



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

***Lean Management* - aplicação a uma pequena empresa de
construção civil**

PEDRO JORGE MARTINS DE ARAÚJO

Trabalho final de mestrado para obtenção do grau de mestre em engenharia na área de civil,
especialização em edificações

Orientador:

Prof. Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira Ribeiro.

Júri:

Presidente:

Prof. Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva.

Vogais:

Prof. Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira Ribeiro (Orientador);

Prof. Manuel Augusto Gamboa (Arguente).

Setembro de 2015

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

Lean Management - aplicação a uma pequena empresa de
construção civil

Pedro Jorge Martins de Araújo

Trabalho final de mestrado para obtenção do grau de mestre em engenharia na área de civil,
especialização em edificações

Orientador: Eng.º Malta da Silveira (I.S.E.L.)

Setembro de 2015

Resumo

A complexidade dos processos necessários à execução de uma obra de construção civil leva a que se verifiquem níveis de desempenho no sector que se situam aquém do que seria desejável.

A existência de desperdícios relevantes nesta atividade é apontada como uma das principais consequências da referida complexidade dos processos. Independentemente das suas causas, a ocorrência de desperdícios trás importantes impactes na qualidade do produto, nos prazos de execução e nos custos associados. Assim, é impreterível que as empresas mudem a sua atitude perante essas perdas.

O *Lean Management*, inicialmente aplicado na indústria automóvel e posteriormente disseminado por diversas áreas, deve constituir uma das opções a tomar para essa mudança de atitude.

O presente estudo tem como principal objetivo verificar a aplicabilidade das ferramentas da base concetual *Lean Management* à atividade de uma pequena empresa de construção civil e analisar os resultados decorrentes da sua aplicação.

A metodologia adotada assenta na experimentação direta através de um caso de estudo. Procedeu-se, para o efeito, à caracterização geral da atividade da empresa selecionada e identificou-se uma obra em particular para desenvolvimento do estudo. Os processos envolvidos na concretização da empreitada foram previamente identificados. A estes foram aplicadas as ferramentas *Lean* com vista à redução de desperdícios que recorrentemente são produzidos.

As conclusões obtidas evidenciam que é possível através da aplicação sistemática de medidas relativamente simples, obter resultados importantes quanto à redução de ineficiências, sendo que as metodologias do *Lean Management* constituem uma via prática e efetiva para perseguir esse objetivo. Percebe-se, também, que entre outras limitações nos resultados obtidos, a dimensão da empresa adotada para o estudo é um fator fortemente condicionante.

Palavras-chave

Lean Management; Construção; 5S; Gestão visual; Desperdícios.

Abstract

The complexity of the processes necessary for the execution of construction, leads to performance levels above of what is desirable.

The existence of relevant waste in this activity is considered one of the main consequences of this complexity of processes. Regardless of its causes, the occurrence of wastes brings important impacts on product quality, time schedules for implementation and costs. Thus, it is imperative that companies change their attitude towards these losses.

Lean Management, initially implemented in the automotive industry and later widespread in various areas, should be one of the choices to be made for this change in attitude.

This study aims to verify the applicability of the conceptual basis of Lean Management tools to the activity of a small construction company and analyze the results arising from its application.

The methodology is based on direct experience through a case study. A characterization of the selected company's activities was made and identified a construction site to develop the study. The processes involved in the implementation of the contract were previously identified. To these, lean tools were applied to reduce waste that are recurrently produced.

The conclusions reached show that is possible through the systematic application of simple tools to obtain significant results namely the reduction of inefficiencies of which the methodologies of Lean Management constitute a practical and effective way to pursue this goal. It is clear, too, that among other limitations on the results, the size of the company adopted for the study is a strongly determinant.

Key words

Lean Management, Construction, 5S, Visual Management, Waste.

Agradecimentos

Ao Professor Paulo Malta da Silveira, orientador deste trabalho final de curso, pelo apoio dado durante os 3 anos que, devido a várias e relevantes alterações que sofri no campo profissional (entre Portugal, Argélia, Moçambique e Timor), me obrigaram a adiamentos sucessivos da apresentação deste TFM.

Aos responsáveis pela fábrica que visitei para verificar *in loco* a implementação de algumas das técnicas que neste trabalho são abordadas. Pela sua amabilidade e pelas claras apresentações das metodologias e esclarecimentos das dúvidas colocadas. De registar que por motivos de sigilo industrial a firma não é identificada.

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

Aos meus filhos Filipe, Margarida e Beatriz pela motivação e inspiração.

À minha esposa pela dedicação e incentivo.

À minha mãe pelo apoio incondicional ao longo dos anos.

Aos meus amigos que, nos momentos de desalento, deram o seu apoio para que continuasse a progredir, em especial ao Pedro Arsénio.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do trabalho	1
1.2	Objetivos do trabalho	1
1.3	Metodologia de desenvolvimento e estrutura do trabalho.....	2
2	Conceitos e estado da arte	3
2.1	Origem do pensamento “Lean”. Tipos de desperdício.....	3
2.2	Lean construction.....	5
2.2.1	Modelo de conversão	5
2.2.2	Modelo de processos (Lean)	6
2.2.3	Implementação.....	8
2.2.4	Ferramentas e metodologias de aplicação	9
2.2.4.1	5S	10
2.2.4.2	Gestão visual (Visual Management)	11
2.2.4.3	Eventos kaizen (melhoria contínua) ou kaizen blitz	12
2.2.4.4	Gemba walk	12
2.2.4.5	Kanban	13
2.2.4.6	SMED (Single Minute Exchange of Dies).....	14
2.2.4.7	TPM (Total Preventive Maintenance).....	14
2.2.4.8	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	14
2.2.4.9	Value Stream Mapping (VSM) ou Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)	20

3	Outras ferramentas a aplicar	23
3.1	Diagrama de Pareto.....	23
3.2	5 Porquês – 5 Whys	24
3.3	Diagrama de Ishikawa.....	24
4	O Lean em Portugal	27
4.1	Aplicabilidade em Portugal.....	27
4.2	A empresa “Projeto 360”	27
5	Avaliação do nível de conhecimento dos conceitos "Lean Constrution"	31
5.1	Obtenção da informação	31
5.2	Análise dos resultados obtidos.....	33
6	Implementação de ferramentas na “Projeto 360”.....	37
6.1	Utilização das ferramentas aplicáveis a uma empreitada.....	37
6.2	Definição do caso prático simplificado.....	38
7	Conclusões e trabalhos futuros	53
7.1	Conclusões	53
7.2	Trabalhos futuros	54
	Bibliografia	57

Índice de tabelas

Tabela 1 – Lista de obras da empresa Projeto 360 28

Tabela 2 – Número de ocorrência de desperdícios nas empreitadas executadas 37

Índice de figuras

Figura 1 – Sete tipos de desperdícios (adaptado de Riani, 2006).....	3
Figura 2 – Modelo do processo de construção (adaptado de Serpel and Alarcón, 1998).....	6
Figura 3 – Metodologia de melhoria contínua do processo de construção (Adaptado de Serpel and Alarcón, 1998) ..	8
Figura 4 – Exemplo de um Procedimento 5S utilizado numa indústria (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)	11
Figura 5 – Exemplo de um placard informativo contemplando a informação necessária à análise de dados (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)	12
Figura 6 – Exemplo de um quadro Kanban (fotografia tirada em 2015, empresa anónima).....	13
Figura 7 – Exemplo de um carro móvel de troca rápida de peças (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)	14
Figura 8 – Tempos de cálculo do OEE (adaptado de OEE.COM.BR, 2015).....	15
Figura 9 – Tempos de cálculo do OEE (adaptado de OEE.COM.BR, 2015).....	17
Figura 10 – Exemplo de um registo de produção hora a hora (empresa anónima, 2015)	18
Figura 11 – Exemplo da simbologia utilizada para realização do VSM (Rother, 2009)	21
Figura 12 – Exemplo de um VSM (Rother, 2009)	22
Figura 13 – Diagrama de Pareto para a análise do OEE (empresa anónima, 2015).....	23
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa – identificação das causas (Marques, 2014).....	25
Figura 15 – Diagrama de Ishikawa – Aplicação do diagrama utilizando os 4M's (Marques, 2014)	26
Figura 16 – Questionário utilizado para avaliação da implementação em Portugal das metodologias <i>Lean</i>	32

Figura 17 – Excerto do questionário utilizado	32
Figura 18 – Respostas à totalidade dos questionários por dimensão de empresa.....	33
Figura 19 – Percentagem de aplicação do Kanban e Kaizen nas empresas.....	34
Figura 20 – Percentagem de conhecimento e aplicação de metas	35
Figura 21 – Percentagem de conhecimento e aplicação de metas	35
Figura 22 – Divulgação de resultados às equipas.....	36
Figura 23 – Análise de Pareto referente aos desperdícios ocorridos.....	38
Figura 24 – Formulário de planeamento de trabalhos	41
Figura 25 – <i>Checklist</i> de Ferramentas	42
Figura 26 – Registo de Formação e materiais de formação utilizados.....	43
Figura 27 – Formulário de Auditoria	45
Figura 28 – Cruz de Segurança	45
Figura 29 – Exemplo de quadro de indicadores.....	46
Figura 30 – Impresso de cálculo do OEE.....	47
Figura 31 – Registo do OEE para o caso da betoneira 2.....	48
Figura 32 – Pareto para a betoneira 2.....	49
Figura 33 – Aplicação da “espinha de peixe”	51
Figura 34 – Questionário completo enviado às empresas	- 1 -
Figura 35 – Respostas recebidas não trabalhadas	- 2 -

Abreviaturas

FIFO - First In First Out

JIT - Just in Time

OEE- Overall Equipment Effectiveness

SMED – Single Minute Exchange of Dies

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TQM - Total Quality Management

VSM – Value Stream Mapping ou MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

1 Introdução

1.1 Enquadramento do trabalho

A existência de desperdícios na atividade da construção civil, com impacte na qualidade do produto e nos custos associados (Gonçalves, 2009) leva a que as empresas mudem a sua forma de pensar e sintam a urgência de ter novas políticas de gestão, que eliminem / reduzam esses valores aplicando o mínimo investimento.

O pensamento *Lean* é uma dessas formas e desenvolveu-se na Toyota, no Japão nos anos 50 a partir do TQM (*Total Quality Management*) e do JIT (*Just in Time*). Inicialmente aplicado à produção automóvel, dados os seus bons resultados, esta metodologia tem vindo a ser disseminada para outros setores de atividade. O setor da construção civil inicia assim o seu estudo e implementação dada a necessidade de criar “processos magros”, isto é, sem desperdícios (Howell, 1999).

Em Portugal esta forma de gestão ensaia, muito timidamente, os primeiros passos na construção civil. Algumas das grandes empresas deste setor começam a investigar e a implementar, mesmo que experimentalmente, estas metodologias. De notar que a indústria da construção é caracterizada por níveis baixos de escolaridade por parte dos trabalhadores e conseqüentes limitações na utilização e compreensão de tecnologia.

Assim, existe a necessidade de analisar o estado da implementação no nosso país e de investigar os seus potenciais de utilização.

1.2 Objetivos do trabalho

O presente trabalho final de mestrado tem como objetivos:

- Determinar o estado de implementação em Portugal do *Lean Management*;
 - Analisar a aplicabilidade dos seus princípios fundamentais e dos conceitos relativos ao *Lean Construction* numa pequena empresa portuguesa de construção civil através da utilização concreta de algumas das principais ferramentas do *Lean*. Nomeadamente do VSM (*Value Stream Map*), 5S, *Kaizen*, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), entre outras.
-

1.3 Metodologia de desenvolvimento e estrutura do trabalho

Numa primeira fase iniciou-se a pesquisa bibliográfica sobre os conceitos associados a estas metodologias bem como o desenvolvimento de questionário sobre o estado da arte em Portugal.

De seguida, foi efetuada uma análise sobre a aplicabilidade das ferramentas da metodologia na gestão de uma pequena empresa. Finalmente, foi concretizada a sua aplicação numa empreitada específica, considerando as várias atividades previstas, e procurando reduzir ou mesmo eliminar os 7 tipos de desperdícios reconhecidos no *Lean Management*. Ou sejam, o *stock*, excesso de produção, transporte, movimento, tempo de espera, retrabalho e processamento desnecessário.

A metodologia inclui um conjunto estruturado de atividades e ferramentas que são executadas e aplicadas de forma sistémica para a identificação e avaliação dos problemas dos quais resultam os desperdícios na construção e as suas causas.

São indicadas, no final, soluções de curto e médio prazo destinadas a atuar diretamente sobre os fatores identificados como causadores das ineficiências para reduzir ou eliminar os seus efeitos.

2 Conceitos e estado da arte

2.1 Origem do pensamento “Lean”. Tipos de desperdício.

O *Lean Manufacturing* (produção lean) é uma filosofia que adota um conjunto de princípios, boas práticas e ferramentas inspiradas no TPS – *Toyota Production System* (sistema de produção da Toyota) e que permitem aumentar a eficiência do processo, flexibilizá-lo e torná-lo mais rápido aquando da necessidade de alteração dos requisitos necessários à satisfação do cliente. Inicia-se pela identificação de desperdícios (figura 1) que deverão ser analisados e eliminados (Marques, 2014).



Figura 1 – Sete tipos de desperdícios (adaptado de Riani, 2006)

Os princípios do *Lean* assentam em ferramentas fáceis de aplicar, a qualquer tipo de processo seja ele produtivo ou não. Atualmente esses princípios são aplicados em qualquer sector de atividade pelo que se deixou de denominar esta filosofia como “*Lean Manufacturing*” e passou correntemente a denominar-se “*Lean Management*” (gestão magra) ou “*Lean Thinking*” (pensamento *Lean*) (Marques, 2014).

As formas de desperdício identificadas na metodologia *Lean* responsáveis, de acordo com o autor (Barros, 2010), por 95% do total de custos dos ambientes *no-Lean* são as seguintes:

1. Tempos de espera – Inclui períodos de espera por material, informação, máquinas, ferramentas, entre outros aspetos que inviabilizam a execução das atividades no tempo previsto. Traduz ainda os períodos de inatividade a jusante de uma determinada fase de um processo, devido à não conclusão de uma atividade a montante, no espaço de tempo previsto (Barros, 2010).

2. Sobreprodução – Trata-se da produção efetuada antes de existir um pedido do cliente ou quando esta é superior ao solicitado. O desperdício emergente desta situação reflete-se sobre a forma de recursos inutilizados, tanto de mão-de-obra como de máquinas, que poderiam estar alocados a outras atividades mais iminentes, além de criar a necessidade de *stock* (Barros, 2010).

3. Transporte - Perda por transporte é aquela em que são realizadas deslocações desnecessárias ou *stocks* temporários. Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso (Riani, 2006).

