



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Mecânica**

**ISEL**



## **Desenvolvimento de um modelo para avaliar o nível de manutenção Lean de uma organização** **Caso de estudo**

Carla Alexandra Fernandes de Pinho  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor António João P. da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Doutor José Duarte Moleiro Martins

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

**Dezembro de 2017**





**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Mecânica**

# **Desenvolvimento de um modelo para avaliar o nível de manutenção Lean de uma organização**

## **Caso de estudo**

Carla Alexandra Fernandes de Pinho  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor António João P. da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Doutor José Duarte Moleiro Martins

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

**Dezembro de 2017**



## **Agradecimentos**

Ao meu amor da minha vida.

À minha família.

Às minhas colegas de formação acadêmica pela inteligência e entusiasmo demonstrado.

E pela necessidade de demonstrar que sou capaz e, claro, para uma valorização pessoal e profissional.

À empresa pela oportunidade concedida para a realização do caso de estudo.

Espero deixar uma semente para a geração seguinte.

A todos um grande OBRIGADA.

*It always seems impossible until it's done.*

Nelson Mandela



## **Resumo da Tese**

A criação de um modelo de avaliação Lean é importante para criar boas práticas a aplicar na área da manutenção, como princípio de uma atividade que utiliza ferramentas Lean e consciente de todas as suas vantagens.

A implementação de filosofia Lean na manutenção visa melhorar o planeamento e a programação das atividades, aumentar a produtividade, motivar os trabalhadores, ajudar na introdução de novos hábitos e de novas atitudes no trabalho e ainda identificar os desperdícios que devem ser eliminados.

A competitividade e o preço excessivo dos produtos (bens ou serviços) que o cliente final não quer pagar, faz com que as empresas públicas e privadas tomem medidas para evitar todo o tipo de desperdícios, rentabilizando ao máximo a sua cadeia de valor.

A filosofia Lean foi uma das formas encontradas para identificar e eliminar alguns desses desperdícios, melhorando o processo produtivo e, desta forma, tornando as organizações mais competitivas. O Lean tem várias ferramentas podendo ser aplicadas em diversas áreas. Uma dessas áreas é a manutenção, onde se pretende que os equipamentos operem sem interrupções e com uma produção de qualidade. Algumas das ferramentas do Lean encaixam-se perfeitamente na área da manutenção para identificação de desperdícios, criação de valor, realização de planeamento, melhoria do sistema de trabalho na organização e até no próprio desenvolvimento dos trabalhadores.

A presente dissertação visa mostrar algumas das ferramentas mais comuns da filosofia Lean com aplicabilidade na manutenção de equipamentos de apoio à atividade de um serviço público e ao desenvolvimento de um modelo de avaliação com apresentação através de estudo de caso.

No trabalho infra são apresentadas diversas ferramentas Lean, nomeadamente 5s, trabalho padronizado, (standardwork uniformização), gestão visual (andon), melhoria continua (kaizen), mapeamento fluxo de valor na manutenção (MVSM), SIPOC, gestão visual, 5w, ciclo PDCA.

O modelo de avaliação está estruturado em 3 grandes áreas “Clientes”, “Organização” e “Fornecedores”, vai subdividir-se em 7 critérios e 60 atributos.





Dos 60 atributos, foram desenvolvidos 6 e que compõem mais de 70 atributos, perfazendo mais de 130 no final o modelo proposto neste trabalho.

Palavras-chave:

Modelo avaliação Lean, Pensamento Lean, Manutenção, Índice Lean, Melhoria continua, Caso de estudo



## **Abstrat**

The creation of a lean evaluation model is important to create good practice in the field of maintenance as the principle of an activity that uses lean tools aware of all its advantages.

Implementing Lean's philosophy of maintenance aims to improve planning and scheduling of activities, increase productivity, motivate employees, assist in introducing new habits and new attitudes at work, and identify the wastes that need to be eliminated. Competitiveness and the excessive price of products (goods or services) that the final customer does not want to pay, makes public and private companies take measures to avoid all types of waste, making the most of its value chain.

The Lean philosophy was one of the ways found to identify and eliminate some of these wastes, improving the production process and thus making companies more competitive. Lean has several tools that can be applied in several areas. One of these areas is maintenance, where the equipment is intended to operate without interruption and with a quality production. Some of Lean's tools fit perfectly into the maintenance area for waste identification, value creation.

The present dissertation aims to show some of the most common tools of the Lean philosophy with applicability in the maintenance of equipment to support the activity of a public service and the development of an evaluation model with presentation through case study.

In the work below are presented several Lean tools, namely 5s, standardized work, (standardwork standardization), visual management (andon), continuous improvement (kaisen), maintenance value flow mapping (MVSM), SIPOC, visual management, 5w, cycle PDCA.

The avaliation model is structured in 3 large areas "Customers", "Organization" and "Suppliers", will be subdivided into 7 criteria and 60 attributes.

Of the 60 attributes were developed 6 and that make up more than 70 attribute attributes, preferring more than 130 at the end the model propose

Keywords: Lean evaluation model, Lean thinking, Maintenance, Lean index, Continuous improvement, case study.



## **Siglas e Abreviaturas**

EN	European Norm
ISO	International Organization for Standardization
JIFE	Japan Institute of Plant Engineers
JIPM	Japan Institute of Plant Maintenance
JIT	Just In Time
LAI	Lean Aerospace Initiative
LESAT	Lean Enterprise Self-Assessment Tool
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MMLT	Mean Maintenance Lead Time
MTTO	Mean Time To Organize
MTTR	Mean Time to Repair
MTTY	Mean Time To Yield
MVSM	Maintenance Value Stream Mapping
NP	Norma Portuguesa
PDCA	Plan, Do , Check. Act
RPA	Rapid Assessment Plant
SAE	Society of Automotive Engineers
SDCA	Standardize, Do, Check, Act
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers
SLA	Service Level Agreement
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VOC	Voice of the costumer
VSM	Value Stream Mapping



## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Justificação e motivação .....	1
1.2	Objetivos de pesquisa .....	2
1.3	Metodologia da pesquisa .....	2
1.4	Estrutura da dissertação .....	3
2	Revisão de Literatura .....	5
2.1	Manutenção .....	5
2.1.1	Manutenção Corretiva .....	6
2.1.2	Manutenção preventiva .....	7
2.1.3	Tipos de organização de Manutenção .....	10
2.1.4	Função estratégica da manutenção .....	11
2.1.5	Certificação ISO .....	12
2.2	Metodologia Lean na área da manutenção .....	14
2.2.1	Manutenção Magra .....	15
2.2.2	Lean na manutenção .....	16
2.2.3	Desperdícios Lean na manutenção .....	17
2.3	Manutenção Produtiva Total (TPM) .....	18
2.3.1	Conceito e Princípios do TPM .....	19
2.3.2	Pilares do TPM .....	21
2.4	Ferramentas Lean .....	25
2.4.1	Os 5 S's .....	25
2.4.2	Mapeamento de Fluxo de Valor na Manutenção (MVSM) .....	28
2.4.3	SIPOC .....	31
2.4.4	Voz do Cliente .....	32
2.4.5	Gestão visual .....	33
2.4.6	Uniformização do trabalho .....	34

2.4.7	Níveis de Serviço, Subcontratação em Manutenção .....	36
2.4.8	Os 5 Porquês (5 Whys) .....	37
2.4.9	Mapa de processos .....	38
2.4.10	Ciclo PDCA .....	38
3	Avaliação lean.....	41
3.1	Métodos de avaliação .....	42
3.2	Ferramentas avaliação utilizada .....	45
4	Proposta de Modelo de Avaliação .....	49
4.1	Metodologia.....	51
4.2	Definição .....	52
4.3	Definição dos atributos.....	55
4.4	Determinação dos pesos .....	58
4.5	Outros atributos .....	61
4.5.1	Gestão das competências, estratégia e política de manutenção .....	65
4.5.2	Gestão dos subcontratados .....	65
4.5.3	Integração na produção vs. interface com a produção .....	66
5	Estudo de caso – aplicação do modelo proposto .....	67
5.1	Introdução.....	67
5.2	Metodologia.....	67
5.3	Caracterização da amostra.....	68
5.4	Avaliação do desempenho Lean.....	71
6	Conclusões .....	75
	Referências bibliográficas .....	77
	Anexos.....	85



## Índice de figuras

Figura 2.1 - Tipos de Manutenção, adaptado da NP 13306(IPQ,2007).....	6
Figura 2.2 - ISO 55000.....	14
Figura 2.3 - Os sete princípios Lean thinking.....	15
Figura 2.4 - Atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado Nogueira 2010.....	18
Figura 2.5 - Base do TPM - Manutenção planeada.....	19
Figura 2.6 - Pilares do TPM (Ahuja e Khamba 2008).....	21
Figura 2.7 - Os 5S's, adaptado de Liker, (2004).....	25
Figura 2.8 - Simbologia VSM e MVSM.....	29
Figura 2.9 - Esquema de implementação do MVSM, adaptado de Rother, et al. (1999).....	30
Figura 2.10 – Sequência do diagrama SIPOC.....	32
Figura 2.11 - O ciclo da melhoria continua PDCA.....	39
Figura 4.1 - Etapas da pesquisa.....	52
Figura 4.2 - Fluxo da gestão Lean adaptado de Naik 2015.....	54
Figura 4.3 - A roda Gestão do Pensamento Lean.....	54
Figura 4.4 - Princípio Shingo para a excelência operacional.....	55
Figura 5.1 - Representação gráfica em “Radar” dos Índices Lean calculados por área..	73

## Índice de tabelas

Tabela 3.1 - Resumo dos modelos de avaliação Lean de autoria própria .....	47
Tabela 4.1 - Tabela de referências bibliográficas .....	56
Tabela 4.2 - Tabela de atributos de autoria própria .....	56
Tabela 4.3 - Níveis de avaliação Lean .....	61
Tabela 4.4 - Atributos adicionais de autoria própria.....	61
Tabela 5.1 - Número e percentagem de princípios e práticas Lean implementadas .....	72
Tabela 5.2 - Nível de implementação dos princípios e práticas Lean.....	72
Tabela 5.3 - Índices Lean calculados por área .....	72
Tabela 5.4 - Índice Lean global calculado .....	73
Tabela 5.5 - Áreas listadas por ordem decrescente do índice IL.....	74

# **1 Introdução**

## **1.1 Justificação e motivação**

O sucesso da Toyota inspirou milhares de organizações industriais, de serviços e governamentais a adotarem o pensamento Lean com vista a adquirir a flexibilidade necessária para alcançar novos desafios competitivos. O foco do Lean está no cliente e na cadeia de valor. Caracteriza-se pela perseguição da perfeição por meio da constante eliminação de desperdício, melhoria contínua e promoção da inovação (Shetty et al., 2010).

Uma gestão Lean promove a eficiência dos processos de forma a fazer mais por menos através da eliminação de desperdícios de materiais, tempo e recursos, aproximando cada vez mais o produto ou serviço aos desejos do cliente.

Contudo, um amplo inquérito efetuado em 2007 pela Industry Week concluiu que apenas 2% das organizações que implementaram programas Lean alcançaram os resultados inicialmente previstos. O comité Shingo Prize, que atribui prémios de excelência em Lean, constatou também que muitas organizações, que tinham ganho o prémio, não conseguiram sustentar o seu progresso (Liker e Rother, 2011). No mesmo ano um outro inquérito levado a cabo pelo Lean Enterprise Institute apurou que a resistência dos gestores à mudança (36,1%), a falta de know-how (31%) e a resistência dos colaboradores (27,7%) foram considerados os três principais obstáculos à implementação do Lean (Marchwinski, 2007).

A grande maioria das pesquisas disponíveis na literatura abordam o desenvolvimento de métodos para medir o índice Lean que já iniciaram a jornada Lean. Estão vocacionadas para avaliar o progresso do processo de implementação, aferindo se e os princípios e práticas Lean estão a ser implementados corretamente e qual o respetivo índice de adoção e desempenho. Não dão resposta às organizações que têm outros sistemas de gestão e que pretendem avaliar previamente se, tendo em consideração as suas especificidades, enveredar pelo Lean é a opção estratégica mais acertada. A presente pesquisa pretende contribuir para o preenchimento desta lacuna, apresentando uma proposta de desenvolvimento de um índice Lean que possa ser utilizado por qualquer organização nos seus serviços de manutenção.

Justifica-se pela necessidade de estabelecer critérios para a avaliação do grau de ajustamento ao sistema Lean e se este é o mais adequado para garantir os desejados progressos sustentáveis e a competitividade.

## **1.2 Objetivos de pesquisa**

Este trabalho tem como principal objetivo propor um índice Lean, constituído por uma lista de atributos, que possa ser utilizado por qualquer organização que pretenda avaliar o quanto o seu sistema de gestão de manutenção se aproxima da filosofia de gestão e liderança Lean. Permite avaliar quer o número quer o nível de implementação de um conjunto de princípios e práticas Lean. É concebido para ajudar os empresários e gestores a diagnosticar a situação da sua organização e avaliarem a amplitude e a profundidade da transformação dentro da organização que a conversão para o Lean implica. Serve como suporte ao processo de tomada de decisão para a adoção das melhores estratégias para o crescimento e competitividade.

## **1.3 Metodologia da pesquisa**

Para Gil (1999) a pesquisa é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Segundo a forma clássica de classificação das pesquisas apresentado por Silva e Menezes (2001), a metodologia de pesquisa utilizada para a realização deste trabalho é de natureza básica, quantitativa, no que diz respeito à forma de abordagem do problema, e exploratória do ponto de vista dos seus objetivos.

A pesquisa básica tem como objetivo gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais. A abordagem é quantitativa porque considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-los e analisá-los. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas. Relativamente aos objetivos, a presente pesquisa é do tipo exploratório uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vista a torná-lo explícito. Envolve o levantamento

bibliográfico, inquiridos a pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Este trabalho utiliza como procedimentos técnicos a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído por livros, artigos científicos e material disponível na internet.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

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

Capítulo 1 – O presente capítulo, no qual se introduz a dissertação de mestrado;

Capítulo 2 – Revisão de literatura. Inclui o enquadramento histórico do pensamento Lean e a apresentação dos seus princípios, conceitos e práticas fundamentais bem como da manutenção;

Capítulo 3 – Exposição da complexidade do processo de desenvolvimento de índices Lean. Apresenta os principais métodos existentes assinalando os seus pontos fortes e fracos.

Capítulo 4 – Descrição das etapas do desenvolvimento de um índice Lean;

Capítulo 5 – Apresentação do estudo de caso. É efetuada a descrição da metodologia seguida, a caracterização da amostra e a apresentação e análise dos resultados obtidos;

Capítulo 6 – Pretende avaliar o cumprimento dos objetivos traçados para este trabalho, apresentar a contribuição do mesmo para o conhecimento científico, apontar as limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa, e por fim, deixar as sugestões para trabalhos futuros.



## **2 Revisão de Literatura**

### **2.1 Manutenção**

O aumento da concorrência trazido pela crescente globalização pressiona as organizações a evoluir para sobreviverem. Tal evolução traduz-se no constante ajuste ao mercado sempre a mudar, na melhoria de qualidade nos seus produtos/serviços sempre acompanhada pela redução de custos. A manutenção é central na obtenção destes objetivos pela óbvia redução de custos e aumento de fiabilidade que proporciona.

De acordo com Cabral (2013), reconhece-se hoje que a manutenção não é “um mal necessário” da produção, mas antes uma das áreas mais importantes e atuantes da atividade industrial. O seu contributo para o bom desempenho produtivo, segurança, qualidade do produto, boas relações interpessoais, imagem da organização, rentabilidade económica do processo produtivo e para a preservação dos investimentos é de muito elevado peso. A exigência crescente imposta pelas normas de qualidade à manutenção também atesta este facto.

Uma definição possível para a atividade de manutenção será o conjunto das ações destinadas a assegurar as funções do equipamento e instalações, garantindo que estes são intervencionados nas oportunidades e com o alcance certos, de forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado (Mobley, Higgins & Wikoff, 2008).

A Norma Europeia (European Standard EN 13306, 2001) define que a “manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida”, entendendo-se por “bem qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente”. Na continuidade, esta mesma norma, define a gestão da manutenção como dizendo respeito a todas as atividades de gestão que estabelecem os objetivos, a estratégia e as responsabilidades referentes à manutenção e que os põem em prática recorrendo a diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão bem como a melhoria de métodos na organização, não descurando os aspetos económicos.

Segundo Cabral (2013), “A manutenção traduz-se em termos práticos, pela realização das reparações e recondiçionamentos necessários para compensar a deterioração e os desgastes provocados pelo movimento relativo das peças, pela oxidação ou perda de função dos equipamentos, materiais ou os seus elementos protetores, e pela tomada de decisões relativas ao necessário investimento, seja pela sua reabilitação seja para o seu encaminhamento de fim de vida ou substituição por novo. A boa manutenção consiste em assegurar todas estas operações a um custo global otimizado “.

A norma NP EN 13306 (IPQ, 2007) definindo vários tipos de manutenção conforme ilustrado na Figura seguinte:

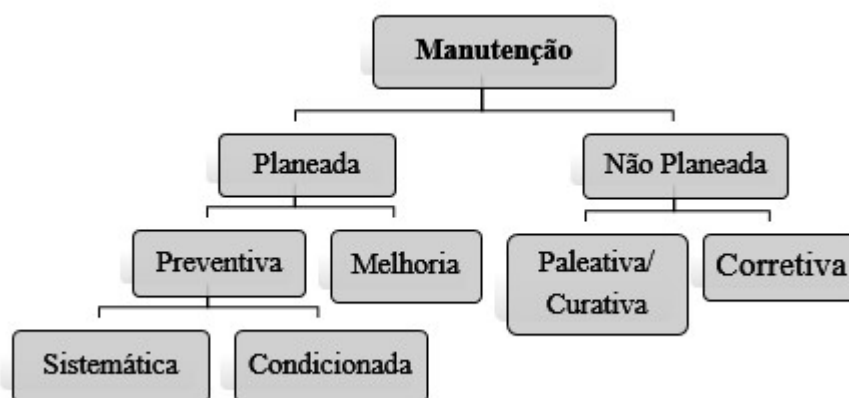


Figura 2.1 - Tipos de Manutenção, adaptado da NP 13306(IPQ,2007)

Assim, distinguem-se os dois grandes tipos de manutenção em função da deteção ou não, de falhas no equipamento. A manutenção efetuada antes da ocorrência da falha é designada de preventiva dividindo-se em condicionada e sistemática. A manutenção efetuada depois da ocorrência da falha designa-se por corretiva, dividindo-se em diferida ou imediata. A manutenção corretiva diferida é efetuada posteriormente à deteção da falha no equipamento. Por outro lado, a manutenção imediata é realizada após a deteção da falha, com vista a evitar consequências drásticas.

### 2.1.1 Manutenção Corretiva

Pode considerar-se este tipo de manutenção como aquela que primeiro surge e que durante muito tempo foi o único modelo aplicado devido à sua simplicidade pelo facto de dispensar uma estrutura organizada. Segundo a norma NP EN 13306 (IPQ, 2007) por



manutenção corretiva entende-se aquela que é efetuada depois de detetada a avaria e que tem como objetivo repor o bom estado de funcionamento do equipamento. Esta pode ser dividida em dois grupos, nomeadamente, manutenção corretiva imediata e manutenção corretiva diferida ou planeada.

Manutenção corretiva imediata ou de urgência é aquela que é realizada imediatamente após a deteção da falha afim de evitar as piores consequências e que assume uma prioridade de execução sobre as restantes atividades. Para Xenos (2004), este modelo de manutenção causa, na maioria dos casos, um elevado prejuízo pois tem como consequência a interrupção inesperada da atividade tendo custos com paragens e pondo em causa a qualidade e os prazos de entrega ou compromissos assumidos com os clientes.

Manutenção corretiva diferida entende-se quando a correção é programada ou acompanhada através de métodos preditivos ou de deteção, até que a intervenção seja possível, sem afetar diretamente a produção (Kardec, 2003). Trata-se de um bom exemplo de engenharia de manutenção dado que tem por objetivo adaptar ou corrigir as anomalias detetadas, seja na conceção ou instalação de um equipamento ou seja por uma necessidade de adaptação a novas exigências (Pinto, 2013).

No entanto a manutenção corretiva pode ser considerada uma boa opção num contexto operacional de baixa responsabilidade e desde que o custo das consequências das suas falhas não sejam superiores ao custo de evitar a ocorrência da falha, ou seja, o conjunto de custos indiretos da manutenção. É preciso ter em consideração que a opção por este tipo de manutenção corretiva requer a existência de meios humanos capazes de realizar as atividades de reparação, bem como a disponibilidade dos meios materiais (peças de reserva, ferramentas e equipamentos) para que as equipas de manutenção possam agir rapidamente de maneira a minimizar os impactos das falhas (Xenos, 2004). A constante exposição à falha e a situações imprevistas não se coaduna com uma estrutura organizada e tem como consequência os elevados custos da não manutenção.

### **2.1.2 Manutenção preventiva**

Manutenção preventiva é a manutenção que é efetuada em intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios definidos com a intenção de reduzir ou evitar a avaria do equipamento. Segundo Xenos (2004), a razão fundamental da existência de

um serviço de manutenção numa organização é a sua capacidade e o esforço para evitar que as falhas ocorram. Assim, o serviço de manutenção não deve existir apenas para reparar as falhas que vão surgindo, mas principalmente para a execução de algumas tarefas simples, porém sistemáticas e não esporádicas. Usualmente recorre-se à utilização de um plano onde estão calendarizados um conjunto de ações que não estão dependentes do estado real dos equipamentos nem da real necessidade de intervenção, mas apenas tem como objetivo ter os cuidados preventivos que ajudem a evitar as falhas (Kardec, 2003).

Como a prevenção da avaria é o objetivo principal da gestão da manutenção, por vezes confunde-se este tipo de manutenção com a própria definição de manutenção (Cabral, 2013).

Segundo um estudo realizado por Wireman (2005), este concluiu que uma manutenção preventiva poderá reduzir os custos de energia entre 5% a 11%, essencialmente porque os equipamentos não eram inspecionados com regularidade, por inexistência ou incumprimento dos planos de manutenção. São identificadas algumas causas de desperdício de energia, como por exemplo situações de falta de limpeza de permutadores ou filtros, falta de lubrificação de rolamentos ou desalinhamento em engrenagens, a permanência de situações de fugas por exemplo de ar comprimido, água, vapor, óleo, gás, etc. Um adequado plano de manutenção preventiva permite um aumento considerável da vida útil de um determinado equipamento, reduzindo a ocorrência de falhas aumentando assim a sua disponibilidade com uma conseqüente poupança de recursos bem com a redução do risco de acidentes aumentando a segurança de pessoas e bens.

#### 2.1.2.1 Manutenção sistemática

Manutenção sistemática é um tipo de manutenção preventiva que se realiza em intervalos de tempo predefinidos ou em função de unidade de utilização, mas sem o controlo prévio do estado ou do equipamento. Normalmente é desencadeada respeitando as indicações dos fabricantes dos equipamentos embora requeira uma análise crítica por parte da gestão da manutenção, pois deve-se ter em consideração que as condições reais de operação (temperatura, humidades, poeiras, etc.) são, quase sempre, diferentes das condições de ensaio realizadas em fábrica, devendo por isso os planos de manutenção sistemática serem adaptados às condições reais de operação. Em cada intervenção são realizadas um

conjunto de ações planeadas, com intervalos de tempo constantes e que pretendem repor as condições iniciais de fiabilidade dos sistemas e seus componentes (Pinto, 2013). Este tipo de manutenção considera que os padrões de falhas são constantes, implicando assim a substituição periódica de componentes independentemente do seu estado real, mas antes do atingir os limites de vida útil pré-estabelecidos. Em termos de custos, este tipo de manutenção apresenta valores totais elevados sendo por vezes mais onerosos do que os da manutenção corretiva. Além disso, este tipo de manutenção também não elimina as ações de manutenção corretiva, não só aquelas que são imprevisíveis, mas também aquelas que ocorrem entre os períodos definidos para as substituições.

