



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

**Aplicação da filosofia *Lean* a um caso de estudo para
otimização de processos de construção na
pré-fabricação de peças de betão**

TIAGO ANDRÉ LOURENÇO CALÉ
(Licenciado em Engenharia Civil)

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Civil, Perfil de Edificações

Orientador (es):

Doutor António Manuel Gardete Mendes Cabaço
Licenciado Jorge Alexandre Dias Reis Barros

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

Vogais:

Mestre Carlos Manuel Martins
Doutor António Manuel Gardete Mendes Cabaço

Novembro de 2015

Agradecimentos

Apresento o meu reconhecimento e estima pelo Professor António Manuel Cabaço e pelo Professor Jorge Reis Barros, orientadores deste trabalho final de mestrado, pela sua disponibilidade, motivação e conselhos prestados ao longo da elaboração do trabalho.

Agradeço aos colaboradores da unidade fabril estudada, pela disponibilidade e apoio prestado.

Agradeço à cultura de rigor e de exigência que me foi transmitida pelos meus professores, pois sempre a considerei como um padrão a seguir e constituiu um incentivo para melhor alcançar os objetivos a que me propus.

Agradeço aos meus amigos e familiares pela confiança que depositaram em mim, pelo apoio e pela estima.

Agradeço aos colaboradores do Núcleo de Economia, Gestão e Tecnologia da Construção do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pela preocupação que demonstraram ter pela minha pessoa.

Por fim, um muito obrigado à minha pessoa por nunca ter desistido, apesar das grandes dificuldades enfrentadas ao longo da minha vida.

Resumo

A temática abordada no presente trabalho relaciona-se com a filosofia *Lean*. A filosofia *Lean* baseia-se na redução ou eliminação dos desperdícios com base na aplicação de novas técnicas, ferramentas, metodologias e princípios agregados a essa filosofia. A filosofia *Lean* nasceu após a Segunda Guerra Mundial em ambiente fabril no setor automóvel, mas hoje em dia tem aplicação em diversos setores nos quais se identificaram resultados positivos.

Este trabalho visa identificar, de maneira sistemática, as oportunidades de aplicação da filosofia *Lean* no setor da construção, nomeadamente na pré-fabricação de peças de betão. Adotando-se, como caso de estudo, uma unidade fabril de pré-fabricados de peças de betão, de modo a perceber se se obtinham resultados positivos da aplicação daquela filosofia, em particular a eliminação ou redução do desperdício e o aumento da produtividade. Após uma análise aprofundada do funcionamento da unidade fabril, identificaram-se os principais problemas organizacionais e procedimentais e propuseram-se ações de melhoria, tendo em conta as técnicas, ferramentas, metodologias e os princípios da filosofia *Lean*. Todas as propostas pretenderam ser de fácil aplicabilidade e utilização e com custos reduzidos de implementação.

As principais conclusões do trabalho apontam para ser possível e desejável aplicar a filosofia *Lean* à Engenharia Civil, quer aos meios fabris, quer, por generalização, às próprias obras e estaleiros, desde que a mesma seja adaptada. Na unidade fabril estudada, perspetiva-se que a implementação das propostas apresentadas conduza a melhorias significativas na organização daquela unidade, tanto em termos de eliminação e redução do desperdício, como ao nível da produtividade, diminuindo a sobrecarga laboral dos seus colaboradores.

Palavras-chave: Filosofia *Lean*, Desperdício, Pré-fabricação, *Lean Construction*.

Abstract

The issue addressed in this work relates to Lean philosophy. The Lean philosophy is based on waste reduction or elimination, through the application of new techniques, tools, methodologies and principles aggregated to that philosophy. Lean philosophy emerged after World War II in the manufacturing environment of the automobile sector, but today it has been applied in various sectors and presented positive results.

The principal aim of this work was to identify in a systematic way, if Lean philosophy had some opportunities that could be applied in the construction sector, particularly in the prefabrication of concrete products in a factory.

A case of study was adopted, a factory of prefabricate concrete parts, with the goal to obtain positive results from the application of that philosophy, in particular the elimination or reduction of waste and increase of productivity. After a thorough review of the factory's operation the main problems were identified as organizational and procedural. An improvement plan was proposed with actions for the problems that existed, taking into account the techniques, tools, methodologies and principles of Lean philosophy. All proposals were intended to be easy to apply and use and to reduce implementation costs.

The main conclusions of the study suggested that it is possible and desirable to apply Lean philosophy to Civil Engineering or manufacturing or, for generalization, to own projects and shipyards, if the philosophy is adapted. In the study of the factory the implementation of the proposals will allow significant improvements in the organization of that unit, both in terms of disposal and waste reduction, and in terms of productivity, reducing the work of the employers.

Keywords: Lean Philosophy, Waste, Prefabrication, Lean Construction.

Índice do texto

	Pág.
Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	VII
Índice do texto	VII
Índice de figuras	IX
Índice de quadros	XIII
Lista de abreviaturas	XV
1. Introdução	1
1.1 Justificação e motivação	1
1.2 Objetivos	4
1.3 Metodologia	5
1.4 Estrutura do trabalho final de mestrado	7
2. Revisão bibliográfica	9
2.1 Considerações iniciais.....	9
2.2 História da filosofia <i>Lean</i>	9
2.3 Evolução do conceito <i>Lean</i>	13
2.4 Conceitos, processo e princípios da filosofia <i>Lean</i>	17
2.4.1 Conceito de Valor	17
2.4.2 Conceito e tipos de desperdícios.....	18
2.4.3 Processo <i>Lean</i>	26
2.4.4 Princípios <i>Lean Thinking, Production e Construction</i>	27
2.5 Métodos, técnicas e ferramentas <i>Lean</i>	35
2.5.1 <i>Black Belt Team</i> (BBT)	35
2.5.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e etapas para a sua implementação.....	36
2.5.3 <i>Just-In-Time</i> (JIT) e suas ferramentas e técnicas	39
2.5.4 <i>Hoshin kanrin</i> – Gestão e planeamento	50
2.5.5 <i>Kaizen</i>	51
2.5.6 <i>Last Planner System</i> (LPS).....	57
2.6 Organizações que têm a filosofia <i>Lean</i> implementada.....	64
2.7 Implementação, benefícios e barreias da filosofia <i>Lean</i>	66
2.8 Pré-fabricação	68
3. Caso de estudo	71
3.1 Considerações iniciais.....	71
3.2 Estratégia de investigação e metodologia de recolha de dados	71
3.2.1 Observação direta	72
3.2.2 Análise documental	73
3.2.3 Inquéritos	73
3.3 Descrição do caso de estudo	75
3.4 Análise dos resultados dos inquéritos	79
3.4.1 Análise dos dados do grupo I – Planeamento	80
3.4.2 Análise dos dados do grupo II – Gestão da unidade fabril	83
3.4.3 Análise dos dados do grupo III – Valorização pessoal e empresarial.....	84
3.4.4 Análise dos dados do grupo IV – Produção.....	86
4. Propostas de melhoria	99
4.1 Considerações iniciais.....	99
4.2 Problemas encontrados, explicação para a sua ocorrência, desperdícios inerentes e propostas de melhoria segundo a filosofia <i>Lean</i>	99

4.2.1	Mapeamento do Fluxo de Valor atual.....	99
4.2.2	Escritório e gestão de topo da unidade fabril.....	101
4.2.3	Sistema de gestão da qualidade e qualidade dos produtos.....	102
4.2.4	Sistema de segurança.....	106
4.2.5	Início da produção diária.....	109
4.2.6	Zona de armazenagens de <i>stock</i>	114
4.2.7	Zona de produção de armaduras e armazenagem de aço.....	123
4.2.8	Zona de armazenagem de moldes.....	126
4.2.9	Central de betão e operador da central.....	130
4.2.10	Serralharia.....	135
4.2.11	Ferramentaria e materiais.....	140
4.2.12	Equipamentos essenciais à produção.....	143
4.2.13	Organização geral na unidade fabril.....	146
5.	Conclusões e recomendações para desenvolvimentos futuros.....	151
5.1	Considerações iniciais.....	151
5.2	Conclusões.....	151
5.3	Recomendações para desenvolvimentos futuros.....	151
	Referências bibliográficas.....	157
	Anexo 1 – Matriz de versatilidade dos colaboradores.....	- 1 -
	Anexo 2 – Mapeamento do Fluxo de Valor Atual – Caso de estudo.....	- 5 -
	Anexo 3 – Simbologia do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	- 9 -
	Anexo 4 – Folha resumo do processo.....	- 13 -
	Anexo 5 – Inquérito realizado.....	- 17 -
	Anexo 6 – Quadro de tempos das atividades do MFV do caso de estudo.....	- 25 -

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1.1 - Taxa de variação real do PIB por ramo de atividade (%)	1
Figura 1.2 - Esquema do desenvolvimento do trabalho final de mestrado.	6
Figura 2.1 - A casa TPS.....	14
Figura 2.2 - Integração da "casa TPS" no “edifício <i>Lean Thinking</i> ”	16
Figura 2.3 - As diferentes partes interessadas numa organização	17
Figura 2.4 - Desperdício puro e necessário.	18
Figura 2.5 - Os sete princípios <i>Lean Thinking</i>	28
Figura 2.6 - Geração de valor dos produtos/serviços segundo os requisitos dos <i>Stakeholders</i>	29
Figura 2.7 - O papel do <i>Lean Thinking</i> na eliminação do desperdício e na criação de valor.....	31
Figura 2.8 - Guia de gestão das BBT.....	36
Figura 2.9 - Produção puxada vs. produção empurrada	40
Figura 2.10 - Programação tradicional vs. programação nivelada.....	42
Figura 2.11 - Os 6S.....	45
Figura 2.12 - Pilares <i>Kaisen</i>	52
Figura 2.13 - Os cinco pilares do TFM	53
Figura 2.14 - Ciclo de Deming	55
Figura 2.15 - Metodologia do pilar <i>Kaisen TSM</i>	56
Figura 2.16 - <i>Last Planner System</i>	58
Figura 2.17 - “Sala de Guerra” com quadro a longo prazo e quadro de constrangimentos	59
Figura 2.18 - Planeamento a médio prazo.	61
Figura 2.19 - Planeamento a médio prazo	61
Figura 2.20 - Quadro de planeamento a curto prazo (semanal).....	63
Figura 3.1 - Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual da unidade fabril estudada.	76
Figura 3.2 - Organograma da unidade fabril do caso de estudo.	77
Figura 3.3 - Planta da unidade fabril – <i>Layout</i> geral.	78
Figura 3.4 - Resultado do inquérito à questão: “Experiência profissional em anos”.....	79
Figura 3.5 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de produção?”.....	80
Figura 3.6 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de transporte?”.....	80
Figura 3.7 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de <i>stock</i> de produção?”.....	81
Figura 3.8 - Resultados do inquérito à questão: “Qual é a percentagem média de planeamento diário de produção cumprido?”.....	81
Figura 3.9 - Resultado do inquérito à questão:” Como considera a informação que recebe sobre o planeamento?”.	82
Figura 3.10 - Resultado do inquérito às questões: “Compreende quais são as suas funções?; Cumpre só as suas funções?”.....	86
Figura 3.11 - Resultado do inquérito às questões: “Sabe alguma forma de melhorar o seu trabalho?; Fez sugestões ao seu supervisor sobre as formas de melhorar o seu trabalho?”.....	86
Figura 3.12 - Resultado do inquérito às questões: “Responderam-lhe de forma positiva?; Implementaram a sua sugestão?”.....	87
Figura 3.13 - Resultado do inquérito às questões: “Como classifica as condições de trabalho na sua área?; As condições de trabalho afetam o seu desempenho?”.	87
Figura 3.14 - Resultado do inquérito às questões: “Considera a sua área de trabalho organizada?; A empresa consegue melhorar essas condições?”.	88
Figura 3.15 - Resultado do inquérito às questões: “Em termos de segurança sente-se seguro a realizar as suas tarefas?; Sabe quais as regras de segurança impostas pela organização que trabalha?”.....	88

Figura 3.16 - Resultado do inquérito às questões: “ Sabe quais são os equipamentos de proteção individuais obrigatórios?; As formações de segurança existentes são suficientes?”.....	89
Figura 3.17 - Resultado do inquérito às questões: “Sabe qual é a política da qualidade da empresa?; Sabe quem está encarregue de preencher as fichas de qualidade?”.....	89
Figura 3.18 - Resultado do inquérito à questão: “Sabe quais são os desperdícios mais comuns na produção?”.....	90
Figura 3.19 - Resultado do inquérito às questões: “Mão-de-obra à espera de material/equipamento de trabalho; Trabalho à espera de mão-de-obra”	91
Figura 3.20 - Resultado do inquérito às questões: “ Correção de erros de execução; Transporte e movimentos desnecessários”.....	91
Figura 3.21 - Resultado do inquérito às questões: “ Aprovisionamentos desnecessários de materiais; Mão-de-obra em estaleiro por utilizar”	92
Figura 3.22 - Resultado do inquérito à questão:“ Trabalho desnecessário/sobreprodução”.....	92
Figura 3.23 - Resultado do inquérito às questões: “Alterações / Indefinição de projeto; Erros de planeamento”	93
Figura 3.24 - Resultado do inquérito às questões: “Erros de execução; Falha de comunicação”.....	93
Figura 3.25 - Resultado do inquérito às questões: “Falha de comunicação externa; Falha de segurança / acidentes”.....	93
Figura 3.26 - Resultado do inquérito às questões: “Processo de produção; Falta de formação”	94
Figura 3.27 - Resultado do inquérito às questões: “ Resultados financeiros; Cumprimentos de prazos”	94
Figura 3.28 - Resultado do inquérito às questões: “Qualidade; Satisfação do cliente”	95
Figura 3.29 - Resultado do inquérito à questão: “Nome da organização”.....	95
Figura 3.30 - Resultado do inquérito à questão: “Qual a estimativa de peso dos desperdícios de produção em percentagem?”.....	96
Figura 3.31 - Resultado do inquérito às questões: “Resultados financeiros; Cumprimento de prazos”	97
Figura 3.32 - Resultado do inquérito às questões: “Qualidade dos produtos; Satisfação do cliente”.....	97
Figura 3.33 - Resultado do inquérito à questão: “ Acha que é possível implementar a filosofia <i>Lean</i> nesta organização?”.....	97
Figura 4.1 - Mesa basculante de moldagem com defeito criando imperfeições nas peças.....	104
Figura 4.2 - Peça por reparar, problema com vazios.....	104
Figura 4.3 - Equipamentos de proteção individual obrigatórios / sinalização no portão da entrada principal.....	106
Figura 4.4 - Equipamentos de uso obrigatório e sinalização à entrada da NAVE 2.....	107
Figura 4.5 - Ilustração de algumas atividades executadas sem a utilização dos EPI.....	107
Figura 4.6 - Mapa de produção diário provisório.....	110
Figura 4.7 - Mapa de produção diário final.....	110
Figura 4.8 - Desenhos onde o chefe de equipa (NAVE 2) tinha de pesquisar para iniciar a produção diária.....	111
Figura 4.9 - Etiqueta de produção.....	113
Figura 4.10 - Proposta para um quadro de gestão visual na produção diária.....	114
Figura 4.11 - Zona de armazenamento de <i>stock</i> desorganizada.....	116
Figura 4.12 - Desorganização de <i>stock</i> e localização de peças em zona imprópria.....	116
Figura 4.13 - Empilhamento das peças.....	117
Figura 4.14 - Folha com a referência das peças para ser entregue na administração.....	117
Figura 4.15 – Quebra de peças durante a movimentação.....	118
Figura 4.16 - Proposta de melhoria <i>layout</i> zona de <i>stock</i>	119
Figura 4.17 - Proposta para um quadro <i>Kanban</i>	121
Figura 4.18 - Proposta de localização para a zona de aplicação das etiquetas nas peças.....	122
Figura 4.19 - Proposta de quadro do plano de cargas.....	123
Figura 4.20 - Zona de fabrico de armaduras.....	124
Figura 4.21 - Zona de armazenamento do aço ocupada com moldes.....	124
Figura 4.22 - Zona de armazenamento do aço com aço oxidado.....	125

Figura 4.23 - Zona de armazenamento do aço exterior com aço oxidado	125
Figura 4.24 - Molde oxidado, problema derivado da exposição às condições atmosféricas.	127
Figura 4.25 - Armazenamento de moldes em zonas descobertas.	127
Figura 4.26 - Proposta de zona a ser coberta para armazenamento de moldes.	129
Figura 4.27 - Proposta para a zona de colocação de moldes (esquema).	129
Figura 4.28 - Desperdício não evitável vs. Desperdício evitável.	131
Figura 4.29 - Peça produzida com erro na composição da amassadura.	132
Figura 4.30 - Plano de manutenção da central de betão.	132
Figura 4.31 - Zona aberta da serralharia.	135
Figura 4.32 - Ilustração da desorganização do interior da serralharia.	136
Figura 4.33 - Ilustração de uma proposta de exemplo de sombras de ferramentas a aplicar na serralharia.....	137
Figura 4.34 - Ilustração do estudo da empresa para a expansão da área de serralharia.	139
Figura 4.35 - Proposta para a nova zona de serralharia.	139
Figura 4.36 - Zona da ferramentaria e material desorganizada (1).	140
Figura 4.37 - Zona de ferramentaria e material desorganizada (2).	141
Figura 4.38 – Proposta para um cartão <i>Kanban</i>	142
Figura 4.39 - Proposta de melhoria para parque dos veículos de produção.....	145
Figura 4.40 – Aspeto das caixas de ferramentas fixas.	146
Figura 4.41 – Aspeto dos carros móveis de ferramentas.	147
Figura 4.42 - Resíduos espalhados pelo parque da unidade fabril.	147
Figura 4.43 - Proposta para a eliminação da caixa de ferramentas.	148
Figura 4.44 - Proposta de melhoria dos carros de ferramentas.	149
Figura 4.45 - Proposta de melhoria para normalização de algumas zonas da unidade fabril.	150

Índice de quadros

	Pág.
Quadro 2.1 - Desperdício 1: Excesso de produção.	19
Quadro 2.2 - Desperdício 2: Esperas.	20
Quadro 2.3 - Desperdício 3: Transporte e movimentações.	20
Quadro 2.4 - Desperdício 4: Desperdício do próprio processo.	21
Quadro 2.5 - Desperdício 5: Excesso de <i>stock</i>	22
Quadro 2.6 - Desperdício 6: Trabalho desnecessário/excesso de movimento.	22
Quadro 2.7 - Desperdício 7: Defeitos.	23
Quadro 2.8 - Quadro resumo das categorias de desperdícios.	25
Quadro 2.9 - Produção de três produtos referenciando o <i>pitch time</i> e o <i>takt time</i>	46
Quadro 2.10 - Exemplo de um <i>lead time</i> de uma organização.	47
Quadro 3.1 - Caracterização dos inquiridos.	79
Quadro 3.2 - Questões do grupo II: Gestão da unidade fabril.	83
Quadro 3.3 - Grupo III: Valorização pessoal e empresarial.	85
Quadro 4.1 - Proposta para quadro tipo para aplicação da ferramenta dos 5S.	138
Quadro 4.2 - Proposta para um quadro <i>Kanban</i>	143

Lista de abreviaturas

AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

BBT – *Black Belt Team*

D.C.M – Desempenho de Classe Mundial

IGLC – *International Group for Lean Construction*

IDM – *Innovation & Development Management* (Gestão da Inovação e do Desenvolvimento)

JIT – *Just-In-Time*

JIC – *Just-In-Case*

LPS – *Last Planner System*

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

PPC – Percentagem de Planeamento Concluído

PIB – Produto Interno Bruto

PDCA – *Plan – Do – Check – Act*

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

SETH – Sociedade de Empreitadas e Trabalhos Hidráulicos

TPS – *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção)

TFM – *Total Flow Management* (Gestão Total de Fluxo)

TPM – *Total Productive Maintenance* (Gestão Total de Processos)

TQM – *Total Quality Management* (Gestão Total da Qualidade)

TSM – *Total Service Management* (Gestão Total de Serviços)

1. Introdução

1.1 Justificação e motivação

O setor da construção civil tem vindo a acumular perdas sucessivas na atividade. Segundo o relatório de gestão da Sociedade de Empreitadas e Trabalhos Hidráulicos (SETH, 2013), em 10 anos (2003 a 2013) o setor acumulou perdas em volume de negócios de cerca de 55%. Confrontando-se atualmente com desafios motivados pelas dificuldades financeiras que o país atravessa, o setor da construção deverá apostar fortemente na melhoria para que a tendência de perdas se inverta, e assim, poder contribuir com reflexões positivas na economia portuguesa.

O setor da construção representa 10,7% do emprego em Portugal, 48,8% do investimento feito pelo país e 5,2% do produto interno bruto (PIB), o que demonstra que caso se invista no setor da construção, o mesmo possibilita um crescimento favorável à economia portuguesa, dando estabilidade social ao país (AICCOPN, 2015).

A figura 1.1 ilustra a evolução registada do PIB nacional em função da indústria, construção e serviços.

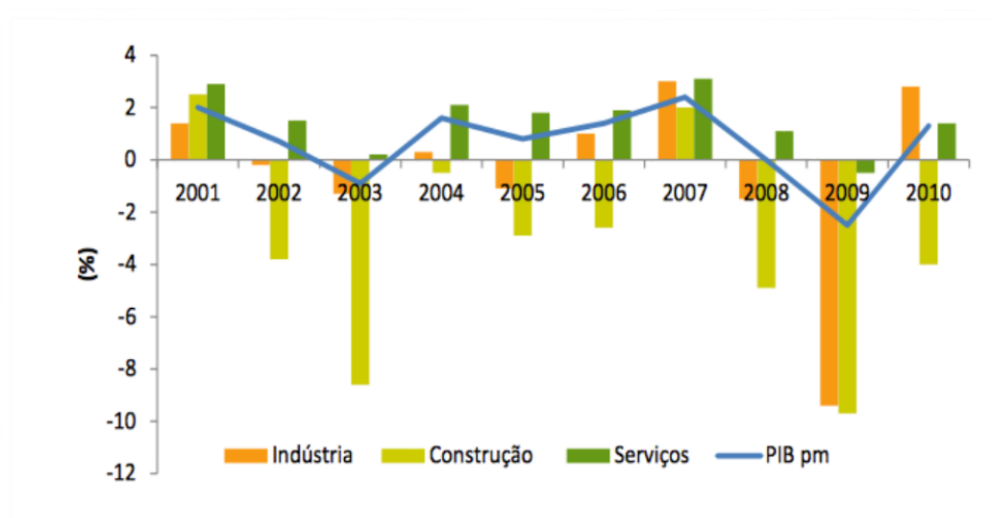


Figura 1.1 - Taxa de variação real do PIB por ramo de atividade (%) (Fonte: BANCO DE PORTUGAL, 2010).

Observando a figura 1.1, verifica-se que, na maioria das vezes, quando o setor da construção apresenta perdas o PIB tem tendência em acompanhar esse andamento, o que demonstra a forte influencia deste setor no PIB e na economia portuguesa.

O setor da construção tem, por outro lado, um conjunto de características muito próprias que são motivo de dificuldade na aplicação, com sucesso, de procedimentos de gestão da qualidade.

Destacando-se as seguintes:

- Indústria nómada (local varia de obra para obra);
- Produtos únicos ou em pequenas séries;
- Produção praticamente concentrada, por oposição à produção em cadeia;
- Indústria tradicional, com pouco dinamismo;
- Utilização de elevada mão-de-obra, pouco motivada, pouco qualificada e com difícil promoção;
- Trabalho sujeito às condições ambientais;
- Utilização de especificações complexas;
- Grande peso da subcontratação;
- Responsabilidades dispersas e mal definidas;
- Incertezas elevadas, superiores a 20%;
- Projeto separado da produção;
- Trabalho ao ar livre (distração acentuada);
- Legislação ambígua (difícil perceção de quais os documentos necessários que se aplicam às situações adversas);
- Subempreiteiros, dificuldades na obra em coordená-los, em adapta-los e a integra-los. (CABAÇO, 2011)

Uma das características que deve ter-se em atenção é o desperdício. Segundo GROHMANN (1998), a quantidade de materiais e mão-de-obra desperdiçados em três obras permitem a construção idêntica de uma outra, ou seja, o índice de desperdício é de 33%.

Para colmatar este desperdício e diminuir a sua vulnerabilidade no mercado interno, as empresas têm tendencialmente apostado na sustentabilidade, na competitividade, modernidade e qualidade, de modo a assegurarem a sobrevivência e o crescimento.

Contudo e apesar deste esforço, estudos (CREDITREFORM, 2013) demonstram que só no ano de 2013 abriram falência 1016 empresas do setor da construção, o que é sinal que as opções tomadas pelas organizações ainda não satisfazem as necessidades atuais.

Analisando-se as características do setor da construção, verifica-se que a mesma apresenta diversos problemas, os quais se podem tornar no entanto em oportunidades de melhoria. As oportunidades são geradas devido à complexidade, à diversidade e aos processos que a construção integra. A ampla variedade de agentes envolvidos que atuam ao mesmo tempo, em diversas etapas do empreendimento, geram muitos fluxos nos processos e um elevado grau de interação entre os agentes no decorrer do empreendimento.

Para melhorar o setor é assim necessário inovar, e para isso é importante a aquisição de conhecimento de novas técnicas de gestão, que garantam a utilização de ferramentas que permitam produzir melhores resultados, o que por si só leva a uma nova metodologia, a um novo pensamento, onde se enquadra a filosofia *Lean*.

O termo *Lean* foi citado originalmente no livro "A máquina que mudou o mundo" (Womack, Jones, & Roos, *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, 1990), onde o objetivo era a eliminação sistemática do desperdício e a criação de valor para as organizações e para o cliente.

A filosofia *Lean* tem vindo a ser reconhecida mundialmente, sendo aplicável a todo o tipo de áreas de atividade económica, desde organizações com ou sem fins lucrativos, originado, quando bem implementada, bons resultados.

A filosofia *Lean* nasceu da necessidade das empresas japonesas do setor automóvel, em especial a *Toyota Motor Company*, terem que desenvolver métodos diferentes para fabricar veículos em relação aos utilizados pela indústria americana, devido ao facto de não terem capacidade de competir com base nos mesmos conceitos utilizados na *Ford Company* e *General Motors*, onde o destaque era o sistema de produção em massa e o *Taylorismo*.

Para ultrapassar a produção em massa e competir com eficiência e bons resultados, a *Toyota* criou um modelo de sistema de produção, conhecido como Sistema de Produção *Lean* ou Sistema *Toyota* de Produção (*Lean Manufacturing/Toyota Production System* (TPS)), (MORGAN, J. M., Liker, J. K., 2006). O sistema da *Toyota* TPS, após ser desenvolvido e estudado, dá origem à filosofia *Lean* que é reconhecida mundialmente devido aos seus benéficos resultados.

A Filosofia *Lean* nasce então em ambiente fabril, o que torna interessante a sua aplicação à pré-fabricação de elementos de betão para o setor da construção civil. O seu estudo e

aplicação terá o intuito de verificar se os resultados no setor da construção neste caso na pré-fabricação de elementos de betão serão tão benéficos como os verificados no setor da indústria automóvel.

1.2 Objetivos

O presente trabalho final de mestrado tem como objetivo a aplicação dos princípios, técnicas, ferramentas e metodologias da filosofia *Lean* no interior de uma unidade fabril de pré-fabricação dedicada à fabricação de peças betão para a construção civil, de modo a minimizar o desperdício e a criar valor.

Definem-se assim os seguintes objetivos:

- 1) Verificar a viabilidade da aplicação da filosofia *Lean* numa unidade fabril de pré-fabricação de elementos de betão para a construção civil;
- 2) Elaborar propostas de melhoria segundo a filosofia *Lean*.

As propostas de melhoria para a unidade fabril situada no centro do país terão como objetivo central a eliminação ou redução de todo o tipo de desperdícios existentes, nomeadamente, custos, tempo, materiais ou equipamentos, limitar os erros, criar uma mentalidade *Lean* no interior da unidade fabril e, por fim, criar valor tanto para a organização como para o cliente. O cliente poderá receber um produto com um nível de qualidade melhorado ou um produto com o mesmo nível de qualidade mas com um preço mais reduzido. Poder-se-á criar um produto igual ou melhor, utilizando menor quantidade de recursos.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada no presente trabalho envolveu, numa primeira fase, a pesquisa e revisão bibliográfica, com incidência nos temas *Lean Thinking*, *Lean Production*, e *Lean Construction*.

A pesquisa realizou-se com livros dedicados à aprendizagem da filosofia *Lean*, dissertações de mestrado e doutoramento, artigos científicos e formações dedicadas à aprendizagem da filosofia *Lean*.

Esta primeira fase permitiu assim criar uma base sólida de como surgiu a filosofia *Lean*, como funciona, como e onde se aplica. Permitiu ainda obter conhecimento de casos de estudo onde a filosofia *Lean* foi aplicada com sucesso, e quais os prós e contras da mesma.

A segunda fase incidiu no estudo da unidade fabril de pré-fabricação dedicada ao fabrico de elementos de betão. O desenvolvimento desta fase decorreu na unidade fabril em estudo e permitiu um acompanhamento diário dos acontecimentos desenvolvidos no local.

O estudo e análise da unidade fabril realizou-se com base em inquéritos, observação visual direta, e documentação fornecida pelo responsável da unidade fabril. A análise realizada permitiu a identificação e diagnóstico de possíveis melhorias seguindo a metodologia estudada na primeira fase do trabalho.

A terceira fase abordou a elaboração de propostas de melhoria com base na análise crítica da informação obtida, propondo-se posteriormente a apresentação de soluções de melhoria com objetivo de eliminar o desperdício e criar valor, através das técnicas, princípios, metodologias e ferramentas *Lean*.

A quarta fase conclui a apresentação de quais os benefícios e as dificuldades que a filosofia *Lean* poderá oferecer às organizações quando bem aplicada e perspetiva ações de desenvolvimento futuro para o caso de estudo.

A figura 1.2 apresenta um esquema resumido das fases de desenvolvimento do presente trabalho final de mestrado.

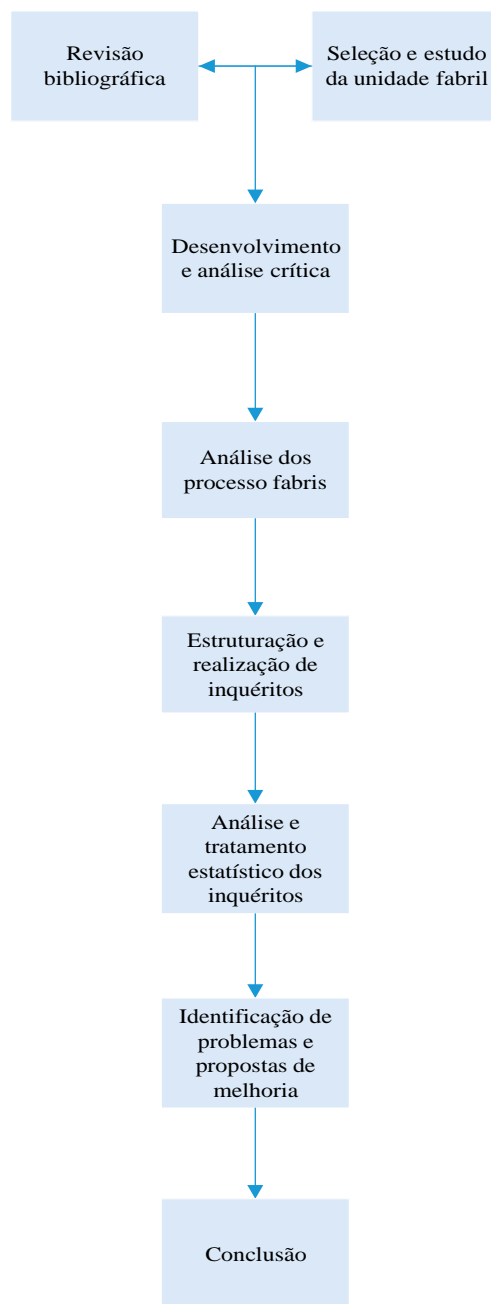


Figura 1.2 - Esquema do desenvolvimento do trabalho final de mestrado.

1.4 Estrutura do trabalho final de mestrado

O trabalho final de mestrado encontra-se estruturado em cinco capítulos, os quais refletem a lógica presente na metodologia de desenvolvimento da proposta.

No capítulo 1, efetua-se o enquadramento temático, são explicados os motivos da escolha do tema do trabalho final de mestrado e a sua ligação à engenharia civil. São identificados os objetivos que se pretendem atingir, a metodologia para a obtenção dos mesmos e a estruturação do trabalho.

No capítulo 2, procede-se à revisão bibliográfica da temática *Lean*, abordando-se aspetos como a origem da filosofia *Lean*, os princípios, as técnicas, ferramentas e as metodologias que a integram apresentando-se alguns casos da sua aplicação.

No capítulo 3, identifica-se e caracteriza-se o caso de estudo da unidade fabril de pré-fabricação de elementos de betão. É aplicada uma metodologia de recolha de informação e de opinião dos colaboradores da unidade fabril, com o intuito de posteriormente elaborar propostas de possíveis melhorias.

No capítulo 4, apresenta-se os problemas encontrados, explica-se o porquê de os mesmos estarem a acontecer e, seguidamente, desenvolvem-se propostas de melhoria segundo a filosofia *Lean* para a unidade fabril em estudo.

No capítulo 5 e último, são apresentadas as conclusões do trabalho efetuado e são perspectivadas ações de desenvolvimento futuro.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Considerações iniciais

O presente capítulo refere-se à revisão bibliográfica onde se aborda a temática da filosofia *Lean*, que nasceu do sistema de produção da *Toyota* (TPS – *Toyota Production System*).

O objetivo do presente capítulo é fundamentalmente obter um enquadramento teórico relativo à filosofia *Lean* para apreender e consolidar os princípios, metodologias, ferramentas e técnicas da filosofia, para posteriormente aplicar-se ao caso de estudo.

A abordagem à filosofia *Lean* leva à pesquisa de casos onde a mesma já foi aplicada, com o intuito de compreender quais os benefícios e os problemas da sua implementação.

Para enquadrar a filosofia *Lean* no caso de estudo, aborda-se o tema da pré-fabricação fazendo-se uma breve introdução sobre a sua evolução e quais serão os possíveis benefícios da aplicação da filosofia *Lean* na pré-fabricação.

2.2 História da filosofia *Lean*

A História da filosofia *Lean* inicia-se quando o Japão percebe que as suas indústrias não conseguem competir com os sistemas utilizados nas indústrias dos países ocidentais. Os sistemas utilizados nos países ocidentais estavam em desenvolvimento e aparentavam um grande sucesso, pois a sua implementação permitiu inundar o mercado de produtos a preços cada vez mais baixos, deixando os Japoneses de lado.

Os sistemas usados pelos países ocidentais e que se destacavam no início do século XX eram o “Fordismo” e o “Taylorismo”.

O “Taylorismo” é uma teoria de administração criada pelo engenheiro Americano Frederick W. Taylor (1856-1915), que a desenvolveu a partir da observação dos trabalhadores nas indústrias. Taylor constatou que os trabalhadores deveriam ser organizados de forma hierarquizada e sistematizada, ou seja, cada trabalhador desenvolveria uma atividade específica no sistema produtivo da indústria.

No “Taylorismo”, o trabalhador era monitorizado segundo o tempo de produção. Cada indivíduo deveria cumprir a sua tarefa no menor tempo possível, sendo premiados aqueles que se sobressaíam.

Mais tarde, Henry Ford (1863-1947), criador do “Fordismo”, utilizou à risca os princípios

de padronização e simplificação de Frederick Taylor de modo a aplicá-los no modelo “Fordista” de produção e gestão.

O “Fordismo” apresenta-se como um sistema racional de produção em massa, que transformou radicalmente a indústria automóvel na primeira metade do século XX.

A produção em massa servia-se de profissionais excessivamente especializados para projetar produtos que eram produzidos por trabalhadores sem qualificação ou semiquilificados, em máquinas dispendiosas e especializadas numa única tarefa. Por ser dispendiosa a mudança de um produto, este era mantido como padrão o maior tempo possível e com métodos de trabalho muitas vezes monótonos e obsoletos. Com isso, o consumidor obtinha preços mais baixos, em detrimento de variedade e qualidade.

Uma das marcas do “Fordismo” foi o aperfeiçoamento da linha de montagem. Com isto, os automóveis eram construídos em passadeiras rolantes que funcionavam enquanto os colaboradores ficavam praticamente parados nas “estações”, onde realizavam pequenas etapas da produção.

Em 1908, Henry Ford apresentou o famoso Modelo T – “*The Universal Automobile*”. O sucesso desse automóvel foi tão grande que, em aproximadamente doze meses, foram vendidos dez mil automóveis.

A partir de 1913, a produção “Fordista” e a administração adaptada do “Taylorismo” fez com que cada automóvel fosse montado em 93 minutos (MANSUR, 2015).

Como consequência do “Fordismo”, o principal produto, o *Ford* Modelo T, a partir de 1915, passou do custo de US\$ 850,00 para US\$ 490,00 passando a ser produzidas trezentas mil unidades/ano (MANSUR, 2015).

Assim, a *Ford Motor Company* torna-se na maior e mais lucrativa empresa da indústria automóvel no mundo na altura, acompanhada da *General Motors*, empresa que utilizava o mesmo sistema de produção em massa.

Para combater a *Ford Motor Company* e a *General Motors* (empresas com maior cota de mercado), as empresas japonesas do setor automóvel, em especial a *Toyota Motor Company*, desenvolveram métodos diferentes e filosofias diferentes de fabricar automóveis em relação aos utilizados pela indústria americana, devido ao facto de não terem capacidades de competir com base nos mesmos conceitos utilizados na *Ford Company* e *General Motors*.

A *Toyota Motor Company* teve como pioneiros e criadores da nova filosofia para combater os países ocidentais Taiichi Ohno (1912-1990), Shigeo Shingo (1909-1990) e Eiji Toyoda (1913-2013), que iniciaram o desenvolvimento e aplicação da nova filosofia a partir dos anos quarenta do século XX (PINTO J. P., 2014).

A nova filosofia não tinha um nome específico até que nos anos setenta a *Toyota Motor Company* denomina a nova maneira de funcionar/nova filosofia de Sistema *Toyota de Produção* ou TPS (*Toyota Production System*).

Os mentores do TPS observaram que o uso de técnicas de produção em massa apresentavam até então resultados muito bons e satisfatórios para grandes lotes em altas escalas. Entretanto, não demorou muito tempo para que se apercebessem que a produção em massa era economicamente inviável quando os lotes alteravam para pequenas quantidades e quando envolvia variedades de produtos.

Após o Japão estar literalmente convencido de que a nova filosofia de pensar era superior aos conceitos utilizados nos sistemas tradicionais de produção em massa, as empresas japonesas começaram a procurar através de um sistema de produção mais flexível e mais veloz responder ao mercado de uma forma diferente para combater os sistemas tradicionais da altura.

Assim, a partir década de 80, constatou-se que o Japão produzia automóveis melhores, mais baratos e com uma produtividade maior em relação à dos países desenvolvidos ocidentais (América do Norte e Europa), começando assim a sair de cena a produção em massa e iniciando-se o ciclo da produção enxuta ou puxada, que advém da filosofia *Lean*.

É de notar que só quando outras companhias e indústrias do Japão copiaram o modelo do sistema da *Toyota* (TPS), é que se constatou que o mesmo era superior aos modelos utilizado pelos países ocidentais (WOMACK, JONES & ROSS, 1990).

Quando se constatou que o Japão utilizava melhores métodos e obtinha melhores resultados que os países desenvolvidos ocidentais ganhando posição face aos seus rivais do mercado automóvel (início da década de 80), a equipa liderada por Womack, (entre o início e fim dos anos 80) foi estudar a fábrica e a filosofia que a *Toyota* desenvolveu. Do estudo surge o termo *Lean* que foi citado originalmente pela primeira vez no livro "A máquina que mudou o mundo" (Womack, Jones, & Roos, *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, 1990).

A filosofia *Lean* combina as vantagens da produção artesanal e da produção em massa,

evitando a rigidez da produção em massa e os altos custos da produção artesanal.

Assim, a filosofia *Lean* emprega equipas de trabalhadores multi-qualificados em todos os níveis da organização, além de perseguir custos sempre baixos, nível zero de *stock* e de desenvolver ou adquirir máquinas altamente flexíveis, para produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos, tendo sempre em mente a máxima satisfação do cliente (WOMACK, J. P., JONES, D. T., & ROOS, D., 1992).

Uma das diferenças mais impressionantes entre os dois sistemas reside nos seus objetivos finais:

- Produtores em massa = Produto bom o suficiente, satisfação do cliente somente nos requisitos mínimos e escoamento do produto;
- Produtores com filosofia *Lean* inculcida = Produtos com elevada qualidade, ambicionam a perfeição e satisfação acima dos requisitos mínimos do cliente.

Outra diferença recai sobre o modo como as pessoas trabalham, pois a filosofia *Lean* funciona à base de pessoas, e não em função das máquinas.

Para isso um dos objetivos essenciais desse Sistema de Produção da *Toyota* é trazer a responsabilidade para a base da pirâmide organizacional, responsabilidade essa que significa liberdade para controlar o próprio trabalho, auto motivação e autonomia.

Para demonstrar que para além da produção em massa, o seu sistema de gestão baseado no “Taylorismo” estava incorreto, segundo a filosofia utilizada no Japão, num discurso KONOSUKE MATSUSHITA, fundador da *Matsushita Electric Industries*, disse aos executivos americanos em 1988 o seguinte: “...*Vocês acreditam piamente que boa gestão significa gestores de um lado e trabalhadores do outro. De um lado, os pensadores e do outro, os trabalhadores. Para vós, gestão é arte de transferir com sucesso as ideias dos gestores para as mãos dos trabalhadores.*”

Já passámos a fase de Taylor. Sabemos que o mundo dos negócios tornou-se terrivelmente complexo. A sobrevivência está constantemente em dúvida num ambiente repleto de risco, imprevistos e competitividade.

Uma empresa tem de contar com a dedicação constante de todos os seus colaboradores para sobreviver. Para nós, a gestão consiste na dedicação intelectual de todos em prol da empresa, sem a imposição de qualquer tipo de barreiras.

Medimos os novos desafios tecnológicos e económicos. Sabemos que a inteligência de alguns tecnocratas, mesmo dos mais brilhantes, tornou-se completamente inadequada face a estes desafios. Apenas a inteligência de todos os funcionários permite que uma empresa sobreviva aos altos e baixos e esteja à altura das expectativas do seu novo ambiente.” (SUZAKI, Comentário tradicional do chão de fábrica por KONOSUKE MATUSUSHITA (1998), 2013).

A validade dos princípios e das soluções *Lean* é demonstrada pelo sucesso de empresas como a *Toyota Motors Corporation*, criadora do sistema, que, em 2007, alcançou o patamar de topo da indústria automóvel ao destronar a primeira posição da *General Motors*. Outras grandes empresas como a *Dell* ou a *Zara*, reportam ganhos significativos com a implementação da filosofia *Lean* (PINTO J. P., 2014).

Desde o seu desenvolvimento inicial e até aos dias de hoje, a filosofia *Lean* tem vindo a evoluir graças às empresas que lhes serviram de referência e também devido ao contributo e à experiência de entidades espalhadas por todo o mundo que vão contribuindo para o crescimento da filosofia, desenvolvendo e aplicando-a nos mais diversos setores de atividades (PINTO J. P., 2014).

2.3 Evolução do conceito *Lean*

2.3.1 *Lean Production/Manufacturing*

Lean Production/Manufacturing dedica-se ao ambiente fabril. Esta designação surgiu com o nascimento da filosofia *Lean*. A expressão *Lean Production* apareceu pela primeira vez na publicação da obra: "A Máquina que Mudou o Mundo" (Womack, Jones, & Roos, *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, 1990), a qual surgiu do estudo da fábrica da Toyota, pela equipa liderada por Womack.

O estudo da fábrica levou à identificação do Sistema *Toyota* de Produção (TPS), que está na origem da filosofia *Lean*.

O desenvolvimento do TPS deu origem ao *Lean Production/Manufacturing* que se apresenta como a vertente pioneira do nascimento da filosofia *Lean*.

O *Lean Production* é definido por **três** elementos chave:

- **Propósito:** Especificar e fornecer valor para o consumidor. O objetivo da empresa produtora deve ser resolver os problemas do consumidor;
- **Processo:** Desenvolver numa sequência as etapas de forma correta, na ordem certa e na altura indicada. O processo deve ter “*Design*”, “*Delivery*” e “*Support*” (WOMACK, 2008);
- **Pessoas:** Todas as pessoas que estão ligadas ao processo, desde da administração ao colaborador, incluindo o consumidor, devem trabalhar em conjunto para chegarem ao que é realmente importante.

Os três elementos chave surgiram do desenvolvimento do TPS. O TPS surgiu com objetivo de aumentar a eficiência de produção e a qualidade final do produto, diminuindo as etapas que geram desperdício e não criam valor.

O estudo do TPS normalmente é apresentado na forma de um edifício (casa). A figura 2.1 ilustra o edifício TPS.



Figura 2.1 - A casa TPS (Fonte: LIKER ET AL., 2004).

O motivo da representação do TPS através de uma “casa” tem como objetivo explicitar o caráter estrutural: “(...) *uma casa é um sistema estrutural. A casa só é forte se o telhado, os pilares e as fundações são fortes*” (LIKER,2004.Pág.54).

A estrutura da casa encontra-se dividida em três partes que representam o seguinte:

- O telhado: objetivos do TPS;
- Os pilares: têm como função sustentar os objetivos;
- As fundações: são a base de todo o sistema.

2.3.2 *Lean Thinking*

A designação *Lean Thinking*, surgiu pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones, (1996), na obra de nome *Lean Thinking* (PINTO, 2014).

Lean Thinking ou “pensamento magro” é a filosofia geral de liderança e gestão empresarial *Lean*, a metodologia de aplicação, os princípios, as técnicas e as ferramentas são gerais, o que permite a aplicação do *Lean Thinking* em diversos setores de atividades sem nenhuma especificação do setor.

O objetivo fundamental da filosofia *Lean Thinking* é a eliminação sistemática do desperdício e a criação de valor.

A partir do *Lean Thinking* surgem diversas variantes com modificações em algumas técnicas para se adaptarem ao setor a que irão ser aplicados, mas é de constatar que tudo surge com o TPS. As modificações que foram surgindo distanciaram o *Lean Manufacturing/Production* do *Lean Thinking* o mesmo aconteceu à casa TPS que apresenta uma evolução (ver figura 2.2) em comparação com a casa TPS apresentada anteriormente na figura 2.1.



Figura 2.2 - Integração da "casa TPS" no "edifício *Lean Thinking*" (Fonte: CLT, 2008).

A evolução que a casa TPS (ver figura 2.2) surgiu da necessidade que a filosofia *Lean* teve para se adaptar aos setores dos serviços públicos e privados, evoluindo e acrescentando dois novos pilares à estrutura. Os dois pilares acrescentados representam os fornecedores e os clientes.

Esta evolução tem como objetivo a aproximação das organizações aos fornecedores e aos clientes de modo a que haja sintonia entre todos.

2.3.3 Áreas de aplicação: *Lean Construction*

O *Lean Construction* é uma filosofia *Lean* dedicada ao setor da construção e que surge da adaptação do *Lean Production/Manufacturing* tendo origem no ano de 1992. O autor da adaptação e do desenvolvimento do *Lean Construction*, Koskela, definiu da seguinte forma o objetivo do *Lean Construction*: “ *Lean Construction é a forma de projetar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço a fim de gerar o máximo possível de valor*” (KOSKELA, 1992).

