer e funcionamento das máquinas utilizadas na obra;
- Recursos humanos representa os custos de mão de obra direta e subcontratação de serviços;
- Estaleiro de obra representa os custos de gestão do projeto. São exemplo a mão de obra indireta, infraestruturas de suporte à construção, como contentores, e ainda gastos com segurança das instalações. Inclui igualmente todo o equipamento e material necessário a estas funções;
- QHSE agrega os custos em recursos humanos que desempenham tarefas relacionadas com a qualidade, higiene, ambiente e segurança.

As categorias consideradas podem ser divididas em dois grandes grupos: aquelas que compõem os custos fixos, e as que encerram custos variáveis. Entendem-se por custos fixos os custos que dependem apenas da materialização do projeto e não do seu desenvolvimento. O primeiro grupo é constituído na sua maioria pela categoria matéria-prima, podendo eventualmente agregar pequenas parcelas de outras categorias. As restantes categorias podem ser classificadas como custos variáveis, na medida em que os seus gastos são dependentes da duração do projeto. A título de exemplo, os custos de mão de obra direta referentes à contratação de subempreiteiros vão aumentar caso a duração do projeto se prolongue face ao previsto inicialmente.

Dada esta divisão fundamental, o estudo foi adaptado a ambos os grupos, levantando-se duas análises paralelas. A primeira, referente aos custos fixos, recaiu sobre o tema do *procurement*. A orientação para o *procurement* é fundamentada na redução do custo das matérias-primas. A segunda análise, referente à gestão de obra, recaiu sobre a fase de planeamento. O planeamento tem impacto na duração do projeto, e a sua otimização permite reduzir os custos variáveis.

3.3 Estratégia Atual de *Procurement*

Devido ao baixo impacto que a compra de materiais tem em obras de instalação, esta tipologia não foi considerada na análise de *procurement*. Centra-se, assim, o estudo da estratégia de *procurement* seguida nas obras de construção.

A categoria matérias-primas considerada engloba múltiplas variedades de materiais: aço, betão/cimentos, elétrico, pré-fabricados, tubos e acessórios, e diversos. Uma análise mais detalhada, representada na Figura 9, revela a distribuição do peso dos componentes no custo global de matérias-primas.

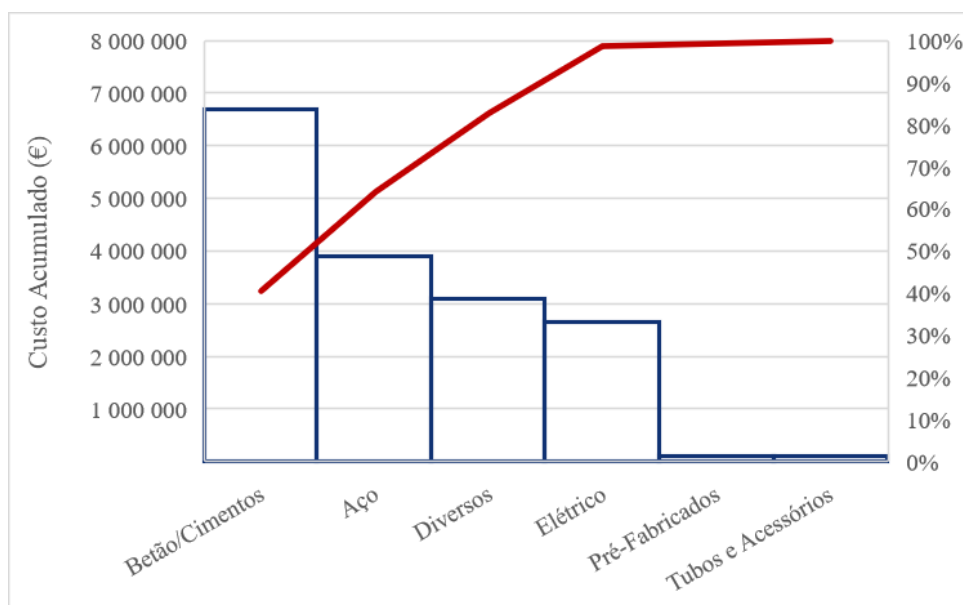


Figura 9 - Gráfico de Pareto que mostra o valor total, em euros, das matérias consumidas em todas as obras em análise.

As matérias-primas betão/cimentos são as que têm maior peso no orçamento final. No entanto, o seu uso em quantidade e qualidade é irregular. As especificações do material variam de tal forma consoante a geografia que impedem uma comparação objetiva entre obras. Adicionalmente, trata-se de uma matéria-prima cujo transporte é extremamente oneroso. O

impacto do transporte é suficiente para justificar a estratégia atual de fornecimento. A estratégia atual de *procurement* das matérias-primas betão/cimentos consiste em contactar os fornecedores da região da obra e escolher de acordo com o preço praticado e a capacidade de fornecimento demonstrada. Deste modo, não se identificaram claras oportunidades de melhoria no fornecimento neste material.

O aço é a matéria-prima com segundo maior impacto no orçamento das obras, contabilizando cerca de 20% dos custos com matérias-primas. Este valor justifica-se pela utilização de quantidades elevadas deste material na construção de alicerces e de estruturas de suporte.

A classe diversos representa cerca de 20% dos custos do orçamento final, mas é composta por inúmeras pequenas parcelas, que diferem de projeto para projeto, cada qual de impacto reduzido. Por este motivo, a otimização do *procurement* da categoria diversos não foi considerada para o estudo efetuado.

Na divisão elétrico predominam as variantes de cabos elétricos, havendo uma presença muito reduzida de outros materiais elétricos, como por exemplo elementos de proteção. Os restantes elementos que compõem a instalação elétrica da obra tais como conversores, painéis solares ou turbinas eólicas encontram-se nos orçamentos de obra sob a categoria equipamentos. Por este motivo designou-se por “cabos” a categoria durante a realização do projeto.

Centrou-se a análise de *procurement* nas matérias-primas aço e cabos, pelo impacto destas matérias primas no orçamento final.

3.3.1 Procurement do Aço

3.3.1.1 Cadeia de Valor do Aço

O uso de grandes quantidades da matéria-prima aço no setor da construção deve-se à sua elevada resistência e consequente utilidade na edificação de estruturas metálicas. O aço é uma liga de ferro e carbono. O ferro constitui mais de 90% da composição do aço (Nutting, Went e Wondris 2019).

O minério de ferro trata-se de uma *commodity*. Isto significa que os preços do ferro estão diretamente indexados à oferta e são transversais aos mercados (Chen 2020). Esta inflexibilidade dificulta o processo de negociação na compra de aço, uma vez que o ferro é o principal elemento da sua composição. Assim, torna-se fundamental analisar a cadeia de valor do ferro/aço em toda a extensão, até o material ser utilizado em obra.

Na Figura 10 encontra-se representada a cadeia de valor do ferro/aço utilizados em obra. Em primeiro lugar, o minério de ferro é extraído. De seguida, é transformado, dando origem a aço. A extração de ferro está concentrada em algumas regiões do mundo, das quais é transportada para armazéns em todos os continentes. Antes de ser aplicado em obra, especialmente para as estruturas das fundações, o aço tem de ser dobrado. Finalmente, depois da dobragem, a empresa intervém na cadeia de valor. Após a compra do material dobrado, este pode ser transportado até a obra onde é aplicado para a montagem de estruturas metálicas.

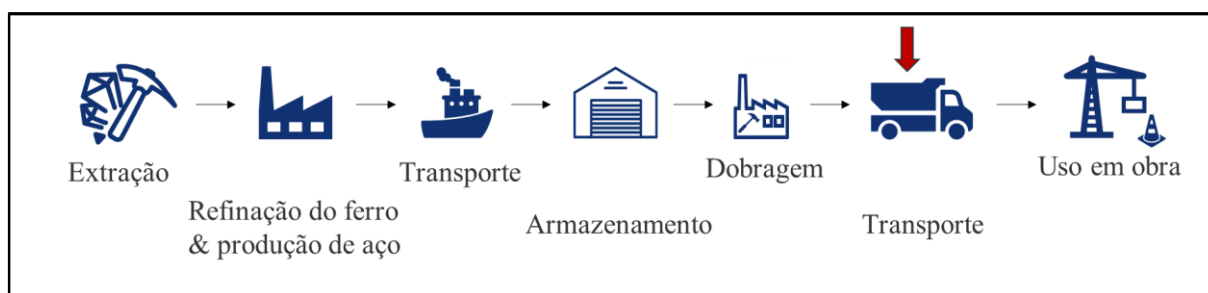


Figura 10 - Esquema simplificado das principais etapas da cadeia de valor do ferro/aço para a construção civil. O momento de atuação da empresa sobre a cadeia de valor está assinalado com uma seta vertical.

A cadeia de valor do aço encontra-se dominada por um número reduzido de *players* nas fases de extração/produção e de armazenamento. Estes intervenientes medeiam quantidades enormes de material. As economias de escala conseguidas pelos *players* existentes dificultam a entrada de novos concorrentes e limitam a compra dos consumidores finais aos grandes armazenistas que distribuem aço em todas as regiões do globo.

Uma empresa de construção necessita de aço trabalhado para usar em obra. Portanto, a compra recai sobre produto acabado já dobrado e pronto a ser utilizado. O processo de dobragem é usualmente feito recorrendo a oficinas pequenas, que constituem a maioria da oferta de serviços desta natureza.

3.3.1.2 Análise dos Custos de Aço

Na Figura 11 são apresentados os custos unitários médios do aço, em euros, nos orçamentos das cinco obras em estudo. Observou-se que os desvios em termos de custos são reduzidos entre obras em diferentes países e nulos entre obras no mesmo país.

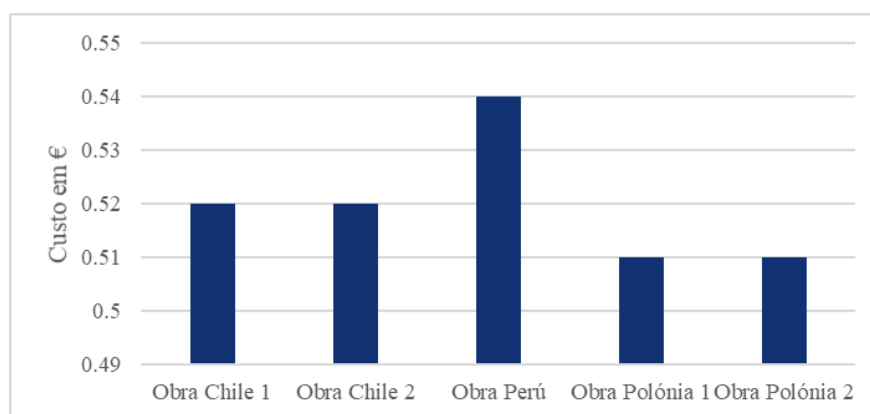


Figura 11 - Custo unitário médio por tonelada de aço, em euros, nas diversas obras consideradas para análise.

Outro aspeto relevante prendeu-se com a distribuição temporal das encomendas de aço. Esta quantidade varia conforme a tipologia de obra. Verificou-se que, transversalmente ao portefólio, existe um fluxo permanente de compra da matéria-prima. Na Figura 12 está representada a distribuição das encomendas de aço ao longo do tempo para o portefólio das obras em estudo. O período estudado estende-se ao longo de onze meses, desde maio de 2019 até março de 2020. A justificação para o valor negativo em julho do ano 2019 é que se deveu a estornos de matérias encomendadas nos meses anteriores.

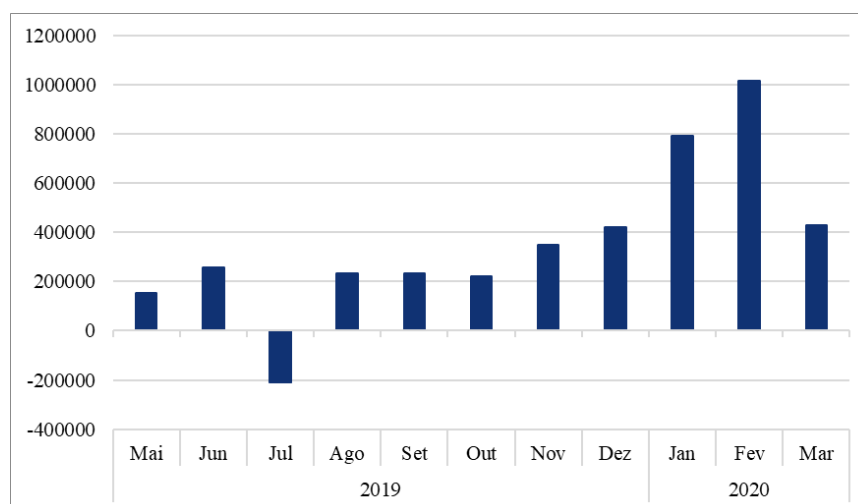


Figura 12 - Valor das encomendas de aço, em euros, ao longo do tempo, para o portefólio das obras analisadas. O valor negativo em julho do ano 2019 deveu-se a devoluções excecionais de material ao fornecedor.

A análise do *procurement* da matéria aço permitiu concluir que a aglomeração das encomendas das várias obras da empresa traduz-se na compra de elevadas quantidades de aço de forma ininterrupta ao longo do tempo. O aumento das quantidades de aço encomendadas deve-se à ocorrência em paralelo de fases de intenso uso da matéria, como a construção das fundações, em várias obras.

3.3.2 Procurement dos Cabos

A designação cabos incluiu, neste contexto, múltiplas variedades de cabos: cabos de alta, média, ou baixa tensão e cabos de fibra ótica. Todos os tipos de cabos seguiam um processo de *procurement* similar, justificando a sua análise conjunta.

Os cabos em questão são produtos dotados de muita complexidade. O produto é construído por sobreposição de camadas, cada qual adicionando propriedades particulares. Estas camadas são escolhidas dependendo da utilidade do cabo e de normativas legais e de engenharia. Por exemplo, numa região húmida, são colocadas camadas de modo a tornar o cabo repelente à humidade. Todavia, numa região árida, essas camadas não são necessárias.

