

# Aplicação da Filosofia Lean na Gestão da Manutenção de uma Empresa de Reparação Naval

**Maria A. dos S. Carvalho**

E-mail: [madsa.carvalho@campus.fct.unl.pt](mailto:madsa.carvalho@campus.fct.unl.pt)

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

**Helena V. G. Navas**

E-mail: [hvgn@fct.unl.pt](mailto:hvgn@fct.unl.pt)

UNIDEMI, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa

## **Resumo:**

As significativas transformações que se têm vindo a sentir no Mercado global com influência na actividade de reparação naval, acentuaram a necessidade de melhorar e adaptar os atuais processos dos sistemas de gestão. Foi nesta perspetiva que foi iniciado um estudo numa empresa de reparação naval portuguesa, com o objetivo da aplicação da filosofia *lean* na produção e gestão da manutenção. Este artigo apresenta, não só a proposta de um modelo para a implementação desta filosofia de melhoria contínua nos atuais sistemas de gestão de manutenção, mas também quais as ferramentas que mais se adequam neste setor de atividade muito específico. O modelo pressupõe uma abordagem global aos problemas da actividade, de modo a identificar os mais críticos não esquecendo os sete princípios chave de aplicação do *lean*. São apresentadas as primeiras conclusões da sua aplicação e qual o papel que os colaboradores devem ter para o sucesso do projeto.

**Palavras-Chave:** Gestão da Manutenção; *Lean*; Manutenção *Lean*; Reparação Naval.

## **Abstract:**

The radical changes that have been felt in the Global Market emphasized the need to upgrade the existing management systems. It was within this scope that a study has started in a Portuguese ship repair company, with the objective of applying lean philosophy in the production and maintenance management. This article presents not only the proposed model to implement the philosophy of continuous improvement in the current maintenance management systems, but also which tools are more appropriate in this market sector. The model presumes a global approach to the activities problems, in order to identify the most critical ones, bearing in mind the seven key principles to apply the Lean. The first conclusions of its application are presented, as well as the role the personnel need to have for the success of the project.

**Keywords:** Lean; Lean Maintenance; Maintenance Management; Ship Repair.

## 1. Introdução

O comércio marítimo é a espinha dorsal da economia mundial. Cerca de 90% do comércio global é transportado por navios (Varela et al, 2017). É fundamental a reparação e manutenção dos navios e embarcações de modo a prevenir danos que possam causar prejuízos.

A nível nacional, a reparação naval está a ser altamente afetada devido à crescente competitividade a nível internacional e, nomeadamente, pela existência de países com menor custo de mão-de-obra (Min, 2008). Devido à necessidade de adaptação à variabilidade e complexidade da actividade, numa empresa portuguesa, foi identificada a necessidade de implementação de novas metodologias, que sustentem um processo de melhoria contínua, com o objetivo de se inovar e assim contribuir à sua subsistência no presente mercado.

Nesta empresa, iniciou-se o desenvolvimento de um projeto-piloto, para a implementação da filosofia *lean*, tanto na produção como na gestão da manutenção. Embora a análise da produção seja feita em conjunto com a manutenção, o trabalho aqui apresentado tem como foco principal a aplicação do *lean* na gestão da manutenção, com o objetivo de agilizar e reestruturar a atividade da manutenção em função dos objetivos e necessidades da empresa. De momento o projeto-piloto encontra-se numa fase de diagnóstico e avaliação do atual estado do sistema de gestão da manutenção. Por este motivo, as ferramentas apresentadas estão mais consolidadas nas fases 2 e 3, pois ainda não foi feita a identificação das mais adequadas para as fases seguintes.

Neste artigo apresenta-se o modelo proposto subdividido em fases de atuação, as ferramentas que mais se adequam para cada fase, a importância pelo envolvimento de todas pessoas e os resultados já obtidos. São também descritos os princípios que devem ser seguidos no *lean* e os principais desperdícios da manutenção.

### 1.1. Reparação Naval

Existem os mais variados tipos de navios e, quando estes são reparados, é natural que cada um apresente necessidades e projetos diferentes. A indústria naval é, por esta razão, caracterizada por um elevado nível de variabilidade naquilo que caracteriza o seu processo produtivo, pois os trabalhos são de uma forma geral personalizados e têm diferentes especificações. Ao contrário da indústria convencional de produção em linha, a indústria naval enquadra-se num tipo de produção *made-to-order*.