4. Movimento excessivo – Surge de um fluxo de trabalho pobre, da desorganização do local de trabalho e de procedimentos inconsistentes, com elevado grau de variação entre atividades semelhantes. Apesar do transporte de materiais e máquinas não agregar valor, é uma atividade necessária, que deverá ser minimizada tanto quanto possível, procurando colocar os mesmos, tão próximo quanto possível, do local de utilização (Riani, 2006).

5. Processamento que não acrescenta valor ao produto – É o conjunto de atividades adicionais ao processo produtivo, nomeadamente as tarefas que necessitam de ser refeitas devido a terem sido incorretamente executadas durante o processo. Este desperdício pode ainda ter origem nos produtos que apresentem defeitos e que necessitem de ser refeitos ou retocados. Há uma “máxima” referente a este aspeto: “Trabalho feito é trabalho pior!”, isto é, também a qualidade do produto sai penalizada nestas situações. O armazenamento, a necessidade de inspeção dos produtos concluídos, a utilização de máquinas de capacidade superior à necessária, muitas vezes na sua potência máxima, numa tentativa de rentabilização destes, são outros exemplos de aspetos do processo produtivo que não constituem valor acrescentado para o produto (Barros, 2010).

6. Excesso de *stock* – Desperdício que traduz a existência de um stock superior ao necessário para satisfazer as necessidades dos clientes. Tem como principais consequências a ocupação de espaço de armazenamento precioso, ocultar defeitos nos produtos, atrasando a deteção destes e, fundamentalmente, a estagnação de recursos financeiros que poderiam ser alocados a outras áreas (Barros, 2010).

7. Defeitos – Os erros durante o processo, que implicam refazer, reparar, retocar e inspecionar os produtos, originam quatro tipos de desperdícios: materiais consumidos; mão-de-obra utilizada que não é recuperável; mão-de-obra novamente requisitada para retocar, reparar, refazer e inspecionar; utilização de recursos para responder a eventuais reclamações dos clientes (Peneirol, 2007).

2.2 *Lean construction*

2.2.1 Modelo de conversão

O desperdício foi definido como “qualquer quantidade adicional, mínima que seja, de materiais, máquinas e/ou mão-de-obra para além dos estritamente necessários para acrescentar valor ao produto” (Serpel and Alarcón, 1998).

Em geral, todas as atividades na construção que geram custos, direta ou indiretamente, mas não acrescentam valor ao produto podem ser denominadas de desperdício. Assim, o esforço para a melhoria, num enquadramento *Lean*, deve concentra-se em identificar e analisar as causas destes desperdícios e atuar seguindo princípios já desenvolvidos no *Lean* para as reduzir ou eliminar.

A diferença básica entre a filosofia de gestão tradicional e a *Lean Production* é principalmente conceptual. A mudança mais importante para a sua implementação é a introdução de uma nova forma de entender ou “olhar” os processos.

O modelo conceptual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os *inputs* (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação). Por esta razão denomina-se de modelo de conversão (Formoso, 2009).

Este modelo apresenta, implicitamente, as seguintes características:

- a) O processo de conversão poderá ser dividido em subprocessos, que também são, eles próprios, processos de conversão. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser subdividida em execução de cofragem, corte, dobragem e montagem de armaduras e betonagem;
- b) O esforço de minimização do custo total de um processo, em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada um dos subprocessos separadamente;
- c) O valor do produto (output) de um subprocesso é associado somente ao custo (ou valor) dos seus *inputs* (Formoso, 2009).

Este é o modelo adotado, por exemplo, nos orçamentos convencionais, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários (por exemplo, vigas, paredes, carpintarias, etc.), e também nos planos de obra ou planos de trabalhos, nos quais são normalmente representadas apenas as atividades de conversão. Assim, tanto os orçamentos como os planos de trabalhos em geral representam explicitamente a sequência de atividades que agregam valor ao produto, também denominada de fluxo de montagem (Formoso, 2009).

As principais deficiências do modelo de conversão são as seguintes:

- a) Existem parcelas de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, parte relevante dos custos é originada nestes fluxos físicos. Movimentação de materiais no interior dos estaleiros, é um exemplo desses fluxos habitualmente desprezados nas análises feitas no quadro do modelo de conversão;
- b) O controlo da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global.

2.2.2 Modelo de processos (*Lean*)

O modelo de processo da Construção *Lean*, por sua vez, assume que um processo consiste num fluxo de materiais, desde a matéria-prima até ao produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção (figura 2). As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo (Formoso, 2009).

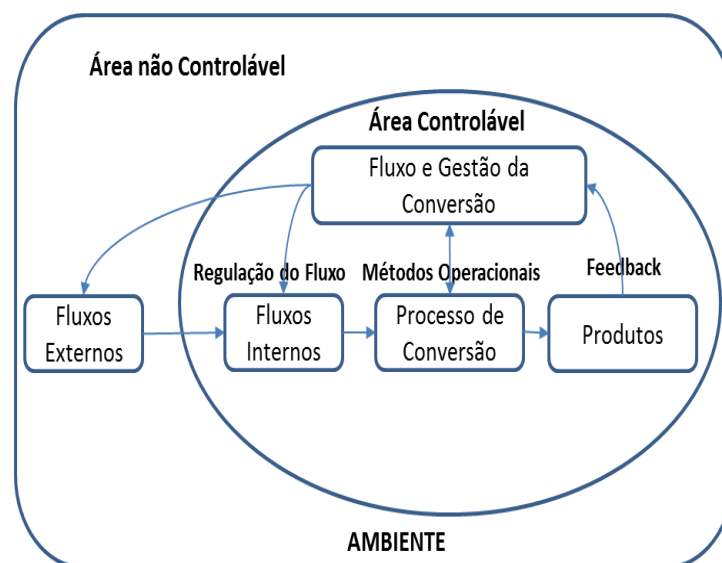


Figura 2 – Modelo do processo de construção (adaptado de Serpel and Alarcón, 1998)

Nem todas as atividades de processamento agregam valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor (Formoso, 2009).

A geração de valor é outro especto que caracteriza os processos na construção *Lean*. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo.

Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos (Formoso, 2009).

Por exemplo: no processo de projeto os principais dados de entrada são as informações relativas às necessidades dos clientes e as características do terreno, que, após sucessivas atividades, são transformadas no produto projeto (arquitetónico, estrutural, instalações, etc.).

Além do fluxo de montagem e dos fluxos de materiais e de informações, existe um outro tipo de fluxo na produção que necessita ser devidamente gerido, denominado fluxo de trabalho. Este fluxo refere-se ao conjunto de operações realizadas por cada equipa na obra. A operação, neste contexto, refere-se ao trabalho realizado por equipas ou máquinas. É interessante salientar que algumas operações podem estar fora do fluxo de materiais, como, por exemplo, manutenção de máquinas, limpeza, etc. Por outro lado, algumas atividades do processo não envolvem operações, como é o caso de espera (*stocks*) de materiais.

Assim, e de acordo com a figura 2, existem 3 áreas de interesse onde o desperdício pode ocorrer e algumas melhorias podem ser implementadas:

1. Fluxos, quer internos quer externos, que constituem as entradas para as várias atividades e podem ser classificados em 2 grupos: Recursos da construção (materiais, mão de obra e equipamento) e a informação.
2. Construção e produtos resultantes que são os processos que transformam os fluxos em produto acabado ou semiacabado;
3. Fluxo e gestão de processos que correspondem à gestão das ações e à tomada de decisão;

A metodologia utilizada para o trabalho foi adaptada da metodologia tradicional de resolução de problemas. A figura 3 apresenta os passos principais na utilização deste método (Serpel and Alarcón, 1998).

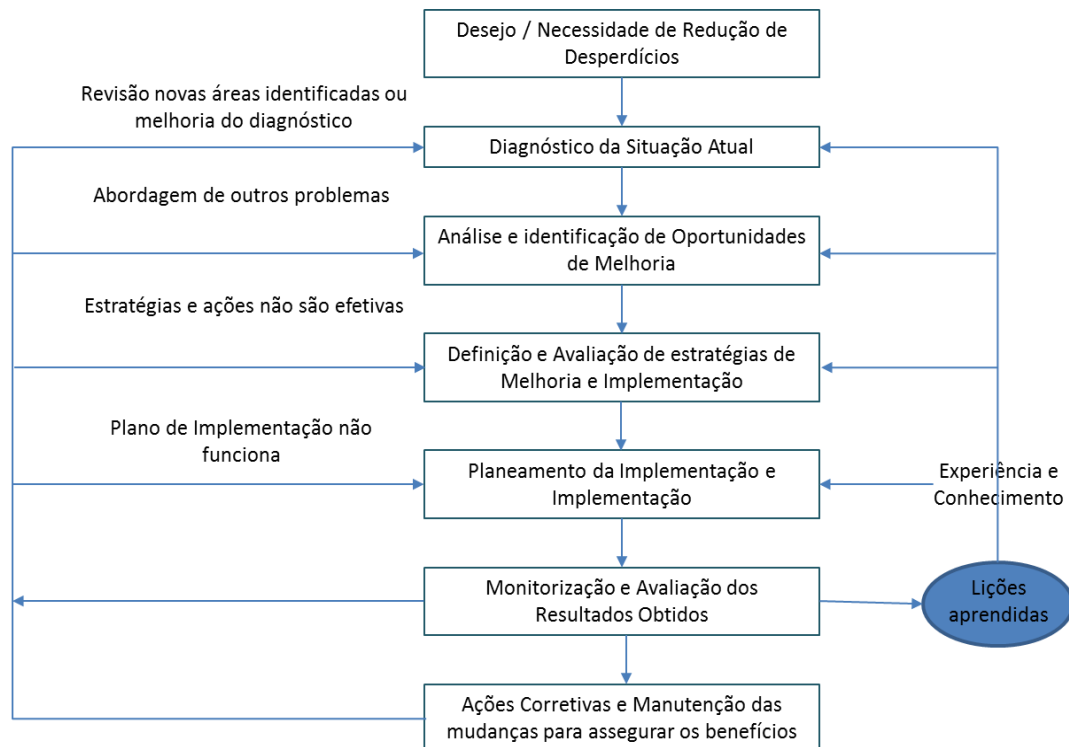


Figura 3 – Metodologia de melhoria contínua do processo de construção (Adaptado de Serpel and Alarcón, 1998)

Como se verifica na referida figura, a metodologia é aplicada em ciclo para corrigir problemas que podem surgir durante o processo de melhoria devido à particularidade da indústria da construção (tipo de gestão utilizada, características do trabalho, nível de performance, etc.).

Depois de se repetir a metodologia, existem várias lições a retirar pelo que este é também um ponto positivo a considerar nesta abordagem.

2.2.3 Implementação

- A primeira etapa começa com a identificação e a recolha de informação referente ao processo isto é, fluxos de recursos e de informação, atividades e da própria gestão. O objetivo é obter a mais completa e precisa fotografia dos passos seguidos para concretizar uma obra. Algumas das ferramentas a utilizar poderão ser:
- Visualização dos postos de trabalho – para obter informação sobre os métodos de construção, utilização de recursos, performance dos processos, qualidade, etc. O objetivo é mapear o processo para o conhecer em detalhe e identificar potenciais áreas problemáticas;

- c) Questionário aos trabalhadores para saber a perceção destes sobre os desperdícios que podem ocorrer / as suas causas e as medidas a implementar na sua redução;
- d) Questionário aos encarregados para identificação de atrasos;
- e) Layout das instalações para avaliar a sua adequação ao trabalho a efetuar;
- f) Estudo da organização e gestão – para avaliar a sua eficácia nomeadamente ao nível do planeamento, direção de obra, e organização;
- g) Inquérito de satisfação organizacional;
- h) Estudo da aquisição de materiais e receção dos mesmos;
- i) Utilização de máquinas – Para conhecer entre outros aspetos o nível de utilização de cada máquina.

Depois desta informação ser recolhida, deverá ser revista considerando os seguintes objetivos:

- a) Obter uma visão clara de todos os aspetos relacionados com o projeto que se encontra em estudo;
- b) Identificação dos desperdícios incluindo as atividades que não acrescentam valor;
- c) Identificar deficiências organizacionais e de gestão;
- d) Identificação de possíveis causas dos desperdícios selecionando as mais importantes;
- e) Identificar de imediato oportunidades de melhoria de fácil implementação;
- f) Identificação de oportunidades de melhoria a médio prazo e estimar o custo efetivo da sua implementação.

Esta análise é efetuada com os membros da equipa através de *brainstorming* onde cada membro fornece ideias e recomendações que possam ser aplicadas ao processo. A experiência dos trabalhadores é fundamental neste ponto. O resultado final é uma lista de potenciais medidas a implementar, de forma consensual e de acordo com o benefício percebido por todos.

Depois de selecionadas as medidas, um conjunto de estratégias e ações devem ser identificadas por cada um dos intervenientes e mais uma vez em equipa. Uma seleção inicial já deverá ter sido efetuada entretanto para reduzir o número de alternativas possíveis. Cada situação é avaliada no que respeita a fiabilidade técnica, económica, temporal e custos de implementação. Também para cada ação deve ser definido um objetivo e uma medida de avaliação de performance para ser possível verificar se o objetivo foi atingido.

2.2.4 Ferramentas e metodologias de aplicação

A metodologia *Lean* assenta sobre um conjunto de ferramentas simples e de fácil aplicação. Das quais se destacam as que a seguir se descrevem:

2.2.4.1 5S

É uma metodologia de origem japonesa para a organização de diferentes tipos de ambientes, que podem ir desde espaços ao ar livre até um simples armário, mas que está principalmente orientada para os ambientes laborais (Barros, 2010).

É constituída por cinco princípios ou sentidos, que se iniciam com a letra “S” (em japonês), daí a sua designação (5S) e que se propõem a:

- a) Aumentar a produtividade pela redução do tempo despendido a procurar materiais, componentes, ferramentas, máquinas, entre outros. No ambiente ou área de trabalho em análise, apenas devem ficar os objetos necessários e bastante próximos do utilizador;
- b) Reduzir os custos e melhorar o aproveitamento dos materiais. O excesso de stock conduz à degradação destes;
- c) Melhorar a qualidade dos produtos e/ou serviços;
- d) Diminuir o número de acidentes de trabalho;
- e) Aumentar a satisfação dos colaboradores perante o trabalho desenvolvido.

Os cinco sentidos definidos por esta metodologia são os seguintes:

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

Perante uma melhoria, qualquer que seja o seu grau, os princípios devem ser revistos, integrando-a, passando assim a constituir um novo padrão.

Na figura 4 verifica-se um exemplo de implementação dos 5S numa área de trabalho de uma indústria fabril (multinacional). O local foi organizado, limpo e de modo a padronizar foi criado um procedimento.