Para responder às necessidades específicas de cada cliente existe uma fase de desenvolvimento dos cabos, na qual eram definidas as especificações do produto final. A elevada complexidade dos cabos levava a que o processo de desenvolvimento fosse demorado. Outros fatores, como as normas de segurança que diferem de país para país, ou os requisitos particulares de cada cliente, dificultavam ainda mais o delinear da engenharia final dos cabos. O *know-how* necessário para a construção do produto é detido pelos fornecedores especializados na área.

3.3.2.1 Processo de Procurement dos Cabos

O processo de *procurement* tem 2 responsáveis: o departamento de *procurement & purchasing* (P&P ou Compras) e os *project managers* do projeto de construção.

Numa fase inicial, em que foi delineada uma proposta para a participação nos concursos, é necessário pedir e recolher cotações dos fornecedores. Esta fase é levada a cabo pelo departamento de compras. Os recursos despendidos na procura e negociação nesta fase são

reduzidos por dois motivos: o objetivo trata-se apenas de receber valores aproximados para permitir a elaboração de uma proposta, e a participação em inúmeros concursos.

No caso de a obra ser adjudicada à empresa, tem início uma nova fase de *procurement*, mais aprofundado. São contactados mais fornecedores do que na primeira fase, e as propostas recolhidas são analisadas detalhadamente em termos de preço e de especificações do material. Procedem-se negociações até ao fecho do contrato com o fornecedor.

Este processo repete-se para todos os materiais e equipamentos. No entanto, o mesmo fornecedor pode ser contactado para vários itens em simultâneo, permitindo encomendas agrupadas.

As compras de matéria-prima podem ser realizadas de forma centralizada, a fornecedores internacionais, ou localmente. A escolha por um fornecedor da região da obra recai sobretudo em produtos de transporte caro.

O mapeamento completo do processo supradescrito pode ser consultado na Figura 22 do Anexo C.

A duração da fase de cotação inicial é de aproximadamente 20 dias. Uma vez adjudicada a obra, 108 dias (mais de 15 semanas) são necessários, em média, para concluir a compra. As duas partes perfazem uma duração total de 128 dias (cerca de 18 semanas) para realizar o processo de desenvolvimento de engenharia e compra de cabos.

O principal impulsionador de custo dos cabos é a engenharia de otimização da solução final. A análise do processo atual de *procurement* dos cabos evidenciou duas oportunidades de melhoria. A primeira prende-se com a extensa duração do processo. A segunda diz respeito ao envolvimento tardio dos fornecedores no desenvolvimento da engenharia do produto.

Em resumo, ao longo da secção 3.3.1, foram analisadas as estratégias atuais de *procurement* para as categorias aço e cabos, por serem identificados como materiais com muito impacto no orçamento das obras e potencial de melhoria. Na análise ao aço salientaram-se as grandes quantidades de matéria-prima encomendada, bem como o fluxo contínuo de encomendas, quando as obras são vistas de forma agregada. Relativamente aos cabos, foi estudado o processo de desenvolvimento do produto que é parte integrante do processo de compra. O processo foi caracterizado como complexo e demorado.

3.4 Estratégia Atual de Gestão da Obra

A gestão de um projeto é um tema que abrange um largo espectro de etapas. No contexto do setor da construção, a gestão de uma obra inicia-se desde o momento em que uma estratégia para abordar o projeto é delineada, até à finalização e entrega da obra, ou mesmo depois em situações de acompanhamento após a conclusão do projeto. Todavia, na presente dissertação, o conceito de gestão da obra referiu-se à fase de planeamento e controlo da progressão do projeto, ou seja, às etapas que precedem e acompanham o desenrolar da obra.

Uma eficaz gestão da obra só é possível quando realizada com base em dados recolhidos no terreno. Os indicadores de projeto (sigla KPI, do inglês *key project indicator*), retratam valores de diversos aspetos da obra: financeiro, produtividade, progresso, entre outros. Assim, a recolha e análise dos indicadores é um passo essencial à gestão do projeto.

Entre obras, contudo, diferem os indicadores mais relevantes para descrever o estado do projeto, tal como os elementos utilizados na gestão de obra. As diferenças no método de gestão são mais vincadas entre obras de diferentes tipologias. Deste modo, o estudo foi conduzido diferenciando a gestão de obras de construção da gestão de obras de instalação.

3.4.1 Gestão da Obra em Obras de Construção

As obras de construção são caracterizadas pela sua complexidade. Envolvem inúmeras atividades de diferentes naturezas, necessidade de muita mão de obra direta e indireta, contratos com subempreiteiros e fornecedores. Devido à elevada complexidade, os processos de planeamento e gestão da obra adquirem maior importância no auxílio à conclusão da obra dentro dos prazos.

Foram levantadas as metodologias de planeamento utilizadas, atualmente, pela empresa onde teve lugar este projeto de investigação.

Em termos do planeamento global do projeto, designado por macroplaneamento, que funciona como o guia para a execução da obra, verificou-se escassez de detalhe na sua realização. O levantamento dos recursos, durações, e rendimentos típicos inerentes à realização das tarefas eram exemplos da falta de informação. Como consequência, surgiam dúvidas sobre o rigor do planeamento. O método de cálculo de *buffers*, ou folgas, seguia a prática de atribuir os *buffers* individualmente ao nível da tarefa, adicionando tempo extra ao necessário para conclusão das tarefas que compõem a obra.

O planeamento a médio prazo tem como objetivo a identificação e solução de riscos para a obra. No entanto, a falha em analisar constrangimentos quer de origem externa, quer provocados pelo decorrer de outras tarefas internas paralelas, colocava em risco o propósito do plano de trabalho. Eram igualmente inexistentes a visibilidade da sequência das tarefas e a definição de *milestones* internas a médio prazo.

No planeamento à escala temporal mais fina considerada, diariamente, verificou-se principalmente a inexistência de objetivos claros.

Em obras de grande dimensão, que envolvem muita mão de obra, a comunicação e gestão de equipa tornam-se aspetos fundamentais para manter a coesão das pessoas envolvidas no projeto. Muitos elementos participantes são externos à empresa e, portanto, não estão familiarizados com a cultura e os procedimentos habituais. Verificaram-se, neste ponto, a inexistência de *standards* para os processos de seguimento do avanço da obra e gestão de atividades. A comunicação e envolvimento das equipas foi também dificultada pela ausência de quadros com a informação relevante apresentada de forma visual.

A recolha de indicadores do projeto, KPI, não se encontrava normalizada. Como resultado, havia falta de informação para avaliar o estado da obra, nomeadamente ao nível do custo, entrega e qualidade.

3.4.2 Gestão da Obra em Obras de Instalação

Em obras de instalação o âmbito da gestão é minorado pela participação reduzida da empresa na obra. Desta forma, não há necessidade de traçar planos a médio e longo prazos, pois o planeamento é realizado externamente pelos donos do projeto. Ainda assim, é importante uma fase de preparação pré-obra que consiste na recolha de informação sobre o projeto e as atividades a realizar, podendo envolver preparação do material a transportar para obra. A frequência de deslocações ao estaleiro para procurar material e ferramentas, ou o desconhecimento do material necessário a preparar para cada obra, indiciam que a etapa de preparação não está a ser convenientemente cumprida.

Sobre a atual forma de planeamento de trabalho diário realizado verificou-se que não é detalhada e pode ser otimizada. A distribuição ineficiente de tarefas leva à repetida paragem de técnicos por falta de instruções. Em obras de instalação, o planeamento diário serve ainda como ferramenta de gestão de recursos. A gestão da mão de obra é especialmente importante uma vez

que se trata do único fator sob controlo da empresa. No entanto, a falta de tempos *standard* para a conclusão de tarefas específicas impedia a determinação das necessidades laborais em cada momento, contribuindo para desvios da conclusão das tarefas nos prazos estipulados.

A comunicação e gestão de equipa são facilitadas pelo facto de, nas obras de instalação, haver menos operadores alocados para as funções de montagem, comparativamente com as obras de construção. Adicionalmente, todo o pessoal pertence à empresa, sendo assim conhecedor da cultura da empresa. No entanto, há um fator que dificulta a passagem de informação: a elevada rotatividade dos elementos destacados para o local. De facto, devido à elevada especialização das diversas tarefas de montagem, alguns elementos participam apenas em determinadas fases da instalação.

No campo da comunicação evidenciou-se a inexistência de um processo *standard* para acompanhamento do estado da progressão da obra e seguimento dos indicadores de projeto. Paralelamente, a ausência de elementos visuais como quadros com a planta do terreno e o avanço da obra ou gráficos para suporte na análise e tomada de decisão afeta negativamente o desempenho da supervisão. Os encarregados falhavam assim nos seus deveres de gestão e avaliação da equipa. Globalmente, verificou-se a participação da ocorrência de problemas repetidos por falta de métodos de identificação e resolução de impasses.

Por último, identificou-se falta de processos organizados de recolha de indicadores de projeto.

Nas secções 3.4.1 e 3.4.2 foi possível verificar que o modelo de gestão de obra atual, quer para obras da tipologia de construção ou de instalação, assenta sobretudo na experiência dos responsáveis, em especial o *project manager*. Verificou-se igualmente que a falta de normalização é transversal a todos os procedimentos de planeamento e controlo da obra. A consequência é um planeamento insuficiente e os resultados negativos demonstrados pelos indicadores de projeto.

4 Desenvolvimento de um Modelo de *Lean Procurement* e *Lean Project Management*

Com base no exemplo da empresa onde decorreu o projeto foi desenvolvido um modelo de *procurement* e de gestão de projeto ajustado ao setor da construção.

A apresentação do modelo é feita abordando, separadamente, os temas *lean procurement* e *lean project management*.

4.1 Modelo de *Lean Procurement*

O modelo de *lean procurement* desenvolvido permitiu encontrar as estratégias de *procurement* ótimas para os produtos transacionados pela empresa. O ajuste ao setor da construção refletiu o contexto do mercado e dos produtos do setor.

A base do modelo desenvolvido assentou nos modelos do *Purchasing Chessboard™* e *disruptive procurement*. A perspetiva disruptiva com a qual se analisou a junção de dois modelos de sucesso comprovado resultou numa ferramenta robusta para direcionar o caminho do *procurement* das empresas da área da construção civil. Com recurso ao modelo apresentado, as organizações podem guiar as estratégias de *procurement* com vista ao sucesso a curto, médio e longo prazos.

Para cada produto, a aplicação do modelo utilizou quatro ações para o caracterizar:

- Identificar a complexidade da engenharia do produto;
- Mapear o poder de fornecimento associado ao produto;
- Mapear o poder de procura associado ao produto;
- Identificar os principais *drivers* de custo do produto (quantidade, distribuição, e qualidade).

Descreve-se, de seguida, cada uma das ações propostas, com maior detalhe.

Complexidade da engenharia do produto, varia desde uma matéria-prima simples até um equipamento técnico com fabrico personalizado. Esta caracterização permite avaliar qual é a melhor forma de a organização obter vantagem competitiva no mercado: ou por liderança de custo, ou por diferenciação (Porter 1980). O primeiro método, liderança de custo, baseia-se em apresentar preços inferiores à concorrência em produtos que respondem à mesma procura no mercado. No contexto corrente, significou optar por reduzir os custos e as margens de lucro. A liderança de custo é adequada a produtos cuja complexidade seja reduzida e não conste da sua proposta de valor. A opção pela estratégia de diferenciação, por sua vez, traduz-se em comercializar produtos cuja proposta de valor reside nas suas qualidades. Optar por uma estratégia de liderança de custo resulta em recorrer às comprovadas táticas de *procurement* pertencentes ao *Purchasing Chessboard™*. A diferenciação sugere a utilização do *Purchasing*

*Chessboard*TM juntamente com o *Disruptive Procurement* de forma a cobrir todas as oportunidades de estratégias maximizadoras do potencial de um produto diferenciado.

Poder de fornecimento e de procura associados ao produto. A compreensão da posição no mercado revela-se um critério robusto para a avaliação da estratégia de fornecimento mais indicada uma vez que é independente das características individuais do produto. O posicionamento em termos de fornecimento e procura é relevante sobretudo para a aplicação do mapa *Purchasing Chessboard*TM, de onde se obtêm os métodos de *procurement* mais indicados para cada produto.

Identificar os principais *drivers* de custo do produto. Estes impulsionadores de custo podem ser agrupados em três categorias: quantidade, distribuição, e qualidade ou engenharia. O fator quantidade descreve produtos ou matérias-primas nos quais o seu transporte e características são secundárias em termos de influência do preço final. A quantidade trata-se de um *driver* importante, por exemplo, para o fornecimento de aço. Abrem-se portas ao transporte de qualquer região do globo, de matéria-prima com especificações distintas, quando a quantidade de encomenda é grande e permite a redução do preço por unidade.

A segunda categoria, distribuição, prende-se com a raridade ou dificuldade de transporte de um produto. Materiais delicados ou perecíveis poderiam ilustrar esta categoria. Outro exemplo possível é o betão. O betão é um exemplo de um produto em que os custos de transporte se sobrepõem a todos os outros fatores.

Quanto ao fator qualidade, ou engenharia, descreve as especificações ou o grau de desenvolvimento do produto. Surge, sobretudo, em itens de importância fulcral ou tecnologicamente avançados, como é o caso dos cabos para condução de corrente elétrica.

A informação descritiva do modelo de *lean procurement* encontra-se sumariamente representada na Figura 13.

Categoria	Classificação	Aplicação do modelo
Complexidade do Produto	Alta	Aplicar a abordagem <i>Disruptive Procurement</i>
	Média	
	Baixa	Não aplicar <i>Disruptive Procurement</i>
Poder de fornecimento	Alto – Médio – Baixo	Aplicar no <i>Purchasing Chessboard</i>
Poder de procura	Alto – Médio – Baixo	
Principais <i>Drivers</i> de custo	Quantidade	Impacto na estratégia escolhida
	Distribuição	
	Qualidade (Engenharia)	

Figura 13 - Processo de aplicação do modelo de *lean procurement* desenvolvido. Para cada uma das quatro categorias questionadas, conforme a resposta, a forma de aplicação do modelo adapta-se para sugerir a estratégia indicada para cada caso.