2.4 Conceitos, processo e princípios da filosofia *Lean*

2.4.1 Conceito de Valor

Para se compreender a filosofia *Lean* é necessário apreender alguns conceitos. Segundo (PINTO, 2014) o conceito de Valor é definido da seguinte forma: “*Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Quando sentimos que não vale a pena, não vamos, não compramos nem dedicamos tempo ou atenção. Apenas o valor justifica a existência de uma organização*”.

Muitas vezes a dificuldade em definir corretamente Valor decorre de uma certa acomodação dos fabricantes e consumidores. Dos consumidores por quererem apenas variações do que já existe, e dos fabricantes por quererem produzir apenas o que já é produzido (WOMACK, J. P., & JONES, D. T., 2004).

Para a comunidade *Lean Thinking*, a criação de Valor não poderá estar somente virada para apenas o cliente, mas sim também para os colaboradores (Trabalhadores), acionistas, fornecedores e a sociedade em geral, todos têm de ficar a ganhar para que valha a pena a existência da organização.

A figura 2.3 ilustra as partes interessadas que devem beneficiar do Valor que as organizações criam.



Figura 2.3 - As diferentes partes interessadas numa organização (Adaptado de PINTO, 2014).

1 - *Stakeholders* é um termo usado em diversas áreas como gestão de projetos, comunicação social (Relações Públicas) administração e arquitetura de *software* referente às partes interessadas numa organização (GROHMANN, 1998).

2.4.2 Conceito e tipos de desperdícios

Desperdício refere-se a todas as atividades que realizamos e que não acrescentam valor. A estas atividades os Japoneses chamam de *muda*, porque consomem recursos e tempo, em última análise fazem com que os produtos ou serviços que as organizações disponibilizem no mercado sejam mais dispendiosos do que deveriam ser.

Segundo PINTO (2014), da comunidade *Lean Thinking*, mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades *muda*. Este fator potencia uma oportunidade de mudança. Sabendo que desses 95% uma parte constitui desperdício necessário, como por exemplo inspeções, serviço de contabilidade, entre outros, o restante desperdício, que pode chegar a cerca de 65% dos 95%, possibilita uma oportunidade de mudança e de ganhos significativos quando bem identificados, estudados e, por fim, modificados ou eliminados.

A figura 2.4 ilustra o desperdício puro e o necessário.

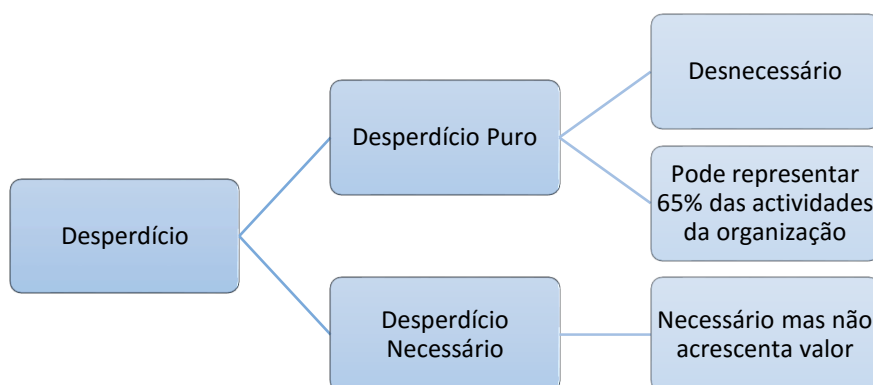


Figura 2.4 - Desperdício puro e necessário.

Para uma melhor compreensão do desperdício é necessário saber identificar os diferentes tipos de desperdício. A compreensão do desperdício leva ao conhecimento das categorias de desperdício mais recorrentes, que foram identificadas pelos criadores do TPS.

Os criadores do TPS, Taiichi Ohno (1912-1990) e Shigeo Shingo (1909-1990), identificaram no desenvolvimento do TPS sete categorias de desperdício recorrentes de má gestão.

Os sete desperdícios identificados foram os seguintes:

1. Excesso de produção

Segundo Pinto (2014), esta é a mais penalizante das sete categorias de desperdícios. É o oposto da produção *Just-In-Time* (JIT²). Produzir mais do que necessário significa fazer o que não é necessário, quando não é necessário, em quantidades desnecessárias. Este desperdício para além de ser considerado o mais penalizante, contribui para a ocorrência dos restantes seis desperdícios (GHINATO, 1996).

No quadro 2.1 aborda-se os problemas/causas do Excesso de Produção e fundamenta-se possíveis soluções para o combater.

Quadro 2.1 - Desperdício 1: Excesso de produção.

Desperdício	<u>Excesso de produção</u>
Problemas/causas	Ocupação desnecessária de recursos; Aumento de <i>stocks</i> ; Ausência de flexibilidade no planeamento; Consumo de materiais e energia desnecessário; Maior custo do produto/serviço final; Elevado número de defeitos.
Soluções	Trabalho programado e uniformizado; Postos de trabalho balanceados; Fluxo contínuo (peça à peça); Uso de produção puxada (JIT); Nivelar produção (<i>Heijunka</i> ³); Mudanças rápidas de ferramentas (<i>Quick changeover</i> ⁴).

2. Esperas

Referem-se ao tempo que as pessoas ou os equipamentos perdem sempre que estão à espera de algo, como por exemplo uma autorização. *Lean* exige que todos os recursos cumpram o princípio *Just-In-Time* (JIT), ou seja, devem ser fornecidos no momento exato, nem muito cedo nem muito tarde (PENEIROL, 2007). As esperas geram custos e não acrescentam valor ao produto final (MARQUES, 2007). Este desperdício ocorre mais frequentemente quando o fluxo de material é pobre, o ciclo de produção demasiado longo, ou devido à existência de distâncias longas entre centros de trabalho (McBRIDE, 2003).

2 - JIT: *Just-In-Time* (Ver pág. 39);

3 - *Heijunka*: produção nivelada (Ver pág. 41);

4 - *Quick Changeover*: representa a flexibilidade na troca de processos (Ver pág. 47).

No quadro 2.2 apresentam-se os problemas/causas das Esperas e fundamenta-se possíveis soluções para combater as Esperas.

Quadro 2.2 - Desperdício 2: Esperas.

Desperdício		<u>Esperas</u>
Problemas/causas	Fluxo obstruído; Problemas de <i>layout</i> ⁵ ; Oferta não balanceada com a procura; Grandes lotes; Problemas e/ou atrasos com as entregas dos fornecedores.	
Soluções	Nivelamento de operações (<i>Heijunka</i>); Implementar <i>layout</i> específico por produto/serviço; Executar mudanças rápidas de ferramentas (<i>Setups</i> ⁶); Melhorar o planeamento e a sincronização entre áreas de trabalho; Balanceamento de postos de trabalho; Reduzir burocracia.	

3. Transporte e movimentações (materiais)

Entende-se por transporte qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas de um local para outro por alguma razão (PINTO J. P., 2014). Sendo este desperdício por vezes difícil de eliminar, deve-se então minimizá-lo, fazendo uma redução das distâncias, corrigindo os *layouts* e eliminando os *stocks*.

No quadro 2.3 aborda-se os problemas/causas do Transporte e movimentações, e fundamenta-se possíveis soluções para o combater.

Quadro 2.3 - Desperdício 3: Transporte e movimentações.

Desperdício		<u>Transporte e movimentações</u>
Problemas/causas	Ocupação de espaço na fábrica; Custos acrescidos; Aumento do tempo de fabrico; Possíveis danificações e atrasos do material.	
Soluções	Redução das distâncias através de correção do <i>layout</i> ; Alteração do planeamento de operações; Sistema de transportes e operadores mais flexíveis; Flexibilidade operacional.	

5 - *Layout*: representa a maneira física como está organizada a organização (Planta) (Ver pág. 49);

6 - *Setups*: representa atividades realizadas com os equipamentos ligados ou desligados (Ver pág. 47).

4. Desperdício do próprio processo

O desperdício do próprio processo refere-se às operações e aos processos que são efetuados mas que não acrescentam qualquer valor ao produto, sendo assim desnecessários. Por exemplo, correção dos defeitos.

No quadro 2.4 aborda-se os problemas/causas do Desperdício do próprio processo, e fundamenta-se possíveis soluções para o combater.

Quadro 2.4 - Desperdício 4: Desperdício do próprio processo.

Desperdício	<u>Desperdício do próprio processo</u>
Problemas/causas	Custos acrescidos; Desperdício de tempo, material, mão-de-obra e equipamentos.
Soluções	Formação adequada dos colaboradores; Automatização; Processos mais eficientes.

5. Excesso de stocks

Este desperdício refere-se ao excesso de *stock*, seja de matérias-primas ou de produtos finais. Uma das maneiras de encontrar desperdício é procurar os pontos onde há tendência para existirem *stocks* (PINTO J. P., 2014).

Os *stocks*, são uma consequência de um excesso de produção e de um processamento inapropriado (DEFFENSE, 2010).

No quadro 2.5 aborda-se os problemas/causas do Excesso de stock e fundamenta-se possíveis soluções para o combater.

Quadro 2.5 - Desperdício 5: Excesso de *stock*.

Desperdício	<u>Excesso de <i>stock</i></u>
Problemas/causas	Aceitar como normal a sua existência; Elevados tempos de mudança; Antecipação da produção (JIC ⁷); Existência de estrangulamentos nos processos; Fraco <i>layout</i> ; Problemas de qualidade; Processos de trabalho com ritmos diferentes.
Soluções	Reforçar planeamento e controlo de operações; Nivelamento da produção garantindo um fluxo estável e contínuo; Regulação do fluxo de operações; Produção puxada; Melhoria da qualidade dos processos; Mudança rápida de ferramentas.

6. Trabalho desnecessário/excesso de movimento (pessoas/equipamentos)

Refere-se aos movimentos que não são realmente necessários para executar as operações. Ou é muito lento, ou muito rápido ou excessivo, (PINTO J. P., 2014). Traduz-se no movimento excessivo de trabalhadores e ou de equipamentos.

No quadro 2.6 apresenta-se os problemas/causas do Trabalho desnecessário/excesso de movimento e fundamenta-se possíveis soluções para o combater.

Quadro 2.6 - Desperdício 6: Trabalho desnecessário/excesso de movimento.

Desperdício	<u>Trabalho desnecessário/excesso de movimento</u>
Problemas/causas	Operações isoladas; Desmotivação das pessoas; Incorreto <i>layout</i> de trabalho; Falta ou insuficiência de formação e treino das pessoas; Capacidades e competências não desenvolvidas; Instabilidade nas operações.
Soluções	Fluxo contínuo de produção/serviço; Promover a uniformização das operações; Apostar na formação e no treino dos colaboradores.

7 - JIC: *Just-In-Case* representa a produção empurrada (tradicional), inverso do JIT.

7. Defeitos

São erros, problemas que ocorrem no processo de produção, obrigando a um reprocessamento. Estes defeitos originam desperdício sobre quatro formas: materiais consumidos; mão-de-obra desperdiçada na produção onde se originou o defeito; mão-de-obra necessária para a reparação ou reprocessamento; maior quantidade de recursos humanos consumidos para resolver reclamações dos consumidores (OHNO, 1988).

No quadro 2.7 aborda-se os problemas/causas dos Defeitos e fundamenta-se possíveis soluções para combater.

Quadro 2.7 - Desperdício 7: Defeitos.

Desperdício	<u>Defeitos</u>
Problemas/causas	Pensar que errar é humano; Ênfase na inspeção final, no controlo e no policiamento das pessoas e dos processos; Ausência de padrões de autocontrolo e de inspeção; Ausência de padrões nas operações de fabrico e montagem; Falhas e erros humanos ⁸ ; Transporte e movimentação de materiais.
Soluções	Implementar operações padrão; Presença de dispositivos de deteção de erros; Incentivar a produção em fluxo contínuo; Eliminar a necessidade de ter de movimentar peças e materiais; Se possível automatizar determinadas atividades; Construir qualidade na fonte e em casa processo/operação. Garantir que cada um faz bem e bem à primeira.

8 - Como exemplo de gestão do chão de fábrica *Lean*, para eliminar o erro humano poderá ser executado uma *checklist* com o seguinte (SUZAKI, Comentário tradicional do chão de fábrica por KONOSUKE MATSUSHITA (1998), 2013):

- Existe algum erro ou etapa esquecida durante a operação?
- Houve alguma troca de colaborador?
- Houve alguma alteração aos instrumentos de medição?
- A calibração é realizada conforme necessário?
- Foram alteradas algumas peças?
- Houve alguma mudança de fornecedor?
- Alterações ao planeamento?
- Alterações de produto?
- As instruções são ambíguas?

Além destas categorias encontradas por Taiichi Ohno (1912-1990) e Shigeo Shingo (1909-1990), a equipa de BRUNT *et al.* (1998) acrescentou mais seis categorias de desperdício.

As seis categorias de desperdícios identificadas foram as seguintes:

1. Não utilização do potencial humano

A aplicação da filosofia *Lean* determina que as organizações “criem pessoas pensantes”; a substituição de pessoas por máquinas não leva a uma melhoria contínua. As pessoas são a cara da organização, sem as pessoas as organizações não têm valor.

2. O desperdício da utilização de sistemas inapropriados

A aplicação incorreta de sistemas e de tecnologias está na origem de grandes fontes de desperdício nas organizações (PINTO J. P., 2014). É necessário identificar se o *software* se adequa à sua função e se os colaboradores afetos à plataforma têm a formação necessária.

3. Desperdícios de energia

A este desperdício corresponde as fontes de potência como: gás, óleo, petróleo, eletricidade, entre outras. É necessário desenvolver práticas que potenciem uma menor utilização destes recursos.

4. Desperdício de materiais

O índice de desperdício nas atividades de fabrico leva a custos acrescidos para as organizações afetando a sua sobrevivência e aumentando o seu impacto ambiental. Assim, torna-se necessário que as organizações pensem os produtos/serviços de uma forma diferente para que minimizem os desperdícios. As organizações para minimizarem os desperdícios devem pensar no tempo de vida útil dos produtos, no tipo de utilização e na sua reutilização no final de vida.

5. Desperdícios nos serviços e escritórios

O setor dos serviços, no caso de se estar perante uma organização que produz em excesso, também irá ter excesso de fotocópias, o que leva a custos acrescidos. O não aproveitamento dos colaboradores fará com que este setor não funcione da melhor forma (PINTO J. P., 2014).

6. Desperdício do tempo do cliente

Este desperdício acontece quando o cliente é forçado a esperar pelos produtos/serviços que pretende, quando se tem de deslocar de departamento em departamento para obter o que necessita (PINTO J. P., 2014).

No quadro 2.8 representam-se as categorias de desperdícios anteriormente abordadas.

Quadro 2.8 - Quadro resumo das categorias de desperdícios.

Os 7 desperdícios (TPS)	Os 6 desperdícios (BRUNT <i>et al.</i>)
Excesso de produção	Não utilização do potencial humano
Esperas	Sistemas inapropriados
Transporte e movimentações	Desperdícios de energia
Desperdício do próprio processo	Desperdício de materiais
<i>Stocks</i>	Desperdício nos serviços e escritório
Defeitos	
Trabalho desnecessário/excesso de movimento	Desperdício do tempo do cliente

Para deteção dos desperdícios pode ser seguida a seguinte filosofia:

- 1.º Conhecer os desperdícios comuns.
- 2.º Ir ao terreno e ver por si.
- 3.º Fazer cinco vezes a pergunta porquê? (Os cinco Porquês?)
- 4.º Perguntar se adiciona valor? Ou é desperdício?
- 5.º Porque é que essa tarefa é importante?
- 6.º Como se pode resolver?

2.4.3 Processo Lean

Lean Production define-se em parte pelo seu processo. Para que o processo seja considerado *Lean* tem de respeitar os seguintes aspetos:

- Valor – A produção *Lean* foca-se na eliminação de desperdício e na produção segundo as exigências do consumidor (SULLIVAN, 2002). Todas as etapas devem produzir valor para o consumidor. As etapas que não produzem valor devem ser eliminadas ou reduzidas ao mínimo;
- Capacidade – Cada etapa deve ser sempre capaz de produzir um bom resultado. Caso contrário é necessário repetir a etapa ou fazer reparações até que se consiga obter um bom resultado. Este reprocessamento origina enormes desperdícios de tempo e de mão-de-obra, aumentando o custo final do produto sem que se produza valor para o consumidor;
- Disponibilidade – Todas as tarefas de um processo devem estar sempre disponíveis e prontas quando se iniciar a sua atividade. Qualquer atividade deve estar sempre funcional e apta para desencadear o processo para o qual foi designada;
- Adequabilidade – Todos os elementos da linha de produção devem estar adequados à capacidade necessária. Normalmente em todos os processos existe uma etapa que se designa por “*bottleneck*”. Isto é a designação para a etapa de menor capacidade ou velocidade que vai definir o tempo do processo;
- Flexibilidade – O consumidor necessita de variedade. O sistema de produção deve poder fornecer variedade de produtos sem que haja penalização no tempo e custos de produção. A flexibilidade deve encontrar-se presente em todos os aspetos da produção, quer estes sejam as matérias-primas, os processos de produção, equipamentos utilizados ou, até mesmo, o trabalho realizado pelos colaboradores. É importante ter uma equipa de colaboradores capazes de executarem tarefas com flexibilidade de modo a se conseguir uma boa aplicação da filosofia *Lean*. (DEFFENSE, 2010)

Para compreender como se desencadeia a produção estudada e se esta respeita os critérios estipulados para que o processo seja considerado *Lean*, WOMACK (2008) define um processo de verificação onde acompanha a sequência de eventos do processo, “*Walking through the process*”. Com este processo de estudo, é possível compreender o processo de produção, identificar os desperdícios e fazer uma análise aos pontos de melhoria possíveis (DEFFENSE, 2010).

2.4.4 Princípios *Lean Thinking, Production e Construction*

- Princípios *Lean Thinking e Lean Production*

Os princípios *Lean* foram identificados pela equipa de Womack e Jones (1996), tendo no início da sua investigação encontrado cinco princípios. No entanto PINTO (2014), da comunidade *Lean Thinking* identificou algumas lacunas acrescentando dois princípios.

Os cinco primeiros princípios identificados pertencentes ao *Lean Thinking* e ao *Lean Production* foram os seguintes:

1. Criar valor;
2. Definir a cadeia de valor;
3. Otimizar o fluxo;
4. Implementar o *Pull system*;
5. Procura pela perfeição.

Estes cinco princípios consideram apenas a cadeia de valor do cliente e como explicitado anteriormente, a cadeia de valor segundo a evolução da filosofia *Lean* deverá ser integrada para os *Stakeholders*. Outra lacuna encontrada é definida pela tendência de levar as organizações a entrar em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, ignorando a crucial atividade de criar valor através da inovação de produtos, serviços e processos (PINTO J. P., 2014).

Após ter constatado que os cinco princípios não eram suficientes (PINTO, 2014), acrescentou dois princípios aos cinco já existentes: “**conhecer os Stakeholders**” e “**innovar sempre**”.

A figura 2.5 representa, então, os sete princípios *Lean Thinking*.

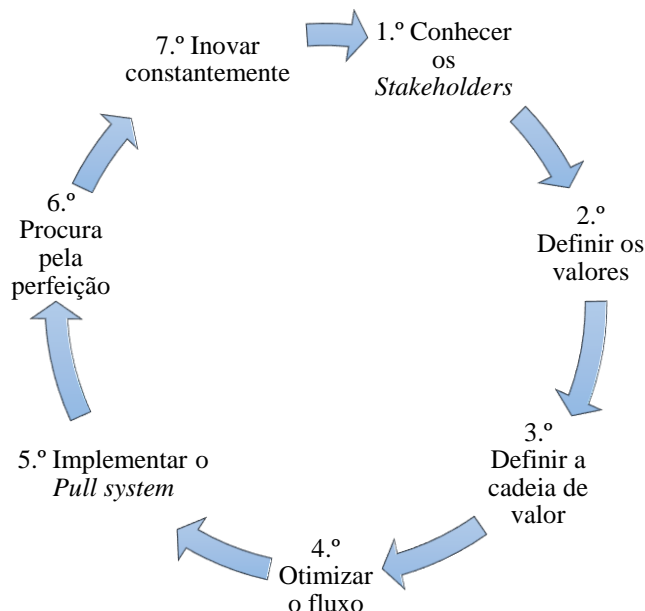


Figura 2.5 - Os sete princípios *Lean Thinking*.

Seguidamente descreve-se os sete princípios identificados:

Princípio 1 - Conhecer os Stakeholders: Conhecer com detalhe todos os *Stakeholders* do negócio. A organização deve-se centrar não só nos interesses do cliente mas também nos interesses e necessidades das outras partes interessadas. As organizações devem ter em mente que estão a servir produtos/serviços para o consumidor final e a sua focalização deverá ser para o consumidor final. Se o produto não satisfazer o consumidor final toda a cadeia é quebrada e não haverá consumidores.

Princípio 2 - Definir o valor: Após a identificação dos *Stakeholders* é necessário saber o que o significa um produto/serviço com valor para as partes interessadas. Só sabendo o real valor do *valor* é que se consegue satisfazer todos os interessados.

A figura 2.6 ilustra os princípios 1 e 2 que dão origem ao conhecimento do valor dos produtos/serviços por parte da organização, segundo os requisitos das partes interessadas.

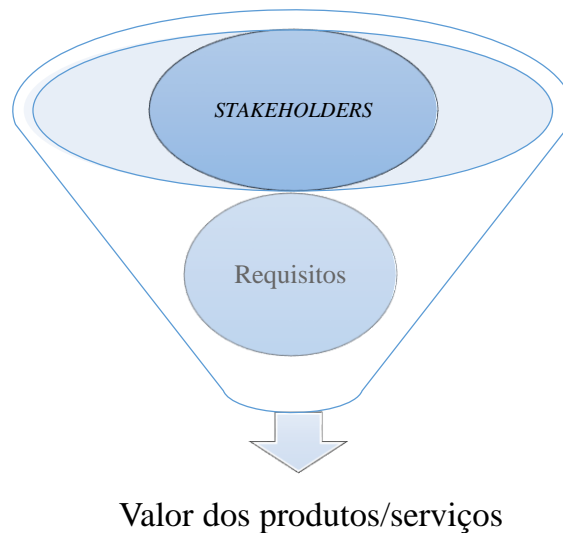


Figura 2.6 - Geração de valor dos produtos/serviços segundo os requisitos dos *Stakeholders*.

Princípio 3 - Definir a cadeia de valor: Após identificar o que representa valor para cada uma das partes interessadas, deverá ser elaborada a cadeia de valor de um modo equilibrado, em que todas as partes interessadas tenham equilíbrio entre si. Este princípio permite observar as etapas que criam valor de forma ambígua e outras que não incorporam valor ao produto/serviço, sendo algumas destas inevitáveis com os meios utilizados na produção e outras facilmente evitáveis.

Geralmente, a análise do fluxo de valor identifica três tipos básicos de ações durante o fluxo de valor: ações que agregam valor, ações que não agregam valor mas são necessárias para a produção, e ações que não agregam valor e não são necessárias, ou seja, desperdícios elimináveis.

Para se especificar de um modo equilibrado a cadeia de valor é necessário que um produto circule por três etapas críticas:

- i) Solução de problemas: Identifica-se desde a concepção até ao lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo;
- ii) Gestão da informação: Aborda o produto desde a receção do pedido até a entrega, seguido de um cronograma detalhado;
- iii) Transformação física: Parte da matéria-prima ao produto acabando nas mãos do cliente (WOMACK, J. P., & JONES, D. T., 2004).

Princípio 4 - Otimizar o fluxo: Após identificar todos os desperdícios, deverá ser aplicado o princípio 4 que serve para otimizar o fluxo de materiais, pessoas, informação e de capital. O fluxo consiste em encontrar a sequência ideal de etapas que criem valor visando a não interrupção desta sequência; assim consegue-se aumentar a velocidade de produção e, quanto maior esta for, mais perto se está da entrega do produto/serviço ao consumidor. Assim, é possível deixar de produzir por previsão de encomendas, produzindo somente após a encomenda, eliminando os *stocks*.

Princípio 5 - Implementar o Pull system: A aplicação do princípio 4 serve de sequência para aplicação do princípio 5. Deixar que o cliente procure o produto/serviço (*Pull*) e com otimização do fluxo, consegue-se evitar os *stocks* que representam um dos desperdícios que as organizações criam. Este princípio é o contrário da imposição realizada pelas organizações onde é utilizada a lógica do *push* (empurrar produto) em vez do *Pull*.

Princípio 6 - Procura pela perfeição: Os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução. Incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando ser rápido, permitirá às organizações melhorar continuamente (PINTO J. P., 2014). Para que este princípio seja seguido, os princípios referidos anteriormente têm de interagir entre si num ciclo, pois só repetindo os processos anteriores continuamente é que se consegue atingir o estado de perfeição.

Princípio 7 – Inovar constantemente: A busca pela eliminação do desperdício por vezes trás às organizações uma busca infundável, mas, quando se chega a um nível de eliminação do desperdício é necessário parar e inovar para acompanhar o mercado, (as organizações para criarem valor também devem de inovar mesmo que a inovação traga gastos financeiros a curto médio prazo). Este princípio define que a busca pela inovação é a criação de novos produtos/serviços o que por si só, se for o que é desejado pelo cliente, trará valor para a organização. Uma organização que não inove, mesmo que elimine por completo o desperdício de toda a sua produção, não criará mais valor, pois se o produto/serviço prestado ao cliente já não for mais requisitado a organização acaba, fica sem escoamento do produto/serviço e assim também não poderá continuar no mercado.

A figura 2.7 ilustra o princípio 7.

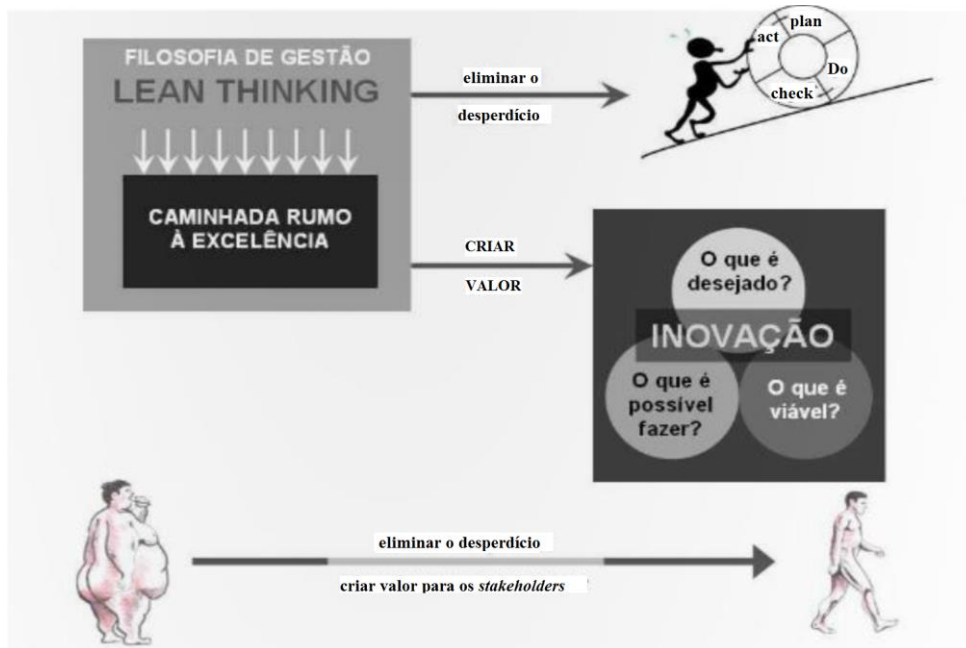


Figura 2.7 - O papel do *Lean Thinking* na eliminação do desperdício e na criação de valor (Adaptado de PINTO, 2008).

Para se atingir o princípio 7, existem 3 tipos de inovação que as organizações poderão seguir:

- Inovação de produto - Consiste em modificações nos atributos do produto, com mudança na forma como ele é percebido pelos consumidores (INVENTTA, Inteligência de Inovação, 2015);
- Inovação de processo - Trata de mudanças no processo de produção do produto/serviço. Não gera necessariamente impacto no produto final, mas produz benefícios no processo de produção, geralmente com aumentos de produtividade e redução de custos (INVENTTA, Inteligência de Inovação, 2015);
- Inovação do modelo de negócio - Considera mudanças no modelo de negócio. Ou seja, na forma como o produto/serviço é oferecido ao mercado. Não implica necessariamente mudanças no produto ou mesmo no processo de produção, mas na forma como ele é levado ao mercado (INVENTTA, Inteligência de Inovação, 2015).

Para compreender o pensamento *Lean* em ***Lean Production*** (LIKER, 2004), identificou catorze (14) princípios de gestão da *Toyota* que englobam os aspetos técnicos do ***Lean Production*** e os aspetos estratégicos de pensamento em larga escala, denominando-os de “*The Toyota Way*”:

- 1.º Tomar as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que essas decisões a curto prazo acarretem resultados financeiros menos positivos;
- 2.º Criar fluxos de processos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
- 3.º Usar o *Pull system* para evitar excessos de produção, que originam os *stocks*;
- 4.º Nivelar a carga de trabalho e eliminar o desequilíbrio na calendarização da produção;
- 5.º Possibilitar paragens da linha de produção para resolver problemas, fazendo com que seja hábito esse ato quando algo se encontra mal;
- 6.º Uniformizar os processos para que se possibilite, da melhor forma, uma melhoria contínua;
- 7.º Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam;
- 8.º Usar apenas tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas e os processos;
- 9.º Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros;
- 10.º Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da sua organização;
- 11.º Respeitar e estender os princípios não só dentro da organização mas também incutir a filosofia aos fornecedores e parceiros, desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
- 12.º Para uma melhor compreensão, é necessário ir ao local e ver, com os próprios olhos, para que a tomada de decisão seja a mais correta;
- 13.º Tomar decisões consensuais em que as mesmas considerem todas as opiniões, implementando-as o mais rapidamente possível;
- 14.º Fomentar a criação de uma organização que tenha vontade de querer sempre fazer melhor.

- **Princípios *Lean Construction***

O *Lean Construction* é a variação da filosofia *Lean* para o setor da construção.

Esta variação iniciou-se com KOSKELA (1992) onde o mesmo elaborou onze princípios com base nos conceitos do *Lean Production*, que se aplicam diretamente ao *Lean Construction*.

Os 11 (onze) princípios identificados por Koskela foram os seguintes:

1.º Reduzir o número de atividades que não geram valor: Este princípio permite o aumento da eficiência e a redução das perdas nos processos, não apenas por meio da melhoria do desempenho das atividades mas também devido a eliminação das atividades que não agregam valor, conseguindo assim poupar em recursos, espaço e tempo (NEVES, 2010);

2.º Aumentar o valor do produto na perspectiva do cliente: Para gerar valor é necessário conhecer o que representa valor para o cliente, para isso deve identificar-se as necessidades de dois tipos de clientes; o cliente final e o cliente da atividade posterior. Esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção;

3.º Reduzir a variabilidade:

Existem duas razões para a redução da variabilidade:

- Um produto uniforme na sua generalidade vai ao encontro da satisfação do cliente. Normalmente a qualidade do produto corresponde às especificações previamente estabelecidas;
- A variabilidade tende a aumentar as atividades que não agregam valor e o tempo necessário para execução do produto aumenta. A utilização de processos padronizados reduz a variabilidade.

4.º Reduzir o tempo de ciclo: Este princípio relaciona-se com a metodologia *Just-In-Time*. O tempo de ciclo relaciona os tempos de transporte, de esperas, do processamento e da inspeção. A redução do tempo de ciclo deve ter uma aplicação focada nas tarefas que não agregam valor ao produto final, ou seja, esperas, transporte e inspeção. A redução do tempo de ciclo pode levar a uma entrega mais célere ao cliente, facilita a gestão de processos, a aprendizagem tende a aumentar e os processos tornam-se mais flexíveis. Ciclos rápidos permitem uma maior facilidade de deteção de erros;

5.º Simplificar através da redução do número de passos ou partes: A complexidade não é “amiga” da perfeição, além de acarretar custos superiores. Este princípio racionaliza os processos, simplificando-os e eliminando aqueles que não acrescentam valor. Para haver simplificação é necessário haver uniformização em vez de variabilidade. A presença de variabilidade tende a aumentar a possibilidade de interferências entre as equipas de trabalho;

6.º Aumentar a flexibilidade: Os clientes necessitam de produtos novos. Para que as organizações tenham a capacidade de criar valor constantemente com novos produtos é necessário haver flexibilidade. A alteração das características finais dos produtos segundo as necessidades dos clientes provocam aumentos significativos no valor final dos produtos. O aumento dos custos pode ser contornado, reduzindo o tamanho dos lotes, reduzindo a dificuldade dos *setups* e mudanças e melhorando as capacidades dos trabalhadores dando-lhes formações para que possam executar várias tarefas (ver matriz de versatilidade - Anexo 1);

7.º Aumentar a transparência do processo: O aumento da transparência do processo tende a facilitar a identificação dos erros no sistema de produção, aumentando também a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Este princípio também pode ser utilizado para aumentar o envolvimento da mão-de-obra no desenvolvimento de possíveis melhorias;

8.º Focar o controlo no processo global: Para que o controlo se foque no processo global, deverá haver uma perceção sistemática da produção e um responsável de controlo em todo o processo. Estes dois requisitos permitem detetar qualquer modificação pontual no processo global.

9.º Introduzir melhoria contínua no processo: A melhoria contínua tem ligada a si a redução do desperdício e o aumento do valor. Estas duas atividades devem ser executadas continuamente. Os métodos para introduzir a melhoria contínua são:

- Estabelecer metas de melhoria;
- Medição e monitorização das melhorias;
- Atribuição de responsabilidade sobre as melhorias a todos os colaboradores;
- Ligação das melhorias ao controlo.

10.º Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões: Fluxos melhorados requerem menos capacidade na conversão. Os fluxos que possibilitem maior controle tornam as aplicações de novas tecnologias de conversão facilitadas, e essas podem gerar uma menor variabilidade beneficiando os fluxos.

11.º Benchmarking: Aprender com quem já sabe, comparando e aprendendo com outras organizações. Este princípio determina que se deve aprender com quem já é líder no mercado. Deve-se realizar pesquisas no mercado em busca de possíveis melhorias através do conhecimento técnico da concorrência. Para tal, é necessário conhecer os processos, os líderes industriais ou concorrentes, descobrindo e compreendendo as suas práticas, retirando delas o melhor para a organização, adaptando assim a organização à realidade. (REZENDE, DOMINGUES, & MANO, 2012)

2.5 Métodos, técnicas e ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* baseia-se, além dos princípios relatados anteriormente, em metodologias, técnicas e ferramentas, que têm o intuito de facilitar a aplicação e a compreensão daquela filosofia por parte das organizações.

A aplicação da filosofia *Lean* deverá seguir uma lógica de implementação dos métodos, técnicas e ferramentas, para que as organizações alcancem os benefícios da aplicação da filosofia *Lean* de uma forma consolidada. A ordem de apresentação dos subcapítulos do capítulo 2 segue a lógica sequencial de implementação a ser seguida pelas organizações que pretendam aplicar a filosofia *Lean*.

2.5.1 *Black Belt Team* (BBT)

Um dos grandes problemas que as organizações enfrentam na aplicação da filosofia *Lean* é a dificuldade de implementação. Frequentemente é dada alguma formação sobre o conceito e é realizado algum esforço para se conseguirem melhorias no processo, aplicando-se algumas das suas técnicas. No entanto, observam-se resultados desanimadores, havendo pequenos impactos no tempo total do ciclo com baixos níveis de redução nos custos, o que resulta na desmotivação dos intervenientes, que acabam por voltar aos métodos habituais e esquecem a filosofia *Lean* (GEORGE, 2002).

Para que uma organização seja considerada *Lean*, a mesma deve não só aplicar os conceitos na execução de tarefas ou no processo de produção, mas também incorporar uma mentalidade *Lean* em todos os aspetos do trabalho.

Um dos principais problemas e barreiras na implementação dos conceitos *Lean* é a falta de tempo para a sua aplicação (MELTON, 2005). Para uma implementação *Lean* eficaz, deve-se formar uma equipa para coordenar a transição e para manter o processo de melhoria contínua. Esta equipa tem o nome de *Black Belt Team* (BBT) e tem como função o foco no estudo e conhecimento profundo dos conceitos *Lean*. Deve analisar, compreender a empresa e os seus processos, encontrar oportunidades de melhoria, proporcionar as alterações e, por fim, controlar e verificar se são cumpridas e mantidas as alterações (DEFFENSE, 2010).

Na figura 2.8 apresenta-se o guia de gestão que as equipas BBT devem seguir.

Definir	Medir	Analisar	Melhorar	Controlar
<ul style="list-style-type: none">• Definir as fronteiras do projeto e estabelecer os objetivos.	<ul style="list-style-type: none">• Analisar e recolher informação para estabelecer o estado atual do processo.	<ul style="list-style-type: none">• Analisar a informação recolhida para estabelecer relações de causa e efeito.	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolver soluções e alterações para os problemas analisados.	<ul style="list-style-type: none">• Vigiar as alterações para verificar que as melhorias são conseguidas e mantidas.

Figura 2.8 - Guia de gestão das BBT (Adaptado de DEFFENSE, 2010).

2.5.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e etapas para a sua implementação

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma **ferramenta** que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor, ajudando assim na melhoria contínua. A cadeia de valor é o conjunto de todas as atividades que geram valor para o cliente, que ocorrem desde o pedido do cliente até à entrega final do produto/serviço.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é um método facilmente compreendido pelas pessoas que trabalham no processo de produção. Considerada uma ferramenta de “*papel e caneta*”, que se cria através de um conjunto de ícones padronizados, apresentados por ROTHER e SHOOK (1998).

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) tem como função auxiliar o gestor a ter uma visão global dos processos.

Quando bem elaborado o MFV permite obter as seguintes informações:

- Identificação dos desperdícios ao longo dos processos na fonte geradora, permitindo assim eliminá-los ou reduzi-los mais rapidamente;
- Ajuda na compreensão e na melhoria do fluxo de processos na organização;
- O MFV trás conceitos e ferramentas *Lean* que ajudam na implementação geral da filosofia *Lean* em toda a organização;
- O MFV permite a criação de uma base do presente e que serve de base para futuras melhorias possíveis;
- Fornece uma linguagem comum, simples e intuitiva;
- Permite relacionar os principais fluxos de informação com os fluxos de materiais e de capital.

O MFV pode ser realizado para diferentes momentos temporais:

- Mapeamento do estado atual;
- Mapeamento do estado futuro;
- Mapeamento do estado ideal, que representa a ausência total de desperdício no fluxo (alcançado através de vários MFV futuros).

Para proceder à implementação desta ferramenta as organizações devem escolher **um produto/serviço que tenha um verdadeiro impacto no desempenho da organização.**

Deverá ser um produto/serviço que tenha um enorme potencial de ganho com a implementação de ferramentas de melhoria contínua, trazendo assim os benefícios esperados (PINTO J. P., 2014).

- **Etapas básicas para a implementação do MFV**

A implementação do MFV deverá seguir os seguintes passos para que a sua aplicação tenha os benefícios esperados para a organização:

- 1.^a Escolha do produto ou serviço que tenha um verdadeiro impacto;
- 2.^a Quem é o cliente que requer o serviço ou produto;
- 3.^a Fazer o Mapeamento da cadeia de valor atual desde o pedido até a entrega seguindo os seguintes passos:
 - 3a. Envolver pessoas chave do fluxo de valor;
 - 3b. Tirar fotografias;
 - 3c. Fazer registos e consultar registos antigos;

- 3d. Fazer a contagem do tempo que leva cada atividade;
 - 3e. Conhecer todas as fases de um produto/serviço;
 - 3f. Saber quais os intervenientes de cada tarefa;
 - 3g. Utilizar marcadores com cores, “*post-it*” coloridos, em que as cores representam por exemplo: fluxo de material a cor azul, fluxo de informação a cor vermelha e por aí adiante;
 - 3h. Anotar ideias, sugestões;
 - 3i. Utilizar simbologia de fácil compreensão. (Ver Anexo 3)
- 4.^a Após a conclusão do estado atual, deve quantificar-se os tempos e atividades que acrescentam ou não valor, identificar as fraquezas, pontos onde existe desperdício, propondo assim alterações para melhoria dos aspetos negativos encontrados, estabelecendo para essas alterações tempos, resultados a alcançar e responsáveis;
- 5.^a Elaboração do mapeamento do estado futuro de acordo com os objetivos de melhoria traçados, a partir da análise do mapeamento do estado atual;
- 6.^a Transição do estado atual para o estado futuro, através de uma reunião, envolvendo as pessoas chave do fluxo de valor analisado.

Os autores ROTHER e SHOOK (2003) recomendam que para a elaboração do MFV completo é necessário responder a uma série de perguntas que poderão fornecer as informações necessárias para completar o MFV:

- Qual é o *takt time*⁹, *pitch time*¹⁰ e o *lead time*¹¹?
- Em que ponto único da cadeia produtiva (“processo *pull*”) será programada a produção?
- Onde poderá ser usado o fluxo contínuo?
- Onde será preciso usar o *Pull system* com base em supermercados para controlar a produção nos processos anteriores?

9 - *Takt time*: tempo determinado pelo pedido do cliente, refletindo o ritmo imposto ao fluxo de trabalho por esse pedido. Calcula-se dividindo o número de horas de trabalho diárias pelo total de unidades de trabalho requeridas para um dia, descontando os intervalos (Ver pág. 45);

10 - *Pitch time*: corresponde ao tempo necessário para produzir um lote através do *takt time* e do tamanho dos contentores (Ver pág. 46);

11 - *Lead time*: é o tempo total que demora uma organização a processar desde o pedido do cliente até à entrega do produto/serviço (Ver pág. 46).

- O produto será produzido para um supermercado¹² de produtos acabados ou diretamente para a expedição?
- Como será nivelado o *mix*¹³ de produção no processo *Pull*?
- Que incrementos de trabalho serão produzidos e libertados conscientemente no processo *Pull*?
- Que melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor comportar-se como um projeto do estado futuro?

2.5.3 *Just-In-Time* (JIT) e suas ferramentas e técnicas

O sistema de operações designado por *Just-In-Time* (JIT), é um dos elementos basilares do TPS e um dos fatores que contribuem para a implementação de um sistema de gestão baseado na filosofia *Lean Thinking*.

JIT é uma técnica de produção puxada segundo a qual todos os *outputs*¹⁴ são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao paradigma *Pull* e ao *Heijunka*, de modo a controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação (PINTO J. P., 2014).

De acordo com OHNO (1988), o sistema de operação JIT envolve duas componentes:

- O sistema *Kanban*: Produção *Pull* ou Puxada;
- O nivelamento da produção (*Heijunka*).

Além do sistema *Kanban* e da técnica *Heijunka*, o JIT tem agregados a si diversas técnicas, ferramentas e princípios *Lean*, que deveram funcionar em conjunto para que o JIT seja aplicado de uma forma correta e eficaz.

As ferramentas, técnicas, metodologias e princípios *Lean* agregados ao JIT são:

1. Operações simples e uniformizadas;
2. *Design* de produtos, processos e serviços de forma a facilitar a execução;

12 - Supermercados: áreas de armazenamento dinâmico estrategicamente localizadas para fazer o rápido abastecimento de materiais às áreas fabris que operam em ambiente JIT;

13 - *Mix*: refere-se aos diferentes tipos de produtos que a linha de produção terá (*Heijunka*);

14 - *Outputs*: são todas as operações que produzem produtos/serviços através da transformação de entradas em saídas.

3. Ênfase nas operações;
4. Uso de equipamentos simples e flexíveis;
5. *Layout* celular e modular;
6. *Total Productive Maintenance* (TPM) – Gestão Total de Processos;
7. *Total Quality Management* (TQM) – Gestão Total da Qualidade;
8. Redução de tempos de *Setup*;
9. Envolvimento das pessoas;
10. Controlo Visual;
11. Envolvimento e desenvolvimento dos fornecedores.

O JIT é um sistema que assenta no fornecimento instantâneo, eliminado os *stocks*. Em muitas organizações de produção *high-tech*, a filosofia JIT foi adotada para minimizar o nível de *stock* (CHAN & HU, 2001). No entanto, este **sistema de produção adapta-se mais facilmente às empresas que têm uma procura do seu produto relativamente previsível e constante.**

Para demonstrar como se eliminam os *stocks*, é necessário analisar como funciona a produção tradicional (empurrada) e a produção puxada.

A figura 2.9 ilustra a forma como se desenvolve a produção puxada e a produção empurrada.

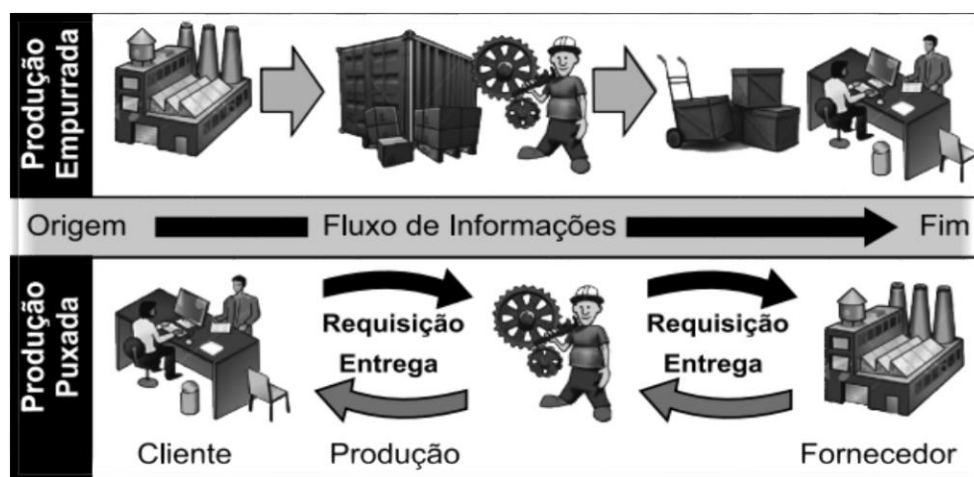


Figura 2.9 - Produção puxada vs. produção empurrada (Fonte: GLOBO, 2013).

Na abordagem da produção JIT, os *stocks* deixam de existir entre os processos, e as entregas são feitas conforme os pedidos do processo seguinte (GALLARDO, 2007). Os *stocks* dentro da produção JIT são considerados prejudiciais, não só pelo facto de ocuparem espaço e representarem investimentos de capital, mas por esconderem as

ineficiências do processo produtivo. Uma das principais características do JIT em relação aos sistemas tradicionais de produção, é a capacidade de *puxar* a produção ao longo do processo, ou seja, os materiais só são processados se a operação seguinte o requer. Por outro lado, nos sistemas tradicionais as operações são acionadas pela disponibilidade de material a processar, sendo empurrados os lotes à operação seguinte.

Além disso, o JIT apresenta diversas vantagens e ferramentas para atingir o objetivo final de eliminação/redução do desperdício e sempre com alto valor agregado às tarefas realizadas.

A implementação do JIT ajuda assim a reduzir a sobreprodução, o tempo de espera, o transporte, as durações dos processos, os *stocks*, a movimentação excessiva de recursos e os produtos defeituosos. O JIT cria uma dependência em todo o sistema e forma uma base no processo, por esse motivo é considerado um dos pilares do TPS (GALLARDO, 2007).