A reparação naval caracteriza-se por ter um ambiente de trabalho exigente, com equipamentos e manobras complexas, tanto a bordo dos navios, como no estaleiro e setores produtivos. O setor de manutenção tem como responsabilidade realizar as atividades e ações técnicas conducentes à melhoria da fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade de todos os equipamentos com o objectivo do menor custo possível. Estas intervenções são usualmente realizadas em equipamentos de grandes dimensões e em zonas de acesso difícil, o que acarreta uma preocupação constante em relação à segurança. Este tipo de ambiente torna-se deste modo muito específico e exigente.

## **2. Gestão da Manutenção *Lean***

Os processos de manutenção têm como objetivo servir os setores de produção e também toda a área e instalações da empresa, por forma a garantir a máxima produtividade possível (Faccio, 2014). Na indústria de reparação naval a manutenção, além de garantir a disponibilidade dos equipamentos e máquinas indispensáveis à produção, tem também como dever assegurar o bom estado e correto funcionamento das instalações e equipamentos do estaleiro em si com particular enfoque nos sistemas envolvidos nas manobras náuticas. Visa aumentar em valor a fiabilidade, a segurança, a disponibilidade e qualidade da produção dos equipamentos ou instalações (Khazraei, 2011).

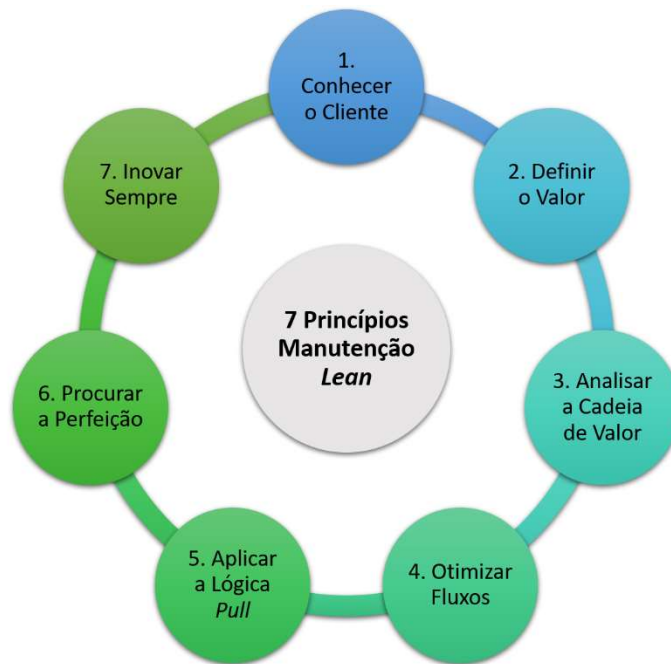
O termo *lean* na produção significa o uso eficiente dos recursos disponíveis por forma a reduzir as atividades de valor não acrescentado ou desperdícios (Carrasqueira e Machado, 2008).

Levitt (2008), definiu a manutenção *lean* como a entrega de serviços de manutenção aos clientes com o mínimo de desperdício possível. Isso promove a obtenção de um resultado de manutenção desejável com o menor número possível de *inputs* (Levitt, 2008). Os *inputs* são: mão-de-obra, peças sobressalentes, ferramentas, energia, capital e esforço de gestão. (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2014).

### **2.1. Princípios de uma Gestão da Manutenção *Lean***

Os princípios da filosofia *lean* são aplicados na gestão da manutenção através das seguintes etapas representadas na Figura 1 e explicadas de seguida (Pinto, 2013; Smith, 2004).

**Figura 1 – Sete Princípios da Manutenção *Lean***



**Conhecer o Cliente: Quem é o cliente da Manutenção?**

Só conhecendo a quem serve a manutenção é possível definir o valor. O cliente da manutenção no caso da indústria de reparação naval em estudo são os setores de produção, o cliente externo e os colaboradores da organização;

**Definir o Valor: Qual o valor que o cliente espera receber da manutenção?**

Pretende zero avarias, zero acidentes, zero paragens, redução dos tempos não produtivos, redução dos custos e o aumento sustentado de eficiência nas operações. Espera-se também que a manutenção apoie e colabore no desenvolvimento de novos equipamentos e processos;

**Analisar a Cadeia de Valor: Quais as etapas envolvidas na criação de valor que a manutenção entrega aos seus clientes?**