Figura 4 – Exemplo de um Procedimento 5S utilizado numa indústria (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)

2.2.4.2 Gestão visual (Visual Management)

Sistema de placard, colocado de forma visível, apresentando o planeamento, a performance das atividades programadas (indicadores), planos de ação e respetivos responsáveis, bem como as causas de não cumprimento.

Permite melhorar o planeamento, à medida que se vão conhecendo as percentagens de cumprimento dos programas anteriores e se eliminam os obstáculos (Barros, 2010).

Na figura 5 verifica-se um exemplo de implementação dos quadros para a gestão visual numa multinacional fabril.



Figura 5 – Exemplo de um placard informativo contemplando a informação necessária à análise de dados (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)

2.2.4.3 Eventos *kaizen* (melhoria contínua) ou *kaizen blitz*

Kaizen Blitz é um evento de melhoria rápida baseado no trabalho em grupo, na produção enxuta e na reestruturação de ferramentas, técnicas, métodos e abordagens. Tem como objetivo tomar uma área como alvo, identificar oportunidades para melhorias e limitações associadas e remover essas limitações num período curto de tempo (Riani, 2006).

2.2.4.4 *Gemba walk*

O *gemba walk* é um termo utilizado para descrever observações durante a execução do trabalho onde este acontece. O termo original vem de “*gembutsu*” que significa “coisa real” no “local real”. O objetivo é, também, interagir com as pessoas e o processo.

O *gemba walk* pode ajudar a atingir um objetivo mas é usado também para melhorias incrementais de pequenos passos.

Não é objetivo do *gemba walk* encontrar culpas/responsabilidades nos trabalhadores ou encarregados enquanto estes estão a ser observados. Não é também a forma ou momento mais corretos de transmitir políticas empresariais (à exceção de questões de segurança ou erros grosseiros). Deve ser aproveitado acima de tudo para observar e, muito moderadamente e de forma muito próxima, sugerir ações de melhoria específicas.

2.2.4.5 Kanban

Palavra japonesa que traduzida para português significa “cartão” ou “etiqueta”. É um dispositivo utilizado para organizar as necessidades de materiais. Atua como uma ferramenta visual de melhoria da comunicação entre os diferentes *stakeholders*, assegurando que a quantidade certa de material é entregue no momento adequado, servindo também como ferramenta de controlo de segurança, pois, esse tipo de informação, poderá também estar inscrita nos cartões. A aplicação do *Kanban* apresenta algumas vantagens, nomeadamente (Barros, 2010):

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

A fotografia 6 foi tirada numa multinacional fabril e mostra a prática na utilização dos *kanbans* para redução dos seus stocks.



Figura 6 – Exemplo de um quadro *Kanban* (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)

2.2.4.6 SMED (Single Minute Exchange of Dies)

Também conhecido por *quick changeover*, é uma técnica para reduzir recursos aquando das alterações na configuração de um determinado produto que seja necessária a alteração de uma determinada máquina. Tem como objetivo último a introdução de alterações instantaneamente, sem perturbar o fluxo (Barros, 2010).

A fotografia 6 foi tirada numa visita efectuada a uma empresa portuguesa que permite ilustrar um carro móvel para trocas rápidas.



Figura 7 – Exemplo de um carro móvel de troca rápida de peças (fotografia tirada em 2015, empresa anónima)

2.2.4.7 TPM (Total Preventive Maintenance)

O TPM refere-se a procedimentos de manutenção regulares, de modo a detetar anomalias nas máquinas. O objetivo é efetuar a transição da reparação para a prevenção, em que os próprios utilizadores dos equipamentos fazem a sua manutenção e monitorização, alertando para os problemas de funcionamento (Barros, 2010).

2.2.4.8 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

O OEE (*overall equipment effectiveness*) foi introduzido por Seiichi Nakajima, um dos pais da TPM, como uma medida fundamental para se avaliar a performance de um equipamento, sendo usada como um dos componentes fundamentais da metodologia do TPM (OEE.COM.BR, 2015).

Uma das razões que tornaram o OEE “famoso” é o fato de transmitir, de forma simples e direta, quão efetivamente uma máquina é utilizada, ou seja, quantos artigos válidos produz, comparado com a quantidade de artigos que o equipamento tem capacidade de produzir (OEE.COM.BR, 2015).

O OEE indica:

- Em quanto tempo a máquina produziu em relação ao tempo disponível;
- No tempo em que produziu, qual foi a velocidade a que produziu cada artigo;
- E dos itens produzidos quantos atenderam as especificações.
- E com isto o OEE não apresenta apenas quanto houve de perdas, mas também onde se localizam as perdas, facilitando a implementação de ações para atingir determinadas metas.

Assim, o OEE é calculado através de:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

O cálculo do OEE é muito simples e pode ser facilmente compreendido através da figura 8.

			Tempo Total				
OEE = Disponibilidade x Performance x Qualidade	Disponibilidade = B/A	A	Tempo Programado		Perdas de Disponibilidade Avarias Setups	Horário não planeado	Horário não util
		B	Tempo a Produzir			Horário que não é da responsabilidade da produção	Horário em que a fábrica está fechada
	Performance = D/C	C	Produção Teórica				
		D	Produção Real	Perdas de Performance Velocidade reduzida Paragens pequenas			
	Qualidade = F/E	E	Boas + Ruins		PERDAS TOTAIS		
		F	Boas	Perdas de Qualidade Resíduos do setup Resíduos da produção			

Figura 8 – Tempos de cálculo do OEE (adaptado de OEE.COM.BR, 2015)

Do tempo total disponível de uma máquina, deve considerar-se para cálculo do OEE apenas o tempo que é utilizado na produção.

Ou seja, o tempo em que a máquina não produziu devido à empresa não estar no seu horário de funcionamento, ou em que a máquina não produziu, apesar de estar no horário de trabalho, por razões alheias à produção – não produzir porque não haviam pedidos, por exemplo, - não deve ser considerado para o cálculo do OEE.

Retirando os referidos períodos do tempo total sobra o tempo, que é efetivamente da responsabilidade da produção, para produzir o que precisa ser produzido. É com base neste tempo que se calcula o OEE.

Disponibilidade (OEE.COM.BR, 2015).

A disponibilidade indica qual a parte de tempo em que a máquina efetivamente produziu em relação ao tempo total disponível para produção, sendo calculado da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = (\text{Tempo a produzir} / \text{Tempo programado}) \times 100 (\%)$$

Como se pode observar, quanto maior for o tempo utilizado para produzir, maior a disponibilidade. E quanto menor for a disponibilidade encontrada, maior foi o tempo em que a máquina se encontrou parado ou sem produzir.

Performance (OEE.COM.BR, 2015).

A performance traduz a qualidade da produção da máquina, enquanto esteve a trabalhar. Está relacionado com a velocidade de operação.

A performance compara a quantidade produzida e válida com a quantidade teórica que poderia ter sido produzida enquanto a máquina esteve a trabalhar, independente da qualidade do que foi produzido, sendo calculado da seguinte forma:

$$\text{Performance (\%)} = (\text{Quantidade Produção Real} / \text{Quantidade Produção Teórica}) \times 100 (\%)$$

Ou seja, podemos medir a Performance instantânea da máquina medindo o tempo de ciclo real e comparando com o tempo de ciclo padrão.

Qualidade (OEE.COM.BR, 2015).

A qualidade diz a qualidade daquilo que saiu da máquina, ou seja, quantos itens bons ou válidos foram produzidos em relação ao total de itens produzidos, sendo calculado da seguinte forma:

$$\text{Qualidade (\%)} = (\text{Quantidade de Bons} / \text{Quantidade Total Produzida}) \times 100 (\%)$$

A partir do momento em que se têm os fatores de disponibilidade, performance e qualidade, para se calcular o OEE basta realizar o produto entre eles:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade (\%)} \times \text{Performance (\%)} \times \text{Qualidade (\%)}$$

O OEE não fornece apenas um indicador de desempenho global da máquina, como também indica quais as perdas que estão a afetar o seu valor.

As principais perdas de produção que afetam o OEE podem ser vistas na figura 9.

Tempo Programado			
Boas	Perdas de Qualidade Resíduos do setup Resíduos da produção	Perdas de Performance Velocidade reduzida Paragens pequenas	Perdas de Disponibilidade Avarias Setups

Figura 9 – Tempos de cálculo do OEE (adaptado de OEE.COM.BR, 2015)

Para reduzir as perdas de produção devido a avarias é importante saber quanto tempo ficou parada determinada máquina em função de cada motivo de paragem. Além disso, é muito importante também que se faça uma análise para encontrar a causa principal que levou a máquina a parar.

Ações que podem ser tomadas para redução das perdas de produção:

- a) Limpeza
- b) Manutenção autónoma
- c) Manutenção preventiva
- d) Implementação do TPM

Técnicas que ajudam a identificar estas perdas:

- a) Medição automática do tempo de máquina parada e motivos

Existem ainda outros fatores que podem provocar paragens da máquina: falta de materiais para processar; falta de reabastecimento, espera por movimentações de outras máquinas; motivos relacionadas com o processo, organização, etc.

Ações que podem ser tomadas para redução das perdas de produção:

- a) Planeamento das necessidades de materiais para evitar a faltas no momento da produção;
- b) Preparação antecipada de dispositivos e ferramentas necessários;
- c) Melhor comunicação entre as diversas áreas.

Técnicas que ajudam a identificar estas perdas:

- a) Medição automática dos tempos de paragem de máquina e respetivos motivos;
- b) *Andon*;
- c) Gráfico hora a hora da produção.

Para reduzir o tempo de preparação das máquinas devem utilizar-se as técnicas de troca rápida de ferramenta (SMED).

Técnicas que ajudam a identificar estas perdas:

- a) Medição automática do tempo de troca de produto
- b) Gráfico hora a hora da produção

Ações que podem ser tomadas para redução das perdas de produção:

- a) Rever os procedimentos de preparação da máquina
- b) Formar os colaboradores
- c) Melhor especificação dos materiais comprados e garantia de que cumprem às especificações
- d) Manutenção adequada

Técnicas que ajudam a identificar estas perdas:

- a) Medição do tempo de ciclo real e comparação com o tempo ciclo padrão
- b) Gráfico de produção hora a hora ao lado da máquina

Para conseguir reduzir os trabalhos que não são corretamente produzidos (sem necessidade de retrabalho) é importante possuir estatísticas a respeito dos defeitos encontrados, por atividade, produtos, equipamentos, entre outras informações.

Todos esses dados irão ajudar a identificar as causas e tomar ações preventivas.

É importante que se leve em consideração os artigos que foram sujeitos a retrabalho e os itens reclassificados.

Ações que podem ser tomadas para redução das perdas de produção:

- a) Melhor especificação técnica dos materiais comprados
- b) Inspeção do material na receção ou antes do uso
- c) Formação do operador
- d) Trabalho padrão
- e) Rever e melhorar os procedimentos de manutenção corretiva e preventiva.

Técnica que ajuda a identificar estas perdas: Contabilização do trabalho “bem feito” à primeira, relativamente ao total produzido e à produção padrão (teórica)

2.2.4.9 Value Stream Mapping (VSM) ou Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

O *Value Stream Mapping* é uma das ferramentas essenciais da Produção Magra, proposta por *Rother e Shook* em 1998. Estes basearam-se numa técnica de modelagem proveniente da metodologia de Análise da Linha de Valor.

O VSM consiste no processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente ao produto. Entende-se por fluxo de valor o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a colocação do pedido até à entrega ao consumidor final. É um processo de observação e compreensão do estado atual, e o posterior desenho de um mapa dos processos que se tornará na base para o *Lean Manufacturing*, ou seja, é uma representação visual de cada processo nos fluxos reais dos materiais e informação. Este mapa deve reformular-se num conjunto de questões chaves que vão permitir redesenhar o mapa de como a produção deverá passar a fluir (Barros, 2010).

Na figura 11 apresenta-se, de forma não exaustiva, a simbologia utilizada no VSM.

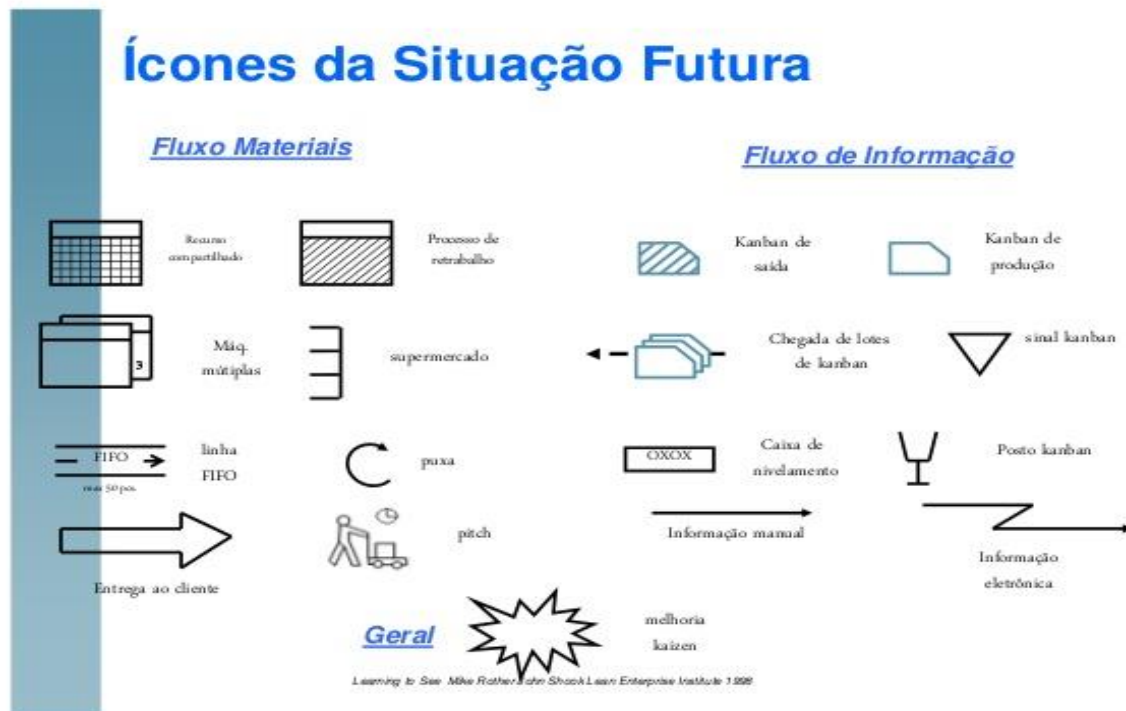


Figura 11 – Exemplo da simbologia utilizada para realização do VSM (Rother, 2009)

O VSM é uma ferramenta essencial, pois auxilia na visualização do fluxo completo, mais do que simplesmente os processos ou subprocessos individualmente e que ajuda ainda na identificação dos desperdícios. O mapeamento ajuda a identificar as fontes do desperdício, fornece uma linguagem comum para tratar os processos e torna as decisões sobre o fluxo visíveis de modo a facilitar a discussão das mesmas. Engloba conceitos e técnicas *lean*, que favorecem a implementação de algumas técnicas conjuntas. Forma a base para um plano de implementação de ações e mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais. A meta que se pretende alcançar pela análise do fluxo de valor é a obtenção de um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde a matéria-prima até o produto final (Barros, 2010).