#### 2.1.2.2 Manutenção Condicionada

Manutenção condicionada é um tipo de manutenção preventiva baseada na inspeção do estado de funcionamento do equipamento e/ou dos parâmetros significativos do seu funcionamento, sendo que as ações de intervenção são decorrentes dessa avaliação do estado de condição do equipamento. A inspeção do estado ou dos parâmetros de funcionamento podem ser executados segundo um calendário pré-definido, em modo contínuo ou devido a uma ação específica. Da análise dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos (vibrações, ruído, termografia, tribologia, etc.), podem-se prever futuras ocorrência de falhas, através do estudo das curvas de tendência ou por comparação com os valores padrão definidos pelos fabricantes. Esta capacidade de prever o estado do equipamento leva a que também se designe este tipo de manutenção como manutenção preditiva (Pinto, 2013).

Neste tipo de manutenção, o controlo de condição pode ser efetuado com os equipamentos em funcionamento e pode ser realizado em regime contínuo, permitindo um registo em tempo real das condições dos equipamentos e avaliá-las face aos limites definidos (alarmes). Também se poderá efetuar o controlo de condição dos equipamentos em intervalos de tempo pré-definidos, avaliando os resultados e, caso se revele necessário, efetuar as intervenções de manutenção.

Pode-se assim tentar detetar possíveis falhas ocultas, que não estão perceptíveis para a equipa de operação ou de manutenção.

Em termos de custos de manutenção, estes são elevados, nomeadamente os custos indiretos pois será necessário recorrer a um conjunto de tecnologia sensorial e informática bem como a pessoal especializado e ao planeamento e controlo das atividades. Segundo Pinto (2013), este tipo de manutenção, apesar de ser mais dispendioso, consegue eliminar grande parte das desvantagens da manutenção sistemática.

### **2.1.3 Tipos de organização de Manutenção**

Segundo Katz e Kahn (1978) numa organização, a estratégia da manutenção está relacionada com o método de utilizar adequadamente os recursos físicos, humanos e financeiros, tendo em vista a redução dos problemas e o aumento das oportunidades. A estratégia deve ser sempre uma opção económica viável, quanto possível e original, tornando-se uma das melhores ferramentas para a organização utilizar nos seus recursos. Assim as organizações tornam-se altamente competitivas, superam a concorrência, reduzem os seus problemas e aproveitam as oportunidades que possam aparecer.

Dentro do processo da produção, está agregada muitas vezes à manutenção, neste caso designando-se por manutenção descentralizada.

A manutenção existe em quase todas as organizações, podendo apresentar-se vários modelos de processos, estruturas, direções, tipos de serviços, operações e principalmente processos de manutenção, que se diferenciam entre si.

De acordo com os autores Katz e Kahn (1978), a manutenção deve ser uma função estratégica e principalmente considerada por todos da organização. Dentro do processo e estrutura do serviço a manutenção deve ser tida em consideração para se atingirem os objetivos de crescimento e vantagem competitiva satisfatória.

O processo de descentralização da manutenção deve ser muito bem estudado, apresentado de forma estruturada a toda a produção e à equipa de manutenção, onde é necessário o acompanhamento das equipas, para que a resistência criada por qualquer tipo de mudança não comprometa o sucesso do projeto.

Tavares (2009) cita “a manutenção acaba por se dividir da seguinte maneira”:

- **Centralizada:** o serviço de manutenção é administrado pelo diretor responsável que coordena todas as etapas de manutenção, engenharia de manutenção, manutenção preventiva e preditiva.
- **Descentralizada:** o serviço de manutenção está dividido em sectores fabris, que são independentes, sendo administrados pela produção, utilizada na maioria dos casos por empresas petrolíferas.
- **Mista:** é a união das duas formas de manutenção, centralizada e descentralizada. Na maioria das empresas, a divisão dá-se entre a engenharia da manutenção e a manutenção de linha. A direção da manutenção organiza a engenharia da manutenção, a produção administra os técnicos da linha.

A estrutura descentralizada tem o objetivo de aproximar as equipas de manutenção às de produção, redução de perdas na linha, redução das distâncias entre as unidades de produção, melhorar o relacionamento dos trabalhadores, separando os serviços, criando valor nas organizações.

Kardec (2003) cita, “de um modo generalizado, as organizações atuais procuram estruturas de manutenção mais magras. Entende-se que é necessário a eliminação de níveis de chefia, adotar polivalência tanto na área de operações como de manutenção, contratação de empresas parceiras, juntarem os serviços de eletricidade, automação, mecânica. Estes fatores reduzem muita mão-de-obra.

#### **2.1.4 Função estratégica da manutenção**

A manutenção é uma combinação de ações técnicas, incluindo as de verificação, destinadas a manter ou reparar um bem de um equipamento, para que possa desempenhar a sua função.

Kardec (2003) define manutenção como “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a que um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com fiabilidade, segurança e custos adequados”.

Segundo Marçal (2004) a manutenção existe para que um equipamento desempenhe as funções para as quais foi projetado tendo em conta que o envelhecimento cria um desgaste nos seus órgãos.

A manutenção pode desempenhar uma função importante na melhoria da produção, melhorando a sua organização e evitando problemas relacionados entre os vários serviços das organizações, deixando de ser um mal necessário (Marçal, 2004). Existe uma procura

de melhorar os resultados e a redução de custos, para se sobreviver num mundo que está em constante mudança. Para isso todos os serviços, como a manutenção, deveriam fazer parte da estratégia das organizações, para estarem diretamente ligadas à qualidade.

Segundo Faria (1994) o principal objetivo de uma empresa é a obtenção de lucro, diferença entre ganhos e despesas. Os serviços que geram ganhos são os da produção e marketing, e os serviços da manutenção e compras são responsáveis pelas despesas. Devido a estes factos, as direções das organizações não dão o devido valor, sobretudo, à manutenção.

O plano de manutenção é citado por Kardec (2003) como “pensar e agir estrategicamente, para que a atividade da manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo, efetivamente, para que as organizações caminhem num rumo ao bom sucesso empresarial”.

Segundo Kardec (2003) no tempo em que se vive, o serviço de manutenção não deve ser considerado como o que realiza as manutenções, mas sim deve trabalhar com um processo de desenvolvimento, de planos de manutenção para que os equipamentos não avariem. O serviço de manutenção deve ser considerado como parte dos processos estratégicos.

Segundo Kardec (2003) o serviço de manutenção tem os objetivos de:

- Aumento da disponibilidade
- Aumento do lucro
- Aumento da segurança dos trabalhadores e das instalações
- Redução da procura de serviços
- Redução de custos

### **2.1.5 Certificação ISO**

A norma ISO 55001 “Asset Management – Management Systems – Requirements” define um conjunto de requisitos que, ao serem implementados e mantidos, permitem garantir o bom desempenho da gestão dos ativos de uma organização, respondendo às necessidades e expectativas das partes interessadas e assegurando a criação e a manutenção de valor.

Esta norma foi estabelecida muito recentemente e procura dar resposta à evolução na manutenção de ativos.

Este referencial tem como finalidade ajudar as organizações a melhorarem a gestão dos seus ativos, integrando nesta o foco no ciclo de vida do ativo e na geração de valor.

É uma norma aplicável a qualquer tipo de organização independentemente da sua dimensão e dos ativos geridos. Intencionalmente desenvolvida para ser aplicada a ativos tangíveis como: imóveis, equipamentos e infraestrutura, aviões, embarcações, veículos, recursos, jardins e parques, pode também ser aplicada a ativos intangíveis.

A gestão de ativos é um processo que envolve custos equilibrados, riscos, oportunidades e benefícios de desempenho. Os fundamentos chave da gestão de ativos são:

**Valor** – ativos existem para fornecer valor para organização e suas partes interessadas;

**Alinhamento** – traduz a intenção organizacional em decisões técnicas, planos e atividades;

**Liderança** – Liderança e cultura do local de trabalho são fatores determinantes da realização do valor;

**Garantia** – Como um processo, a garantia da gestão de ativos que os ativos vão cumprir a finalidade exigida.

Existe uma preocupação das organizações com a gestão de ativos, uma vez que esse processo envolve custos, riscos e oportunidade de melhoria. A ISO 55000 foi criada para normalizar os procedimentos e requisitos necessários para um sistema de gestão de ativos eficaz.

O ativo parado ou mal utilizado significa perda para organização, o sistema de gestão de ativos deve estar bem estruturado de modo que, a utilização, a aquisição e manutenção desses ativos resultem em equilíbrio de custos e aumento da vida ativa dos mesmos. A implementação da ISO 55000 proporciona melhoria contínua, impacto no desenvolvimento, custos e sustentabilidade organizacional.



Figura 2.2 - ISO 55000

## 2.2 Metodologia Lean na área da manutenção

Segundo Wireman (2009), uma organização Lean existe quando os níveis de produtividade e eficiência são altos. Ao analisar, Mather (2007) como é referido, no Merriam – Webster online dictionary, a própria definição de eficiência – “*produtividade sem desperdício*”, verifica-se que a filosofia Lean tem uma clara eliminação de desperdícios existentes.

Nenhuma organização consegue adquirir essa alta produtividade sem a eliminação de desperdícios e alta eficiência, sem a garantia de que os equipamentos, com os quais se produz e de que necessita diariamente, não incutem defeitos ou falhas no processo produtivo. Ao se aplicar o Lean na manutenção pode-se ter a garantia da fiabilidade dos equipamentos.

Na manutenção, os clientes são os próprios trabalhadores internos da empresa (Ross, 2008), ou seja, os vários serviços de uma empresa dependem da manutenção dos equipamentos para que o seu funcionamento decorra normalmente sem paragens.

Assim como nenhum serviço (cliente) comparticipa na existência de elevadas manutenções corretivas, também não concorda com uma manutenção preventiva fraca. Os serviços (clientes) esperam sim, que exista um programa de manutenção adequado, sendo este um dos princípios da manutenção Lean.



Os autores citados neste capítulo focam os seus estudos na manutenção da produção, no entanto os conceitos aqui transmitidos são transversais à manutenção em geral.



Figura 2.3 - Os sete princípios Lean thinking

### 2.2.1 Manutenção Magra

Segundo Bagadia (2008) Lean na manutenção é a aplicação da filosofia Lean, dos seus métodos, ferramentas e técnicas à manutenção dos equipamentos de uma empresa, tendo, a par da produção, os mesmos objetivos. Os principais objetivos do Lean da manutenção passam por detetar os desperdícios e a sua posterior eliminação. O resultado final contemplará um aumento da fiabilidade dos equipamentos e uma redução de custos. Este é sempre o propósito final da empresa, alcançar a vantagem competitiva em relação aos concorrentes ou nos serviços públicos refletir e reduzir os custos reais sem o fim do lucro mas a sua pertinência e existência.

Aplicados os conceitos do Lean à realidade da manutenção, os resultados podem diminuir os custos, aumentar a produtividade e a fiabilidade dos equipamentos. Estando garantidas

as condições para que um equipamento funcione, ou seja, as condições para que foi concebido, realizando o que foi previsto pelo fabricante.

### **2.2.2 Lean na manutenção**

Lendo Smith (2004), concluímos que a formação e percepção das bases para a manutenção de sucesso têm de preceder a implementação dos princípios Lean para a manutenção (valor; fluxo de valor; fluxo contínuo; puxar; perfeição) numa empresa.

Por outro lado, conforme descrito por Ribeiro (2011) citando Mather (2007), muitas organizações usaram para a manutenção os mesmos princípios e nas mesmas iniciativas de Lean da produção, sem compreenderem que há diferenças de dinâmica entre o negócio da manutenção e da produção. Deslocar o foco da produção, com uma análise a longo termo da manutenção será essencial para a prevenção de avarias.

Desta forma, o autor indica que a aplicação direta do *Lean* não é conveniente, uma vez que a produção é puxada pelas vendas logo com indicação das mudanças que ocorrerão (aumentar ou diminuir). Tal situação não tem paralelo na manutenção: tem-se um Programa de Manutenção a cumprir, prevendo a ocorrência de paragens ou avarias não previstas. Para distinguir a manutenção da produção, o autor apresenta o exemplo da gestão de stocks, apontando para a produção o “just in time”, adaptado à realidade desta saber o que produzir (conhece as necessidades do cliente) e, para a manutenção, o “just in case” mantendo o stock para prevenção de situações de ocorrência de avarias não previstas.

Outra diferença entre a produção e a manutenção é a sua eficiência produtiva, decorrendo de operações que se realizam no momento, logo para a eliminação de desperdícios são analisadas as ações a efetuar no dia-a-dia, ao longo de todo o processo. Na manutenção isso não é tão linear, pois um equipamento pode ser colocado acima das suas condições (sobrecarga) para o qual foi projetado, o que induz uma diminuição precoce na vida do mesmo, o que por sua vez está associado a um dispêndio de recursos (humanos e materiais), antes do tempo previsto no plano de manutenção do equipamento. Assim se justifica a necessidade de uma análise a longo prazo, quando se aplica o Lean na manutenção.

### 2.2.3 Desperdícios Lean na manutenção

Descrevem-se seguidamente vários desperdícios neste âmbito:

1. **Trabalho improdutivo**, todas as atividades que não acrescentem valor. As realizações de ações de manutenção em excesso enquadram-se aqui.
2. **Repetição do trabalho**, repetição ou adicionar tarefas motivado por erros ou má execução da atividade original. Ocorrências que imponham ações do tipo urgência imediata pressionam os meios humanos e materiais a um ponto que impossibilite a resolução apropriada e definitiva do problema.
3. **Tempo de espera**, conceito idêntico ao da produção, mas neste caso por peças, máquinas, ferramentas e trabalhadores necessários para realizar a ação de manutenção ou o aguardar pela atribuição do serviço a executar, instruções, entre outras. Devem ser eliminadas ou reduzidas ao mínimo, pois as esperas não acrescentam valor.
4. **Movimentações desnecessárias**, desperdício também existente na produção, sendo que na manutenção se traduz por procura de ferramentas, deslocamentos para a obtenção de manuais técnicos incorretos, movimentações de bancadas de trabalho, ou deslocamentos adicionais de meios por incorreta atribuição de trabalhos de manutenção, etc.
5. **Má gestão do inventário**, inexistência do material adequado para as ações em curso. Este desperdício engloba também o excesso de inventário ou acumulação de obsolescência, pois consomem recursos sem acrescentar qualquer valor.
6. **Não aproveitamento do potencial humano**, não utilizar as pessoas consoante as suas capacidades ou experiência, limitando-as, por exemplo, às qualificações que possuem.
7. **Ineficaz gestão de dados**, falha na recolha de informação crucial e obter informação inútil. Outro exemplo será a continuidade de inserção de dados repetidos

(redundantes, portanto), em organizações que já implementaram um *computer managed maintenance system*, motivada pela ineficaz gestão dos dados.

**8. Má aplicação das máquinas, utilização inapropriada de equipamentos** ou estratégias deliberadas para que a manutenção seja efetuada, sem necessidade para tal.

A figura seguinte procura ilustrar o conceito de desperdício integrado com o de atividades que não acrescentam valor.



Figura 2.4 - Atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado Nogueira 2010

### 2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance*, é usualmente abreviada para a sigla TPM e consiste num conceito moderno de manutenção introduzido no Japão no início dos anos 70, aparecendo como uma alternativa à tradicional Manutenção Corretiva. Nos Estados Unidos da América, também uma mudança tinha ocorrido a esta visão tradicional quando, no ano de 1951 se começou a efetuar manutenção preventiva. Esta mudança também foi seguida pela indústria Japonesa depois de uma visita aos Estados Unidos da América, tendo sido identificada a necessidade e oportunidade da sua evolução (Nakajima, 1988).

Devastado pela Segunda Guerra Mundial, o Japão viu-se na necessidade de mobilizar o seu povo para adotar medidas adequadas ao cenário económico vivido no pós-guerra, centrando-se na determinante importância da qualidade. Produzir só por si deixa de ser suficiente, tornando-se preciso produtividade, preço, prazos e qualidade. O reconhecimento de tal situação fez dos japoneses pioneiros na busca de novas filosofias

e metodologias de gestão para conseguirem redução de custos, eliminação de desperdício e melhoria de processos.

Neste registo, no início da década de 70, a empresa japonesa Nippon Denso, pertencente ao grupo Toyota, implementou o primeiro TPM. O reconhecimento desta metodologia chegou com a conquista do “*PM Award*”, prémio atribuído pelo JIPE (*Japan Institute of Plant Engineers*). Daí em diante, o JIPE promoveu a metodologia e investiu no seu desenvolvimento, sucedendo-lhe o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) (Promorski, 2004).



Figura 2.5 - Base do TPM - Manutenção planeada

### 2.3.1 Conceito e Princípios do TPM

Para Nakajima, o TPM pode ser visto como uma combinação da manutenção preventiva americana e dos conceitos japoneses de gestão da qualidade total e total envolvimento dos trabalhadores. Consiste, em última análise, numa metodologia que pretende maximizar a eficiência do equipamento durante a sua vida útil e, em simultâneo, prolongar a vida do equipamento (Nakajima, 1988). Ahuja e Khamba (2008), afirmam que o TPM é uma metodologia de melhoria contínua que busca a melhoria da confiança no equipamento, aumentando a eficiência da gestão mediante o envolvimento das

pessoas, procurando a integração das atividades de produção, manutenção e de engenharia.

Classifica-se o TPM como uma filosofia de trabalho que se foca na redução de perdas e no incremento da eficiência dos equipamentos, onde foram identificadas seis fontes de perdas principais (Nakajima, 1988):

- Perdas por falha do equipamento;
- Perdas por ajustamentos nas preparações (*setup*);
- Perdas nas paragens temporárias (ociosas);
- Perdas por quebra de velocidade de produção;
- Perdas pela geração de produto defeituoso e devido ao retrabalho;
- Perdas decorrentes da entrada em regime de produção (*startup/restart*).

Na filosofia TPM, consegue-se a redução das perdas, através das seguintes quatro atividades básicas (Wireman, 1998):

1. Melhoria da eficiência e eficácia da manutenção;
2. Foco na gestão dos equipamentos e prevenção;
3. Formação para melhorar as competências de todos os trabalhadores envolvidos;
4. Envolvimento dos operadores em algumas atividades diárias de manutenção nos seus equipamentos.

Constituindo o TPM uma metodologia do *Lean Manufacturing*, requer flexibilidade dos meios, logo equipamento flexível e colaboradores flexíveis, que estejam envolvidos nos processos produtivos. Esta cooperação e envolvimento ajudam a eliminar desperdícios decorrentes de uma área de trabalho desorganizada, de paragens imprevistas e de um desempenho dos equipamentos extremamente inconstante (Ahuja e Khamba, 2008).

Segundo Suzuki (1994), o TPM também melhora os resultados das organizações dramaticamente, fomentando a criação de postos de trabalho seguros, agradáveis e produtivos. Melhora ainda as relações entre as pessoas e os equipamentos com que

trabalham. Garante resultados positivos, transforma visivelmente o ambiente e o local de trabalho e aumenta o nível de conhecimento e as capacidades dos trabalhadores.

### 2.3.2 Pilares do TPM

Os principais aspetos que suportam a metodologia TPM, de forma duradoura, são representadas de modo a formar uma casa, conforme representado na figura seguinte. Assim, tal como numa casa real, os alicerces e a base fazem a sustentação de toda a construção.

Na base da casa, está a metodologia 5S, “*uma prática que visa a redução de desperdícios e a melhoria do desempenho de processos e das pessoas*” (Pinto, 2009).

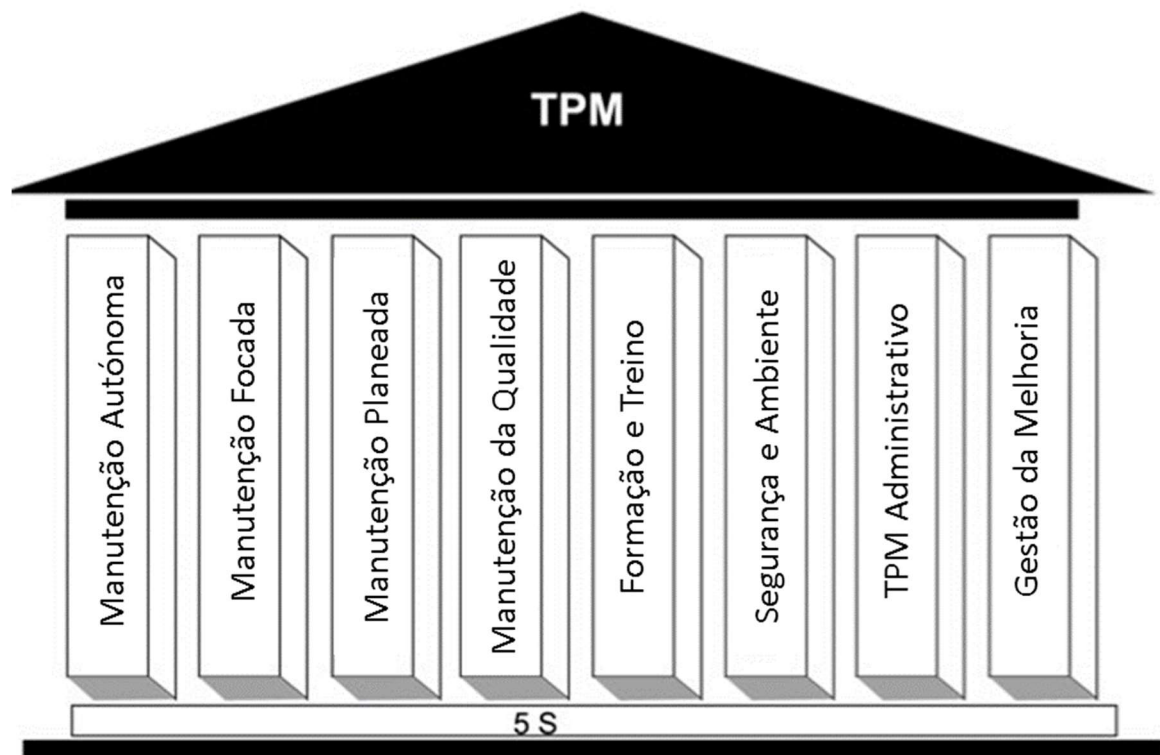


Figura 2.6 - Pilares do TPM (Ahuja e Khamba 2008)

Esta é considerada a sustentação para a implantação da Qualidade Total, sendo assim chamada devido à primeira letra das 5 palavras japonesas: *Seiri* (Separar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Normalizar) e *Shitsuke* (Suster/Disciplinar),

associadas com as etapas da metodologia, e tem como objetivo mobilizar, motivar e inspirar toda a empresa para a Qualidade Total, através da organização e da disciplina no local de trabalho.

A construir o “edifício TPM”, estão os 8 pilares, das temáticas que dão corpo a toda a metodologia TPM: a manutenção autónoma, a manutenção focada, manutenção planeada, a manutenção da qualidade, a formação e treino, a segurança e ambiente, o TPM administrativo e a gestão da melhoria.