- **Heijunka – Nivelamento de produção**

Heijunka é um vocabulário de origem japonesa que significa tornar algo suave ou estável, neste caso nivelar a produção, tornando o que poderá ser instável em estável.

O nivelamento consegue-se através da programação das operações e da sequência de pedidos num padrão repetitivo de curta duração, sendo sempre relacionado com a procura a médio/longo prazo.

Heijunka é um modo simples de armazenamento nas áreas de trabalho. O armazenamento é feito recorrendo ao tempo ou aos *stocks*. Se a procura aumentar temporariamente, as encomendas serão entregues depois do prazo ou então recorre-se a *stocks* de armazenamento (Supermercados¹⁵) para absorver os picos altos. E, caso as encomendas sejam para entregar mais tarde, aumenta-se o *stock*. O sistema de operações mantém o seu ritmo estável independentemente dos picos de procura, produzindo pequenos lotes e vários modelos diferentes na mesma linha. O ritmo é definido de acordo com a procura e com o *takt time*.

15 - Supermercados: para eliminar a variação na produção, existe 3 tipos de *stocks* nos supermercados.

- a) *Stock* de ciclo: este representa o *stock* necessário para a produção;
- b) *Stock* de segurança: serve para suplantar as flutuações do mercado;
- c) *Stock* pulmão: serve para colmatar as variações de *stock* a montante.

O nivelamento deverá ter em conta as tarefas e os tempos que elas demoram. Se os tempos tiverem equilibrados elimina-se os *stocks* intermédios¹⁶.

Na figura 2.10 ilustra-se o funcionamento da programação tradicional (“Fordista”) e o funcionamento da programação nivelada.



Figura 2.10 - Programação tradicional vs. programação nivelada (Adaptado de TAKTIME,2010).

As vantagens da produção nivelada em relação à produção tradicional são:

- Diminuição do tempo de execução;
- Redução do valor do *stock* intermédio;
- Redução de custos produtivos;
- Melhor planeamento e controlo;
- Menor número de produtos defeituosos;
- Qualidade melhorada.

Para a implementação do *Heijunka* é necessário o seguinte:

- Os dois primeiros “S” dos 5S¹⁷ devem entrar em ação;
- Definir o *takt time*;
- Definir o *pitch time* quando existem lotes;
- Redução do tempo de trocas através do método *SMED*¹⁸/*Quick Changeover*.

16 - *Stock* intermédio: são *stocks* gerados pelo não equilíbrio de tempo entre tarefas. Se uma tarefa demorar 1 minuto e a seguinte 2 minutos, será feito um *stock* intermédio de 2 peças, no fim do processo tem-se um número elevado de *stocks* intermédios devido à má nivelação;

17 - 5S: é uma ferramenta utilizada na filosofia *Lean* para promover a ordem, gestão e limpeza de um espaço de trabalho através da eliminação do desperdício (Ver pág. 43);

18 - SMED: representa uma sigla que corresponde a *Single Minute Exchange of Dies* (Ver pág. 47).

- **Ferramenta 5S + 1**

Os 5S referem-se a um conjunto de práticas para obter as condições ótimas no local de trabalho, com o intuito de reduzir o desperdício e melhorar o desempenho de pessoas e processos.

Os 5S são as iniciais que começam pelo som de “S” de cinco palavras japonesas, onde o significado de cada um dos “S” é apresentado seguidamente, por uma ordem lógica de sequência:

1.º **Seiri** (Organização):

- Deverá separar-se o útil do inútil;
- Identificar coisas desnecessárias no posto de trabalho.

Como implementar?

- Perguntar se os objetos são necessários?
- Se são necessários, qual é a quantidade necessária?
- Qual é a necessidade de estar aqui?

Benefício: Diminuição da quantidade de obstáculos no espaço de trabalho, diminuição da manutenção e manuseamento, diminuição do tempo à procura de documentos e materiais.

2.º **Seiton** (Arrumação):

- Definir um local exato para cada objeto/ferramenta;
- Cada objeto/ferramenta deverá estar no seu lugar e num lugar de fácil acesso;
- Colocar etiquetas de identificação (ajudas visuais), por exemplo pintar a sombra da ferramenta.

Como Implementar?

- Definir quais são as localizações adequadas;
- Localizar objetos de acordo com a frequência de uso. Como exemplo:
 - Uso contínuo: distância ao alcance dos braços;
 - Uso frequente: distância não superior a 2 metros;
 - Uso semanal: distância não superior a 5 metros;
 - Uso mensal: poderá estar no estaleiro de ferramentas em local apropriado.
- Organizar objetos utilizados em conjunto e na sequência de utilização;
- Organizar de modo a minimizar movimentações e transporte.

Benefício: Evita movimentos desnecessários, perdas de tempo, acidentes de trabalho provocados pela desarrumação, inventário excessivo.

3.º Seiso (Limpeza):

- Dividir parte do posto de trabalho e atribuir a cada elemento uma obrigação para manter o lugar limpo;
- Proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho e área envolvente;
- Normalizar as zonas de limpeza, impondo por exemplo que no fim do dia de trabalho tudo seja reposto no devido lugar, para que no dia seguinte esteja tudo em condições.

Como implementar?

- Determinar os objetivos da ação;
- Determinar as tarefas que cada um terá de executar;
- Determinar os métodos e utensílios de limpeza.

Benefício: Espaço limpo e organizado facilitando e tornando célere a execução de tarefas necessárias ao espaço em questão, tornando os problemas mais evidentes, aumentando a moral e a satisfação dos colaboradores.

4.º Seiketsu (Normalização):

- Normalizar os 5S em toda a organização;
- Identificar as ajudas visuais e procedimentos, normas de arrumação e limpeza que resultem e funcionem;
- Definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho.

Como implementar?

- Tornar os 5S um hábito;
- Nomear um responsável pelos 5S e atribuir responsabilidades;
- Verificar regularmente a implementação e manutenção dos 5S através de uma fotografia tirada ao local quando os 5S se apresentavam implementados (estado ideal). Realizar a comparação da fotografia através de uma *checklist* do estado atual com o estado ideal (Fotografia).

Benefício: Facilita a implementação dos 5S. Caso não implemente o “S” de normalização rapidamente o que foi modificado volta ao estado anterior, o que torna este “S” essencial à prática dos 5S.

5.º ***Shitsuke*** (Auto disciplina):

- Fazer bem à primeira;
- Estabelecer procedimentos de controlo visual;
- Verificar se as ações/inspeções estão a ser realizadas corretamente.

Benefício: Manutenção das quatro regras anteriores beneficiando a melhoria continua e a satisfação dos intervenientes.

Segundo PINTO (2014), as organizações têm vindo a acrescentar um sexto “S” à lista anterior. O sexto S trata-se do “**S**” de **Segurança**, que se aplica a cada uma das atividades dos 5S.

A figura 2.11 representa os 6S (5S+1).

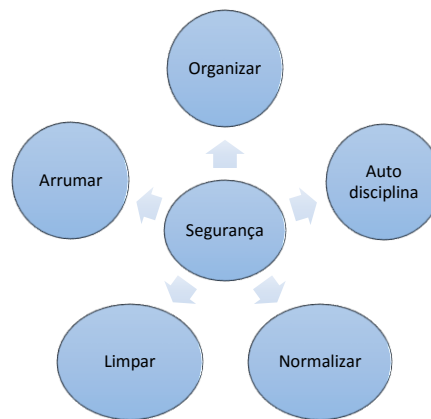


Figura 2.11 - Os 6S (Adaptado de PINTO, 2014).

- ***Takt time***

É uma palavra de origem de alemã associada ao ritmo. O *takt time* é um tempo de ciclo calculado em função da procura. Se a procura aumentar, o tempo de *takt* deve diminuir, se a procura diminuir o tempo *takt* deve aumentar.

O *takt time* requer flexibilidade de processos e recursos para que realmente tenha aplicabilidade na organização (PINTO J. P., 2014).

O *takt time* pode ser calculado através da expressão (1):

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo disponível (minutos)}}{\text{Procura}} - \text{Número de intervalos} \quad (1)$$

Em que: Tempo disponível representa o número de horas de trabalho diárias, exemplo: 8 horas diárias = 480 minutos;

Procura representa o número de unidades requeridas para um dia.

- **Pitch time**

Corresponde ao tempo necessário para produzir um lote, em função do *takt time* e do tamanho do contentor.

O *pitch time* é a quantidade (lote) mínima que o cliente quer receber na embalagem (PINTO J. P., 2014).

O *pitch time* pode ser calculado através da expressão (2):

$$Pitch\ time = \frac{takt\ time\ (segundos) \times capacidade\ do\ contentor}{60} \text{ (min)} \quad (2)$$

O quadro 2.9 representa a produção de três produtos com uma quantidade total de 150 peças por dia (8 horas x 60 minutos = 480 minutos) referenciando o *takt time* (tk) e o *pitch time*.

Quadro 2.9 - Produção de três produtos referenciando o *pitch time* e o *takt time*.

	Quantidade	Lote	Tk (min.)	Pitch (min.)
Tipo A	50	5	480 / 50 = 9,6	9,6 x 5 = 48
Tipo B	80	4	6	24
Tipo C	20	1	24	24

- **Lead time**

O *lead time* representa o tempo que demora uma organização desde o pedido do cliente até à entrega do produto/serviço, podendo ser calculado pela expressão (3):

$$Lead\ time = \frac{\text{Tempo de valor acrescentado}}{\text{Tempo total do processo}} \quad (3)$$

Onde: Tempo de valor acrescentado representa o tempo gasto pela organização a criar o produto ou serviço ao cliente que representa para o mesmo valor.

Tempo total do processo representa o tempo desde o pedido do cliente até à entrega do produto/serviço.

Se *lead time* = 1, estamos perante uma organização que todo tempo despendido entre o pedido do produto/serviço e a entrega do mesmo é valor acrescentado.

Para se chegar a um *lead time* igual a um, toda a organização teria de ter um produto/serviço que só gerasse valor para o cliente, o que é praticamente impossível.

No início do capítulo 2, referiu-se que as organizações despendiam somente 5 % de tempo para atividades de valor acrescentado. O quadro 2.10 representa um exemplo da distância a que as organizações estão de *leads times* igual a um.

Quadro 2.10 - Exemplo de um *lead time* de uma organização.

Tipo	Tempo
Tempo de valor acrescentado	0,3 dia
Tempo total desde o pedido até à entrega	60 dias
<i>Lead time</i> (%)	0,0050

- **Quick Changeover/Single Minute Exchange of Dies (SMED)**

Consiste na redução dos tempos de trocas (*setups*). Maximiza a utilização dos meios e reduz os tempos de trocas ou de ajustes de processos, promovendo o aumento de flexibilidade. A aplicação do SMED tem como consequência direta a redução de custos e dos lotes de fabrico (PINTO J. P., 2014).

Para executar SMEDs mais eficientes e rápidos é necessário executar as seguintes tarefas:

- Separar *setups* internos de externos;
 - *Setup* interno: são atividades realizadas com os equipamentos parados;
 - *Setup* externo: são atividades que podem ser realizadas enquanto o equipamento está em funcionamento;
- Converter *setups* internos em externos;
- Eliminar a necessidade de ajustes;
- Uniformizar e melhorar as operações;
- Melhorar os equipamentos através de alterações estruturais ou em modo de operar;
- Criar um gráfico de melhorias e definir objetivos a atingir.

- **Kanban – Produção Pull ou puxada**

Kanban é uma palavra de origem japonesa com o significado de cartão de sinalização. O mesmo tem como função controlar o fluxo de materiais, pessoas e informações de modo a eliminar os *stocks* e o excesso de produção quando aplicado à produção, sendo o mesmo uma ajuda à gestão visual.

Kanban só deverá ser utilizado quando existe um sistema normalizado e nivelado na organização. Se existirem grandes flutuações, o *Kanban* não será capaz de suportar os requisitos da produção, por isso este sistema **deverá ser um dos últimos esforços** a ser implementado nas organizações que tentem implementar a filosofia *Lean*.

Um *Kanban* poderá conter o seguinte:

- O que produzir;
- Quando;
- Quanto;
- Onde;
- Qual o seu destino;
- Por quem.

Kanban poderá ser sinalizado das seguintes formas:

- Cartão: cartão de transporte e cartão de produção;
- Marcas pintadas no chão;
- Sistemas de duas caixas, quando uma fica sem material vai surgir a autorização de reposição através da visualização da caixa vazia;
- Indicação luminosa;
- Via eletrónica: comunicação entre fábricas, códigos de barras que quando passam no dispositivo de controlo dão uma ordem de fabrico;
- Utilizar quadros *Heijunka* com cartões *Kanban* de produção e transporte.

- **Jidoka – Envolvimento das pessoas**

Esta ferramenta é um dos pilares do TPS, cujo objetivo é eliminar o desperdício das tarefas recorrendo ao envolvimento das pessoas, dando-lhes autonomia.

Jidoka permite assim que:

- O trabalhador tenha autonomia, ficando com a capacidade de identificar quais os desperdícios efetuados na sua tarefa podendo assim corrigir e comunicar, mesmo que signifique a paragem do trabalho. Isto permite que a tarefa seja corrigida logo na origem do problema e não no fim;
- O trabalhador tenha a sua autonomia através de um plano de trabalho/qualidade no qual tem a responsabilidade de avaliar e corrigir o que achar que deve ser corrigido. Assim é dispensado o controlo a nível administrativo.

A utilização do potencial dos trabalhadores é que poderá tornar a organização *Lean*: se todos trabalharem em equipa e para o mesmo fim, será possível aplicar as metodologias, técnicas, ferramentas e princípios *Lean*, sendo o pilar *Jidoka* uma ferramenta essencial para o sucesso da implementação da filosofia *Lean*.

Esta ferramenta potencia aos trabalhadores o seguinte:

- Reconhecem o que fazer e sabem qual o seu valor dentro da organização;
- Sabem que se fizerem um bom trabalho serão reconhecidos;
- Sabem quais as suas responsabilidades;
- Sabem qual a sua ajuda na globalidade do projeto;
- Ficam a saber supervisionar e fiscalizar o seu próprio trabalho.

- **Layouts**

Layout é um arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho. As configurações de *layouts* permitem maximizar a flexibilidade, a coordenação, melhorar a visibilidade e acessibilidade. Ajudam também na eficiência do fluxo de materiais, minimizando as distâncias e os movimentos, podendo também melhorar a segurança.

2.5.4 Hoshin kanrin – Gestão e planeamento

Esta ferramenta serve para identificar as necessidades críticas do negócio e desenvolver aptidões nos colaboradores, através do alinhamento dos recursos das organizações a todos os níveis aplicando ciclo de Deming ou PDCA¹⁹ (*Plan-Do-Check-Act*).

Pode-se definir *Hoshin Kanrin* por:

- Visão e missão a alcançar;
- Planeamento estratégico;
- Estratégias de negócio;
- Objetivos a alcançar;
- Iniciativas chave;
- Departamento de objetivos.

Existem 5 fases de planeamento *Hoshin kanrin*:

1.º Planeamento estratégico e estabelecimento de uma direção/caminho a seguir:

- O gestor de topo deve estabelecer a visão e definir e as metas a atingir;
- O gestor de topo deve considerar todos os obstáculos como a capacidade dos funcionários, a maquinaria, os fornecedores e oportunidades externas como preço de outras empresas e tempos de resposta.

2.º Desenvolvimento de uma política:

- A gestão de topo deve organizar uma reunião e deverá existir consenso entre todas as partes interessadas;
- Os gestores intermédios devem avaliar a possibilidade de realização das metas e objetivos estabelecidos em função da visão da empresa;
- Todos os níveis da organização devem concordar com os objetivos, meios, medidas, métricas e datas de execução.

3.º Monitorização do planeamento:

- Controlo de métricas;
- Ajustes ao planeamento caso seja necessário.

19 – PDCA: é um ciclo que permite promover a melhoria contínua dos processos (Ver pág. 55);

4.º Verificar o que foi planeado e atuar:

- Monitorizar e avaliar o processo, os procedimentos e a política;
- Recomendar melhorias de processos, com base na recente experiência de obstáculos. Para isso pode-se utilizar a experiência dos colaboradores, registos e as não conformidades;
- Pedir conselhos a quem está à frente de cada tarefa (*Jidoka*).

5.º Diagnóstico da gestão de topo:

- A gestão de topo deve reunir-se com as diferentes unidades de negócio de forma a avaliar os resultados do processo;
- O processo de planeamento é ajustado de acordo com as necessidades para futuras aplicações.

Para que o *Hoshin Karin* funcione, é necessário aplicar o TQM abordado no subcapítulo 2.5.5. Deve-se formalizar o planeamento e o estabelecimento de políticas e objetivos, através de documentos oficiais reconhecidos. Todos os intervenientes devem estar envolvidos.

2.5.5 *Kaizen*

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria (*Kai*) contínua (*Zen*).

Esta abrange todas as atividades levadas a cabo pelos colaboradores no sentido da melhoria do desempenho dos processos e sistemas de trabalho. Pode envolver pessoas e equipamentos (PINTO J. P., 2014).

Para aplicar os princípios de melhoria contínua dos processos *Kaizen*, deverá ser realizado o seguinte:

- 1.º Criação da equipa BBT para procurar desperdícios, descrever os desperdícios e desenvolver soluções com custos baixos e de fácil implementação para promoverem a eliminação dos desperdícios;
- 2.º Preparação de um *workshop* para apresentar a proposta de melhoria;
- 3.º Explicar o desperdício encontrado a todos os intervenientes da organização;
- 4.º Utilizar dados fidedignos para demonstrar o desempenho atual;

- 5.º Reunir as pessoas chave do processo que cria desperdício e dedicar algum tempo a gerar ideias (*Brainstorming*²⁰);
- 6.º Propor soluções;
- 7.º Elaborar um plano de ações;
- 8.º Implementar as ações;
- 9.º Apresentar as melhorias depois da implementação, fazer um apanhado do processo numa folha A3 (Folha resumo do processo - Anexo 4);
- 10.º Monitorizar.

A aplicação do *Kaizen* baseia-se em ciclos de melhoria contínua através dos seus pilares. Na figura 2.12 representa-se o *Kaizen* a longo prazo.



Figura 2.12 - Pilares *Kaisen* (Adaptado de KAIZEN INSTITUTE, 2014).

20 - *Brainstorming*: é uma equipa que discute e cria ideias para eliminar o desperdício. Uma das formas para gerar ideias é aplicar o método 6-3-5.

O método 6-3-5 é uma técnica que envolve 6 pessoas à volta de uma mesa, em que cada participante pensa em 3 ideias, em 5 minutos e durante 30 minutos. As ideias geradas serão passadas de 5 em 5 minutos por cada pessoa até se esgotar a meia hora. No fim discute-se as ideias, no total são geradas 108 ideias o que proporciona uma forma de aplicar a ideia ideal que acarrete menor custo e cujo impacto proporcione a melhoria.

Seguidamente explica-se o significado dos pilares do *Kaisen* apresentados na figura 2.12.

Pilar TFM – Total Flow Management

O TFM ou Gestão Total de Fluxo serve para gerir o fluxo de material e informação na cadeia de valor. Assim, as atividades tradicionais de produção e logística, bem como todas as atividades de fluxo de informação (ordens de produção, ligação com o sistema de informação) estão englobadas neste pilar (GONÇALVES, 2006).

O pilar *Kaisen* TFM está subdividido em outros cinco subpilares. A figura 2.13 representa os cinco pilares.

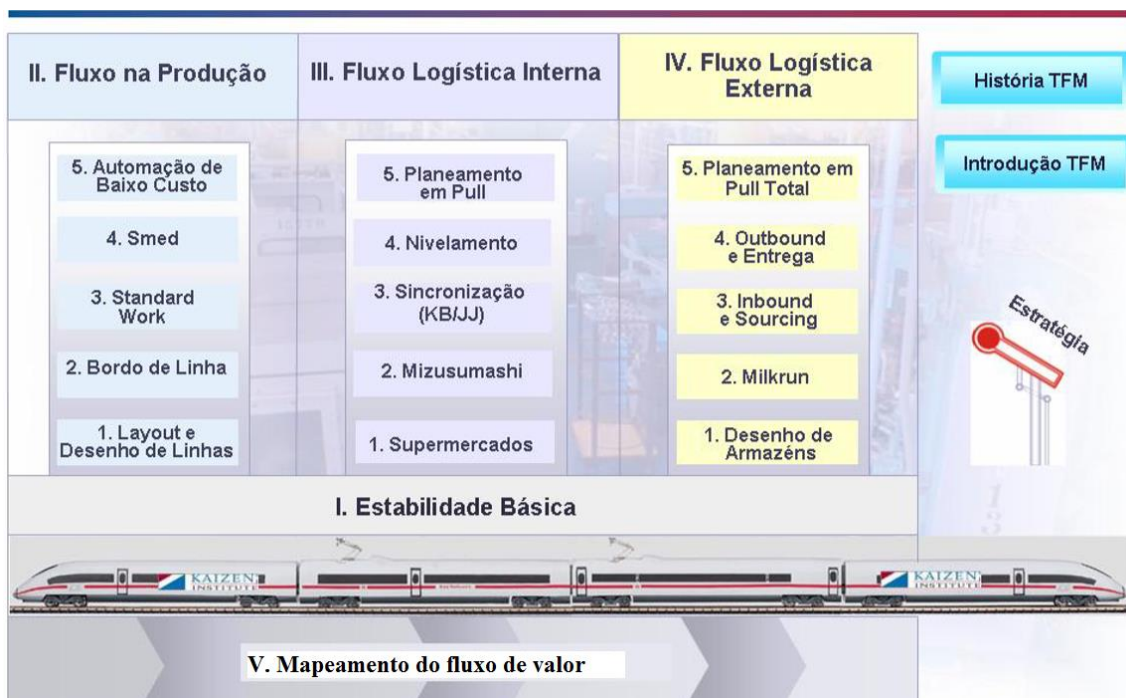


Figura 2.13 - Os cinco pilares do TFM (Adaptado de GONÇALVES, 2006)

Os subpilares definem-se pelo seguinte:

1.º Fiabilidade básica:

É o elemento fundamental à garantia de que existem condições mínimas necessárias ao desenvolvimento de fluxo de informação e produtos. Para tal é preciso trabalhar ao nível dos 4M:

1. Mão-de-obra: competências, formação, absentismo;
2. Material: disponibilidade, proximidade com o local de uso;
3. Máquina: poucas avarias ou paragens não planeadas;

4. Método: processos normalizados, manutenção e gestão.
- 2.º Fluxo na produção;
- 3.º Fluxo na logística interna;
- 4.º Fluxo na logística externa;
- 5.º Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Pilar TPM – *Total Productive Maintenance*

O TPM ou Gestão Total de Processos tem como função a eliminação dos desperdícios nas áreas produtivas e administrativas da organização, eliminando conflitos de interesses.

O TPM é baseado em cinco subpilares:

- 1.º Eliminar o desperdício;
- 2.º Instalar a manutenção planeada, isto é, aquela que é realizada pelos técnicos de manutenção;
- 3.º Instalar manutenção autónoma, ou seja, realizada pelo utilizador;
- 4.º Formar, treinar e normalizar processos;
- 5.º Discutir sobre melhorias a realizar, equipamentos a utilizar e referenciar quais as tarefas que competem a cada responsável.

O objetivo destes cinco subpilares é evitar ou minimizar paragens de equipamentos atribuindo responsabilidade pela manutenção dos equipamentos aos trabalhadores que os utilizam. Resultando assim numa responsabilidade acrescida do trabalhador e num ganho de conhecimento do próprio trabalhador (PINTO J. P., 2014).

O TPM **deverá ser implementado em primeiro lugar aos equipamentos fundamentais para a execução de tarefas do fluxo de valor**, após isso poderá ser aplicado aos equipamentos que não agregam valor mas que são necessários ao processo.

Pilar TQM – *Total Quality Management*

A Gestão Total da Qualidade ou TQM concentra-se no cliente e salienta o trabalho em equipa e numa gestão participativa como forma de motivar os colaboradores e estimular a inovação e melhoria, permitindo, quando bem aplicada, reduzir custos, melhorar a produtividade e motivar os seus colaboradores.

Algumas metodologias usadas para melhoria dos sistemas em *Lean Production* são o *Poka-Yoke* ou o *erro proofing*.

O *Poka-Yoke* é um sistema que se baseia nos erros passados, anteriormente registados e na experiência dos trabalhadores, criando processos que previnam os erros (exemplo: mangueira de abastecimento do combustível de gasóleo com um gargalo de espessura diferente do gargalo do combustível de gasolina, prevenindo assim o erro).

Outra metodologia utilizada é o ciclo de Deming ou PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) em que o mesmo incide na representação da seguinte figura 2.14:

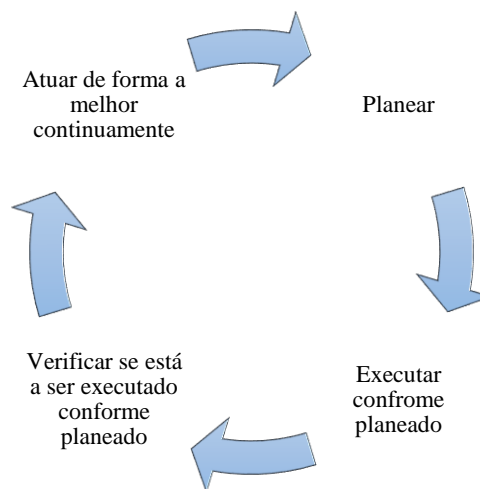


Figura 2.14 - Ciclo de Deming.

Para se aplicar o TQM de uma forma correta é necessário saber aplicar os princípios básicos

Os princípios básicos do TQM definem-se pelos seguintes:

1. Produzir bens ou serviços que respondam concretamente às necessidades dos clientes;
2. Garantir a sobrevivência da empresa por meio de um lucro contínuo obtido com o domínio da qualidade;
3. Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo segundo a prioridade mais elevada;
4. Falar, raciocinar e decidir com dados e com base em factos;
5. Administrar a empresa ao longo do processo e não por resultados;
6. Reduzir metodicamente as dispersões por meio do isolamento das causas fundamentais;
7. A prevenção deve ser tão a montante quanto possível. (PORTAL GESTÃO, 2010)

Pilar TSM – Total Service Management

O TSM ou Gestão Total de Serviços visa a melhoria contínua de processos administrativos, minimizando o número de interfaces, identificando os pontos críticos e reduzindo o custo com materiais de escritório, aumentando-se assim, a segurança, a motivação e o grau de responsabilidade dos envolvidos (KAIZEN, 2015).

A figura 2.15 apresenta os graus a atingir pelos envolvidos, segundo a metodologia do pilar *Kaisen* TSM de modo a se atingir a perfeição nos serviços.

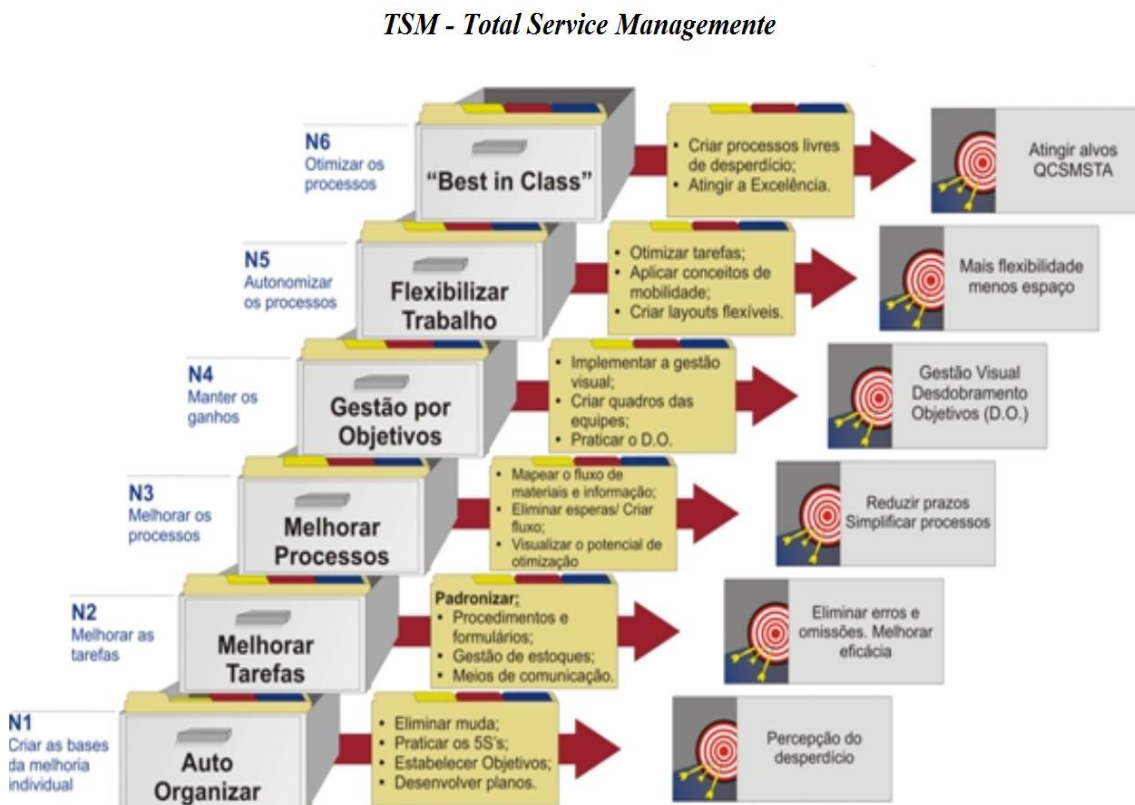


Figura 2.15 - Metodologia do pilar *Kaisen* TSM (Adaptado de KAIZEN INSTITUTE, 2015).

Pilar IDM – Innovation & Development Management

O IDM ou Gestão da Inovação e do Desenvolvimento visa uma abordagem à melhoria contínua na perspectiva do desenvolvimento de novos produtos. Este pilar *Kaisen* tem como principal objetivo evidenciar a forma de desenvolver novos produtos com qualidade superior (*Best Sellers*), dentro do orçamento estabelecido e num curto espaço de tempo (*Time To Market*) (KAIZEN, 2015).

O funcionamento do pilar IDM é baseado no seguinte:

- Designação de um gerente de projeto;
- Elaboração de um guia de projeto com a estruturação de todas as etapas em sequência;
- Verificação das melhores alternativas para o projeto;
- Equipa integrante no projeto altamente qualificada;
- Utilização de equipamentos de última geração.

2.5.6 *Last Planner System (LPS)*

Last Planner System é uma ferramenta utilizada em *Lean Construction* que auxilia o planeamento no decorrer da obra.

Este sistema foi pela primeira vez introduzido pelo *International Group for Lean Construction (IGLC)* - BALLARD (1997), no qual foi descrita a importância do controlo de produção em estaleiros de construção.

A principal diferença deste método de gestão para os restantes prende-se com o facto de não se reger exclusivamente aos planeamentos efetuados em fases de projeto, ou em fase de início dos trabalhos. Este sistema defende o planeamento contínuo de todo o processo, atualizando-o em cada passo e especificando cada vez mais detalhadamente cada tarefa e cada processo que deve ser executado no imediato (nos dias subsequentes). Este planeamento de maior proximidade à obra não exclui a necessidade dos planeamentos antecedentes, aliás, apenas reforça a necessidade de em cada fase serem elaborados planeamentos com os dados atualizados e as especificidades acrescentadas em cada etapa (PINTO J. M., 2012).

O LPS para funcionar corretamente deve ser planeado no local de obra numa sala denominada de “Sala de Guerra”. E nessa sala devem estar presentes os elementos especificamente dedicados a essa tarefa, que visam o controlo atempado do fluxo de trabalho ao invés do controlo posterior dos próprios trabalhadores. O LPS tem também agregado a si as ferramentas anteriormente faladas no presente trabalho, como os 5S, *Kanban*, *Kaisen*, entre outras.

O LPS cria na produção as condições de trabalho e posteriormente monitoriza o decorrer das atividades através do controlo de fluxo de trabalho. Este controlo visa a gestão da transição de tarefas entre os trabalhadores, garantindo que as condições para o

consumidor interno são as corretas para o adequado fluxo de valor e para a garantia da qualidade.

Para a gestão destes controlos, existe uma ferramenta designada de Percentagem de Planeamento Concluído (PPC) que é utilizada para quantificar o desempenho da produção. Este planeamento mais próximo da produção (diária ou semanalmente) permite não só avaliar o cumprimento do ritmo predefinido de trabalho, como também, acumular informação da produtividade concreta de cada equipa (PINTO J. M., 2012).

No LPS, é necessário o pensamento de que o que deve ser feito (*Should*) seja adaptado à realidade da obra, e que no futuro, seja adaptado ao que pode ser feito (*Can*) e ao que será feito (*Will*). Na figura 2.16 apresenta-se o pensamento do LPS.

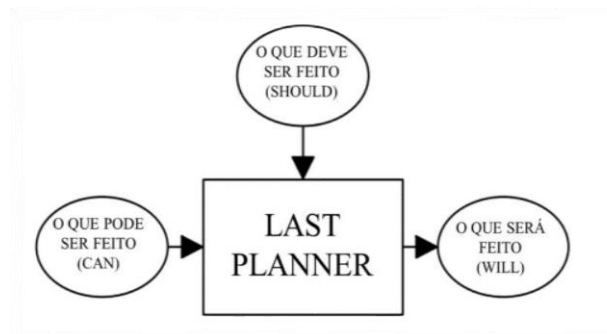


Figura 2.16 - *Last Planner System* (Fonte: BALLARD, 2000).

O LPS funciona com **três tipos temporais de planeamento** e a cada um tem agregado um quadro como ferramenta.

1.º Planeamento a longo prazo.

O planeamento a longo prazo utiliza um quadro que se denomina de *Master Plan* ou *Pull Planning*. O mesmo serve para planear a obra por objetivos gerais do empreendimento, ou seja, só estão presentes tarefas fundamentais para o cumprimento dos requisitos do consumidor final e pouco detalhadas, tais como, datas de início e fim de projeto, e orçamento total. O objetivo é eliminar o desperdício e focar no que realmente é necessário executar.

O que é necessário na “Sala de Guerra” para elaborar o *Pull Planning*?

- Folhas de projeto (plantas);
- A sala deve conter um quadro com grandes dimensões;
- Ter blocos de notas com cores;

- Quadro pequeno para escrever os constrangimentos.

Qual o pensamento para elaborar o quadro *Pull Planning*?

- Realizar uma reunião com as pessoas chave das tarefas que se vão discutir;
- No início da reunião explicar o que se pretende;
- Determinar o objetivo (*milestone*);
- Pensar o que vem do objetivo para trás (da última tarefa para as anteriores), o que vai ser puxado (*Pull*) de cada tarefa;
- Saber o que é necessário para fazer cada tarefa e qual a sua duração;
- Tirar fotografias ao que foi realizado e expor no local de obra para que todos possam observar os objetivos;
- No quadro de constrangimentos escrever o que se fez bem na reunião e o que se pode melhorar nas próximas reuniões.

A figura 2.17 representa um exemplo de “Sala de Guerra” com o quadro *Pull Planning* e o quadro de constrangimentos.

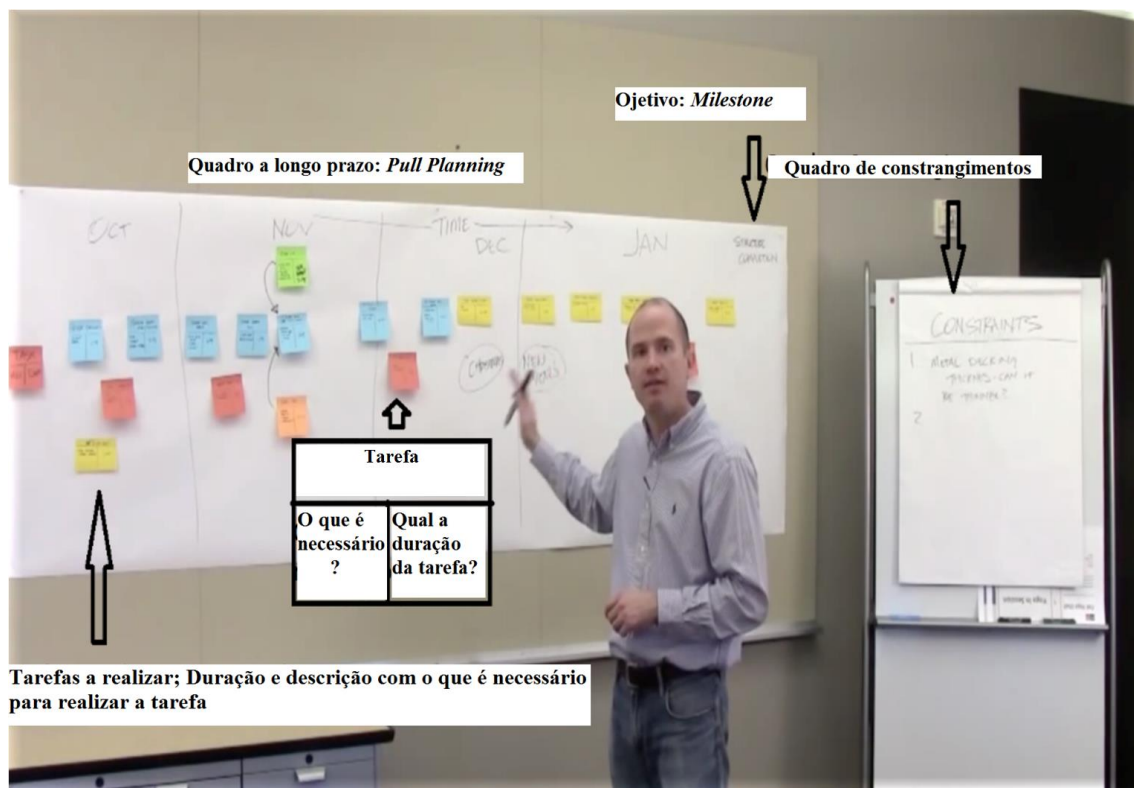


Figura 2.17 - “Sala de Guerra” com quadro a longo prazo e quadro de constrangimentos (Fonte: MAYES, 2012).

2.º Planeamento a médio prazo.

O planeamento a médio prazo, denominado por BALLARD (2000) de *Lookahead Planning*, utiliza o quadro utilizado no planeamento a longo prazo para se proceder à elaboração de um planeamento mais pormenorizado. O quadro deve conter tarefas num horizonte temporal de 6 semanas denominado de **6 Week Look Ahead Schedule**²¹.

As principais funções do planeamento a médio prazo definidas por BALLARD (2000) são:

- Definição da sequência e ritmo do fluxo de trabalho;
- Harmonização do fluxo de trabalho e da capacidade de produção;
- Decomposição das atividades em pacotes de trabalho e operações;
- Desenvolvimento de métodos detalhados para a execução dos trabalhos;
- Criação de lotes de trabalho que possam ser executados quando os lotes planeados sofrerem atrasos;
- Atualização e revisão do planeamento a médio prazo.

Este planeamento permite planear o trabalho que deve mesmo acontecer e não o que deveria acontecer. (PENEIROL, 2007)

Qual o pensamento para elaborar o quadro **6 Week Look Ahead Schedule**?

- Dentro da sala de guerra ter o quadro do planeamento a longo prazo;
- Colocar uma fita no quadro a longo prazo que representa o fim da sexta semana em análise;
- Analisar a última tarefa da sexta semana e chamar o colaborador encarregado de a executar;
- Ir ao local de trabalho e ver onde vai começar o trabalho daqui a seis semanas;
- Fazer perguntas de possíveis problemas que possam acontecer;

21- **6 Week Look Ahead Schedule**: o planeamento realiza-se normalmente para 6 semanas porque é um prazo que permite resolver a maioria dos problemas, mas pode ser um planeamento entre 3 e 12 semanas; o que se adaptar melhor às circunstâncias é o que se deve adotar.

- O colaborador que vai elaborar a última tarefa da sexta semana poderá alegar que não sabe o que vai executar daqui a 6 semanas. Então, como motivação, deverá ser perguntado o que impede ao colaborador de executar a tarefa, se começar já no dia seguinte à reunião? Isto faz com que se gere ideias;
- Puxar tarefa a tarefa, da última semana para a primeira semana em análise.

As figuras 2.18 e 2.19 apresentam exemplos de “Salas de Guerra” com o quadro de planeamento a médio prazo, *6 Week Look Ahead Schedule*.

**Princípios Toyota 4 & 11: Nivelamento da carga de trabalho
Respeitar e desafiar os parceiros e fornecedores.**

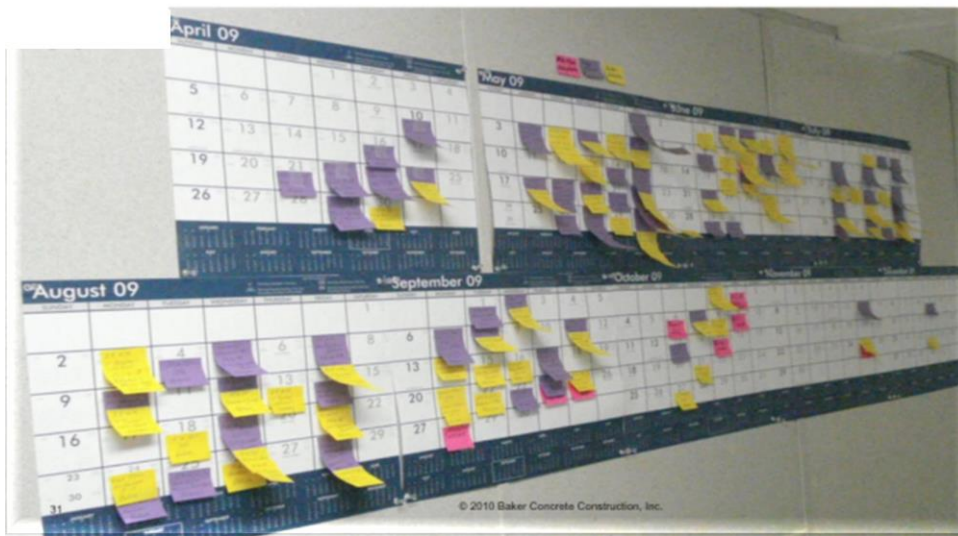


Figura 2.18 - Planeamento a médio prazo (Adaptado de BAKER, 2012).

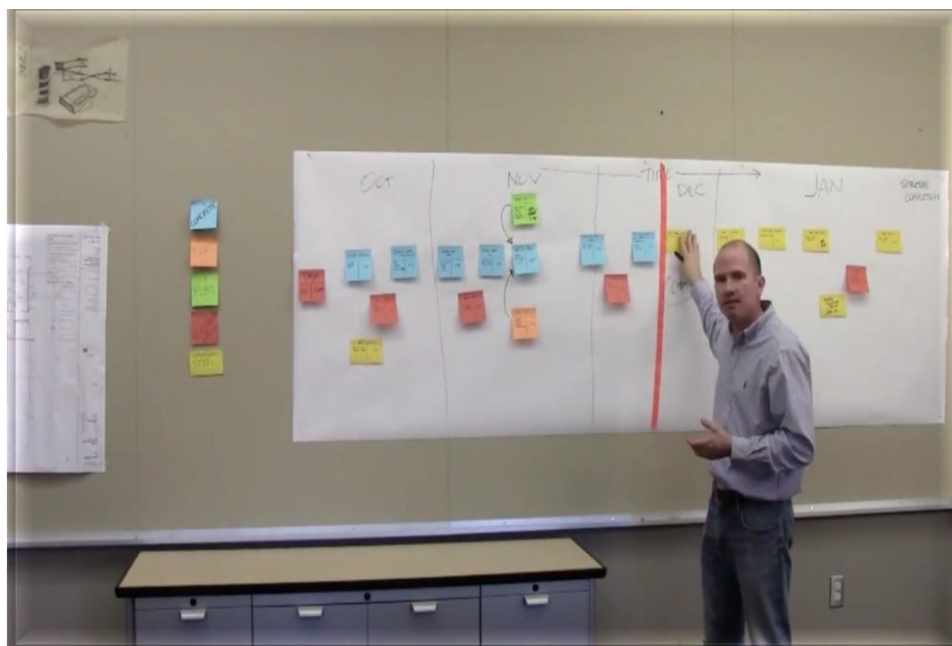


Figura 2.19 - Planeamento a médio prazo (Fonte: MAYES, 2012).

3.º Planeamento a curto prazo.

O planeamento a curto prazo é um planeamento realizado pormenorizadamente ao longo da semana, tarefa a tarefa, focando-se nos recursos físicos necessários para cada atividade planeada, na distribuição de tarefas, na gestão das frentes de obra e na organização do estaleiro e materiais. Visam também garantir a qualidade dos produtos entre as tarefas e do projeto no seu conjunto.

Para que haja garantia da qualidade num planeamento a curto prazo, BALLART (2000) definiu os requisitos para que as atividades sejam válidas:

- **Definição:** As tarefas são específicas o suficiente para que o tipo e a quantidade correta de materiais possam ser encomendadas? O trabalho pode ser coordenado com outras especialidades e é possível dizer no fim da semana se a atribuição foi concluída?
- **Fiabilidade:** Tornar as tarefas fiáveis ao nível de pré-requisitos necessários ao seu arranque. A intenção consiste em livrar a atividade de constrangimentos antes da semana da sua data de início;
- **Perguntas para responder à fiabilidade:** Encontram-se todos os materiais disponíveis e na localização onde são necessários? Existe documentação de aplicação ou o trabalhador está dotado de informação para executar a mesma? Todos os pré-requisitos de trabalho estão completos?
- **Sequência:** As tarefas são selecionadas a partir daquelas que são executáveis, segundo a ordem de construção necessária, quer à unidade do consumidor final, quer ao processo do cliente? Existem outras tarefas de menor prioridade, identificadas como reserva de trabalho, isto é, classificadas como tarefas de qualidade adicional, disponíveis no caso das tarefas principais agendadas abortarem ou da produtividade exceder as expectativas?
- **Tamanho:** As tarefas são dimensionadas para a capacidade das equipas considerando os prazos de planeamento? As equipas produzem trabalho na dimensão e forma necessária à próxima execução? Está o consumidor interno a receber as tarefas nas condições de qualidade à sua execução?
- **Aprendizagem:** Encontraram-se as causas dos atrasos e defeitos das tarefas que não foram concluídas?

Para controlar o que foi realmente executado utiliza-se um cálculo que mede a Percentagem de Planeamento Concluído (PPC). O mesmo ajuda a controlar o que foi executado, quantificando a quantidade de trabalho concluída em relação ao planeado e registando quais as equipas que melhor se adaptaram.

O PPC pode ser calculado através da expressão (4):

$$PPC = \frac{\text{n}^\circ \text{ de tarefas concluídas}}{\text{n}^\circ \text{ de tarefas planeadas}} \times 100 \quad (4)$$

A figura 2.20 apresenta um exemplo de uma “Sala de Guerra” com o quadro de planeamento a curto prazo (semanal).