A figura 12 ilustra um exemplo de um modelo de processo usando a técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor. Neste mapa podemos observar todo o fluxo de produtos e informações desde o fornecedor de peças até ao consumidor final.

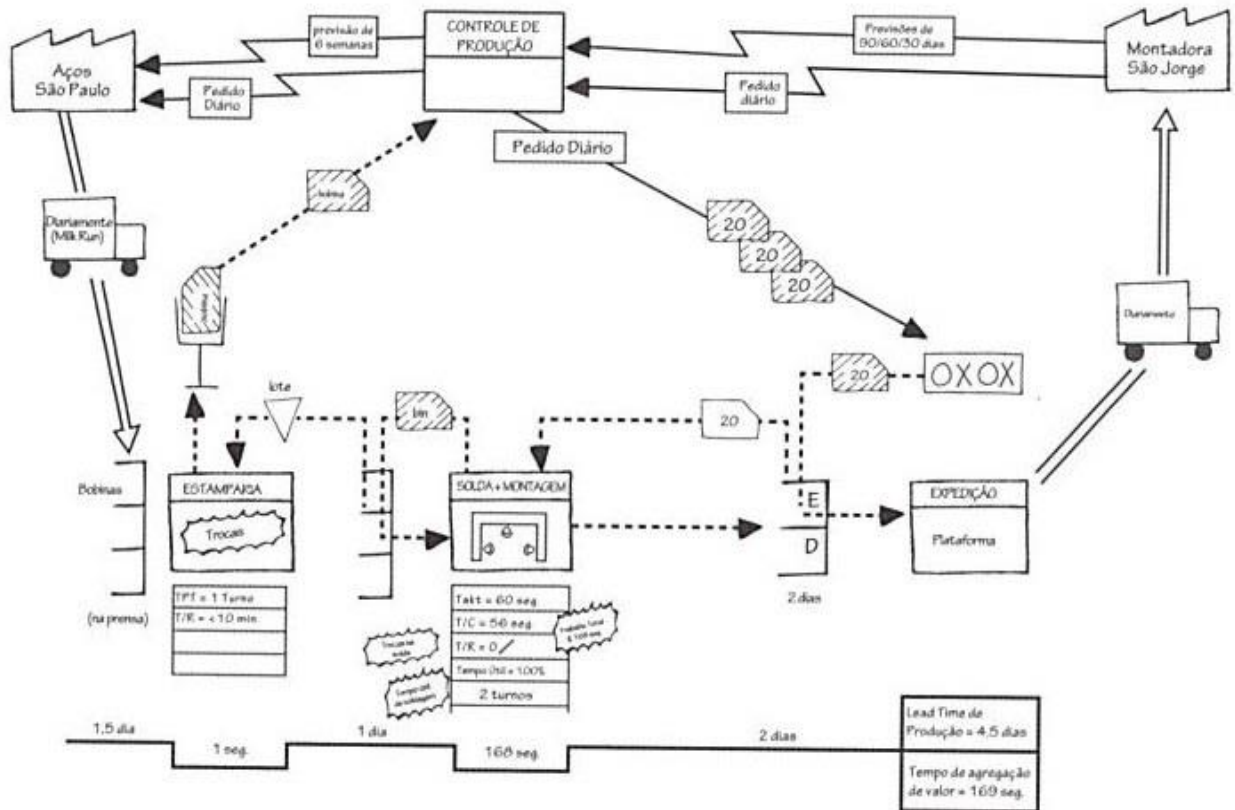


Figura 12 – Exemplo de um VSM (Rother, 2009)

A visualização da ferramenta é efetuada sempre de trás para frente, ou seja, do cliente para o fornecedor, com a finalidade de eliminar as influências pessoais no processo, garantindo que o fluxo seja realizado em favor da produção.

A grande virtude do VSM é reduzir significativamente e de forma simples a complexidade do sistema produtivo e ainda oferecer um conjunto de diretrizes para a análise de possíveis melhorias. Nesse sentido, a técnica de mapeamento do fluxo de valor auxilia o desenvolvimento conceptual da “situação futura” do sistema de produção.

3 Outras ferramentas a aplicar

Apresentam-se de seguida algumas das ferramentas da Qualidade que auxiliarão neste estudo.

3.1 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico de colunas que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas, procurando levar a cabo o princípio de Pareto (80% das consequências advêm de 20% das causas). Isto é, ocorrem muitos problemas sem importância relevante face a outros mais graves com consequências não desprezáveis. A sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos.

A figura 13 ilustra um diagrama de pareto, para a análise do OEE, efectuado mensalmente na empresa multinacional visitada.

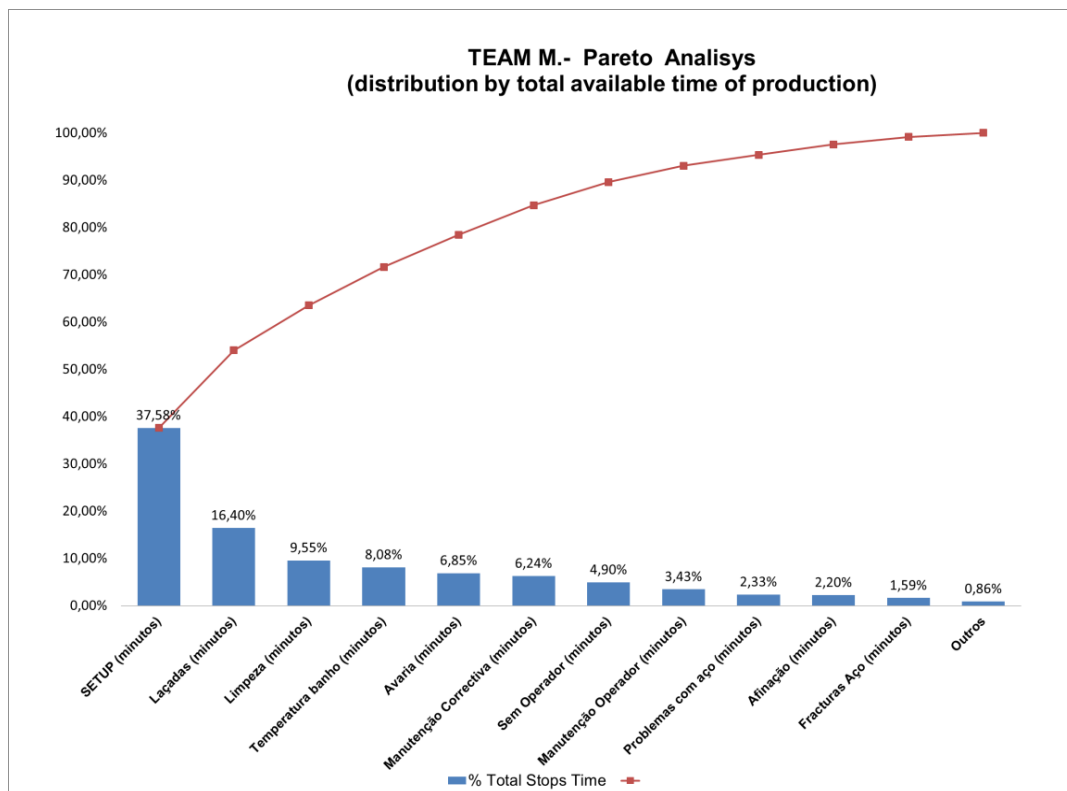


Figura 13 – Diagrama de Pareto para a análise do OEE (empresa anónima, 2015)

3.2 5 Porquês – 5 Whys

O conceito fundamental assenta em que, quanto a um determinado problema, se perguntar reiteradamente o “porquê” ir-se-ão remover as camadas de causas imediatas que cobrem e escondem a causa principal ou de base (evidentemente não é uma regra fixa que obrigue a fazer cinco perguntas, mas efetivamente, cinco é um número bastante usual na utilização da técnica).

A técnica tornou-se bastante comum após a década de 70 do séc. XX, com a intensa utilização da ferramenta pela Toyota, e posteriormente com a incorporação desta ferramenta nas práticas de “Six Sigma”.

A disseminação da ferramenta ter-se-á concretizado devido a alguns benefícios imediatos:

- a) Permite identificar a causa de base do problema; para identificá-la, basta, para cada resposta, avaliarmos se a correção desta causa evitará o ressurgimento do problema em apreço: em caso negativo, devemos mais uma vez fazer a pergunta “Porquê?”; caso contrário, identificamos a causa de base;
- b) Identifica claramente as relações entre as possíveis causas imediatas com a causa básica;
- c) Utilização extremamente simples; não requer uso de ferramentas estatísticas;
- d) Baixo custo;
- e) Comprometimento: pelo fato de ser uma ferramenta extremamente simples, permite o envolvimento de diversos níveis funcionais; a partir do envolvimento no problema e na busca de soluções, cria-se o comprometimento com a solução;
- f) Flexibilidade: a sua utilização é compatível com o uso de outras técnicas de identificação de causas de base.

3.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa (também designado por diagrama de causa-efeito ou diagrama de espinha de peixe) foi proposto pelo japonês Dr. Kaoru Ishikawa em 1943. O seu uso permite identificar as prováveis causas raiz de um problema específico. A aplicação desta ferramenta pressupõe que o processo esteja descrito e o problema rigorosamente definido.

As ramificações do diagrama que se obtêm para cada causa, resultam da tentativa de responder sistematicamente à pergunta: porquê?

Trata-se de uma ferramenta extremamente útil para analisar processos e para desenvolver um plano de recolha de dados. O Diagrama de Ishikawa é a representação de vários elementos (causas), de um sistema, que podem contribuir para um dado problema (efeito). Geralmente, recorre-se a este tipo de diagrama para identificar as possíveis causas de um problema específico. O diagrama possibilita a organização de diversas informações sobre o problema e a definição de causas possíveis. Deste modo, aumenta a probabilidade de identificar as principais causas.

O uso do diagrama de causa-efeito torna possível a reunião de todas as ideias sobre um dado problema para o seu estudo a partir de diferentes pontos de vista.

O desenvolvimento e uso deste diagrama é mais proveitoso depois da descrição do processo e definição do problema em estudo. Nesta fase, as partes interessadas no problema ficam com uma ideia concreta sobre que fatores incluir no diagrama.

Este diagrama pode também ser utilizado para outros propósitos que não o da análise de causa principal. O formato desta ferramenta ajusta-se bastante bem ao planeamento.

Na figura 14 apresenta-se um diagrama de Ishikawa. Devem ser analisadas as causas que geram o efeito e posteriormente as subcausas.

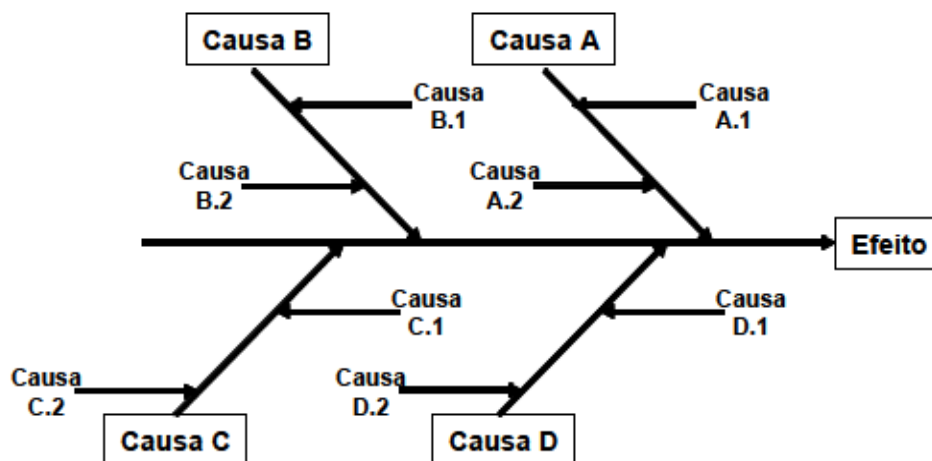


Figura 14 – Diagrama de Ishikawa – identificação das causas (Marques, 2014)

Na figura 15, é ilustrada a aplicação dos “4M’s” (materiais, máquinas, homens ou mão-de-obra (men), e métodos) para auxiliar na organização do pensamento, para análise de causas

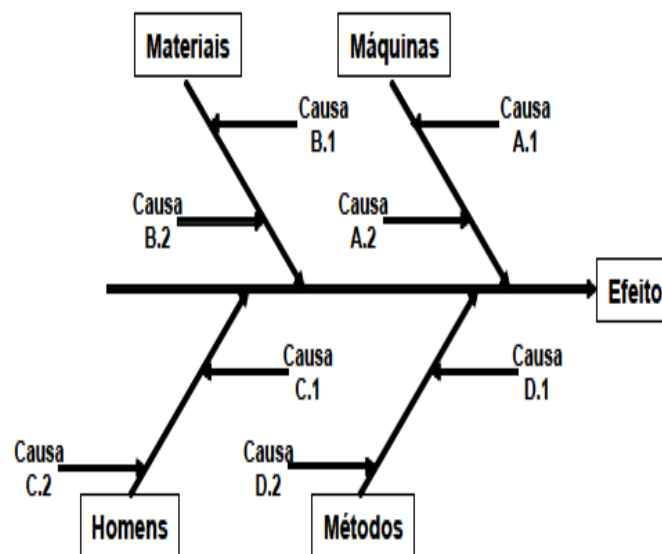


Figura 15 – Diagrama de Ishikawa – Aplicação do diagrama utilizando os 4M’s (Marques, 2014)

4 O Lean em Portugal

4.1 Aplicabilidade em Portugal

Na construção civil, a produção *Lean* encontra-se numa fase de desenvolvimento inicial. No entanto, algumas empresas começam a procurar aplicar parte dos conceitos nesta indústria.

O *Lean* observa dois tipos de atividades: atividades que acrescentam valor, isto é, que modificam o produto conferindo-lhe uma forma, e as que não acrescentam valor, como o desperdício, os tempos de espera, as inspeções entre outras como já referido anteriormente.

Na construção, tem sido dado enfoque às que acrescentam valor e não tanto às restantes. Contudo as oportunidades de melhoria associadas a estas últimas são, sem dúvida, bastante significativas.