Descrevem-se seguidamente os pilares do TPM:

- 1. Manutenção Autónoma** – assegura que os trabalhadores são instruídos dos conceitos e técnicas básicas da manutenção, como por exemplo: limpeza, lubrificação e inspeção, tarefas que devem ser realizadas regularmente, transferindo a responsabilidade de preservação das condições dos equipamentos para os operadores, promovendo o desenvolvimento do sentido de pertença pelos equipamentos em que estes trabalham. Esta transferência de responsabilidade permite que os técnicos de manutenção dediquem mais tempo à resolução de problemas correntes e ao desenvolvimento e planeamento de estratégias de manutenção mais eficientes.
  
- 2. Manutenção Focada** - baseia-se no recurso a ferramentas que tenham por objetivo a otimização da eficácia global dos equipamentos, processos e áreas de produção obtendo-se uma total eliminação do desperdício. Congrega as atividades realizadas nos equipamentos para a sua melhoria. Esta melhoria tem por fim reduzir as perdas, procurando as zero falhas, zero defeitos e zero desperdícios no funcionamento dos equipamentos (Suzuki, 1994).
  
- 3. Manutenção Planeada** – Estabelecer o objetivo de zero falhas, com a conseqüente melhoria na eficiência dos equipamentos é o âmago deste pilar. Desenvolve uma estratégia proativa na manutenção em substituição da reativa tradicional. A estratégia reativa aplica-se a equipamentos cuja indisponibilidade observe duas condições: não cause perdas relevantes e os custos de manutenção sejam baixos. Esta estratégia acrescenta ainda riscos evitáveis pois preconiza uma manutenção que atua em



resposta a avarias reais. (Ahuja e Khamba, 2008). A estratégia proactiva tem por objetivo evitar a ocorrência de avarias, mediante tarefas de avaliação e monitorização do estado dos equipamentos. Se necessário fazem-se reparações para repor as condições do equipamento, ainda que este não tenha falhado.

- 4. Manutenção da qualidade** – tem por objetivo criar condições de prevenção dos defeitos causados pelo equipamento, contribuindo para atingir a meta de zero defeitos. De acordo com Suzuki, as condições dos componentes do equipamento influenciam as características do produto embora haja, obviamente, outros tais como recursos humanos, materiais e métodos utilizados (cada um com o seu peso). Para uma correta e eficiente introdução da gestão da qualidade na manutenção, é necessário estabelecer quais os fatores que influenciam a qualidade, o relacionamento entre estes e quais os defeitos que causam. Este passo tem importância proporcional à dependência dos equipamentos, isto é, quanto maior a dependência que o processo tem dos equipamentos, mais crucial este passo é. Note-se que identificando os defeitos causados pelos equipamentos, pode-se depois identificar quais os componentes do equipamento que os provocam, identificando-se assim a causa do problema, o que permitirá criar planos de manutenção que permitam substituir esses mesmos componentes atempadamente, prevenindo a ocorrência de defeitos (Suzuki, 1994).
- 5. Formação e Treino** – Como o nome indica, este pilar visa formar trabalhadores com as competências de colocar em prática a metodologia TPM eficazmente. O fator humano é assim preparado para garantir a sua eficácia. O processo de formação e treino deve ser dinâmico e evolutivo em linha com a natureza própria da metodologia TPM. Só através duma aprendizagem contínua é possível que os funcionários estejam estreitamente ligados ao seu equipamento de forma a cuidar dele de acordo com todos os requisitos necessários (Suzuki, 1994).
- 6. Segurança e Ambiente** – O objetivo deste pilar é a criação de um local de trabalho com condições de segurança adequadas, possibilitando atingir a meta de zero acidentes, zero danos na saúde e zero incidentes. A implementação da metodologia 5S permitirá obter um posto de trabalho mais organizado, permitindo assim eliminar

riscos que colocam em causa a segurança do trabalhador. Com a melhoria dos equipamentos, também é possível implementar mecanismos e proteções que aumentem a segurança do trabalhador (Suzuki, 1994). No que se refere a proteção ambiental, procura-se minimizar o impacto das manutenções realizadas, mediante a reciclagem e eliminação segura de resíduos e com a diminuição do consumo de energia.

7. **TPM administrativo** – Os serviços administrativos têm uma grande importância no apoio às diversas atividades de um sistema produtivo. Por esta razão, a introdução do TPM nestes serviços deve, para além de implementação própria da metodologia, procurar melhorar a organização e os serviços prestados. Todavia, a medição da eficiência não se apresenta tão fácil como nos sectores produtivos. Um programa de implementação da metodologia TPM nas áreas administrativas tem como objetivo principal criar uma base de dados de informação de qualidade, agilizando o fluxo de informação e análise dos vários processos (Suzuki, 1994).
  
8. **Gestão da melhoria** – A gestão da melhoria assenta nos conhecimentos adquiridos com os processos de melhoria e manutenção desenvolvidos nos equipamentos existentes. O foco está em englobar todas as atividades que maximizam a eficácia global do equipamento ao longo de toda a sua vida útil e em melhorar o desempenho através da completa eliminação das perdas (Suzuki, 1994). Este pilar reúne as atividades realizadas durante o planeamento da aquisição ou construção dos equipamentos que salientam a importância de assegurar elevada fiabilidade dos equipamentos, durabilidade, economia, segurança, fiabilidade, baixos tempos de set-up e elevada manutibilidade.

Como se constata o TPM procura a participação de todos os recursos humanos, com o objetivo de melhorar a disponibilidade produtiva dos equipamentos, o desempenho, a qualidade, a confiança e a segurança. Ahuja e Khamba (2008), afirmam que o TPM capitaliza proactivamente e progressivamente as metodologias de manutenção, procurando envolver o conhecimento e cooperação dos funcionários, chefias, engenheiros e as equipas de manutenção para otimizar o desempenho do parque de máquinas,

resultando em: eliminação de avarias, redução dos tempos improdutivos e melhoria da qualidade dos produtos.

## 2.4 Ferramentas Lean

A implementação da filosofia Lean nas organizações é realizada através de adoção de técnicas e ferramentas. A escolha adequada das ferramentas Lean é fundamental para uma implementação sustentável e permanente desta filosofia. A lista de ferramentas disponível é extensa descrevendo-se em detalhe algumas das que têm aplicação mais comum na manutenção.

### 2.4.1 Os 5 S's

A metodologia dos 5S's foi desenvolvida no Japão nos anos de 1950 por Kaoru Ishikawa, baseando-se em cinco fases com designações com a letra S como inicial em japonês.

Consiste numa ferramenta de gestão visual com um conjunto de práticas simples de aplicar visando a redução do desperdício e a melhoria do desempenho (das pessoas e dos processos) alicerçando-se na organização e limpeza do local de trabalho.

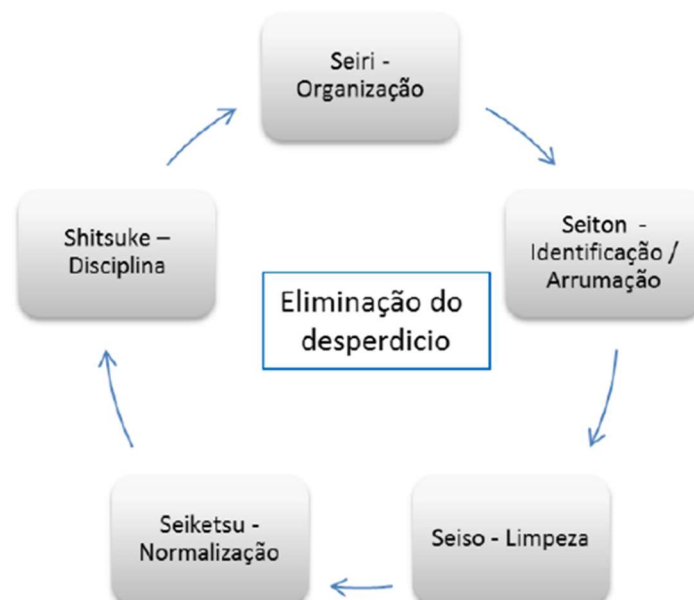


Figura 2.7 - Os 5S's, adaptado de Liker, (2004)

As cinco designações mencionadas acima são “seri – seiton – seiso – seiketsu - shitsuki” sendo o seguinte o seu significado:

**Seiri (Organização)**, pretende a identificação de todos os elementos existentes na área de trabalho (papéis, ferramentas, máquinas), avaliando a sua relevância para a realização do trabalho, de forma que, os que são mais utilizados, devem ser aqueles que estão mais próximas do posto de trabalho. O objetivo é reduzir-se ao mínimo possível as deslocações no local de trabalho. Seguir este procedimento, tem vários benefícios para a organização, podendo apresentar os seguintes como os principais: utilização racional do espaço, eliminação dos elementos em excesso (ferramentas, documentos e armários), redução do tempo da procura das ferramentas e dos documentos e a redução do custo com o stock e espaços. Portanto, o procedimento consiste em separar o útil do inútil, eliminar o desnecessário, classificar e separar os objetos e dados necessários dos inúteis (Cunha, 2012).

**Seiton (Identificação / arrumação)**, prossegue a definição de um local adequado de acordo com a sua utilização e assegurando a segurança e a ergonomia para cada objeto. A identificação visual de cada objeto relevante (ajuda visual) é efetuada. O objetivo é que cada objeto tenha um lugar próprio.

Tem como principais benefícios os seguintes: a melhoria dos fluxos de pessoas e de materiais, um maior controlo do espaço de trabalho, a facilidade de encontrar o material que necessita (com a consequente poupança na eventual compra de material desnecessário), não haver desperdício de material, economizar o máximo de tempo possível e a aplicação de uma nomenclaturas e codificação (Cunha, 2012).

**Seiso (Limpeza)**, cada pessoa deve ser tornada responsável pela limpeza do posto de trabalho, dos equipamentos e da área envolvente. Deve estar definida uma norma para a limpeza do posto de trabalho, incluindo o material de limpeza necessário e a identificação dos locais de recolha de lixo e resíduos (que devem estar visíveis para todos). A identificação dos geradores de sujidade deve ser feita com a limpeza,

limpeza esta que devem estender-se a todas as áreas. O objetivo da Limpeza é manter o ambiente de trabalho limpo e agradável.

Tem como principais benefícios: um ambiente limpo e agradável que contribua para uma melhor imagem do local de trabalho, a preservação dos equipamentos, a eliminação, sempre que possível, das causas da sujidade e dos desperdícios.

Sobretudo, deve-se obter um ambiente de trabalho agradável e limpo, o que resultará numa maior qualidade de trabalho, de saúde, ambiente e de segurança (Cunha, 2012).

**Seiketsu (Normalização)**, tem por objetivo a definição de uma norma geral de organização, arrumação e limpeza para o posto de trabalho (os anteriores 5S's). Estas normas devem ser documentadas e assentes em procedimentos (identificações e etiquetas) devendo também ser informadas a todos os trabalhadores.

Os principais benefícios são: obter um ambiente de trabalho que não coloque em risco a saúde, a higiene nem a segurança. Normalizar e difundir a forma de agir no local de trabalho, a eliminação das condições inseguras no trabalho (evitar acidentes), uma melhor segurança e desempenho pessoal, a obediência às regras da segurança no trabalho, a utilização de roupas limpas e o aumento do nível de satisfação/ motivação dos trabalhadores para o trabalho (Cunha, 2012).

**Shitsuke (Disciplina)**, procura por em prática os princípios de organização, sistematização e limpeza, eliminar a variabilidade, estabelecer procedimentos de controlo visual e procurar fazer sempre bem à primeira. Esta implementação requer tempo, acompanhamento e persistência.

Estará inicializada quando os trabalhadores estiverem envolvidos e competentes o suficiente para agir de uma forma autónoma, verificando se tudo esta a ser feito como definido

A Disciplina trás como principais benefícios os de todos cumprirem e transformarem os princípios simples dos 5S's numa ferramenta que permita melhorar os vários aspetos relacionados com o local de trabalho e empresa; eliminar desperdícios, reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos ou serviços,

desenvolver o trabalho de equipa, melhorar condições de higiene e segurança e ambiente de trabalho e criar uma maior motivação dos trabalhadores.

#### **2.4.2 Mapeamento de Fluxo de Valor na Manutenção (MVSM)**

Mapeamento de Fluxo de Valor ou VSM (Value Stream Mapping) consiste numa ferramenta que procura representar um conjunto de fluxos de material, informação e de pessoas, ao longo de toda a cadeia de valor, através de um conjunto de ícones padronizados. Foi desenvolvida por Rother, et al. (1999) e é usualmente considerada como fundamental para suportar a implementação de uma gestão Lean em processos de produção, para avaliar o estado da organização e numa fase inicial ajudar a identificar o desperdício e as suas causas (Forno, et al., 2014). Segundo Pinto (2013), define-se cadeia de valor como sendo o conjunto de todas as atividades que se têm de desenvolver desde da obtenção do pedido até à entrega ao cliente final. Com esta ferramenta, o gestor terá uma visão global e bem como uma melhor perceção do fluxo de valor de toda a organização em vez dos processos individualmente. Esta visualização também permite verificar a relação entre os processos e entre os fluxos de informação e de material (Tapping, et al., 2003). Na figura seguinte estão representados os principais símbolos gráficos utilizados na execução de mapas do VSM e do MVSM.

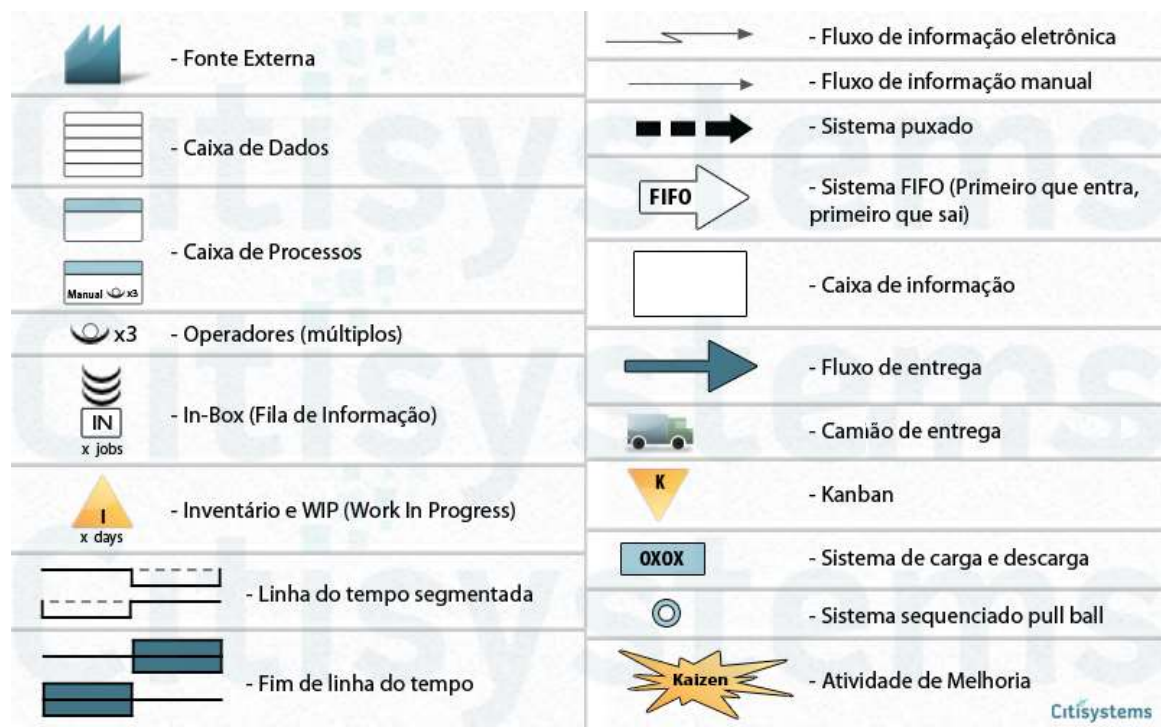


Figura 2.8 - Simbologia VSM e MVSM

O mapeamento da cadeia de valor da manutenção ou MVSM (Maintenance Value Stream Mapping) é uma adaptação do VSM pois as ferramentas a que recorre não se baseiam nas necessidades da manutenção por se tratar de um serviço não regular, específico, diferente de um processo de produção em série.

Quando se implementa esta ferramenta, faz-se o mapeamento físico do estado em que se encontra a instalação / equipamento e projeta-se a ideia do estado que pretendemos atingir (ou seja, determina-se o estado atual e o estado futuro).

Uma vez que se trata de uma ferramenta que analisa os tempos consumidos nas várias etapas dos processos (lead time) tornou-se incontornável adaptar este conceito à manutenção, o tempo total de imobilização é considerado como o tempo em que o equipamento não executa a sua função, chamando-se de Mean Maintenance Lead Time (MMLT).

Neste conceito, o lead time da manutenção (MMLT) pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY$$

Onde:

MTTO = Mean Time To Organize (tempo médio até ao início da reparação)

MTTR = Mean Time to Repair (tempo médio de reparação)

MTTY = Mean Time To Yield (tempo médio para o equipamento entrar em operação)

Analisando esta expressão, reduzir o tempo total de imobilização será reduzir os outros tempos além do fundamental (o tempo que é gasto pela equipa de manutenção para efetivamente solucionar a avaria), sendo que muitas vezes basta analisar e intervir no tempo de espera para atingir o objetivo de redução do tempo total (Kannan, et al., 2007).

Segundo Rother et al. (1999), o MVSM é uma ferramenta de “papel e lápis” de modo a facilitar as anotações e modificações necessárias e a sua implementação deve obedecer a um conjunto de etapas, conforme ilustrado na figura seguinte.



Figura 2.9 - Esquema de implementação do MVSM, adaptado de Rother, et al. (1999)



### 2.4.3 SIPOC

O SIPOC, acrónimo que resulta do inglês Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers, é uma ferramenta de análise, que se apresenta sob a forma de diagrama ou de tabela. Recorre-se a este processo na fase inicial de implementação do Lean, para procurar compreender as várias relações, responsabilidades e necessidades em cada etapa do processo com alguma facilidade. Permite assim um diagnóstico preciso antes de uma eventual intervenção. É, todavia, utilizada para análise das atividades macro de um processo, existindo outras ferramentas do mesmo tipo para uma análise de um processo com mais detalhe como os fluxogramas ou swimlanes (Charron, et al., 2014). Outra aplicação para esta ferramenta é a de avaliar o progresso do trabalho que tem sido realizado.

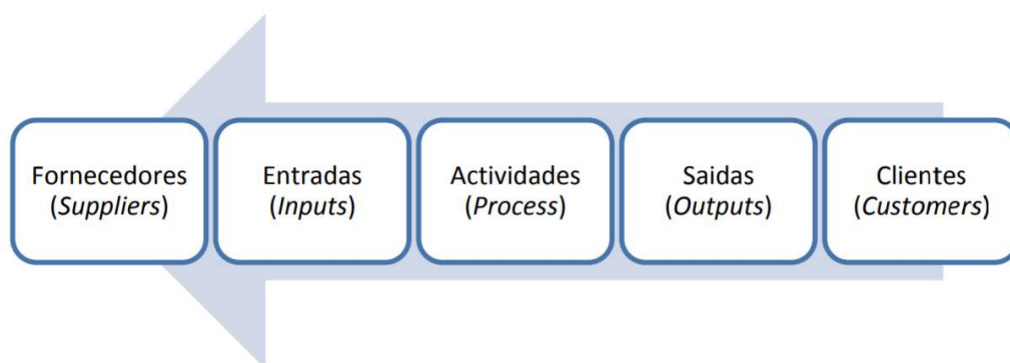
A ferramenta pode ser descrita como um conjunto de fases onde estão bem definidos:

- os fornecedores (suppliers) do processo, internos ou externos;
- os parâmetros de entrada, inputs, necessários a cada fase;
- uma descrição concreta e precisa do processo (process)
- os produtos pretendidos (outputs)
- os clientes (customers) internos ou externos

Pinto (2013), sugere a seguinte sequência para o preenchimento do SIPOC:

1. Identificar os clientes conhecidos (customers);
2. Identificar as saídas do processo (outputs);
3. Identificar entradas para o processo (inputs);
4. Identificar as principais atividades do processo (process);
5. Identificar os fornecedores (suppliers);

O SIPOC é composto por cinco colunas correspondentes a cada uma das etapas do processo que são representadas conforme ilustrado na figura seguinte.



*Figura 2.10 – Sequência do diagrama SIPOC*

#### **2.4.4 Voz do Cliente**

A voz do cliente (VOC - Voice of the customer) é uma ferramenta que tem, como o próprio nome indica, o objetivo de escutar qual a opinião e as reais necessidades do cliente final. É uma mudança na forma de ver o cliente, substituindo o conceito de que o que importava era a opinião imposta pela empresa e que esta se sobrepunha ao mercado. Presentemente, é a opinião do cliente que é ouvida. É essencial conhecer quem são os clientes, quem é a pessoa ou organização que procura um bem ou serviço, sendo bens ou serviços que resultam das atividades de um produtor. Um cliente pode ser interno como o sector seguinte num determinado processo da mesma organização ou um cliente externo que tem a capacidade de decidir a aquisição de um bem ou serviço.

Escutar o cliente, verificar quais as suas expectativas e ajustar o desempenho de um serviço ou garantir a qualidade do produto, é uma forma de evitar a incorporação de características ou funcionalidades nos produtos ou serviços que aumentam o preço desnecessariamente sem acrescentar qualquer valor para os clientes finais, evitando assim que os clientes paguem esse custo adicional (Almeida, 2011).

O que não trás valor nem satisfação ao cliente, deve ser considerado como defeito numa ótica de orientação para o cliente. Este é um dos princípios Lean.

Para conseguir alcançar os seus fins, a VOC recorre a varias técnicas: visitas e reuniões, questionários de satisfação de clientes, análise das reclamações recebidas. Todas estas técnicas visam avaliar qual a qualidade percebida do bem ou serviço pelo cliente.

#### **2.4.5 Gestão visual**

Esta ferramenta é muito usada nas implementações do Lean pois possibilita aumentar tanto a eficiência como a eficácia de um processo uma vez que os torna mais visíveis, simples e lógicos. Faz-se assim uso do sentido da visão para receber informação relevante do posto de trabalho, sendo que diversos estudos apontam para que é justamente através deste sentido que recebemos entre 75% e 80% da informação que processamos. Com esta filosofia, a informação será mais simples e melhor compreendida por todos.

A gestão visual serve para simplificar os processos, sem estar dependente de sistemas informáticos complexos e procedimentos formais, facilitando a comunicação e partilha de informação necessária aos processos de tomada de decisão (Pinto, 2013).

Segundo Melo, et al. (2013), a gestão visual tem como principais objetivos:

- Disponibilizar informações acessíveis e simples, facilitando o trabalho diário,
- Aumentar a partilha de informações com o maior número de pessoas possível;
- Aumentar a autonomia dos colaboradores e incentivar a participação de todos;
- Melhorar a cultura da empresa tornando-a mais transparente com a exposição da condição dos equipamentos;
- Organizar e identificar o local de trabalho e objetos;
- Promover o processo de melhoria contínua.

No caso particular da manutenção, a gestão visual torna-se uma das simples e económicas soluções de implementar, sendo aplicada em várias áreas como o planeamento, armazéns, oficinas e na gestão da manutenção.

Pretende-se ter melhor comunicação de melhor informação, mais organizada o que é feito por recurso a sinais visuais tais como painéis, quadros, marcas no chão ou paredes, semáforos ou luzes, roupa ou fardas diferenciadas. Este esforço resulta numa melhoria significativa do desempenho e no combate ao desperdício e à subjetividade. As urgências

hospitalares são um exemplo prático num local crítico desta ferramenta em ação: no decurso da triagem, são colocadas nos doentes uma pulseira com uma cor que traduz a urgência de cuidados e que os acompanha para assegurar que é atendido corretamente.