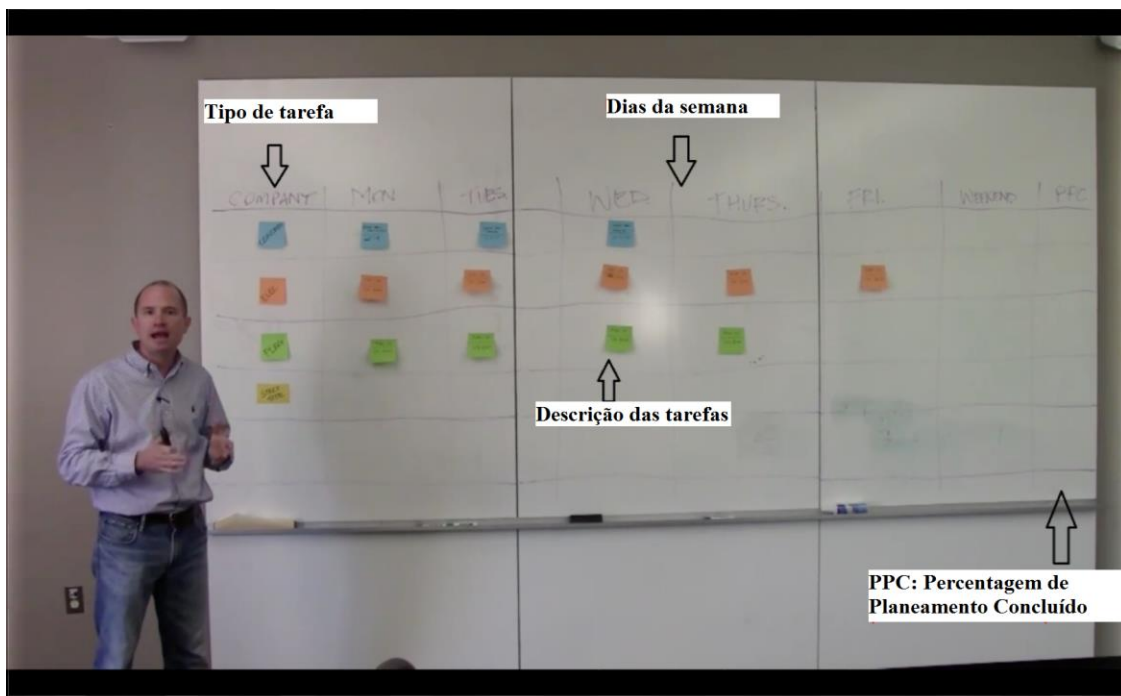


Figura 2.20 - Quadro de planeamento a curto prazo (semanal) (Fonte: MAYES, 2012).

Que pensamento deverá existir para a elaboração do quadro de planeamento a curto prazo?

- Dividir as tarefas pela duração diária e introduzi-las no quadro nos correspondentes dias da semana;
- Introduzir as tarefas de cima para baixo, por ordem de execução (as tarefas a executar em primeiro lugar devem estar expostas no topo e as tarefas seguintes vão sendo colocadas por de baixo daquelas);

- Comparar as tarefas colocadas no quadro a curto prazo com os quadros a longo e a médio prazo;
- Chegar a um consenso;
- Tirar fotografias e introduzir no local de obra;
- **Para preencher o PPC:**
 - Estabelecer um objetivo de PPC a alcançar;
 - Verificar se o trabalho foi realmente executado;
 - Preencher o PPC com a percentagem (%) de trabalho executada;
 - Trocar impressões entre equipas que alcançaram PPC mais elevados com as equipas que obtiveram PPC menores.

2.6 Organizações que têm a filosofia *Lean* implementada

O presente subcapítulo aborda duas organizações que implementaram a filosofia *Lean* com sucesso comentando-se os resultados atingidos com a aplicação desta filosofia.

1.º Caso: organização do setor da construção civil

O caso de sucesso de implementação da filosofia *Lean* na construção civil abordado no presente trabalho ocorreu no ano de 2012 numa organização do Continente Americano, denominada de *Baker concret construction*.

Baker concret construction é uma organização que está presente no mercado americano há 45 anos, tendo já participado em cerca de dez mil e quinhentos projetos.

O caso de sucesso reflete-se numa construção de dois pavilhões, em que foram utilizados dois métodos para a construção de cada pavilhão.

Construção com métodos tradicionais:

- Obra adjudicada em 38 milhões de dólares;
- Executada por 35 milhões de dólares;
- Lucro de 3 milhões de dólares;
- Iniciou a construção 3 meses antes que o projeto *Lean*;
- Terminou a construção uma semana antes que o projeto *Lean*;
- Utilizou cerca de 480 homens diariamente.

Construção recorrendo à filosofia *Lean*:

- Obra adjudicada em 32 milhões de dólares;
- Executada por 30 milhões de dólares;
- Lucro de 2 milhões de dólares;
- Iniciou a construção 3 meses depois que o projeto por meios tradicionais;
- Terminou a construção uma semana depois que o projeto por meios tradicionais;
- Utilizou cerca de 260 homens diariamente.

Analisando os resultados, verifica-se que apesar do lucro ter sido inferior na obra *Lean*, obteve-se ainda assim um bom resultado pois se a proposta apresentada para execução da obra fosse a mesma que a tradicional a obra não seria adjudicada, e caso se utilizassem os métodos tradicionais teriam tido um prejuízo financeiro e demoravam mais tempo.

Retira-se deste caso que com a utilização da filosofia *Lean* em obra, economiza-se tempo, custos, melhora-se a segurança dos trabalhadores e poder-se-á ganhar obras que à partida seriam perdidas ou dariam prejuízo executá-las caso se utilizassem os métodos tradicionais (MACNEEL, 2012).

2.º Caso: organização do setor da pré-fabricação de peças de betão

A organização em causa dedica-se ao fabrico de peças de betão pré-fabricadas. O trabalho realizado por Jean Brunel Deffense teve a intenção de aplicar a filosofia *lean* à produção das peças pré-fabricadas, no âmbito da sua dissertação final de mestrado, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Os resultados obtidos e descritos pelo mesmo foram os seguintes:

- Área reservada ao aço reduzida em 42%;
- Capital cativo na matéria-prima (aço) reduzido em 50%;
- Eliminação da oxidação do aço;
- Eliminação do transporte de aço;
- Eliminação do transporte das peças de betão;
- Fabrico das armaduras com eficiência melhorada em 11%;
- Colaboradores mais satisfeitos;
- Entre outros. (DEFFENSE, 2010)

A partir dos resultados obtidos pode concluir-se que a implementação da filosofia *Lean* em ambiente fabril dedicado à pré-fabricação de peças de betão apresenta bons resultados.

2.7 Implementação, benefícios e barreias da filosofia *Lean*

I. Como implementar?

Para implementar a filosofia *Lean* é necessário fazê-lo em toda a organização e não num só ponto específico. Caso se aplique num só ponto, poderá dar resultado mas será um resultado de curta duração. A filosofia *Lean* não é apenas um conjunto de práticas mas sim uma mudança cultural profunda de como as pessoas e a organização se devem comportar (PINTO J. P., 2014).

A implementação da filosofia *Lean* só será possível se todos os colaboradores colaborarem.

Então, em **primeiro lugar**, para ganhar pessoas para se juntarem à filosofia *Lean*, deve começar-se pelo **Muri**²² que representa a sobrecarga. A sobrecarga nos colaboradores está associada a problemas de segurança e qualidade. Se se diagnosticarem as atividades de *stress* e fadiga, as pessoas vão querer juntar-se para melhorar as tarefas que lhes trazem problemas, ganhando assim pessoas para seguirem e implementarem a filosofia *Lean*.

Em segundo lugar, deve aplicar-se o **Mura**²³ que representa a variação.

Em terceiro lugar, deve aplicar-se o **Muda**²⁴ que representa as atividades sem valor.

Os três MU representam palavras japonesas que têm o seguinte significado:

22 - MURI: refere-se a excesso ou insuficiência. Elimina-se, uniformizando o trabalho, garantido que todos seguem o mesmo procedimento;

23 - MURA: refere-se a irregularidades ou inconsistências. Elimina-se com a aplicação do sistema *Just-In-Time* (JIT);

24 - MUDA: tudo o que não acrescenta valor é desperdício e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado.

Durante a implementação deve-se também seguir a seguinte sequência:

- 1.º Elaborar uma normalização do produto ou serviço, ou seja, deverá haver uma estabilidade básica, para que a partir desse ponto se possa aplicar a filosofia *Lean*;
- 2.º Aplicar a ferramenta 5S;
- 3.º Elaborar o MFV atual, o futuro e o ideal para gerar ideias. Avaliar o que tem valor, e perceber onde se encontra o desperdício;
- 4.º Elaborar um diagrama de esparguete para observar, de forma clara qual o percurso que a informação percorre no *Layout* da organização;
- 5.º Aplicar o *takt time*;
- 6.º Após aplicar a filosofia *Lean* à organização, aplicar também à cadeia de fornecimento.

II. Quais os benefícios?

Proporciona uma maneira de se fazer mais com menos, isto é, **com menos esforço, menos equipamento, menos tempo, menos espaço, menos reprocessamento, menos custo, e melhor compreensão dos processos por parte dos colaboradores,** produzindo produtos ou serviços que os clientes realmente querem na quantidade certa e no momento certo. Elimina-se assim o desperdício e cria-se valor, tornando o negócio mais rápido e flexível. (PINTO J. P., 2014)

III. Quais as barreiras existentes?

Existem algumas barreiras na aplicação da filosofia *Lean* que, por vezes, se transformam em maus resultados.

Segundo PINTO (2014), as organizações cometem os seguintes erros:

- Pensar que filosofia *Lean* é só um conjunto de práticas;
- Aplicação da filosofia *Lean* por parte das organizações apenas ao *genba*²⁵;
- Engenheiros, economistas, gestores e demais quadro superiores **tendem a fechar-se à mudança**, refugiando-se nas certezas que a sua formação académica lhes inculuiu.

25 - *Genba*: é uma palavra japonesa para “local de trabalho”, representa o local onde a produção ou o serviço se desenvolve.

Outros autores como (WOMACK, 2008) e (ALARCÓN, 2005) apresentaram outras barreiras na implementação da filosofia *Lean*:

- As organizações têm a ideia predefinida que resolver as questões do consumidor será mais dispendioso;
- Existência de fraca capacidade de visão de melhoria por parte da administração;
- Pressuposto que o processo já é eficiente;
- A filosofia *Lean* não produz substâncias nem benefícios tangíveis;
- Falta de tempo para estudar a filosofia *Lean* e trabalhar na sua implementação;
- Falta de formação e baixo conhecimento dos princípios *Lean*;
- Insuficiência de elementos para proceder a uma correta organização e implementação;
- Fraca capacidade de autocrítica, o que limita a aprendizagem com os erros;
- Pouca comunicação entre os elementos do processo de produção.

2.8 Pré-fabricação

Segundo VASCONCELLOS (2002), é de difícil precisão a data em que começou a pré-fabricação. O próprio nascimento do betão armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local do seu uso. Pode-se afirmar que a pré-fabricação começou com a invenção do betão armado, ou seja, as primeiras referências ao betão armado datam de 1830, no entanto o barco em ferro cimento realizado pelo francês Jean-Louis Lambot, em 1848, é reconhecido como a obra mais antiga de betão armado ainda existente. (CONSTRUÇÃO MAGAZINE, 2011)

O betão armado chegou a Portugal nos meados dos anos 20 do século XX sendo que as indústrias da pré-fabricação em Portugal surgiram algumas décadas depois. A pré-fabricação em Portugal tem vindo a crescer recentemente embora a um ritmo inferior quando comparado com o resto da Europa. Isto deve-se a vários fatores entre os quais o custo reduzido da mão-de-obra em Portugal em comparação com alguns países da Europa.

Em países cuja mão-de-obra representa uma grande percentagem do custo total da construção torna-se economicamente mais viável recorrer a pré-fabricados reduzindo assim a parcela de mão-de-obra *in situ*.

Genericamente, a atividade de pré-fabricação pode ser classificada em três grandes grupos, consoante as aplicações a que se destinam:

- Produtos para construção de edifícios;
- Produtos para obras de engenharia civil;
- Produtos para aplicações específicas. (ANIPB, 2008)

As soluções pré-fabricadas, quando comparadas com soluções betonadas “*in situ*”, apresentam diversas vantagens, entre as quais se distinguem:

- Possibilidade da redução global dos custos, devido ao menor número de operações em obra;
- Menor necessidade de cofragem e escoramentos no processo construtivo;
- Maior segurança durante a construção;
- Menor impacto em termos de ambiente;
- Maior qualidade e longevidade das construções pré-fabricadas, quando comparadas com outras soluções, devido ao controlo do betão realizado em fábrica.

Grande parte destas vantagens depende da repetição e boa organização dos trabalhos o que nem sempre é de fácil implementação (ALBARRAN, 2008).

O processo de uma peça pré-fabricada de betão dá-se da seguinte forma:

- 1.º Preparação do betão;
- 2.º Fabrico da armadura (Aço ou outras matérias);
- 3.º Preparação dos moldes;
- 4.º Colocação e preparação da armadura no molde;
- 5.º Betonagem do molde;
- 6.º Cura;
- 7.º Desmoldagem;
- 8.º Remate (Caso seja necessário);
- 9.º Colocação do elemento em *stock* onde tem que permanecer até atingir resistência para entrega;
- 10.º Entrega ao consumidor. (CHAN & HU, 2001)

Os moldes utilizados na pré-fabricação de peças em betão podem ser definidos por:

- Moldes fixos;
- Moldes móveis;

Nos moldes fixos, os elementos encontram-se imobilizados durante a sua preparação, betonagem e cura. Para completar a produção, os colaboradores e o equipamento têm que se movimentar e trabalhar em volta dos moldes fixos. Este método é geralmente utilizado para elementos de grandes dimensões e peso.

Nos moldes móveis, os colaboradores e os equipamentos constituem postos de trabalho por onde o produto passa. Neste método é frequente a utilização de um compartimento de cura. O produto passa pelo compartimento onde é acelerado o processo de cura de uma forma controlada, para reduzir o tempo da etapa (KOVÁCS, 1998).

Pode concluir-se que a pré-fabricação pode constituir uma oportunidade para lidar com problemas que vão desde a necessidade de implementar processos de construção mais eficientes e alternativos aos padrões tradicionais da construção até a escassez acentuada de mão-de-obra qualificada e capaz para trabalhar em obra. A produção numa fábrica possibilita processos de produção mais eficientes e racionais, trabalhadores especializados, repetição de tarefas e controle de qualidade (COUTO, 2007).

3. Caso de estudo

3.1 Considerações iniciais

No âmbito do Mestrado em Engenharia Civil desenvolveu-se uma investigação em parceria com uma organização do setor da construção numa unidade fabril de pré-fabricados de betão, com o objetivo de identificar e propor metodologias, técnicas princípios e ferramentas da filosofia *Lean* de modo a melhorar o funcionamento da unidade fabril que, por questões de confidencialidade, não será identificada.

O presente capítulo define a estratégia de investigação, o funcionamento da unidade fabril e a análise dos inquéritos realizados, de modo a que, posteriormente se proponha melhorias possíveis face aos desperdícios identificados na unidade fabril, segundo a filosofia *Lean*.

3.2 Estratégia de investigação e metodologia de recolha de dados

Uma estratégia de investigação pode ser classificada em quatro critérios de pesquisa (COLLIS, J. HUSSEY, R., 2005):

- Objetivo de pesquisa: refere-se ao motivo pelo qual se realiza a pesquisa sendo está classificada por:
 - **Exploratória:** quando existe pouco ou nenhum estudo prévio em que possamos encontrar informação;
 - **Descritiva:** descreve o comportamento de fenómenos;
 - **Analítica:** descreve e entende os fenómenos;
 - **Preditiva:** oferece uma explicação para o que está a acontecer em determinada situação.
- Processo de pesquisa: refere-se à maneira como serão analisados os dados da pesquisa, sendo a sua classificação a seguinte:
 - **Quantitativa:** os dados analisados são numéricos e pode haver estatística envolvida;
 - **Qualitativa:** baseia-se na qualidade dos dados da análise, não existindo dados numéricos.

- Lógica da pesquisa: a pesquisa pode ser iniciada de um ponto mais geral para o mais particular ou do mais particular para o mais geral, sendo classificada de:
 - **Dedutiva**: os dados dos casos particulares são deduzidos através do caso geral;
 - **Indutiva**: os dados do caso geral são induzidos através dos casos particulares.
- Resultado da pesquisa: define se a pesquisa apresenta condições para resolver um problema específico ou para fazer uma contribuição geral ao conhecimento, sendo classificada de:
 - **Aplicada**: quando é possível aplicar a um problema existente;
 - **Básica**: quando conduz para aumentar a compreensão geral das questões.

O caso de estudo levará a um objetivo de pesquisa exploratório, descritivo, analítico e preditivo, com processos de pesquisa qualitativos e quantitativos, com uma lógica de pesquisa dedutiva e indutiva e com resultados de pesquisa aplicáveis ao caso de estudo.

Para a identificação e análise do caso de estudo recorreu-se a três métodos de recolha de dados:

- Observação direta;
- Análise documental;
- Realização de inquéritos.

A avaliação e caracterização do estado atual de funcionamento do caso de estudo realizou-se recorrendo a várias visitas às instalações da unidade fabril, com o intuito de proceder à investigação documental, realizar inquéritos e observar a organização diretamente, de modo a proceder à obtenção de dados relevantes para a avaliação do estado presente da organização.

3.2.1 Observação direta

O principal objetivo da observação direta na recolha de dados teve o intuito de analisar o processo de produção, pois, como descrito no capítulo 2, deve-se ir ao local de trabalho para um boa compreensão do processo e das práticas correntes. As visitas à unidade fabril serviram também para identificar as zonas de armazenamento, os espaços de trabalho, os intervenientes no processo e os diversos equipamentos utilizados.

3.2.2 Análise documental

A análise documental possibilitou o complemento da informação e confirmou algumas das informações obtidas pela observação direta e inquéritos realizados, sendo que os documentos mais relevantes e enriquecedores para a pesquisa foram os seguintes:

- Planta das instalações;
- Organograma da unidade fabril;
- Plano de Segurança e Saúde;
- Documentos de controlo de desempenho da qualidade;
- Especificações dos equipamentos de produção;
- Relatório de contas;
- Matriz e registo de funções dos colaboradores.

3.2.3 Inquéritos

Os inquéritos foram realizados com o objetivo de apurar a perceção dos vários intervenientes na cadeia de produção, relativamente a aspetos da atual gestão da produção e do funcionamento geral da unidade fabril.

Os inquéritos realizados pretenderam obter informações acerca da opinião, estado atual da organização e sensibilidade com aspetos da cadeia de produção, funcionamento da unidade fabril, tarefas realizadas por cada operário e ideologias utilizadas pela gestão de topo.

No final dos inquéritos pretendeu-se com uma questão, perceber a aceitação da nova filosofia de gestão, filosofia *Lean*.

Parte das questões dos inquéritos foram adaptadas de um inquérito realizado por uma fábrica americana confidencial (SUZAKI, INQUÉRITOS AOS COLABORADORES Anexo 1.1, 2013).

No anexo 5 apresenta-se uma ficha tipo dos inquéritos realizados e estatisticamente analisados.

- **Perfil dos inquiridos**

Os inquéritos realizados tiveram em atenção o perfil dos inquiridos segundo a sua função e experiência profissional de modo a que a totalidade dos inquiridos possibilitasse a recolha de informação em todas as zonas importantes da organização, desde a direção, até aos colaboradores subcontractados.

Os inquéritos tiveram em conta 3 grupos:

- Colaboradores da direção;
- Colaboradores efetivos (pertencentes ao quadro da unidade fabril);
- Colaboradores subcontractados.

No total dos 3 grupos, foram inquiridos 12 colaboradores. As pessoas inquiridas são em número reduzido devido ao facto de que a maioria dos colaboradores não entendiam, nem falavam bem a língua portuguesa, limitando assim a amostra.

- **Tipologia das questões e estrutura dos inquéritos**

A tipologia das questões apresenta-se dividida em questões de resposta fechada, curta e questões com desenvolvimento.

Optou-se por colocar maioritariamente questões de resposta fechada para facilitar e estimular a resposta ao inquérito.

As questões de resposta fechada permitem ao inquirido selecionar a opção, de entre as apresentadas, que mais se adequa à sua opinião, o que possibilita maior rapidez na resposta e também maior simplicidade na análise das respostas.

Nas questões de resposta fechada recorreu-se, por vezes, à escala de “*Likert*”, que permite medir a atitude do inquirido face à questão colocada. A cada resposta é atribuído um número, de 1 a 5, que possibilita a obtenção da apreciação do inquirido.

A colocação de questões de resposta aberta permite uma tradução mais objetiva da opinião dos inquiridos e uma maior diversidade de respostas.

De modo a evitar interpretações dúbias, tentou-se simplificar a forma de colocação das questões.

O inquérito inicia-se com um breve relato acerca dos objetivos da pesquisa e garantia de confidencialidade de dados, questionando como questão inicial a formação, função e

experiência profissional de cada inquirido para melhor compreensão dos resultados obtidos.

No que respeita ao corpo do inquérito, a sua estrutura é dividida em questões curtas e questões de desenvolvimento, sendo o inquérito dividido em quatro grupos:

- Grupo I: Planeamento;
- Grupo II: Gestão de fábrica;
- Grupo III: Valorização pessoal e empresarial;
- Grupo IV: Produção.

- **Amostragem e limitações**

A dimensão da amostra é importante para a validação dos resultados obtidos, pois a precisão dos resultados aumenta com o aumento da dimensão da amostra. Neste caso de estudo a amostra é forçosamente reduzida, devido ao facto de a unidade fabril no momento apresentar um número reduzido de trabalhadores e os mesmos não falam corretamente português, ou inglês. Assim, devido às características da amostra, não foi possível proceder a um tratamento estatístico exaustivo.

3.3 Descrição do caso de estudo

O caso de estudo que serviu para recolha de dados e para posteriormente análise e proposta de melhoria, corresponde a uma organização de média dimensão que se dedica à produção e comercialização de produtos pré-fabricados em betão.

Na altura do estudo a unidade fabril produzia os seguintes produtos pré-fabricados:

- Painéis de fachada em betão branco;
- *Pavers*;
- Lajes de cobertura;
- Degraus;
- Lajetas;
- Painéis de GRC (*Glass Fiber Reinforced Concrete*).

A produção só avançava caso houvessem pedidos, não havendo *stocks* de peças que não tivessem ordem de saída prevista.

O estudo na unidade fabril incidiu significativamente na zona de produção de painéis de fachada em betão branco (NAVE 2) devido ao facto de ser o produto que na altura do estudo estava a ser produzidos em maior quantidade (o que mais afetava a produção).

Durante o estudo da unidade fabril eram fabricados quatro tipos de painéis em betão branco:

- Tipo 1 – Painel com betão branco normal com armadura e vibração;
- Tipo 2 – Painel com betão branco normal com fibra sintética (incorporada na amassadura);
- Tipo 3 – Painel de betão branco especial auto-compactável com armadura;
- Tipo 4 – Painel de betão branco especial auto-compactável com fibra sintética.

A escolha desse material definiu o Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual da unidade fabril, o qual é representado na figura 3.1.

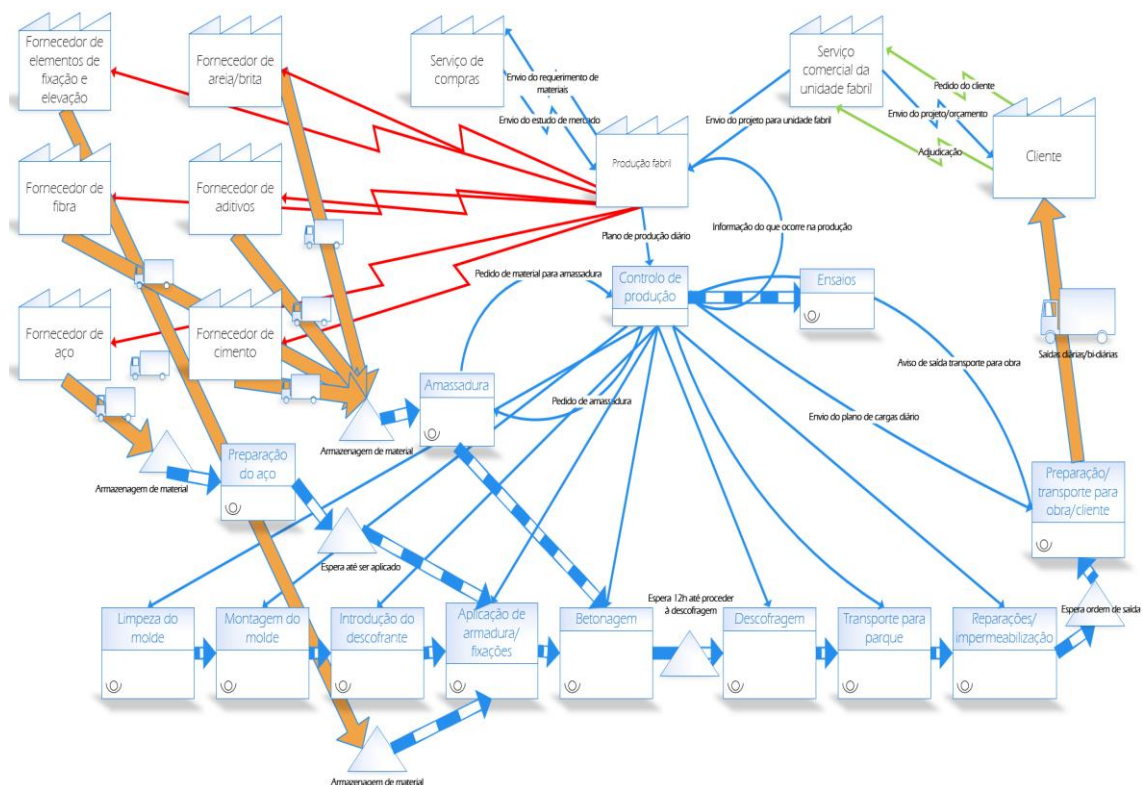


Figura 3.1 - Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual da unidade fabril estudada.

A elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual da organização apresentado na figura 3.1, apesar de ter sido realizado para um produto, é representativo do Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual de toda a unidade fabril. O Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual da organização poderá ser visto de forma mais detalhada e perceptível no Anexo 2.

A elaboração do MFV atual permitiu detetar algumas anomalias que a organização detinha. As mesmas serão posteriormente abordadas com maior detalhe mais adiante, no capítulo 4.

O funcionamento estrutural da organização da unidade fabril estudada, é representado pela figura 3.2.

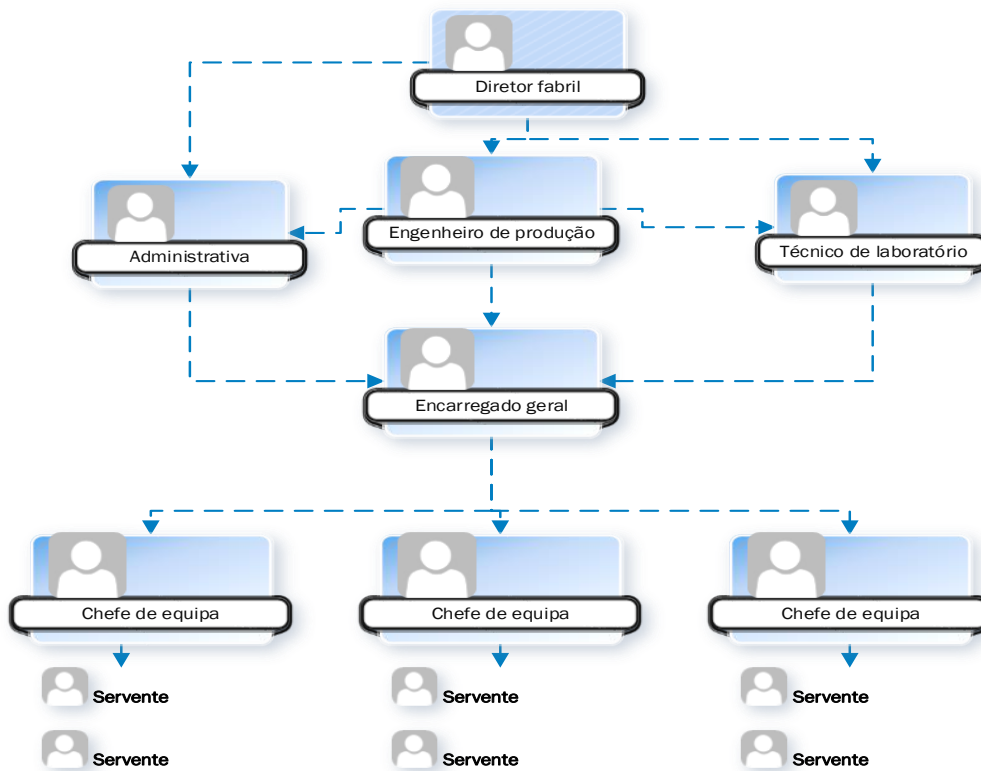


Figura 3.2 - Organograma da unidade fabril do caso de estudo.

Na altura em que decorreu o caso de estudo o nível de subcontratação era elevado, sendo que todos os colaboradores com a categoria de servente eram subcontratados e 67% dos chefes de equipa também não pertenciam aos quadros da organização.

A quantidade de colaboradores presentes na unidade fabril dependia do volume de trabalho que a unidade fabril apresentasse, havendo sempre uma variação de colaboradores subcontratados.

O *layout* geral da unidade fabril apresenta-se na figura 3.3.

PLANTA DA UNIDADE FABRIL

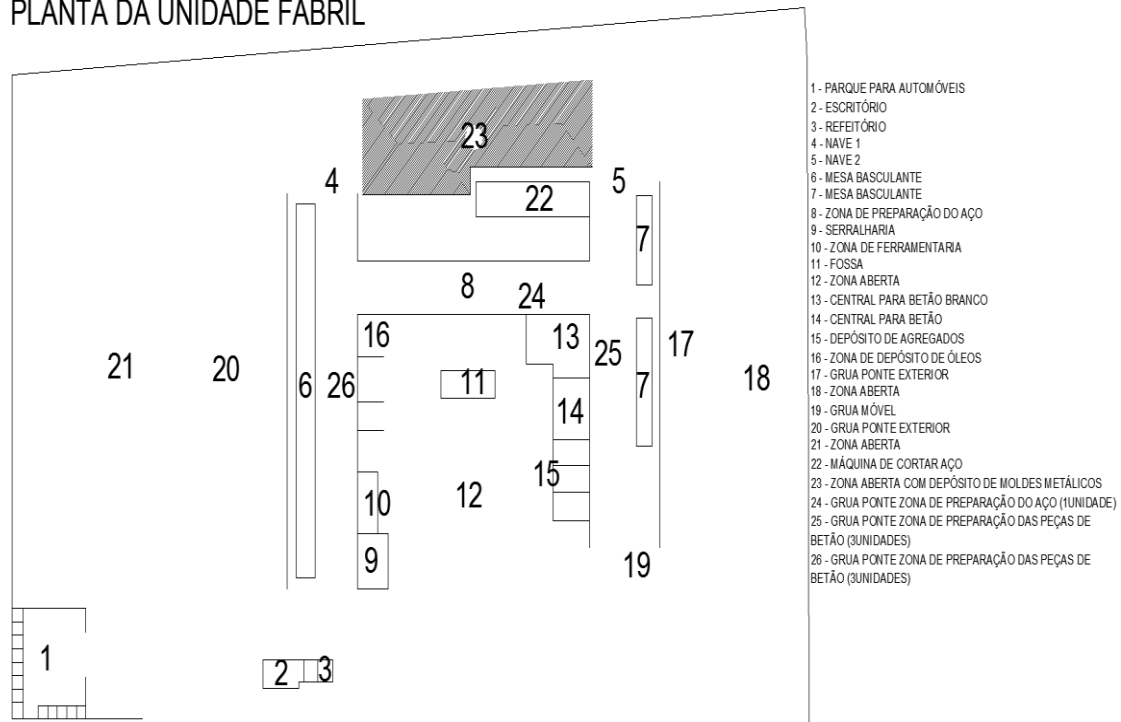


Figura 3.3 - Planta da unidade fabril –Layout geral.

A análise do *layout* da unidade fabril permitiu identificar diversos problemas, em termos de organização, que serão abordados posteriormente como possível melhoria (ver capítulo 4).

Ao nível dos equipamentos, para além dos apresentados na figura 3.3, a unidade fabril estava dotada dos seguintes equipamentos:

- Dois camiões de cargas;
- Um carro grua;
- Duas autobetoneiras;
- Três empilhadores;
- Dois carros de transporte de betão.

A manutenção dos equipamentos era realizada pelo chefe de equipa da serralharia.

A análise aos equipamentos permitiu detetar diversos problemas importantes para o bom funcionamento do sistema de produção que serão abordados no capítulo 4.

3.4 Análise dos resultados dos inquéritos

Os inquéritos realizados tiveram em conta o perfil dos inquiridos segundo as suas funções.

No quadro 3.1 caracterizam-se os colaboradores inquiridos, nomeadamente o número, a idade e a permanência ou não no quadro de contratações da organização.

Quadro 3.1 - Caracterização dos inquiridos.

Função na unidade fabril	Nº. Inquiridos	Quadro da organização	Idade (anos)
Diretor	1	Sim	35
Administrativa	1	Sim	40
Encarregado geral	1	Sim	52
Servente	2	Não	19/45
Serralheiro chefe	1	Sim	57
Operador de cargas	1	Sim	48
Operário de máquinas	1	Não	46
Armador de ferro	1	Sim	48
Técnico de laboratório	1	Sim	28
Chefe de equipa	1	Sim	49

A escolha em termos de função teve o objetivo de conseguir alcançar todas as tarefas importantes realizadas na unidade fabril de modo a recolher uma informação mais relevante para o caso de estudo.

Os anos de experiência profissional também foram tratados estatisticamente de modo a perceber a qualidade de respostas que os inquiridos poderiam oferecer.

A figura 3.4 demonstra em percentagem a experiência profissional dos inquiridos.

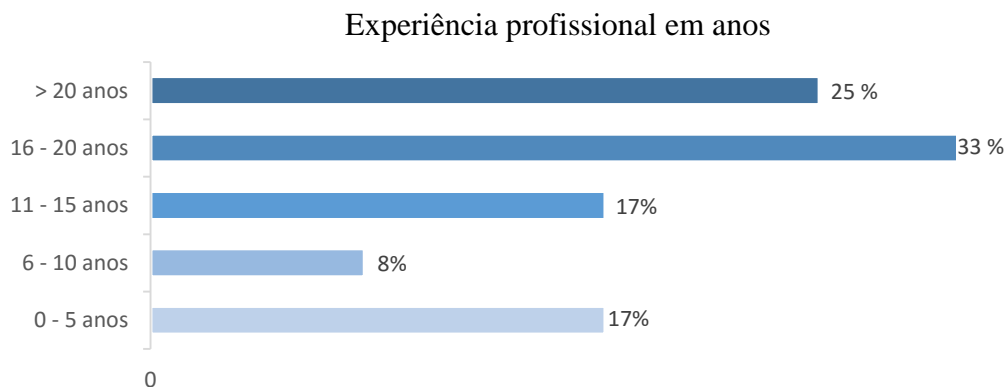


Figura 3.4 - Resultado do inquérito à questão: “Experiência profissional em anos”.

Analisando a figura 3.4 pode concluir-se que cerca de 3/4 dos inquiridos têm 10 ou mais anos de experiência profissional, o que demonstra a qualidade da amostra.

3.4.1 Análise dos dados do grupo I – Planeamento

O grupo I dos inquiridos teve como principal objetivo perceber a ideologia de pensamento da organização no âmbito do planeamento, de modo a verificar o porquê de certos problemas estarem a ocorrer no momento da análise do caso de estudo, quando se procedeu à observação direta.

Na opinião dos inquiridos, o planeamento de produção, de transporte e de *stock* é mau, como se pode confirmar no resultado às perguntas realizadas e apresentadas nas figuras 3.5 a 3.7.

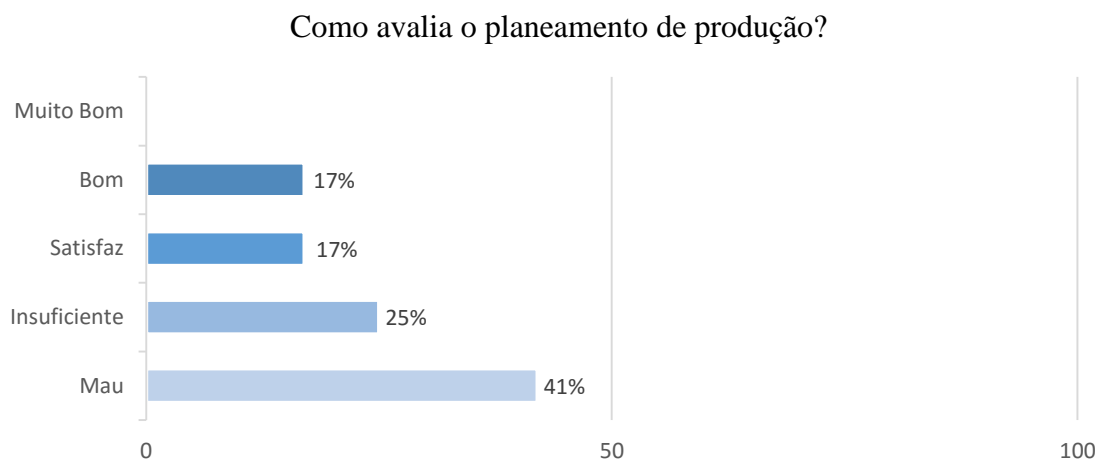


Figura 3.5 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de produção?”.

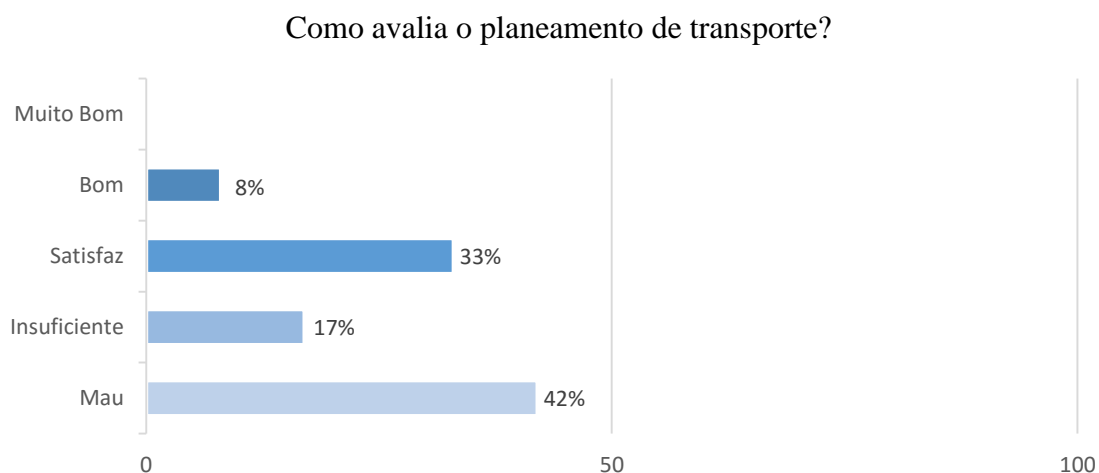


Figura 3.6 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de transporte?”.

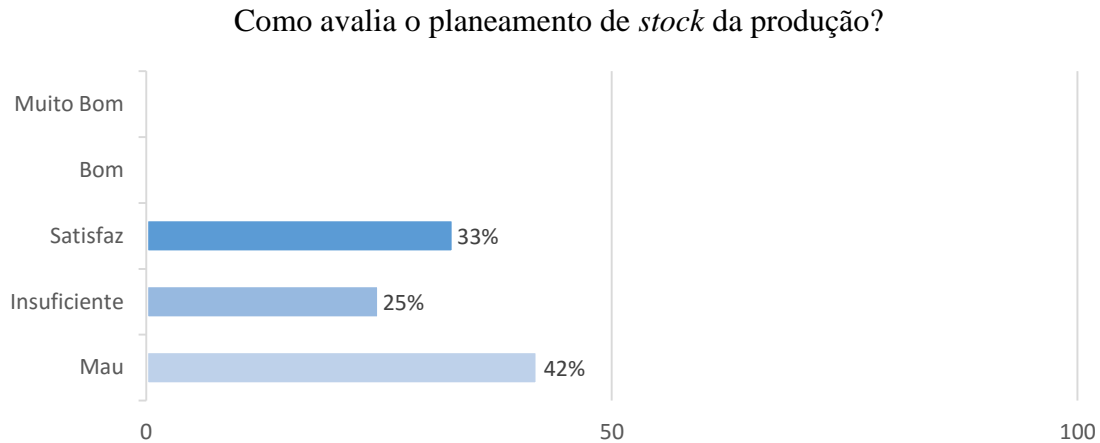


Figura 3.7 - Resultado do inquérito à questão: “Como avalia o planeamento de *stock* de produção?”.

Analisando as figuras anteriores verifica-se que o planeamento de produção, de transporte e de *stock* é, maioritariamente, considerado mau e insuficiente. Esta constatação verificou-se também na análise da observação direta.

Dos resultados dos inquéritos juntamente com a observação direta constatou-se que existia falta de comunicação entre a direção e os restantes colaboradores, desorganização no interior da fábrica e no escritório. Foi ainda detetada uma utilização inadequada de certos procedimentos.

Na observação direta detetou-se que os procedimentos utilizados na zona de produção apresentavam certas ineficiências, tais como, o planeamento diário de produção apresentava uma percentagem média de planeamento cumprido baixa. Nos inquéritos realizados não se veio a verificar o constatado, pois, segundo o resultado dos inquéritos, na grande maioria a percentagem média de planeamento de produção cumprido apresentava-se entre os 81 e os 100%.

Na figura 3.8 apresenta-se os resultados obtidos.

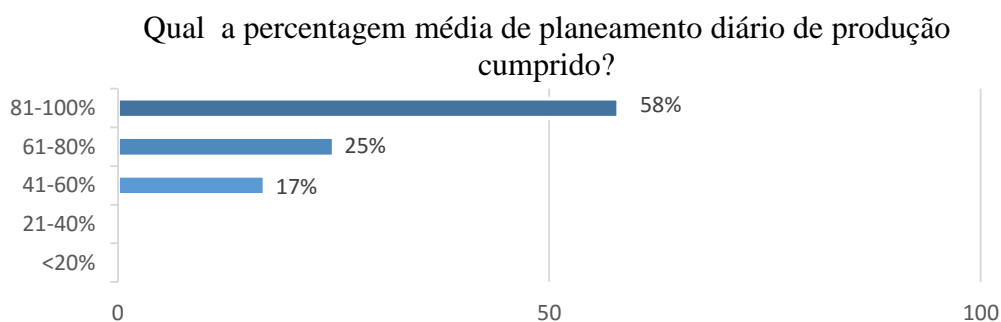


Figura 3.8 - Resultados do inquérito à questão: “Qual é a percentagem média de planeamento diário de produção cumprido?”.

Os resultados obtidos quando comparados com o que se verificou em observação direta não corrobora com a realidade.

As diferenças encontradas entre o resultado dos inquéritos e a observação direta pode ser explicada pelo seguinte:

- 1.º O planeamento é realizado pelo diretor da unidade fabril;
- 2.º O secretariado entrega aos chefes de equipa de produção um planeamento de produção diário provisório;
- 3.º Os chefes de equipa analisam e verificam o que é realmente possível realizar na produção;
- 4.º Os chefes de equipa entregam na secretaria um plano de produção com o que realmente é possível de produzir (estimativa).

A percentagem de planeamento cumprido é respetivamente de cerca de 86%. Analisando-se um mês de fabrico, contudo esse planeamento é o realizado pelos chefes de equipa e não o planeamento realizado pela direção que, em termos médios, é de cerca de 50% a 60% cumprido.

Esta percentagem baixa (50 a 60%) de planeamento realizado pela direção proporciona mais tarde grandes descontrolos da produção, e um impacto negativo em termos de produção. A baixa percentagem de planeamento cumprido pode ser explicada devido à falta de mão-de-obra qualificada, à falta de material, aos equipamentos defeituosos, à desorganização, à deficiente comunicação e ineficiente planeamento.

Para se analisar o porquê da falta de organização percebida e tempo perdido dentro da produção fabril, foi questionado nos inquéritos como é que os colaboradores consideravam a informação recebida sobre o planeamento. A figura 3.9 representa os resultados obtidos.

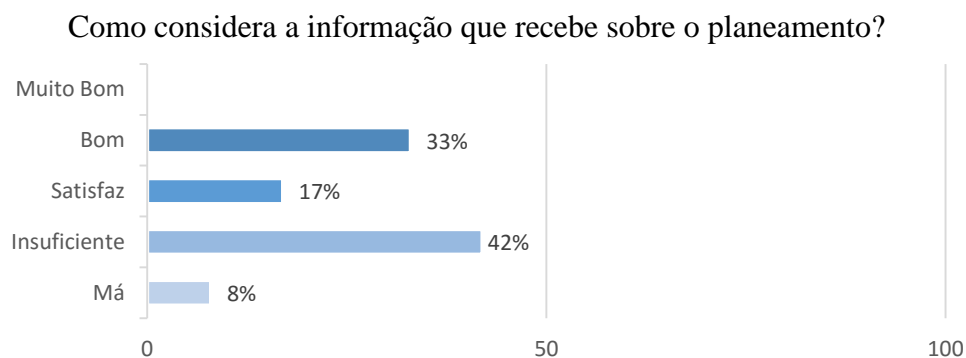


Figura 3.9 - Resultado do inquérito à questão: "Como considera a informação que recebe sobre o planeamento?"

A figura 3.9 evidencia que existe 50% de colaboradores que recebem tendencialmente informação reduzida sobre o planeamento, o que provoca problemas no sistema de produção.

Para finalizar o grupo I dos inquéritos questionou-se se seria possível melhorar o processo de planeamento e produção, tendo 100% dos inquiridos respondido que sim, propondo as seguintes medidas de melhoria:

- Mais comunicação;
- Mais organização.

3.4.2 Análise dos dados do grupo II – Gestão da unidade fabril

As questões do grupo II foram desenvolvidas de modo a perceber a gestão da unidade fabril em termos de respeito, regras, objetivos, ligação entre os intervenientes e ideologias de pensamento.

No quadro 3.2 sintetiza-se e apresenta-se as respostas obtidas às questões que foram realizadas no âmbito do grupo II.

Quadro 3.2 - Questões do grupo II: Gestão da unidade fabril.

Grupo II - Gestão da unidade fabril		
Questões	Sim	Não
1. Sabe quem é o diretor da unidade fabril?	83%	17%
2. Devia de haver mais interação entre colaboradores e o gestor?	92%	8%
3. Acha que são necessárias reuniões regulares com os colaboradores para expressarem as suas opiniões?	92%	8%
4. As regras e estratégias da empresa são justas?	25%	75%
5. Acha que são precisas regras e estratégias?	100%	0%
6. Sabe quem é o supervisor?	92%	8%
7. O seu supervisor é justo?	75%	25%
8. Respeita o seu supervisor?	100%	0%
9. O seu supervisor respeita-o?	100%	0%
10. O seu supervisor sabe o que faz?	75%	25%
11. Entende que tem pessoas competentes a liderar a sua área?	58%	42%
12. Precisa de líderes?	83%	17%
13. Sabe quais são os objetivos para o seu departamento?	33%	67%
14. Gostaria de saber quais são?	75%	25%
15. Deseja, mais tarde, vir a ser promovido para um cargo de chefia?	25%	75%

O quadro 3.2 evidencia que, em termos de conhecimento e respeito entre os colaboradores e os respetivos superiores, existe uma liderança imposta, visto que ambos se respeitam. Em termos de comunicação entre os colaboradores da direção e os colaboradores da produção, constatou-se que existiam problemas.