4.2 A empresa “Projeto 360”

A empresa Projeto 360, foi criada em outubro de 2014 com o objetivo de efetuar obras de remodelação e construção de forma prática, eficiente e rentável. Foi constituída por um engenheiro técnico civil com 20 anos de experiência em gestão de projetos de diversas naturezas, nomeadamente obras de remodelação e reabilitação de edifícios e monumentos e por um técnico de qualidade, segurança e ambiente, com cerca de 15 anos de experiência no campo de implementação de sistemas QSA, gestão organizacional, práticas de Lean Management e 6Sigma.

Aliando estas duas áreas de conhecimento, a génese da Projeto 360 foi o trabalho em remodelação e reabilitação de edifícios de uma forma sustentada, equilibrada e aplicando os conceitos Lean, desde os seus primeiros dias por forma a entrar no mercado de forma eficiente e viável, sempre com um olhar atento à qualidade do produto, segurança dos trabalhadores e satisfação de cliente.

Desde outubro de 2014, foram reabilitados 4 apartamentos de média dimensão, 2 apartamentos com trabalhos ligeiros de manutenção, e ainda alguns trabalhos na área da manutenção industrial.

As obras efetuadas até ao momento listam-se na tabela 1.

Tabela 1 – Lista de obras da empresa Projeto 360

Nº	Nome e Local	Cliente
1	Reabilitação de apartamento T3 na rua dos Lusíadas – Ajuda	Teresa Rego
2	Renovação de "frente-loja" - persiana de enrolar + montra + pavimento + pinturas. Cacilhas, Almada	Polibaterias
3	Pintura de armazém e substituição de caleira de cobertura - casal do marco, seixal.	Polibaterias
4	Divisória entre duas marquises de apartamentos contíguos, na rua dos Lusíadas-Ajuda, Lisboa.	Carlos Coutinho
5	Reabilitação de apartamento T1. Pragal, Almada	Pedro Arsénio
6	Reabilitação de apartamento T2. Campo Ourique – Lisboa	Teresa Rego
7	Rua Torcato José Clavine	Aurora Marques
8	Armazém Polibaterias - ventilação + pinturas	Polibaterias
9	Apartamento no Centro Sul	Luís Figueiredo
10	Retelha de cobertura e coluna de esgoto	Dr. Pinheiro
11	Reparações diversas. Encomenda 59007	Lusosider
12	Reconstrução de moradia na rua de Tânger, Bairro N.ª Sr.ª Piedade, Almada	Dra. Sofia Morgado

Nº	Nome e Local	Cliente
13	Renovação de WC. Rua Manuel Parada - Pragal, Almada	D. ^a Adelaide
14	Trabalhos de manutenção. Encomenda 59423	Lusosider
15	Reabilitação de Apartamento T5. Rua Torcatas Almada	Pedro Pinto
16	Reabilitação de apartamento e sótão - Rua Américo Alves Almeida	Bruno Quintela

5 Avaliação do nível de conhecimento dos conceitos "Lean Construction"

5.1 Obtenção da informação

Para o desenvolvimento da pesquisa, selecionaram-se cerca de 100 empresas de micro, pequena, média e grande dimensão, do setor da construção civil que operam em Portugal.

Em conformidade com as regras vigentes, as empresas são classificadas quanto à sua dimensão, segundo o seguinte critério:

- a) Micro empresas – 1 a 9 trabalhadores ou volume de negócios $\leq 2.000.000$ €;
- b) Pequenas empresas – 10 a 49 trabalhadores ou volume de negócios $\leq 10.000.000$ €;
- c) Médias empresas – 50 a 249 trabalhadores ou volume de negócios $\leq 50.000.000$ €;
- d) Grandes empresas – $>$ a 249 trabalhadores ou volume de negócios $> 50.000.000$ €.

As empresas foram selecionadas aleatoriamente.

De seguida definiu-se um questionário com base nas normas utilizadas no Brasil, SAE J 4000:1999 - "Identificação e medição das melhores práticas na implementação do Lean", SAE J 4001 - "Manual do usuário na implementação do Lean" que definem uma metodologia de implementação e na tese de mestrado "Avaliação do nível de utilização de ferramentas Lean em pequenas empresas de Santa Barbara D' Oeste e Americana" de Vergna, Ronaldo Althen (2006).

O questionário foi produzido recorrendo ao programa *Google Forms* e enviado através desta plataforma para as empresas. O *Google Forms* compila as respostas rececionadas, de forma confidencial, permitindo o estudo estatístico destas.

De referir ainda que, considerando que a implementação da gestão *Lean* inclui o envolvimento de todos os intervenientes do processo, sem exceção, não foi definida uma categoria profissional para destinatários do inquérito.

No questionário, as empresas foram informadas relativamente à confidencialidade das suas respostas.

A figura 16 apresenta a primeira página do questionário criado *online*.



"Lean Management - aplicação a pequena/média emp.ª construção civil"
Viva,

Encontro-me a realizar uma investigação, no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, Especialização em Edificações, na área do Lean Management, cuja o tema é "Lean Management - aplicação a uma pequena empresa de construção civil".

Para a investigação / apuramento de dados sobre o actual estado de implementação deste sistema nas empresas de construção civil em Portugal, efectuu-se o presente questionário, para o qual agradeço desde já a sua colaboração no seu preenchimento.

As suas respostas são muito importantes e estritamente confidenciais.
Com os melhores cumprimentos,
Pedro Araújo

Título do projeto: Lean Management - aplicação a uma pequena empresa de construção civil
Aluno pesquisador responsável: Pedro Jorge Martins de Araújo
Professor orientador: Prof. Malta da Silveira.
Instituição de Origem: INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA.
Curso: MEC - Mestrado em Eng.ª Civil

Inquérito de Avaliação do Lean
Este inquérito teve por base o conjunto de normas, em aplicação no Brasil, SAE J 4000:1999 - "Identificação e medição das melhores práticas na implementação do Lean" e SAE J 4001 - "Manual do usuário na implementação do Lean" que definem uma metodologia de implementação do "Lean" e a tese de mestrado "Avaliação do nível de utilização de ferramentas Lean em pequenas empresas de Santa Bárbara D'Oeste e Americana" de Vergna, Ronaldo Althen (2006)

O questionário foi bastante simplificado por forma a torná-lo bastante acessível e rápido na sua resposta.

Continue >

14% completed

Powered by Google Forms. This content is neither created nor endorsed by Google. Report Abuse - Terms of Service - Additional Terms

Figura 16 – Questionário utilizado para avaliação da implementação em Portugal das metodologias *Lean*

A figura 17 apresenta um excerto do questionário criado *online*.



"Lean Management - aplicação a pequena/média emp.ª construção civil"

* Required

Para conhecimento do comportamento organizacional da empresa serão verificados alguns itens de acordo com as questões seguintes:

A empresa sabe o que é Kaizen ? *

Não conhece
 Conhece mas não aplica
 Conhece e aplica

A empresa sabe o que é Kanban? *

Não conhece
 Conhece mas não aplica
 Conhece e aplica

Figura 17 – Excerto do questionário utilizado

5.2 Análise dos resultados obtidos

Foram enviados 100 resultados dos quais, até à data apenas foram preenchidos 20. De realçar que dos questionários enviados, 28% foram enviados a micro empresas, 43% a pequenas empresas, 15% a médias empresas e 14% a grandes empresas.

A maioria dos inquéritos respondidos teve origem nas médias empresas.

Face ao baixo número de respostas obtidas, apresentam-se neste documento, apenas as conclusões mais relevantes.

A figura 18 mostra a percentagem de respostas por dimensão da empresa.

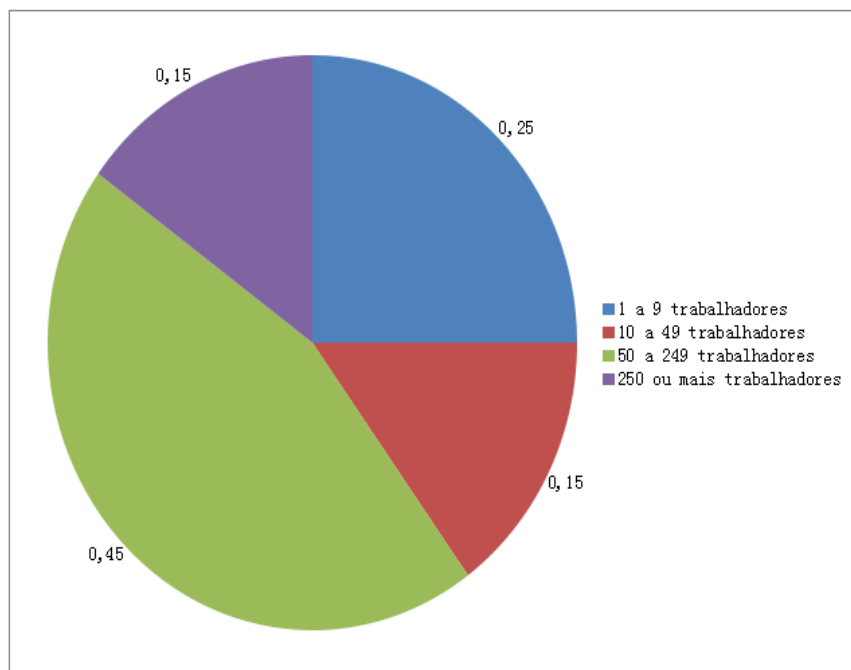


Figura 18 – Respostas à totalidade dos questionários por dimensão de empresa

Quando se questionam as entidades sobre o conhecimento de ferramentas do *Lean Management* como o *Kanban*, *Kaizen*, *JIT*, *OEE*, *VSM*, estas revelam não ter conhecimento sobre o assunto, cerca de 90% (ver figura 19).

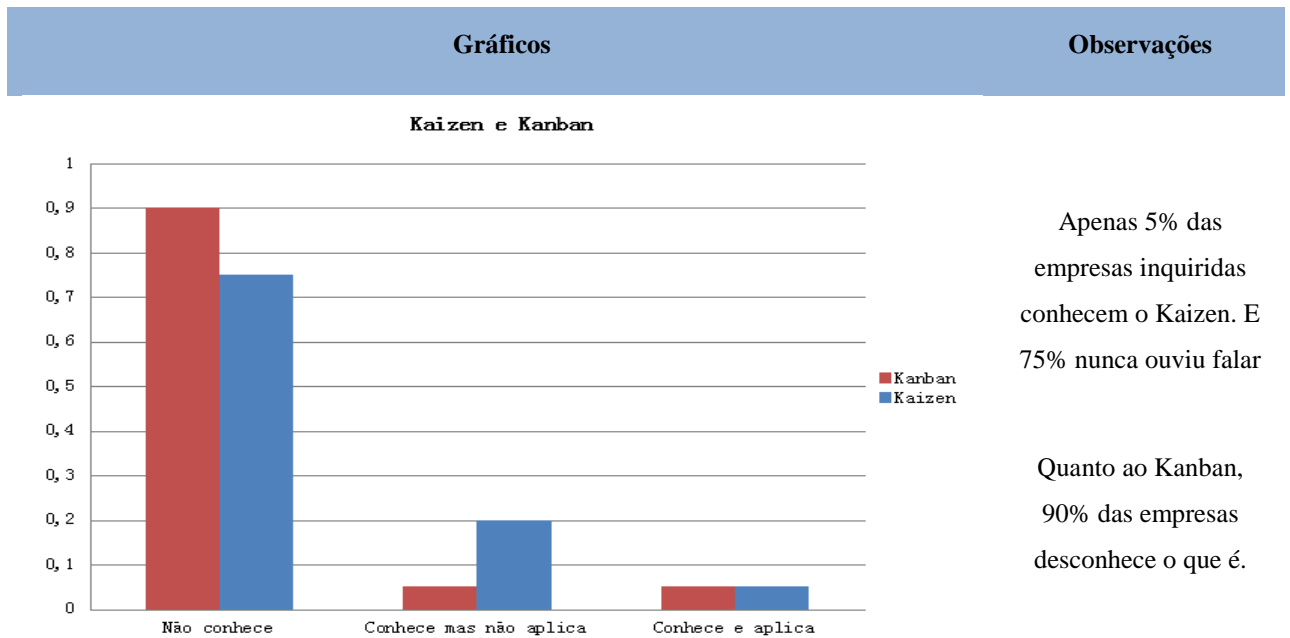
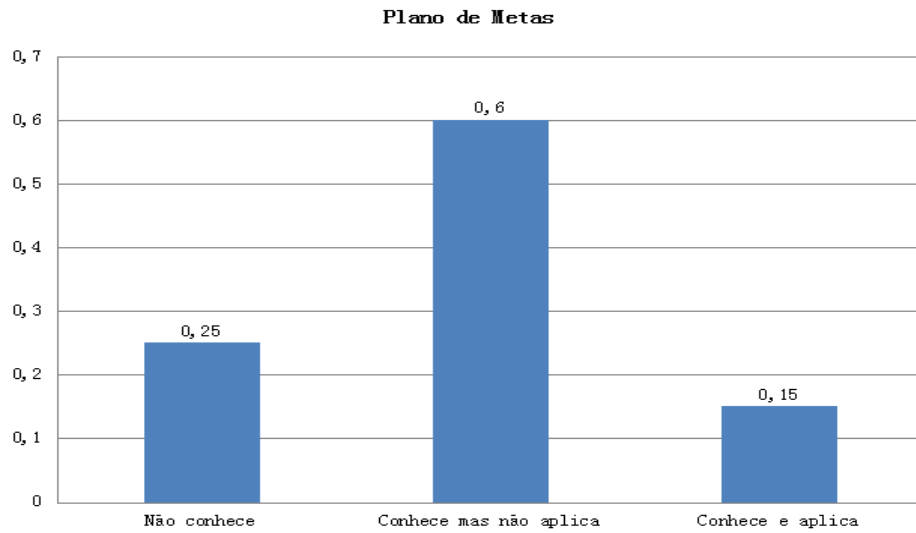


Figura 19 – Percentagem de aplicação do Kanban e Kaizen nas empresas

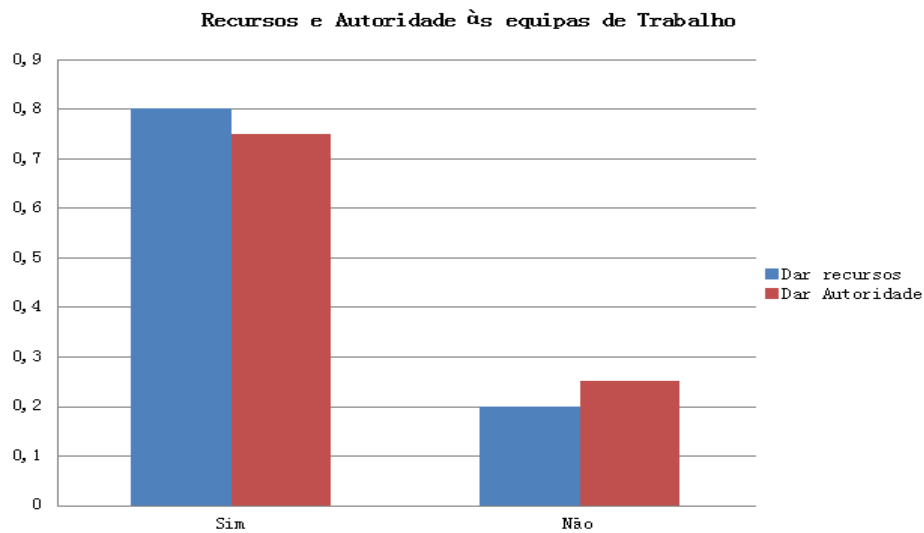
Muito poucas reconhecem os temas *Lean* e menos ainda são as que aplicam. No entanto, as questões relacionadas com ações preventivas, registos, manutenção e afins, apesar de serem de extrema importância no contexto *Lean*, são amplamente mais conhecidas. Provavelmente porque serão entendidas como os requisitos das normas ISO e OSHAS já adotadas por um vasto espectro de empresas nacionais (figura 20 e 21).