Para que funcione como pretendido, há que evitar informação em excesso ou desatualizada, limitando a disponível à necessária e objetiva através de princípios de simplicidade e facilidade de assimilação.

A gestão visual é de particular importância na implementação de outras ferramentas Lean, tais como os 5S's acima descritos.

#### **2.4.6 Uniformização do trabalho**

A normalização, padronização ou uniformização de processos e trabalho (Standard work) é uma ferramenta bastante eficiente para organizar pessoas, materiais e equipamentos. Procura reduzir a subjetividade e variabilidade no processo permitindo assim a diminuição de erros ou falhas, eliminação de excessos ou insuficiências, contribuindo para a eliminação de desperdícios e para a melhoria contínua, através da documentação e normalização das várias tarefas ao longo da cadeia de valor.

A uniformização do trabalho pode ser definida como um conjunto de procedimentos de trabalho, que procuram estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador. Como referido por Pinto (2013), o ciclo PDCA evolui através da aplicação da uniformização transformando o P (plan) em S (standardize), passando a designar-se por SDCA (standardize, do, check, act), permitindo assim um novo passo na melhoria contínua do desempenho dos processos.

A aplicação de normas é também fundamental para uma adequada uniformização do trabalho. Para Bicheno (2008), as normas são a base para a qualidade e melhoria contínua, apresentando várias vantagens:

- Facilitam a comunicação e partilha de informação através da definição de conceitos e termos na manutenção;
- A uniformização dos atributos de manutenção permite a sua análise comparativa (benchmarking);

- Na elaboração de contractos de manutenção definindo deveres e responsabilidades entre as partes;
- Na uniformização da documentação técnica, facilitando a sua interpretação, análise e melhoria;
- Na gestão de peças e materiais de manutenção, com uma adequada normalização e codificação, evitando excessos de stocks;

A metodologia de implementação desta ferramenta tem usualmente os seguintes passos:

1. Seleção das atividades do processo que serão alvo de observação e estabelecimento dos objetivos a atingir; Estudo do trabalho (incluindo medições de tempos sempre que aplicável);
2. Analisar e desenhar uma sequência de trabalho otimizada;
3. Estabelecer os procedimentos normalizados;
4. Documentar e dar formação na norma criada a todos os trabalhadores envolvidos.

Caso se trate de uma prestação de serviço, o maior contato com o cliente aliado a uma maior imprevisibilidade de situações, torna mais difícil a uniformização através de exaustivos procedimentos escritos. Para fazer face a estes constrangimentos, esta metodologia recorre muitas das vezes a atuações padronizadas através de elaboração e cumprimento de check-lists.

No entanto, para processos mais repetitivos é possível aplicar a metodologia visando melhores métodos e sequências para cada processo, de modo a que todos os colaboradores executem a mesma tarefa sempre da mesma forma, minimizando, a variação, aumentando a repetibilidade e potenciando a deteção de desvios maximizando os outputs. Estaremos perante casos de trabalho padronizado.

Nestes casos, pode ter por base os seguintes elementos: Takt Time, sequência de trabalho, materiais e ferramentas necessárias. É o seguinte o seu significado:

**O Takt Time** - ritmo ou ‘batida’ estabelece a cadência a que um produto, processo ou serviço deve ser produzido de modo a responder à procura. A estabilização deste

tempo é de extrema importância, pois deve ser ajustado com as necessidades do cliente para minimizar stocks.

**A sequência de trabalho** estabelece a ordem pela qual as tarefas devem ser executadas, permitindo que o ciclo seja repetido consistentemente ao longo do tempo. A determinação destas sequências pode na fase de desenho tirar partido da criatividade dos colaboradores mas, uma vez estabelecida e comunicada, contribui para as reduções das flutuações no tempo de ciclo e dos defeitos. No estabelecimento das tarefas e sequências de trabalho, a procura de eficiência deve guiar-nos na direção da eliminação de desperdícios (movimentações e a espera) e segurança (eliminação de operações perigosas);

#### **2.4.7 Níveis de Serviço, Subcontratação em Manutenção**

É prática corrente as organizações recorrerem à subcontratação total ou parcial dos serviços de gestão e manutenção dos seus ativos.

Desta forma, a organização transfere para um fornecedor externo (com por exemplo um prestador de serviços) a responsabilidade pelo fornecimento (total ou parcial) das tarefas relacionadas com o programa de manutenção da empresa.

O objetivo desta estratégia é o de otimizar a atividade de manutenção no seio da organização, reduzindo os seus custos totais através de uma melhor dimensionada distribuição dos meios próprios e garantindo a disponibilidade de meios muito específicos, frutos da instalação de equipamentos cada vez mais complexos.

A estratégia de subcontratação generalizou-se de tal forma que levou à sua normalização com a emissão da NP EN 13269 (IPQ, 2007) que fornece orientações para a elaboração de contratos de manutenção ou acordo de serviços de manutenção. É no âmbito desse contrato de manutenção, que o subcontratado assume a responsabilidade da prestação de um serviço em determinadas condições (âmbito, localização, preços, prazos, nível de assistência, etc.). Conforme referido por Cabral (2013), a contratualização destes serviços obedece a um conjunto de princípios jurídicos comuns a qualquer contrato e requer um conhecimento profundo sobre o âmbito e as condições dos serviços de forma a garantir uma relação clara entre o adjudicatário e o prestador de serviços.

Um dos componentes contratuais de maior importância são os níveis de serviços ou SLA (Service Level Agreement) e traduzem o tempo de resposta ou período de tempo máximo para resolução da ocorrência (avaria, pedido de solicitação de intervenção, etc.).

É tal a importância que este componente pode assumir na execução do contrato de prestação de serviços de manutenção que, apesar de ser um termo já bastante difundido e utilizado, é fundamental que o SLA (Service Level Agreement) esteja bem definido para as partes envolvidas (Chanter, et al., 2007). A definição clara de quais as garantias e responsabilidades em relação aos serviços contratados e a forma como estes níveis de serviço serão medidos, reportados e melhorados continuamente de modo a que o contrato possa ser efetivamente cumprido, é fundamental para que não existam conflitos que poderão ter como consequência nos casos mais graves uma rescisão contratual.

A definição dos níveis de serviço mais adequados pode ser feita recorrendo ao método Lean dos “5 W” e que consiste em responder às questões o quê, quando, quanto e como, sobre o que queremos contratar. Com as respostas a estas questões, poderemos determinar um SLA eficaz, simples e realista. Todavia, o estabelecimento de um SLA não deve ser aligeirado. Antes, deve ser avaliado e discutido na organização, mas evitando exigências muitas vezes irrealistas ou desadequadas que causarão um aumento desnecessário dos preços com o conseqüente desperdício de recursos financeiros.

#### **2.4.8 Os 5 Porquês (5 Whys)**

A ferramenta os 5 porquês ou 5 Whys, é usada para encontrar origens e causas das avarias ou acidentes. É muito usada pois é simples e não tem necessidade de investigações detalhadas e dispendiosas para atingir conclusões sustentadas. Para além da reparação de um evento, pode-se ir mais longe pois procurando as causas do problema pode-se eventualmente tomar medidas corretivas definitivas.

Como o próprio nome indica, esta metodologia visa encontrar a relação causa-efeito que esteve na génese do evento, consistindo na realização de um conjunto de cinco questões (porquês), ou um outro número de questões até que os resultados sejam satisfatórios permitindo descobrir a causa da ocorrência.

Tipicamente, a primeira questão a colocar, e mais genérica, é a relativa ao evento detetado e define o objetivo a atingir, “porque é que ocorreu o problema?”.

Alcançada a resposta a esta pergunta, essa resposta deverá constituir o segundo porquê e assim sucessivamente considerando sempre questões cada vez mais objetivas, até que a resposta à última questão expõe a raiz do problema, raiz esta que, muitas das vezes, estava escondida por outras causas.

Em muitos casos, esta metodologia assume o aspeto de tabela, enquanto que noutros produz o chamado diagrama de árvore que encadeia as perguntas. Como acima dito, apresenta-se como uma solução simples, de fácil aplicação para a resolução de problemas e contribuindo para a melhoria contínua nas organizações através da procura das causas.

#### **2.4.9 Mapa de processos**

Trata-se de uma das ferramentas clássicas da qualidade e tem como objetivo a reapresentação gráfica de um processo em análise, descrevendo a sequência das várias atividades que estão relacionadas entre si, ou seja, o fluxo da informação, das pessoas, ou materiais. Recorre a uma simbologia uniformizada o que torna esta ferramenta de uso universal e simples de aplicar. Muitas vezes é utilizada juntamente com outras ferramentas como por exemplo com o SIPOC.

#### **2.4.10 Ciclo PDCA**

O ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) é igualmente designado por “Ciclo da Melhoria” e consiste numa ferramenta simples com o objetivo de implementar melhorias nos processos ou produtos.

O PDCA foi criado por Walter Shewart e introduzido no Japão em 1950 por W. Edward Deming como parte do TPM. Os seus principais objetivos são esclarecer e agilizar os processos, podendo ser adaptado a qualquer organização.

O ciclo PDCA constitui um método de controlo de processos em 4 fases com os nomes acima descritos:



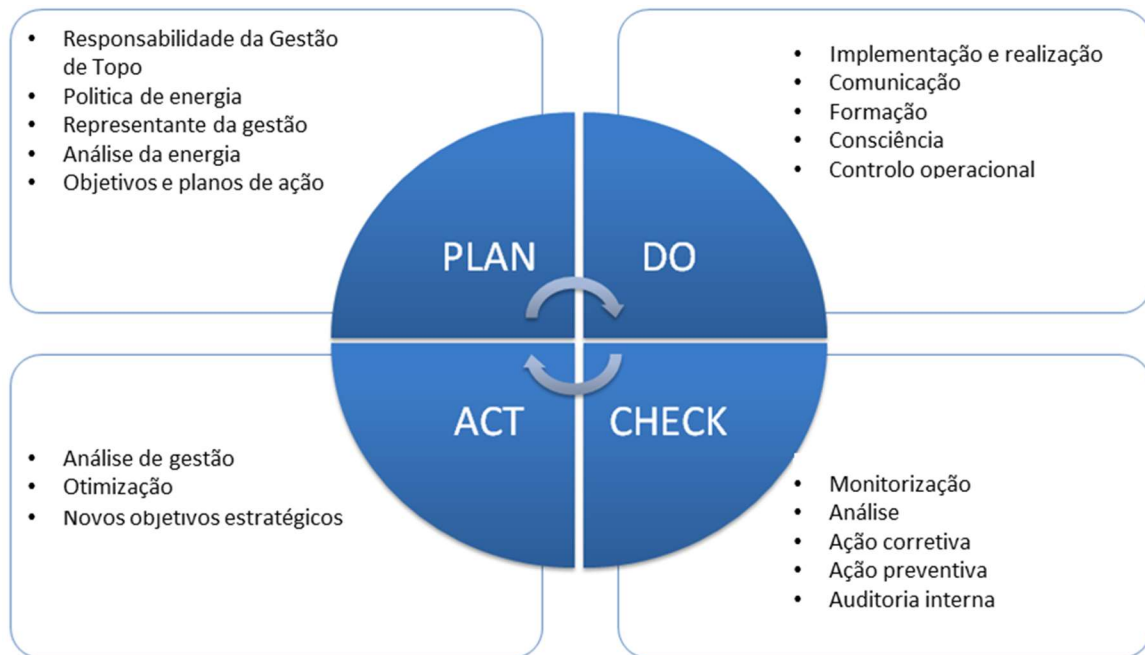


Figura 2.11 - O ciclo da melhoria continua PDCA

- 1. Planear (Plan)** – É o primeiro passo e onde se deve estabelecer um plano com objetivos definidos, devendo incluir a definição das melhorias a implementar e dos métodos para as alcançar;
- 2. Fazer (Do)** – fase de execução rigorosa do plano estabelecido no primeiro passo, testando a solução proposta. Usa a formação, treino e execução do trabalho planeado na fase anterior;
- 3. Verificar (Check)** – fase que consiste na análise e/ou verificação dos resultados alcançados incluindo a necessária recolha de dados, e corrigindo anomalias. Verifica-se assim a eficácia do trabalho executado;
- 4. Agir (Act)** – fase de atuar no processo alvo, em função dos resultados obtidos e analisar e reduzir os desvios.

De acordo com Alsayouf (2011), esta metodologia de melhoria contínua preconizada pelo ciclo PDCA, com as suas fases de planeamento, realização, análise constante e a consequente verificação de resultados e representa o conjunto de atividades que suportam e validam a implementação de outras ferramentas Lean.



### **3 Avaliação Lean**

O enorme sucesso das práticas da Toyota e do seu sucesso foram alvo de inúmeros estudos e documentos nas últimas duas décadas. Apesar do grande volume de conhecimento apresentado nesses trabalhos, nenhuma outra organização se aproximou do seu nível de performance (Rother, 2010).

Para Harrington, a medição é o primeiro passo e conduz ao controlo bem como à eventual melhoria dos processos. Se não se medir, não se compreende. Se não se compreende, não se consegue controlar e se não se consegue controlar, não se conseguirá melhorar. No presente, colocam-se duas questões: como implementar o pensamento Lean? E como medir ou avaliar a sua implementação? (Mahfouz, 2011; Amin, 2013).

Expresso noutros termos, não é possível administrar o pensamento Lean sem que se meça o seu desempenho. (Behrouzi and Wong, 2011).

As ferramentas e metodologias foram apresentados e descritas inúmeras vezes e com grande detalhe, mas copiar e implementar apenas estes elementos “visíveis” parece não funcionar (Rother, 2010). Entretanto, a avaliação do desempenho das práticas tende a ser mais viável do que uma avaliação direta e pode, indiretamente, dar indícios da extensão da implementação e da disseminação dos princípios e práticas Lean nas organizações (Nogueira, 2007). Implementar várias ferramentas Lean não garantirá o nível de implementação Lean, mas influencia a maturidade com a que as organizações enfrentam os problemas correntes tendo impacto nos atributos de desempenho na manutenção.

Segundo Bashin and Burcher (2006), mais de 90% das implementações apresentam lacunas na avaliação da melhoria do desempenho. Tal se fica a dever à falta de entendimento e de modelos apropriados para monitorizar, avaliar e comparar os níveis de Lean durante o processo de implementação (Behrouzi and Wong, 2011; Bashin, 2011; Amin, 2013).

### **3.1 Métodos de avaliação**

De acordo com o texto de Nogueira e Casalinho (2008), dos principais autores que fazem avaliações do grau de implementação do Lean nas organizações, de entre os métodos mais citados na literatura, encontram-se os de Karlsson e Ahlstrom (1996), o de Sánchez e Pérez (2001) e o de Fernandes et al. (2005). Os métodos de avaliação mais citados são: Shingo Prize (1998), o Lean Enterprise Model (LEM, 1998), as normas SAE (Society of Automotive Engineers, 1990) J4000 (Identificação e medida das melhores práticas para implementação de operações Lean), J4001 (Implementação de operações Lean – manual do usuário) e RR003 (exemplo de melhores práticas de conversão para o conceito Lean na indústria automóvel). Analisando estes métodos, verifica-se que há um conjunto de atributos para avaliação do desempenho comum, sob alguma forma, a todos.

Os métodos de Karlsson e Ahlstrom (1996), de Sánchez e Pérez (2001) e o de Fernandes et al. (2005), são muito semelhantes nos pontos fracos: não considerarem o alinhamento entre as estratégias da organização e as metas do Lean nem avaliarem a adequação da cultura organizacional da empresa a uma cultura Lean. Em adição, também não levam em conta a perceção das pessoas que levam a cabo atividades ligadas ao Lean nem avaliam diretamente o desempenho de práticas Lean operacionais (Nogueira e Casalinho, 2008).

No que se refere aos métodos SAE (Society of Automotive Engineers, 1990) J4000 (Identificação e medida das melhores práticas para implementação de operações Lean), J4001 (Implementação de operações Lean – manual do usuário) e RR003, partilham a mesma origem: associações profissionais, ou parceria destas com institutos de investigação. Como seria previsível, partilham características, nomeadamente alguns pontos fracos: falta de clareza acerca de como recolher e interpretar os atributos propostos e ausência de avaliação direta de um conjunto de práticas Lean habituais. Acrescem ainda outras dificuldades, segundo Nogueira e Casalinho, 2008: as normas SAE J4000 e J4001 têm requisitos de avaliação subjetivos dificultando a sua aplicação.

Segundo Hudson et al. (2001) citado por Duran e Batocchio (2003), as seguintes sete características deviam ser comuns a todos os sistemas de medição de desempenho:

1. estarem diretamente relacionados com a estratégia da organização;
2. ser claramente definidas e com propósito específico;
3. ser relevantes e fáceis de manter;
4. ser simples de entender e aplicar;
5. capaz de informar rapidamente os resultados a todos os níveis da organização;
6. conseguir disponibilizar uma ligação entre a estratégia e as operações;
7. aliar o incentivo da melhoria à monitorização das operações.

De acordo com Simão e Alliprandini (2004), citado por Nogueira (2007), o sucesso na implementação da filosofia Lean depende também da existência de uma cultura organizacional alinhada com os princípios chave daquele sistema.

Também no período dos últimos 20 anos se observou que organizações que se limitam a copiar e reproduzir ferramentas Lean mostram poucos sinais desta filosofia na sua cultura e forma de agir.

Por outro lado, o foco no desenvolvimento diário de padrões de comportamento é uma alavanca porque, como nos mostra o campo da psicologia, com a prática, os padrões de comportamento podem ser alterados, aprendidos e reproduzidos. O que interessa realmente é que as pessoas sintam e percebam as situações e reajam a isso de uma forma que leve a organização a avançar (Rother, 2010).

Muitas organizações centraram-se demasiado na implementação de ferramentas avulsas como 5S's e JIT, sem se aperceberem do todo que o Lean é um sistema pelo qual se deve pautar a cultura organizacional, ficando estas implementações Lean muito superficiais (Liker, 2004).

O sucesso do TPS reside na sua capacidade de integrar um conjunto completo de ferramentas e conceitos encaixando-os com os seus princípios orientadores e a sua

predisposição para a melhoria contínua que, progressivamente, melhora e ajusta todo o sistema (The Shingo Prize, 2010).

De acordo com Robbins (2005), na cultura de uma organização reside a base para as percepções comuns que os seus membros compartilham sobre a maneira de fazer as coisas, sobre o modo como devem-se comportar e sobre a própria organização. Esse conjunto de características, valorizadas pela organização, varia de organização para organização. O mesmo autor explica também que pesquisas recentes sugerem a existência de sete características básicas que, conjuntamente, captam a essência da cultura de uma organização:

- 1. Inovação e ousadia** - indicam o grau em que os funcionários são incentivados a serem inovadores e a correrem riscos;
- 2. Atenção ao detalhe** – capta o grau de demonstração de precisão, análise e atenção aos detalhes por parte dos funcionários;
- 3. Busca de resultados** – indica o grau em que a administração se centra nos resultados ou efeitos invés das técnicas e processos utilizados para alcançar os objetivos;
- 4. Concentração nas pessoas** – indica o quanto as decisões da administração consideram o efeito dos resultados sobre as pessoas da organização;
- 5. Orientação para a equipa** – reflete a capacidade de desenvolvimento de atividades de trabalho em equipas ao invés de trabalhos individuais;
- 6. Agressividade** – o grau em que as pessoas são mais agressivas e competitivas do que contemporizadoras;
- 7. Estabilidade** – indicação do grau em que as atividades organizacionais enfatizam a manutenção da situação em oposição ao crescimento.

Nestas características, está subjacente a competência da liderança da organização. A liderança é a perseguição sistemática das condições desejadas através da utilização das capacidades humanas de uma forma concertada (Rother, 2011).

O papel mais crítico de um líder é motivar e empenhar um largo número de pessoas a trabalharem em conjunto na direção de um objetivo comum. O líder deverá: definir e explicar o objetivo, partilhar o caminho para o atingir, motivar as pessoas e ajudá-las removendo obstáculos (Liker, 2004).

Um sistema de gestão efetivo é aquele que mantém uma organização capaz de ajustar-se ao imprevisível, às condições dinâmicas e de satisfazer os clientes (Rother, 2010).

A Toyota criou uma cultura onde todos são desafiados a eliminar desperdício e defeitos. Promove que todos os trabalhadores melhorem os processos de trabalho. O TPS ajudou a Toyota a tornar-se o líder mundial no fabrico de automóveis. O seu sucesso é mundialmente seguido assim como a sua cultura, de esforço pela qualidade perfeita e implacável eliminação de desperdício, é aplicável a qualquer tipo de indústria (Jimmerson, 2010).

A experiência mostrou que a cultura organizacional desempenha um papel essencial no processo de transformação para o Lean, sendo necessário que os líderes de topo dispensem uma parte significativa do seu tempo na compreensão, alinhamento e comunicação dos princípios e dos seus respetivos valores. Devem ainda proceder à definição cuidadosa do comportamento desejado na organização e pensar cuidadosamente na cultura cuja responsabilidade de construir lhes cabe. Quando os princípios e os valores foram claramente entendidos e ficam enraizados nos trabalhadores, os comportamentos tornam-se apropriados constituindo evidência de um bom processo. Cada pessoa na organização consegue aplicar ativamente as ferramentas de melhoria contínua no âmbito do seu trabalho diário (The Singo Prize, 2010).

### **3.2 Ferramentas avaliação utilizada**

As avaliações do desempenho tornaram-se uma das ferramentas estratégicas mais importantes no âmbito organizacional (Nogueira e Casalinho, 2008).

Segundo Hudson et al. (2001) e Hronec (1994), citados por Nogueira e Casalinho (2008), as medidas de desempenho são a quantificação de quão bem as atividades de um processo ou seu output atingem uma meta específica. São sinais da organização que devem interligar estratégias, recursos e processos.

As organizações necessitam de saber o quão eficaz é o seu esforço na implementação do Lean e na sustentabilidade das melhorias contínuas e devem perceber que nenhum indicador usado individualmente mede apropriadamente o desempenho. Todavia, há atributos (Tempo de ciclo total do produto; Custo por peça; Rotação de inventário)

capazes de medir a performance num nível agregado, aferindo a competência transversal a diversos conceitos e funções. Existem outros atributos (desperdício; perdas de dias de trabalho) desenhados para medir a eficácia de uma única disciplina ou conceito, que, por serem mais focadas, proporcionam um ponto de partida para isolar e eliminar desperdício. Contudo, todos os atributos destes dois grupos, são usados para suportar diretamente o processo de tomada de decisão das organizações. Por esse motivo, é necessário que os atributos sejam aplicados sistematicamente, devendo evitar-se dar ênfase exagerada a um único indicador pois tal pode produzir análises equivocadas e comprometer a capacidade de melhoria.

Tem-se a consciência de que a transformação das organizações para o pensamento ou filosofia Lean obriga a um grande esforço, à participação de todos os níveis hierárquicos da empresa e a introdução de novos princípios (a nível cultural e estrutural). Apesar de terem sido concebidas muitas ferramentas Lean, não existe uma metodologia estruturada para seleção e implementação de estratégias que ajudem as organizações na percepção dos benefícios da implementação da filosofia Lean (Amin, 2013).

Os instrumentos de avaliação do grau de implementação da filosofia Lean permitem determinar o estado atual de um sistema e, por esta via, contribuir para a criação de planos de ação.

A tabela seguinte, construída com base na pesquisa efetuada, lista os principais modelos de avaliação Lean existentes, assinalando os seus pontos fortes e fracos.