Analisando-se o quadro 3.2 verifica-se que a maioria dos trabalhadores gostaria que existisse mais comunicação entre gestor e os restantes colaboradores.

Para que possa haver mais comunicação entre todos os colaboradores, deveria de existir um espaço físico e temporal onde os colaboradores expressem as suas opiniões.

Em termos dos objetivos da organização, apesar da direção saber quais são, mais de metade dos colaboradores inquiridos não conhecia os objetivos do seu departamento, o que demonstra falta de comunicação e interação entre a gestão e os restantes colaboradores.

Analisando-se a última questão, 75% dos inquiridos não deseja um dia mais tarde vir a ser promovido para um cargo de chefia. A explicação encontrada para tal deve-se ao facto de os colaboradores sentirem falta de motivação na organização e também devido à sobrecarga laboral a que os colaboradores estavam expostos, o que, em termos de um cargo mais elevado, acarretaria ainda mais sobrecarga, no entender dos colaboradores.

3.4.3 Análise dos dados do grupo III – Valorização pessoal e empresarial

O inquérito referente ao grupo III teve como objetivo principal perceber o valor que a organização atribui aos seus colaboradores e qual o valor que os colaboradores atribuem à sua organização, de modo a perceber qual a valorização existente entre a organização e os seus colaboradores.

No quadro 3.3 sintetiza-se e apresenta-se as respostas obtidas às questões que foram realizadas no âmbito do grupo III.

Quadro 3.3 - Grupo III: Valorização pessoal e empresarial.

Grupo III - Valorização pessoal e empresarial			
Questões		Sim	Não
1.	É tratado com justiça?	42%	58%
2.	Sente-se discriminado por algum motivo?	50%	50%
3.	É respeitado?	92%	8%
4.	Tem algo a oferecer a esta empresa que não esteja a ser utilizado?	75%	25%
5.	Esta empresa preocupa-se consigo?	25%	75%
6.	Preocupa-se com esta empresa?	100%	0%
7.	Sente orgulho da empresa?	42%	58%
8.	Sente vergonha da empresa?	25%	75%
9.	Sabe quem somos (empresa) e o que fazemos?	92%	8%
10.	Gostaria de ter voz ativa em assuntos como a qualidade, produtividades e regras?	75%	25%
11.	Deveria haver reuniões onde qualquer um pudesse expressar as suas opiniões?	92%	8%
12.	Participa nas reuniões que lhe dizem respeito à sua função?	83%	17%

Analisando-se o quadro 3.3, a primeira questão indica que 58% dos colaboradores não são tratados com justiça. Esta percentagem é devido ao facto da maioria dos trabalhadores se encontrar sobrecarregado, nas funções que ocupa no interior da organização e nem sempre existe o devido reconhecimento por parte da empresa. Estes aspetos geram assim um ambiente de injustiça.

O não aproveitamento do potencial humano é evidente em todos os grupos do inquérito realizado. Na questão quatro, quando se pergunta se os colaboradores têm algo a oferecer à empresa que não esteja a ser devidamente utilizado, 75% respondeu que sim, o que sugere que os colaboradores não são ouvidos, e não podendo assim contribuir para a melhoria do sistema.

Devido à sobrecarga laboral, mal-estar, descontentamento e à falta de reconhecimento, os colaboradores, quando responderam à questão se empresa se preocupava com eles, 75% respondeu que não, demonstrando o seu descontentamento para com a organização.

A questão sete, demonstra também o descontentamento gerado no interior da organização no qual se registou que 58% dos colaboradores não sente orgulho na organização.

Conclui-se que os colaboradores, é que fazem com que a organização seja valorizada. Sem pessoas as organizações não podem existir. Consegue-se evidenciar assim uma grande lacuna nesta organização, pela falta de valorização e de reconhecimento dos seus colaboradores.

3.4.4 Análise dos dados do grupo IV – Produção

As questões do inquérito no grupo IV tiveram como objetivo obter e concluir diversas constatações que se observaram na zona de produção, destacando-se as seguintes:

- Funções e tarefas;
- Condições de trabalho;
- Segurança;
- Sistema da qualidade;
- Perceção do conhecimento dos desperdícios de produção e a importância atribuída por parte dos colaboradores.

Analisando-se as questões sobre as funções e as tarefas no caso de estudo obtiveram-se os resultados ilustrados nas figuras 3.10 a 3.12.

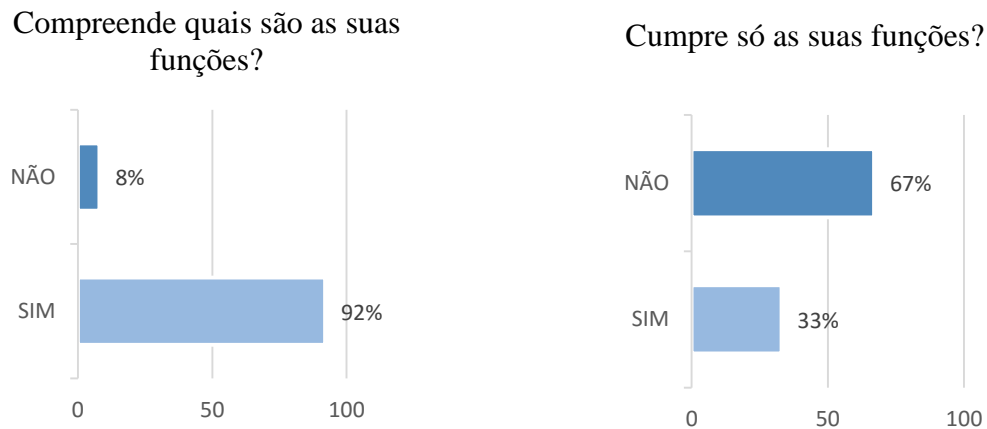


Figura 3.10 - Resultado do inquérito às questões: “Compreende quais são as suas funções?; Cumpre só as suas funções?”.

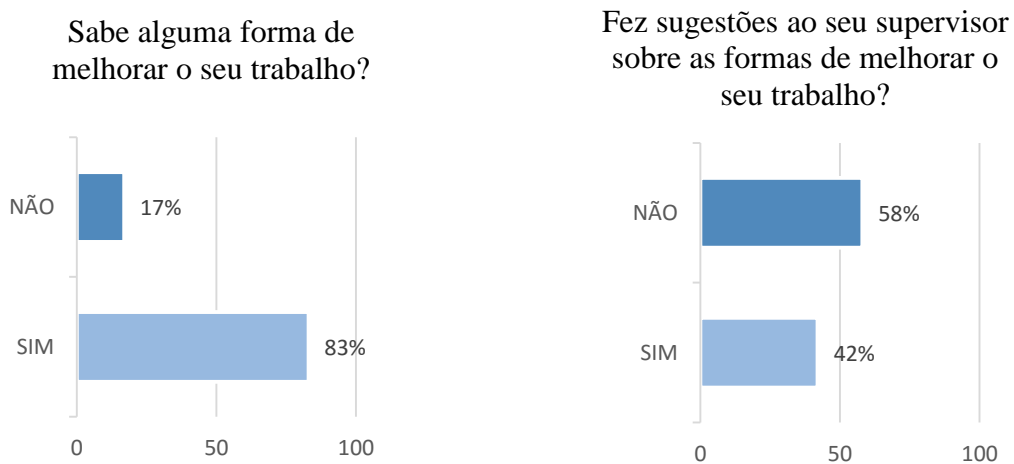


Figura 3.11 - Resultado do inquérito às questões: “Sabe alguma forma de melhorar o seu trabalho?; Fez sugestões ao seu supervisor sobre as formas de melhorar o seu trabalho?”.

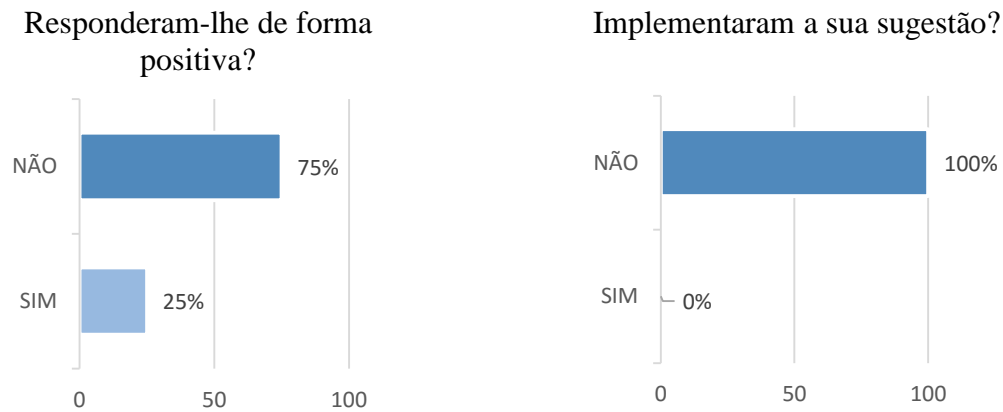


Figura 3.12 - Resultado do inquérito às questões: “Responderam-lhe de forma positiva?; Implementaram a sua sugestão?”.

Analisando-se os resultados das figuras anteriores, pode-se observar que a maioria dos colaboradores cumprem mais do que as suas funções, o que leva a uma enorme sobrecarga de trabalho, tendo sido alegado que a organização não os valoriza.

Em termos de comunicação e troca de impressões, existe um problema derivado das ordens que advêm da direção, as mesmas devem ser cumpridas independentemente da opinião dos colaboradores, mesmo que os mesmos tenham conhecimento de que algo pode ser realizado de uma forma mais eficaz. Este facto conduz à desmotivação, pois, por vezes os colaboradores sabem que estão a produzir mal mas continuam sem poderem dar a sua opinião de melhoria.

Através da observação direta pode concluir-se que a área de produção era muito desorganizada e os colaboradores perdiam muito tempo à procura do material diminuindo o seu desempenho. Os inquéritos, às questões relacionadas com as condições de trabalho, tiveram como objetivo confirmar o observado na produção.

As figuras 3.13 a 3.14 apresentam as perguntas dos inquéritos e os respetivos resultados.

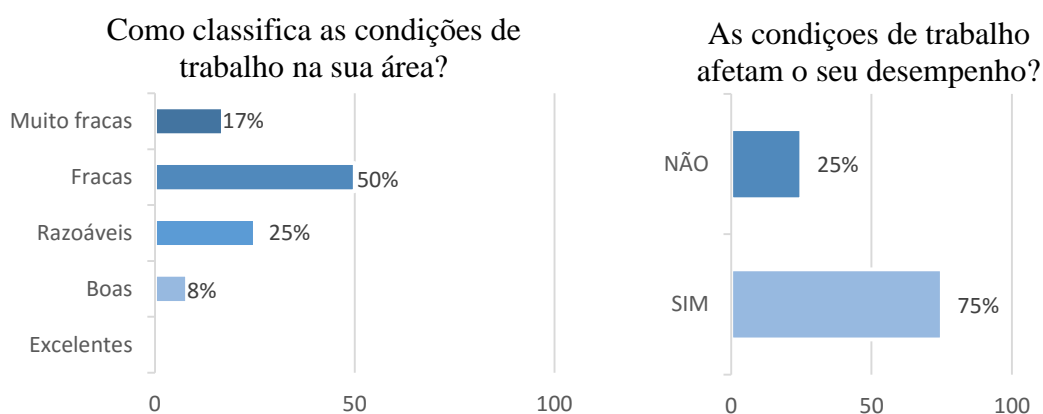


Figura 3.13 - Resultado do inquérito às questões: “Como classifica as condições de trabalho na sua área?; As condições de trabalho afetam o seu desempenho?”.

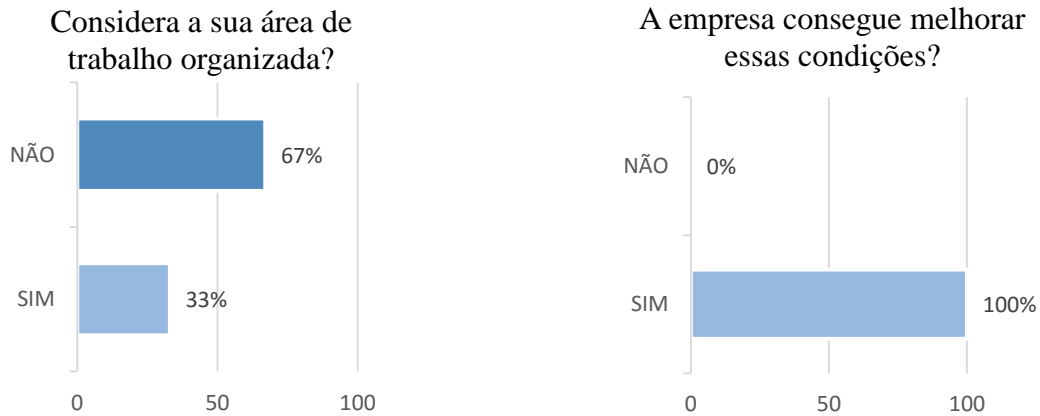


Figura 3.14 - Resultado do inquérito às questões: “Considera a sua área de trabalho organizada?; A empresa consegue melhorar essas condições?”.

As figuras 3.15 e 3.16 ilustram as questões dos inquéritos e os resultados dos inquéritos sobre a segurança.

Analisando estas figuras, verifica-se que, em termos de segurança, os trabalhadores tinham conhecimento das regras de segurança e dos equipamentos de segurança obrigatórios, mas nem sempre cumpriam as regras de segurança impostas, como se verificou através da observação direta.

Em termos da formação ao nível de segurança os colaboradores assistiam a filmes que exemplificava como se devia proceder nas diversas situações de perigo. Por vezes, essas formações não eram suficientes pois os vídeos a que os colaboradores assistiam eram em português e muitos dos colaboradores não falavam nem compreendiam bem a língua portuguesa e alguns dos filmes não se adequavam à organização.

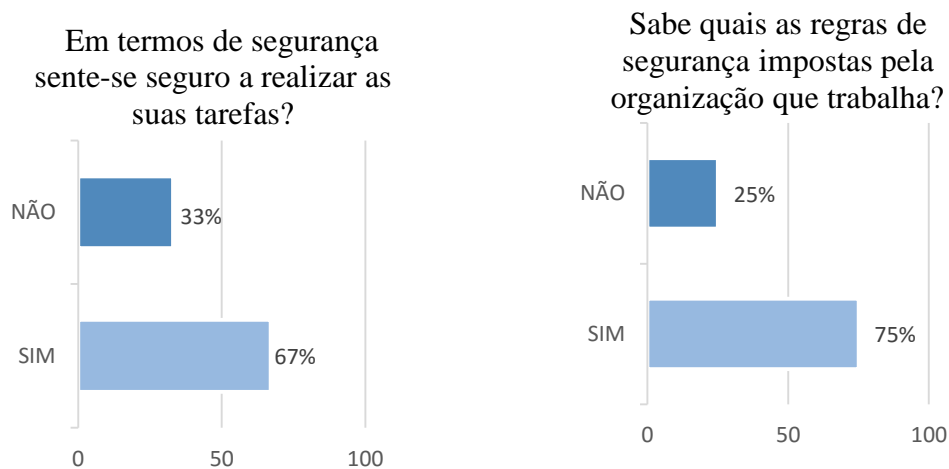


Figura 3.15 - Resultado do inquérito às questões: “Em termos de segurança sente-se seguro a realizar as suas tarefas?; Sabe quais as regras de segurança impostas pela organização que trabalha?”.

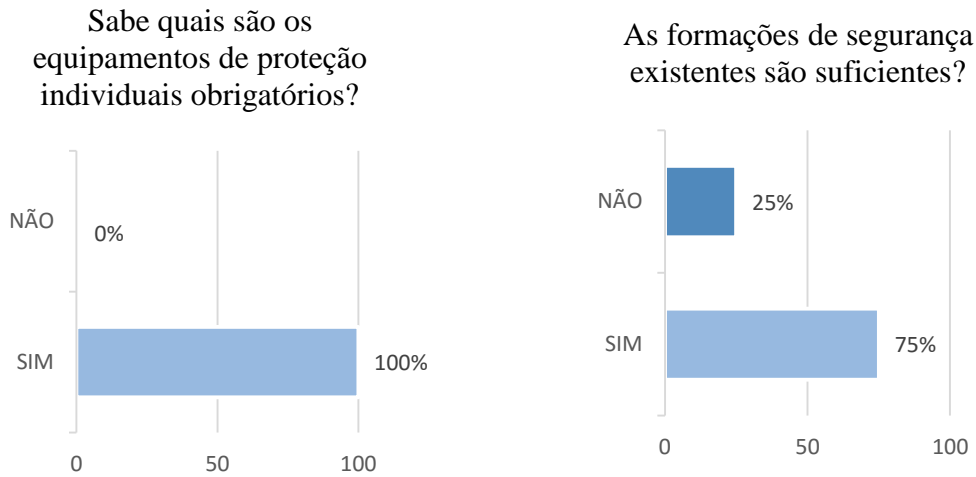


Figura 3.16 - Resultado do inquérito às questões: “Sabe quais são os equipamentos de proteção individuais obrigatórios?; As formações de segurança existentes são suficientes?”.

A figura 3.17 apresenta os resultados das questões acerca da política da qualidade e de quem está encarregue de controlar a qualidade.

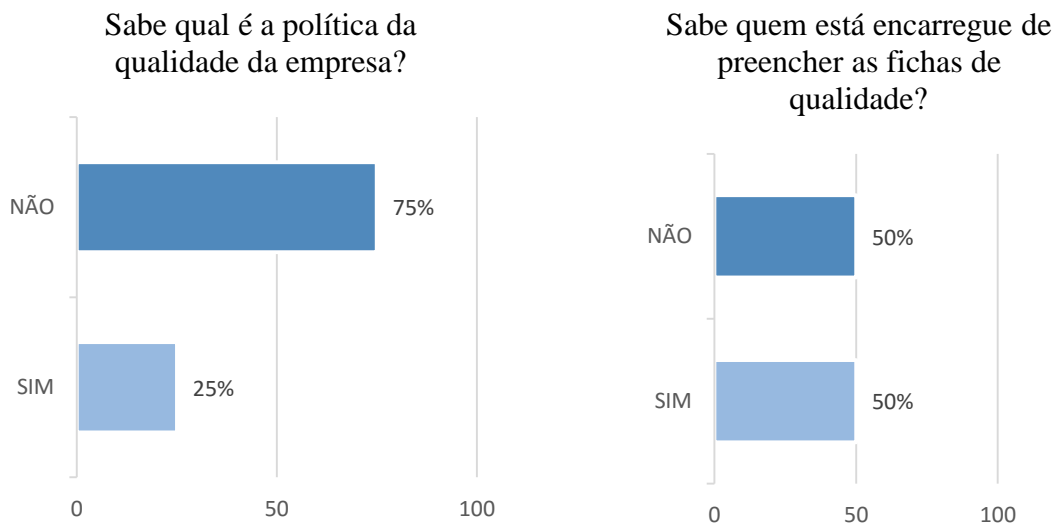


Figura 3.17 - Resultado do inquérito às questões: “Sabe qual é a política da qualidade da empresa?; Sabe quem está encarregue de preencher as fichas de qualidade?”.

Analisando-se a figura 3.17 verifica-se que 3/4 dos colaboradores não conhecia a política da qualidade da empresa. Esta questão colocou-se com intuito de perceber em termos numéricos o que foi constatado na observação direta, pois, os colaboradores desconheciam a política da qualidade, a norma da qualidade em vigor na sua organização, e também não respeitavam o preenchimento das folhas de qualidade da produção.

As últimas questões do inquérito do grupo IV tiveram em consideração os desperdícios mais comuns. O objetivo principal destas questões era o de quantificar a perceção e o conhecimento por parte dos colaboradores, dos tipos existentes de desperdício, da importância que lhes era dada, da estimativa dos desperdícios na produção, e dos fatores de sucesso de um projeto.

No final do inquérito, colocou-se uma questão aos inquiridos no qual a mesma estava relacionada com a possibilidade da implementação da filosofia *Lean* na organização onde os colaboradores trabalhavam.

A figura 3.18 demonstra estatisticamente qual o conhecimento dos desperdícios mais comuns na produção por parte dos colaboradores.

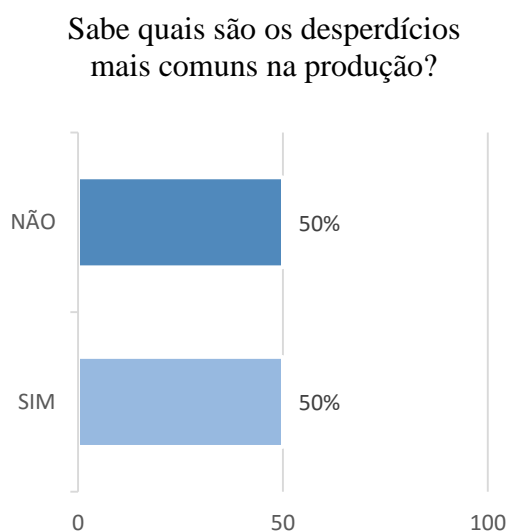


Figura 3.18 - Resultado do inquérito à questão: “Sabe quais são os desperdícios mais comuns na produção?”.

Analisando-se a figura 3.18 observa-se que 50% dos inquiridos não sabem quais são os desperdícios mais comuns na produção.

Comparando-se com a observação direta, caso fossem inquiridos mais colaboradores a percentagem de colaboradores que não sabiam quais os desperdícios mais comuns seria superior a 50%. Isso demonstra que caso fossem realizadas formações e os colaboradores tivessem mais formação para realizar as suas tarefas, alguns dos desperdícios mais comuns eram evitados ou reduzidos.

As figuras 3.19 a 3.22 ilustram a importância atribuída pelos colaboradores em termos de prevenção ou de eliminação dos desperdícios.

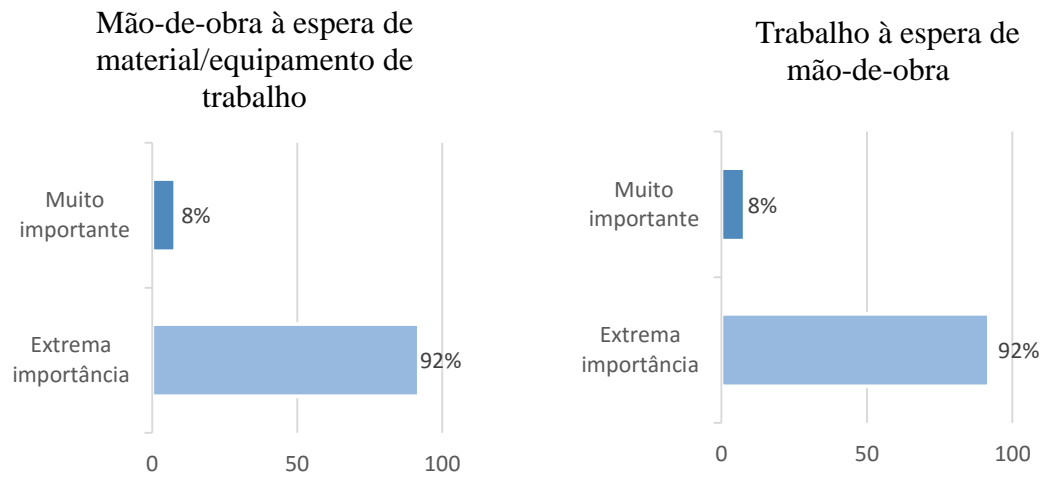


Figura 3.19 - Resultado do inquérito às questões: “Mão-de-obra à espera de material/equipamento de trabalho; Trabalho à espera de mão-de-obra”

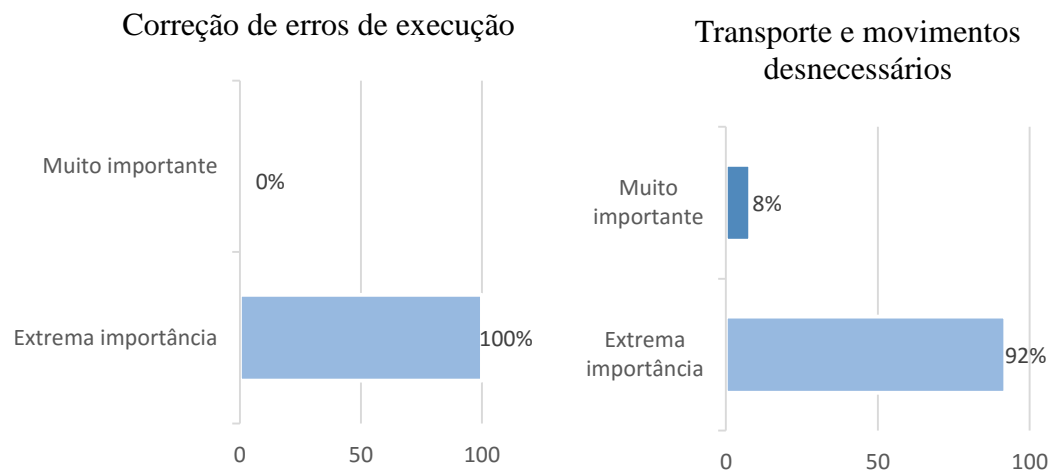


Figura 3.20 - Resultado do inquérito às questões: “ Correção de erros de execução; Transporte e movimentos desnecessários”.

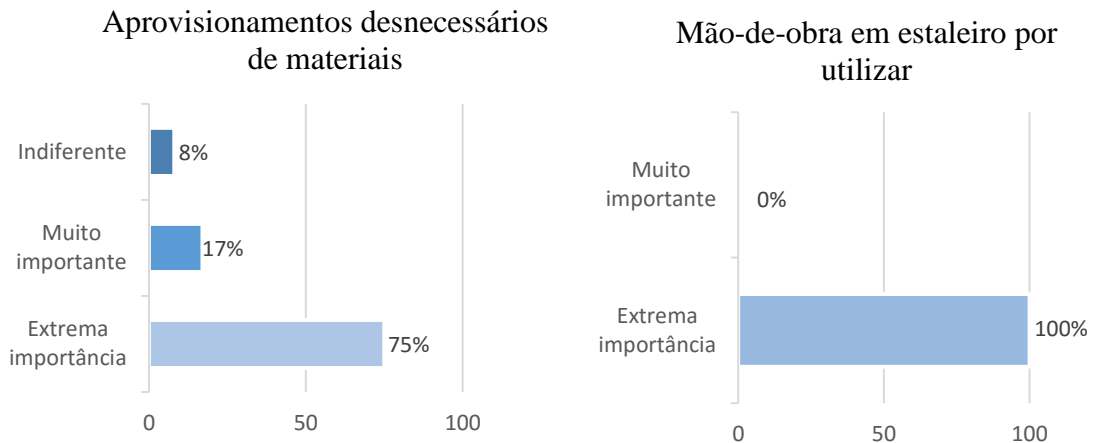


Figura 3.21 - Resultado do inquérito às questões: “ Aprovisionamentos desnecessários de materiais; Mão-de-obra em estaleiro por utilizar”.

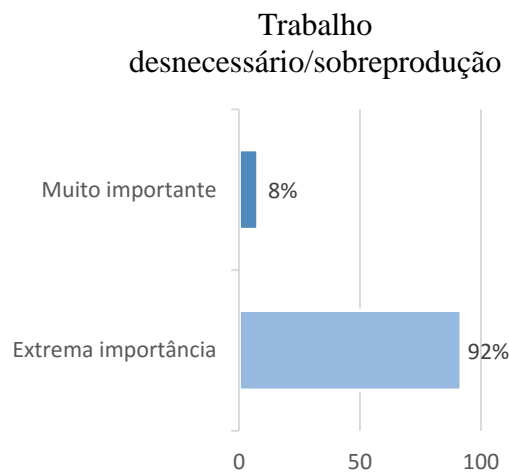


Figura 3.22 - Resultado do inquérito à questão: “ Trabalho desnecessário/sobreprodução”.

Analisando as figuras 3.19 a 3.22, verifica-se que todos os colaboradores inquiridos sabem da importância de eliminar ou prevenir os desperdícios mas comparando com o que foi observado diretamente, ninguém se preocupava em evitar os desperdícios pois o importante era produzir o máximo possível.

As figuras 3.23 a 3.26 representam os resultados obtidos em termos da opinião dos colaboradores, no que motiva a existência dos desperdícios anteriormente abordados.

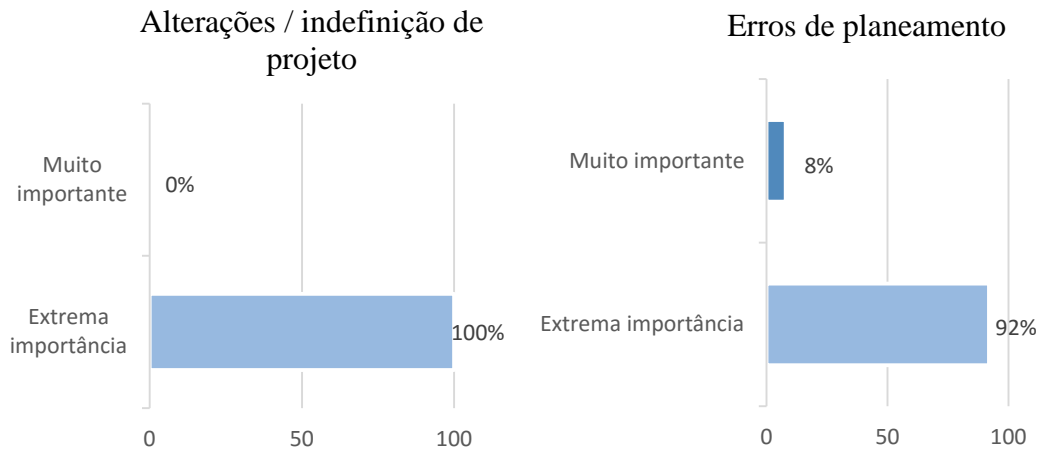


Figura 3.23 - Resultado do inquérito às questões: “Alterações / Indefinição de projeto; Erros de planeamento”.

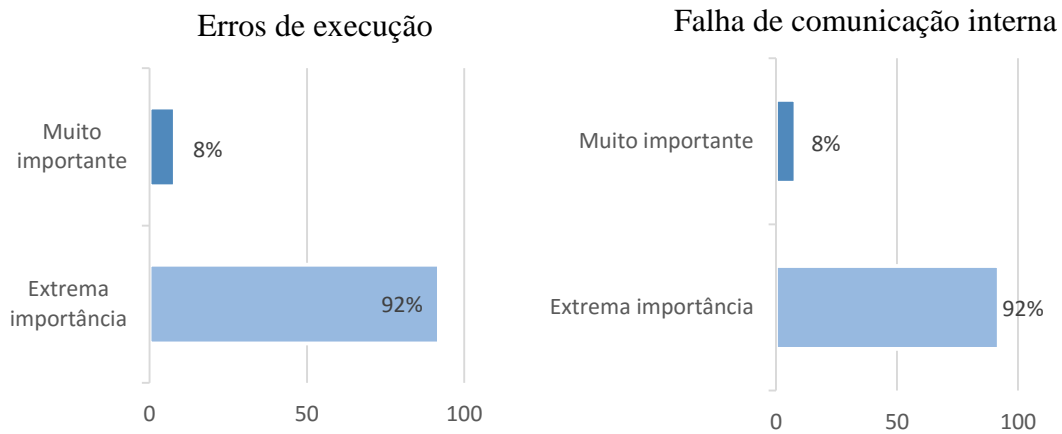


Figura 3.24 - Resultado do inquérito às questões: “Erros de execução; Falha de comunicação”.

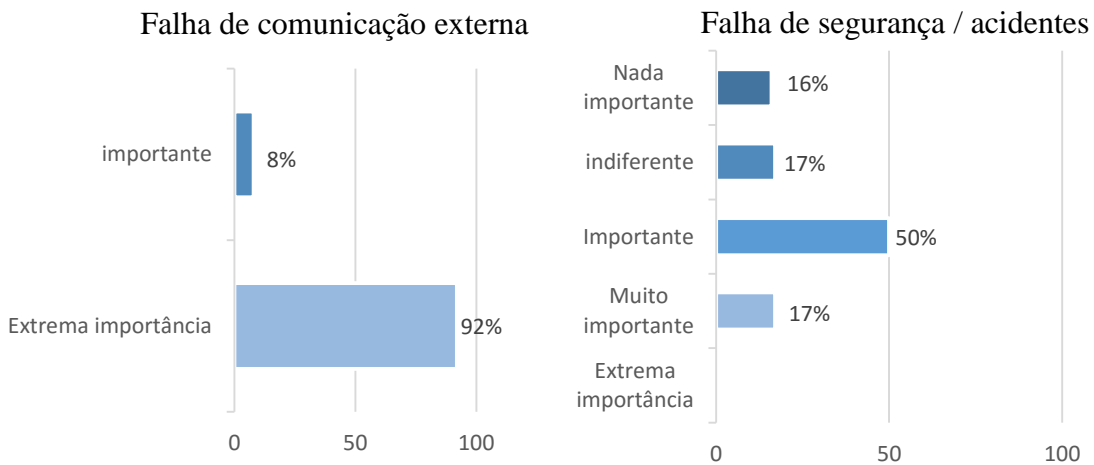


Figura 3.25 - Resultado do inquérito às questões: “Falha de comunicação externa; Falha de segurança / acidentes”.

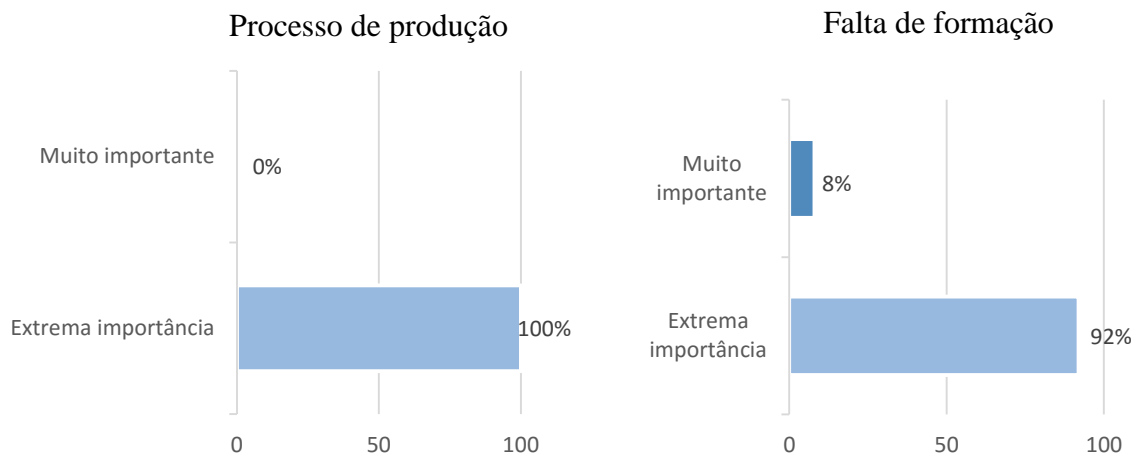


Figura 3.26 - Resultado do inquérito às questões: “Processo de produção; Falta de formação”.

Analisando as figuras 3.23 a 3.26 observa-se que a maioria dos colaboradores identifica que as alterações de projeto, erros no planeamento e execução, falha na comunicação, processos de produção e a falta de formação dos colaboradores tem uma extrema importância na origem dos desperdícios abordados anteriormente.

Em termos de segurança e acidentes no trabalho, 50% dos inquiridos respondeu que os mesmos não são geradores de desperdício.

Comparando com a observação direta, os resultados obtidos estão de acordo com o observado, sendo que a grande maioria dos desperdícios encontrados tem a ver com erros no planeamento, falta de comunicação e falta de formação dos colaboradores.

Quando questionado aos colaboradores, qual o impacto que os desperdícios têm na produção em função de resultados financeiros, cumprimento de prazos, qualidade, satisfação do cliente e nome da organização, obtiveram-se os seguintes resultados ilustrados nas figuras 3.27 a 3.29.

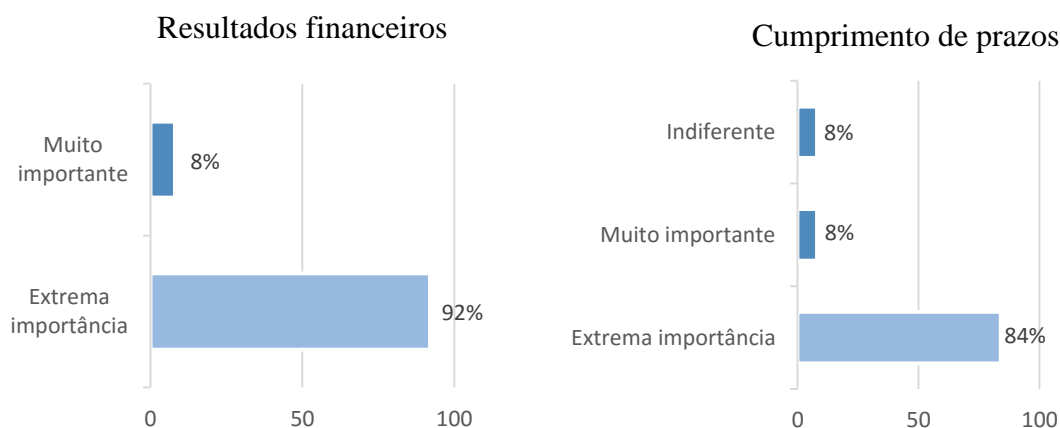


Figura 3.27 - Resultado do inquérito às questões: “ Resultados financeiros; Cumprimentos de prazos”.

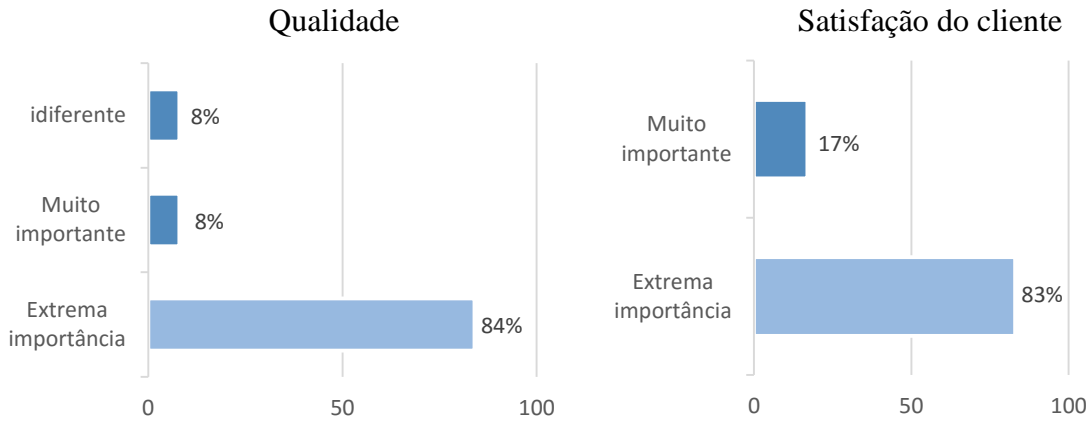


Figura 3.28 - Resultado do inquérito às questões: “Qualidade; Satisfação do cliente”.

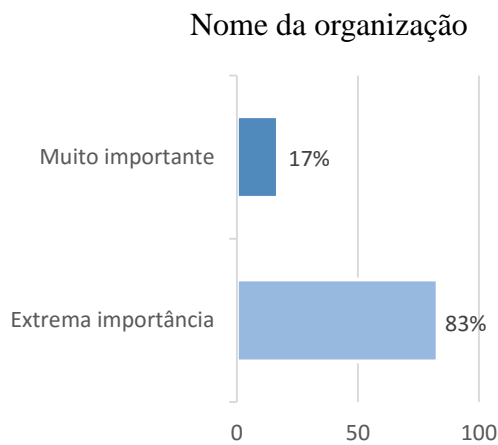


Figura 3.29 - Resultado do inquérito à questão: “Nome da organização”.

Analisando os resultados das figuras 3.27 a 3.29, pode concluir-se que a maioria dos inquiridos identifica que os desperdícios têm extrema importância em termos de impactos negativos nos resultados financeiros, cumprimento de prazos, qualidade, satisfação do cliente e nome da organização.

Na observação direta concluiu-se que existia um elevado número de desperdício na produção. Para analisar matematicamente a veracidade do que foi realmente visionado foi questionado aos colaboradores inquiridos qual era, a seu ver, a estimativa em percentagem de desperdício da produção.

A figura 3.30 ilustra os resultados obtidos.

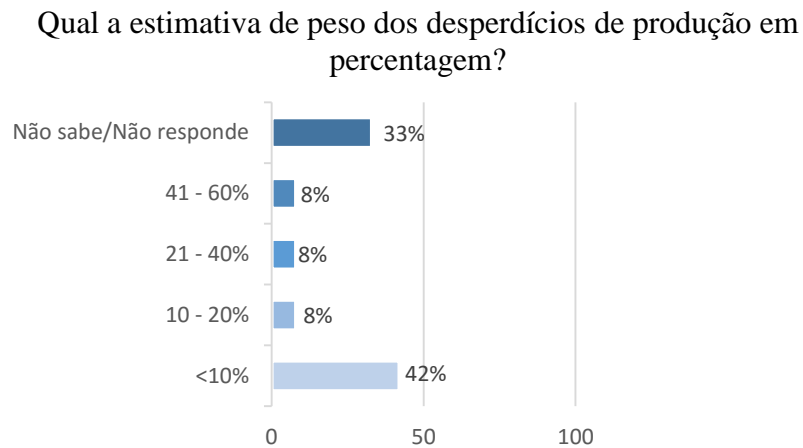


Figura 3.30 - Resultado do inquérito à questão: “Qual a estimativa de peso dos desperdícios de produção em percentagem?”.

Comparando-se a figura 3.30 com o observado diretamente, não se consegue encontrar relação direta com os resultados obtidos nos inquéritos.

Na observação direta, detetaram-se várias anomalias na produção mas, independentemente dessas anomalias, as peças seguiam para obra e só caso fossem devolvidas pelo cliente é que eram consideradas desperdício. Sendo assim, torna-se difícil contabilizar concretamente qual a percentagem de desperdício na produção pois, em certa parte, depende do nível de exigência do cliente.

Os resíduos detetados no interior da unidade fabril poderiam ser devido a incorreta geometria da peça, à cor, ao aspeto visual, entre outros, o que tornava difícil a sua contabilização pois os dados fornecidos pela direção eram reduzidos, impossibilitando o conhecimento do porquê das peças realmente estarem em “locais de resíduos”.

Para concluir o inquérito as duas últimas questões tiveram o intuito de perceberem o que achavam os colaboradores em termos da importância que davam aos fatores para que um projeto fosse considerado um projeto de sucesso e, em termos da possibilidade ou não da implementação da filosofia *Lean* na organização.

As figuras 3.31 a 3.33 ilustram os resultados obtidos.

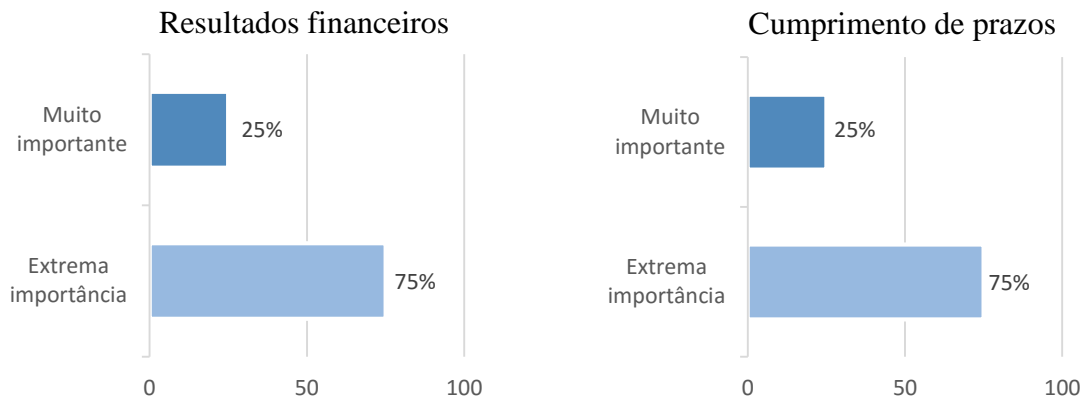


Figura 3.31 - Resultado do inquérito às questões: “Resultados financeiros; Cumprimento de prazos”.

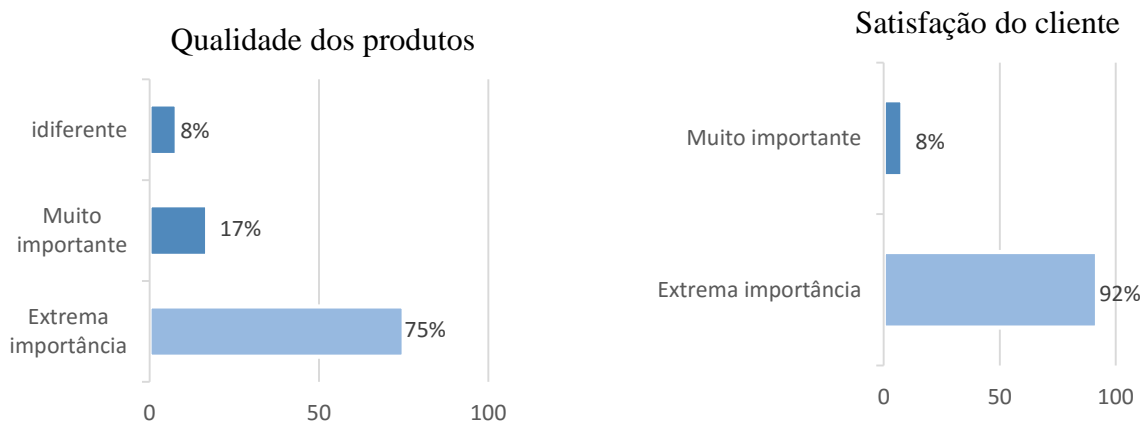


Figura 3.32 - Resultado do inquérito às questões: “Qualidade dos produtos; Satisfação do cliente”.

Acha que é possível implementar a filosofia *Lean* nesta organização?

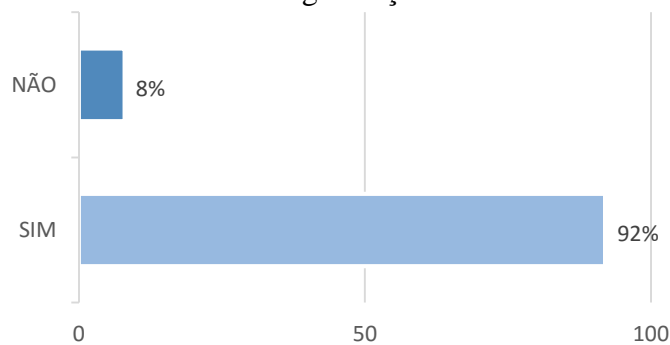


Figura 3.33 - Resultado do inquérito à questão: “Acha que é possível implementar a filosofia *Lean* nesta organização?”.

Analisando-se as figuras 3.31 e 3.32, verifica-se que a maioria dos inquiridos considera ser de extrema importância para o sucesso de um projeto as quatro componentes abordadas no inquérito.

Comparando-se com a realidade do mercado atual, os resultados financeiros, o cumprimento de prazos, a qualidade dos produtos e a satisfação do cliente são os fatores mais importantes para o sucesso de um Projeto. Mas não é garantido que a organização em estudo pratique o que os resultados das figuras 3.31 e 3.32 demonstraram em termos de importância dos fatores de sucesso.