Gráficos	Observações
----------	-------------



As metas e indicadores são maioritariamente conhecidos e aplicados dada a implementação noutros sistemas de gestão.

Figura 20 – Percentagem de conhecimento e aplicação de metas



De realçar que cerca de 75% dos inquiridos refere ter os recursos necessários e a autoridade nas equipas de trabalho.

Figura 21 – Percentagem de conhecimento e aplicação de metas

A implementação de outros sistemas de gestão apresenta, no entanto, várias diferenças quando comparado com o *Lean Management*. Nomeadamente, o *Lean* pretende ser um sistema visual, simples, aplicado a todos os níveis da empresa e diretamente no local da atividade, ou seja, no “*gemba*”.

Na implementação dos referidos sistemas 50% das empresas divulga os indicadores de desempenho às suas equipas (ver figura 22).

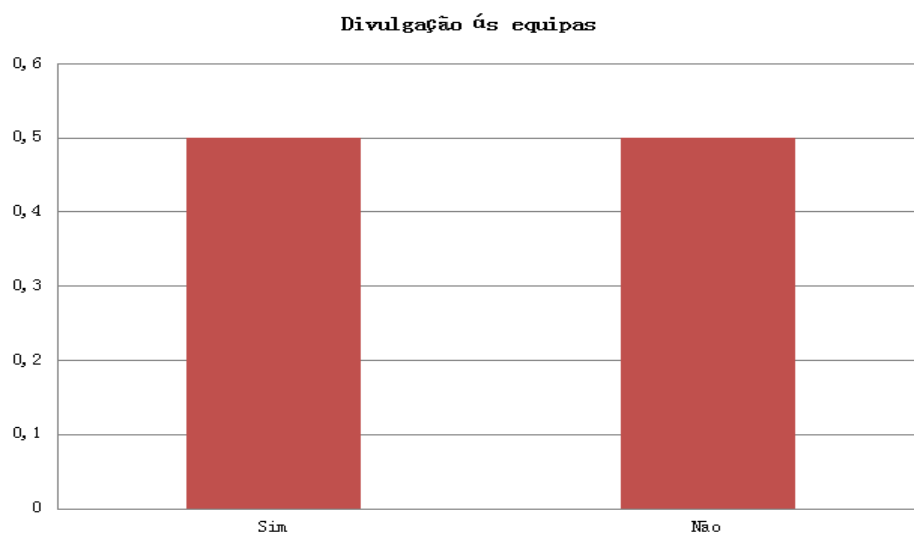


Figura 22 – Divulgação de resultados às equipas

6 Implementação de ferramentas na “Projeto 360”

6.1 Utilização das ferramentas aplicáveis a uma empreitada

Previamente à definição das ferramentas *lean* a implementar, foram analisados os tipos de desperdícios que ocorreram com maior frequência durante a execução das empreitadas listadas na tabela 1, anteriormente apresentada no capítulo 4.

Estando a empresa em fase inicial de implementação, esta análise mostrou-se bastante simples e proveitosa dado que poucas situações básicas, mas recorrentes, perfazem uma grande parte dos desperdícios.

A tabela 2 mostra o número de ocorrências no número total de empreitadas realizadas à data pela empresa, identificadas através de entrevista ao responsável em maio de 2015.

Tabela 2 – Número de ocorrência de desperdícios nas empreitadas executadas

Desperdício	N.º de ocorrências (nas várias empreitadas decorridas até à data)
Tempos de Espera	- Espera pela decisão do cliente sobre alguns materiais específicos por exemplo: louças sanitárias (espera de informação) - 7 - Espera pelos materiais encomendados aos fornecedores - 5 - Espera devido a faltas de materiais (cálculo errado de quantidades) - 8 - Espera devido a máquinas a comprar ou alugadas – 2 - Não execução em tempo planeado de uma atividade que precede outra - 1
Sobreprodução	- Início de uma empreitada sem condições por parte do cliente levando a não utilização da mão-de-obra noutra empreitada – 1
Excesso de Transporte	- Transportes adicionais devido a faltas de material - 10
Movimento excessivo	- Falta de organização do local de trabalho e localização dos materiais longe do local de aplicação – 3
Excesso de <i>stock</i>	- Cálculo errado de quantidades de materiais a aplicar - 12
Defeitos	- Trabalhos mal executados que necessitaram de ser refeitos - 3

A análise de Pareto associado a estes defeitos é a seguinte:

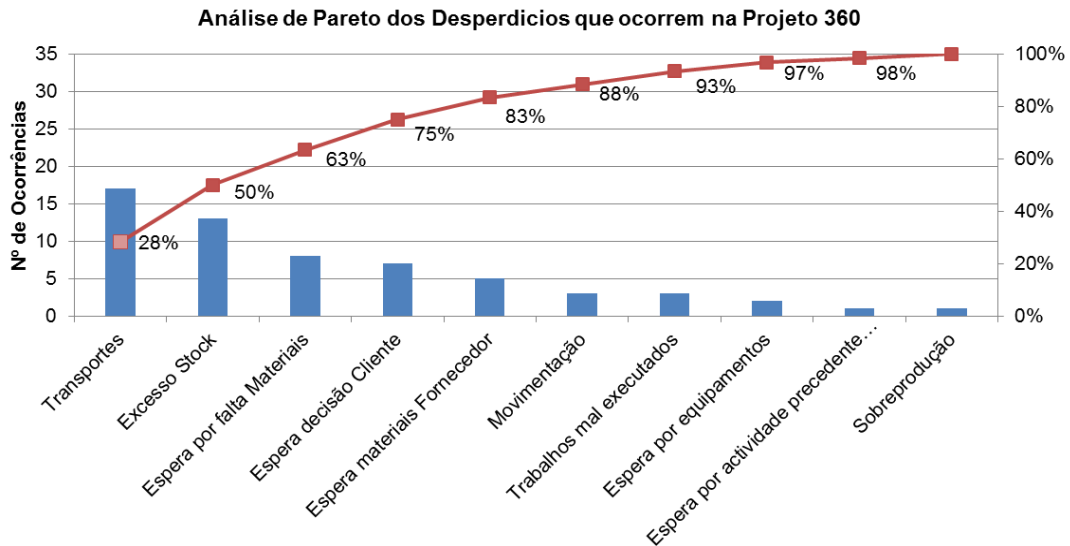


Figura 23 – Análise de Pareto referente aos desperdícios ocorridos

Da análise de Pareto verifica-se que 80% das situações identificadas são causadas apenas por 5 itens, associados a 3 tipos de desperdícios (Transporte, Stocks e Espera). São estes os aspetos que numa primeira fase, serão abordados nomeadamente: transporte, excesso de *stock*, esperas por falta de materiais, espera por decisão dos clientes e de materiais do fornecedor.

A análise de Pareto poderia ter sido efetuada com base nos custos de cada uma das situações o que, por certo, surtiria resultados diferentes. No entanto, à data, não é ainda possível apurar estes valores.

6.2 Definição do caso prático simplificado

As ferramentas *Lean* encontram-se em implementação numa obra a decorrer, que tem o seguinte descritivo (resumido):

Resumo: A empreitada refere-se aos trabalhos de reabilitação integral de um apartamento tipologia T2, situado em Almada, com cerca de 20 anos de construção, tendo em vista a sua adequação a padrões de conforto e utilização mais atuais.

Prazo: 1,5 meses

Mapa de trabalhos

- **Sala/hall**

- Remoção da lareira, mantendo as chaminés de exaustão dos andares inferiores, incluindo os necessários remates de reboco e estuque;
- Instalação de algumas tomadas;
- Remoção de porta da sala e alargamento do vão até à cota do teto, incluindo os necessários remates de reboco e estuque;
- Alisamento das paredes do hall através da remoção da tinta texturada ou aplicação de revestimento bem aderido;
- Instalação de teto falso;
- Instalação de revestimento de piso flutuante e respetiva base, assim como rodapé envolvente e perfis de remate;
- Pintura geral de paredes e tetos;

- **Cozinha**

- Remoção de azulejos em quatro paredes e aplicação de azulejos em duas das paredes;
- Aplicação de estuque;
- Desmontagem e posterior remontagem de armários de cozinha e respetivo tampo em granito;
- Instalação de pontos de água, eletricidade e esgoto;
- Instalação de revestimento de piso flutuante e respetiva base, assim como rodapé envolvente e perfis de remate;
- Pintura geral de paredes e tetos, incluindo aplicação de uma demão de primário.

- **Quarto do bebé**

- Demolição da parede exterior confinante com a varanda;
 - Criação de parede dupla, com isolamento térmico;
 - Fornecimento e instalação de caixilho em alumínio com vidro duplo;
 - Enchimento do pavimento da área da varanda;
 - Instalação de sanca na varanda;
-

- Instalação de revestimento de piso flutuante e respetiva base, assim como rodapé envolvente e perfis de remate;
- Pintura geral de paredes e tetos, incluindo aplicação de uma demão de primário.

- **Quarto de banho**

- Remoção de azulejos e mosaicos existentes;
- Regularização de paredes e pavimentos;
- Aplicação de novo azulejo até ao teto e pavimento;
- Substituição da banheira;
- Remoção do bidé;
- Substituição do lavatório;
- Instalação de tomada elétrica para alimentação do aquecedor de parede (sobre a porta);
- Pintura geral de tetos, incluindo aplicação de uma demão de primário.

- **Quarto do casal**

- Instalação de revestimento de piso flutuante e respetiva base, assim como rodapé envolvente e perfis de remate;
- Pintura geral de paredes e tetos, incluindo aplicação de uma demão de primário.

- **Sótão**

- Fornecimento e aplicação de teto falso em gesso cartonado e isolamento térmico em lã de rocha, incluindo 8 grelhas de ventilação.

Planeamento

Considerando os motivos constantes no diagrama de Pareto que perfazem 80% das ocorrências de desperdícios mais comuns na empresa (Transportes, Excesso Stock, Espera por falta de Materiais, Espera por decisão Cliente e Espera por materiais de Fornecedor), foi efetuado um plano prévio com medições precisas de cada um dos trabalhos bem como a identificação dos materiais críticos na empreitada.

A figura 24 mostra o formulário utilizado.

PROJETO360		Local:	xxxxxxxxxxxx	Obra:	Reabilitação de apartamento e sótão	data:	14.07.2015	proposta:	Nº 036- 2015
It.	MAPA DE TRABALHOS	Materiais necessários	Medição	Data da necessidade	Quantidade a comprar	Fornecedor			
1	Sala/hall								
2	Cozinha								
3	Quarto do bebé								
4	Quarto de banho								
5	Quarto do casal								

PROJETO360- Unipessoal, Lda NF.513.265.449
 Rua de São Pedro, 2C, Quintilhas 2820-196, TEL: 917 277 701 email: paraajo45@gmail.com

Figura 24 – Formulário de planeamento de trabalhos

Através deste formulário foi possível, previamente ao início da empreitada, identificar quais os materiais “correntes” a adquirir, em que quantidades e a que fornecedor. A entrega dos materiais foi efetuada, pelo fornecedor, um dia antes do arranque dos trabalhos.

Nas empreitadas anteriores, a identificação destes materiais foi efetuada no dia do arranque, em conjunto com o encarregado mas por aproximação o que levou, nalguns casos, a faltas de materiais e noutros a excedentes.

Também nesse registo são levantados todos os materiais acessórios necessários nas redes de águas, esgoto e eletricidade bem como os materiais adicionais, isto é, de recurso.

A par com esta análise, foi efetuada uma *checklist* (figura 25) de todas as ferramentas necessárias para a execução do trabalho, desde as mais complexas às mais básicas.

PROJETO360		Local: xxxxxxxxxxxx				
		Obra: Reabilitação de apartamento e sótão				
		data: 14.07.2015	proposta: Nº 036- 2015			
It.	MAPA DE TRABALHOS	Ferramentas necessárias	Compra (S/N)	Fornecedor	Observações	OK?
1	Sala/hall					
2	Cozinha					
3	Quarto do bebé					
4	Quarto de banho					
5	Quarto do casal					

PROJETO360 - Unipessoal, Lda. NIF: 513 265 449
 Rua de São Pedro, 2C, Quintinhas 2820-196, TEL: 917 277 701 email: paraajo45@gmail.com

Figura 25 – Checklist de Ferramentas

5S

No início dos trabalhos, todos os colaboradores foram formados em 5S. O objetivo é o de, não só nesta empreitada como nas restantes haver uma formação e sensibilização para este assunto. A figura 26 mostra o registo de formação e um exemplo dos materiais utilizados.



Pretendeu-se que esta metodologia fosse enraizada na cultura da empresa. Com o primeiro “S” devem apenas estar na empreitada os materiais e ferramentas indispensáveis ao trabalho. Não é suposto transportarem-se materiais / equipamentos que não tenham sido previstos.

Com o segundo “S” pretende-se que os materiais / máquinas estejam organizados no local onde vão ser utilizados / aplicados. De notar que, nas situações em que hajam vários materiais / máquinas, estes deverão estar claramente delimitados e identificados. Este procedimento não só permite a fácil utilização do que se pretende como permite manter o espaço organizado o que melhora substancialmente a segurança no trabalho. De referir ainda que, se respeita sempre que possível o FIFO (*first in first out*)

No que respeita ao terceiro “S”, e apesar de serem atividades que por si só limitam a manutenção do espaço totalmente limpo, pretendeu-se que, quer durante a execução, quer ao final do dia de trabalho, o local permanecesse, na medida do possível, limpo e organizado.

Quanto à padronização e à autodisciplina, espera-se que sejam atingidas com perseverança ao longo dos trabalhos e através de auditorias.

Foi fundamental explicar aos colaboradores a importância dos 5S no que respeita ao aumento da eficiência e da produtividade no trabalho.