Remodelação do *Purchasing Chessboard*TM

O modelo desenvolvido utiliza o *Purchasing Chessboard*TM personalizado para as matérias-primas estudadas. Por serem das famílias de materiais mais usadas no setor da construção, a remodelação conduzida na ferramenta permite potenciar a aplicabilidade do modelo ao setor.

De seguida, apresenta-se a aplicação do modelo desenvolvido, adaptado às características das matérias-primas aço, cabos elétricos e betão/cimentos. Para as duas matérias-primas centrais à análise conduzida, aço e cabos, são também apresentadas as soluções que foram propostas para implementação.

4.1.1 Aplicação do Modelo à Compra de Aço

Submetendo a matéria-prima aço à aplicação do modelo de *lean procurement*, caracterizou-se o produto a quatro níveis:

- A complexidade é definida como baixa;
- O poder de fornecimento é identificado como muito alto;
- O poder de procura é considerado médio-baixo;
- O principal *driver* levantado é a quantidade;

A justificação para a reduzida complexidade do aço assentou na objetividade das especificações da matéria-prima. A aplicação do mapa do *procurement* disruptivo foi, portanto, dispensada.

O mapeamento no mercado, ao nível do fornecimento, resultou da conjectura de poucos fornecedores a nível mundial que detêm o monopólio do fornecimento. Em termos de poder da procura, foi considerado médio-baixo uma vez que apesar de empresa onde decorreu a realização do projeto adquirir quantidades relativamente grandes de aço de forma contínua, existem compradores com uma presença mais forte a nível das encomendas realizadas no mercado.

Na Figura 14 encontra-se mapeado o produto aço no mapa do *Purchasing Chessboard™*.

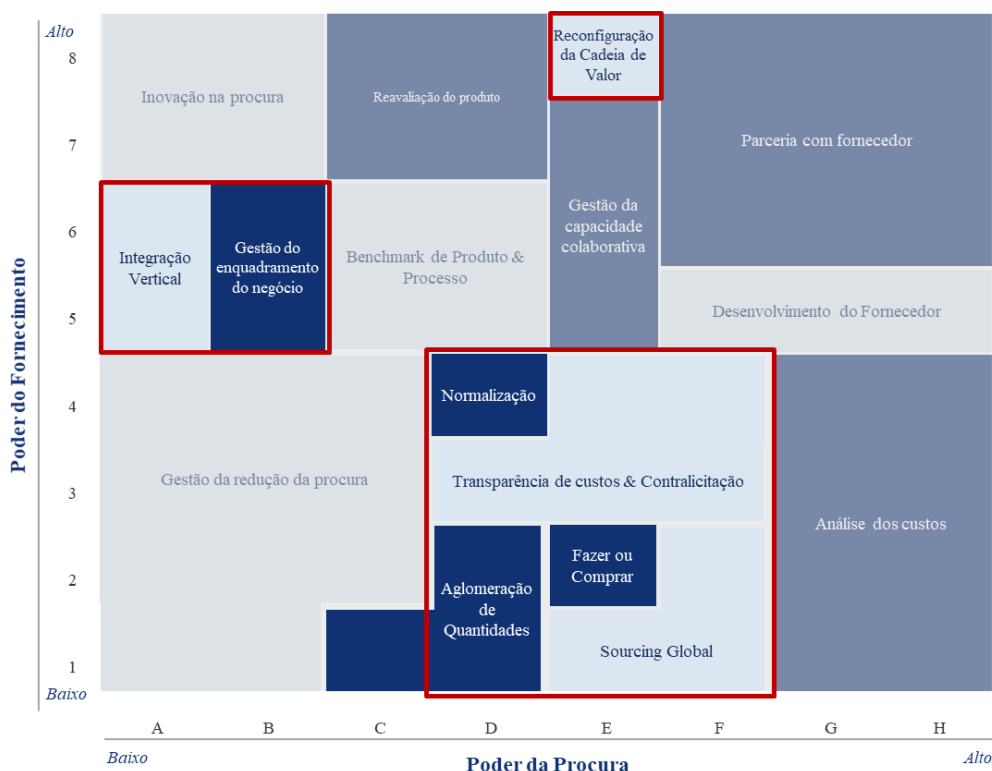


Figura 14 - Representação do mapa do *Purchasing Chessboard™* para a realidade da matéria-prima aço. Sugeriu-se a aglomeração de quantidades, *sourcing* global, e mudança na cadeia de valor.

Por fim, a identificação da quantidade como principal influenciador no preço condicionou a escolha dos métodos ótimos para o *sourcing* e compra de aço.

Os métodos de *procurement* sugeridos pelo modelo passaram pelo redesenho do fornecimento da matéria-prima com foco na própria cadeia de valor. Do ponto de vista da cadeia de valor salientaram-se os métodos de “Aglomeração de Quantidades”, “Integração vertical”, “*Sourcing Global*” e a total “Reconfiguração da Cadeia de Valor” como sendo as técnicas ligadas ao tema.

Dadas as oportunidades de melhoria identificadas no estudo do fornecimento atual do aço no capítulo 3, nomeadamente a agregação de encomendas de várias obras (que potencia a acumulação de grandes quantidades de encomenda e um fluxo de encomendas contínuo ao longo do ano) e ainda a oportunidade de entrada tardia da empresa na cadeia de valor do ferro/aço, explorou-se também a cadeia de valor estabelecida para encontrar soluções para a redução dos custos com o aço. Devido à estrutura do negócio do aço, com poucos fornecedores mundiais e estritamente ligados aos seus intermediários, surgiu dificuldade em negociar diretamente com os extratores de ferro, a aplicação do método “Integração Vertical” do *Purchasing Chessboard*TM. Foi possível, no entanto, contactar com os seus intermediários diretos, designados *traders*. Os *traders* são agentes de mercado que por concentrarem elevadas quotas no mercado se tornam influentes em determinadas regiões do mundo.

A negociação com os *traders* recorreu a um argumento chave: a proposta de encomenda de quantidades elevadas de aço de forma contínua. O volume apresentado foi possível ser atingido através da aglomeração das necessidades de várias obras.

4.1.2 Aplicação do Modelo à Compra de Cabos

A aplicação do modelo aos cabos iniciou-se com a caracterização da matéria-prima segundo os quatro níveis de filtros:

- A complexidade é alta;
- O poder de fornecimento é médio-alto;
- O poder de procura é médio-alto;
- O principal *driver* de custos é a engenharia do produto.

A classificação dos cabos como um produto complexo adveio das inúmeras especificidades associadas à sua conceção. A dificuldade patente no processo de desenvolvimento de engenharia do produto foi igualmente o principal fator que motiva o aumento dos custos. No caso dos cabos, justificou-se a aplicação do mapa do *procurement* disruptivo para encontrar a estratégia mais adequada para maximizar o valor do produto.

Relativamente ao posicionamento dos fornecedores e da própria empresa no mercado dos cabos, considerou-se que ambos detêm influência de nível médio-alto. Os fornecedores com conhecimento aprofundado do produto e preços competitivos são em número reduzido. Do ponto de vista da procura, o nível atribuído justificou-se pelo facto de a empresa onde decorreu a realização do projeto adquirir regularmente grandes quantidades de cabo.

Na Figura 15 e Figura 16, refletem-se, respetivamente, nos mapas do *procurement* disruptivo e do *Purchasing Chessboard*TM o posicionamento considerado para os cabos.

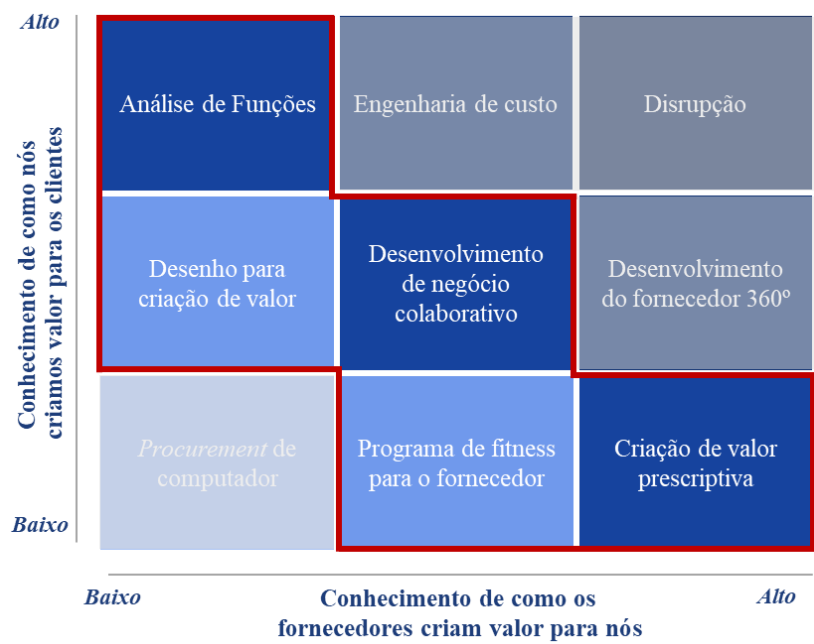


Figura 15 - No mapa do *procurement* disruptivo, devido ao elevado conhecimento do valor criado pelos intervenientes, sugeriu-se a aproximação da empresa com os fornecedores e o desenvolvimento colaborativo do negócio.

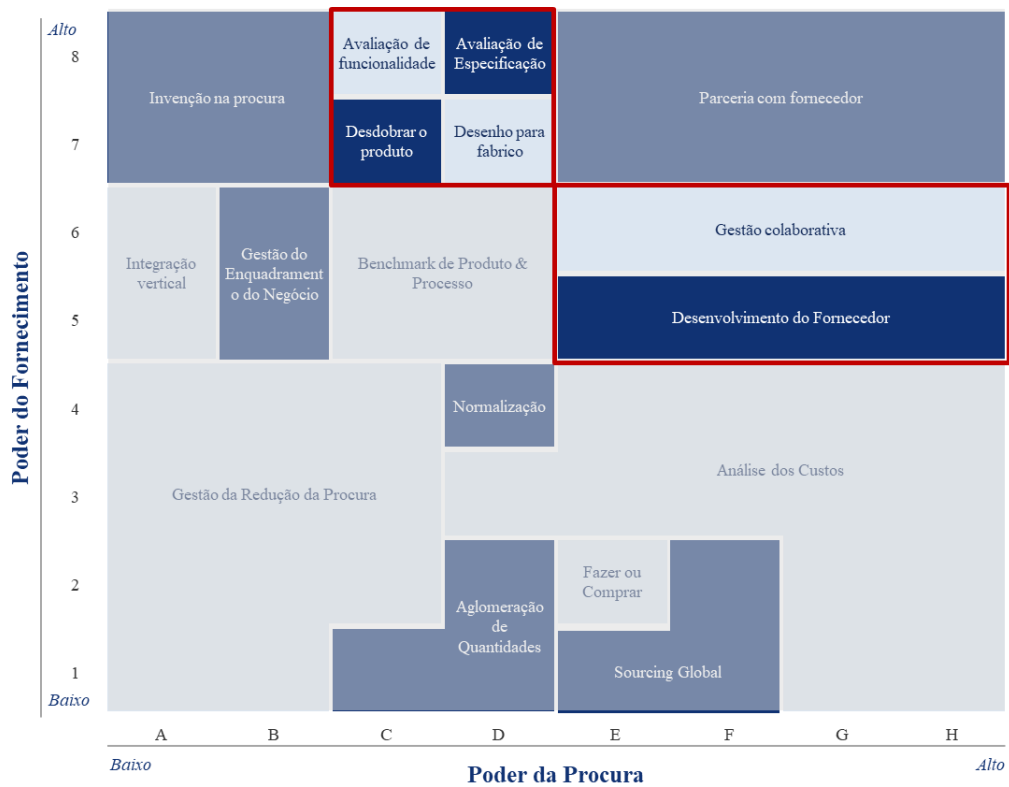


Figura 16 - No *Purchasing Chessboard*™ adaptado aos cabos, salientaram-se técnicas de aproximação dos elos da cadeia de valor (“Gestão colaborativa” e “Desenvolvimento do Fornecedor”) e técnicas centradas na avaliação e desenho do produto.

No *procurement* disruptivo, o conhecimento do valor acrescentado pela empresa foi considerado como elevado, pois o cliente de uma obra de construção não costuma dominar todos os aspetos do produto. Ainda assim, o conhecimento do valor fornecido pelo fornecedor foi classificado como muito elevado, uma vez que eles são os verdadeiros detentores do *know-how* do produto e podem ajudar a estabelecer soluções otimizadas em termos de engenharia e preço. Portanto, as opções exploradas foram a envolvimento do fornecedor no *procurement*, sobretudo no processo de conceção do produto. Em termos de estratégias, o interesse recaiu sobretudo sobre o “Desenho para criação de valor”. Decisões de aproximação com fornecedores exigiriam uma ação concertada por parte dos departamentos envolvidos e da administração. Por este motivo, a oportunidade de conceção de forma colaborativa com o fornecedor apresentou maior autonomia e celeridade na implementação. Os benefícios de maximização do valor e da viabilidade do produto podem assim ser colhidos mais rapidamente.

O *Purchasing Chessboard*TM sugeriu métodos para procurar vantagens da gestão conjunta com os fornecedores, através de operações integradas e gestão conjunta da cadeia de valor e dos custos. Algumas das técnicas levantadas no mapa foram “Gestão colaborativa”, “Desenvolvimento do Fornecedor”, “Avaliação de funcionalidade” e “Avaliação de Especificação”.

A análise da operação atual de compra e desenvolvimento de cabos, realizada no capítulo terceiro, resultou na identificação de duas oportunidades de melhoria: o envolvimento dos fornecedores, e a redução da extensão do processo.

Os cabos elétricos possuem múltiplas tipologias, e inúmeras especificidades técnicas estão associadas a cada tipologia. Adicionalmente, para cada projeto e cliente final, variam os requisitos em termos das propriedades dos cabos das normas da região. Devido à especialização dos fornecedores na área dos cabos, são eles os principais detentores de conhecimento. No entanto, a sua contribuição é tardia no decorrer do processo, pelo que o impacto da sua participação é reduzido.