A figura 3.33 revela depois de explicado o conceito da filosofia *Lean* aos inquiridos, que a maioria, ou seja, 92% considera que é possível implementar a filosofia *Lean*.

Dos inquéritos, registou-se um comentário referente à questão apresentada na figura 3.33 onde um colaborador respondeu o seguinte: “*Só se mudarmos a maneira de pensar e agir, desde a direção da empresa até aos restantes colaboradores! Deve haver mais organização!*”

Este comentário reflete, em grande parte, a análise realizada aos inquéritos, pois é necessário haver uma nova mentalidade na organização, mais organização, mais comunicação e mais envolvimento entre a direção e os restantes colaboradores.

4. Propostas de melhoria

4.1 Considerações iniciais

O caso de estudo possibilitou detetar um conjunto de problemas na organização. No presente capítulo são detalhados esses problemas, apresentando-se as suas causas, e quais os desperdícios provocados segundo a filosofia *Lean* e, por fim, são apresentadas as propostas de melhoria segundo a mesma filosofia.

As propostas apresentadas são no sentido de eliminar ou reduzir os desperdícios encontrados, permitindo melhorar o funcionamento da unidade fabril em estudo criando valor.

Os problemas abordados no presente capítulo têm em consideração os pontos estratégicos do funcionamento da unidade fabril, de modo a que as soluções propostas tenham um impacto mais visível quando aplicadas em conjunto.

As soluções propostas para melhoria vão ao encontro da filosofia *Lean* e sempre com uma metodologia de baixo custo ou seja, tendo sempre em conta a sua viabilidade economicamente.

4.2 Problemas encontrados, explicação para a sua ocorrência, desperdícios inerentes e propostas de melhoria segundo a filosofia *Lean*

4.2.1 Mapeamento do Fluxo de Valor atual

A elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor atual permitiu facilitar a identificação de alguns dos desperdícios abordados nos capítulos 2 e 3.

O Mapeamento do Fluxo de Valor atual baseia-se na produção que mais afetava a organização. No momento do estudo, a produção que mais afetava a organização referia-se aos painéis de fachada betão branco.

O desenho do fluxo de produção e de informação consiste na representação integral do processo de troca de informação e do processo de produção, desde o seu início até à sua conclusão, utilizando uma série de ícones, ordenados segundo uma sequência de atividades.

A padronização e a definição dos elementos integrantes do MFV foram propostos por ROTHER e SHOOK (1998), de forma a que esta padronização seja corrente e perceptível por todos.

Analisando-se o sistema de troca de informação desde o pedido do cliente até ao início da produção, foram identificados alguns problemas, nomeadamente:

- A elaboração do projeto e de orçamentação eram muito demoradas, podendo levar vários meses;
- O serviço de compras era demorado. Quando os serviços da produção fabril enviavam o requerimento de materiais, o serviço de compras, alheio à produção fabril poderia demorar cerca de duas a oito semanas para consultar o mercado;
- A troca de informação entre o departamento de projeto e a produção fabril era por vezes repetida, sendo recorrente o envio de desenhos repetidos.

Em virtude destes problemas serem alheios à unidade fabril estudada, a explicação para a sua ocorrência não foi detalhada, visto que, a falta de comunicação é referente a outros problemas que advém de gabinetes exteriores à organização, não se analisando assim o porquê de os mesmos ocorrerem. Deixa-se assim, oportunidade para futuros estudos de análise à compreensão da ocorrência dos problemas abordados anteriormente, de modo a que sejam propostas possíveis melhorias para os atenuar, ou eliminar.

Os desperdícios imputáveis aos problemas detetados nos sistemas de informação do MFV foram os seguintes:

- Esperas: devido ao tempo excessivo que se perdia entre o planeamento e a produção, deixava-se uma margem de tempo de produção muito curta, o que poderia originar problemas diversos. A identificação e a eliminação ou redução destes problemas serão abordados no presente capítulo;
- Sistemas inapropriados: o envio de desenhos repetidos poderá ser eliminado através de sistemas informáticos melhorados.

Analisando-se o MFV atual do sistema de produção, conseguiu-se identificar quais as atividades que eram executadas desde o início da produção até à entrega do produto final ao cliente.

A elaboração do MFV atual permitiu colmatar uma das falhas encontradas na organização, devido à ausência da elaboração do mesmo. Este mapeamento permite compreender, de uma forma rápida e eficaz qual o funcionamento do sistema de informação e de produção do caso de estudo, auxiliando assim a organização a não depender exclusivamente do conhecimento dos colaboradores lá existentes. A sua existência permite à organização não só verificar o funcionamento e identificar desperdícios mas também permite que, aquando das trocas de colaboradores, os mesmos entendam de uma forma rápida qual o funcionamento da organização.

Nos anexos 2, 3 e 6 apresenta-se o MFV atual elaborado, a explicação da simbologia inerente ao mesmo e um quadro de tempos para algumas das atividades do caso de estudo, no qual futuramente poderão ser introduzidos os tempos de modo a serem propostas melhorias.

4.2.2 Escritório e gestão de topo da unidade fabril

No caso de estudo foram identificadas algumas lacunas a nível administrativo (escritório) e da direção de topo da unidade fabril.

Os problemas identificados foram os apresentados em seguida:

- Falta de flexibilidade dos colaboradores na administração;
- Política de planeamento e gestão pouco concisa;
- Baixo envolvimento entre gestão de topo e os restantes colaboradores;
- Falta de consenso entre gestão de topo e os intervenientes no processo de fabrico;
- Estratégia e política de planeamento não normalizada.

Estes problemas ocorriam devido à gestão de topo não conseguir identificar a necessidade crítica de implementar um planeamento que consiga gerar consenso, e que desenvolva aptidões nos colaboradores de modo a que estes se adaptem ao planeamento realizado.

A falta de colaboradores no escritório não era colmatada devido à falta de organização e à falta de formação dos colaboradores, o que levava à inflexibilidade que posteriormente levava a alguns dos problemas detetados na produção e que serão explicitados nos subcapítulos seguintes, como por exemplo, os atrasos no registo das folhas de produção diária, nos pedidos de materiais, erros de planeamento, *entre outras*.

Na sequência dos problemas detetados, foram identificados os seguintes desperdícios:

- Excesso de produção devido a um deficiente planeamento;
- Esperas, devido ao atraso das folhas de produção e a erros de planeamento;
- Transporte e movimentações desnecessárias devido à falta de comunicação e ao desorganizado planeamento de *stock* (inexistente);
- Desperdício do próprio processo: devido aos erros do planeamento que levavam à repetição de peças já fabricadas ou, a erros geométricos que, por si só, também induziam na necessidade de repetição dessas peças;
- *Stock* excessivo: devido ao fraco planeamento que levava a *stocks* desnecessários;
- Defeitos: parte dos defeitos eram devidos ao deficiente planeamento, gerador de vários erros;
- Trabalho desnecessário: os colaboradores repetiam trabalhos desnecessários devido a erros de planeamento.

Com o objetivo de eliminar/reduzir os desperdícios inerentes aos problemas detetados, propõe-se que sejam implementadas as seguintes medidas:

- Aplicação do planeamento *Hoshin Kanrin*, o qual permitirá desenvolver e normalizar um planeamento que geria consensos e que ao mesmo tempo todos o cumpram quando normalizado, eliminando/reduzindo os diversos problemas detetados;
- Aplicação da matriz de versatilidade dos colaboradores (ver anexo 1), dando-se formação aos mesmos, de forma a que quando um colaborador falte, a organização consiga colmatar essa falta com outro colaborador sem que hajam diferenças significativas entre eles.

4.2.3 Sistema de gestão da qualidade e qualidade dos produtos

Para que uma organização seja detentora da certificação do sistema de gestão da qualidade, deverá interiorizar o significado e o que proporciona uma boa implementação do sistema de gestão da qualidade.

O sistema de gestão da qualidade é uma ferramenta que proporciona a padronização de processos e o controlo sobre os mesmos, possibilitando assim aferir a eficiência dos processos e verificar a sua eficácia, com o intuito de melhorar a satisfação do cliente melhorando continuamente os seus processos.

A implementação de um sistema de gestão da qualidade proporciona o estabelecimento de metas a alcançar e permite a verificação do cumprimento das mesmas, dando consistência aos produtos e serviços.

Os problemas detetados no sistema de gestão da qualidade e na qualidade dos produtos da organização foram os seguintes:

- Desconhecimento total por parte dos colaboradores (incluindo a direção) de qual a certificação atribuída à organização;
- Os colaboradores desconheciam qual a política da qualidade da organização;
- Existia falta de registos das não conformidades;
- Por vezes existia a falta de preenchimento das Fichas da qualidade dos produtos;
- Não existiam metas pré-estabelecidas para a qualidade dos produtos;
- Existia falta de formação dos colaboradores sobre o que significa e como se deve proceder quando se detém uma certificação do sistema de gestão da qualidade;
- O dossiê que era entregue ao cliente no final da produção com as evidências do controlo da qualidade apresentava algumas lacunas no preenchimento de fichas que não estavam conformes com realidade;
- Existia ausência de um controlo da qualidade normalizado aos produtos produzidos;
- O processo de produção nas mesas basculantes era limitado devido aos defeitos da própria mesa (ver figura 4.1);
- Quando existiam peças com defeitos não eram realizados registos para a identificação da razão do aparecimento dos defeitos (ver a figura 4.2 representativa de uma peça com defeito);
- Devido à falta de verificação da qualidade das peças, todas as peças iam para obra mesmo não estando nas perfeitas condições, o que leva a que posteriormente as peças sejam devolvidas, acarretando impactos económicos no transporte, tempo e atrasando todo o processo.

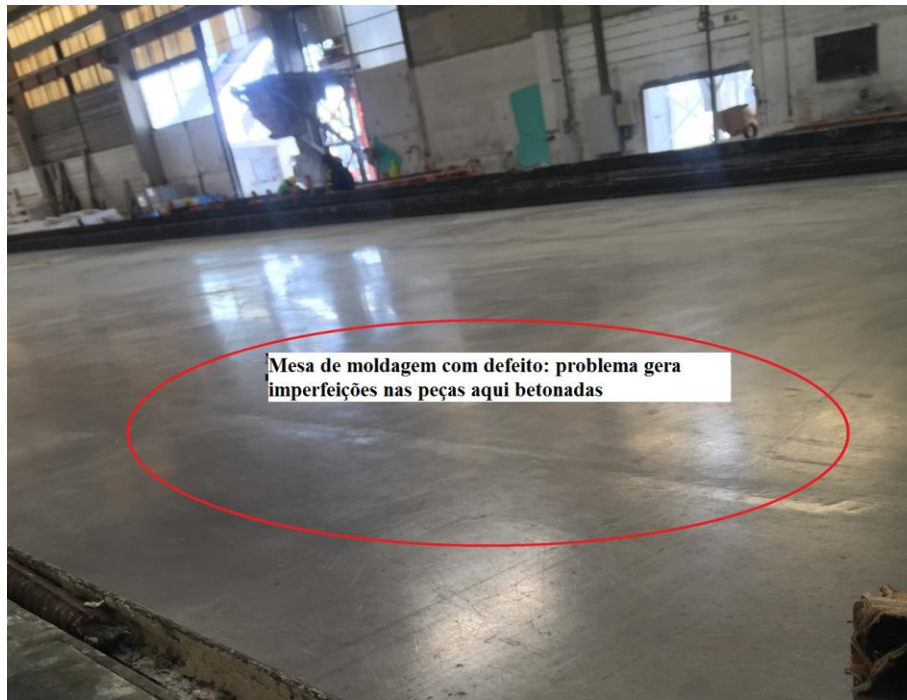


Figura 4.1 - Mesa basculante de moldagem com defeito criando imperfeições nas peças.

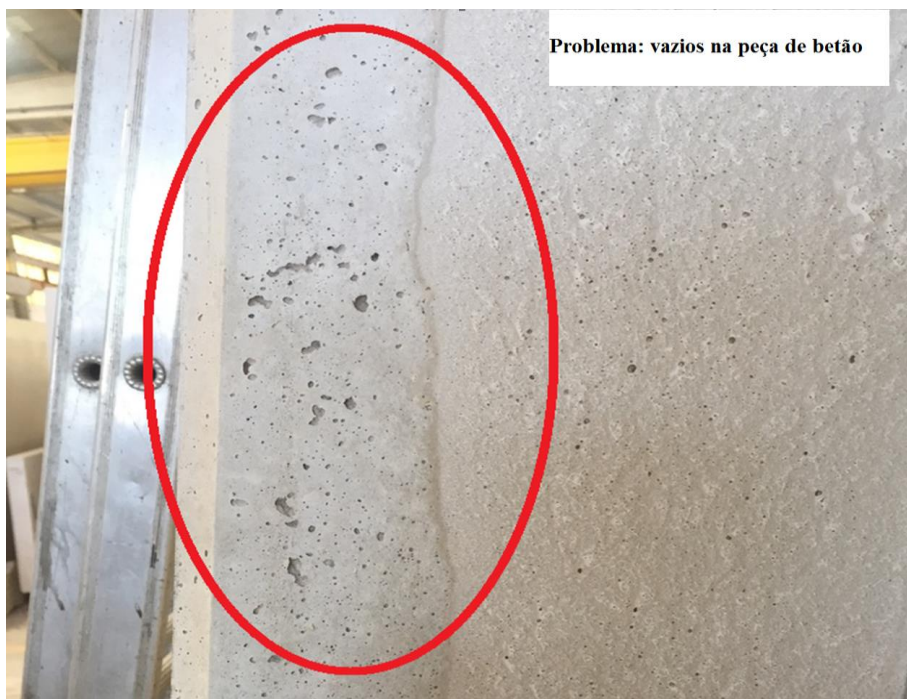


Figura 4.2 - Peça por reparar, problema com vazios.

Os problemas representados nas figuras 4.1 e 4.2 devem-se em grande parte ao facto da organização não aplicar constantemente a certificação do sistema de gestão da qualidade que detém.

Não foi detetado a existência de processos de normalização, registos, mentalidade de querer melhorar e uma eficaz implementação do sistema de gestão da qualidade.

Os desperdícios detetados inerentes à deficiente implementação do sistema de gestão da qualidade foram os seguintes:

- Esperas: devido a reparações de peças;
- Desperdício do próprio processo: a falta imposição de qualidade nos processos provoca desperdícios;
- Defeitos: a falta de qualidade no processo provoca o aparecimento defeitos;
- Transporte e movimentações: a movimentação de peças para a zona de reparações era um desperdício;
- Trabalho desnecessário: a existência de uma tarefa unicamente para proceder a reparações tornava-se num trabalho desnecessário;
- Desperdício de energia e materiais;
- Desperdício de serviços: a unidade fabril detinha uma certificação do sistema de qualidade mas não usufrui-a dos possíveis benefícios.

Analisando-se o sistema de gestão da qualidade da organização detetou-se a existência de oportunidade substancial de melhorias. As melhorias propostas e identificadas que podem ser realizadas são as seguintes:

- Aplicação o TQM;
- Formação dos colaboradores sobre o que é e como se aplica o sistema de gestão da qualidade;
- Criação de um sistema de qualidade real e que se aplique à organização;
- Elaboração de Fichas de registo de qualidade mais diretas e eficientes;
- Aplicação do ciclo de Deming: planejar, executar, verificar, atuar, registando tudo para potenciar assim a melhoria continua;
- Aplicação ao sistema *Poka-Yoke* através de registos que se baseiam nos erros passados, anteriormente registados, e na experiência dos trabalhadores, criando processos que previnam os erros;
- Criação de uma mentalidade nos colaboradores de que trabalhar com qualidade é eliminar diversos desperdícios incluído trabalho desnecessário que implica a sobrecarga dos trabalhadores;
- Normalização do sistema de verificação da qualidade das peças de modo a que os colaboradores saibam identificar quais as peças que podem e as que não podem ser enviadas para obra.

4.2.4 Sistema de segurança

O sistema de segurança implementado na organização analisada, de acordo com o inquérito e a observação direta veio melhorar, em termos gerais, as condições de segurança da unidade fabril.

Apesar da melhoria da qualidade da segurança foram ainda identificados os seguintes problemas:

- Incongruências nas informações dispostas ao longo da unidade fabril (ver figuras 4.3 e 4.4);
- Não utilização integral dos equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos colaboradores (ver figura 4.5);
- Existência queixas por parte dos colaboradores em relação às ações de formação recebidas que não eram possíveis de implementar enquanto colaboradores da organização em questão;
- Utilização de filmes ilustrativos de como realizar as atividades em segurança em língua portuguesa, quando a maioria dos colaboradores não percebia este idioma;
- Falta de *stock* de alguns dos equipamentos de proteção individual e utilização inapropriada de EPI em algumas atividades.



Figura 4.3 - Equipamentos de proteção individual obrigatórios / sinalização no portão da entrada principal.



Figura 4.4 - Equipamentos de uso obrigatório e sinalização à entrada da NAVE 2.

Analisando-se as figuras 4.3 e 4.4 verifica-se que existem incongruência entre quais os equipamentos obrigatórios a utilizar.



Figura 4.5 - Ilustração de algumas atividades executadas sem a utilização dos EPI.

Como se pode observar na figura 4.5 o colaborador à esquerda da figura estava a aplicar descifrante à pistola sem a utilização de luvas, máscara e óculos. Os colaboradores à direita da figura 4.5 não estavam a utilizar luvas nem óculos e um deles não utilizava capacete. Consta-se assim que apesar de os colaboradores saberem que é obrigatório o uso dos EPI, os mesmos não os utilizam por completo.

Analisando-se os problemas identificados admite-se que a sua ocorrência advém do facto de os colaboradores não se adaptarem à utilização daqueles EPI, mas também, à incongruência de informação que era transmitida aos colaboradores.

Os desperdícios passíveis de acontecer devido às lacunas identificadas no sistema de segurança foram os seguintes:

- Esperas: devido a um eventual acidente provocado pela falta de segurança;
- Desperdício de materiais e energia: se a produção para-se devido a um acidente existiam atividades que devendo ser concluídas num certo tempo teriam de ser repetidas, como por exemplo, a betonagem de elementos de betão;
- Sobrecarga dos colaboradores;
- Trabalho desnecessário/excesso de movimento: as falhas de segurança obrigavam os colaboradores a utilizar meios desnecessários.

Como propostas de melhoria poderiam ser implementadas as seguintes ações:

1.^a Estratégia de adaptação aos EPI, que poderá ser realizada da seguinte forma:

- I.** Fase de uso provisório;
- II.** Fase de uso efetivo.

A fase de uso provisório deve-se estender por um período de 5 dias em que a utilização do equipamento deverá ser estabelecido de acordo com o seguinte:

- ✓ 1.º Dia – Meia hora de manhã + meia hora de tarde;
- ✓ 2.º Dia – Uma hora de manhã + uma hora de tarde;
- ✓ 3.º Dia – Duas horas de manhã + duas horas de tarde;
- ✓ 4.º Dia – Três horas de manhã + três horas de tarde;
- ✓ 5.º Dia – Utilizar em todas as horas de trabalho do dia, concluindo assim, a fase provisória e iniciando a fase de uso efetivo.

2.^a Para eliminar a incongruência de informação, deverá ser conduzida uma normalização da informação disposta aos colaboradores ao longo da unidade fabril eliminando assim as dúvidas da não utilização dos EPI obrigatórios em cada atividade;

3.^a Deverá ser imposta uma disciplina de utilização dos EPI de modo a que os colaboradores que não os utilizem sejam alvo de uma penalização.

4.2.5 Início da produção diária

A produção diária na unidade fabril iniciava-se com a entrega ao chefe de equipa da folha referente ao mapa de produção diária.

Os problemas detetados no início da produção diária durante o estudo da unidade fabril foram os seguintes:

- A folha de produção diária não era normalizada (ver figuras 4.6 e 4.7);
- A produção do dia anterior só era concluída no dia seguinte, atrasando todo o trabalho desse dia, provocando os seguintes transtornos:
 - Atrasos na introdução no sistema informático do que realmente foi executado;
 - Atrasos nas etiquetas de produção: este atraso verificava-se devido ao facto, de que na altura da elaboração das etiquetas de produção, ainda estava a ser processado o que foi produzido no dia anterior. As etiquetas de produção deveriam ser realizadas, assim, no dia anterior para que a produção fluísse no dia seguinte;
 - Como não se encerrava o que foi produzido no dia anterior, desconhecia-se o que não foi produzido, tornando-se necessário a esperar pela atualização dos dados do sistema informático para se emitir novamente uma ficha de produção com as peças não foram produzidas no dia anterior;
 - Os atrasos originavam também perdas na central da produção relativas à falta de conhecimento das quantidades exatas de betão a fabricar. Este assunto será abordado mais adiante no presente trabalho.
- O chefe de equipa não conseguia executar o que foi planeado em cerca de 40%, como descrito nos inquéritos apresentados no capítulo 3;
- Devido ao deficiente planeamento de produção, os chefes de equipa tinham de informar a direção/administração do que realmente seria previsível realizar na produção diária, para assim na administração se proceder à elaboração das etiquetas de identificação das peças e ao mapa final de produção diária, criando assim perdas de tempo, e vários desperdícios;
- Eram entregues aos chefes de equipa os desenhos das peças da obra no início da produção, podendo estes totalizar cerca de mil desenhos. Para iniciar a produção diária os chefes de equipa tinham de pesquisar os desenhos das peças a produzir

referenciados no mapa de produção diária, perdendo em média uma hora por dia e ficando desmotivados (ver figura 4.8);

- A entrega dos desenhos antecipados originava perdas de tempo bem como pesquisas desnecessárias de desenhos que não existiam devido a alterações do projeto e, ou perdas dos mesmos, gerando assim idas desnecessárias ao escritório para impressão de novos desenhos, constringendo assim a fluência na produção diária;
- Quando se executava os moldes em cima das mesas, não existia identificação das peças que estavam a ser realizadas, potenciando o aparecimento de erros: No caso do chefe de equipa ter de se ausentar e a produção tenha de prosseguir, ninguém saberia o local exato da peças produzidas na mesa, podendo causar assim constringimentos.

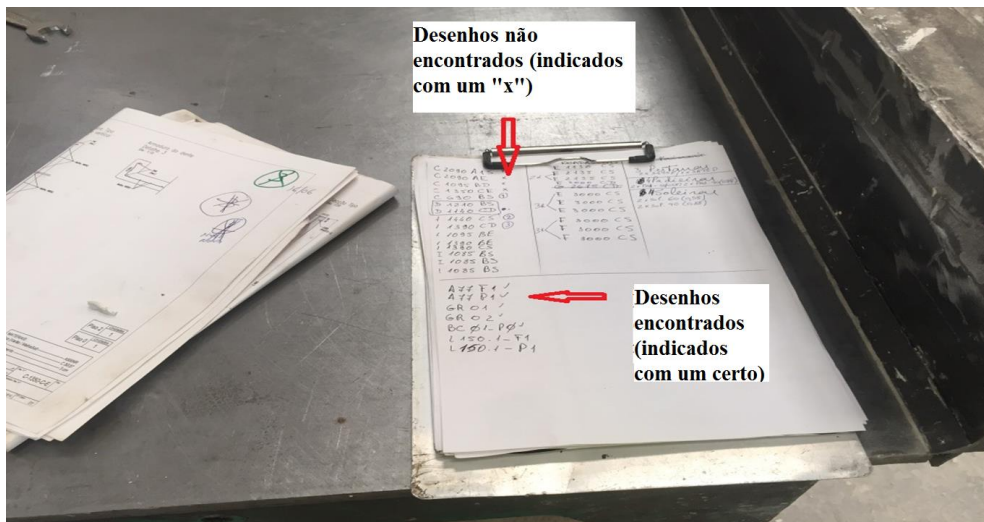


Figura 4.6 - Mapa de produção diário provisório.

Preenchimento do mapa de produção diário pelos chefes de equipa do que realmente foi produzido.

Mapa Produção Diária DATA: 19-06-2015 FÁBRICA: _____

painéis de betão

FABRICADA	Nº DE ORDEM	TIPO DE PEÇA	DESIG. PROJECTO	Dim 1	Dim 2	M3	Zona de Parque	PEÇA: N/ CONFORME PEQ. REPARAÇ. CONFORME
N	BDR171415	E1570CE		0	0	0,096		
N	BDR306615	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR311615	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR311715	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR311815	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR311915	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR352915	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR353015	E3000CS		0	0	0,166		
N	BDR386115	F3000CS		0	0	0,236		
N	BDR386215	F3000CS		0	0	0,236		
N	BDR386315	F3000CS		0	0	0,236		
S	PAR285315	PADIEIR120		1,18	1,18	0,039		
S	PAR285415	PADIEIR120		1,18	1,18	0,039		
S	PAR347215	PADIEIR150		1,48	1,48	0,049		

Med.: <POR IDENTIFICAR>

PAR 285515 Painéis 120
PAR 285615 Painéis 120

lufetas
degraus sem chizeta

Pág. 1 de 10

Figura 4.7 - Mapa de produção diário final.

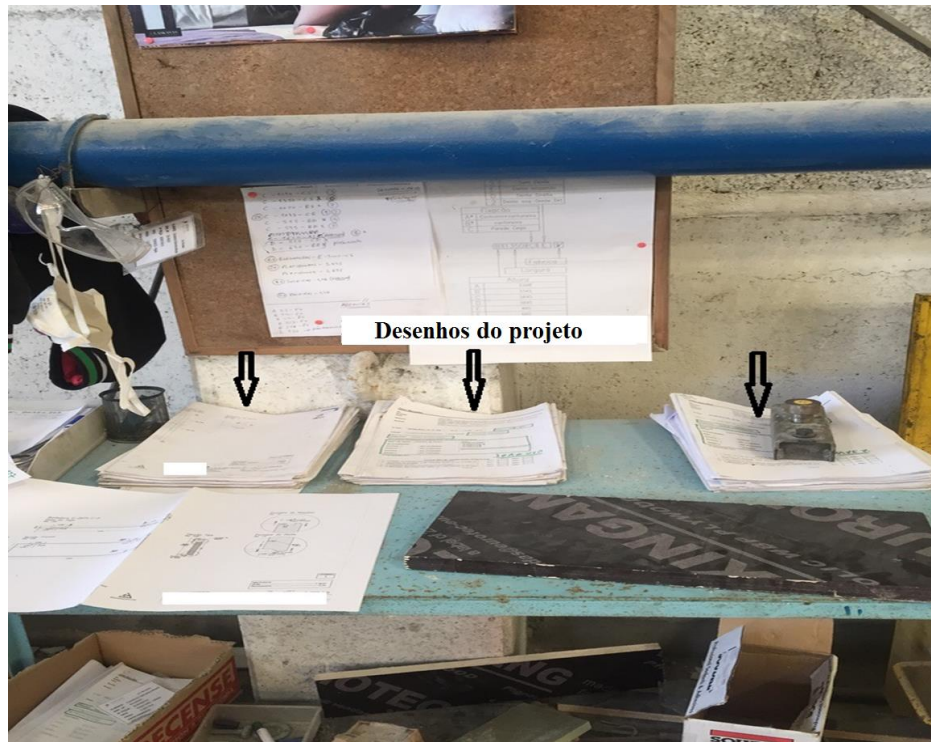


Figura 4.8 - Desenhos onde o chefe de equipa (NAVE 2) tinha de pesquisar para iniciar a produção diária.

Os problemas identificados ocorriam devido a inexistência de normalização de processo. O planeamento e a preparação das fichas de produção encontravam-se com atrasos e a direção não analisava como é que o chefe de equipa encontrava os desenhos das peças a produzir para a produção diária. Não existia assim conhecimento por parte da direção das perdas de tempo e do potencial humano perdido em toda a fase deste processo.

Os desperdícios identificados segundo a filosofia *Lean*, foram os seguintes:

- Sobrecarga dos colaboradores: estes são sobrecarregados com trabalhos desnecessários criando mal-estar e desmotivação;
- Esperas: existência de esperas ao iniciar-se a produção diária devido aos atrasos na conclusão do mapa de produção e à procura das peças nos desenhos do projeto;
- Movimentações desnecessárias: os colaboradores ao realizarem trabalhos desnecessários também executam movimentações desnecessárias;
- Perdas devido ao não aproveitamento do potencial humano: a falta de comunicação entre a direção e os colaboradores diminui-a as oportunidades de melhoria;
- Trabalhos desnecessários: a procura de desenhos era totalmente desnecessária;
- Desperdício de serviços e escritório: o envio de desenhos precocemente poderia dar origem a novas impressões, devido a modificações no projeto.

Tendo por base uma análise aprofundada aos problemas detetados, propõem-se as seguintes melhorias para a eliminação e, ou redução dos problemas e dos desperdícios abordados anteriormente:

1.^a A informação da produção diária real deverá ser realizada no próprio dia de produção e introduzida no sistema informático, para que, no dia seguinte, se consiga iniciar de imediato a produção diária, não atrasando os processos.

Para implementar de uma forma rápida e eficaz, as etiquetas de produção deveriam de ter um código de barras que permitisse ao colaborador, depois de betonar as peças e colocar as etiquetas, passar um leitor ótico de código de barras e, automaticamente, o sistema informático disponibilizaria o que foi realmente produzido e o que não foi produzido. Desta forma eliminar-se-ia a sobrecarga de trabalho na administração, nos chefes de equipas, nas movimentações e nos trabalhos desnecessários, bem como se evitaria esperas para início da produção diária (ver figura 4.9).

2.^a Para eliminar o trabalho desnecessário da procura de desenhos e de outros problemas inerentes, a direção deveria fornecer aos chefes de equipas o seguinte:

- ✓ Um plano diário de produção normalizado (nota: o plano diário de produção deve conter o que produzir e, para isso, deverá ser melhorado o planeamento);
- ✓ Os desenhos do projeto unicamente para a produção diária;
- ✓ Os cartões de produção juntamente com cartões de transporte;
- ✓ As etiquetas de identificação para colocação na zona de armazenamento;
- ✓ As folhas de registo da qualidade.

Os cartões de transporte e as etiquetas de identificação são auxiliares ao sistema de armazenagem de *stock*, abordado mais à frente no presente trabalho, de modo a eliminar alguns desperdícios encontrados neste setor.

A aplicação destas medidas permitiria a eliminação da sobrecarga de trabalho da administração, dos chefes de equipas, das movimentações desnecessárias, do trabalho desnecessário e esperas.

Quando bem aplicadas, as melhorias propostas anteriormente, poderão evoluir, numa fase posterior, para a eliminação da impressão dos desenhos fornecendo “*tabletes*” com os

DWG (desenhos em formato digital) da produção diária, sem que seja necessário proceder à sua impressão. Este sistema também permitiria uma visualização melhorada das legendas dos desenhos que, por vezes, quando eram impressos, não eram de fácil perceção (permite fazer *zoom*).



Figura 4.9 - Etiqueta de produção.

3.^a Aplicação da gestão visual permite eliminar movimentos desnecessários, trabalho desnecessário, e principalmente permite controlar de forma eficaz por (parte da gestão de topo e dos chefes de equipa) o que realmente estará a acontecer e se tudo acontece de acordo com o planeado. Desta forma não haverá necessidade de abordar os colaboradores utilizando unicamente a visão para controlar.

A gestão visual permite também eliminar ou evitar atrasos no planeamento, pois consegue-se atuar rapidamente caso algo esteja fora do planeado.

Como proposta de melhoria, a zona de trabalho do chefe de equipa encarregue de fabricar os painéis de betão branco, deveria de conter um quadro da produção diária com o PDCA. O chefe de equipa teria de preencher o quadro com a numeração dos painéis a produzir no dia e identificar em que estado se encontra no planeamento da produção diária. Para-se eliminar o erro de uma má identificação dos painéis na mesa basculante, deverá de existir no quadro a planta da mesa e quem estiver encarregue de preencher o quadro deverá representar, com os respetivos números, onde se encontram esses painéis.

Na figura 4.10 representa-se uma proposta para um quadro de forma a melhorar a gestão visual.

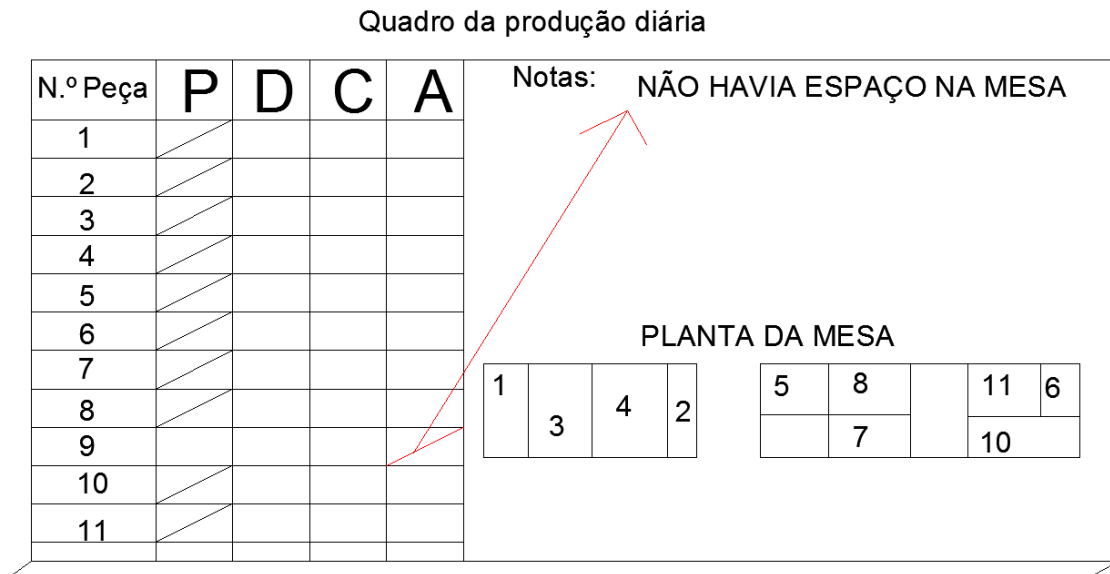


Figura 4.10 - Proposta para um quadro de gestão visual na produção diária.

O quadro da produção diária, representado na figura 4.10, permite ao diretor fabril de produção identificar quais as peças que estão a ser produzidas e qual o andamento do planeamento, permitindo ainda verificar a disposição das peças ao longo da mesa e no caso do chefe de equipa colocar algum constrangimento, o diretor fabril terá a capacidade de identificar no momento exato que existe algo não conforme com o planeado podendo agir de imediato.

4.2.6 Zona de armazenagens de *stock*

Segundo o diretor da unidade fabril, não existia um planeamento do *stock* o que originava diversos problemas.

Os problemas identificados foram os seguintes:

- A zona adequada para a colocação das peças produzidas encontrava-se desorganizada (ver figura 4.11);
- Existiam peças na zona de *stock* que não pertenciam ao projeto que estava a ser executado no momento, ocupando espaço essencial para a produção diária atual (ver figura 4.12);
- As peças eram elevadas pela grua ponte diversas vezes, devido à desorganização;

- As etiquetas coladas nas peças durante a produção diária deixavam de ser visíveis depois de serem arrumadas as peças, devido ao facto de quando os colaboradores rematavam as peças na face visível dos painéis, as arrumarem com a face visível para cima, impossibilitando a visualização das etiquetas que se encontravam na faces inferiores das peças; ou as arrumarem empilhadas umas em cima das outras impossibilitando também a visualização das etiquetas (ver figura 4.13);
- Existência de trabalho desnecessário por parte dos colaboradores no que diz respeito à procura de peças com uma fita métrica (procura por dimensões das peças) devido ao facto de não conseguirem visualizar as etiquetas;
- Os colaboradores encarregues de arrumar o local de *stock* e preparar a carga diária não tinham conhecimento do plano de cargas com antecedência, impossibilitando, a arrumação da zona e a preparação das peças com um ou dois dias de antecedência; no entanto, o diretor fabril era informado com dois dias de antecedência de quais as peças necessárias a serem entregues em obra;
- Existiam alterações constantes do plano de cargas durante o dia de trabalho, atrasando os carregamentos, e a saída dos veículos de transporte desmotivando os colaboradores;
- Os colaboradores encarregues de preparar e carregar a carga diária tinham de verificar se as peças estavam realmente na zona de *stock*, demorando em média uma hora nessa tarefa. Por vezes as peças referenciadas no plano de cargas ainda não estavam produzidas, sendo este facto do conhecimento da direção, a qual, ainda assim, as introduzia no plano cargas, fazendo com que os colaboradores desperdiçassem tempo e ficassem desmotivados;
- Existiam poucos cavaletes de reserva; quando o transporte entre a unidade fabril-obra e obra-unidade fabril se atrasava, impossibilitava a preparação da carga diária devido à falta de cavaletes;
- Os registos das saídas das peças eram enviados pelo colaborador para a administração numa folha manuscrita com o código alfanumérico referente à saída das peças no plano de cargas. Por vezes existiam enganos ao transcrever o código das peças, ou devido à elegibilidade da letra do colaborador tornava-se impossível na administração dar baixa das peças no sistema informático (ver figura 4.14).



Figura 4.11 - Zona de armazenamento de *stock* desorganizada.



Figura 4.12 - Desorganização de *stock* e localização de peças em zona imprópria.



Figura 4.13 - Empilhamento das peças.

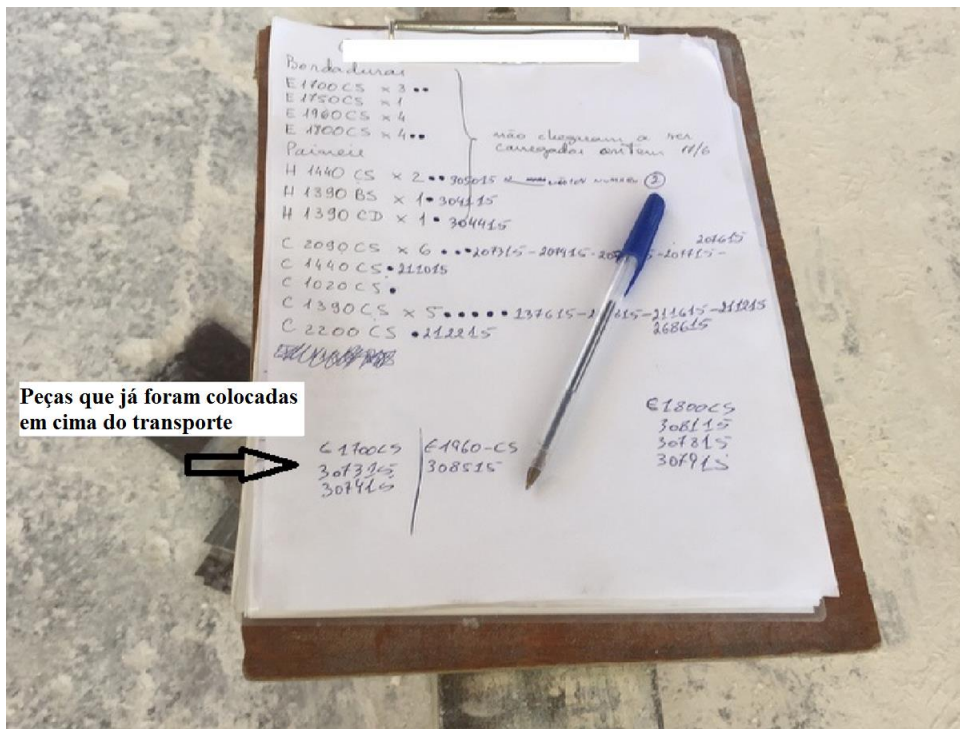


Figura 4.14 - Folha com a referência das peças para ser entregue na administração.

Analisando a informação recolhida consegue-se depreender que a maioria dos problemas abordados anteriormente são devidos à falta de comunicação entre a direção e os colaboradores afetos à área de armazenamento de *stock*, desajustado planeamento das

cargas diárias, falta de confiança entre a direção e os colaboradores e devido à falta de normalização dos processos de armazenamento e carga.

Os desperdícios afetos aos problemas identificados foram os seguintes:

- Transporte e movimentações: a movimentação das peças era frequente e por vezes acontecia o dano representado na figura 4.15 (a peça não resistiu e partiu);
- Trabalhos desnecessários/excesso de movimentos: sempre que um colaborador tinha de procurar uma peça, estava a realizar trabalho desnecessário;
- Defeitos: quanto mais transporte e movimentações houvessem maior a probabilidade da peça vir a ter defeitos;
- Esperas: devido ao desajustado planeamento do plano de cargas, os veículos de transporte ficavam retidos na unidade fabril até existir uma ordem administrativa de que a carga a transportar estaria correta.
- Sobrecarga: devido à desorganização, os colaboradores ficavam sobrecarregados trazendo mal-estar e falta de motivação.



Figura 4.15 – Quebra de peças durante a movimentação.

A análise e o estudo dos problemas e desperdícios inerentes permitiu propor as seguintes melhorias de modo a reduzir ou a eliminar os problemas e os desperdícios anteriormente abordados:

1.ª Proposta de melhoria do *layout* da zona de *stock* e reparações.

A figura 4.16 ilustra uma proposta de melhoria do *layout* para a zona da Nave 2, na qual no momento do estudo se procedia à colocação das peças referentes aos painéis de fachada em betão branco para reparações e *stock*.

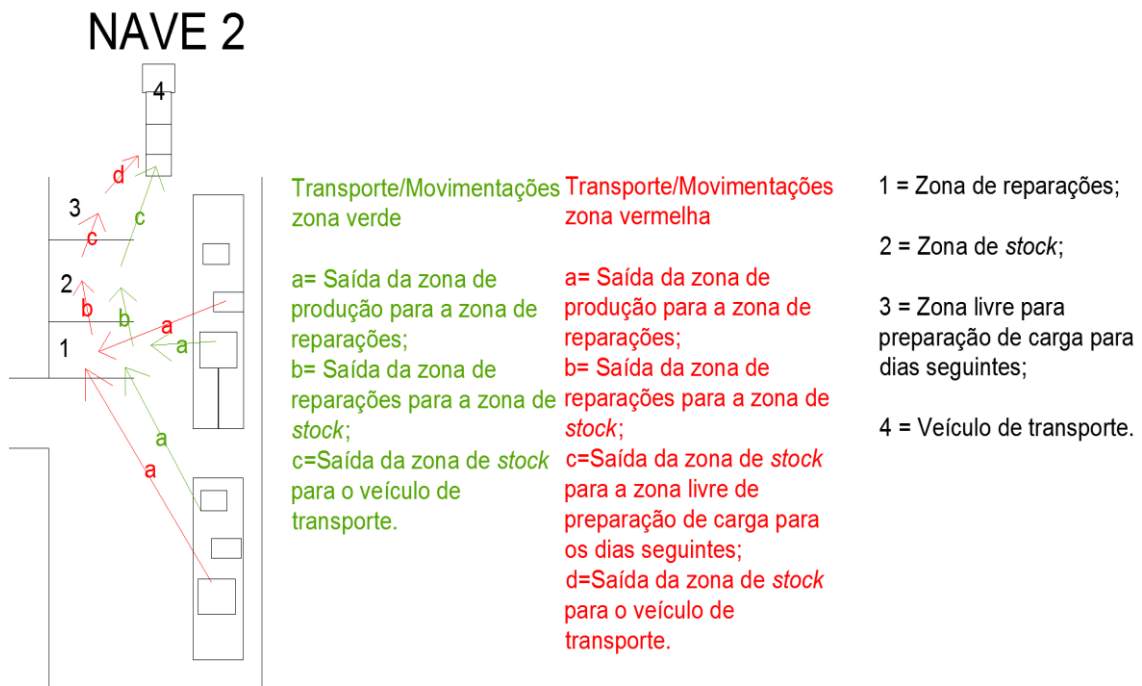


Figura 4.16 - Proposta de melhoria *layout* zona de *stock*.

A melhoria do *layout* foca-se na eliminação do transporte e das movimentações das peças produzidas na Nave 2.

Da análise da figura 4.16 podem-se tecer as seguintes considerações:

- A zona verde representa a movimentação mínima e ideal que as peças deveriam ter, podendo ser levantadas pela grua ponte no máximo **três vezes**.
- A zona vermelha representa a movimentação máxima que deveria existir, podendo ser as peças levantadas pela grua ponte no máximo **quatro vezes**.
- A zona 3, representa uma zona que deverá estar livre para a preparação de carga para os seguintes dias. Esta disposição permitirá que as peças ao serem elevadas para se retirar outras, possam ser logo colocadas para o dia seguinte na zona livre, sendo mais rápido e eficiente a preparação da carga diária sem que seja necessário elevar vezes e vezes as mesmas peças.

Para que esta proposta possa funcionar a direção terá de disponibilizar, ao responsável pela preparação da carga diária o plano de cargas fornecido pelo responsável de montagem em obra. Este plano de cargas era disponibilizado à direção com dois dias de antecedência. Se o plano fosse entregue ao responsável pela preparação de carga e da organização de *stock*, o mesmo teria a capacidade de gerir melhor a zona de *stock* conseguindo preparar a carga com antecedência e evitando, ou limitando, por exemplo as movimentações de peças desnecessárias, as esperas, os defeitos e as sobrecargas.

Nota: Poder-se-ia eliminar a zona livre caso existisse uma zona de *stock* bem organizada e de maiores dimensões, o que requer um bom planeamento de produção e de carga, para que as peças que estejam a ser produzidas saiam poucos dias depois, de modo a que a zona não fique sobrelotada (aplicação do planeamento *Hoshin Kanrin*).

A zona 3 deveria de ter a dimensão da carga diária de dois veículos de transporte, de modo a que se pudesse preparar a carga com dois dias de antecedência.

2.^a Eliminação do problema referente à verificação da existência das peças que constam no plano de cargas.

Para eliminar a procura das peças, é necessário aplicar um sistema *Poka-Yoka*:

- Utilização de cartões de transporte *Kanban*;
- Utilização de caixa *Kanban*;
- Normalização e identificação das peças para além das etiquetas de produção.

O cartão de transporte *Kanban* deveria vir anexado à etiqueta de produção, o qual, após a produção da peça e contendo a data e a referência da peça, seria guardado na caixa *Kanban*.

A caixa *Kanban* permitiria ao colaborador a colocação dos cartões de transporte no compartimento do dia da semana “X” e na semana “Y” permitindo quando a peça estivesse no plano de cargas, identificar rapidamente a existência da peça, verificando-se na folha do plano de cargas a data e a referência da peça, eliminando-se assim a procura provisória da mesma.

Na figura 4.17 representa-se uma proposta para um quadro *Kanban*.

Quadro *Kanban*

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	
						Semana x
						Semana x
						Semana x
						Semana x
						Semana x
						Peças que não saíram para obra
Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	Mês	

Figura 4.17 - Proposta para um quadro *Kanban*.

Analisando-se o funcionamento do quadro *Kanban* apresentado na figura 4.17 para que fosse corretamente utilizado, o colaborador teria de compreender o seu funcionamento, nomeadamente:

- Deverá introduzir os cartões *Kanban* de transporte na semana “X” e no dia de semana correto;
- A identificação do “X” é referente ao dia do mês que representa a semana, por exemplo, semana 10 a 15;
- Quando, por exemplo, a peça que procura vem datada com uma data anterior às datas das semanas que lá constam, o colaborador deverá procurar os cartões de transporte à secção de peças que não saíram para a obra e aí pesquisar por mês.

A estrutura do quadro tem representadas como proposta cinco semanas devido ao facto de a produção na altura do caso de estudo dever ter um mês de avanço (4 semanas + 1 semana de segurança). A secção da quinta linha deve de existir como segurança.

Se tudo funcionar de forma correta a semana “X” referente à primeira linha e coluna deverá apresenta-se sem cartões no primeiro dia após o fim da produção referente à quarta linha da sexta coluna da semana “X” (um mês depois).