Aos subempreiteiros / trabalhadores temporários, é explicada antes do início dos trabalhos a filosofia a que está a ser implementada pela empresa e a obrigatoriedade no seu cumprimento.

Semanalmente a empreitada é submetida a uma auditoria 5S, com formulário tipo (figura 27), cujos valores são afixados para serem continuamente melhorados. Em cada auditoria são deixados 3 pontos a melhorar na semana seguinte.

Auditoria 5S				
Detalhe de Auditoria:				
Data		Local	Comentários	
SS: equipamentos			Nota Φ=Não OK 1=OK	Nota conformidades detetadas
219 Organização	1	A área não possui objetos / materiais / equipamentos desnecessários?		
	2	Os materiais desnecessários foram / estão colocados em local identificado para o efeito?		
219 Organização	3	Os caminhos de circulação de peões e de equipamentos estão delimitados, desobstruídos e mantidos?		
	4	A área possui os equipamentos de limpeza necessários?		
	5	Os materiais estão correctamente colocados nos locais identificados?		
219 Organização	6	Os materiais estão correctamente guardados nos armários?		
	7	Os pisos e as paredes estão limpos?		
	8	As máquinas, equipamentos, ferramentas, armários e mesas estão limpos?		
219 Organização	9	As máquinas, equipamentos, mesas, paletes estão em áreas delimitadas?		
	10	Na área existe toda a informação necessária (5S, instrução de segurança, Manual de operações...)?		
	11	O quadro de produção Hora-a-Hora está actualizado?		
219 Organização	12	Os contentores de resíduos são standard, identificados e periodicamente esvaziados?		
	13	Os trabalhadores cumprem a utilização dos equipamentos de protecção individual (fardamento, óculos, e botas de protecção)?		
	14	Não existe questões de segurança negligenciadas (acessos bloqueados aos escritórios, protecções identificadas...)?		
219 Organização	15	Foram analisadas e corrigidas as situações resultantes do último relatório de auditoria?		
Resultado			0,0%	>50%

Figura 27 – Formulário de Auditoria

Gestão Visual

Colocou-se um placar na obra em local visível a todos. Neste afixou-se o planeamento dos trabalhos, o checklist de ferramentas, a cruz de segurança (figura 28) e três quadros de indicadores (figura 29).

Segurança						
Estamos sem Acidentes à				Mês de _____		
ANO(S)	Mês(es)	1	2	3	Dias	
		4	5	6		
	7	8	9	10	11	12 13
	14	15	16		17	18 19
	20	21	22	23	24	25 26
Último Acidente ocorreu em:			27	28	29	
			30	31		

Figura 28 – Cruz de Segurança

Equipamento: BETONEIRA 2

	9h	10h	11h	12h	14h	15h	16h	17h	9h	10h	11h	12h	14h	15h	16h	17h	Total
Minutos não Planeados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
Minutos Programados	60	60	60	60	60	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60	60	780
Minutos de equipamento Parado	25	20	20	30	20	0	0	0	30	15	20	0	0	0	0	0	180
Minutos a produzir	35	40	40	30	40	0	0	0	30	45	40	60	60	60	60	60	600
Scrap (kg)	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
Produção Total	20	30	20	10	23	0	0	0	5	20	20	20	20	20	20	20	248
Disponibilidade	58%	67%	67%	50%	67%				50%	75%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	77%
Qualidade	100%	100%	90%	100%	100%				20%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93%
Performance	86%	113%	75%	50%	86%				25%	67%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	64%
OEE	50%	75%	45%	25%	58%				3%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	47%
Refeições / Pausas (minutos)		15								15							30
Afinação (minutos)	20																20
Limpeza (minutos)																	0
SETUP (minutos)																	0
Manutenção Correctiva (minutos)				30	20												50
Manutenção Preventiva (minutos)																	0
Manutenção Operador (minutos)	5	5															10
Espera pelo trabalhador (minutos)									30								30
Espera pelo transporte de materiais (minutos)											20						20
Avaria (minutos)			20														20
Outros																	0
Total	25	5	20	30	20	0	0	0	30	0	20	0	0	0	0	0	130
OBSERVAÇÕES																	

Figura 31 – Registo do OEE para o caso da betoneira 2

O ensaio foi efetuado por hora para um dos equipamentos necessários. Se considerarmos dois dias de trabalho o resultado obtido foi de 77% para a disponibilidade, 93% para a qualidade e 65% para a eficiência, resultando um OEE de 47%.

A interpretação destes números é que do tempo planeado para o equipamento apenas 77% do tempo foi utilizado. 7% do produto produzido não estava conforme, por exemplo por espera a mais, e no tempo que trabalhou apenas efetuou 65% do que era suposto.

O resultado foi um OEE de 47%.

Existem valores de referência a nível mundial para os equipamentos industriais nomeadamente:

- Considera-se a disponibilidade como sendo de classe mundial quando maior ou igual 90%.
- Considera-se a performance como sendo de classe mundial quando maior ou igual 95%.
- Considera-se a qualidade como sendo de classe mundial quando maior ou igual à 99,9%.

Multiplicando-se estes indicadores, chega-se a um OEE de 85%. Assim, uma máquina que consegue igualar ou superar cada um dos indicadores individualmente é considerado como sendo uma máquina que possui um desempenho de classe mundial.

Não basta ter um OEE de 85% para ser considerado de classe mundial, é necessário que a disponibilidade, performance e qualidade alcancem ou superem os valores de referência.

Um exemplo será considerar uma máquina que possua disponibilidade igual a 92%, performance igual 94% e qualidade igual 98%:

$$OEE = 92\% \times 94\% \times 98\% = 85\%.$$

Apesar do OEE ser de 85%, a performance e a qualidade possuem valores abaixo dos valores considerados como sendo de classe mundial.

Considerando o caso em particular e fazendo uma análise gráfica de Pareto (figura 32), obtém-se:

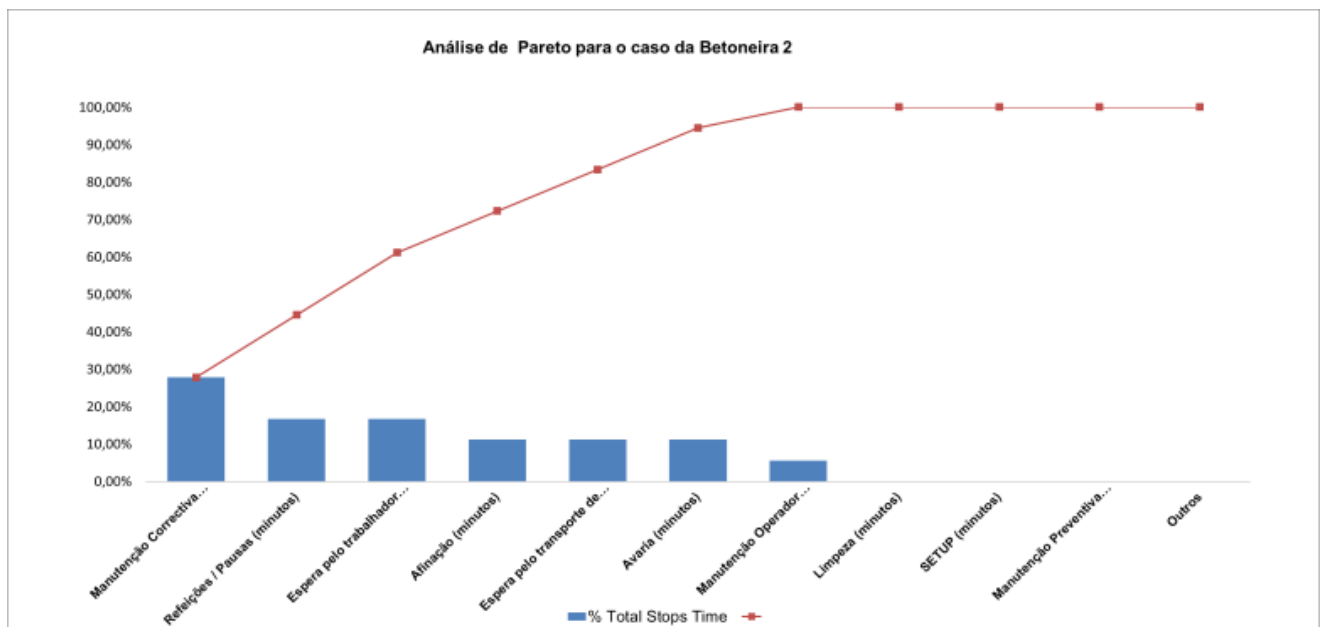


Figura 32 – Pareto para a betoneira 2

Cerca de 80% dos motivos que resultam num OEE de 47% são a execução de manutenção corretiva, as paragens para refeição, espera pelo trabalhador, arranque da máquina e espera dos materiais.

Obtendo um histórico para os várias máquinas e durante um maior número de dias pode-se melhorar a eficácia e eficiência destes através da deteção das causas raiz e implementação de medidas de correção e de prevenção.

Eventos kaizen (melhoria contínua) ou kaizen blitz:

Sempre que se verificou necessidade (embora se pretenda que o evento se realize quinzenalmente), foi efetuado um evento *Kaizen*. O primeiro recaiu sobre os 5S e o OEE.

Nesse evento, que demorou cerca de 3 horas e que contou com o responsável da empresa, encarregado e dois trabalhadores de subempreiteiros, foi efetuada uma seleção de materiais que não deveriam estar na empreitada, organização dos restantes, delimitações e identificações no pavimento,

Foi ainda efetuado uma análise do OEE da betoneira 2 e do respetivo Pareto. Para atingir as causas raiz do principal motivo de paragem, a “manutenção corretiva efetuada”, foram utilizadas 2 técnicas: os 5 porquês e o diagrama de espinha de peixe

Através dos 5 porquês questionou-se:

- Porquê a manutenção corretiva? Porque ocorreu uma avaria no equipamento.
- Porque ocorreu uma avaria na misturadora? Porque os fios elétricos estavam descarnados e provocaram um curto-circuito.
- Porque é que os fios elétricos estavam descarnados e provocaram um curto-circuito? Porque estão em zona de passagem e sujeito a pisadelas e a pressão de materiais.
- Porque é que estão em zona de passagem e sujeito a pisadelas e a pressão de materiais? Porque não estão sobre-elevados.

Conclusão: os fios em obra deverão estar sobre-elevados para evitar que sejam danificados pelas sucessivas passagens.

Através do diagrama de espinha de peixe (figura 33), consideraram-se “6M’s” Método, Máquina, Mão-de-obra, Meio-Ambiente, Medições e Materiais:

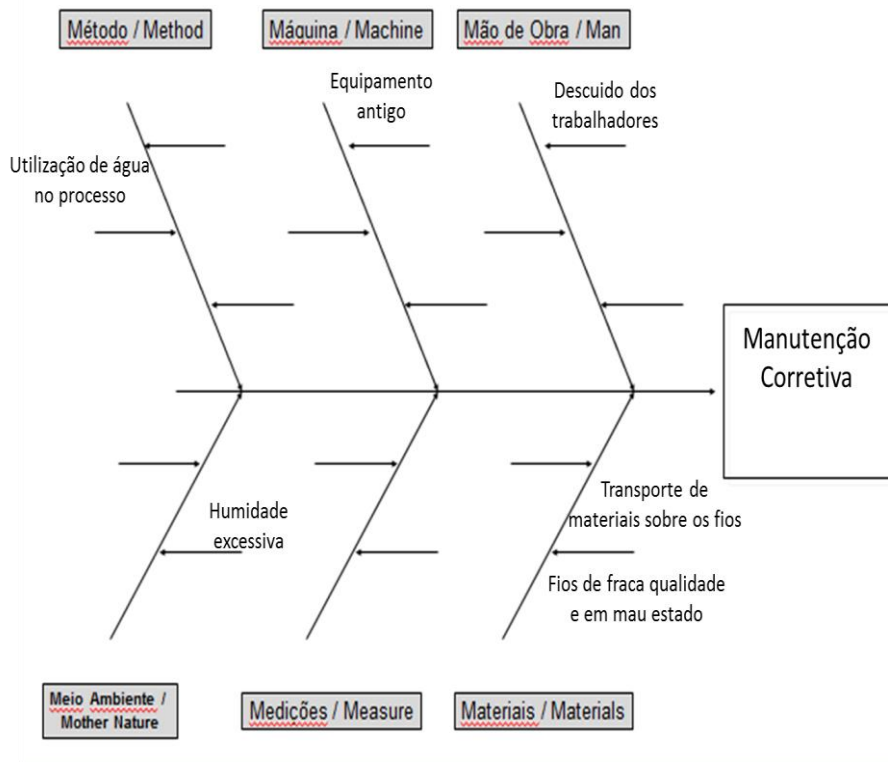


Figura 33 – Aplicação da “espinha de peixe”

Os 6M's são um auxílio para a identificação das várias causas passíveis de originarem o problema. Neste caso particular detetaram-se os motivos pelos quais a paragem ocorreu. Estes motivos foram analisados e priorizados tendo-se chegado à conclusão que a primeira intervenção a efetuar seria a elevação dos fios.

7 Conclusões e trabalhos futuros

7.1 Conclusões

Neste trabalho foi efetuada uma síntese bibliográfica da metodologia do *Lean Management* e um ponto de situação da sua implementação, em micro, pequenas, médias e grandes empresas de construção civil em Portugal.

A partir desta pesquisa foi efetuada a implementação de algumas das ferramentas identificadas numa pequena empreitada de construção civil da empresa Projeto 360.

Antes de se referirem as conclusões retiradas, convém apontar as dificuldades encontradas na sua implementação, nomeadamente na resistência à mudança por parte das pessoas. A mudança cultural foi o obstáculo mais difícil de transpor. É necessário que a mentalidade mude e que, a todos os níveis da empresa, se acredite que, a aplicação destas simples ferramentas trazem de imediato valor acrescentado. “As pessoas somente mudam se forem guiadas, e não mandadas”. Urge a necessidade de envolvimento de todos e uma mudança.

A outra dificuldade foi o estado embrionário da empresa selecionada para a parte experimental do TFM, a reduzida dimensão das suas sobras e o número reduzido de trabalhadores. No entanto, foi possível perceber a eficácia das ferramentas nomeadamente:

- Através da análise de Pareto perceberam-se quais os principais desperdícios e ineficiências da empresa sobre os quais se tomaram medidas;
 - As medidas implementadas, apesar de muito básicas, permitem antes do início das obras, mesmo que pequena, uma análise coerente e fundamentada, dos materiais e máquinas necessários por forma a obtê-los nos prazos corretos; na empreitada que serviu de exemplo não existiram transportes adicionais nem espera por materiais correntes.
 - A afixação dos indicadores, o preenchimento dos mesmos pelos trabalhadores e a definição de objetivos aumentaram de imediato a eficiência no trabalho dado que gerou alguma competitividade e ansiedade pelo cumprimento dos mesmos;
 - O cálculo do OEE permitiu identificar quais as causas de muitas das ineficiências das máquinas na construção civil. É comum, no início de qualquer trabalho com uma máquina que esta não se encontre apta para o mesmo (falta de sinalização de segurança, documentação, proteções, avarias, manutenção corretiva, manutenção pelo operador,...).
-

Em suma, esta foi a primeira empreitada onde foram aplicadas esta metodologia mas a “Projeto 360” continuará a implementar ferramentas para agilizar e viabilizar a empresa tendo como prioridade os requisitos do cliente.