Tabela 3.1 - Resumo dos modelos de avaliação Lean de autoria própria

<b>Modelo Avaliação Lean</b>	<b>Autores</b>	<b>Pontos Fortes e Fracos</b>
Abordagem Mapeamento Fluxo Valor (VSM)	(Hines & Rich, 1997a), (Rother & Shook, 1998)	Ferramenta efetiva de mapeamento com foco na criação de fluxo contínuo. Métrica focada num desempenho específico não avaliando o nível global.
LESAT Karlsson e Ahlström Model Chinese Hi-Tech Model Balanced Score Card Shah e Ward Model RPA Model Bashin Model Doolen and Hacker Model Soriano-Meier and Forrester	(Nightingale & Mize, 2002) (Karlsson e Ahlström, 1997) (Taj, 2005) (Sanchez & Pérez, 2001) (Shah & Ward, 2007) (Goodson, 2002) (Bashin, 2011) (Doolen and Hacker, 2005) (Soriano-Meier and Forrester 2002)	Conseguem avaliar o nível global Lean estruturadas em diferentes construções Lean (Pessoas, operações, qualidade, fornecedores e clientes). As conclusões são subjetivas e baseadas em julgamentos individuais
Manufacturing Cycle Efficiency Discrete Event Simulation Value Added Index Labour Productivity	(Levinson & Rerick, 2002) (Detty & Yingling, 2000) (Fogarty, 1992) (Hiroshi K. & Bennett, D. 1999)	Avaliam o nível global Lean baseadas no desempenho atual. Um grupo integrado de métricas é necessário para medir o nível Lean global. Sintetizar várias métricas numa única medida Lean é difícil devido às diferentes naturezas e unidades de medida.
Data Envelopment Analysis Mahalanobis Taguchi G. S. Syst.  Fuzzy Logic Methodology Benchmarking Lean Assessment	(Wan & Chen, 2008) (Srinivasaraghavan, & Allada, 2006); (Bayou & de Korvin, 2008) (Gurumurthy & Kodali, 2009)	Mede quantitativamente o nível global Lean comparando o estado do sistema com o desempenho de benchmarking. Avaliação de desempenho exemplar necessita ser efetuada com parceiros e competidores. Além disso, o resultado depende bastante da qualidade do padrão de referência.

Uma preocupação constante no processo de implementação é de que os serviços possam estar atrasados na implementação de práticas e ferramentas Lean e, embora isso possa proporcionar oportunidades de aprendizagem. Apesar disso, devemos também ter em mente que a transferência de práticas Lean não foi totalmente disseminada, até mesmo

dentro da indústria automobilística, embora os esforços tenham-se iniciado dez anos antes (Crute et al, 2003).

Não parece a Crute et al (2003) que os problemas da implementação do pensamento Lean nos serviços sejam, necessariamente, mais difíceis do que nas indústrias de alto volume, incluindo a automóvel. Os desafios são diferentes, mas não, necessariamente, de maior dificuldade.

Para se identificar as ferramentas corretas à implementação do pensamento Lean melhor apropriado a cada organização, é necessário um amplo conhecimento. As organizações necessitam de, além de terem de conhecer as ferramentas e metodologias disponíveis, aprender "por onde começar" e "como proceder". Para este efeito, a formação em Lean, o mapeamento do fluxo de valor e a avaliação do "nível Lean", constituem os três pilares essenciais para se iniciar a implementação de um sistema Lean numa organização (Wan and Chen, 2009).

As avaliações Lean têm confirmado que a transformação das organizações para este novo paradigma é uma travessia de anos e não de meses. Como fator crítico de sucesso sobressai o comprometimento e envolvimento de todos, e em particular das lideranças (Nightingale and Mize, 2002).

## 4 Proposta de Modelo de Avaliação

Métodos quantitativos conseguem avaliar o nível global Lean estruturadas em diferentes construções Lean (Pessoas, atividade, qualidade, fornecedores e clientes) e métodos de avaliação qualitativa é mais eficientes em termos de medição do nível Lean global de uma organização.

Ferramentas de avaliação qualitativa são mais eficientes em termos de medição do nível Lean global, orientando os utilizadores através de uma estratégia de implementação Lean (Jordan and Michel, 2001).

As ferramentas de avaliação qualitativa dependem de questionários de pesquisa que são baseados nos princípios e práticas Lean. As pontuações resultantes representam a diferença entre o estado atual do sistema e do estado ideal com base em atributos Lean predefinidos no questionário (Wan and Chen, 2008). Estes modelos têm a grande vantagem de descrever a percepção dos avaliadores perante a sua realidade e permitir avaliar atributos não quantificáveis (exemplo: a flexibilidade de produção), embora se trata de modelos subjetivos de conclusões baseadas em julgamentos individuais.

Descrevem-se de seguida e brevemente alguns dos métodos mais citados.

O Lean Aerospace Initiative (LAI) do MIT, desenvolveu, de acordo com Amin (2013), a mais popular técnica entre as ferramentas de avaliação Lean: o Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT). Esta é baseada numa matriz de maturidade, a LESAT, que avalia o objetivo Lean de uma organização mediante três secções (transformação Lean e liderança, ciclo de vida dos processos e infraestruturas) e em cinquenta e quatro questões, isto é, práticas Lean ou atributos (Nightingale and Mize, 2002).

Karlsson e Ahlström (1997) apresentam um método com nove princípios de inspiração Lean: eliminação de desperdícios, melhoria contínua, zero defeitos, Just in Time (JIT), sistema puxado, equipas multifuncionais, responsabilidades descentralizadas, funções integradas e sistemas de informação vertical. Para cada um dos princípios existe um conjunto de atributos para avaliar a extensão da adoção, traduzindo as mudanças com a implementação do Lean (Walter and Tubino, 2013).

Um outro método, o de Sánchez e Pérez (2001), assenta-se numa lista de verificações classificada em seis princípios que se desdobram em trinta e seis atributos. Os seis princípios são: eliminação das atividades que não agregam valor, melhoria contínua, equipas multifuncionais, Just in Time (JIT), integração de fornecedores e sistema de informação flexível (Walter and Tubino, 2013).

O método Rapid Assessment Plant (RPA) foi apresentado por Goodson (2002) e assume que fazendo uma visita rápida ao chão de fábrica é possível avaliar se uma empresa é realmente Lean ou não. O RPA propõe onze categorias com um questionário de vinte perguntas para determinar se as melhores práticas Lean estão presentes.

Uma perspetiva distinta foi seguida por Soriano and Forrester (2002), ao recorrerem aos dados de questionários de pesquisa para medir duas variáveis dependentes e nove variáveis independentes associadas ao Lean. O grau de implementação das práticas Lean foi decidido de forma intuitiva usando uma escala de pontuação com sete níveis.

Esta mesma ideia foi seguida por Doolen e Hacker (2005), ao utilizarem igualmente dados recolhidos diretamente de questionários de pesquisa para medir o impacto da implementação desta vez em seis áreas, baseados em trinta atributos. O cálculo da pontuação média dada pelos entrevistados determina o grau de Lean. Todavia, Doolen e Hacker não consideraram assim o preconceito e a imprecisão da perceção humana na avaliação (Susilawati et al, 2015).

Shah e Ward (2007), desenvolveram um modelo de medição operacional identificando as dez dimensões mais relevantes da produção Lean. Três avaliam o envolvimento dos fornecedores, uma avalia o cliente e as restantes a organização. Estas dimensões são compostas por quarenta e oito práticas Lean ou atributos.

Bashin (2011), propõe um modelo cujo objetivo é identificar com precisão o que se entende pelo termo, "uma verdadeira organização Lean" através da aplicação de uma auditoria Lean abrangente. O modelo é composto por 104 atributos divididos por doze categorias: Segurança, limpeza e organização, Fluxo de produção e de operação, Processo e operações, Gestão visual, Qualidade, Melhoria Contínua, estratégia de mudança Lean, Sustentabilidade do Lean, Cultura Colaboradores, Cultura organizacional, Lean como um negócio e Filosofia Lean.

Medir o desempenho é uma das fases mais difíceis da gestão de qualquer processo, mas garante que as decisões sejam baseadas em factos e não em emoções. Garante a possibilidade de aliar o desempenho às necessidades dos clientes e esse é um dos aspetos mais eficazes da gestão de processos (Costa, 2007).

Quando se mede, encontram-se falhas, e estas poderão ser usadas para identificar oportunidades estratégicas de melhoria, de que são exemplos: melhorias na origem dos dados, erros, defeitos, oportunidades de otimização. Se não se medir não haverá forma de saber o ponto onde nos encontramos, e se não compararmos, não saberemos se estamos a melhorar ou a piorar. Assim e no sentido de satisfazer este princípio de “não podemos melhorar o que não medimos”, é importante sermos capazes de avaliar facilmente os atuais níveis de desempenho, para garantir que fatores devem ser considerados como críticos, por forma a obterem-se melhorias (Amin, 2013).

Procurando comparar as várias ferramentas de avaliação de implementação Lean, Wang and Chen (2009), afirmam que, para serem eficazes, estas devem possuir, entre outras, as seguintes características:

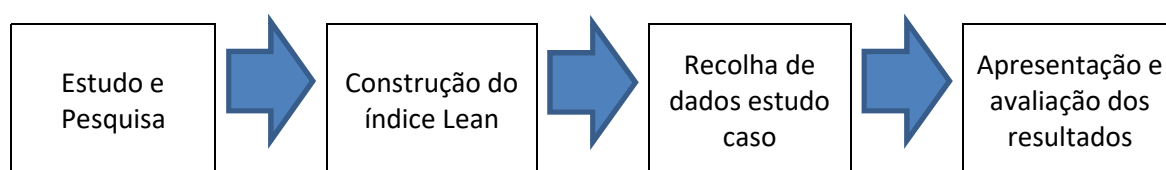
1. Captar o status atual do sistema
2. Identificar as áreas com maior necessidade de melhoria.
3. Fornecer orientações para ações de melhoria.
4. Fornecer atributos de desempenho quantitativos que possam ser monitorizados e comparados com registos anteriores de desempenho ou outros sistemas.
5. Possa ser atualizável quer nos atributos, quer nos atributos de avaliação, em resposta às estratégias gestão.
6. Seja simples de usar e manter.

#### **4.1 Metodologia**

O método utilizado é do tipo teórico conceptual, iniciando-se com uma pesquisa bibliográfica entre os mais referenciados autores e métodos de avaliação do índice Lean, para identificar os princípios, práticas e atributos consensualmente considerados como

essenciais e caracterizadores de uma organização com filosofia Lean. Uma vez recolhida esta informação, seguiu-se a definição e construção do índice Lean em concreto, incluindo as categorias e questões, ponderando a escolha de cada uma face ao caso presente. A recolha de dados decorre em paralelo, não sem alguma ajuda da pesquisa e análise. Com estas etapas disponíveis estão reunidas as condições para proceder à análise dos dados, cálculo do índice Lean e tirar as conclusões.

Esquemáticamente, o presente trabalho foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas:



*Figura 4.1 - Etapas da pesquisa*

1. **Estudo e pesquisa**, onde se inclui a pesquisa e revisão da bibliografia para determinação das melhores práticas e métodos Lean documentados, em linha com os objetivos estabelecidos para o trabalho;
2. **Construção do índice Lean**, compreendendo a definição da organização a avaliar; definição e validação dos atributos; determinação dos pesos; desenvolvimento dos inquéritos para as entrevistas;
3. **Recolha de dados estudo caso**, onde se realiza um estudo de caso para ilustrar a aplicação do método com a necessária recolha e compilação dos dados;
4. **Apresentação e avaliação dos resultados** onde se expõem as conclusões.

## 4.2 Definição

A norma NP EN 13306 de 2007 define a manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida. Ainda segundo a mesma norma, a gestão da manutenção são todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o

controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos.

Segundo Kardec (2003), a manutenção é muito importante na indústria para que se produza o maior número de produtos sem que os equipamentos se avariem.

Para tirar o máximo partido dos princípios e práticas Lean, estes não devem ficar restritos à área da produção, sendo essencial que sejam disseminados por todas as áreas da organização, tais como vendas, compras, contabilidade, logística, recursos humanos e desenvolvimento do produto (Saurin e Ferreira, 2008). Uma empresa Lean é definida como uma organização que usa os princípios e os conceitos Lean em tudo o que faz (Doolen et Hacker, 2005). A implementação do Lean implica uma revolução pois trata-se da alteração de todo o negócio (Melton, 2005).

De acordo com Ferreira (1988), um sistema é o conjunto de partes coordenadas entre si concorrendo para um resultado comum. É imprescindível ter uma visão e uma interpretação sistémica da filosofia Lean para a disseminar a toda a organização. Ghinato (1996) e Picchi (2003) acrescenta que as implementações Lean bem-sucedidas ficam a dever-se mais às sinergias conseguidas entre os diversos elementos do que ao somatório das contribuições isoladas de cada um.

O método desenvolvido neste trabalho é uma estrutura global que integra e sintetiza as múltiplas dimensões de uma organização. Dentro desta estrutura, foram definidas 3 grandes áreas “Clientes”, “Organização” e “Fornecedores”, subdivididos em 7 subáreas e 60 atributos. As sete subáreas de impacto que são usadas como a base para o desenvolvimento de perguntas para a pesquisa sobre a adoção de determinados princípios, práticas e atributos Lean, são as seguintes:

- Organização - Cultura;
- Organização – Gestão de pessoas;
- Organização – Controlo da Atividade;
- Organização - Melhoria Contínua;
- Organização – Qualidade, Ambiente e SHST;
- Fornecedores;
- Clientes.

Os ciclos e fluxos das organizações estão expostos na figura seguinte:



Figura 4.2 - Fluxo da gestão Lean adaptado de Naik 2015

A escolha destas sete subáreas foi efetuada a partir de modelos como o da roda Gestão do Pensamento Lean, Shingo, e da informação recolhida a partir de outros conceituados anteriormente elencados. A roda Gestão do Pensamento Lean foi concebida como resultado do esforço dos primeiros investigadores Lean para ilustrar visualmente o pensamento Lean e constitui o primeiro protótipo concreto deste tipo.



Figura 4.3 - A roda Gestão do Pensamento Lean



O modelo Shingo é baseado na abordagem da gestão Lean ensinado pelo Dr. Shigeo Shingo bem como na partilhada com a Toyota e outras organizações que alcançaram níveis operacionais de excelência (The Shingo Prize, 2010).

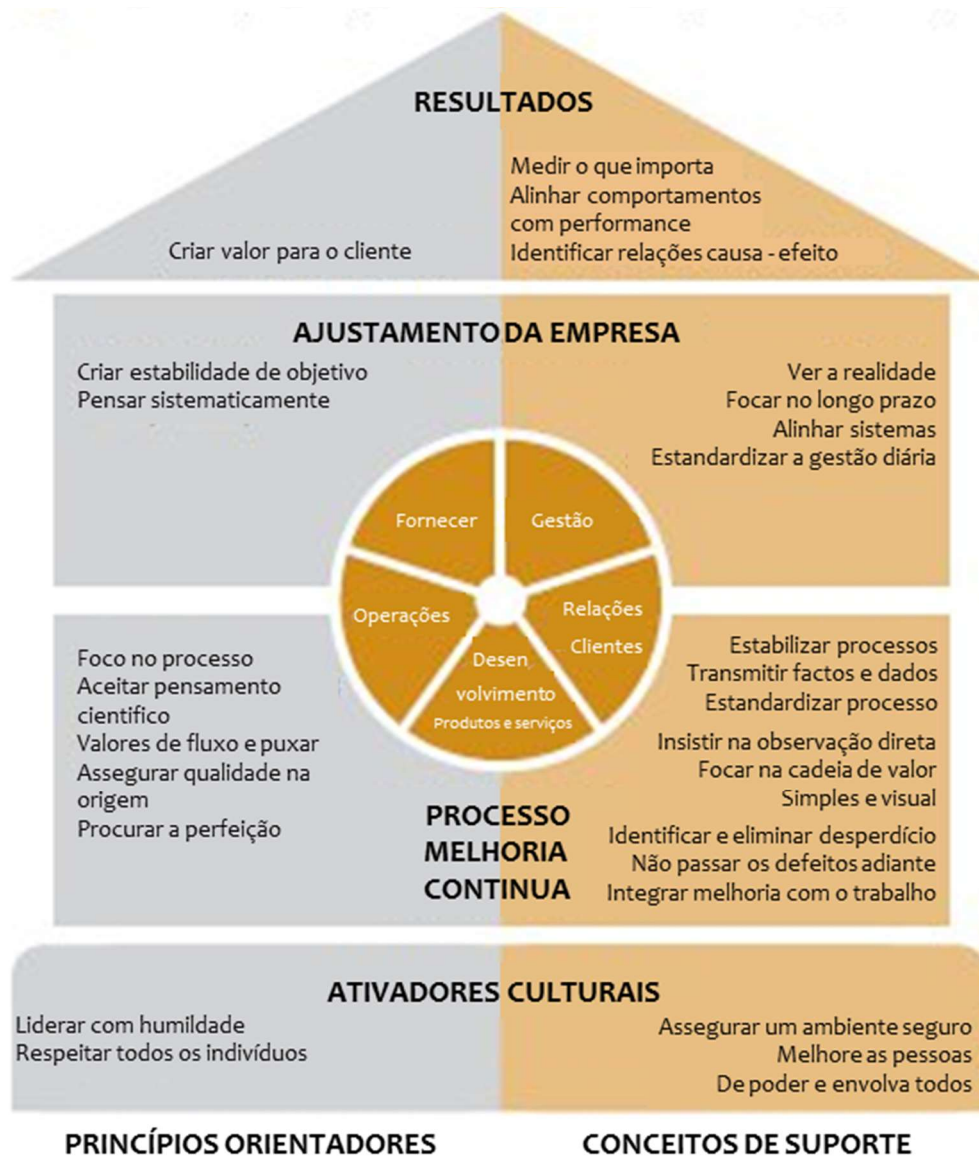


Figura 4.4 - Princípio Shingo para a excelência operacional

### 4.3 Definição dos atributos

Na literatura existem diferentes termos para definir a estrutura conceitual da filosofia Lean, sendo usados no presente estudo dois: princípios e práticas Lean. Os princípios têm um alto grau de abstração e são os alicerces da estrutura da Filosofia Lean, enquanto as práticas são definidas como qualquer elemento que viabilize os princípios adotados. As

práticas Lean devem ser um conjunto de ações planejadas, implementadas e avaliadas para alcançar as estratégias (Nogueira, 2007).

As tabelas seguintes apresentam as sete subáreas associadas aos sessenta atributos e as referências bibliográficas que suportam a sua escolha.

Tabela 4.1 - Tabela de referências bibliográficas

<b>Áreas</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>
1. Organização - Cultura	Womack e Jones (2003); Pinto (2009); Liker (2004); Rother (2009); Suzaki (2010); Gurumurthy e Kodali (2009); Anand e Kodali (2010); Shingo Prize (2010)
2. Organização - Gestão de pessoas	Doolen e Hackert (2005); Shetty et al. (2010); Gurumurthy e Kodali (2009); Pinto (2009); Anand e Kodali (2010); Rother (2009); Suzaki Anand e Kodali (2010); Rother (2009); Suzaki (2010); Liker (2004); Shingo Prize (2010)
3. Organização - Controlo da atividade	Doolen e Hacker (2005); Shetty et al. (2010); Gurumurthy e Kodali (2009); Pinto (2009); Anand e Kodali (2010); Rother e Shook (2003); Rother (2009); Suzaki (2010); Womack e Jones (2003); Liker (2004); Shingo Prize (2010)
4. Organização - Melhoria contínua	Shetty et al. (2010); Gurumurthy e Kodali (2009); Pinto (2009); Anand e Kodali (2010); Rother (2009); Liker (2004); Shingo Prize (2010)
5. Organização - Qualidade, Ambiente e SHST	Pinto (2009); Gurumurthy e Kodali (2009); Shingo Prize (2010)
6. Fornecedores	Doolen e Hacker (2005); Shetty et al. (2010); Gurumurthy e Kodali (2009); Pinto (2009); Anand e Kodali (2010); Suzaki (2010); Womack et al. (2007); Liker (2004); Shingo Prize (2010)
7. Clientes	Doolen e Hacker (2005); Shetty et al. (2010); Pinto (2009); Womack et al. (2007); Shingo Prize (2010)

Tabela 4.2 - Tabela de atributos de autoria própria

<b>Áreas</b>	<b>Princípios e práticas Lean</b>
1	1.1 A satisfação do cliente (stakeholders) é a principal orientação da organização
	1.2 Os trabalhadores reconhecem as ferramentas Lean como forma de operar
	1.3 As metas e objetivos da organização são devidamente comunicados (Quar- Planos Estratégico)
	1.4 O clima organizacional é orientado pelos resultados e baseado nos processos
	1.5 Existe delegação de todos os poderes e tarefas
	1.6 Existe um sistema de sugestões
	1.7 Os trabalhadores evidenciam a consciencialização da responsabilidade pela satisfação do cliente

<b>Áreas</b>	<b>Princípios e práticas Lean</b>
2	2.1 Existe formação para os trabalhadores
	2.2 A mão-de-obra é multifuncional (shojinka)
	2.3 É efetuada a rotação dos postos de trabalho
	2.4 Existem equipas de trabalho pluridisciplinares
	2.5 Redução da taxa de perda de dias de trabalho
	2.6 Existe um sistema formal de avaliação dos trabalhadores - SIADAP
	2.7 Gestão de competências
	2.8 Existe um aumento de assiduidade / pontualidade
3	3.1 Verifica-se um incremento de fazer bem à 1ª
	3.2 As cadeias de valor estão mapeadas (VSM)
	3.3 Existe listagem de competências por trabalhador
	3.4 Existe matriz de substitutos
	3.5 Os serviços são agrupados por processos semelhantes
	3.6 A organização esta preparada para responder às intervenções de emergência
	3.7 O fluxo é puxado (pull system)
	3.8 Os processos são monitorizados periodicamente
	3.9 Existe diminuição de reclamações do cliente
	3.10 Existe identificação de clientes / fornecedores / processos (SIPOC)
	3.11 Os processos são balanceados e sincronizados
	3.12 O trabalho é standardizado - uniformização
	3.13 Existe planos para aplicar boas práticas
	3.14 É utilizado o sistema TPM (total productive, preventive or predictive maintenance)
	3.15 Verifica-se a organização e arrumação dos postos de trabalho (metodologia 5S)
	3.16 É utilizada a gestão visual
	3.17 O equipamento é simples e flexível
	3.18 Existe planos para melhorar os processos no futuro
4	4.1 Existem atividades de melhoria contínua (kaizen)
	4.2 É efetuada a análise dos problemas (Gemba)
	4.3 As lideranças estão comprometidas e suportam as atividades
	4.4 É usado técnicas de resolução sistemática de problemas (5W's)
	4.5 É utilizada a metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act)
5	5.1 Existe monitorização periódica dos indicadores da Certificação
	5.2 Existe reduzam de retrabalho e os serviços satisfaz o cliente
	5.3 Existe auditorias internas
	5.4 Os indicadores cumpre as expectativas do cliente
6	6.1 É realizada a avaliação dos fornecedores
	6.2 As entregas são Just-in-time
	6.3 É realizada a avaliação do fornecedor do custo total
	6.4 Existe aumento do prazo de relacionamento dos fornecedores
	6.5 Existe proximidade geográfica dos fornecedores
	6.6 É efetuada a formação e desenvolvimento dos fornecedores
	6.7 Existe contacto frequente com os fornecedores
	6.8 Existe informação do fornecedor da sua performance
	6.9 Envolvimento em ações de melhoria continua

Áreas	Princípios e práticas Lean
7	7.1 Estão claramente identificados os clientes.
	7.2 É efetuada a avaliação do cliente relativamente as suas expectativas e necessidades
	7.3 Desenvolvem-se atividades para melhoria do desempenho
	7.4 Estão identificados os requisitos do cliente
	7.5 Os plano de ações e melhoria são comunicadas ao cliente
	7.6 É cumprida a disponibilidade expectável pelo cliente
	7.7 Os trabalhadores estão informados sobre as sugestões de melhoria, propostas pelos clientes
	7.8 Existe melhoria dos equipamentos mantidos
	7.9 Existe integração do cliente

Para calcular o índice Lean da manutenção é necessário definir quais dos atributos convém aperfeiçoar prioritariamente em função dos objetivos estratégicos da organização. É inquestionável que os objetivos da manutenção devem ser norteados pelo desempenho global da organização da empresa, e não ser apenas pelo da manutenção por si própria. Desta forma, a avaliação do caso pratico não será somente um diagnóstico de um serviço de manutenção, mas sim um diagnóstico objetivo (princípio do “só se pode melhorar o que se mede”) com a visão deste serviço no todo do conjunto organização/objetivos. Este argumento conduziu a introduzirem-se atributos para todos os intervenientes (cliente, organização, fornecedores), agrupando-se de acordo para maior facilidade de aplicação do modelo.