A utilização de cartões *Kanban* permitirá também a eliminação dos erros de saída das peças no sistema informático. A etiqueta, após a peça ser colocada no veículo de

transporte para a obra, será entregue na administração não havendo erros de transcrição das referências das peças para o papel.

Numa fase posterior, poder-se-á utilizar o sistema de código de barras para que quando a peça estiver colocada no veículo de transporte para obra, o colaborador, através do código de barras e de um leitor ótico de códigos de barras, pudesse automaticamente dar saída das peças no sistema, retirando a sobrecarga à administração.

Para eliminar o trabalho desnecessário de procura da identificação de peças devido à impossibilidade da sua visualização, quando as mesmas estão viradas com etiqueta para baixo ou empilhadas umas nas outras, deveria ser criado uma normalização para introdução de etiquetas que pudessem ficar visíveis em qualquer zona e visualizadas de qualquer maneira. Para isso dever-se-ia dar formação aos colaboradores encarregues de colocar as etiquetas de modo a que o processo seja normalizado e que todos o façam da mesma forma.

A proposta de melhoria em relação à normalização da colocação das etiquetas de identificação vai no sentido de adotar as zonas laterais das peças para a colocação das etiquetas, mais propriamente na zona onde se encontre as fixações (caso as fixações não sejam nas laterais, as etiquetas deverão ser colocadas nas laterais e viradas para a zona dos corredores de circulação).

A figura 4.18 ilustra a proposta apresentada para a localização da zona de aplicação das etiquetas. A etiqueta deverá conter um tópico referente à data prevista de saída da peça, de modo a que a arrumação do *stock* seja realizada da forma mais organizada e simples. Elimina-se assim as movimentações desnecessárias e o trabalho desnecessário, promovendo a organização.

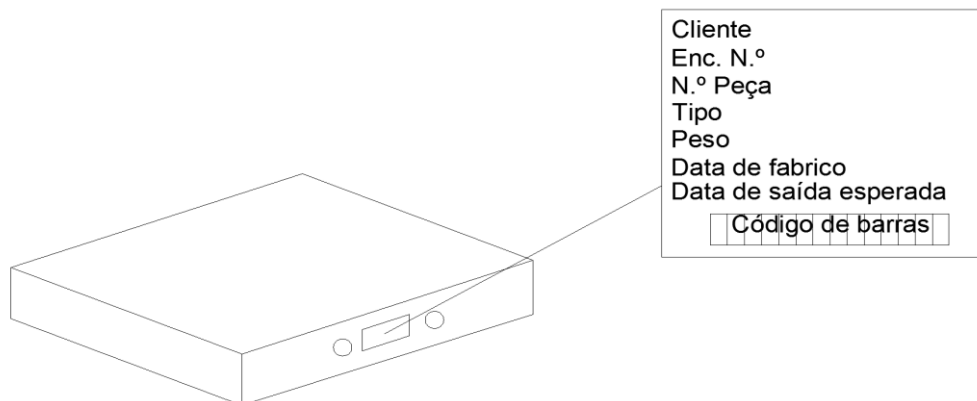


Figura 4.18 - Proposta de localização para a zona de aplicação das etiquetas nas peças.

3.ª Proposta de melhoria referente à utilização de gestão visual.

Para melhorar o controlo visual que praticamente não existia na altura da visita à unidade fabril deverá ser implementada a gestão visual.

O colaborador encarregue de organizar o *stock* e preparar a carga diária deverá ter à sua disposição um quadro de plano de cargas onde deverá preencher o número das peças e o estado da tarefa, de acordo com o ciclo PDCA.

Na figura 4.19 ilustra-se uma proposta para o quadro do plano de cargas.

Quadro do plano de cargas

N.º Peça	P	D	C	A	Notas:
1					<p>NÃO COUBE NO VEÍCULO DE TRANSPORTE</p>
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Figura 4.19 - Proposta de quadro do plano de cargas.

O quadro do plano de cargas representado na figura 4.19 permite, ao gestor de produção, verificar se o plano de cargas está em andamento e quais os problemas que podem estar a ocorrer, permitindo assim atuar rapidamente e estar constantemente informado de tudo.

4.2.7 Zona de produção de armaduras e armazenagem de aço

Durante as visitas efetuadas a zona de produção de armaduras, a mesma funcionava corretamente embora se tenha detetado os seguintes problemas:

- A zona limitada para a circulação de peões encontrava-se por vezes ocupada com armaduras devido à falta de espaço. O espaço para a preparação de armaduras era suficiente, embora a zona de produção de armaduras estivesse ocupada (ver figura 4.20);



Figura 4.20 - Zona de fabrico de armaduras.

Este problema contribui-a para paragens de produção das armaduras por parte colaboradores devido à frequente passagem de peões pelo caminho de circulação.

- Na zona de armazenamento do aço, em vez de existir aço, encontravam-se moldes, o que afetava o armazenamento do aço (ver figura 4.21);



Figura 4.21 - Zona de armazenamento do aço ocupada com moldes.

- Em termos de armazenamento de matéria-prima (aço) não foi possível determinar se havia demasiado *stock* de aço no momento do caso de estudo, mas pode-se observar nas figuras 4.22 e 4.23 que existia aço já em processo de oxidação.



Figura 4.22 - Zona de armazenamento do aço com aço oxidado.



Figura 4.23 - Zona de armazenamento do aço exterior com aço oxidado

Os problemas abordados anteriormente e ilustrados nas figuras 4.20 e 4.21 são devidos à falta de organização do espaço na unidade fabril. O problema referente ao *stock* dos moldes que, neste caso, afetava a zona de produção e de armazenamento do aço, será abordado mais adiante, no subcapítulo 4.2.8.

Os desperdícios inerentes aos problemas identificados foram os seguintes:

- Esperas: o rendimento da produção era reduzido devido às paragens que se tinham de realizar para os peões circularem;
- Trabalho desnecessário/excesso de movimento: devido aos obstáculos na zona de fabrico de armaduras, os colaboradores tinham de realizar movimentos desnecessários/trabalho desnecessário;
- Defeitos: as paragens no fabrico podiam originar defeitos devido à perda de atenção constante dos colaboradores. A utilização de aço oxidado poderá dar origem a uma peça com defeitos devido a problemas precoces por oxidação das armaduras;
- *Stock*: algum do aço armazenado apresentava-se em processo de oxidação. Com algum estudo adicional, poder-se-á reduzir o aço em *stock* aumentando a área de espaço livre e essa redução poderá dar origem a uma redução do capital investido nessa área.

A proposta de melhoria para retirar os moldes da zona de fabrico e o *stock* de aço encontra-se integrada na proposta apresentada no subcapítulo 4.2.8.

4.2.8 Zona de armazenagem de moldes

A utilização de moldes para execução de peças pré-fabricadas é essencial na pré-fabricação, e o caso de estudo não foge à regra. Sendo que a unidade fabril estudada fabricava diversos tipos de peças pré-fabricadas, a mesma possuía diversos tipos de moldes específicos para cada obra.

A armazenagem dos moldes era habitualmente realizada em zonas descobertas, o que levou à identificação de alguns problemas, discriminados em seguida:

- Existiam diversos tipos de moldes em aço, colocados em zonas descobertas e expostos aos agentes atmosféricos o que favorecia a sua rápida oxidação, sendo este um dos maiores problemas detetados;

As figuras 4.24 e 4.25 ilustram o estado dos moldes após pequenos e longos períodos de exposição ambiental.



Figura 4.24 - Molde oxidado, problema derivado da exposição às condições atmosféricas.



Figura 4.25 - Armazenamento de moldes em zonas descobertas.

- A figura 4.24 ilustra um molde oxidado com apenas seis meses. Isto levava a que posteriormente sejam realizados trabalhos desnecessários ao nível da serralharia, tendo como consequência grandes desperdícios;
- Os moldes eram colocados durante anos em zonas não cobertas e não eram mantidos, o que levava à sua quase total destruição, podendo, se estivessem em bom estado ser utilizados num futuro próximo. Estes moldes custavam à empresa milhares de euros;
- Devido à rápida oxidação dos moldes em zonas não cobertas, alguns eram colocados no interior da unidade fabril para serem utilizados caso fosse necessário realizar pequenas modificações de projetos realizados recentemente. Isto levava à ocupação de zonas não próprias para o seu armazenamento, provocando a desorganização do *layout* (ver figuras 4.20 e 4.21 apresentadas no subcapítulo 4.2.7);

Estes problemas aconteciam devido a inexistência de uma zona coberta para colocação dos moldes e também devido à inexistência de uma equipa que verifica-se o estado dos moldes permanentemente.

Os desperdícios inerentes aos problemas encontrados foram os seguintes:

- Desperdício de materiais: eram utilizados materiais novos para reparar os moldes;
- Trabalho desnecessário: a reparação de moldes era um processo que se devia evitar;
- Defeitos: os defeitos nas peças eram por vezes devidos a reparações deficientes dos moldes;
- Esperas: para se iniciar a produção era necessário ter os moldes finalizados. A reparação de um molde oxidado poderia levar vários dias, o que originava esperas;
- Transporte e movimentações: a zona de armazenamento de moldes no exterior situava-se a uma distância longa da serralharia, sendo que poderia ser evitado o seu transporte.

A análise e estudo dos problemas e dos desperdícios inerentes permitiu, propor as seguintes ações de melhoria de modo a reduzir ou eliminar os problemas e os desperdícios anteriormente abordados.

1.^a Eliminar/reduzir a oxidação dos moldes metálicos.

Deveria ser realizada uma reestruturação do *layout* de modo a que haja uma zona própria coberta para o armazenamento e manutenção dos moldes. Como solução, deveria ser realizado um projeto para executar uma cobertura para os moldes, de modo a que estes estejam protegidos das condições atmosféricas.

Nas figuras 4.26 e 4.27 apresenta-se a proposta para zona ideal de armazenamento dos moldes.

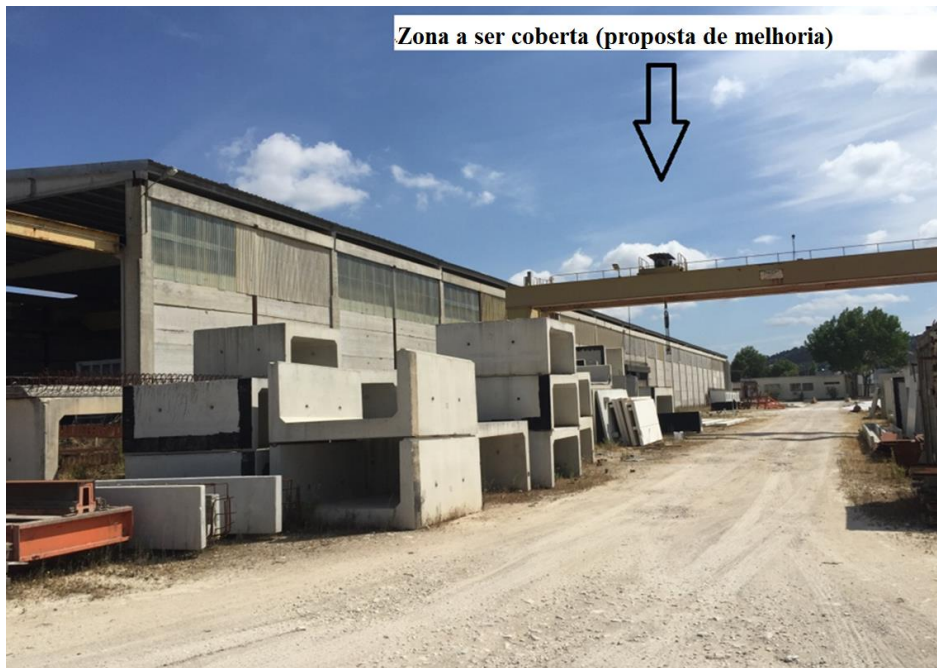


Figura 4.26 - Proposta de zona a ser coberta para armazenamento de moldes.

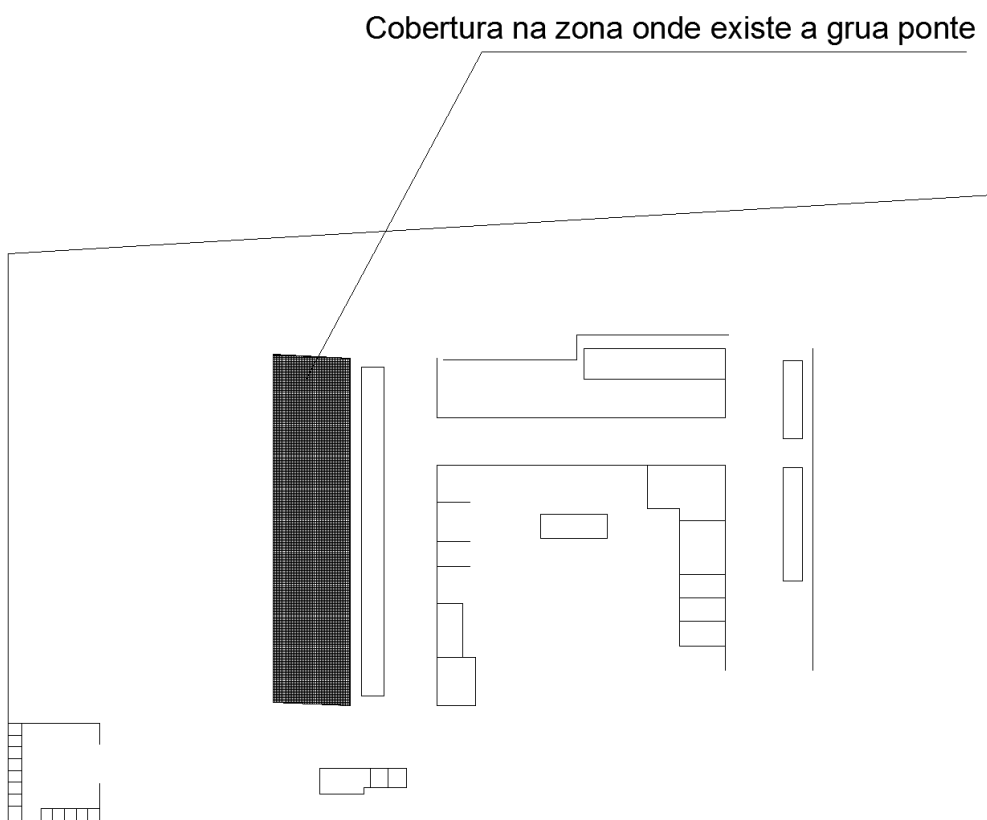


Figura 4.27 - Proposta para a zona de colocação de moldes (esquema).

Esta solução permitiria a fácil movimentação dos moldes devido à grua ponte já lá existente e realizada a cobertura proposta os moldes estariam num ambiente climatericamente mais controlado.

As equipas de manutenção deveriam verificar semanalmente/mensalmente o estado de condição dos moldes e, se necessário, proceder à sua reparação para que os mesmos estejam em condições de utilização, quando forem necessários.

Segundo a filosofia *Lean*, a manutenção dos equipamentos denomina-se de TPM ou Gestão Total de Processos. Esta ferramenta *Lean* serve para promover a instalação de manutenção planeada e autónoma, formando e treinando os colaboradores.

2.ª Eliminar a colocação de moldes em zonas reservadas a outros serviços.

A aplicação da primeira proposta de melhoria elimina a colocação dos moldes em zonas reservadas a outros serviços, eliminando-se assim, outros problemas abordados anteriormente.

4.2.9 Central de betão e operador da central

A central de betão era um equipamento fundamental à produção; caso houvesse algum problema a produção deixava de funcionar, parando.

Apesar de ser um equipamento fundamental, verificaram-se diversos problemas com a central de betão e com as funções atribuídas ao operador da central.

Os problemas detetados foram os seguintes:

- O operador da central deveria de realizar várias funções, não tendo disponibilidade total para as realizar corretamente;
- O planeamento da produção diária chegava com algum atraso ao operador da central, o que levava a que o operador não soubesse as quantidades corretas de betão necessárias para o dia de produção. Esta metodologia levava a grandes desperdícios de matéria-prima e de ocupação de espaço (ver figura 4.28);
- Apesar da central possuir sondas que determinavam a quantidade exata de água necessária consoante o teor de humidade que os agregados continham, o operador tinha de introduzir por vezes 20 a 30 litros de água a mais para que a amassadura fosse vibrada manualmente. Isto acontece devido à falta de manutenção da mesa basculante que, na altura, apresentava deficiências, uma delas má vibração;

- A introdução de água a mais fazia com que as peças apresentassem uma coloração diferente do que era suposto;
- O operador da central tinha de, a cada amassadura, realizar ensaios, mas os mesmos não eram realizados devido à falta de disponibilidade do operador (devia fazer a amassadura, entregar a amassadura no veículo de transporte e coloca-la no molde da peça; caso realiza-se o ensaio, a amassadura começava a endurecer e não se conseguia aplicar no molde);
- A não execução de ensaios tornava difícil a percepção da qualidade das amassaduras, não se sabendo assim se a resistência das peças era a ideal;
- Quando existiam erros de fabrico de amassaduras, não eram registados, e a amassadura prosseguia sendo as peças betonadas com a amassadura incorreta (ver figura 4.29);
- A manutenção da central estava formalizada, embora se tenha encontrado algumas falhas como a ausência de documentação a ser preenchida pelo operador quando detetava uma anomalia bem como a forma de como comunicar ao responsável pela manutenção da central caso existisse uma não conformidade (esta tarefa é apenas realizada verbalmente, não existindo um documento comprovativo (ver figura 4.30)).



Figura 4.28 - Desperdício não evitável vs. Desperdício evitável.

Analisando-se a figura 4.28 verifica-se que, à esquerda da figura, existem várias camadas, o que representa desperdícios de amassaduras que derivam de várias amassaduras, sendo normal este acontecimento.

À direita, da figura 4.28 apresenta-se um desperdício evitável. Isto acontece devido ao facto de o operador da central não ter tido o conhecimento correto das quantidades necessárias de betão para as peças da produção diária, produzindo argamassa em demasia.

Na figura 4.29 representa-se uma amassadura mal executada sem que na altura o erro tenha sido detetado. As peças prosseguiram para obra apesar de não estarem em condições.



Figura 4.29 - Peça produzida com erro na composição da amassadura.

No dia da ocorrência da “não conformidade” da amassadura, o colaborador da central falhou o procedimento de colocação um aditivo importante; mesmo assim as peças foram betonadas e não foi registada nenhuma não conformidade seguindo de seguida para obra.

PLANO DE MANUTENÇÃO
CENTRAL DE BETÃO HORPRE

DATA: 13/05/2004

PORTAL	MENSAL																																		
	1ª SEMANA					2ª SEMANA					3ª SEMANA					4ª SEMANA					5ª SEMANA														
	S	T	O	G	S	S	D	S	T	O	G	S	S	D	S	T	O	G	S	S	D	S	T	O	G	S	S	D	S	T	O	G	S	S	D
Misturadora	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
Vagoneta	4	4	4	4	4			4	4	4	4	4			4	4	4	4	4			4	4	4	4	4			4	4	4	4	4		
Silos de cimento	6	6	6	6	6			6	6	6	6	6			6	6	6	6	6			6	6	6	6	6			6	6	6	6	6		
Balanças								8																											
Tapetes elevadores e transport																																			

CÓDIGO DE AÇÕES

- 1 NO INÍCIO DO DIA CLEAR, VERIFICAR SE ALGUMA PA ESTÁ SOLTA
- 2 AJUSTAR PÁS, LUBRIFICAR GRACES DA COMPORTA DE DESCARGA E DOS BRAÇOS DA MISTURADORA, MUDAR O ÓLEO DOS CORPOS DO SISTEMA HORRÁJUDO
- 3 VERIFICAR O NÍVEL DO ÓLEO E COLOCAR MASSA NA TRANSMISSÃO DO MOTOR
- 4 LAVAR NO FIM DO DIA, DE MODO A QUE TODOS OS BRAÇOS, PÁS E CUBA FIQUEM SEM BETÃO AGARRADO E LIMPAR A BOCA DE DESCARGA
- 5 LAVAR
- 6 LIMPAR O TUBO DO RESPIRO DO CIMENTO
- 7 LIMPAR OS FILTROS E COLOCAR MASSA NOS SENFINS
- 8 PROTEGER OS BRAÇOS COM MASSA CONSISTENTE
- 9 LIMPAR E COLOCAR MASSA EM TODOS OS GRACES

ELABORADO: [assinatura] APROVADO: [assinatura]

Mod 80RM.0

Figura 4.30 - Plano de manutenção da central de betão.

Os problemas detetados e abordados anteriormente verificavam-se devido a um deficiente planeamento da produção, falta de comunicação entre o colaborador da central, e a direção e chefes de equipa, sobrecarga do operário ao ter de realizar várias atividades ao mesmo tempo, sem ter disponibilidade para as conseguir realizar.

A inexistência de colaboradores na zona própria para os ensaios do betão e com formação para os realizar também origina os problemas abordados anteriormente.

Os desperdícios inerentes aos problemas detetados são os seguintes:

- Esperas: devido ao desconhecimento da quantidade e do tipo de betão necessário a realizar;
- Desperdício do próprio processo: realização de betão em excesso para as quantidades necessárias;
- Excesso de produção: se o operador da central desconhecer as quantidades de betão necessárias, produzirá por vezes material a mais;
- Defeitos: devido à sobrecarga do operário, por vezes o mesmo enganava-se na realização da amassadura;
- Transporte e movimentações desnecessárias: o material produzido a mais era colocado em blocos que ficam em depósito ocupando espaço e provocando também a tarefa de os transportar para locais próprios;
- Desperdício de materiais e energia.

As propostas para redução/eliminação dos problemas detetados são as seguintes:

1.^a Eliminação do desperdício de amassadura.

Para eliminar o desperdício de amassadura, o planeamento de produção diário deverá ser melhorado de modo a que o apresentado na folha do plano diário de produção seja o que realmente se vá executar.

Após receber a folha do plano diário, o operador da central deverá confirmar no quadro de gestão visual de cada chefe de equipa a produção que está a ser realizada, de modo a que as quantidades correspondam ao que é apresentado na folha do plano diário de produção.

Para melhorar o planeamento, a gestão de topo deverá seguir os cinco passos do planeamento *Hoshin Kanrin*, apresentado no capítulo 2 do presente trabalho.

Para que haja alguma responsabilidade por parte do colaborador em eliminar o desperdício de amassadura deverá ser aplicada a metodologia *Jidoka*, com o qual o colaborador terá autoridade e, conseqüentemente, a responsabilidade de executar as atividades de forma correta, cumprindo o estabelecido.

Poderão ainda ser realizados cartões *Kanban* de produção nos quais os chefes de equipa escreveriam as quantidades necessárias de amassadura para a sua produção diária, entregando-os ao operador da central, facilitando o trabalho do mesmo, o qual ficaria assim com os registos do que realmente foi pedido.

2.ª Formalização da manutenção dos equipamentos da central.

Deverá ser aplicada a manutenção de equipamentos com a ferramenta TPM, que serve para promover a instalação de manutenção planeada e autónoma, formando e treinando os colaboradores. Neste caso, o colaborador depois de uma formação correta, saberia o exato momento para comunicar formalmente ao responsável pela manutenção planeada quais os problemas que a central poderá sofrer, eliminando ou reduzindo assim a possibilidade de uma avaria grave que ponha em causa o adequado funcionamento daquele equipamento, e a conseqüente paragem da produção.

3.ª Eliminação da sobrecarga do operador da central.

Dado o operador da central ter capacidade para realizar ensaios às amassaduras mas não ter tempo para realizar essa tarefa, deverá ser comunicado a um colaborador que se encontre disponível para transportar a amassadura no veículo de transporte de modo a que o operador da central disponha de tempo suficiente para realizar aquela tarefa.

4.ª Redução de transporte e movimentações.

O veículo de transporte de amassaduras utilizado na altura do estudo, que tinha a capacidade de transportar 3 m³ de betão. Na altura do estudo era utilizado por vezes para transportar pequenas quantidades de betão devido à falta de comunicação. Se os chefes de equipas entregassem cartões *Kanban* de produção com as quantidades discriminadas, o operador da central poderia calcular rapidamente as quantidades de amassadura necessárias, distribuindo-as pelo menor número de transportes, eliminado assim o transporte e movimentações desnecessárias.

4.2.10 Serralharia

A serralharia do caso de estudo é um dos departamentos que contribui para um bom funcionamento da unidade fabril.

O estudo da serralharia permitiu identificar diversos problemas, dos quais se destacam os seguintes:

- A área de espaço da serralharia era reduzida para as tarefas que lá se efetuavam obrigando os colaboradores a executarem as atividades no exterior da serralharia estando expostos ao sol e à chuva (ver figura 4.31);
- Existia uma desorganização total das ferramentas e peças, provocando desperdício de tempo à procura de peças e de ferramentas (ver figura 4.32);
- Quando chovia o departamento de serralharia era afetado, obrigando os colaboradores a executar o seu trabalho numa outra área não apropriada, gerando-se desperdícios e reduzindo o rendimento dos colaboradores em 50%, de acordo com os dados obtidos nas entrevistas efetuadas;
- Devido à mão de obra não qualificada registavam-se rendimentos baixos dos colaboradores.



Figura 4.31 - Zona aberta da serralharia.



Figura 4.32 - Ilustração da desorganização do interior da serralharia.

Os problemas detetados verificavam-se devido ao não reconhecimento de que a modificação da área da serralharia (projeto já estudado pela organização) poderia melhorar a qualidade dos processos de toda a produção da unidade fabril. Existindo melhores condições para os colaboradores, o seu rendimento aumentaria, produzindo-se melhor e com qualidade.

A desorganização era provocada pela falta de espaço mas também pela falta de uma filosofia que discipline e normalize um sistema que mantenha tudo organizado.

A falta de formação dos colaboradores advinha de uma política de baixos salários que a organização levava a cabo, o que por consequência levava a que os colaboradores com maior formação deixassem a organização. Esta filosofia fazia com que a organização na altura do caso de estudo tivesse um elevado número de colaboradores pouco qualificados, pois só estes aceitavam a política de baixos salários, trazendo posteriormente diversas consequências. Na observação diretamente durante as visitas à unidade fabril, detetou-se que os colaboradores experientes por vezes tinham de repetir as atividades já realizadas por esses colaboradores.

Esta política acarretava diversos custos como, por exemplo, maior número de colaboradores, maior risco de defeitos nas atividades realizadas por colaboradores não qualificados, menor rendimento e por fim, mais gastos.

Os desperdícios inerentes aos problemas encontrados foram os seguintes:

- Não utilização do potencial humano;
- Esperas;
- Defeitos: provocados pela utilização de mão-de-obra não qualificada na execução de moldes;
- Trabalho desnecessário/excesso de movimentos: os colaboradores repetiam trabalho e movimentavam-se excessivamente para evitarem a temperatura ambiente e a chuva que, por vezes, se fazia sentir na zona dedicada à serralharia;
- Desperdício de energia e materiais;
- Transporte e movimentações desnecessárias de materiais devido à pequena área de trabalho disponível.

As propostas de soluções encontradas para eliminar/reduzir alguns dos problemas encontrados foram as seguintes:

1.ª Eliminação da desorganização

Para eliminar a desorganização poderá ser aplicado a ferramenta da filosofia *Lean 5S*.

A mesma promove a organização, arrumação, limpeza, normalização e autodisciplina.

No caso da serralharia, deve-se proceder à etiquetagem das caixas com o nome das peças para facilitar a identificação e as ferramentas devem estar colocadas na parede e pintadas com as suas sombras para que quando se retire uma ferramenta se saiba o correto local para a colocar ou qual a ferramenta que está a em falta.

A figura 4.33 ilustra uma proposta de como poderiam estar expostas as diversas ferramentas.

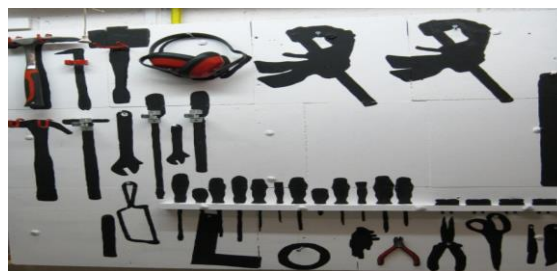


Figura 4.33 - Ilustração de uma proposta de exemplo de sombras de ferramentas a aplicar na serralharia.

Para normalizar e autodisciplinar, deve-se criar uma mentalidade dentro da organização nos colaboradores para que cumpram com as tarefas e mantenham sempre o espaço organizado, limpo e arrumado.

Para tal pode ser criado um quadro 5S onde se coloca o estado da área, neste caso da área da serralharia, promovendo assim a continuação da aplicação da ferramenta 5S e a melhoria contínua.

O quadro 4.1 apresenta uma proposta para um quadro tipo para implementar uma mentalidade de aplicação e melhoria contínua da ferramenta 5S.

Quadro 4.1 - Proposta para quadro tipo para aplicação da ferramenta dos 5S.

Aplicação dos 5S						
Conceito	Como se apresenta a área de trabalho?					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Organização						
Arrumação						
Limpeza						
Disciplina						

O quadro poderá ser preenchido com uma escala de 0% a 100% ou de 1 a 5, permitindo assim o estabelecimento de metas a atingir e a manter, de modo a que a aplicação dos 5S seja efetiva e fomentada.

Para proporcionar uma maior disciplina pode aplicar-se um sistema em que todas as ferramentas devem ser detetadas em poucos segundos conforme a adaptação dos colaboradores e da organização, proporcionando desta forma uma disciplina e filosofia nos colaboradores (exemplo deteção de uma ferramenta em menos de 30 segundos).

2.ª Eliminação dos problemas devido às condições ambientais

A solução mais económica e estudada anteriormente pela organização para o aumento da área da serralharia, diminuindo a exposição dos colaboradores às condições ambientais, seria o aumento da zona da serralharia por meio de uma estrutura metálica.

A figura 4.34 ilustra um estudo já realizado, mais não implementado pela empresa para proceder ao aumento da área de serralharia.

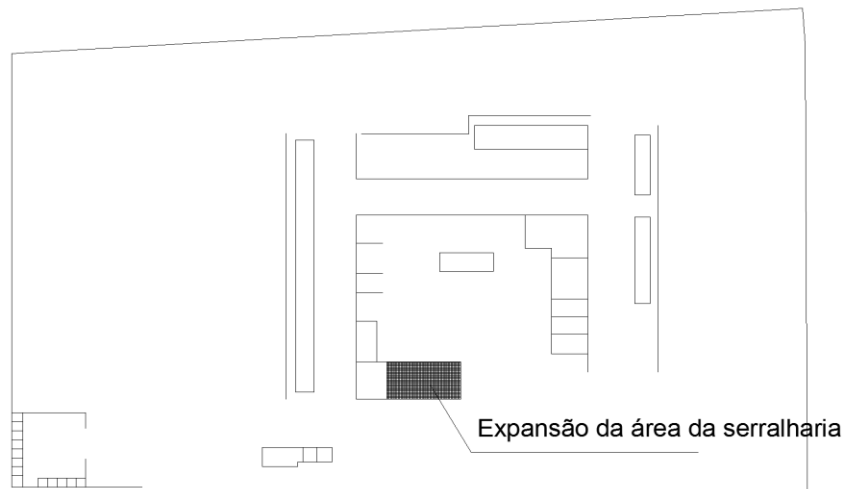


Figura 4.34 - Ilustração do estudo da empresa para a expansão da área de serralharia.

A solução menos económica mas que traria maiores benefícios, seria passar a zona da serralharia juntamente para a zona proposta anteriormente para o armazenamento dos moldes. A proposta de melhoria, apresentada no subcapítulo 4.2.8 complementar-se-ia com esta proposta eliminando-se o transporte e as movimentações desnecessárias e aumentando o rendimento dos colaboradores, proporcionando-lhes melhores condições de trabalho.

Na figura 4.35 representa-se a proposta de melhoria para a nova zona de serralharia.

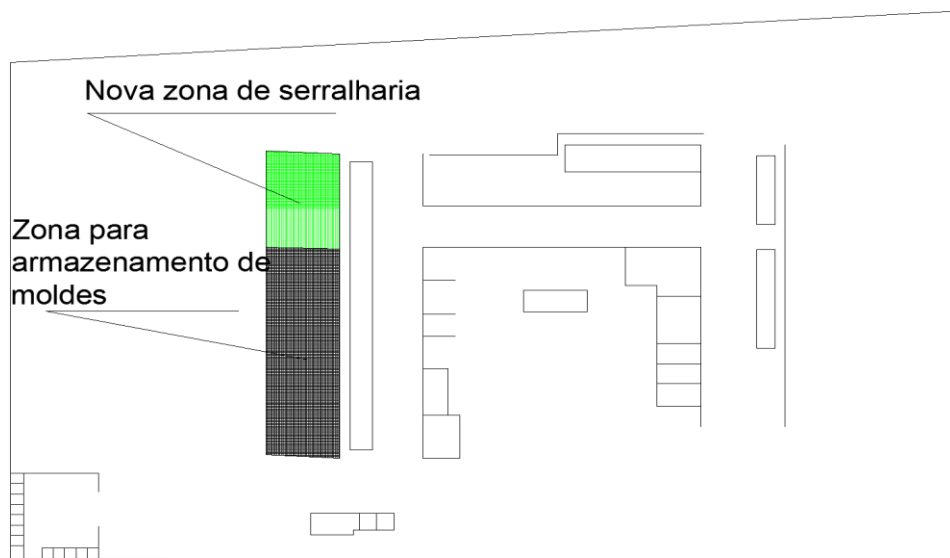


Figura 4.35 - Proposta para a nova zona de serralharia.

4.2.11 Ferramentaria e materiais

A zona de armazenamento das ferramentas e dos materiais essenciais à pré-fabricação das peças, como sejam os espaçadores, os elementos de fixação, o óleo descofrante, entre outros, encontrava-se desorganizada, o que provocava os seguintes problemas:

- Dificil gestão de *stock* dos materiais essenciais à fabricação das peças;
- A desorganização do espaço não facilitava a procura de ferramentas e materiais;
- Não existia uma política de organização e normalização para a colocação específica de materiais e ferramentas.

As figuras 4.36 e 4.37 ilustram os problemas detetados na zona da ferramentaria.



Figura 4.36 - Zona da ferramentaria e material desorganizada (1).



Figura 4.37 - Zona de ferramentaria e material desorganizada (2).

Os problemas abordados anteriormente ocorriam devido ao facto de a unidade fabril não aplicar uma política de organização, de limpeza e de arrumação dos locais, originando assim os problemas detetados.

Os desperdícios inerentes aos problemas detetados foram os seguintes:

- *Stock*: a falta de organização levava a uma má gestão de *stock*, podendo levar a *stock* desnecessário;
- Trabalho desnecessário/excesso de movimento: a desorganização levava a realizar trabalho desnecessário e excesso de movimentos por parte dos colaboradores;
- Esperas: por vezes, quando a gestão do *stock* era deficiente, os materiais esgotavam-se e tinha de se aguardar até que os materiais em falta chegassem, limitando a produção.

As propostas de soluções encontradas para eliminar/reduzir alguns dos problemas identificados são as seguintes:

1.ª Eliminação da desorganização da zona de ferramentaria

Para eliminar a desorganização, será necessário implementar a ferramenta da filosofia *Lean 5S*.

Esta ferramenta foi explicada no subcapítulo 4.2.10, na primeira proposta de melhoria aplicada à serralharia. Neste caso, a ferramentaria teria um tratamento semelhante.

2.^a Eliminação da dificuldade de gestão de *stock*

Para eliminar o excesso de *stock* ou o *stock* deficiente, deverá ser aplicado os cartões *Kanban*.

A aplicação dos cartões *Kanban* poderá ser realizada da seguinte forma:

- i. Cálculo do consumo diário de materiais para definição do tamanho do lote/caixa. Deve-se definir um consumo temporal, quanto maior o consumo temporal maior o lote/caixa, maior o *stock*;
- ii. Cálculo de um *stock* de segurança consoante a produção diária e o tempo de expedição das encomendas de novos materiais;
- iii. Cada material deve conter, quando arrumado no local apropriado um cartão *Kanban* de produção de modo a que quando esse material se esgote o cartão dê autorização para que se requisite mais material, existindo sempre um *stock* de segurança que consiga acompanhar a produção diária até à expedição dos materiais em falta, permitindo ainda a eliminação/redução de inventários.

Cada material deverá conter um cartão de consumo, cuja cor tem como função transmitir a necessidade ou não da requisição de material.

- Cartão verde: está associado ao consumo de material calculado para a produção diária X dias, *stock* diário;
- Cartão amarelo: está associado ao consumo de *stock* de segurança, dando ordem para a necessidade de encomendar mais material.

Na figura 4.38 representa-se uma proposta exemplo de cartões *kanban* a utilizar para controlo de *stock* e eliminação/redução de inventários.

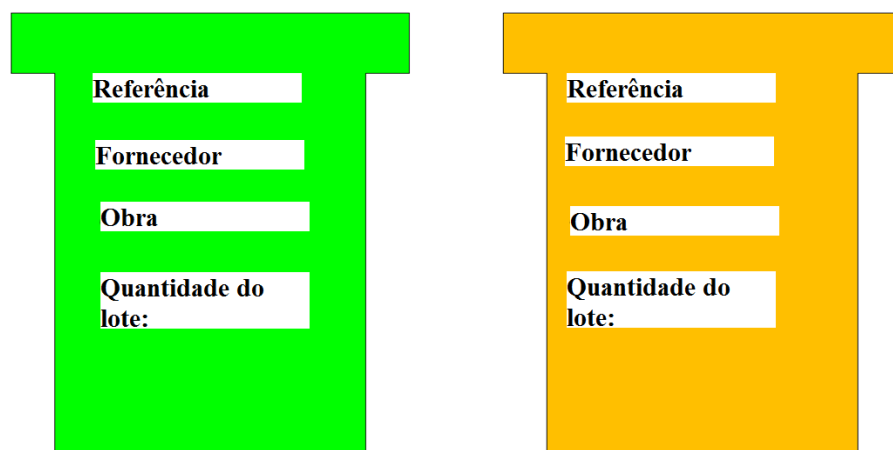


Figura 4.38 – Proposta para um cartão *Kanban*.

A utilização dos cartões *Kanban* poderá ser utilizada por exemplo, fazendo um lote de material com dez caixas, oito caixas terão cartões verdes e duas caixas cartões amarelos. Isto permitirá, depois de chegar ao consumo de material das caixas com cartões amarelos, dar um alerta para requisitar mais material, pedindo somente o que foi consumido, nem mais, nem menos.

Para controlo do *stock*, é necessário haver um quadro onde se introduz os cartões, para que facilmente, quem está encarregue desse controlo, visualize o estado em que cada material se encontra.

No quadro 4.2 representa-se uma proposta de quadro para introdução e controlo dos cartões *Kanban*.

Quadro 4.2 - Proposta para um quadro *Kanban*.

Referência do material	<i>Stock</i> de produção	<i>Stock</i> de segurança
A:		
B:		
C:		
D:		
E:		
F:		
G:		
H:		

Analisando-se o quadro 4.2, os produtos A, D, G encontram-se com consumo controlado não sendo necessário solicitar mais material. Os produtos B, C, E, F e H encontram-se com consumo de material já na zona do *stock* de segurança, indicando assim ao responsável para proceder à requisição de mais material.

4.2.12 Equipamentos essenciais à produção

A produção de painéis de fachada em betão branco utilizava vários equipamentos mecânicos, sendo os fundamentais a seguir apresentados:

- Central de betão e veículo para transporte de betão;
- Mesa basculante e vibradores;
- Gruas ponte.

Os equipamentos fundamentais à produção apresentavam vários problemas, dos quais se destacam os seguintes:

- Equipamentos com manutenção deficiente;
- Deficiente controlo das manutenções dos equipamentos da central. Na central de betão, existia um protocolo de manutenção e inspeção mas, devido à falta de tempo do colaborador encarregue de executar o plano, as folhas de manutenção eram preenchidas sem que fossem verificados os pontos estabelecidos no protocolo de manutenção;
- Os equipamentos eram utilizados até que se avariassem, sendo prejudicial para a produção e limitando a produção;
- O chefe de equipa da serralharia estava encarregue de fazer a manutenção de todos os equipamentos, mas devido à sua sobrecarga de trabalho vários equipamentos paravam por falta de manutenção;
- A mesa basculante apresentava problemas na parte da vibração. Para ultrapassar este problema era necessário modificar a amassadura e recorrer à utilização de vibradores móveis;
- Não existia um parque próprio estabelecido para os equipamentos móveis, estando estes espalhados em redor da unidade fabril.

Os problemas encontrados verificavam-se devido à falta de formação dos colaboradores que utilizam os equipamentos, à falta de normalização de pontos de inspeção diários a realizar aos equipamentos por parte dos colaboradores que os utilizam e à falta de normalização de inspeções e manutenções periódicas a realizar aos equipamentos por parte do responsável pelo conjunto de equipamentos.

Ao não ser normalizado o plano de manutenção e inspeção, a organização arriscava-se a que os equipamentos fundamentais à produção parassem e a produção ficasse afetada, acarretando vários problemas.

Os desperdícios inerentes aos problemas detetados foram os seguintes:

- Esperas: a imobilização de um equipamento pode provocar limitações na produção;
- Defeitos: os equipamentos com defeitos como por exemplo as mesas basculantes provocam defeitos nas peças lá produzidas;
- Trabalho desnecessário: a realização da manutenção e inspeção dos equipamentos evita vários problemas que acarretariam trabalhos desnecessários.

As propostas de soluções encontradas para eliminar/reduzir alguns dos problemas encontrados são as seguintes:

1.ª Aplicação da ferramenta TPM (*Total Productive Maintenance*) de modo a promover a manutenção dos equipamentos.

O TPM tem como função eliminar os desperdícios nas áreas produtivas e administrativas da organização, eliminando os conflitos de interesses e o desperdício.

O TPM deverá ser instalado de modo a promover uma manutenção planeada, isto é, aquela que é realizada pelos técnicos de manutenção, instalar uma manutenção autónoma, ou seja, realizada por quem utiliza, e para isso, deve-se formar e treinar os colaboradores.

O objetivo do TPM, para além de eliminar o desperdício, é o de evitar ou minimizar paragens de equipamentos, atribuindo responsabilidade pela manutenção dos equipamentos aos trabalhadores que o utilizam. Resulta assim numa responsabilidade acrescida para o colaborador e de um ganho de conhecimento do próprio trabalhador.

2.ª Normalização de um parque próprio para veículos utilizados na produção

A figura 4.39 ilustra uma proposta de normalização de um parque próprio para os veículos da produção.

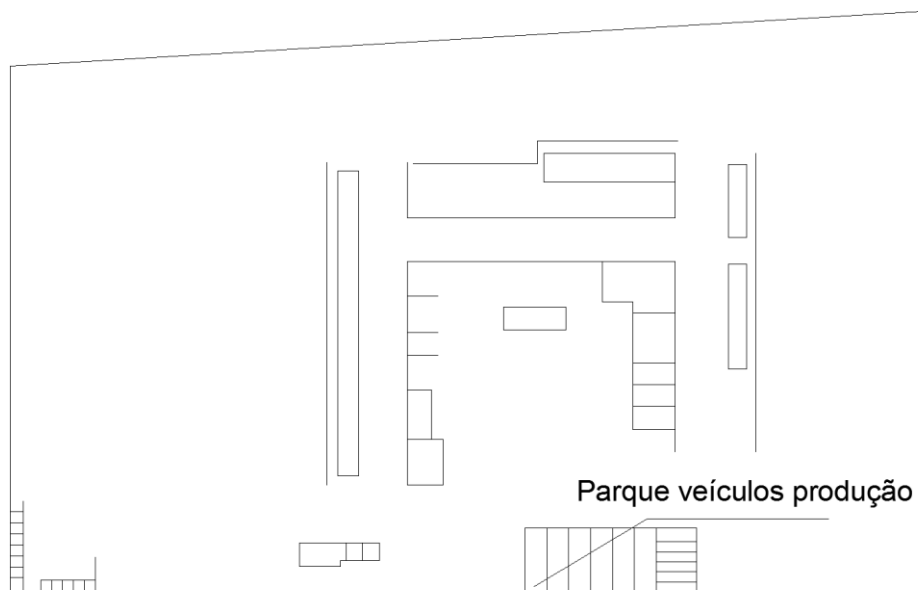


Figura 4.39 - Proposta de melhoria para parque dos veículos de produção.

A normalização do parque para veículos de produção melhoraria o funcionamento geral da unidade fabril e eliminaria alguns desperdícios.

4.2.13 Organização geral na unidade fabril

Alguns dos problemas encontrados e abordados no capítulo 4 refletem a desorganização geral da unidade fabril analisada. O presente subcapítulo tem como objetivo complementar a exposição dos problemas encontrados e que geram desorganização e propor possíveis melhorias para eliminar/reduzir os problemas que causam essa desorganização verificada.

Os problemas encontrados foram os seguintes:

- Parque da unidade fabril desorganizado e com poucas zonas normalizadas;
- As ferramentas essenciais à produção encontravam-se espalhadas por toda a área da unidade fabril, refletindo isso em perdas de tempo e baixo rendimento dos colaboradores;
- As ferramentas encontravam-se empilhadas em caixas fixas e carros móveis (ver figura 4.40 e 4.41);
- Não existia zona fixa para colocação dos resíduos sendo os mesmos colocados em redor da área da unidade fabril (ver figura 4.42);
- Não existia planos de limpeza das zonas de trabalho, estando as mesmas desarrumadas e sujas, provocando mau ambiente.



Figura 4.40 – Aspeto das caixas de ferramentas fixas.



Figura 4.41 – Aspeto dos carros móveis de ferramentas.



Figura 4.42 - Resíduos espalhados pelo parque da unidade fabril.

Os problemas encontrados refletem-se devido à falta de organização e normalização do parque da unidade fabril e a uma política que normalize e facilite o manuseamento das ferramentas.

Os desperdícios encontrados inerentes aos problemas abordados foram os seguintes:

- Esperas: a desorganização das ferramentas gera esperas, e rendimentos baixos dos colaboradores;
- Movimentação desnecessária: procura de ferramentas causa movimentações desnecessárias.

As propostas de soluções encontradas para eliminar/reduzir alguns dos problemas identificados são as seguintes:

1.ª Aplicação da ferramenta 5S em todas as zonas da unidade fabril

A ferramenta 5S foi abordada e explicada no subcapítulo 4.2.10, na primeira proposta de melhoria destinado à serralharia. Nesta situação, a ferramenta 5S teria uma aplicação semelhante em toda a unidade fabril.

Como na zona de serralharia o método de armazenamento das ferramentas é diferente, para aplicar a ferramenta 5S de um modo mais eficaz as caixas e os carros de ferramentas espalhados em redor da unidade fabril deveriam seguir o seguinte método:

- As caixas de ferramentas deveriam ser eliminadas e, no local das mesmas, dever-se-ia colocar na parede as sombras das ferramentas e as respetivas ferramentas, de modo a que sejam facilmente perceptíveis;

A figura 4.43 ilustra um exemplo da proposta de eliminação das caixas de ferramentas.



Figura 4.43 - Proposta para a eliminação da caixa de ferramentas.

- Nas zonas onde se encontravam as caixas deveriam de estar as ferramentas que são menos utilizadas;
- Os carros de ferramentas deveriam ser organizados de modo a conter as ferramentas mais utilizadas na produção diária, para limitar as movimentações dos colaboradores.

Como proposta de melhoria, poder-se-ia acrescentar aos carros móveis um placar com a sombra e a respetiva ferramenta e gavetas de arrumação de modo a facilitar a procura das ferramentas.