7.2 Trabalhos futuros

Muito fica por fazer neste trabalho, nomeadamente a utilização destas ferramentas noutras empreitadas e o cálculo financeiro das poupanças.

Em consequência das conclusões obtidas, um dos trabalhos que sem dúvida fica por realizar é, incidindo sobre uma empreitada específica, uma análise de Pareto com custos associados pois através das conclusões obtidas poder-se-á valorizar o custo dos desperdícios.

Título: Identificação e valorização dos 7 desperdícios numa empreitada de construção

Método: Através de uma abordagem 80/20, identificar as atividades de maior relevo, efetuar o VSM para identificar os 7 desperdícios. Valorizá-los e definir um plano de ação para a sua redução.

Outro estudo importante é o OEE de um conjunto de máquinas vitais para a construção civil durante um período de tempo mínimo de 3 meses para análise das causas de paragem das máquinas. Tal estudo só poderá produzir resultados interessantes se realizado numa empreitada de dimensão significativa e à qual estejam alocados equipamentos cuja contribuição seja relevante. Por exemplo uma pavimentadora na construção de uma via rodoviária.

Título: Cálculo do OEE de um “nome do equipamento” numa empreitada de construção

Método: Elaboração de base de dados e recolha de informação sobre os tempos e motivos de paragem da máquina de trabalho. Valoração das paragens.

Depois de realizado este trabalho também fica perceptível que um estudo equivalente mas que incidisse sobre um subprocesso específico permitiria uma análise mais aprofundada e, eventualmente, de aplicabilidade mais fácil. A título de exemplo refere-se a execução de cofragem numa construção em altura em que os moldes são utilizados várias vezes durante a construção.

Título: Análise da atividade de cofragem e aplicação do *Lean Management*

Método: Elaboração do VSM atual e desenho do VSM bem como o plano de ação para o atingir e as ferramentas *lean* a utilizar.

Outra via para aprofundar o estudo, poderá passar por focar a análise na aplicabilidade de apenas duas ou três ferramentas do *Lean Management*.

Em Portugal, encontramos-nos no início da utilização do *Lean* na Construção e há muito trabalho pela frente, como se verificou pelo resultado dos questionários.

Bibliografia

BALLARD, Glenn and HOWELL, Greg., “*Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance*”, Alarcon, L. (ed.)(1997). Lean Construction. <http://www.leanconstruction.org>.

BALLARD, Glenn, HOWELL, Greg., “*Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*”. Alarcon, L. (ed.)(1997). Lean Construction, <http://www.leanconstruction.org>.

BARROS, André G. S., “*Construção Lean – Estudo da implementação da Filosofia Lean na Construção Portuguesa*”, Universidade do Minho – Escola de Engenharia, Guimarães, Portugal, outubro 2010.

FERNANDES, Lúcia Daniela Gonçalves, “*Lean na produção de quadros de comunicação visual na Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.*”. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, Porto, Portugal, 2012.

FORMOSO, Carlos T., “*Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos*”. Universidade federal do Rio Grande do Sul– Escola de Engenharia, Rio Grande do Sul, Brasil.

FRANÇA, Sara Valente de Sá, “*Implementação de Ferramentas de Lean Manufacturing e Lean Office Indústria metálica, plástica e gabinete de contabilidade*”. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, Porto, Portugal, 2013.

GONÇALVES, Wilma Karina, “*Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras*”, Instituto Superior Técnico, Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, 2009.

HOWELL, Gregory A. and BALLARD, Glenn, “*What is Lean Construction*”, 1999.

MARQUES, P., Formação *Green Belt*, ISQ, 40 Horas, Lisboa, Portugal, novembro 2014.

MATA-LIMA, H., “*Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas*”, Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais, Universidade da Madeira, Madeira, Portugal, 2007.

PORTER, M., “*America’s Green Strategy*”, Scientific American 264(4), 168, 1991.

PORTER, M., and C. van der LINDE, “*Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*”, Journal of Economic Perspective 9(4), 97–118, 1995.

RIANI, Aline Mattos., “*Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson [Minas Gerais]*”, 2006. XLIV, 44 p. 29,7 cm (Faculdade de Engenharia, B.Sc., Engenharia de Produção). Tese Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora, Brasil, 2006.

ROTHER, Mike, SHOOK, John, “*Learning to see – Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*”, Lean Enterprise Institute, outubro 2009.

SERPEL, Alfredo and ALARCON, L. F., “*Construction Process Improvement Methodology for Construction Projects*”, International Journal of Project Management, Vol. 116, No. 4, 1998.

VERGNA, Ronaldo A., “*Avaliação do nível de utilização de Ferramentas Lean em pequenas empresas de Santa Bárbara D’oste e Americana*”, Universidade Metodista de Piracicaba, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba, Brasil, 2006.

WEIGEL, Annalisa L., “*A Book Review: Lean Thinking by Womack and Jones*”, 2000.

WOMACK, James. “*Das ferramentas enxutas (lean tools) ao gerenciamento enxuto (lean management): a situação da mentalidade lean em 2007*”. Lean Institute Brasil, Brasil, 2007.

WOMACK, James. “*E-letter – From Lean Tools to Lean Management*”, 2006, www.leanuk.org.

Norma SAE J 4000:1999 - “*Identificação e medição das melhores práticas na implementação do Lean*”, Brasil, 1999

Norma SAE J 4001 - “*Manual do usuário na implementação do Lean*”

Sites consultados:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto (visualizado a 20/08/2015)

The many sides of a Gemba Walk - <http://www.isixsigma.com/methodology/lean-methodology/many-sides-gemba-walk/> (visualizado a 20/08/2015)

OEE.COM.BR - <http://www.oee.com.br/oee/> (visualizado a 21/08/2015)

<http://blogtek.com.br/5-porques-ferramenta-identificacao-causa-basica/> (visualizado a 21/08/2015)

Anexo

Questionário Utilizado

Questões		Não Conhece	Conhece mas não aplica	Conhece e aplica
Para conhecimento do comportamento organizacional da empresa serão verificados alguns itens de acordo com as questões seguintes:				
A.1	A empresa sabe o que é Kaizen ?			
A.2	A empresa sabe o que é Kanban?			
A.3	A empresa sabe o que é Just in Time?			
A.4	A empresa sabe o que é Fluxo de Valor?			
A.5	A empresa sabe o que são operações Lean?			
A.6	A empresa tem conhecimento de como funcionam os sistemas de premiação para recompensar bons desempenhos de funcionários e gestores?			
A.7	A empresa tem conhecimento de como funciona um plano de metas definido em conjunto com os funcionários e gestores?			
A implementação de ferramentas Lean requer que a política de Recursos Humanos seja favorável a novos programas de melhorias			SIM	NÃO
B.1	A empresa tem sistema de formação e reciclagem para funcionários e gestores nas novas tecnologias?			
B.2	O departamento de Recursos Humanos da empresa define claramente os níveis de Autoridade e Responsabilidade dos intervenientes?			
B.3	A Administração da empresa dá recursos às equipas de trabalho e aceita as decisões tomadas quando estão dentro do seu grau de responsabilidades ?			
B.5	A Administração dá autoridade às equipas de trabalho, compatível com seu nível de responsabilidade ?			
Para melhor avaliação da implementação de Operações Lean é necessário que a Empresa tenha um Sistema de Informações confiável e transparente.			SIM	NÃO
	A empresa divulga a todos os funcionários as informações e dados operacionais?			
	A recolha e a utilização dos dados e informações são de responsabilidade dos funcionários diretamente envolvidos no processo em estudo ?			
	A empresa utiliza dados do Sistema Operacional Financeiro para analisar os resultados e progressos obtidos com a implementação de Programas de Melhoria ?			
A implementação de operações Lean é diretamente ligada às relações entre Empresa e Clientes / Fornecedores.			SIM	NÃO
	Os Clientes e Fornecedores atuam em todas as fases do desenvolvimento dos Processos / Produtos e Projetos ?			
	Os Clientes e Fornecedores são adequadamente representados nas Equipas de Trabalho e participam regularmente nas revisões e avaliações dos Processos / Produtos e Projetos da Empresa ?			
	Existem benefícios mútuos para que clientes e fornecedores trabalhem em grupo, na procura de melhorias de desempenho e redução de custos ?			
Espera-se que, para uma implementação de Operações Lean com sucesso seja necessário que a Empresa tenha uma boa Gestão do Produto.			SIM	NÃO
	O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipas de trabalho com representantes de todas as partes envolvidas ?			
	Os custos, desempenho e especificações dos produtos e processos são claros, possíveis de serem medidos e definidos em comum acordo pelas partes envolvidas ?			
	Os projetos e desenvolvimentos dos produtos levam em conta o ciclo de vida do produto ?			
	O Lead time ou tempo de entrega, é levado em consideração no desenvolvimento do produto e constantemente avaliado e ainda constantemente reduzido ?			
As operações Lean necessitam para terem sucesso da observância de alguns requisitos básicos nos Processos e Fluxos de Processos.			SIM	NÃO
	A empresa possui um plano de manutenção preventiva, com frequência planeada para todos os equipamentos ?			
	A empresa utiliza lista de materiais, catalogadas adequadamente, com padronização de operações, roteiros e tempos padrão?			
	O sequenciamento da produção obedece aos pedidos dos clientes e a procura é analisada para cada período produtivo ?			
	A empresa utiliza ações preventivas e métodos estruturados para resolução de problemas que possam ocorrer com produtos ou processos?			
	As ações preventivas são documentadas para serem utilizadas em soluções de problemas futuros ?			
	A Produção somente se inicia a partir de uma ordem de fabricação que é feito a partir da solicitação dos clientes e é analisado continuamente por meio de programas de melhoria continua?			

Figura 34 – Questionário completo enviado às empresas

Resultados não trabalhados do questionário

		1 a 9 trabalhadores	10 a 49 trabalhadores	50 a 249 trabal	Mais de 250 trabalhadores
A empresa sabe o que é Kaizen ?	Não conhece	2	2	8	2
	Conhece mas não aplica	3	1	0	0
	Conhece e aplica	0	0	1	0
A empresa sabe o que é Kanban?	Não conhece	5	2	8	3
	Conhece mas não aplica	0	1	0	0
	Conhece e aplica	0	0	1	0
A empresa sabe o que é Just in Time?	Não conhece	3	1	5	2
	Conhece mas não aplica	2	1	2	1
	Conhece e aplica	0	1	2	0
A empresa sabe o que é Fluxo de Valor?	Não conhece	3	2	6	2
	Conhece mas não aplica	2	0	0	1
	Conhece e aplica	0	1	3	0
A empresa sabe o que são operações Lean?	Não conhece	3	1	6	3
	Conhece mas não aplica	2	1	2	0
	Conhece e aplica	0	1	1	0
A empresa tem conhecimento de como funcionam os sistemas de prémio para recompensar bons desempenhos de funcionários e gestores?	Não conhece	3	1	1	0
	Conhece mas não aplica	2	2	6	2
	Conhece e aplica	0	0	2	1
A empresa tem conhecimento de como funciona um plano de metas definido em conjunto com os funcionários e gestores?	Não conhece	3	0	1	0
	Conhece mas não aplica	2	2	5	2
	Conhece e aplica	0	1	3	1
A empresa tem sistema de formação e reciclagem para funcionários e gestores nas novas tecnologias?	Sim	1	0	6	3
	Não	4	3	3	0
O departamento de Recursos Humanos da empresa define claramente os níveis de Autoridade e Responsabilidade dos intervenientes?	Sim	3	1	6	2
A empresa dá recursos às equipas de trabalho e aceita as decisões tomadas quando estão dentro do seu grau de responsabilidades ?	Não	2	2	3	1
A Administração dá autoridade às equipas de trabalho, compatível com seu nível de responsabilidade ?	Sim	3	1	9	3
A empresa divulga a todos os funcionários as informações e dados operacionais?	Não	2	2	0	0
A recolha e a utilização dos dados e informações são de responsabilidade dos funcionários diretamente envolvidos no processo em estudo ?	Sim	2	1	6	1
A empresa utiliza dados do Sistema Operacional Financeiro para analisar os resultados e progressos obtidos com a implementação de Programas de	Não	3	2	3	2
Os Clientes e Fornecedores atuam em todas as fases do desenvolvimento dos Processos / Produtos e Projetos ?	Sim	1	0	8	2
Os Clientes e Fornecedores são adequadamente representados nas Equipas de Trabalho e participam regularmente nas revisões e avaliações dos Processos /	Não	4	3	1	1
Existem benefícios mútuos para que clientes e fornecedores trabalhem em grupo, na procura de melhorias de desempenho e redução de custos ?	Sim	0	2	8	2
O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipas de trabalho com representantes de todas as partes envolvidas ?	Não	5	1	1	1
O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipas de trabalho com representantes de todas as partes envolvidas ?	Sim	2	2	7	1
Os custos, desempenho e especificações dos produtos e processos são claros, possíveis de serem medidos e definidos em comum acordo pelas partes	Não	3	1	2	2
Os projetos e desenvolvimentos dos produtos levam em conta o ciclo de vida do produto ?	Sim	0	1	6	1
O Lead time ou tempo de entrega, é levado em consideração no desenvolvimento do produto e constantemente avaliado e ainda	Não	5	2	3	2
A empresa possui um plano de manutenção preventiva, com frequênciaplaneada para todos os equipamentos ?	Sim	1	1	8	1
A empresa utiliza lista de materiais, catalogadas adequadamente, com padronização de operações, roteiros e tempos padrão?	Não	4	2	1	2
O sequênciaplaneamento da produção obedece aos pedidos dos clientes e a procura é analisada para cada período produtivo ?	Sim	2	1	4	1
A empresa utiliza ações preventivas e métodos estruturados para resolução de problemas que possam ocorrer com produtos ou processos?	Não	3	2	5	2
As ações preventivas são documentadas para serem utilizadas em soluções de problemas futuros ?	Sim	2	2	6	2
A Produção somente se inicia a partir de uma ordem de fabricação que é feito a partir da solicitação dos clientes e é analisado continuamente por meio de	Não	3	1	3	1
		2	2	2	1
		3	2	5	1
		2	1	4	2

Figura 35 – Respostas recebidas não trabalhadas