A extensa duração do *procurement* de cabos resulta da acumulação de atividades sem valor acrescentado. Ao longo do processo são realizadas inúmeras verificações e validações que obrigam à troca constante de informação. O fluxo de informação perde a fluidez e retira disponibilidade às atividades que podem acrescentar valor ao produto: a engenharia e a negociação.

A solução idealizada para os cabos foi a reformulação do processo, com especial enfoque no envolvimento a fundo e mais cedo dos fornecedores, e ainda na redução do fluxo de informação sem valor acrescentado. O redesenho do processo foi levado a cabo juntamente com os elementos dos departamentos associados num formato colaborativo ao longo de vários dias.

O novo processo de compra e desenvolvimento de engenharia de cabos pode ser consultado na Figura 23 do Anexo D.

Na reformulação do processo foram criados dois momentos de desenvolvimento colaborativo de engenharia. O formato dos *workshops* propostos é um fórum presencial com representação de todas as partes. A normalização da agenda e dos resultados gerados facilita a condução da sessão e, consequentemente, o processo de otimização dos cabos.

O primeiro momento, durante a fase de adjudicação, reúne o departamento de engenharia da empresa e o fornecedor. Pretende-se, nesta fase, a conceção dos aspetos gerais do produto final, de modo a ser possível proceder à sua correta cotação. A participação dos fornecedores numa etapa central a todo o processo aumenta a sua margem de manobra e consequentemente o impacto na engenharia do produto.

No segundo momento de *workshop* colaborativo junta-se o fornecedor escolhido aos departamentos da empresa envolvidos no processo: o departamento de compras, o departamento de engenharia e o departamento de desenvolvimento e produto. O objetivo é a clarificação de detalhes finais da conceção do produto.

Para tornar o fluxo de informação mais eficiente, foram impostos entregáveis em etapas chave do processo. A imposição de *checklists* para guiar a progressão do processo traduz-se numa simplificação das validações e verificações efetuadas. Uma vez concluído uma etapa, o entregável associado agrega toda a informação relevante e impede o retrabalho causado pelo regresso a etapas anteriores. O conteúdo das *checklists* reflete as especificações do produto que devem ser definidas em cada fase do processo.

4.1.3 Aplicação do Modelo à Compra de Betão/Cimentos

A análise à categoria de matéria-prima betão/cimentos não foi central à investigação desenvolvida devido à aparente escassez de oportunidades de melhoria. Apesar de ser a categoria com maior impacto na distribuição de custos, a heterogeneidade dos produtos que engloba é um fator que dificulta a procura de soluções. De facto, a divisão betão/cimentos contém materiais com inúmeras especificações diferentes, que variam dentro de obra e entre obras.

A aplicação do modelo criado ao betão/cimentos teve o intuito de validar a estratégia de *procurement* atual e testar o funcionamento do modelo. A aplicação do modelo ao betão/cimentos iniciou-se com a caracterização da matéria-prima segundo os quatro níveis de filtros:

- A complexidade é média-baixa;
- O poder de fornecimento é baixo;
- O poder de procura é médio-alto;
- O principal *driver* de custos é a distribuição das encomendas.

A complexidade do betão/cimentos foi caracterizada como média-baixa uma vez que o desenvolvimento de engenharia dos materiais não tem associados processos avançados, apesar das inúmeras diferentes especificações do material existentes. O nível de complexidade atribuído ditou que não é benéfica a aplicação do mapa *disruptive procurement*.

O poder de fornecimento foi classificado como baixo. A justificação prendeu-se com a existência de uma grande quantidade de fornecedores com acesso às abundantes matérias-primas que constituem o betão e o cimento. Contudo, a dificuldade no transporte restringiu as distribuições de longo curso, o que pode levar à alteração do poder de fornecimento consoante as regiões consideradas.

Ao poder de procura por parte da empresa foi atribuído um valor médio-alto devido às grandes quantidades compradas. Todavia, a encomenda de elevadas quantidades pode suscitar dificuldades por parte dos fornecedores para satisfazer os pedidos. O principal motivo do incumprimento de quantidades ou prazos é a baixa capacidade produtiva da maioria dos fornecedores.

Relativamente aos *drivers* de custos, a distribuição foi considerada o fator mais impactante. Os materiais considerados são volumosos e geralmente encomendados em grandes quantidades. Estas duas razões tornam necessárias condições especiais de transporte, o que leva a um impacto significativo da componente de transporte no preço final do produto. No entanto, a distribuição abundante dos materiais por todas as regiões do globo resulta na escolha por fornecimentos locais, mitigando o custo de transporte.

A aplicação dos fatores descritos no mapa do *Purchasing Chessboard™* adaptado para o caso do betão e cimentos pode ser visualizado na Figura 17.

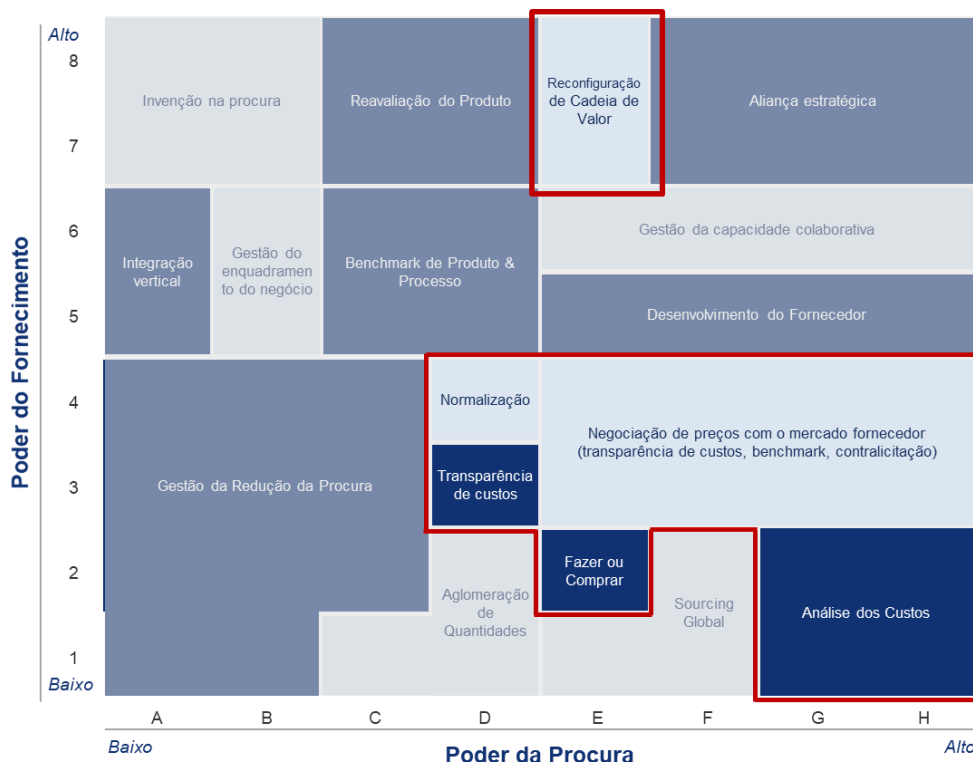


Figura 17 - No *Purchasing Chessboard™* adaptado para o betão/cimentos mereceram relevo métodos que procuram a revisão dos preços dos fornecedores e que alavancam a concorrência pelo preço mais baixo entre fornecedores. A empresa faz assim valer o seu elevado poder da procura na região.

Nos métodos sugeridos pelo *Purchasing Chessboard™* aplicado ao betão/cimentos foi transversal a ideia de negociação e desconstrução dos preços dos fornecedores. O conhecimento dos preços praticados pode resultar na identificação de oportunidades de melhoria do *procurement* destas matérias-primas da empresa. Em seguida são explicadas em detalhe algumas das técnicas resultantes da análise.

“Fazer ou Comprar”, no caso atual, significa montar uma central de betão em obra para satisfazer as necessidades do material ou comprar betão a fornecedores externos. A opção de produzir o próprio betão acarreta elevados custos, pelo que é concretizada apenas em projetos onde o fornecimento externo se verifica ser quase impossível. No entanto, a segurança quanto ao fornecimento e a redução dos custos de transporte podem ser fatores a favor da produção própria de betão. É necessário obter maior conhecimento do produto e observar oportunidades de melhoria da sua produção para tomar a decisão de substituir a compra de betão a fornecedores externos pela produção do mesmo em obra.

O conhecimento em pormenor das margens de lucro pelos fornecedores traduz-se em técnicas de negociação tais como a transparência de custos, o *benchmark* de preços, ou a contralicitação, que pode permitir alavancar a concorrência entre os fornecedores.

Levanta-se ainda a hipótese de a empresa intervir a montante na cadeia de valor e comprar a matéria-prima antes de ser transformada. À semelhança da solução proposta para o aço, prevê-se maior controlo sobre as margens retidas por cada elemento da cadeia. Esta solução pode ser viável em situações nas quais o fornecimento tem um poder muito elevado, por exemplo devido à escassez de alternativas na região.

O modelo de *procurement* desenvolvido foi aplicado a três matérias-primas diferentes. O resumo da aplicação é apresentado na Tabela 1. A adaptação do modelo para três famílias de produtos comumente usadas no setor da construção permite um maior grau de certeza na sugestão das estratégias de *procurement* mais indicadas para cada caso.

Tabela 1 – Resumo da aplicação do modelo de *procurement* às três famílias de matérias-primas mais preponderantes nas obras da empresa em estudo.

Modelo de Procurement	Estratégia	Método	Solução
Aço	Mudar a natureza da procura.	Intervenção antecipada na cadeia de valor.	Compra de matéria-prima a <i>traders</i> .
	Gestão de custos.	Aglomeração de quantidades.	Aglomeração das encomendas por região.
Cabos	Diferenciação do produto – melhoria da proposta de valor.	Envolver o fornecedor na conceção do produto.	Reformulação do processo de compra e desenvolvimento de engenharia. Sessões colaborativas de desenvolvimento engenharia.
Betão/ cimentos	Alavancar concorrência entre fornecedores.	Negociação de preços com fornecedores.	Conhecimento dos preços
	Mudanças na Cadeia de valor.	Fazer ou Comprar. Intervenção antecipada na cadeia de valor.	Comparar: produzir, comprar o produto final, comprar a matéria-prima e produzir externamente.

4.2 Modelo de *Lean Project Management*

O modelo de *lean project management* confere especial ênfase aos temas do planeamento e da gestão de obra. O planeamento aborda o método de definição do cronograma das atividades realizadas no projeto, fase que antecede o início do projeto. A gestão de obra engloba etapas de planeamento em horizontes mais curtos, e supervisiona o decorrer da obra, através de ferramentas como a gestão de constrangimentos ou o controlo do cumprimento dos objetivos.

A aplicação do modelo desenvolvido foi adaptada à tipologia de obra: construção ou instalação. A categorização entre tipologias foi motivada pelos seguintes fatores: mão de obra direta, mão de obra indireta, matéria-prima, duração e fornecimentos e serviços externos. No contexto presente, os serviços externos correspondem ao aluguer de equipamentos de construção, como veículos ou máquinas. Na Tabela 2 apresenta-se um resumo da caracterização das tipologias construção e instalação relativamente aos fatores considerados.

Tabela 2 – Categorização da tipologia de obra.

Categorização da tipologia	Mão de obra direta	Mão de obra indireta	Matéria-prima	Duração	FSE (equipamentos)
Construção	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta
Instalação	Alta	Baixa	Nula	Baixa	Baixa

A categorização dos fatores para as tipologias obra de construção e obra de instalação mostrou que estas são, fundamentalmente, diferentes. Estas diferenças, levaram ao desenvolvimento de dois modelos: planeamento e gestão da obra.

4.2.1 Modelo de Planeamento

O planeamento é distinto entre obras de construção e obras de instalação. As diferenças não se limitam às características das atividades executadas, mas estendem-se aos objetivos do trabalho a realizar em cada tipologia.

4.2.1.1 Modelo de Planeamento para Obras de Construção

O planeamento nas obras de construção tem como principal objetivo otimizar o projeto em termos de duração para reduzir os custos associados à obra.

O método de planeamento implementado demarcou-se totalmente da metodologia atualmente seguida na empresa. O novo planeamento segue um conjunto de passos pré-determinados e obriga a uma recolha de informação extensa e cuidadosa. É um planeamento detalhado em termos de atividades que consegue otimizar a duração do projeto.

O modelo de planeamento engloba os seguintes passos:

- Definição dos *workpackages*;

Workpackage, ou pacote de trabalho em português, é a terminologia usada no setor da construção para descrever as macroatividades do projeto. Um exemplo real de uma macroatividade é “Movimentos de Terra”. Cada *workpackage* tem associado um conjunto de subatividades. No caso do *workpackage* “Movimentos de terra”, as subatividades que o compõem são “Limpeza preliminar” e “Desobstrução do terreno”. Neste primeiro passo devem ser listados todos os *workpackages* e as subatividades do projeto.

- Criação de fases;

Os *workpackages* listados são agrupados segundo a natureza dos trabalhos que os constituem. Aos grupos formados denomina-se de fase. A natureza única de cada uma das fases determina que o planeamento realizado será específico para cada uma. O *workpackage* “Movimentos de terra”, por exemplo, pode formar juntamente com o *workpackage* “Vedação do perímetro” a fase “Preparação do terreno da obra”.

- Recolha das *milestones* (marcos) contratuais;

Para além da data final de entrega, podem constar no contrato prazos intermédios estabelecidos pelo cliente. Todas as datas devem ser recolhidas. Devem ainda ser distinguidas as datas que acarretam penalizações para a empresa em caso de incumprimento daquelas que são apenas marcos do progresso. As primeiras têm um peso importante no planeamento.

- Planeamento em *pull*;

No cronograma do projeto são assinaladas as *milestones* recolhidas. Depois, partindo da data de entrega final, segue-se o caminho cronologicamente inverso das atividades que compõem o projeto. O método de recuar no projeto seguindo as tarefas precedentes faz com que o planeamento obtido reflita, com veracidade, o processo em toda a sua extensão.