#### 4.4 Determinação dos pesos

Para determinar o nível de aplicação dos princípios e práticas Lean na área da manutenção, é feito o levantamento do respetivo nível de implementação utilizando-se a escala de cinco pontos de Likert (nunca; raramente; algumas vezes; a maior parte das vezes; sempre). Para a análise dos resultados, foram atribuídos pesos da seguinte forma: N (nunca) =1; R (raramente) =2; AV (algumas vezes) =3; MPV (a maior parte das vezes) =4; S (sempre) =5, para pontuar cada atributo.

Obviamente que os valores extremos 1 e 5 têm-se, respetivamente, um desenvolvimento quase nulo e um desenvolvimento máximo possível. Como é um valor relativo é possível atribuírem-se aqueles índices outros valores, sem haver alterações significativas dos resultados da avaliação. De forma semelhante, faz-se equivaler a 1 a percentagem de 0%,

a 2 a percentagem de 25%, a 3 a percentagem de 50%, a 4 a percentagem de 75% e a 5 a percentagem de 100%.

Após a seleção do índice de um atributo é indicado o somatório e completado com a frase “índice/x”, em que “x” corresponde à soma das notas máximas de cada atributo, em função da situação atual, no que respeita concretamente a cada critério de avaliação.

Os atributos utilizados pretendem efetuar uma avaliação real, esta avaliação não deixará de ser, apesar de tudo, parcialmente subjetiva. Não deixará, como é expectável, de incorporar perceções da “experiência” vivida na organização. Todavia, a forma de mitigar este facto será aumentar adequadamente o número de intervenientes pois quanto maior este for, mais facilmente podemos confrontar construtivamente as perceções e mais objetivos serão os dados da avaliação Lean.

Dos 60 atributos listados na tabela de atributos incluída acima, 6, um de cada subárea, foram analisados em maior detalhe, detalhando-os em 76 atributos adicionais, referidos no ponto 4.5 Outros atributos.

Para construção de grelha que contém os diferentes atributos de avaliação, optou-se por atribuir a todos pesos iguais.

Descreve-se seguidamente como, após o preenchimento das grelhas de avaliação, se obtém o nível global da manutenção. Em primeiro, procede-se à determinação do nível de implementação dos princípios e práticas Lean de cada área, calculando, para cada destas, um índice conforme a seguinte expressão:

$$ILA_j = \frac{N^\circ N_j \times 1 + N^\circ R_j \times 2 + N^\circ AV_j \times 3 + N^\circ MPV_j \times 4 + N^\circ S_j \times 5}{N^\circ PA_j \times 5}$$

Onde:

ILA<sub>j</sub> – representa o índice Lean da área j do serviço (j=1..7; em que 1 - Organização - Cultura; 2 - Organização – Gestão de pessoas; 3 - Organização – Controlo da Atividade; 4 - Organização - Melhoria Contínua; 5 - Organização – Qualidade, Ambiente e SHST; 6 - Fornecedores; 7 - Clientes).

Nº PA<sub>j</sub> – representa o número de práticas da área j

Nº N<sub>j</sub> - representa o número de práticas da área j avaliadas com N (nunca)

Nº R<sub>j</sub> - representa o número de práticas da área j avaliadas com R (raramente)

Nº AV<sub>j</sub> - representa o número de práticas da área j avaliadas com AV (algumas vezes)

Nº MPV<sub>j</sub> - representa o número de práticas da área j avaliadas com MPV (a maior parte das vezes)

Nº S<sub>j</sub> - representa o número de práticas da área j avaliadas com S (sempre)

Uma vez obtidos os sete índices ILA<sub>j</sub>, pode determinar-se o índice Lean recorrendo à fórmula seguinte:

$$IL = \sum_{j=1}^7 \frac{ILA_j}{7}$$

Onde:

IL – representa o índice Lean

ILA<sub>j</sub> – representa o índice Lean da área j do serviço (j=1..7; em que 1 - Organização - Cultura; 2 -Organização – Gestão de pessoas; 3 - Organização – Controlo da Atividade; 4 - Organização - Melhoria Contínua; 5 - Organização – Qualidade, Ambiente e SHST; 6 - Fornecedores; 7 – Clientes).

A avaliação final é classificada em cinco níveis de desenvolvimento, representando o nível 1 um índice extremamente reduzido da manutenção Lean, enquanto que o nível 5 representa um desenvolvimento de excelência, de “classe mundial”.

Tabela 4.3 - Níveis de avaliação Lean

Níveis	%
Nível 1	< 50%
Nível 2	>50% e <60%
Nível 3	>60% e <70%
Nível 4	>70% e <80%
Nível 5	>80%

## 4.5 Outros atributos

Analisa-se seguidamente conceitos e práticas Lean que foram abordados com maior detalhe e que se podem encontrar nos 6 atributos desenvolvidos.

Tabela 4.4 - Atributos adicionais de autoria própria

Enunciação de Objetivos e Estratégias e políticas de manutenção
1.3.1 Os objetivos de desempenho da manutenção são enunciados por função e por nível hierárquico.
1.3.2 O pessoal a todos os níveis participa no enunciação dos objetivos gerais.
1.3.3 Cada um compreende a sua participação na concretização dos objetivos globais da manutenção.
1.3.4 Os objetivos e o controlo dos indicadores-chave de desempenho (ICD) são comunicados, afixados, conhecidos e utilizados.
1.3.5 Os ICD são simultaneamente financeiros e operacionais.
1.3.6 Cada indicador foi formalmente definido, especificando os modos de cálculo, as fontes de informação, as frequências e as responsabilidades.
1.3.7 Foram definidos objetivos para cada indicador.
1.3.9 Foram definidas bases históricas de referência para cada indicador.
1.3.9 Todo o pessoal compreende os objetivos.
1.3.10 Os indicadores (base, objetivo e real) são integrados nos relatórios de gestão.
1.3.11 Os indicadores são utilizados para orientar as decisões de gestão.
1.3.12 A evolução destes indicadores é comunicada e afixada nos locais necessários.
1.3.13 Foi definida uma estratégia de manutenção coerente com a estratégia da unidade de produção.
1.3.14 Esta estratégia é formalizada, comunicada e conhecida.
1.3.15 Esta estratégia é posta em causa pelo menos uma vez por ano.
1.3.16 Esta estratégia define os níveis de desempenho financeiro e operacional esperados da manutenção.
1.3.17 Esta estratégia define claramente o modo como os desempenhos da manutenção participam na obtenção dos objetivos da unidade de produção.

Enunciação de Objetivos e Estratégias e políticas de manutenção (Continuação)
1.3.18 Esta estratégia fornece uma perspectiva exata das competências e das relações/integração com a produção.
1.3.19 Os desempenhos esperados são enunciados de tal forma que cada um conhece os seus objetivos.
1.3.20 A estratégia de manutenção está claramente ligada à política de manutenção de cada equipamento a fim de evitar os subdesempenhos e os sobre desempenhos inúteis.
1.3.21 As missões da manutenção, assim como os processos e procedimentos que permitem levá-las a cabo, são formalizadas, comunicadas e conhecidas e estão disponíveis.
1.3.22 Existe uma definição clara, homogênea, conhecida e utilizada das noções de manutenção condicionada, manutenção sistemática, manutenção curativa urgente; manutenção curativa programada, manutenção corretiva, modificações e trabalhos novos.
Gestão de competências
2.7.1 Em matéria de manutenção, as competências necessárias e as competências externalizáveis foram claramente definidas.
2.7.2 Foi claramente calculada para cada uma das competências necessárias uma carga de trabalho anual média.
2.7.3 As competências do pessoal da manutenção atual estão formalizadas numa "matriz de competências".
2.7.4 As competências de manutenção do pessoal da produção estão igualmente formalizadas numa matriz de competências.
2.7.5 Estas matrizes de competências são atualizadas, pelo menos, bianualmente.
2.7.6 A diferença entre "competências necessárias" e "competências existentes" é formalmente quantificada pelo menos uma vez em dois anos.
2.7.7 Esta diferença é analisada no mínimo uma vez no período de dois anos para definir formalmente as necessidades de formação.
2.7.8 As formações que foram identificadas como necessárias são organizadas.
2.7.9 Estas matrizes de competências são utilizadas para planificar as férias.
2.7.10 Estas matrizes de competências são utilizadas para distribuir o trabalho quotidianamente, na dupla preocupação de qualidade do trabalho e desenvolvimento dos indivíduos.

TPM
3.14.1 Na unidade de produção, a manutenção não é considerada "um mal necessário", mas sim uma função vital da empresa.
3.14.2 Todo o pessoal da unidade (incluindo todas as funções) está perfeitamente consciente de que participa ativamente na excelência do processo de manutenção (Ex.: finanças, gestão, RH,...).
3.14.3 Os objetivos claramente afixados e conhecidos consistem em alcançar um funcionamento ótimo permanente das instalações.
3.14.4 Foi definido um sistema de manutenção preventiva (Sistemática e condicionada) e este sistema é respeitado em todas as situações (crítica e não crítica).
3.14.5 No serviço, existe uma vontade explícita e respeitada de melhorar continuamente a pertinência da manutenção preventiva.
3.14.6 Esta vontade traduz-se na existência permanente de pequenos grupos autónomos e multifuncionais formalmente responsáveis pelos desempenhos.



5s
3.15.1 Cada trabalhador tem no seu posto de trabalho apenas os meios materiais e as ferramentas estritamente necessários para a realização das suas funções (Seiri ou organização).
3.15.2 Foram definidas ações formais com o objetivo de assegurar permanentemente a limpeza e a higiene dos locais de trabalho, identificando potenciais anomalias (Seiso ou limpeza).
3.15.3 Foram formalizadas regras para manter os postos de trabalho arrumados e limpos, e definidas as melhores práticas para a execução das tarefas (Seiketsu ou ordem).
3.15.4 Os postos de trabalho, assim como os meios necessários à realização das tarefas são organizados de forma a minimizar os gestos inúteis e as perdas de tempo (Seiton ou arrumação).
3.15.5 As políticas correspondentes aos quatro pontos anteriores, previamente definidas, estão permanentemente ativas (Shitsuke ou rigor).
3.15.5 Foram criados indicadores de desempenho do cumprimento dos 5S, e são continuamente controlados.
3.15.6 Os valores dos indicadores de desempenho referidos no número anterior, assim como as ações de melhoria contínua empreendidas e os respetivos resultados, encontram-se afixados nos diversos locais de trabalho da organização.

Gestão dos subcontratados
6.9.1 As funções e responsabilidades em matéria de gestão dos subcontratados da manutenção estão claramente definidas.
6.9.2 O processo de recurso à subcontratação distingue claramente entre as etapas seguintes: identificação da necessidade de subcontratar, validação das necessidades, seleção do tipo de subcontratado, seleção do tipo de contrato, seleção do subcontratado, emissão da encomenda, preparação da OT, planificação da OT, acompanhamento da execução, receção dos trabalhos, acordo de pagamento, controlo do pagamento.
6.9.3 Estas funções estão sob a responsabilidade de diversas pessoas, a fim de respeitar critérios de independência de decisão.
6.9.4 Nenhum subcontratado consegue contornar este processo (por exemplo, através de boas relações pessoais com pessoal íntimo).
6.9.5 Nenhum subcontratado esta inscrito no organigrama da unidade.
6.9.6 O pessoal das empresas subcontratados recebe as ordens de trabalho exclusivamente através da sua própria gestão.
6.9.7 Os subcontratados "permanentes" são apenas aqueles com quem foi celebrado um contrato com objetivos de resultado, contrato esse que esta claramente delimitado a um equipamento ou grupo de equipamentos.
6.9.8 A identificação da necessidade de subcontratar é formal e quantificada, segundo critérios simultaneamente de competência, urgência e disponibilidade do pessoal interno.
6.9.9 Nenhum trabalho urgente é executado por subcontratados quando, no mesmo momento, para competências similares, uma parte do pessoal interno esta a executar trabalhos não urgentes.
6.9.10 O serviço de compras é sistematicamente informado do desempenho dos subcontratados.
6.9.11 Estas informações são sistematicamente utilizadas para reforçar o "poder de negociação" das compras.
6.9.12 Qualquer recurso a um subcontratado obedece a um contrato-quadro previamente negociado.

Gestão dos subcontratados (continuação)
6.9.13 Estes contratos-quadro definem claramente as obrigações de ambas as partes (para os subcontratados: prazos, qualidade.../ para a unidade: disponibilização dos equipamentos num momento especificado, coordenação com outras especialidades...).
6.9.14 Durante o ano a unidade não teve de pagar nenhuma indemnização a subcontratados devido a incumprimento das suas próprias obrigações (p.ex.: disponibilização dos equipamentos a tempo...).
6.9.15 É redigido pelo menos mensalmente um relatório específico sobre a subcontratação.
6.9.16 Este relatório indica a evolução da subcontratação de competências e da subcontratação de capacidade.
6.9.17 Este relatório mostra a evolução da subcontratação por tipo de contrato (avença, preços unitários, concessão, contrato com objetivo de resultado)
6.9.18 Este relatório indica a evolução das horas de presença dos subcontratados na unidade, mesmo nos contratos sem ser por concessão.

Integração da produção vs Interface com a produção
7.9.1 A manutenção e a produção têm objetivos comuns.
7.9.2 A manutenção é considerada mais como um processo (em que intervêm diferentes funções) e menos como uma função.
7.9.3 O pessoal da manutenção aceita que certas atividades de manutenção sejam executadas por outras funções (ex.: a produção ou o armazém).
7.9.4 São efetivamente realizadas atividades de manutenção por outras funções.
7.9.5 Existe uma distinção clara entre o pessoal da manutenção corrente e o pessoal da manutenção que se ocupa de atividades a mais longo prazo (ex.: preparação das paragens, métodos de manutenção...).
7.9.6 O pessoal que se ocupa da manutenção corrente está afeto a zonas de produção precisas.
7.9.7 O pessoal que se ocupa da manutenção corrente e o pessoal da produção dependem de um mesmo responsável.
7.9.8 Nas oficinas, o pessoal é completamente polivalente e ocupa-se simultaneamente da produção e da manutenção corrente das instalações que estão a seu cargo (manutenção autónoma).
7.9.9 A integração da manutenção na produção evita a presença permanente de pessoal da manutenção na unidade de produção e limita as chamadas de emergência as avarias "catastróficas".
7.9.10. Estes planeamentos de produção indicam as paragens necessárias para manutenção programada (preventiva e corretiva).
7.9.11. Para cada uma destas paragens são claramente indicados e comunicados ao pessoal interveniente objetivos de duração.
7.9.12. Estes planeamentos são comunicados diariamente e semanalmente às chefias e aos operadores da produção e da manutenção envolvidos.
7.9.13. São organizadas reuniões formais de coordenação entre a produção e a manutenção.

De seguida, serão abordados três dos seis atributos desenvolvidos.

#### **4.5.1 Gestão das competências, estratégia e política de manutenção**

Em numerosas organizações, o "serviço de manutenção" já não tem o monopólio do "processo de manutenção". As "especialidades principais" são regularmente objeto de reflexão, incluindo no que se refere à manutenção. Por otimização, reestruturação, etc, algumas especialidades são subcontratadas e outras reforçadas, podendo resultar em que a manutenção seja totalmente subcontratada.

As competências do pessoal interno, devem, portanto, evoluir constantemente, sejam elas competências técnicas ou de gestão, devendo a empresa definir as que pretende, em coerência com a sua visão estratégica. Seguidamente, e fazendo aplicação do princípio "só se pode melhorar o que se mede", deve-se efetuar um levantamento das competências existentes e definir claramente a diferença entre a situação pretendida e a situação existente. Esta diferença deverá incorporada no Plano de Formação ou equivalente.

Igualmente, há que medir a eficiência atual do serviço de manutenção para ser possível comparar os desempenhos esperados e ajustar a estratégia de acordo. Esta estratégia de manutenção favorecerá, conforme os casos, os volumes produzidos, a redução dos custos, a rentabilidade dos capitais investidos ou a combinação destas três dimensões. As políticas de "zero avarias" ou de "funcionamento até a avaria" são dois exemplos extremos, mas regularmente aplicados, de estratégias de manutenção.

#### **4.5.2 Gestão dos subcontratados**

As organizações recorrem cada vez mais à subcontratação para a realização dos processos de manutenção, tipicamente pelas seguintes razões:

- subcontratação completa de certas especialidades,
- subcontratação completa da manutenção de uma instalação,
- subcontratação pontual para fazer face a picos de trabalho, relacionados ou não com grandes paragens.

Também existem diferentes tipos de contratos:

- de concessão (subcontratados pagos a hora),
- de avença (subcontratados pagos a tarefa),
- de preços unitários (subcontratados pagos por unidade de obra),
- por resultado (avença + bônus/malus).

Com a introdução crescente da subcontratação, geri-los corretamente tornou-se uma função importante no processo de manutenção, estreitamente ligada com os desafios financeiros e operacionais.

#### **4.5.3 Integração na produção vs. interface com a produção**

As tradicionais “guerras” entre a produção e a manutenção desapareceram quase totalmente à medida que as empresas compreenderam a evolução do conceito da manutenção de “função” para “processo”, muito mais transversal e relacionado com objetivo final da organização.

Para ir ao encontro deste objetivo e tornar a manutenção mais proactiva, eficaz e reduzir os custos e os tempos de intervenção, as suas responsabilidades são partilhadas com outras funções. Esta mudança da maneira de pensar resulta na integração noutras setores (nomeadamente na produção) de tarefas anteriormente confiadas à "função" manutenção. Esta ação ajuda na resposta que a manutenção deve dar às expectativas da produção.

Quando a manutenção está organicamente separada da produção, não deverá haver uma resposta cega a esta, mas antes um relacionamento normal do tipo cliente/fornecedor.

Isto significa que, como cliente, a produção deve transmitir os seus programas de fabrico ao pessoal que intervém no processo de manutenção, assegurando a menor interferência possível e permitir à manutenção efetuar o seu planeamento e preparar atempadamente as suas intervenções, exprimindo as suas próprias necessidades em relação à produção. Este interface deve ser contínuo, com intercâmbios formais.

## **5 Estudo de caso – aplicação do modelo proposto**

### **5.1 Introdução**

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso levado a cabo com o objetivo de ilustrar a aplicação do índice Lean, desenvolvido no capítulo anterior, através da validação dos seus atributos e respetivos pesos.

Este método de determinação do nível de implementação dos princípios e práticas Lean, permitirá verificar:

1. o número e percentagem de princípios e práticas Lean implementados;
2. o nível de implementação de cada princípio e prática Lean;
3. o índice de implementação dos princípios e práticas Lean na área da manutenção

São descritos os procedimentos metodológicos adotados para a recolha dos dados, a caracterização da amostra bem como os principais resultados obtidos.

### **5.2 Metodologia**

Quanto ao método para a obtenção dos dados necessários ao desenvolvimento da pesquisa, ponderou-se entre a entrevista e o questionário. Ambos os métodos apresentam vantagens e desvantagens. A entrevista tem a vantagem de possibilitar, pela sua natureza, obter certo tipo de informação que decorre da fluência do diálogo que, por vezes, permite tirar outro tipo de conclusões ou enriquecer o conteúdo da pesquisa.

De acordo com Fernandes (1994), o questionário apresenta três vantagens principais em relação à entrevista: 1) devido à sua natureza, permite abraçar uma porção mais ampla do universo em estudo; 2) contrariamente à entrevista que, permitindo uma diversidade de respostas, dificulta o tratamento estatístico da informação, o questionário simplifica o tratamento evitando múltiplas codificações de respostas para poderem ser trabalhadas estatisticamente; 3) embora permita a obtenção de dados mais precisos através do contacto direto, o recurso à entrevista requer investimento em tempo mais significativo, o que devido ao tempo disponível para a realização da pesquisa, dificultaria o desenvolvimento da mesma.

Tendo em atenção as considerações anteriores, e dado os objetivos da pesquisa, optou-se por um inquérito por questionário.

Como salienta Fernandes (1994), “A natureza das perguntas, a sua forma de redação e a ordem da sua sucessão têm grande importância para os resultados”.

Na opinião de Cervo e Bervian (1981) “As perguntas fechadas são padronizadas, de fácil aplicação, fáceis de analisar ou codificar. As perguntas abertas, destinadas à obtenção de respostas livres, embora possibilitem recolher dados ou informações mais ricas e variadas, são analisadas e codificadas com maiores dificuldades”.

Assim, tendo em consideração a natureza e propósitos da pesquisa, optou-se por um questionário composto totalmente por questões fechadas.

A pesquisa é assim constituída por um questionário desenvolvido neste trabalho, com o objetivo de efetuar a determinação do índice Lean da organização. Os questionários encontram-se nos anexo A e B.

### **5.3 Caracterização da amostra**

Os princípios Lean são reconhecidos como uma vantagem competitiva desde há muito tempo (Pakdil and Leonard, 2014). Muitos esforços têm sido feitos no sentido de “como me tornar Lean”, no entanto, e em comparação, menos tem sido feito no sentido de saber quão Lean é o sistema.

Para efetuar o presente estudo, desenvolveu-se um trabalho de investigação em um serviço na área da manutenção, tendo-se considerado adequado não referir o nome, com o intuito de minimizar a divulgação de alguns aspetos organizacionais sensíveis. Deste modo, será mantida alguma privacidade dos processos, produtos e clientes.

A organização selecionada para o estudo de caso está localizada na região centro de Portugal e pertence ao sector público, com um valioso passado que se prende, diretamente, com a história do país registando, ao longo dos anos, um constante crescimento e evolução.

Uma das grandes preocupações deste serviço tem sido dotar-se de infraestruturas e recursos humanos capazes de responder adequadamente às necessidades crescentes verificadas.

Todos os progressos alcançados até hoje resultam de uma evolução de vários séculos de história, em que muitas pessoas ligadas ao serviço planearam, projetaram e executaram as mais diversas obras e tarefas que, no seu conjunto, deram um contributo decisivo para o relativamente elevado nível de infraestruturas e serviços públicos de que hoje se dispõe.

Foram grandes as mudanças nas últimas décadas, acompanhando a evolução tecnológica de um sector pouco conhecido da maior parte dos cidadãos, mas com uma importância inquestionável para o bom funcionamento de todas as atividades e de vital importância para a cidade de Lisboa.