A figura 4.44 ilustra essa proposta de melhoria para os carros de ferramentas.

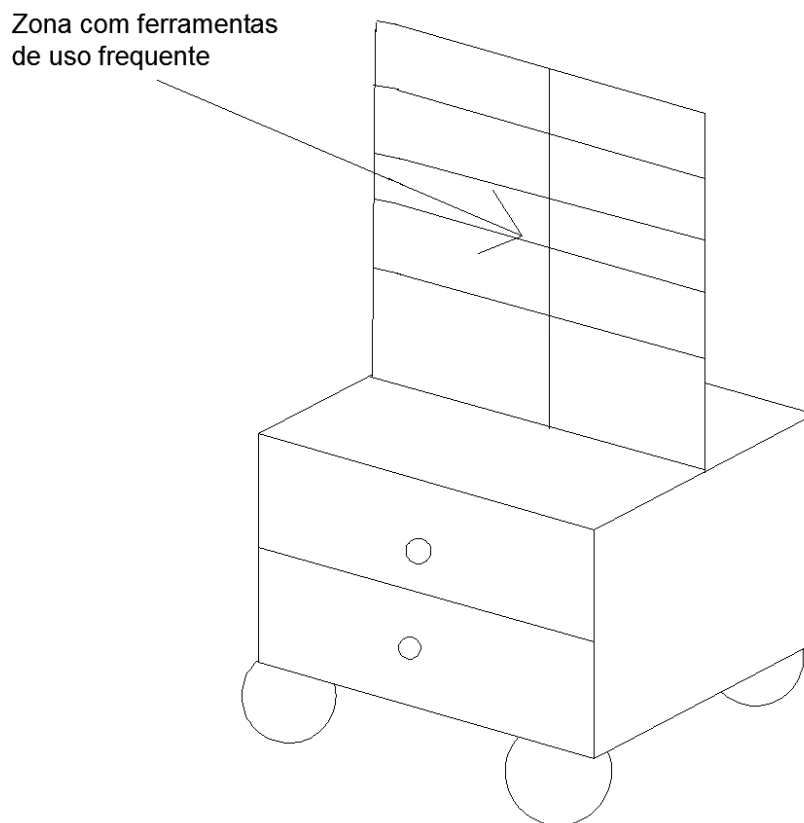


Figura 4.44 - Proposta de melhoria dos carros de ferramentas.

2.^a Normalização do parque da unidade fabril

A normalização do parque da unidade fabril permitiria eliminar parte da desorganização da unidade fabril.

Para normalizar o parque da unidade fabril, seria necessário estabelecer algumas regras, destacando-se as seguintes:

- Estabelecer caminhos de circulação para veículos e peões;
- Estabelecer zona de resíduos;
- Estabelecer parque automóvel para veículos de produção;
- Estabelecer zonas para material para expedição;
- Estabelecer zonas para armazenamento de matérias-primas;
- Estabelecer planos de controlo para que o que foi normalizado se mantenha;
- Introduzir planta geral da unidade fabril em zonas visíveis.

A figura 4.45 ilustra uma proposta de melhoria para normalização de algumas zonas da unidade fabril.

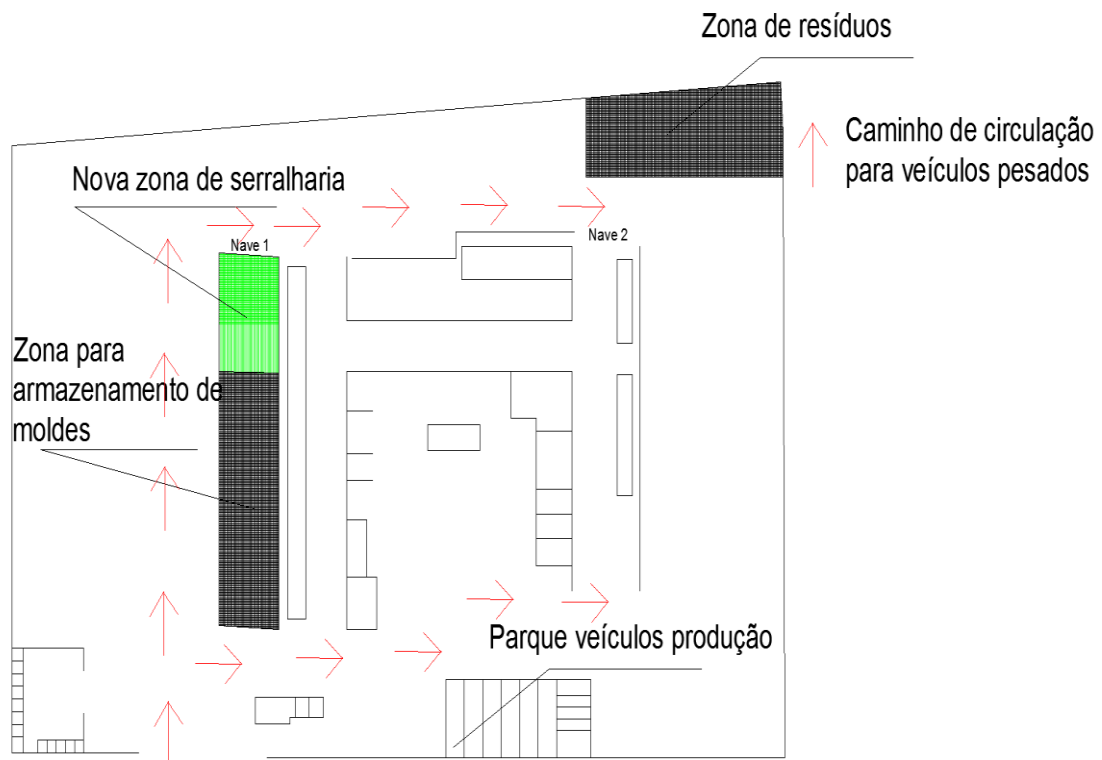


Figura 4.45 - Proposta de melhoria para normalização de algumas zonas da unidade fabril.

5. Conclusões e recomendações para desenvolvimentos futuros

5.1 Considerações iniciais

Neste último capítulo, pretende-se avaliar a concretização dos objetivos propostos neste trabalho, bem como evidenciar as limitações e benefícios para a engenharia civil e para o caso de estudo da aplicação dos princípios, metodologias, técnicas e ferramentas da filosofia *Lean*. Por último, são apresentadas algumas propostas e recomendações para desenvolvimentos futuros no âmbito da aplicação da filosofia *Lean*.

5.2 Conclusões

A partir da revisão bibliográfica, apresentada no capítulo 2, foi adquirido e consolidado o conhecimento sobre a filosofia *Lean*, permitindo assim estudar, de uma forma mais aprofundada, o caso de estudo abordado no presente trabalho.

O trabalho efetuado permitiu verificar que a aplicação da filosofia *Lean* nas organizações poderá ser útil particularmente no momento atual de crise mundial e para as organizações que queiram melhorar a sua forma de trabalhar. **A sua aplicação às organizações em termos gerais poderá permitir a eliminação ou redução de desperdícios, melhorando a qualidade dos produtos num tempo de resposta mais célere, com lead times reduzidos.**

A aplicação da filosofia *Lean* requer, no entanto, algum tempo de aplicação, de modo a que as organizações e os seus colaboradores absorvam o que de facto é esta filosofia. Quando aplicada, **deverá ser a TODA a organização e não apenas num único ponto crítico,** devendo ser entendida e implementada como uma **cultura de trabalho.** Ao ser aplicada a um só ponto, poderá conduzir a algumas melhorias mas, num curto espaço de tempo, a organização tenderá a repor as suas práticas anteriores.

Quando bem aplicada, a filosofia *Lean* conduzirá a resultados positivos; porém, na maioria dos casos, nos primeiros tempos de aplicação, registar-se-á um decréscimo de produtividade devido à mudança que está a decorrer.

A filosofia *Lean* **deverá ser ADAPTADA a cada tipo de organização e não ADOTADA.** A adoção por parte das organizações que sejam díspares do ambiente fabril poderá não dar os resultados esperados. O que se deve reter é que a filosofia *Lean* deve

ser adaptada a cada tipo de organização para que os métodos e técnicas, ferramentas e princípios funcionem realmente.

Para que haja uma eficaz e mais eficiente implementação da filosofia Lean numa organização, é necessário o apoio e o envolvimento da gestão de topo (administração)

e a correspondente transmissão da filosofia e dos seus objetivos aos restantes colaboradores, para que todos os compreendam e trabalhem nessa mesma direção.

No setor da construção, devido à sua complexidade processual e às elevadas incertezas e riscos envolvidos, torna-se difícil implementar a filosofia *Lean*. Isto ocorre essencialmente devido aos obstáculos que se formam como o elevado número de intervenientes, ao ceticismo dos intervenientes e também as resistências à mudança. Existem contudo vários casos de sucesso, alguns deles registados no presente trabalho.

Em termos do setor da pré-fabricação, a sua implementação poderá ser facilitada devido ao facto de ser uma indústria fabril idêntica àquela onde nasceu a aplicação e o desenvolvimento da filosofia *Lean*.

Para se perceber se era ou não possível aplicar a filosofia *Lean* no caso de estudo, foi necessário proceder ao conhecimento profundo do funcionamento da unidade fabril, em termos da gestão atual e seus processos.

Os inquéritos, as entrevistas e a observação direta levadas a cabo neste trabalho que se encontram estruturados e analisados no capítulo 3, contribuíram, relativamente no caso de estudo, para conhecer a opinião dos colaboradores sobre a unidade fabril estudada, em particular sobre os processos implementados e o seu funcionamento geral, o que permitiu identificar alguns problemas e desperdícios existentes naquela organização.

Os **principais problemas e desperdícios** identificados na **unidade fabril**, analisados em pormenor no capítulo 4, foram os seguintes:

- Existência de uma deficiente comunicação entre a direção e os restantes colaboradores;
- Desaproveitamento do potencial humano dos colaboradores;
- Existência de falta de formação dos colaboradores/formações desadequadas;
- Insuficiente informação disponibilizada pela direção aos colaboradores da produção sobre o planeamento de produção;
- Reduzida eficiência do planeamento de produção, do *stock* e do transporte;

- Existência de deficiências na implementação do sistema de segurança (incongruências de informações e desrespeito das regras por parte dos colaboradores);
- Aplicação do Sistema de Gestão da Qualidade com algumas falhas e não-conformidades, apesar de a organização ser detentora de certificação daquele sistema;
- Sobrecarga e desmotivação dos trabalhadores;
- Realização inadequada de muitos dos processos analisados e implementados na organização;
- Desconhecimento, por parte da direção, do que efetivamente acontece no sistema de produção;
- Existência de desperdícios, sem que exista um pensamento e uma ação de modo a eliminá-los, para que não sejam entendidos como fazendo parte do processo normal da produção;
- Desorganização total na unidade fabril.

A análise dos problemas e desperdícios identificados no caso de estudo permitiu apresentar um conjunto de propostas de melhoria para eliminação ou redução dos desperdícios encontrados (ver capítulo 4). Estas propostas foram estruturadas após uma análise e diagnóstico das causas que motivam os problemas e desperdícios detetados, tendo ainda como critério, para a aplicação ao caso de estudo, a facilidade de uso, a aplicabilidade e o reduzido custo de implementação.

Com base nas experiências relatadas por diversos autores na bibliografia consultada, tem-se a convicção de que as propostas de melhoria apresentadas, caso sejam aplicadas isoladamente, conduzam a resultados positivos. Contudo, para que esses resultados sejam permanentes numa perspetiva de médio / longo prazo, recomenda-se que as propostas sejam aplicadas no seu todo, para que todos os desperdícios sejam eliminados ou reduzidos. A aplicação isolada de medidas poderá não ser benéfica pois os desperdícios encontrados advêm de vários erros em cadeia afetos a diversas áreas do caso de estudo.

Para que as propostas de melhoria sejam aplicadas de forma correta e com resultados, é imprescindível que a gestão de topo as aceite na sua globalidade e conduza a sua implementação, de modo a que todos os colaboradores entendam e respeitem o processo de implementação e trabalhem no mesmo sentido. Dado que um dos problemas detetados ter sido a falta de comunicação entre a gestão de topo e os restantes colaboradores,

considera-se fundamental para o sucesso global da operação, que esta dificuldade seja ultrapassada e melhorada. Considera-se importante haver, assim, por todos os elementos daquela organização, um esforço de envolvimento na mudança e um comprometimento e compreensão dos objetivos de melhoria, de redução de desperdícios e de otimização de processos inerentes às propostas apresentadas ou outras que partilhem dos mesmos objetivos.

Tendo a filosofia *Lean* nascido no ramo automóvel há vários anos e, mais recentemente, tem sido aplicada em vários ramos e sendo a engenharia civil uma área com algum desperdício, considera-se que deveria ser aproveitado o conhecimento da engenharia mecânica, no qual nasceu a filosofia *Lean*, e aplicá-lo na engenharia civil, de modo a que academicamente e profissionalmente haja uma maior cooperação. **Um dos princípios da filosofia *Lean* refere que se deve aprender com quem já tem conhecimento e experiência, neste caso adquirir o conhecimento que a engenharia mecânica do ramo automóvel já adquiriu.**

Por fim, refere-se que a filosofia *Lean* tem interesse e aplicabilidade no caso de estudo, concluindo-se ser uma metodologia com forte potencial de aplicação ao setor da engenharia civil, quer aos meios fabris, quer, por generalização, às próprias obras e estaleiros.

5.3 Recomendações para desenvolvimentos futuros

A elaboração deste trabalho permitiu apresentar propostas de melhoria para serem aplicadas na organização que constituiu o caso de estudo. Uma vez que estas propostas não puderam ser implementadas e seguidas no âmbito deste trabalho, por o tempo requerido não ser compatível com a duração do mesmo, propõe-se, como ações futuras, um acompanhamento por parte da direção daquela organização, a aplicação do proposto caso aceite as propostas apresentadas.

A análise do caso de estudo incidiu na identificação de diversos problemas. Atendendo à natureza dos mesmos, o foco centrou-se num âmbito geral, organizacional e processual, e não tanto na otimização dos tempos das atividades identificadas no Mapeamento do Fluxo de Valor atual (MVF). Como recomendação futura, propõe-se que sejam contabilizados esses tempos, de modo a serem melhor percecionados e, mais tarde, eventualmente reduzidos, diminuindo-se o *lead time*.

Para a aplicação das propostas de melhoria, considera-se importante realizar estudos financeiros para avaliar o impacto que as alterações propostas terão na organização, de modo a perceber a sua viabilidade, o custo total e o correspondente benefício. Esta atividade não foi possível incluir no trabalho desenvolvido, embora as propostas de melhoria já tenham em conta a minimização dos custos da sua implementação.

Considera-se ainda de utilidade para a organização estudada, serem elaboradas Fichas / Modelos de Registo da Qualidade referentes aos elementos pré-fabricados da linha de produção. Estas fichas deverão conter os tópicos essenciais relativos ao controlo da qualidade (materiais constituintes, formulação da argamassa, dimensões, coloração, acabamento, etiquetagem, elementos de fixação, entre outros) e ser de fácil preenchimento e perceção pelo colaborador encarregue de as preencher.

Para que o *Lean Construction* se divulgue e desenvolva, considera-se importante aplicá-lo a mais casos de estudo, divulgando os resultados dos seus sucessos e possíveis insucessos, e fomentando a aplicação desta metodologia pelas diversas organizações do da fileira da construção. Assim, cada vez mais se conseguirá obter sucessos com a aplicação da filosofia *Lean*, apreendendo-se com os resultados e os estudos de terceiros.

Espera-se, com o presente trabalho, poder abrir caminhos para novas ideias de implementação da filosofia *Lean*, no caso particular da organização estudada e, profissionalmente, para organizações que tenham curiosidade e vontade de aplicar e obter conhecimento acerca da filosofia *Lean*.

Referências bibliográficas

- AICCOPN, A. d. (2015). *Representatividade do sector da construção*. Lisboa: AICCOPN.
- ALARCÓN, L. F. (2005). Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction. . Sydney, Australia 387-393: Thirteenth Annual Conference OF International Group for Lean Construction (IGLCL-13) .
- ALBARRAN, E. G. (2008). *Construção com elementos Pré-Fabricados em Betão Armado - Adaptação de uma solução estrutural "in situ" a uma solução pré-fabricada*. Lisboa: Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico (IST).
- ANIPB, A. N. (2008). *A indústria de prefabricação em betão em Portugal*. Lisboa: ANIPB.
- BALLARD, G. (2000). *The Last Planner System of production Control*. UK: Dissertação de doutoramento, Universidade de Birmingham.
- BALLARD, G., & HOWELL, G. (1997). *Shielding Production: An Essencial Step in Production Control*. CA: Technical Report N° 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California.
- BRUNT, D. e. (1998). *Waste elimination in lean production - A Supply Chain Perspetive*, . Dusseldorf: Proc ISATA 98.
- CABAÇO, A. M. (2011). *Contratação de Empreendimentos de Construção - Análise de modelos tradicionais e não tradicionais e contributos para o seu aperfeiçoamento* . Instituto Superior Técnico. Lisboa: Tese de Doutoramento - Instituto Superior Técnico.
- CHAN, W., & HU, H. (2001). *An application of genetic algorithms to precast production scheduling*. Computers & Structures , 79 (17), 1605-1616.
- COLLIS, J. HUSSEY, R. (2005). *Pesquisa em Administração. Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. 2.ed Porto Alegre: Bookman, Pág.349.
- COMUNIDADE LEAN THINKING, (CLT). (2008). *A criação de valor através da eliminação do desperdício*. CLT.

- CONSTRUÇÃO MAGAZINE. (2011). *Dossier "Património em Betão"*. Revista técnico-científica Engenharia Civil.
- COUTO, A. B. (2007). *Vantagens Produtivas e Ambientais da Pré-fabricação*. Campus de Azurém - Guimarães: Departamento de Engenharia Civil - Universidade do Minho.
- CREDITREFORM. (2011). *Creditreform*. Obtido de <http://www.creditreform.com/en/index.html> (Acedido a 16 de abril de 2015)
- DEFFENSE, J. B. (2010). *Produção Lean na Indústria de Pré-fabricados de Betão Armado - Aplicação e Avaliação de Resultados em Caso de Estudo*. Lisboa: Dissertação de Mestrado - Universidade Nova de Lisboa.
- GABINETE DE ESTRATÉGIA E ESTUDOS. (2011). *Boletim Mensal de Economia Portuguesa*. Lisboa: Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais.
- GALLARDO, C. A. (2007). *Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica: Diretrizes para Implantação no Processo de Fabricação de Telhas de Concreto Pré-Fabricadas*. Campinas - São Paulo: Dissertação de Mestrado.
- GEORGE, M. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. McGraw-Hill.
- GHINATO, P. (1996). *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente um Just-in-Time*. Caxias do Sul: Educs.
- GLOBO. (2013). *Educação globo*. Obtido de <http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/17.html> (Acedido a 9 de junho de 2015)
- GONÇALVES, A. M. (2006). *Total flow management na indústria no instituto Kaisen*. Porto: Relatório de estágio curricular da LGEI-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- GROHMANN, M. Z. (1998). *Redução do desperdício na Construção Cível. Levantamento das Medidas Utilizadas pelas Empresas de Santa Maria VI Congresso Internacional de Engenharia Industrial*. Universidade Federal Fluminense, Brasil.

- INSTITUTE KAISEN. (2014). *kaizeninstituteindia*. Obtido de fonte: <https://kaizeninstituteindia.files.wordpress.com/2014/04/114.png> (Acedido a 5 de junho de 2015)
- INVENTTA, Inteligência de Inovação. (2015). *Inventta*. Obtido de www.inventta.net (Acedido a 18 de Maio de 2015)
- KAIZEN, I. (2015). *KAIZEN Institute*. Obtido de <http://br.kaizen.com/nossosservicos/nossas-ferramentas/total-service-management.html> (Acedido a 05 de junho de 2015)
- KOSKELA, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report: 72, Stanford University, USA.
- KOVÁCS, J. (1998). *Precast Concrete Technologies for Developing Countries*. Hungary. H-1117, Budapest, : Budafoki út 209.
- LIKER, J. K. (2004). *The Toyota Way – 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. MacGraw-Hill.
- LIKER, J. K. (2004). *The Toyota Way – 14 management principles from the world's greatest manufacturer* (Pág.54). MacGraw-Hill.
- MACNEEL, D. (2012). Lean Conference, Day 2 - Lean vs Traditional on an Industrial Project featuring a presentation. *BAKER CONCRETE*. Washington DC: <https://vimeo.com/52961759> (Acedido a 10 de junho de 2015).
- MANSUR, B. (2015). Obtido de [rhportal: http://www.rhportal.com.br/artigos/wmview.php?idc_cad=qnpe5a2mn](http://www.rhportal.com.br/artigos/wmview.php?idc_cad=qnpe5a2mn) (Acedido a 3 de maio de 2015)
- MARQUES, S. (2007). *Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa*. Lisboa: Dissertação de Mestrado - Instituto Superior Técnico.
- MAYES, J. (2012). *JSNMYS*. Obtido de YouTube: https://www.youtube.com/channel/UCu_VZIM7JOcqdAVqNC93jUw (Visualizado a 10 de junho de 2015)
- McBRIDE, D. (2003). *The 7 Manufacturing Wastes*. Obtido de [emsstrategies: http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html](http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html) (Acedido a 10 de maio de 2015)

- MELTON, T. (2005). *The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chemical Engineering Research and Design , 83 (6), 662-673.
- MOREIRA, S. P. (2011). *Aplicação das Ferramentas Lean: Caso de Estudo*. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL): Dissertação final de Mestrado.
- MORGAN, J.M., LIKER, J.K. (2006). *The Toyota Development Production System*. New York: Productivity Press.
- NEVES, A. L. (2010). *Agilidade e Lean Construction: Metodologia de Planeamento e Controlo da Produção baseada na intefração de práticas ágeis com a filosofia Lean*. Lisboa: Dissertação de Mestrado: Instituto Superior Técnico.
- OHNO, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale*. Productivity Press.
- PENEIROL, N. (2007). *Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner*. Lisboa: Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.
- PINTO, J. M. (2012). *Lean Construction: Proposta de Metodologia de Avaliação de Projetos de Construção*. Porto: Dissertação de Mestrado: Faculdade de Engenharia Universidade do Porto (FEUP).
- PINTO, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações Vencedoras*. Lisboa: 6ª Edição, Biblioteca Industrias & Serviços.
- PORTAL GESTÃO. (12 de Dezembro de 2010). *Portal Gestão*. Obtido de <https://www.portal-gestao.com/item/6270-gest%C3%A3o-da-qualidade-total-os-princ%C3%ADpios-e-o-mito.html> (Acedido a 8 de junho de 2015)
- REZENDE, J. S., DOMINGUES, S. M., & MANO, A. P. (2012). *Indentificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna*. Brasil: ENGEVISTA, V. 14, n. 3. p. 281-292.
- ROTHER, M., & SHOOK, J. (1998). *Learning to See – Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Massachusetts, EUA: The Lean Enterprise Institute.
- ROTHER, M., & SHOOK, J. (2003). *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo, Brasil: Lean Institute Brasil, 1ª edição, pág.102.

- SETH, S. d. (2013). *RELATÓRIO DE GESTÃO – Contas consolidadas*.
- SULLIVAN, W. G. (2002). *Equipment replacement decisions and lean manufacturing*. Robotics and Computer-Intergrated.
- SUZAKI, K. (2013). Comentário tradicional do chão de fábrica por KONOSUKE MATUSUSHITA (1998). Em G. n. Dias. Rio Meão: Lean OP.
- SUZAKI, K. (2013). INQUÉRITOS AOS COLABORADORES Anexo 1.1. Em *Gestão no chão de fábrica Lean: Sustentando a Melhoria contínua todos os dias*. Rio Meão: Lean OP (Pág.328 a 330).
- TAKTTIME. (3 de Janeiro de 2010). *takttime*. Obtido de <http://takttime.net/artigos-lean-manufacturing/jit-lean-manufacturing/heijunka-box-toyota/> (Acedido a 30 de maio de 2015)
- VASCONCELOS, A. C. (2002). *O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos fundações*. São Paulo. : Volume III. Studio Nobel.
- WOMACK, J. (2008). Obtido de Lean.org-Lean Production to Lean Solutions (2008): <http://www.lean.org/WhatsLean/> (Acedido a 21 de maio de 2015)
- WOMACK, J. P., & JONES, D. T. (2004). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, EUA: Simon and Schuster.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T., & ROOS, D. (1992). *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: 14ª Edição, Campus.
- WOMACK, James. JONES, Daniel. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and schuster.
- WOMACK, JONES & ROSS. (1990). *The Machine that Changed The World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.

ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de versatilidade dos colaboradores (Referenciado nas páginas 34 e 102)

Anexo 2 – Mapeamento do Fluxo de Valor Atual – Caso de estudo (Referenciado nas páginas 76 e 101)

Anexo 3 – Simbologia do Mapeamento do Fluxo de Valor (Referenciado nas páginas 38 e 101)

Anexo 4 – Folha resumo do processo (Referenciado na página 52)

Anexo 5 – Inquérito realizado (Referenciado na página 73)

Anexo 6 – Quadro de tempos das atividades do MFV do caso de estudo (Referenciado na página 101)

Anexo 1 – Matriz de versatilidade dos colaboradores

ANEXO 1 - MATRIZ DE VERSATILIDADE DOS COLABORADORES								
Tipo de tarefa	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 3		Tarefa 4	
Colaborador A								
Colaborador B								
Colaborador C								
Colaborador D								

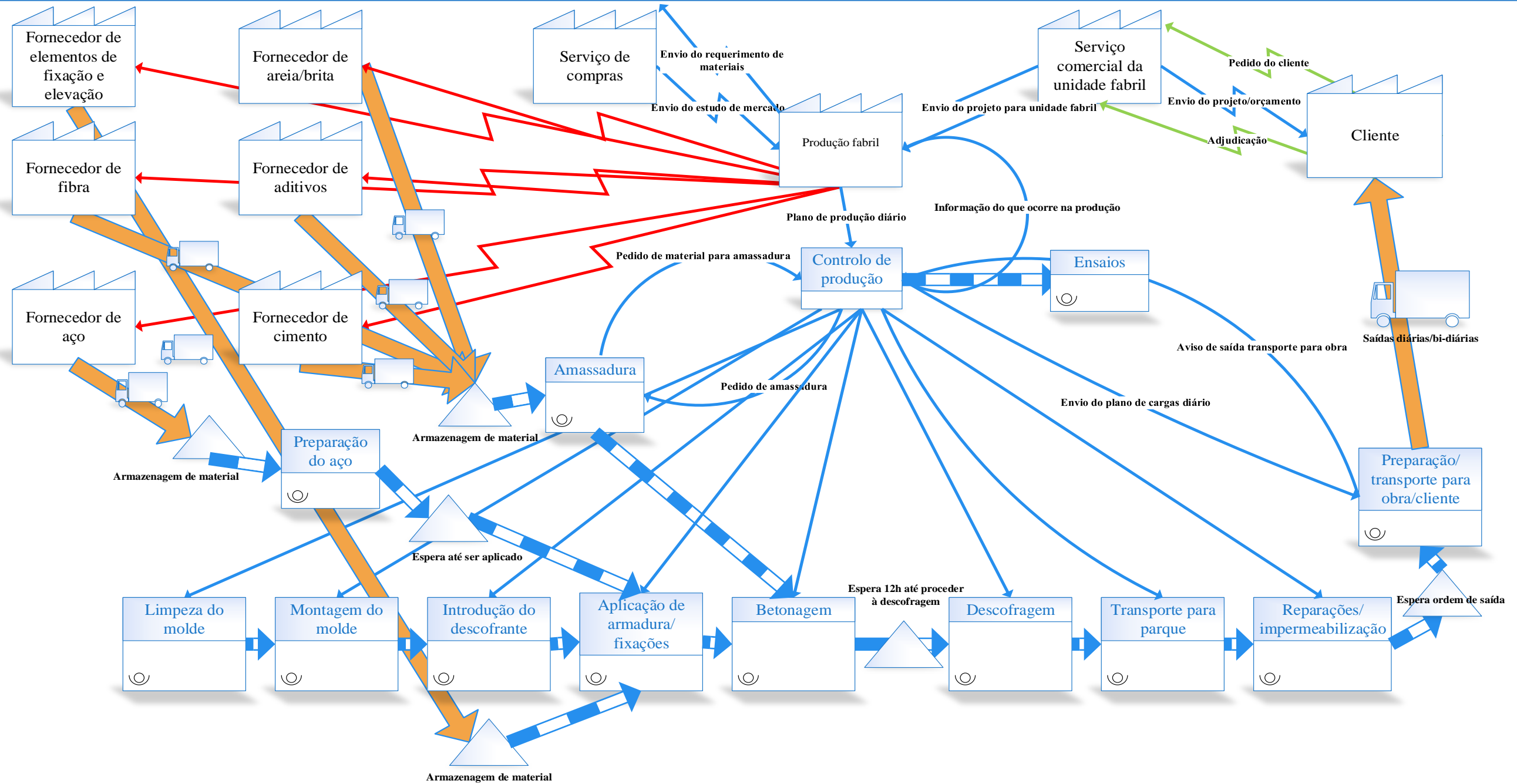
	1.º quadrante preenchido = Colaborador em formação
	2.º quadrante preenchido = Colaborador sabe realizar tarefas simples
	3.º quadrante preenchido = Colaborador consegue resolver tarefas complexas
	4.º quadrante preenchido = Colaborador é orientador (mentor) da tarefa

NOTA	<p>Numa organização <i>Lean</i> cada tarefa deverá ser apreendida pelos colaboradores até que os mesmos tenham a capacidade de orientar a tarefa. Cada mentor deve saber realizar três tarefas e ser orientador das três.</p>
------	---

Anexo 2 – Mapeamento do Fluxo de Valor Atual – Caso de estudo

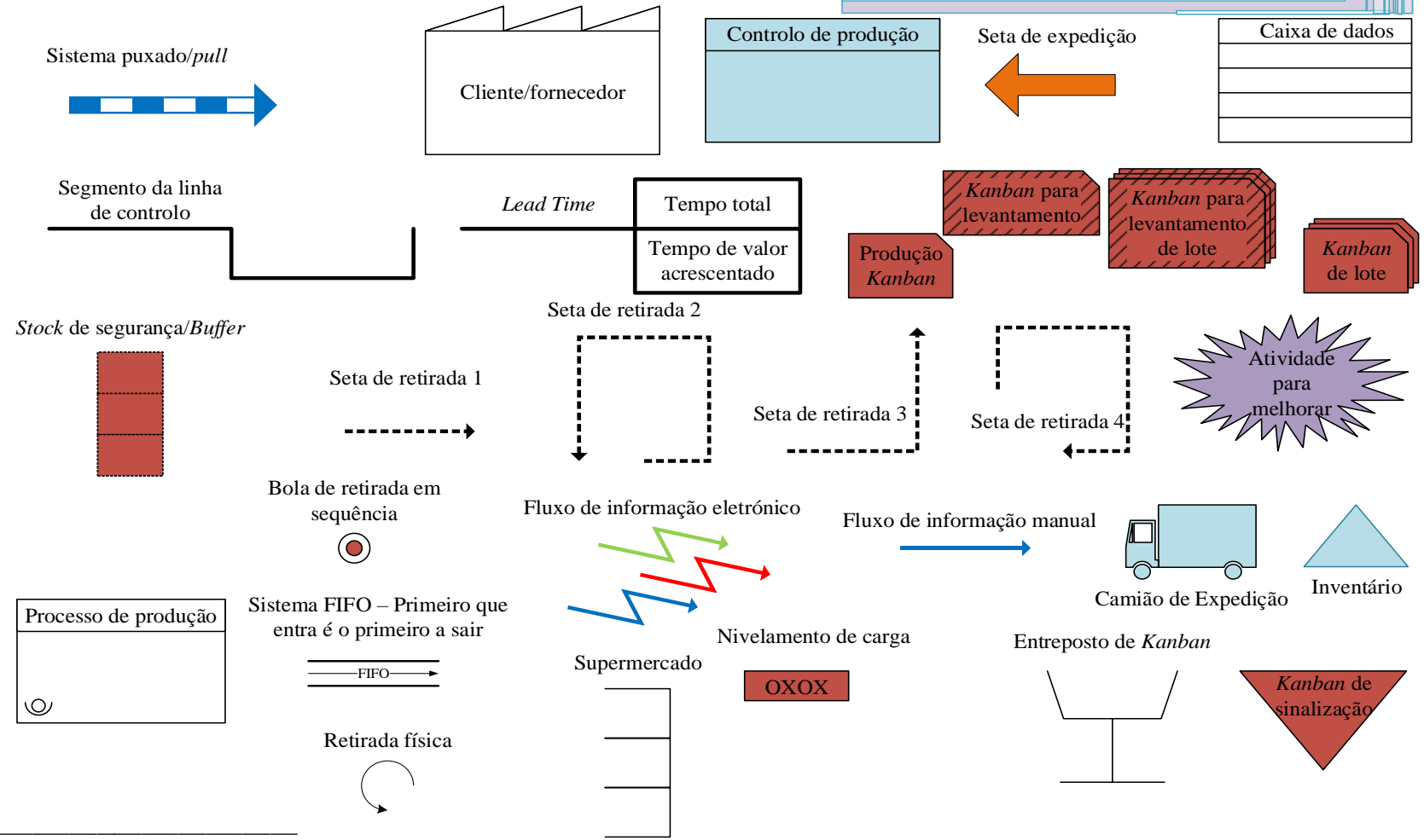
Anexo 2 - Mapeamento do Fluxo de Valor Atual – Caso de estudo

SETEMBRO 2015



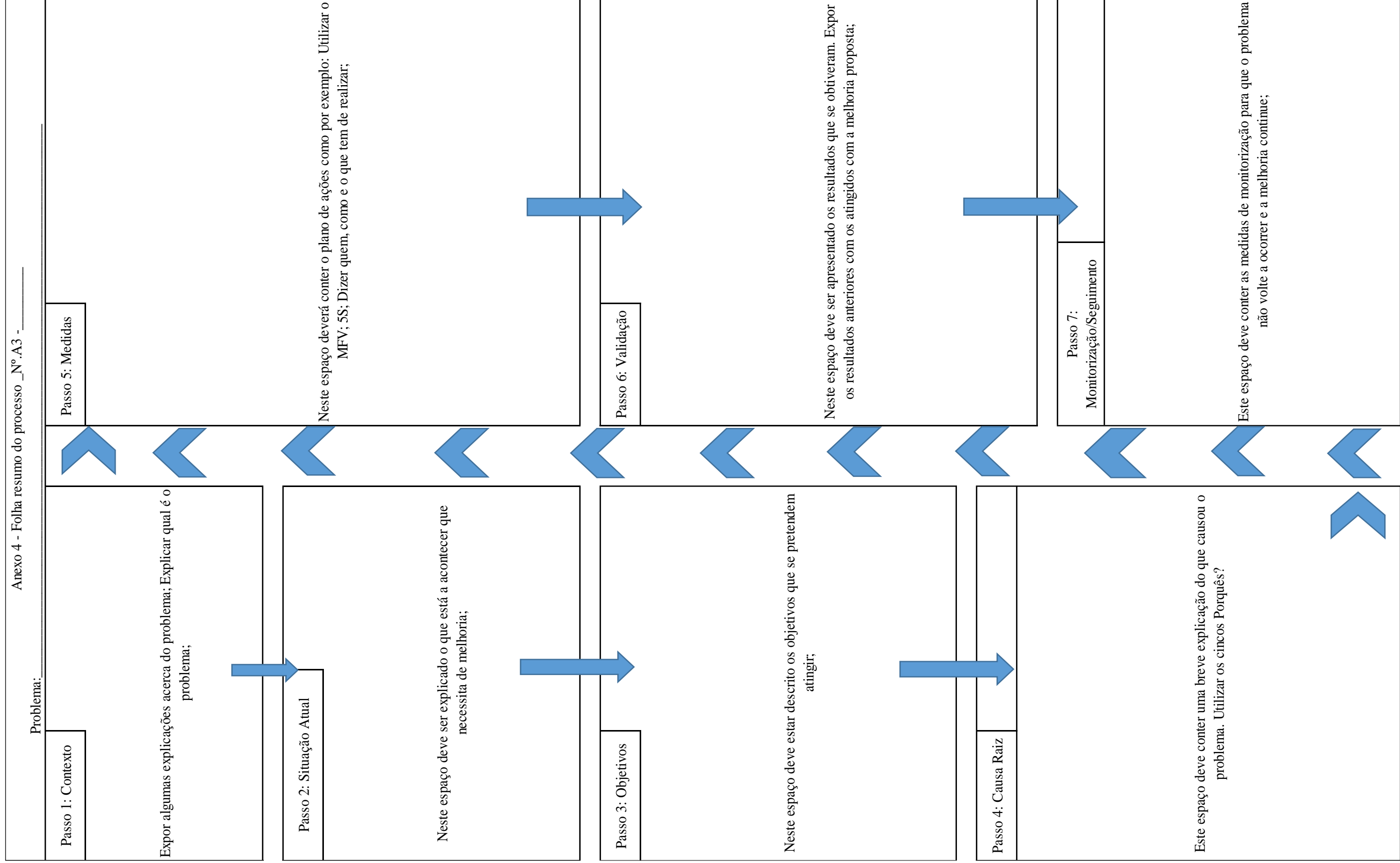
Anexo 3 – Simbologia do Mapeamento do Fluxo de Valor

Anexo 3 - Simbologia do Mapeamento do Fluxo de Valor



Anexo 3 referido nas páginas 38 e 101

Anexo 4 – Folha resumo do processo



Anexo 5 – Inquérito realizado

Inquérito n.º (Total 12)

Anexo 5- Inquérito realizado

Data: 03 julho de 2015

O presente inquérito está inserido num projeto de parceria académico e empresarial com vista à análise e melhoria da produção fabril de pré-fabricados. Pretende-se apurar qual a opinião e sensibilidade dos vários intervenientes no processo de produção de pré-fabricados. Todos os dados recolhidos serão unicamente utilizados para efeito académico e com total confidencialidade .						
	Sim	Não		Idade	-	
Faz parte do quadro da empresa?	75%	25%				
Formação:						
Função:						
Experiência	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	>20	
Profissional (anos)	17%	8%	17%	33%	25%	
A filosofia <i>Lean</i> é uma nova abordagem de pensamento com o intuito de eliminar todo o tipo de desperdício, aumentando o valor dos produtos / serviços, valorizando os colaboradores e clientes.						
Nota: Preencha os espaços em branco com uma cruz na resposta que achar mais concordante com a sua opinião						
Grupo I - Planeamento						
Questões						
1.	Como avalia o planeamento de produção?					
Mau	Insuficiente	Satisfaz	Bom	Muito Bom		
42%	25%	17%	17%	-		
2.	Como avalia o planeamento de transporte?					
Mau	Insuficiente	Satisfaz	Bom	Muito Bom		
42%	17%	33%	8%	-		
3.	Como avalia o plano de stock da produção?					
Mau	Insuficiente	Satisfaz	Bom	Muito Bom		
42%	25%	33%	-	-		
4.	Sabe o local exato onde se encontram as peças que irão sair no plano de transporte?					
SIM	33%	NÃO	67%			
5.	Qual a importância do planeamento para a eficiência do processo de produção?					
Nenhum	Pouco	Indiferente	Importante	Muito Importante		
-	8%	-	33%	58%		
6.	Qual é a percentagem média de planeamento diário de produção cumprido?					
<20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%		
-	-	17%	25%	58%		
7.	Como considera a informação que recebe sobre o planeamento?					
Má	Insuficiente	Satisfaz	Boa	Muito Boa		
8%	42%	17%	33%	-		
8.	Considera que pode ser melhorado o processo de planeamento?				Sim	Não
				100%	-	
8.1	Se Sim de que forma?					

Inquérito n.º (Total 12)

Anexo 5- Inquérito realizado

Data: 03 julho de 2015

Grupo II - Gestão da unidade fabril			
Questões		SIM	NÃO
1.	Sabe quem é o diretor fabril?	83%	17%
2.	Devia haver mais interação entre colaboradores e o gestor?	92%	8%
3.	Acha que são necessárias reuniões regulares com os colaboradores para expressarem as suas opiniões?	92%	8%
4.	As regras e estratégia da empresa são justas?	25%	75%
5.	Acha que são precisas regras e estratégias?	100%	0%
6.	Sabe quem é o supervisor?	92%	8%
7.	O seu supervisor é justo?	75%	25%
8.	Respeita o seu supervisor?	100%	0%
9.	O seu supervisor respeita-o?	100%	0%
10.	O seu supervisor sabe o que faz?	75%	25%
11.	Entende que tem pessoas competentes a liderar a sua área?	58%	42%
12.	Precisa de líderes?	83%	17%
13.	Sabe quais são os objetivos para o seu departamento?	33%	67%
14.	Gostaria de saber quais são?	75%	25%
15.	Deseja, mais tarde, vir a ser promovido para um cargo de chefia?	25%	75%

Grupo III - Valorização pessoal e empresarial			
Questões		SIM	NÃO
1.	É tratado com justiça?	42%	58%
2.	Sente-se discriminado por algum motivo?	50%	50%
3.	É respeitado?	92%	8%
4.	Tem algo a oferecer a esta empresa que não esteja a ser utilizado?	75%	25%
5.	Esta empresa preocupa-se consigo?	25%	75%
6.	Preocupa-se com esta empresa?	100%	0%
7.	Sente orgulho da empresa?	42%	58%
8.	Sente vergonha da empresa?	25%	75%
9.	Sabe quem somos (empresa) e o que fazemos?	92%	8%
10.	Gostaria de ter voz ativa em assuntos como a qualidade, produtividades e regras?	75%	25%
11.	Deveria haver reuniões onde qualquer um pudesse expressar as suas opiniões?	92%	8%
12.	Participa nas reuniões que lhe dizem respeito à sua função?	83%	17%

Inquérito n.º (Total 12)

Anexo 5- Inquérito realizado

Data: 03 julho de 2015

Grupo IV - Produção					
Questões			SIM	NÃO	
1.	Compreende quais são as suas funções?		92%	8%	
2.	Cumpre só as suas funções?		33%	67%	
3.	Sabe alguma forma de melhorar o seu trabalho?		83%	17%	
4.	Fez sugestões ao seu supervisor sobre as formas de melhorar o seu trabalho?		42%	58%	
5.	Responderam-lhe de forma positiva?		25%	75%	
6.	Implementaram a sua sugestão?		0%	100%	
7.	Gostaria de trabalhar em equipa com outros colaboradores?		83%	17%	
8.	Como classifica as condições de trabalho na sua área?				
	Excelentes	Boas	Razoáveis	Fracas	Muito fracas
	-	8%	25%	50%	17%
9.	As condições de trabalho afetam o seu desempenho?		75%	25%	
10.	Considera a sua área de trabalho organizada?		33%	67%	
11.	A empresa consegue melhorar essas condições?		100%	0%	
12.	Em termos de segurança sente-se seguro a realizar as suas tarefas?		67%	33%	
13.	Sabe quais as regras de segurança impostas pela organização que trabalha?		75%	25%	
14.	Se sim quais são essas regras? _____ _____				
15.	Sabe quais são os Equipamentos de proteção individual obrigatórios?		100%	0%	
16.	Se sim quais são? _____ _____				
17.	As formações de segurança existentes são suficientes?		75%	25%	
18.	Sabe quais são os equipamentos fundamentais à produção?		75%	25%	
19.	Sabe quais são os desperdícios mais comuns na produção?		50%	50%	
20.	Sabe qual é a política da qualidade da empresa?		25%	75%	
21.	Sabe quem está encarregue de preencher as fichas da qualidade?		50%	50%	

Inquérito n.º (Total 12)

Anexo 5- Inquérito realizado

Data: 03 julho de 2015

Grupo IV - Produção					
22.	Qual a importância que atribui aos seguintes desperdícios de modo a serem prevenidos ou eliminados?				
	1	2	3	4	5
Mão-de-obra à espera de material/equipamento de trabalho	-	-	-	8%	92%
Trabalho à espera de Mão-de-obra	-	-	-	8%	92%
Correção de erros de execução	-	-	-	-	100%
Transporte e movimentos desnecessários	-	-	-	8%	92%
Aprovisionamentos desnecessários de materiais	-	8%	-	17%	75%
Mão-de-obra em estaleiro por utilizar	-	-	-	-	100%
Trabalho desnecessário/Sobreprodução	-	-	-	8%	92%
Outros:					

23.	O que motiva este tipo de desperdícios?				
	1	2	3	4	5
Alterações / Indefinições de projeto	-	-	-	-	100%
Erros no planeamento	-	-	-	8%	92%
Erros de execução	-	-	-	8%	92%
Falha de comunicação interna	-	-	-	8%	92%
Falha de comunicação externa	-	-	8%	-	92%
Falha de segurança / Acidentes	16%	17%	50%	17%	-
Processo de produção	-	-	-	-	100%
Falta de formação	-	-	-	8%	92%
<p>Nota: 1= Nada Importante 2=Indiferente 3=Imortante 4=Muito importante 5=Extrema importância</p>					

Inquérito n.º (Total 12)

Anexo 5- Inquérito realizado

Data: 03 julho de 2015

Grupo IV - Produção					
24.	Classifique o impacto que o desperdício têm na produção em função de:				
	1	2	3	4	5
Resultados financeiros	-	-	-	8%	92%
Cumprimento de prazos	-	-	8%	8%	83%
Qualidade	-	-	8%	8%	83%
Satisfação do cliente	-	-	-	17%	83%
Nome da organização	-	-	-	17%	83%
Outros:					

25.	Qual a estimativa de peso dos desperdícios de produção em percentagem?					
<10%	10-20%	21-40%	41-60%	61-80%	>80%	NS-NR
42%	8%	8%	8%	-	-	33%

Questões					
26.	Como classifica os fatores de sucesso de um projeto?				
	1	2	3	4	5
Resultados financeiros	-	-	-	25%	75%
Cumprimento de prazos	-	-	-	25%	75%
Qualidade dos produtos	-	-	8%	17%	75%
Satisfação do cliente	-	-	-	8%	92%
Outros:					

27.	Acha que é possível implementar a filosofia <i>Lean</i> nesta organização?	SIM	NÃO
		92%	8%

Nota: 1= Nada Importante 2=Indiferente 3=Imortante 4=Muito importante 5=Extrema importância

OBRIGADO!

Anexo 5 referido na página 73

Anexo 6 – Quadro de tempos das atividades do MFV do caso de estudo

ANEXO 6 - QUADRO DE TEMPOS DAS ATIVIDADES DO MFV DO CASO DE ESTUDO

TAREFAS	INÍCIO (horas:minutos)	FIM (horas:minutos)	OBSERVAÇÕES
ATIVIDADES AFETAS À LINHA DE PRODUÇÃO			
Desmoldagem e transporte para reparação			
Limpeza das mesas/moldes			
Montagem dos moldes			
Introdução do descofrante			
Aplicação de armadura, espaçadores e elementos de fixação			
Betonagem das peças			
Reparações			
EXECUÇÃO DAS ARMADURAS			
Preparação e execução das armaduras			
AMASSADURA			
Tempo de execução de amassadura			
Transporte de amassadura			
CARGAS			
Carga diária			
ATIVIDADES ANTES DE INICIAR PRODUÇÃO DIÁRIA			
Pesquisa dos desenhos			
Verificação das etiquetas de produção/materiais para produção			

Anexo 6 referido na página 101