- Definição de rendimentos e recursos;

Na sequência do planeamento em *pull*, pode observar-se o cumprimento, ou não, das datas e objetivos estabelecidos. Nesta etapa, os rendimentos das tarefas são recalculados de forma a ser possível cumprir os objetivos. A melhoria de rendimentos pode ser alcançada através da implementação de novas técnicas ou alteração dos recursos – mais mão de obra, mão de obra especializada, mais ou melhores equipamentos.

- Definição de *buffers*.

Os *buffers*, ou folgas, devem ser concentrados antes dos *milestones* mais importantes. As durações das folgas de todas as tarefas são acumuladas e reduzidas para metade. O método aplicado baseia-se no pressuposto de que apenas uma parte das folgas são realmente necessárias para o projeto, e num projeto controlado apenas 50% do *buffer* representa já uma segurança suficiente para não se incorrer em atrasos.

No caso de um *buffer* não ser utilizado, a obra fica suspensa até a atividade seguinte começar. Por esta razão a concentração das seguranças no fim das *milestones* permite evitar a paragens indesejadas do projeto.

4.2.1.2 Modelo de Planeamento para Obras de Instalação

O planeamento das obras de instalação é mais restrito em comparação com o planeamento das obras de construção, uma vez que o macroplaneamento da obra já se encontra traçado pelo cliente. A empresa é contratada para fornecer mão de obra direta para efetuar a montagem dos equipamentos. Portanto, o planeamento em obras de instalação envolve menos variáveis: resume-se à alocação de recursos humanos de modo a cumprir os objetivos estabelecidos.

A situação nas obras de instalação descreve-se então por ter a duração definida, bem como as metas a cumprir. Além disso, a empresa é paga um montante fixo pela participação na montagem. O objetivo do planeamento consiste por isso em otimizar a eficiência do trabalho. Ou seja, como realizar as tarefas dentro dos prazos com o mínimo de recursos alocados.

- Recolha de informações;

Recolha do plano de instalação redigido pela entidade encarregada pela obra. Devem estar definidos de forma clara as metas de instalação a cumprir.

- Definição de tarefas e rendimentos;

Nesta etapa o trabalho é dividido nas tarefas a realizar pelos membros da equipa. Para cada tarefa é levantada a duração expectável e os recursos necessário à sua execução. Salvo exceções de trabalhos muito especializados, na maioria das tarefas de instalação a alocação de mais mão de obra traduz-se em mais rendimento.

- Alocação de recursos.

Cruzando as datas e rendimentos contratualizados com o cliente com os rendimentos definidos internamente, pode dar-se a necessidade de reajustar o plano de trabalho. Neste caso, os recursos necessários são recalculados para aumentar a taxa de entrega e atingir os objetivos em contrato.

Nesta fase define-se a eficiência objetivo, que representa o melhor compromisso entre custos com mão de obra e cumprimento do projeto. Durante o decorrer da obra, a equipa vai procurar todos os dias atingir pelo menos o valor da eficiência objetivo.

4.2.2 Modelo de Gestão da Obra

A gestão da obra engloba todos os aspetos do projeto, desde o planeamento até à entrega da obra concluída. No entanto, o planeamento global do projeto foi estudado separadamente em virtude da complexidade que lhe é inerente.

Ainda assim, a gestão de obra continua a abranger um largo espectro de atividades que se localizam temporalmente antes, durante e após a realização da obra. Algumas das atividades mais importantes na gestão de projeto de uma obra são o planeamento a horizontes curtos, o controlo da execução da obra, e a medição de indicadores para avaliar o cumprimento dos objetivos estabelecidos.

No terreno, a gestão de obra é feita num espaço dedicado: a sala *obeya*. É na sala *obeya* que se podem consultar os planos e mapas da obra para acompanhar o avanço e performance do trabalho realizado.

Os principais elementos da sala *obeya* são o macroplaneamento (descrito na secção 4.2.1), o planeamento a médio prazo (*last planner system* a seis semanas), o planeamento a curto prazo (*last planner system* a uma semana), os indicadores de projeto (sigla KPI, de *key performance indicator* em inglês), os quadros das reuniões de *kaizen* periódicas, e ainda quadros do departamento de qualidade, segurança e ambiente. Por não ter impacto direto nos indicadores da construção da obra, os quadros de qualidade, segurança e ambiente não são incluídos no modelo desenvolvido.

O modelo de gestão de obra que foi desenvolvido adaptou o conceito de sala *obeya* à tipologia da obra. Apresentam-se na Tabela 3 os elementos mais importantes da sala *obeya* para cada tipo de obra.

Tabela 3 – Elementos da sala *obeya* consoante a tipologia da obra.

Elementos Sala Obeya	Macro Planeamento	Last Planner 6 semanas	Last Planner 1 semana	KPIs	Kaizen Diário
Construção	Presente	Presente	Presente	Presente (vários)	Presente
Instalação	Entregue pelo cliente	Ausente	Presente	Presente (eficiência)	Presente

4.2.2.1 Gestão de Obra em Obras de Construção

É nas obras de construção que o conceito de sala *obeya* atinge toda a sua dimensão e importância, estando presentes todos os elementos elencados.

O planeamento global da obra, cuja realização antecede a montagem da sala *obeya*, deve já ter sido feito. A sua execução deve seguir o modelo apresentado na secção 4.2.1. O planeamento global da obra, para além de definir as diretrizes do projeto em termos de atividades a executar e prazos estabelecidos, é uma ferramenta útil para acompanhar o progresso da obra e guiar as sessões de planeamento de detalhe. Pode-se encontrar na Figura 24 do Anexo E um exemplo real de um macroplaneamento de uma obra.

O planeamento a seis semanas é o primeiro entregável do foro do planeamento cuja realização está intimamente ligada à sala *obeya*. Este planeamento deve ser conduzido seguindo a metodologia *last planner system*. O *last planner system* consiste num planeamento em *pull*, realizado de modo colaborativo, o que resulta num plano detalhado e completo de toda a obra. A frequência das reuniões de planeamento é semanal e reúne todos os intervenientes na obra com poder de decisão, os *last planners*. O intuito das reuniões é antever a ocorrência de possíveis constrangimentos ou contratempos e levantar medidas para os solucionar ou mitigar. Na Figura 25 do Anexo E apresenta-se um exemplo real de planeamento a médio prazo com recurso ao *last planner system*.

No planeamento da semana são listadas pormenorizadamente todas as tarefas a executar e os recursos alocados. A contribuição de todos os *last planners*, quer sejam pertencentes à própria organização ou subcontratados, permite identificar e resolver possíveis problemas, como por exemplo ter duas equipas a trabalhar na mesma área ao mesmo tempo. Um outro benefício é a criação de um espírito coletivo entre os intervenientes no projeto. Na Figura 26 do Anexo E está um exemplo de planeamento a curto prazo.

A medição dos indicadores, ou KPI de projeto, representam a melhor forma de avaliar o estado da obra. Os KPI devem estar visíveis e ser facilmente atualizáveis. Em todas as obras existem múltiplos indicadores para cada vertente do projeto, mas a medição deve ser restrita aos mais representativos. No caso de uma obra de construção, alguns dos indicadores relevantes são o cumprimento das metas de projeto, o orçamento real gasto em materiais, ou indicadores de qualidade e segurança.

As reuniões *kaizen* descrevem as diversas reuniões diárias e semanais entre os intervenientes da obra, tais como diretor da obra, gestor do projeto (*project manager*), encarregado de equipa (*team leader*) e os membros de equipa (*team members*). Entre os níveis hierárquicos superiores as reuniões podem ser diárias ou semanais, e destinam-se a acompanhar o progresso do projeto através dos indicadores medidos. Entre encarregados e membros de equipa, as reuniões são diárias e caracterizam-se por ser extremamente curtas e objetivas. São, para todo o grupo, um fórum para a distribuição de tarefas, identificação de problemas e clarificação de dúvidas.

A correta realização das reuniões de forma regular é fundamental para conseguir que todas as pessoas envolvidas em obra estejam devidamente informadas das tarefas que têm a realizar. Para além do elevado número de intervenientes, o facto de haver equipas subcontratadas que podem não ter conhecimento da cultura *kaizen* é um fator que obriga à organização das reuniões diárias.

4.2.2.2 Gestão de Obra em Obras de Instalação

A participação da empresa em obras de instalação resume-se ao destacamento de equipas para a obra para procederem à instalação dos equipamentos elétricos.

Como a empresa onde foi realizado o projeto de investigação não está encarregue pela obra, pode até nem existir um espaço dedicado à gestão de obra. No entanto, se for o caso, os elementos da empresa devem montar a sua própria sala *obeya*, apenas com os elementos necessários à gestão da instalação, com o propósito de controlar o avanço das tarefas e a gestão dos recursos alocados.

Nas obras de instalação, o planeamento global da obra não se encontra na sala *obeya* dado que não foi realizado pela empresa que apenas desempenha um pequeno papel numa fase já avançada do projeto.

De igual modo, não há necessidade do planeamento a seis semanas. O planeamento a médio prazo pretende alertar para constrangimentos que coloquem em risco a realização ininterrupta do projeto. No caso de obras de instalação, contratempos gerais não são da responsabilidade da empresa.

Pela ausência de outras sessões de planeamento, o planeamento semanal adquire uma importância especial. Na sua execução estipulam-se as eficiências necessárias para o projeto progredir dentro dos prazos estipulados, e são alocados recursos às tarefas para cumprir com as eficiências estabelecidas. A gestão dos recursos deve ser feita diariamente para otimizar o número de pessoas presentes em obra.

O indicador essencial em obras da tipologia instalação é a eficiência. Obtida diariamente a partir do rácio entre o tempo teórico necessário para realizar uma tarefa face ao tempo real despendido na mesma tarefa, é a eficiência que dita o ritmo do avanço da obra. Com a duração e objetivos estipulados por entidades externas, a empresa tem como única missão gerir os recursos destacados para a instalação de modo a equilibrar a eficiência média de todas as tarefas e os custos.

O último elemento que foi considerado na sala *obeya* é o *kaizen* diário, que é substancialmente diferente relativamente às obras de construção. As diferenças devem-se à distinta organização estrutural dos recursos humanos e ao espectro de atividades sob a responsabilidade da empresa.

Nas obras de instalação, a hierarquia mais elevada é um *project manager* que é responsável por vários supervisores de obra. Estes supervisores, por sua vez, têm a seu cargo equipas que são mutáveis. A rotatividade nas equipas deve-se à quantidade de mão de obra necessária e também à especialização necessária para desempenhar as tarefas planeadas. A intermitência de trabalhadores obriga a rotinas de *kaizen* diário e semanal bem montadas para a transmissão inequívoca de informação. A reunião diária entre supervisores e operadores é fundamental para distribuir as tarefas para o dia. A frequência diária justifica-se para conferir à gestão da obra um grande poder de reação. Assim, é possível rapidamente concentrar recursos em tarefas em atraso para colmatar o desvio no progresso da obra.

Aos métodos de gestão de obra de instalação (ver secção 3.4.2) é transversal a noção de responsabilidade da empresa, mas apenas no cumprimento dos objetivos estipulados para a montagem. Temas como o fornecimento de materiais ou o atraso global da obra não pertencem ao âmbito da empresa, o que se reflete na ausência de muitos elementos na sala *obeya*. Ainda assim, o controlo de todos os aspetos da instalação é essencial para auxiliar ao cumprimento das metas e à minimização de custos.

5 Apresentação dos Resultados Obtidos

Nesta secção são apresentados os resultados da aplicação do modelo desenvolvido, indicando-se também, quando aplicável, os objetivos mínimos esperados. Apresenta-se, na Figura 18, um esquema que resume as áreas de aplicação do modelo criado.

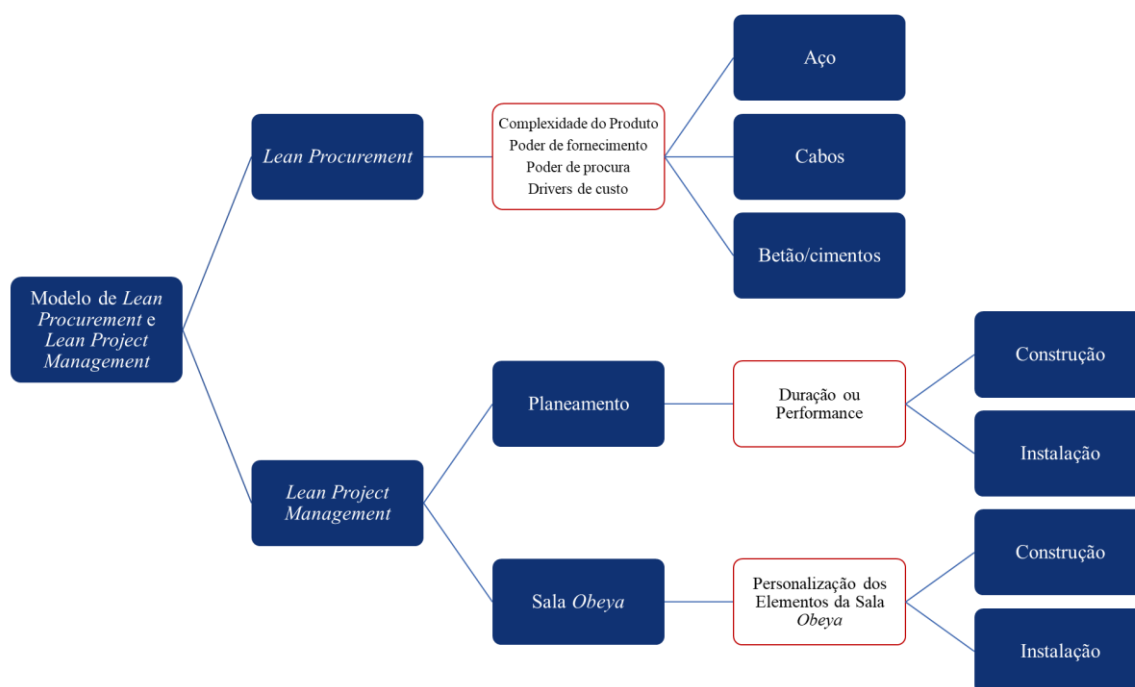


Figura 18 - Esquema resumo do modelo desenvolvido. Nos campos de fundo preenchido figuram os temas e as áreas abordados pelo modelo. Os campos com fundo branco mostram os motivos que dividem as análises conduzidas.