Fazendo uma pequena viagem ao longo do século XX, as oficinas de manutenção surgem da necessidade de acompanhar e apoiar as atividades, assim a dimensão e a especialização evoluíram de acordo com o crescimento e diversificação das ofertas de serviços. Quero destacar que as funções desempenhadas em meados dos anos 20 e 30 eram muito vastas e abrangentes, ligadas a grandes obras, realizando mil e uma tarefas em edifícios e infraestruturas, possuindo já na altura um grau elevado de autonomia financeira e um gabinete de desenho onde se projetavam construções para a oficina executar. Nesta altura, os serviços encontravam-se centralizados e ocupavam uma área de 3687m<sup>2</sup> e dispunha de 654 operários como é referido em CMLisboa (2001).

Não é de agora que o estado quer privatizar serviços. Já no final dos anos 30 e sob a presidência do Eng.º Duarte Pacheco, foram entregues alguns serviços à atividade particular de tudo o que constituía exploração comercial e industrial, mantendo aquela para a qual não existe respostas comerciais. Por outro lado, este serviço foi o mais afetado pelas consequências da segunda guerra mundial: dificuldades na aquisição de materiais (matérias primas, peças), restrições no consumo de combustível, etc. Após a guerra, até os anos 50, decorrem grandes investimentos e remodelações com equipamentos, mantendo-se ainda, por exemplo, um elevado nº de veículos de tração animal a realizarem serviços na cidade de Lisboa, o que durou até os anos 60.

Nos anos seguintes, existe um grande investimento de modernização em instalações equipamentos e infraestruturas, que param com o 25 de Abril de 1974. É retomado após um período em Comissões Administrativas (até 1977) com a eleição, através do sufrágio direto e universal, do 1º presidente – o Eng.º Aquilino Ribeiro Machado, com impacto só no final dos anos 70 início dos anos 80.

Continuam as remodelações de estruturas organizativas, alterações de espaços, incremento de recursos humanos especializados, conciliados com preocupações de eficácia, eficiência, qualidade e ambientais.

Ao longo de décadas, a estrutura, dimensão e método de trabalho desenvolvido nas oficinas de manutenção foram evoluindo, tendo mantido sempre uma capacidade de intervenção assinalável em vários domínios da atividade com o esforço de homens e mulheres que, ao longo dos anos, trabalharam e trabalham nos bastidores para tornar um serviço público mais moderno e progressivo, onde seja mais agradável viver, trabalhar e visitar.

A organização é bastante distinta no que diz aos serviços prestados e ao número dos principais fornecedores e clientes, possuindo vários domínios de especialização e não existindo comparação ao nível nacional.

Na área da manutenção e oferecido uma vasta gama de serviços que vão desde a simples reparação até soluções de gestão total de frota. Oferece serviços de manutenção de chassis, superestruturas, motores, componentes (elétricos, hidráulicos, pneumáticos, eletrónicos, etc.) e engenharia.

Na fabricação, apresenta-se atualmente como um grande fornecedor interno, apresentando capacidade para fornecer conjuntos e subconjuntos de estruturas.

Incluído no esforço de desenvolvimento do serviço, está a existência de um Programa melhoria contínua, programa este que tem como objetivo promover o desenvolvimento organizacional de forma a atingir a excelência e desse modo proporcionar a permanente melhoria do valor que se oferece aos seus clientes e trabalhadores, baseando-se nos princípios da filosofia Lean.



Estabelece um conjunto de abordagens/ferramentas que permitem eliminar o desperdício e maximizar o potencial de todos os trabalhadores, criando assim um ambiente propício à implementação de melhorias em toda a organização.

O programa corporativo de desenvolvimento organizacional assenta em 4 pilares:

1. Estratégia
2. Processos
3. Pessoas
4. Cultura Organizacional

O objetivo principal é promover e agilizar todas as atividades de melhoria contínua dentro do serviço de manutenção nomeadamente a implementação das ferramentas Lean e a identificação de oportunidades de melhoria.

#### **5.4 Avaliação do desempenho Lean**

Face à dimensão da organização e às suas diferentes valências, nomeadamente, uma área de serviços que se encontram interligadas entre si, funcionando numa lógica de cliente-fornecedor, envolvendo toda a organização.

O modelo agora desenvolvido deve refletir o estágio de evolução do serviço de manutenção. O serviço estará atualmente, em termos globais, com um aumento da consciência, entender as ferramentas, identificar os processos e definir prioridades, identificar e iniciar a eliminação de desperdícios com obtenção de melhoria significativa nos processos selecionados, início de previsibilidade de resultados com base na sustentabilidade dos processos

O principal objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de um índice Lean que possa ser utilizado por qualquer organização que pretenda avaliar o quanto o seu sistema de gestão se aproxima da filosofia Lean. Pretende possibilitar determinar:

1. o número e percentagem de princípios e práticas Lean implementados;
2. o nível de implementação de cada princípio e prática Lean;
3. o índice de implementação dos princípios e práticas Lean na área manutenção.

Para avaliar a eficácia do índice Lean desenvolvido, é efetuada a apresentação e consequente análise do resultado dos questionários da pesquisa exploratória.

A tabela seguinte, sumariza o resultado relativo ao número e à percentagem de princípios e práticas Lean implementadas no serviço pesquisado.

Tabela 5.1 - Número e percentagem de princípios e práticas Lean implementadas

Nº de princípios e práticas Lean implementadas (60)	38
% de princípios e práticas Lean implementadas	64%

O nível de implementação dos princípios e práticas Lean é representado na seguinte tabela.

Tabela 5.2 - Nível de implementação dos princípios e práticas Lean

Raramente	22
Algumas vezes	11
A maior parte das vezes	5
Sempre	0

Na tabela abaixo, é apresentado o índice Lean das áreas pesquisadas, calculado de acordo com o exposto no capítulo 4.4 deste trabalho. O nível de implementação da filosofia Lean é tanto maior quando maior for o índice Lean. O índice varia entre 0 e 1.

Tabela 5.3 - Índices Lean calculados por área

Área	ILAj
Organização - Cultura	0,375
Organização - Gestão de Pessoas	0,375
Organização - Controlo da Atividade	0,342
Organização - Melhoria Contínua	0,488
Organização - Qualidade, Ambiente e SHST	0,4
Fornecedores	0,54
Clientes	0,466



Figura 5.1 - Representação gráfica em “Radar” dos Índices Lean calculados por área

O índice Lean global, IL, calculado de acordo com a equação do capítulo 4.4, é mostrado na tabela.

Tabela 5.4 - Índice Lean global calculado

Índice Lean	0,43
-------------	------

Quando analisado à luz do Tabela dos níveis de avaliação Lean, existente nesse mesmo capítulo, a organização encontra-se no nível 1, correspondendo a um índice extremamente reduzido da manutenção Lean.

Quanto mais avançada está a implementação da filosofia Lean maior é o índice Lean. O índice Lean aumenta com o aumento da dimensão da profundidade da implementação Lean.

As respostas obtidas mostram que o índice Lean é tanto maior quanto maior é número de atributos de desempenho com resultado positivo que estas apresentam.

Baseada nas respostas verifica-se que as áreas com maior índice Lean são os Fornecedores, Processos de melhoria contínua e Clientes. No extremo oposto encontram-se as áreas da Gestão de Pessoas, Cultura organizacional e Controlo da atividade.

Tabela 5.5 - Áreas listadas por ordem decrescente do índice IL

1º	Fornecedores
2º	Organização - Melhoria Contínua
3º	Clientes
4º	Organização - Qualidade, Ambiente e SHST
5º	Organização - Gestão de Pessoas
6º	Organização - Cultura
7º	Organização - Controlo da Atividade

Um de menor índice Lean destas áreas deve-se ao facto de raramente se efetuar a recompensa formal pelo desempenho, na área da gestão das pessoas.

As áreas que se encontram mais distantes da filosofia Lean são as do controlo da atividade (índice: 0,342) e da cultura organizacional e da gestão das pessoas, todas com um índice de 0,375.

A área com maior índice é a da relação com os fornecedores que obteve um índice de 0,54. Apesar do baixo índice Lean global, já foram implementados, mesmo que raramente, a maior parte das práticas e princípios Lean. No entanto, 22 das 60 práticas e princípios Lean nunca foram implementados. Estas práticas e princípios Lean são: TPM (total productive, preventive or predictive maintenance), planos para melhorar processos no futuro, melhoria contínua, análise de problemas, número de sugestões por funcionário, entre outros na gestão de pessoas.

## 6 Conclusões

O objetivo de propor o desenvolvimento de um índice Lean foi alcançado. O índice Lean desenvolvido neste trabalho cumpriu o objetivo de apresentar-se adequado na avaliação. A análise dos resultados do estudo de caso demonstrou ainda que as práticas e princípios Lean selecionados não são somente os mais referenciados na literatura, mas também os mais relevantes e caracterizadores da filosofia Lean. Com a implementação da filosofia Lean, a organização começou a utilizar as sessenta práticas e princípios, ainda que parcialmente. Os pesos atribuídos revelaram-se igualmente ajustados uma vez que se verificou a relação entre a fase de implementação da filosofia Lean e o índice Lean. A organização com elevado índice Lean deve apresentar simultaneamente resultados positivos em todos os atributos de desempenho fundamentais ao Lean. Significa que esta organização não só considera que está numa fase intermédia de implementação da filosofia Lean como demonstram estar a seguir o caminho certo.

A legitimidade do método desenvolvido é então também suportada pela constatação da existência de uma relação direta entre o índice Lean e o índice da área dos atributos de desempenho.

O índice Lean, desenvolvido neste trabalho, mostrou-se capaz de colmatar os aspetos negativos dos métodos de avaliação referidos no capítulo 3.1. Demonstrou ser eficaz na avaliação:

1. do alinhamento entre a estratégia da organização e as metas Lean;
2. da adequação da cultura organizacional à cultura Lean;
3. do desempenho dos princípios e práticas Lean;
4. do grau de implementação de práticas Lean operacionais.

Revelou-se também bastante objetivo e de fácil utilização.

Na posse do resultado da avaliação efetuada através do índice Lean, desenvolvido neste trabalho, a organização e, em particular, os seus líderes, ficam a conhecer não só a que distância é que esta se encontra da filosofia de liderança e gestão Lean, mas também quais as áreas e, mais especificamente, que práticas e princípios organizacionais teriam que alterar e/ou implementar. O índice Lean cumpre assim o objetivo de fornecer aos gestores os dados que lhes permita avaliar com maior precisão a dimensão e profundidade da

transformação necessária e assim melhor suportar a tomada de decisão pela implementação da filosofia Lean.

Como a própria filosofia Lean defende, deve procurar-se sempre os aspetos a melhorar, num processo contínuo de aprendizagem em busca da otimização. Uma das principais limitações da presente pesquisa consiste no facto de uma validação mais consistente, do índice Lean desenvolvido, requerer um maior número de aplicações em diferentes cenários, principalmente em organizações de diferentes sectores.

Uma proposta de trabalhos futuros é a utilização de meios informáticos na avaliação Lean na manutenção para que esta seja ativa, dinâmica, eficaz, permitindo, por um lado dispor e ser suportada por meios informáticos sempre em constante atualização e a funcionarem em tempo real ligando todos os intervenientes e, por outro, ter uma estrutura que se coadune e se basei em pleno na filosofia em vigor na organização.

Uma outra proposta é a de dar o passo seguinte na gestão Lean em manutenção e estabelecer um sistema de Gestão de ativos com aplicação da ISO 55001.

## Referências bibliográficas

- Ahuja, JS Khamba, (2008): “Total productive maintenance: literature review and directions”, International Journal of Quality Science & International Journal of Quality & Reliability management - emeraldinsight.com.
- Almeida, J. (2011): “Aplicação de ferramentas associadas à filosofia Lean”, Dissertação de Mestrado. Lisboa - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Alsyouf, I. (2011): “A framework for assessing the cost effectiveness of lean tools”, European Journal Of Industrial Engineering.
- Amin, M. A. (2013):”A Systematic approach for selecting lean strategies and assessing leanness in manufacturing organizations”, Ph.D. Thesis, Queensland University of Technology, Australia.
- Anand, G. e Kodali, R. (2010): “Development of a framework for implementation of Lean manufacturing systems”, Int. J. Management Practice.
- Bagadia (2008): ”Definitions and classifications - Materials Handling Handbook”, 2nd Edition - Wiley Online Library.
- Bashin S. (2011): “Measuring the Leanness of an organization”; International Journal of Lean Six Sigma.
- Bashin S. ; Burcher P. (2006): “Lean viewed as a philosophy”, Journal of Manufacturing Technology Management.
- Bayou, M.E. ; De Korvin, A. (2008): “Measuring the leanness of manufacturing systems- A case study of Ford Motor Company and General Motors”, Journal of Engineering and Technology Management.
- Behrouzi, F. ; Wong, K.Y. (2011): “Lean performance evaluation of manufacturing systems: A dynamic and innovative approach”, Procedia Computer Science.
- Bicheno, J. (2008): “The lean toolbox for service systems”, Cardiff : Lean Research Center, PICSIE Books.
- Burns, R.B. (2000): “Introduction to research methods”, London: Thousand Oaks.
- Cabral, J. (2013): “Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios”, Lisboa : LIDEL.
- Carlos Manuel Pereira Cabrita (2012); “Manutenção Industrial - Terminologia / Indicadores de desempenho”, UBI.
- Cervo, A. L. e Bervian, P. A. (1981): “Metodologia científica”, Editora Mc Graw-Hill do Brasil Ltda, 2º Edição. São Paulo.

Chanter, B. e Swallow, P. (2007: “Building maintenance management”, 2nd ed. Oxford, UK : Blackwell Publishing.

Charron, R., Harrington, H., Voehl, F. e Wiggin, H. (2014): “The Lean Management Systems Handbook”, New York : CRC Press.

CMLisboa (2001): “Transportes e Oficinas Municipais - Alguns aspetos da sua evolução” Natália Antónia, CML.

Cohen, L. ; Manion L. ; Morrison K. (2000): “Research methods in education”, London: Routledge Falmer.

Comunidade Lean Thinking (2010): “CLT – Introducing Lean thinking workshop”, [http://www.Leanthinkingcommunity.org/recursos\\_Lean.html](http://www.Leanthinkingcommunity.org/recursos_Lean.html).

Costa, I. (2007): “Se você não pode medir, você não pode gerenciar”, consultado em <http://isadoracosta.blogspot.pt/2007/07/se-voc-no-pode-medir-voc-no-pode.html>.

Crute, V. ; Ward, Y. ; Brown, S. ; Graves, A. (2003): “Implementing Lean in aerospace - challenging the assumptions and understanding the challenge”, Technovation,

Cunha, O. (2012): “Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias”, Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciência e Tecnologia.

D Katz, RL Kahn (1978); “The social psychology of organizations”, [pdfs.semanticscholar.org](https://pdfs.semanticscholar.org).

Detty, R.B. ; Yingling, J.C. (2000): “Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study”, International Journal Production Research.

Doolen, T. L. e Hacker, M. E. (2005): “A review of Lean assessment in organizations: an exploratory study of Lean practices by electronics manufacturers”, Journal of Manufacturing System. 2005; 24, 1; ABI/INFORM Global.

Duran, O e Batocchio A. (2003): “Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM”, Revista Produção. ISSN 1676-1901, Vol. 3, Num. <http://www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/619>.

Faria, AJ e Dickinson, JR (1994): “Simulation gaming for sales management training”; Journal of Management Development.

Fernandes, A. J. (1994): “Métodos e regras para a elaboração de trabalhos académicos e científicos”, Porto Editora. Coleção Educação. Porto.

Fernandes, F. C. F.; Godinho Filho, M.; Dias, F. T. (2005): “Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à manufatura enxuta”, Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre.

Ferreira, A. B. H. (1988); “Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa”, 1º Edição, 3º impressão. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro.



Flores, M.A. (2009): “Da Avaliação de professores: reflexões sobre o caso português”, Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa 2009.

Fogarty, D.W. (1992): “Work in process: performance measures”, International Journal of Production Economics.

Forno, Ana J., Pereira, F. A., Forcellini, F. A., Kipper, L. M. (2014): “Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.

França, S. (2013): “Implementação de Ferramentas de Lean Manufacturing e Lean Office”, Dissertação Mestrado, FEUP – Faculdade Engenharia Universidade Porto, Portugal.

Fullerton, R. ; Wempe W. (2009): “Lean Manufacturing, Non-financial Performance Measures, and Financial Performance”, International Journal of Operations and Production Management

Ghinato, P. (1996): “Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time. “, EDUCS. Caxias do Sul.

Gil, A. C. (1999): “Como elaborar projetos de pesquisa”, São Paulo. Atlas.

Goodson, E.R. (2002): “Read a plant fast”, Harvard Business Review,

Gurumurthy, A. e Kodali, R. (2009): “Application of benchmarking for assessing the Lean manufacturing implementation. Benchmarking”, An International Journal.

Henderson, B. ; Largo, J. (1999): “Lean Transformation: How to Change your Business into a Lean Enterprise”, The Oaklea Press, Richmond.

Henderson, B. A e Larco, J. L. (2000): “Lean transformation”, The Oaklea Press. Virgínia.

Hodge, D. ; Gillespie, D. (2003): “Phrase completions: An alternative to Likert scales”, Social Work Research.

JC Chiochetta, K Hatakeyama, RFM Marçal (2004): “Sistema de Gestão da Manutenção para a pequena e Média Empresa”, XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004.

Jimmerson, C. (2010): “Value stream mapping for healthcare made easy”, CRC Press – Taylor e Francis Groupe.

Jordan, J.A.; Michel, F.J. (2001): “The lean company: making the right choices”, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI.

Kannan, S., Li, Y., Ahmed, N. e El-Akkad, Z. (2007): ”Developing a Maintenance Value Stream”, Map. Knoxville, USA : Department of Industrial and Information Engineering, University of Tennessee.

Kardec, A. (2003): “Gestão e terceirização na manutenção”.

Karlsson C, P Åhlström (1997): “A lean and global smaller firm?”, International Journal of Operations - emeraldinsight.com.

Karlsson, C. ; Ahlstrom, P. (1996): “Assessing changes towards lean production”, International Journal of Operations and Production Management.

Katayama, H. ; Bennett, D. (1999): “Agility, adaptability and leanness: a comparison of concepts and a study of practice”, International Journal of Production Economics.

Khadem, M. ; Ali, S.A. ; Seifoddini, H. (2008): “Efficacy of lean metrics in evaluation the performance of manufacturing systems”, International Journal of Industrial Engineering,

Lacksonen, T., Rathinam, B., Pakdil, F., e Gulel, D. (2010): “Cultural issues in implementing Lean production”, IIE Annual Conference.Proceedings, 1-6.

Levinson, W.A. ; Rerick, R.A. (2002): “Lean enterprise: A synergistic approach to minimizing waste”, Paperback.

Liker, J. e Morgan. J. (2006): ”The Toyota way in services: the case of Lean product”, EUA : Academy of Management Perspectives.

Liker, J. K. (2004), “The Toyota way”, McGraw-Hill.

Liker, J. K. e Rother, M. (2011): “Why Lean programs fail. Lean Enterprise Institute”, [http://www.Lean.org/admin/km/documents/A4FF50A9-028A-49FD-BB1F-CB93D52E1878-Liker-Rother%20Article%20v3\\_5\\_CM.pdf](http://www.Lean.org/admin/km/documents/A4FF50A9-028A-49FD-BB1F-CB93D52E1878-Liker-Rother%20Article%20v3_5_CM.pdf).

Liker, J.K. (2004): “Toyota Way”, New York: McGraw-Hill.

Locher, D. A. (2008): “Value stream mapping for Lean development – A how-to guide for streamlining time to market”, CRC Press – Taylor e Francis Groupe.

Mahfouz, A. (2011): “An Integrated Framework to Assess ‘Leanness Performance in Distribution Centres”, Ph.D. Thesis, Dublin Institute of Technology, England.

Mann, R. e Kehoe, D. (1995): „Factors affecting the implementation and success of TQM”, International Journal of Quality & Reliability Management.

Marchwinski, C. (2007): “New Survey: Middle managers are biggest obstacle to Lean enterprise”, Lean Enterprise Institute. [http://www.Lean.org/WhoWeAre/NewsArticleDocuments/Web\\_Lean\\_survey.pdf](http://www.Lean.org/WhoWeAre/NewsArticleDocuments/Web_Lean_survey.pdf).

Mather, D. (2007): “Lean vs. Lean Maintenance”, Plant Services.: <http://www.plantservices.com/articles/2007/>

Melo, E., Magnagnagno, L. e Gripa, S. (2013): “Aplicação da gestão visual no setor produtivo da empresa”, Ynovacor Texturização Ltda. Brusque, Brasil : Revista Unifebe - Centro Universitário de Brusque.

Melton, T. (2005). The benefits of Lean manufacturing – what Lean thinking has to offer the process industries. Chemical Engineering Research and Design.

MOBLEY, K., HIGGINS, L. & WIKOFF, D. (2008): “Maintenance Engineering Handbook”, McGraw-hill.

Nakajima, S. (1988): “Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)”, Productivity Press, Cambridge.

Nightingale, D.J. ; Mize, J.H. (2002): “Development of a lean enterprise transformation maturity model”, Information, Knowledge, Systems Management.

Nogueira, M. G. S. e Casalinho, G. A. O. (2008): “Proposta de uma matriz de indicadores para avaliação de desempenho de práticas enxutas”, XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro.

Nogueira, M. G. S.(2007): “Proposta de método para avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta”, ADPPE. Dissertação de mestrado em Engenharia da Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.  
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10986/000604010.pdf?sequence=1>.

NP EN 13269: “Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção”, IPQ. 2007.

NP EN 13306: “Terminologia da Manutenção”, IPQ. 2007.

NP EN 15341: “Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)”, IPQ. 2009.

NP ISO 55000: “Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia”, IPQ 2016.

NP ISO 55001: “Gestão de ativos - Sistema de Gestão”, IPQ 2016.

Ohno T. (1998): “Toyota production system: beyond large-scale production”, Portland, USA: Productivity Press.

Pakdil, F. ; Leonard, K. (2014): “Criteria for a lean organization: development of a lean assessment tool”, International Journal of Production Research.

Picchi, F. A. (2003): “Oportunidades da aplicação do Lean thinking na construção”, Ambiente construído. Porto Alegre.

Pinto, A e Soares, I. (2010): “Sistemas de gestão da qualidade – guia para a sua implementação”, Edições Sílabo. Lisboa.

Pinto, J. (2008): “Glossário de termos e acrónimos Lean Thinking”, Edição da Comunidade Lean Thinkink,

Pinto, J. (2009) (2014): “Introdução ao Pensamento Lean, a filosofia das organizações vencedoras”, LIDEL.

Pinto, J. (2013): “Manutenção Lean”, LIDEL.