Aplicação do Modelo de *Lean Procurement* à Compra de Aço

- Objetivos mínimos:

Redução de 5% nos custos de fornecimento do aço, equivalente a uma poupança de 200,000 euros para as cinco obras em análise, durante um período de onze meses (de maio de 2019 a março de 2020).

- Objeto da aplicação do modelo:

O modelo foi aplicado com vista à remodelação da estratégia de *procurement* do aço. Foram identificadas oportunidades de melhoria ao nível da participação da empresa na cadeia de valor do material.

- Resultados obtidos:

A intervenção da empresa na cadeia de valor do material ferro/aço foi reformulada. A proposta da compra de material a grandes fornecedores a montante na cadeia permite a poupança relativamente à compra do produto final. Foi realizado um contacto com os fornecedores, ou *traders*, de aço. As negociações com os *traders* decorrem no momento presente.

A compra de aço aos *traders* traduz-se na entrada mais a montante na cadeia de valor por parte da empresa. Os resultados esperados são a redução do custo da matéria-prima e das margens dos intervenientes na cadeia de valor. Devem ser contabilizados os custos acrescidos de dobrar e transportar o material. No entanto, os custos suplementares são compensados pela poupança na compra da matéria-prima crua.

Aplicação do Modelo de *Lean Procurement* à Compra de Cabos

- Objetivos mínimos:

Redução da duração do processo de desenvolvimento de engenharia e compra dos cabos em 20% e poupança financeira de 5% relativamente ao orçamento de cabos apresentado na primeira proposta.

- Objeto da aplicação do modelo:

O foco da aplicação do modelo de *procurement* para os cabos recaiu na reespecificação do produto e na colaboração com fornecedores para desenvolvimento de engenharia e especificação do cabo, dado o conhecimento especializado que eles possuem na área. Todo o processo foi reformulado em sessões realizadas com a participação dos elementos da empresa responsáveis pela compra dos cabos.

- Resultados obtidos:

A reformulação do processo de desenvolvimento das especificações e compra dos cabos resultou numa redução de dezoito para nove semanas no tempo necessário, em média, para realizar todo o processo. A redução do tempo em 50% foi conseguida através da implementação de sessões colaborativas com os fornecedores e a introdução de *checklists* de controlo do processo. A primeira medida permite acelerar o processo de definição de especificação, e a segunda medida garante a passagem de toda a informação relevante entre intervenientes e etapas, eliminando a necessidade de retrabalho.

Aplicação do Modelo de *Lean Procurement* à Compra de Betão/Cimentos

- Objetivos mínimos:

A aplicação do modelo ao betão/cimentos teve como propósito a otimização da estratégia atual de fornecimento. O objetivo passa pela redução dos custos de encomenda com a matéria-prima.

- Objeto da aplicação do modelo:

A categoria de matéria-prima betão/cimentos é a que representa maior peso no orçamento de obras, mas a estratégia atual aparenta seguir as técnicas mais adequadas levantadas pelo modelo.

- Resultados obtidos:

Concluiu-se que a estratégia atual de fornecimento (recorrer a fornecedores locais e decidindo em função do preço apresentado) é adequada à matéria-prima. Ainda assim, foram propostas formas alternativas de gerir a cadeia de valor do betão/cimentos, que têm de ser avaliadas. As sugestões passaram por adquirir matéria-prima a montante na cadeia. As transformações

necessárias do material para poder ser usado em obra podem ser feitas recorrendo aos serviços de entidades externas ou realizadas pela própria empresa no local da obra.

Aplicação do Modelo de *Lean Project Management* ao Planeamento de Obras

- Objetivos mínimos:

Redução de 25% da duração expectável das obras de construção. A redução da duração do projeto tem como consequência a redução dos custos fixos. Pretende-se também a melhoria dos lucros da obra em pelo menos 5%, atingida através da otimização dos custos com pessoal.

- Objeto da aplicação do modelo:

Foi desenvolvido um modelo de planeamento detalhado para as duas tipologias de obra, atendendo às suas diferenças. O modelo de planeamento de obras do tipo construção foi aplicado a uma obra piloto. No que diz respeito às obras de instalação, o modelo tem menos impacto uma vez que a empresa apenas é responsável pela fase de instalação de componentes da obra.

- Resultados obtidos:

Na obra piloto de construção, conseguiu-se uma redução da duração expectável da obra de 30% (de dez meses para sete meses e uma semana). Foram, também, aumentados os *buffers* das *milestones* mais importantes, reduzindo a probabilidade de entrega fora do prazo e consequentes penalizações e insatisfação do cliente.

O teste do modelo de planeamento em obras de instalação ainda não foi realizado.

Aplicação do Modelo de *Lean Project Management* à Gestão de Obras

- Objetivos mínimos:

Nas obras de construção, o indicador de projeto mais relevante é a entrega ao cliente dentro do prazo (em inglês *on time delivery*), que tem atualmente valor de 0%. O significado deduzido do valor é que a empresa nunca cumpre as datas de entrega estabelecidas. O valor objetivo proposto é de cumprimento de 80% dos marcos contratualizados.

Para as obras da tipologia de instalação, o KPI mais relevante trata-se da eficiência. O valor atual da eficiência da instalação é de 65%, o que significa que, no cômputo das obras de instalação no portefólio da empresa, o tempo realmente gasto a realizar tarefas é 53% maior do que o tempo *standard* necessário para concluir as mesmas tarefas. O objetivo estipulado foi atingir uma eficiência de trabalho de 75%.

- Objeto da aplicação do modelo:

A aplicação do modelo da gestão de obra refletiu-se nas ferramentas presentes na sala *obeya*, uma sala no terreno da obra que contém todas as ferramentas de auxílio, funcionando como uma sala de controlo das operações.

Para a tipologia de obras de construção, a gestão de obras é muito complexa na medida em que envolve inúmeros elementos de suporte, tais como planeamento a diferentes horizontes, recolha dos indicadores de projeto e a estrutura para montar uma rotina de reuniões de *kaizen* diário em obra. Nas obras de instalação, pelo facto de a empresa estar responsável apenas pela vertente de montagem dos componentes, a gestão de obra possui menos ferramentas de auxílio.

- Resultados obtidos:

A sala *obeya* personalizada com os novos elementos foi instalada na obra piloto de construção, com resultados positivos, nomeadamente no que toca à identificação de constrangimentos ao desenrolar da obra com antecedência. Os valores finais dos indicadores ainda não foram obtidos devido à extensa duração do projeto que ainda não terminou.

Nas obras do tipo instalação a aplicação dos métodos de gestão de obra aumentou a eficiência diária para 76%, cumprindo com o objetivo definido.

Na Tabela 4, apresentam-se os principais indicadores de projeto (KPI) de cada tipologia de obra, e os respetivos valores atuais e objetivo que se pretende atingir com a total implementação do modelo.

Tabela 4 – Indicadores de projeto objetivo da implementação do modelo de gestão de obra desenvolvido.

Modelo de Gestão de Obra	KPI	Valor Atual	Valor Objetivo	Valor Atingido
Construção	On Time Delivery (ao Cliente)	0%	80%	---
	Poupança face ao Orçamento	0%	5%	---
Instalação	Eficiência	65%	75%	76%

6 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

O projeto realizado resultou na implementação de um modelo numa empresa do setor da construção, especializada na área das energias renováveis, que representa uma solução para a empresa fazer uma gestão ótima dos seus recursos e continuar a crescer de forma sustentável, a nível nacional e internacional, mantendo a qualidade dos projetos que realiza e cumprindo com os prazos de entrega estabelecidos.

O modelo de *lean procurement* e *lean project management* que foi aplicado na empresa foi desenvolvido com o intuito de oferecer métodos mais eficazes de gestão de obras, quer ao nível das atividades pré-obra, como o *procurement* ou planeamento, ou das atividades que acompanham o progresso do projeto.

O trabalho realizado constitui um modelo inovador, previamente inexistente na literatura. Como base do modelo desenvolvido foram adotados os princípios da filosofia *lean construction*. O setor da construção encontra-se em mudança devido à popularização da *lean construction* mas os avanços incrementais necessitam de ferramentas bem desenvolvidas para serem sustentados. O modelo criado apresenta-se como robusto e com elevado potencial de aplicabilidade graças à sua multidisciplinaridade: junta às mais avançadas técnicas de gestão da construção os princípios de *project management* e de *procurement*, passando por metodologias como o *Purchasing Chessboard*TM e o *procurement* disruptivo.

6.1 Conclusões

O decurso da realização do projeto deu-se em circunstâncias extraordinárias devido às restrições impostas pela pandemia provocada pelo COVID-19. Por um lado, a redução da carga de trabalho quotidiano permitiu a participação de mais elementos da empresa nas reformulações dos processos de gestão de obra, tornando-os mais robustos e eficazes e reduzindo as necessidades futuras de formação dos trabalhadores.

No entanto, foram muitas as contrariedades provocadas pela situação de pandemia. No imediato, as restrições de viagens entre países de pessoas e materiais provocou o abrandamento da construção dos projetos a decorrer, e o atraso de outras obras, como foi o exemplo da obra piloto. Em termos de perspetivas para o futuro a curto prazo, houve uma redução do número de propostas no mercado, consequência do abrandamento da economia mundial. A falta de novos projetos adiou a plena aplicação do modelo desenvolvido a todas as etapas que compõem uma obra.

Ainda assim foi possível aplicar o modelo e, dos resultados obtidos, retirar conclusões.

Na vertente de *procurement* foram desenvolvidas e propostas soluções para as matérias-primas com maior impacto no orçamento das obras: aço, cabos elétricos, e betão/cimentos. Apesar de não ter ocorrido nenhuma fase de *procurement* para novas obras que tenha permitido a aplicação

das soluções propostas, preveem-se benefícios ao nível da redução dos custos dos diversos materiais.

Relativamente à gestão de obra da tipologia de construção, o modelo de planeamento desenvolvido foi integralmente aplicado numa obra piloto, atingindo-se uma redução do tempo expectável de obra de 10 meses para 7 meses. Na mesma obra ocorreu a implementação da Sala *Obeya* e todos os elementos de controlo de projeto, porém a longa duração da execução da obra, agravada ainda mais pela situação imposta pela pandemia, não permitiu a obtenção de valores conclusivos quanto ao impacto gerado pelas mudanças impostas. Nas obras de instalação, a aplicação do modelo permitiu superar o objetivo de 75% de eficiência de trabalho, tendo-se atingido o valor de 76% nas obras de instalação que decorrem segundo os métodos indicados pelo modelo.

6.2 Trabalho Futuro

Dada a impossibilidade, durante o decorrer do projeto, da completa implementação do modelo desenvolvido, as ações futuras passam pela aplicação de todos os aspetos do modelo às obras a realizar pela empresa. De forma imediata, estas ações envolvem a continuidade da implementação da sala *obeya* na obra piloto que se encontra em execução. Numa perspetiva de curto prazo, pretende-se a aplicação do modelo na sua plenitude nos novos projetos executados pela empresa.

No teste do modelo a múltiplas e variadas situações reais, é importante a manutenção da cultura *kaizen* de melhoria contínua na sua aplicação, para promover a avaliação dos métodos e consequente melhoria das ferramentas. Só desta forma o modelo pode continuar a adaptar-se ao contexto mutável do setor da construção e oferecer bons resultados a quem o usa.

O aperfeiçoamento do modelo e avaliação dos resultados abrirá portas à sua aplicação em outras empresas do setor da construção, e o exercício de adaptação das ferramentas *lean construction* repetido para os mais diversos contextos.

Referências

- Achell, Juan Felipe Pons. 2014. *Introducción a Lean Construction*. Edição de Fundación Laboral de la Construcción.
- Ballard, Glenn e Gregory Howell. 2002. "Lean project management". *Building Research and Information* 31: 119-33. 10.1080/09613210301997.
- Ballard, Glenn e Gregory A. Howell. 2004. "COMPETING CONSTRUCTION MANAGEMENT PARADIGMS". *Lean Construction Journal* 1, no. 1. https://www.leanconstruction.org/media/docs/lcj/V1_N1/LCJ_04_0008.pdf.
- Chen, James. 2020. "Commodity". Última atualização 14-02-2020. Acedido a 11-05-2020. <https://www.investopedia.com/terms/c/commodity.asp>.
- Coimbra, Euclides A. 2013. *Kaizen in logistics and supply chains*. New York: McGraw-Hill Education.
- Construction, International Group for Lean. 2012. Charter and Operating procedures. edição de International Group for Lean Construction. 1992. <http://www.iglc.net/Content/Documents/IGLC%20Charter%20-%20Ratified%202012.pdf>.
- Donarumo, Joe e Keyan Zandy. 2019. *The Lean Builder: A Builder's Guide to Applying Lean Tools in the Field*. Edição de Dara Davulcu. Joe Donarumo & Keyan Zandy.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen : A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. Second Edition. ed. New York: McGraw Hill.
- Koskela, Lauri. 1992. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford University. <https://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>.
- . 2000. "An exploration towards a production theory and its application to construction". Doctor of Technology, Helsinki University of Technology. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2000/P408.pdf>.
- Myerson, Paul. 2019. *Lean demand-driven procurement : how to apply lean thinking to your supply management processes*. 1 Edition. ed. New York: Taylor & Francis,.
- Nutting, Jack, Edward F. Wente e E.F. Wondris. 2019. "Steel". Última atualização 10-04-2019. Acedido a 10-05-2020. <https://www.britannica.com/technology/steel>.
- Ōno, Taiichi. 1988. *Toyota production system : beyond large-scale production*. Cambridge, Mass.: Productivity Press.
- Pons, Juan Felipe e Iván Rubio. 2019. *Lean Construction y La Planificación Colaborativa - Metodología del Last Planner® System*. Edição de Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- PORDATA. 2020a. "População empregada: total e por sector de actividade económica". Última atualização 07-02-2020. Acedido a 20-04-2020. <https://www.pordata.pt/DB/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Gr%C3%A1fico>.
- . 2020b. "Produto Interno Bruto na óptica da produção (base=2016)". Última atualização 25-03-2020. Acedido a 20-04-2020. [https://www.pordata.pt/Portugal/Produto+Interno+Bruto+na+%C3%B3ptica+da+produ%C3%A7%C3%A3o+\(base+2016\)-2280-179824](https://www.pordata.pt/Portugal/Produto+Interno+Bruto+na+%C3%B3ptica+da+produ%C3%A7%C3%A3o+(base+2016)-2280-179824).
- Porter, Michael E. 1980. *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press.

- Project Management Institute. 2017. *A guide to the project management body of knowledge / Project Management Institute*. Sixth edition. ed. PMBOK guide. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Queirós, João, Laura Galhano e Virgílio Borges Pereira. 2019. "A crise da construção civil sob múltiplos pontos de vista: (des)regulação da atividade económica e recomposição do trabalho na perspetiva dos atores institucionais do setor da construção civil no período posterior a 2008". *Sociologia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/125345/2/374697.pdf>.
- Schuh, Christian. 2017. *The purchasing chessboard : 64 methods to reduce costs and increase value with suppliers*. 3rd edition. ed. New York, NY: Springer New York Springer Science+Business Media.
- Sobek, Durward K. e Art Smalley. 2008. *Understanding A3 thinking : a critical component of Toyota's PDCA management system*. Boca Raton: CRC Press.
- Strohmer, Michael F. 2016. "Disruptive procurement: Reinventing and transforming the procurement function". Acedido a 02-05-2020. <https://www.kearney.com/procurement/article/?/a/disruptive-procurement-reinventing-and-transforming-the-procurement-function>.
- Womack, James P., Daniel T. Jones e Daniel Roos. 1991. *The machine that changed the world : how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry*. 1st HarperPerennial ed. New York, NY: HarperPerennial.

ANEXO A: Cronograma das Fases da Obra

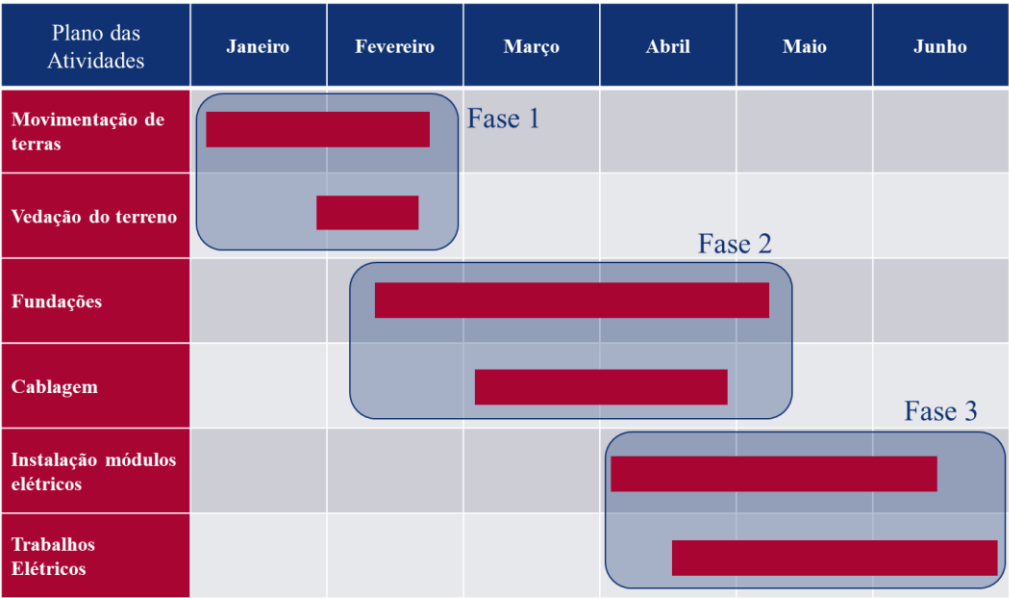


Figura 19 – Cronograma das fases e atividades da obra.

ANEXO B: Matrizes do Modelo *Purchasing Chessboard*™

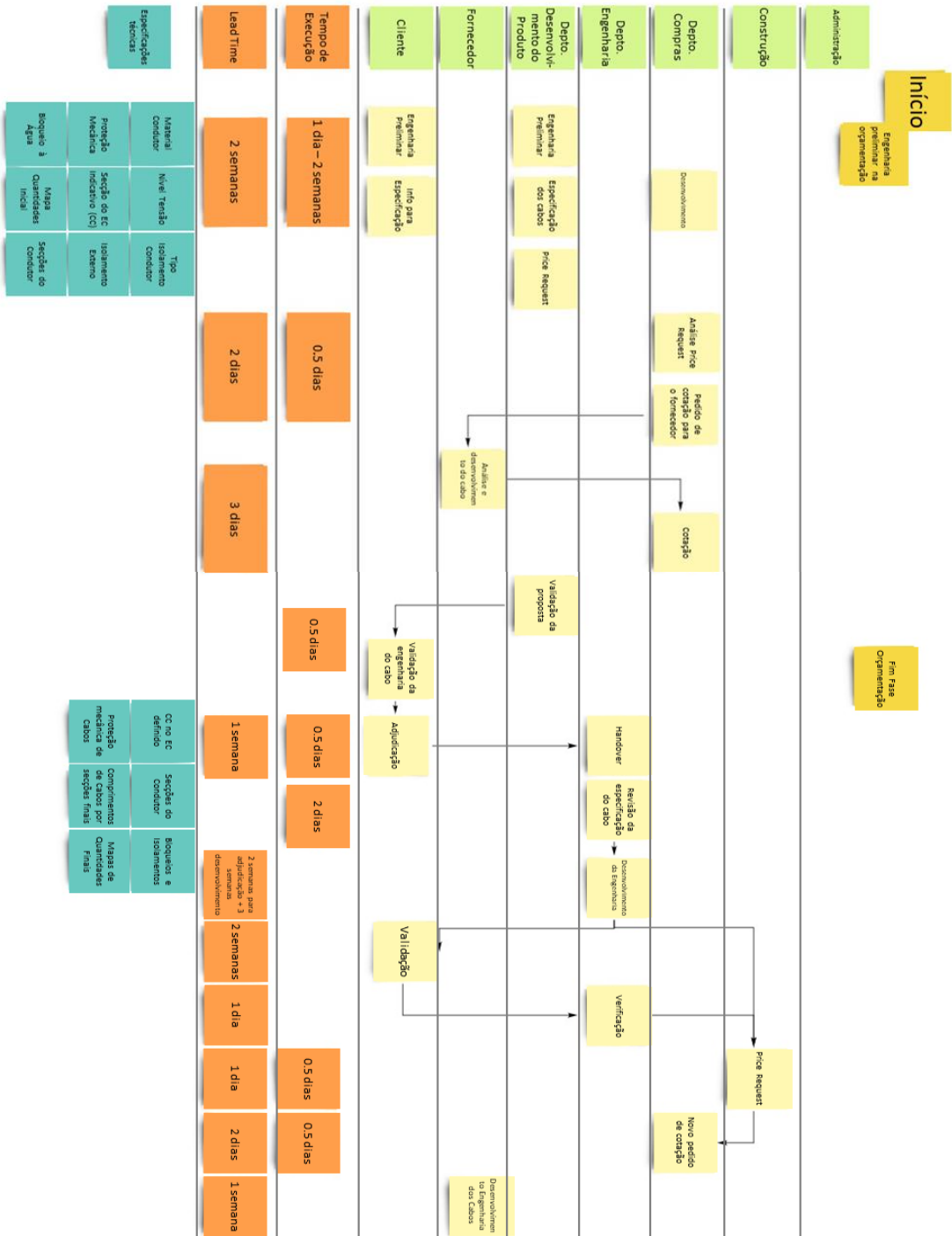
Poder do Fornecimento	Alto	Inovação Disruptiva	Procurar a Re-especificação	Gestão de Cadeia de Valor	Parceria de Cadeia de Valor
		Gestão de Riscos	Data Mining técnico	Planeamento de Operações Integradas	Parceria de Custos
		Co-Sourcing	Data Mining comercial	Tendering	Revisão de Preços do Fornecedor
	Baixo	Gestão da procura	Aglomeração de Volumes	Globalização	Preço Alvo
		Baixo	Poder da Procura		Alto

Figura 20 – Matriz de nível 2 do *Purchase Chessboard*™. Representa as 16 alavancas. Adaptado de (Schuh 2017).

Poder do Fornecimento	Alto	8	Invenção na procura	Alavancar a rede de inovação	Avaliação de funcionalidade	Avaliação de Especificação	Reconfiguração de Cadeia de Valor	Partilha de receitas	Partilha de lucros	Aliança estratégica
		7	Análise Care-Cost	Desenho para Sourcing	Desdobrar o produto	Desenho para fabrico	Estratificação do fornecedor	Gestão de Sustentabilidade e	Parceria baseada em projetos	Sourcing com base no valor
		6	Integração vertical	Estrutura Inteligente de Negócio	Composite benchmark	Benchmark de Processo	Gestão da capacidade colaborativa	Gestão do inventário virtual	Conceito de ciclo total de vida	Redução dos Custos Colaborativos
		5	Gestão do Gargalo	Gestão do enquadramento político	Benchmark de Produto	Redução da Complexidade	Organização do processo visível	Inventário gerido pelo vendedor	Desenvolvimento do Fornecedor	Programa fitness do fornecedor
		4	Comunidade de Sourcing	Consórcio de compradores	Data Mining de Custos	Normalização	Processo RFI/RFP	Licitação expressiva	Custo total da propriedade	Desníveis de balanceamento do mercado
		3	Outsourcing de compras	Estratégia Mega fornecedor	Gestão de Master Data	Transparência de custos	Inteligência do Mercado Fornecedor	Contralicitación	Benchmark de Preços	Preços individuais
		2	Gestão de Conformidades	Gestão de custos em <i>loop</i> fechado	Consolidação do fornecedor	Aglomeração ao longo das gerações	Fazer ou Comprar	Best shoring	Análise de regressão de custos	Análise de fator-custo
	Baixo	1	Redução da procura	Gestão de Contratos	Aglomeração ao longo das linhas de produto	Aglomeração ao longo das fábricas	Sourcing Global	LCC sourcing	Modelação de preço com base no custo	Preço de performance linear
		A	B	C	D	E	F	G	H	
Baixo		Poder da Procura								Alto

Figura 21 - Matriz de nível 3 do *Purchase Chessboard*™. Representa as 64 técnicas de *procurement*. Adaptado de (Schuh 2017)

ANEXO C: Mapeamento detalhado do Processo de Desenvolvimento de Engenharia e Compra de Cabos Atuais



(continua na página seguinte)