- Pinto, M.V. (1994): “Gestão da Manutenção”, IAPMEI Ministério da Industria e Energia.
- Renault Cuignet (2006): “Gestão da manutenção - melhore os desempenhos operacionais e financeiros da sua manutenção”, Lidel.
- Rentes, A. F., Araújo, C. A. C. e Rentes, V. C. (2009): “Best practice examples in sustaining improvements from Lean implementation”, Industrial Engineering Research Conference.
- Robbins, S. P. (2005): “Administração: mudanças e perspectivas”; Editora Saraiva. São Paulo.
- Rother, M. (2010): “Toyota KATA - Managing people for improvement, adaptiveness, and superior results”, McGraw-Hill.
- Rother, M. ; Shook, J. (1998): “Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate waste”, V 1.2, The Lean Enterprise Institute. Inc, Brookline, MA.
- Rother, M. e Shook, J. (1999): “Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda”, MA, USA : The Lean Enterprise Institute.
- Sánchez, M. ; Pérez, M. (2001): “Lean indicators and manufacturing strategies”, International Journal of Operations and Production Management.
- Saurin T.A. ; Marodin, G.A. ; Ribeiro, J.L.D. (2011): “A Framework for Assessing the Use of Lean Production Practices in Manufacturing Cells”, International Journal of Production Research.
- Saurin, T. A. e Ferreira, C. F. (2008): “Avaliação qualitativa da implementação de práticas de produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas”, <http://www.scielo.br/pdf/gp/v15n3/02.pdf>.
- Schonberger, R.J. (2005): “Lean extended: it’s much more (and less) than you think”, Industrial Engineer.
- Shah, R. ; Ward, P.T. (2007): “Defining and developing measures of lean production”, Journal of Operations Management.
- Shetty, D., Ali, A. e Cummings, R. (2010): “Survey-based spreadsheet model on Lean Implementation”, International journal of Lean Six Sigma. Vol. 1 No. 4, 2010, pp.310-334. Esmerald Group Publishing Limited.
- Silva, E. L. e Menezes, E. M. (2001): “Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação”, UFSC/PPGEP/LED. 3º revisão. Florianópolis.
- Smith, R. e Hawkins, B. (2004): “Lean Maintenance. Reduce costs, Improve Quality and increase market share”, Oxford, UK : Elsevier Butterworth–Heinemann.
- Song, W., Tan, K. e Baranek, A. (2009): ”Effective toolbox for lean service – Implementation”, International Journal of Services and Standards, Vol. 5, Nº 1, 1-16.
- Soriano, H. ; Forrester, P. (2002): “A Model for Evaluating the Degree of Leanness of Manufacturing Firms”, Integrated Manufacturing Systems, Vol 13, Issue 2, pp 104–109.

Srinivasaraghavan, J. ; Allada, V. (2006): “Application of Mahalanobis distance as a lean assessment metric”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology.

Susilawati, A. ; Tan, J. ; Bell, D. ; Sarwar, M. (2015): “Fuzzy logic based method to measure degree of lean activity in manufacturing industry”, Journal of Manufacturing Systems,

Suzaki, K. (2010): “Gestão de operações Lean – metodologias kaizen para a melhoria contínua”, LeanOp. Mansores.

Suzuki, T., Ed. (1994): “TPM in Process Industries”, books.google.com.

Taj, S. (2005): “Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries”, Management Decision,

Tapping, D. e Shuker, T. (2003): “Management for the Lean Office”, New York : CRC Press.

Tavares, A. (2009): “Gestão de Edifícios, Informação Comportamental. Dissertação de Mestrado”, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

The Shingo Prize (2010): “Model & application guidelines”, [http://www.shingoprize.org/files/ModelsGuidelines\\_v5.pdf](http://www.shingoprize.org/files/ModelsGuidelines_v5.pdf).

Thomas R. Pomorski (2004): “Total productive maintenance (TPM) concepts and literature review”, Brooks Automation, Inc.

Walter, O.; Tubino, D. (2013): “Assessment methods of lean manufacturing: literature review and classification”, Gestão & Produção.

Wan, H. ; Chen, F. (2008): “A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives”, International Journal of Production Research.

Wan, H. ; Chen, F. (2009): “Decision support for lean practitioners: A web-based adaptive assessment approach”, Computers in Industry.

Wireman, T. (2005): “Developing performance indicators for managing maintenance”, New York: Industrial Press.

Wireman, Terry (2009): “Lean maintenance offers savings, eliminates non-value activities”, In: Plant Engineering. May 1, 2009, Vol. 63 Issue 5, 31; Reed Business Information,

WIREMAN, T. (1998): “Developing Performance Indicators for Managing Maintenance”, Nova York: Industrial Press

Womack, J. ; Jones, D. (1996): “Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation”, Siman & Schuster, New York, USA.

Womack, J. P., Jones, D. T. (2003): “Lean thinking – Banish waste and create wealth in your corporation”, Simon & Schuster. Sydney.

Womack, J. P., Jones, D. T. e Ross, D. (2007): “The machine that changed the world – How Lean production revolutionized the global car wars”, Simon & Schuster. Sydney.

Womack, J., e Jones, T. (2003): “Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”, London : Simon & Shuster.

Womack, J., Jones, T. e Roos, D. T. (1990): “The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production”, New York, EUA : Rawson Associates.

Xenos, H. G. (2004): “Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade”, Belo Horizonte: Nova Lima, IDGN Tecnologia e Serviços Lda.

**Anexo A - Questionário Índice Lean**

Áreas	Princípios e práticas Lean	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
Organização - Cultura	1.1 A satisfação do cliente (stakeholders) é a principal orientação da organização					
	1.2 Os trabalhadores reconhecem as ferramentas lean como forma de operar					
	1.3 As metas e objectivos da organização são devidamente comunicados (Quar- Planos Estratégico)					
	1.4 O clima organizacional é orientado pelos resultados e baseado nos processos					
	1.5 Existe delegação de todos os poderes e tarefas					
	1.6 Existe um sistema de sugestões					
	1.7 Os trabalhadores evidenciam a consciencialização da responsabilidade pela satisfação do cliente					
Organização - Gestão de pessoas	2.1 Existe formação para os trabalhadores					
	2.2 A mão-de-obra é multifuncional (shojinka)					
	2.3 É efectuada a rotação dos postos de trabalho					
	2.4 Existem equipas de trabalho pluridisciplinares					
	2.5 Redução da taxa de perda de dias de trabalho					
	2.6 Existe um sistema formal de avaliação dos trabalhadores - SIADAP					
	2.7 Gestão de competências					
	2.8 Existe um aumento de assiduidade / pontualidade					
Organização - Controlo da actividade	3.1 Verifica-se um incremento de fazer bem à 1ª					
	3.2 As cadeias de valor estão mapeadas (VSM)					
	3.3 Existe listagem de competências por trabalhador					
	3.4 Existe matriz de substitutos					
	3.5 Os serviços são agrupados por processos semelhantes					
	3.6 A organização esta preparada para responder às intervenções de emergência					
	3.7 O fluxo é puxado (pull system)					
	3.8 Os processos são monitorizados periodicamente					
	3.9 Existe diminuição de reclamações do cliente					
	3.10 Existe identificação de clientes / fornecedores / processos (SIPOC)					
	3.11 Os processos são balanceados e sincronizados					
	3.12 O trabalho é standardizado - uniformização					
	3.13 Existe planos para aplicar boas práticas					
	3.14 É utilizado o sistema TPM (total productive, preventive or predictive maintenance)					
	3.15 Verifica-se a organização e arrumação dos postos de trabalho (metodologia 5S)					
	3.16 É utilizada a gestão visual					
	3.17 O equipamento é simples e flexível					
	3.18 Existe planos para melhorar os processos no futuro					





**Anexo A - Questionário Índice Lean**

Áreas	Princípios e práticas Lean	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
Organização - Melhoria contínua	4.1 Existem actividades de melhoria contínua (kaizen)					
	4.2 É efectuada a análise dos problemas (Gemba)					
	4.3 As lideranças estão comprometidas e suportam as actividades					
	4.4 É usado técnicas de resolução sistemática de problemas (5P)					
	4.5 É utilizada a metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act)					
Organização - Qualidade, Ambiente e SHST	5.1 Existe monitorização periódica dos indicadores da Certificação					
	5.2 Existe reduzam de retrabalho e os serviços satisfaz o cliente					
	5.3 Existe auditorias internas					
	5.4 Os indicadores cumpre as expectativas do cliente					
Fornecedores	6.1 É realizada a avaliação dos fornecedores					
	6.2 As entregas são Just-in-time					
	6.3 É realizada a avaliação do fornecedor do custo total					
	6.4 Existe aumento do prazo de relacionamento dos fornecedores					
	6.5 Existe proximidade geográfica dos fornecedores					
	6.6 É efectuada a formação e desenvolvimento dos fornecedores					
	6.7 Existe contacto frequente com os fornecedores					
	6.8 Existe informação do fornecedor da sua performance					
	6.9 Envolvimento em acções de melhoria continua					
Clientes	7.1 Estão claramente identificados os clientes.					
	7.2 É efectuada a avaliação do cliente relativamente as suas expectativas e necessidades					
	7.3 Desenvolvem-se actividades para melhoria do desempenho					
	7.4 Estão identificados os requisitos do cliente					
	7.5 Os plano de acções e melhoria são comunicadas ao cliente					
	7.6 É cumprida a disponibilidade expectável pelo cliente					
	7.7 Os colaboradores estão informados sobre as sugestões de melhoria, propostas pelos clientes					
	7.8 Existe melhoria dos equipamentos mantidos					
	7.9 Existe integração do cliente					


Assinale com um x a frequência de utilização dos seguintes princípios e práticas.



## Anexo B - Atributos

Áreas	Princípios e práticas Lean		
1 -Organização - Cultura	1.1 A satisfação do cliente (stakeholders) é a principal orientação da organização		<div data-bbox="1668 386 2033 443" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Enunciação Objectivos e Estratégias e políticas de manutenção                 </div>
	1.2 Os trabalhadores reconhecem as ferramentas lean como forma de operar		
	1.3 As metas e objectivos da organização são devidamente comunicados (Quar- Planos Estratégico)		
	1.4 O clima organizacional é orientado pelos resultados e baseado nos processos		
	1.5 Existe delegação de todos os poderes e tarefas		
	1.6 Existe um sistema de sugestões		
	1.7 Os trabalhadores evidenciam a consciencialização da responsabilidade pela satisfação do cliente		
2 -Organização - Gestão de pessoas	2.1 Existe formação para os trabalhadores		<div data-bbox="1668 746 2033 774" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Gestão de competências                 </div>
	2.2 A mão-de-obra é multifuncional (shojinka)		
	2.3 É efectuada a rotação dos postos de trabalho		
	2.4 Existem equipas de trabalho pluridisciplinares		
	2.5 Redução da taxa de perda de dias de trabalho		
	2.6 Existe um sistema formal de avaliação dos trabalhadores		
	2.7 Gestão de competências - SIADAP		
	2.8 Existe um aumento de assiduidade / pontualidade		
3 -Organização - Controlo da actividade	3.1 Verifica-se um incremento de fazer bem à 1ª	 	<div data-bbox="1668 1193 2033 1220" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     TPM                 </div> <div data-bbox="1668 1225 2033 1252" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     5s                 </div>
	3.2 As cadeias de valor estão mapeadas (VSM)		
	3.3 Existe listagem de competências por trabalhador		
	3.4 Existe matriz de substitutos		
	3.5 Os serviços são agrupados por processos semelhantes		
	3.6 A organização esta preparada para responder às intervenções de emergência		
	3.7 O fluxo é puxado (pull system)		
	3.8 Os processos são monitorizados periodicamente		
	3.9 Existe diminuição de reclamações do cliente		
	3.10 Existe identificação de clientes / fornecedores / processos (SIPOC)		
	3.11 Os processos são balanceados e sincronizados		
	3.12 O trabalho é standardizado - uniformização		
	3.13 Existe planos para aplicar boas práticas		
	3.14 E utilizado o sistema TPM (total productive, preventive or predictive maintenance)		
	3.15 Verifica-se a organização e arrumação dos postos de trabalho (metodologia 5S)		
	3.16 É utilizada a gestão visual		
	3.17 O equipamento é simples e flexível		
	3.18 Existe planos para melhorar os processos no futuro		

## Anexo B - Atributos

Áreas	Princípios e práticas Lean	
4 - Organização - Melhoria contínua	4.1 Existem actividades de melhoria contínua (kaizen)	
	4.2 É efectuada a análise dos problemas (Gemba)	
	4.3 As lideranças estão comprometidas e suportam as actividades	
	4.4 É usado técnicas de resolução sistemática de problemas (5P)	
	4.5 É utilizada a metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act)	
5 -Organização - Qualidade, Ambiente e SHST	5.1 Existe monitorização periódica dos indicadores da Certificação	
	5.2 Existe redução de retrabalho e os serviços satisfaz o cliente	
	5.3 Existe auditorias internas	
	5.4 Os indicadores cumpre as expectativas do cliente	
6 - Fornecedores	6.1 É realizada a avaliação dos fornecedores	 <div data-bbox="1668 598 2038 630" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Gestão dos subcontratados</div>
	6.2 As entregas são Just-in-time	
	6.3 É realizada a avaliação do fornecedor do custo total	
	6.4 Existe aumento do prazo de relacionamento dos fornecedores	
	6.5 Existe proximidade geográfica dos fornecedores	
	6.6 É efectuada a formação e desenvolvimento dos fornecedores	
	6.7 Existe contacto frequente com os fornecedores	
	6.8 Existe informação do fornecedor da sua performance	
	6.9 Envolvimento em acções de melhoria continua	
7 - Clientes	7.1 Estão claramente identificados os clientes.	 <div data-bbox="1668 869 2038 901" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Integração da produção</div>
	7.2 É efectuada a avaliação do cliente relativamente as suas expectativas e necessidades	
	7.3 Desenvolvem-se actividades para melhoria do desempenho	
	7.4 Estão identificados os requisitos do cliente	
	7.5 Os plano de acções e melhoria são comunicadas ao cliente	
	7.6 É cumprida a disponibilidade expectável pelo cliente	
	7.7 Os colaboradores estão informados sobre as sugestões de melhoria, propostas pelos clientes	
	7.8 Existe melhoria dos equipamentos mantidos	
	7.9 Existe integração do cliente	

**Anexo B - Atributos**

Enunciação de Objetivos e Estratégias e Políticas de Manutenção	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
1.3.1 Os objetivos de desempenho da manutenção são enunciados por função e por nível hierárquico.					
1.3.2 O pessoal a todos os níveis participa na enunciação dos objetivos gerais.					
1.3.3 Cada um compreende a sua participação na concretização dos objetivos globais da manutenção.					
1.3.4 Os objetivos e o controlo dos indicadores-chave de desempenho (ICD) são comunicados, afixados, conhecidos e utilizados.					
1.3.5 Os ICD são simultaneamente financeiros e operacionais.					
1.3.6 Cada indicador foi formalmente definido, especificando os modos de cálculo, as fontes de informação, as frequências e as responsabilidades.					
1.3.7 Foram definidos objetivos para cada indicador.					
1.3.9 Foram definidas bases históricas de referência para cada indicador.					
1.3.9 Todo o pessoal compreende os objetivos.					
1.3.10 Os indicadores (base, objetivo e real) são integrados nos relatórios de gestão.					
1.3.11 Os indicadores são utilizados para orientar as decisões de gestão.					
1.3.12 A evolução destes indicadores é comunicada e afixada nos locais necessários.					
1.3.13 Foi definida uma estratégia de manutenção coerente com a estratégia da unidade de produção.					
1.3.14 Esta estratégia é formalizada, comunicada e conhecida.					
1.3.15 Esta estratégia é posta em causa pelo menos uma vez por ano.					
1.3.16 Esta estratégia define os níveis de desempenho financeiro e operacional esperados da manutenção.					
1.3.17 Esta estratégia define claramente o modo como os desempenhos da manutenção participam na obtenção dos objetivos da unidade de produção.					
1.3.18 Esta estratégia fornece uma perspetiva exata das competências e das relações/integração com a produção.					
1.3.19 Os desempenhos esperados são enunciados de tal forma que cada um conhece os seus objetivos.					
1.3.20 A estratégia de manutenção está claramente ligada à política de manutenção de cada equipamento a fim de evitar os subdesempenhos e os sobre desempenhos inúteis.					
1.3.21 As missões da manutenção, assim como os processos e procedimentos que permitem levá-las a cabo, são formalizadas, comunicadas e conhecidas e estão disponíveis.					
1.3.22 Existe uma definição clara, homogênea, conhecida e utilizada das noções de manutenção condicionada, manutenção sistemática, manutenção curativa urgente; manutenção curativa programada, manutenção corretiva, modificações e trabalhos novos.					

Gestão de Competências	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
2.7.1 Em matéria de manutenção, as competências necessárias e as competências externalizáveis foram claramente definidas.					
2.7.2 Foi claramente calculada para cada uma das competências necessárias uma carga de trabalho anual média.					
2.7.3 As competências do pessoal da manutenção atual estão formalizadas numa "matriz de competências".					
2.7.4 As competências de manutenção do pessoal da produção estão igualmente formalizadas numa matriz de competências.					
2.7.5 Estas matrizes de competências são atualizadas, pelo menos, bianualmente.					
2.7.6 A diferença entre "competências necessárias" e "competências existentes" é formalmente quantificada pelo menos uma vez em dois anos.					
2.7.7 Esta diferença é analisada no mínimo uma vez no período de dois anos para definir formalmente as necessidades de formação.					
2.7.8 As formações que foram identificadas como necessárias são organizadas.					
2.7.9 Estas matrizes de competências são utilizadas para planificar as férias.					
2.7.10 Estas matrizes de competências são utilizadas para distribuir o trabalho quotidianamente, na dupla preocupação de qualidade do trabalho e desenvolvimento dos indivíduos.					

**Anexo B - Atributos**

TPM	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
3.14.1 Na unidade de produção, a manutenção não é considerada "um mal necessário", mas sim uma função vital da empresa.					
3.14.2 Todo o pessoal da unidade (incluindo todas as funções) está perfeitamente consciente de que participa ativamente na excelência do processo de manutenção (Ex.: finanças, gestão, RH...).					
3.14.3 Os objetivos claramente afixados e conhecidos consistem em alcançar um funcionamento ótimo permanente das instalações.					
3.14.4 Foi definido um sistema de manutenção preventiva (sistemática e condicionada) e este sistema é respeitado em todas as situações (crítica e não crítica).					
3.14.5 No serviço, existe uma vontade explícita e respeitada de melhorar continuamente a pertinência da manutenção preventiva.					
3.14.6 Esta vontade traduz-se na existência permanente de pequenos grupos autónomos e multifuncionais formalmente responsáveis pelos desempenhos.					

5s	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
3.15.1 Cada trabalhador tem no seu posto de trabalho apenas os meios materiais e as ferramentas estritamente necessários para a realização das suas funções (Seiri ou organização).					
3.15.2 Foram definidas ações formais com o objetivo de assegurar permanentemente a limpeza e a higiene dos locais de trabalho, identificando potenciais anomalias (Seiso ou limpeza).					
3.15.3 Foram formalizadas regras para manter os postos de trabalho arrumados e limpos, e definidas as melhores práticas para a execução das tarefas (Seiketsu ou ordem).					
3.15.4 Os postos de trabalho, assim como os meios necessários à realização das tarefas são organizados de forma a minimizar os gestos inúteis e as perdas de tempo (Seiton ou arrumação).					
3.15.5 As políticas correspondentes aos quatro pontos anteriores, previamente definidas, estão permanentemente ativas (Shitsuke ou rigor).					
3.15.6 Foram criados indicadores de desempenho do cumprimento dos 5S, e são continuamente controlados.					
3.15.6 Os valores dos indicadores de desempenho referidos no número anterior, assim como as ações de melhoria contínua empreendidas e os respetivos resultados, encontram-se afixados nos diversos locais de trabalho da organização.					

Gestão dos subcontratados	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
6.9.1 As funções e responsabilidades em matéria de gestão dos subcontratados da manutenção estão claramente definidas.					
6.9.2 O processo de recurso à subcontratação distingue claramente entre as etapas seguintes: identificação da necessidade de subcontratar, validação da necessidade, seleção do tipo de subcontratado, seleção do tipo de contrato, seleção do subcontratado, emissão da encomenda, preparação da OT, planificação da OT, acompanhamento da execução, receção dos trabalhos, acordo de pagamento, controlo do pagamento.					
6.9.3 Estas funções estão sob a responsabilidade de diversas pessoas, a fim de respeitar critérios de independência de decisão.					
6.9.4 Nenhum subcontratado consegue contornar este processo (por exemplo, através de boas relações pessoais com pessoal íntimo).					
6.9.5 Nenhum subcontratado está inscrito no organigrama da unidade.					
6.9.6 O pessoal das empresas subcontratadas recebe as ordens de trabalho exclusivamente através da sua própria gestão.					
6.9.7 Os subcontratados "permanentes" são apenas aqueles com quem foi celebrado um contrato com objetivos de resultado, contrato esse que esta claramente delimitado a um equipamento ou grupo de equipamentos.					
6.9.8 A identificação da necessidade de subcontratar é formal e quantificada, segundo critérios simultaneamente de competência, urgência e disponibilidade do pessoal interno.					

**Anexo B - Atributos**

Gestão dos subcontratados	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
6.9.9 Nenhum trabalho urgente é executado por subcontratados quando, no mesmo momento, para competências similares, uma parte do pessoal interno esta a executar trabalhos não urgentes.					
6.9.10 O serviço de compras é sistematicamente informado do desempenho dos subcontratados.					
6.9.11 Estas informações são sistematicamente utilizadas para reforçar o "poder de negociação" das compras.					
6.9.12 Qualquer recurso a um subcontratado obedece a um contrato-quadro previamente negociado.					
6.9.13 Estes contratos-quadro definem claramente as obrigações de ambas as partes (para os subcontratados: prazos, qualidade.../ para a unidade: disponibilização dos equipamentos num momento especificado, coordenação com outras especialidades...).					
6.9.14 Durante o ano a unidade não teve de pagar nenhuma indemnização a subcontratados devido a incumprimento das suas próprias obrigações (p.ex.: disponibilização dos equipamentos a tempo,...).					
6.9.15 É redigido pelo menos mensalmente um relatório específico sobre a subcontratação.					
6.9.16 Este relatório indica a evolução da subcontratação de competências e da subcontratação de capacidade.					
6.9.17 Este relatório mostra a evolução da subcontratação por tipo de contrato (avença, preços unitários, concessão, contrato com objetivo de resultado)					
6.9.18 Este relatório indica a evolução das horas de presença dos subcontratados na unidade, mesmo nos contratos sem ser por concessão.					

Integração da produção vs. Interface com a produção	Nunca	Raramente	Algumas vezes	A maior parte das vezes	Sempre
7.9.1 A manutenção e a produção têm objetivos comuns.					
7.9.2 A manutenção é considerada mais como um processo (em que intervêm diferentes funções) e menos como uma função.					
7.9.3 O pessoal da manutenção aceita que certas atividades de manutenção sejam executadas por outras funções (ex.: a produção ou o armazém).					
7.9.4 São efetivamente realizadas atividades de manutenção por outras funções.					
7.9.5 Existe uma distinção clara entre o pessoal da manutenção corrente e o pessoal da manutenção que se ocupa de atividades a mais longo prazo (ex.: preparação das paragens, métodos de manutenção...).					
7.9.6 O pessoal que se ocupa da manutenção corrente está afeto a zonas de produção precisas.					
7.9.7 O pessoal que se ocupa da manutenção corrente e o pessoal da produção dependem de um mesmo responsável.					
7.9.8 Nas oficinas, o pessoal é completamente polivalente e ocupa-se simultaneamente da produção e da manutenção corrente das instalações que estão a seu cargo (manutenção autónoma).					
7.9.9 A integração da manutenção na produção evita a presença permanente de pessoal da manutenção na unidade de produção e limita as chamadas de emergência às avarias "catastróficas".					
7.9.10. Estes planeamentos de produção indicam as paragens necessárias para manutenção programada (preventiva e corretiva).					
7.9.11. Para cada uma destas paragens são claramente indicados e comunicados ao pessoal interveniente objetivos de duração.					
7.9.12. Estes planeamentos são comunicados diariamente e semanalmente às chefias e aos operadores da produção e da manutenção envolvidos.					
7.9.13. São organizadas reuniões formais de coordenação entre a produção e a manutenção.					