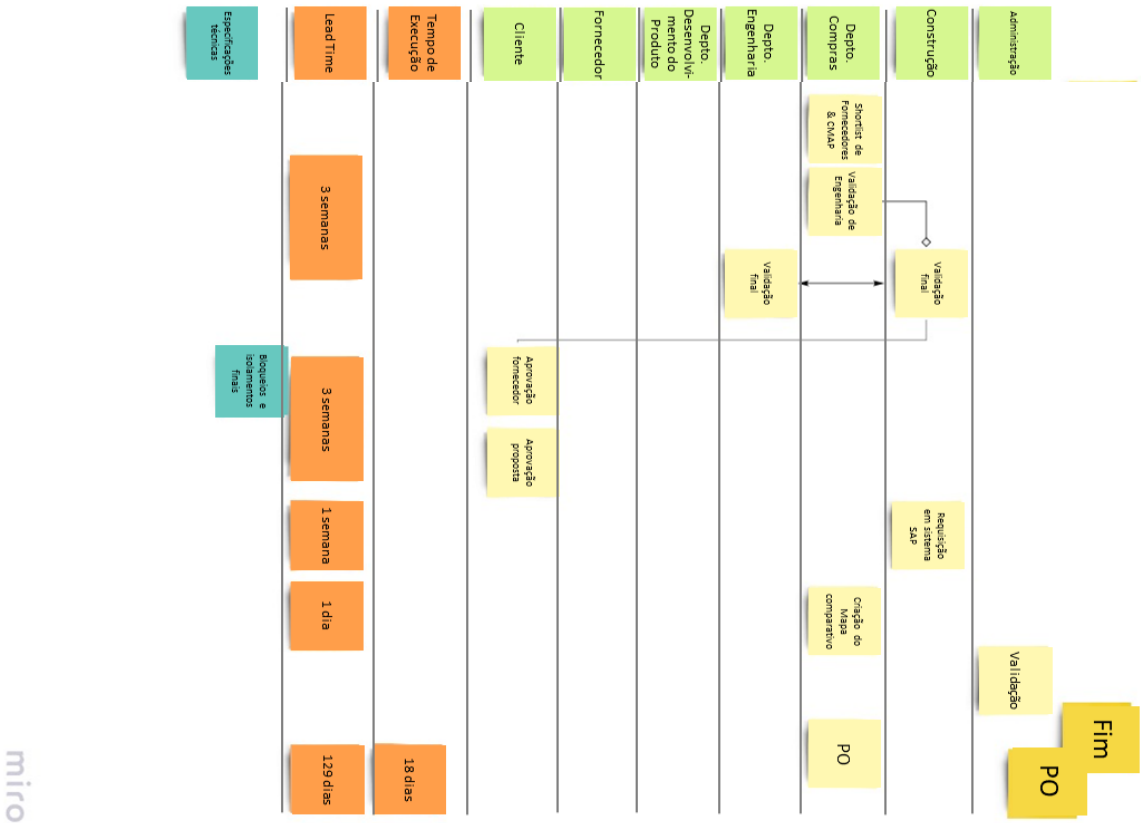
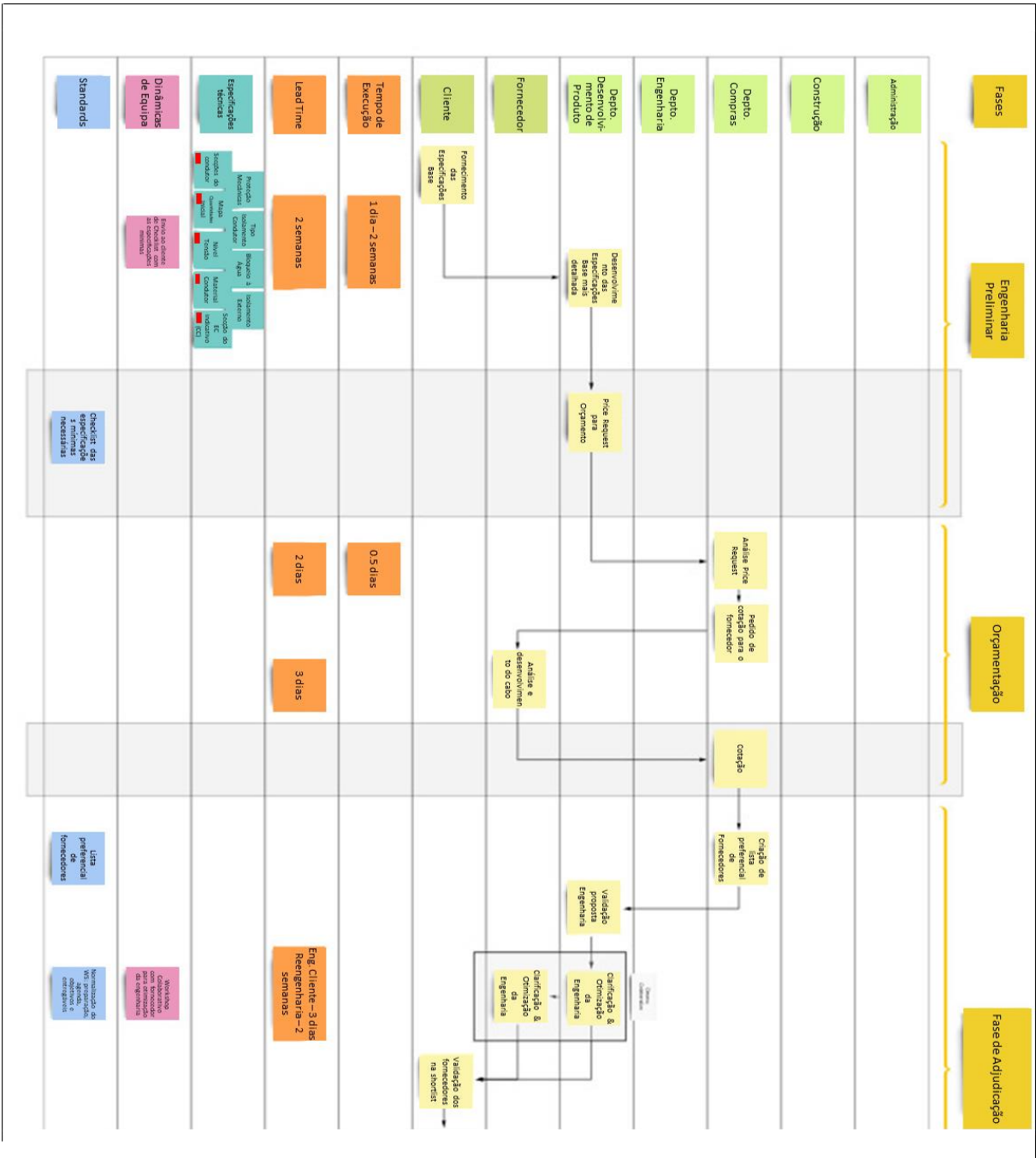


Figura 22 – Mapeamento do processo atual de desenvolvimento de engenharia e compra dos cabos.

ANEXO D: Mapeamento detalhado do Novo Processo de Desenvolvimento de Engenharia e Compra de Cabos



(continua na página seguinte)

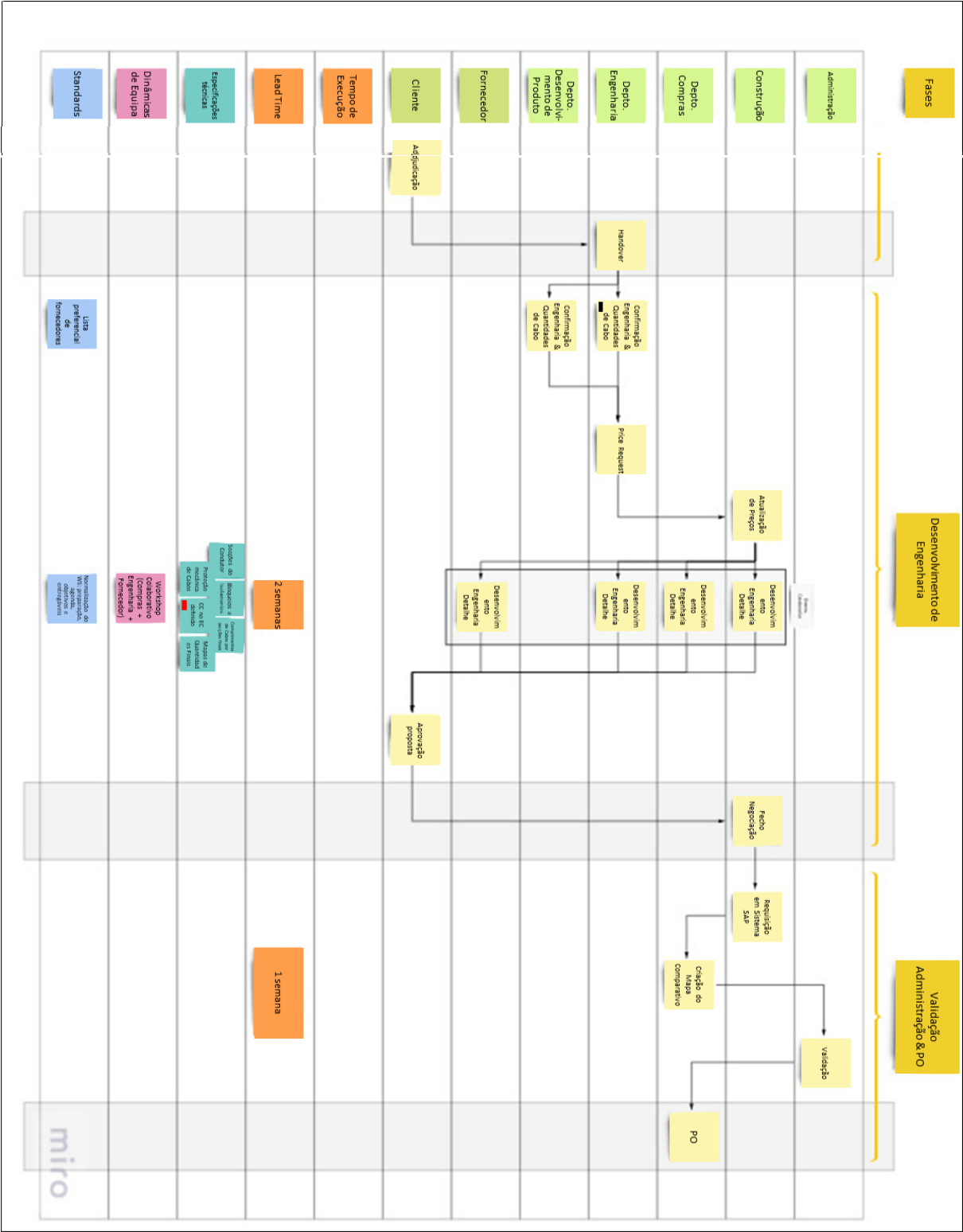


Figura 23 - Mapeamento do novo processo de desenvolvimento de engenharia e compra de cabos. As principais mudanças face ao processo atual verificam-se ao nível dos entregáveis definidos em cada fase; na clara definição das especificações a serem tratadas em cada etapa, e na realização de *workshops* colaborativos com os fornecedores.

ANEXO E: Elementos Sala Obeya

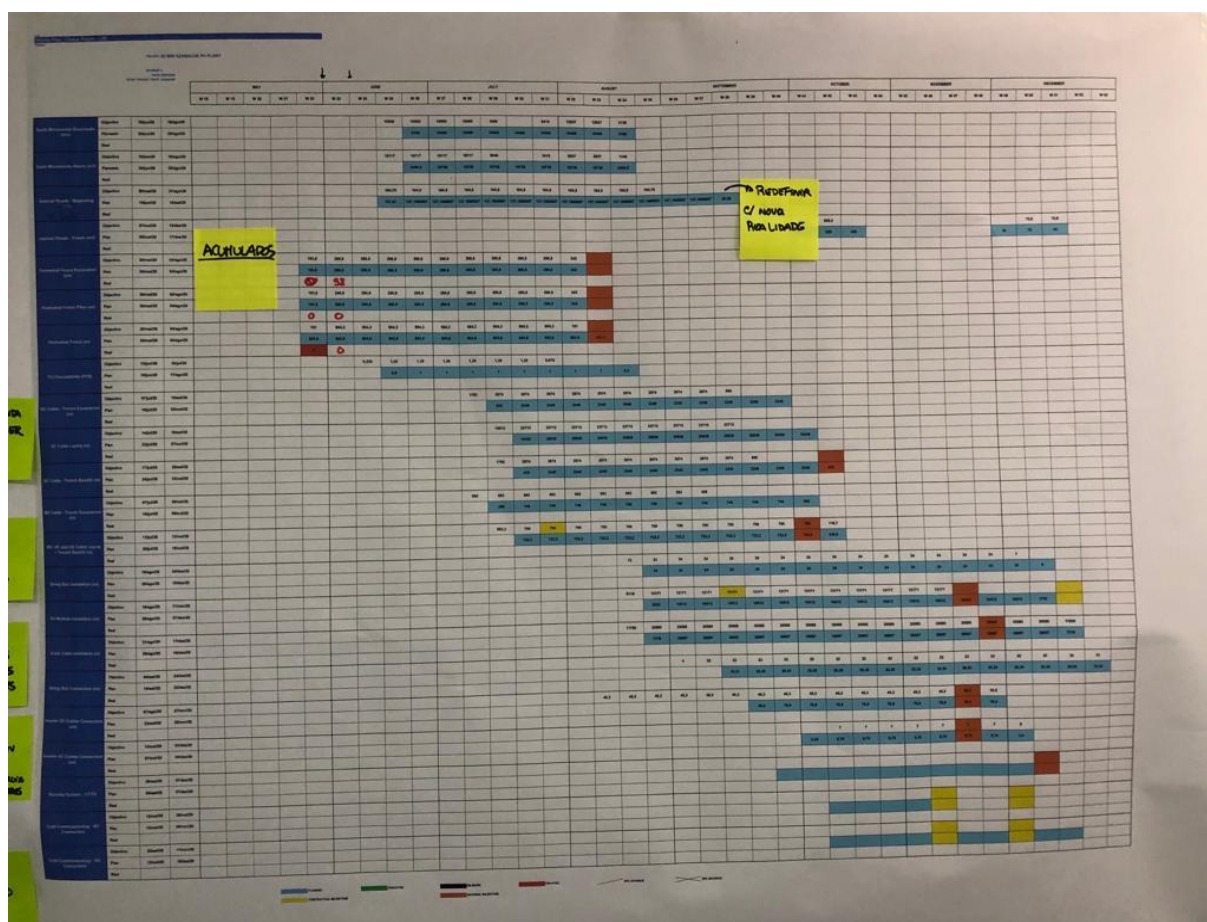


Figura 24 - Macro planeamento da obra. Estão preenchidas a azul as semanas de trabalho para cada atividade. A cor de laranja apresentam-se as *milestones* internas, e a amarelo prazos contratuais. Todas as semanas deve ser revisto o progresso da semana anterior, e os rendimentos corrigidos para evitar incorrer em atrasos na obra.



Figura 25 - Planeamento a médio prazo usando o *last planner system* a seis semanas. Cada atividade é representada por um cartão. Para o horizonte considerado são indicados os requisitos à realização das atividades planeadas e o seu estado de cumprimento. Eventuais constrangimentos que surjam devem entrar num plano de ações para serem solucionados.

80/100
V₂ - V_y

CJR
RENEWABLES

DO – SALA OBEYA (GESTÃO DE OBRA)

KAIZEN™
INSTITUTE

PLANEAMENTO SEMANAL & DIÁRIO – Semana 15/06 - 22/06

Tarefa	Resp.	% Avanço	Sábado	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Obs:
C. CANAL EXCAVATION	FH	Previsto: 80 Real:	80	80	80	80	80	80	
Pole Installation	FH	Previsto: Real:			134				
Wall Installation	FH	Previsto: Real:							
J. PVS EXCAVATION	FH	Previsto: C-100% Real:	A-50%	A-100%	B-50%	B-100%	C-50%		
J. PVS ACEIRO	FH	Previsto: Real:							
J. PVS HOMAGU	FH	Previsto: Real:							
J. Caminhos (impr.)	FH	Previsto: Real:	300	300	300	300	300	300	→ Review PACTOS/INVENTOS
N. JVS - Dura	FH	Previsto: Real:		200 RD	200	200	200		
N. Boda	F.H.	Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							
		Previsto: Real:							

PREVISTO - AZUL REAL DE ACORDO AO PLANEADO - VERDE REAL COM DESVIO FACE AO PLANEADO - VERMELHO KZ001.1 | 3

Figura 26 - Planeamento a curto prazo. No fim de uma semana é feito o planeamento do trabalho em detalhe para a semana seguinte. As atividades são divididas nas tarefas necessárias à sua execução. São anotados os avanços previstos para cada tarefa em cada dia. No fim de cada dia de trabalho, o responsável pela tarefa deve anotar no quadro o avanço real. Atrasos nos avanços devem desencadear imediatamente ações de correção.