Deve-se observar os processos de planeamento e controlo das operações de manutenção bem como de todas as atividades diretas, por forma a reconhecer o que realmente contribui com valor ou desperdícios;

**Melhorar Fluxos: Quais os fluxos de informação, materiais e de pessoas de forma a acelerar os processos de criação de valor?**

Melhorar fluxos de informação, de materiais e de pessoas, com o intuito de acelerar os processos de criação de valor através da eliminação de desperdícios (por ex.: falta de comunicação, processos burocráticos, trabalho improdutivo, tempos de espera, *rework*, subutilização de recursos, incorreta gestão de dados, negligência na aplicação de materiais e equipamentos, etc.);

**Aplicar a Lógica Pull: De que forma a lógica pull auxilia a conexão entre a manutenção e o cliente?**

Aplicável à gestão de materiais e peças de reserva e à gestão de fornecedores. Pode ainda ser aplicada na melhoria da comunicação e integração da função manutenção com as demais funções da empresa. Na manutenção, devem-se priorizar as atividades nos equipamentos que estão na linha de produção (mesmo que esta seja do tipo *made-to-order*) bem como, as tarefas que sustentam especificações de tolerância e/ou de qualidade da produção;

**Procurar a Perfeição: Qual a atitude certa a adotar?**

Estimular os colaboradores da manutenção da constante necessidade de melhorar o desempenho com a adoção de ferramentas e metodologias sistemáticas que promovam práticas e atitudes proativas perante a manutenção. Estas práticas visam a eliminação de atividades que acrescentam tempo e custo;

**Inovar sempre: Os desenvolvimentos tecnológicos são ignorados?**

A manutenção deve estar em constante atualização tecnológica, pois esta oferece meios mais simples e económicos. Procurar inovar práticas de Gestão de Equipamentos, identificando oportunidades de melhoria do processo e serviços, colaborando com outras funções da empresa.

## **2.2. Desperdícios da Manutenção**

Para a integração do *lean* é necessário identificar o valor para o cliente e as atividades de valor não-acrescentado. Dentro da cadeia de valor da manutenção, qualquer serviço é considerado como um produto final. Na manutenção existem oito principais formas de desperdícios (Smith, 2004; Mostafa et al, 2015).

### **1. Manutenção Improdutiva**

Executar qualquer atividade que não acrescente valor, como por exemplo, realizar tarefas de manutenção preventiva mais vezes que necessárias e em intervalos mais frequentes do que o realmente necessário. Pode também ocorrer por falta de motivação dos colaboradores ou mau planeamento das horas de trabalho;

### **2. Espera por Recursos da Manutenção**

Esperar por ferramentas, peças, máquinas, trabalhadores, ordens e pela compra de material, necessários para a realização da ação de manutenção. Como estas esperas não acrescentam valor, devem ser eliminadas ou reduzidas para um mínimo aceitável;

### **3. Má gestão do stock**

Não ter o material necessário e adequado para as ações executadas. Inclui a existência de material obsoleto e excesso de *stock*, que significa um capital investido e um consumo de recursos para a sua gestão;

### **4. Transporte excessivo**

A centralização de MRO (*Maintenance, Repairs and Operating Supplies*) longe das zonas de trabalho, material que é repetitivamente utilizado e não está preparado, documentação que é necessária e ordens de trabalho para equipamentos e máquinas que não estão disponíveis causam excesso de tempo em transporte. Os colaboradores passam mais tempo em movimento e transporte, o que não agrega valor ao processo;

### **5. Deslocações desnecessárias**

Não existência no local das ferramentas, peças, documentação e dos materiais essenciais para a função manutenção, implica tempo perdido em deslocações de ida e volta. Em locais de grande dimensão, como os estaleiros navais, estes deslocamentos desnecessários são ainda mais agravados, pelo que devem ser minimizados;

### **6. Repetição de Trabalho**

Realizar tarefas incorretamente resulta na sua repetição ou em trabalho extra por forma a que se atinjam os objetivos iniciais do mesmo. Isto afeta o custo e a qualidade dos trabalhos. O treinamento correto dos trabalhadores e a padronização de processos é um auxílio na eliminação deste desperdício;

### **7. Subutilização dos Recursos**

Seja dos materiais, ferramentas e equipamentos, quer dos colaboradores. A nível dos intervenientes na manutenção, existe um foco nas suas qualificações e não nas suas capacidades.

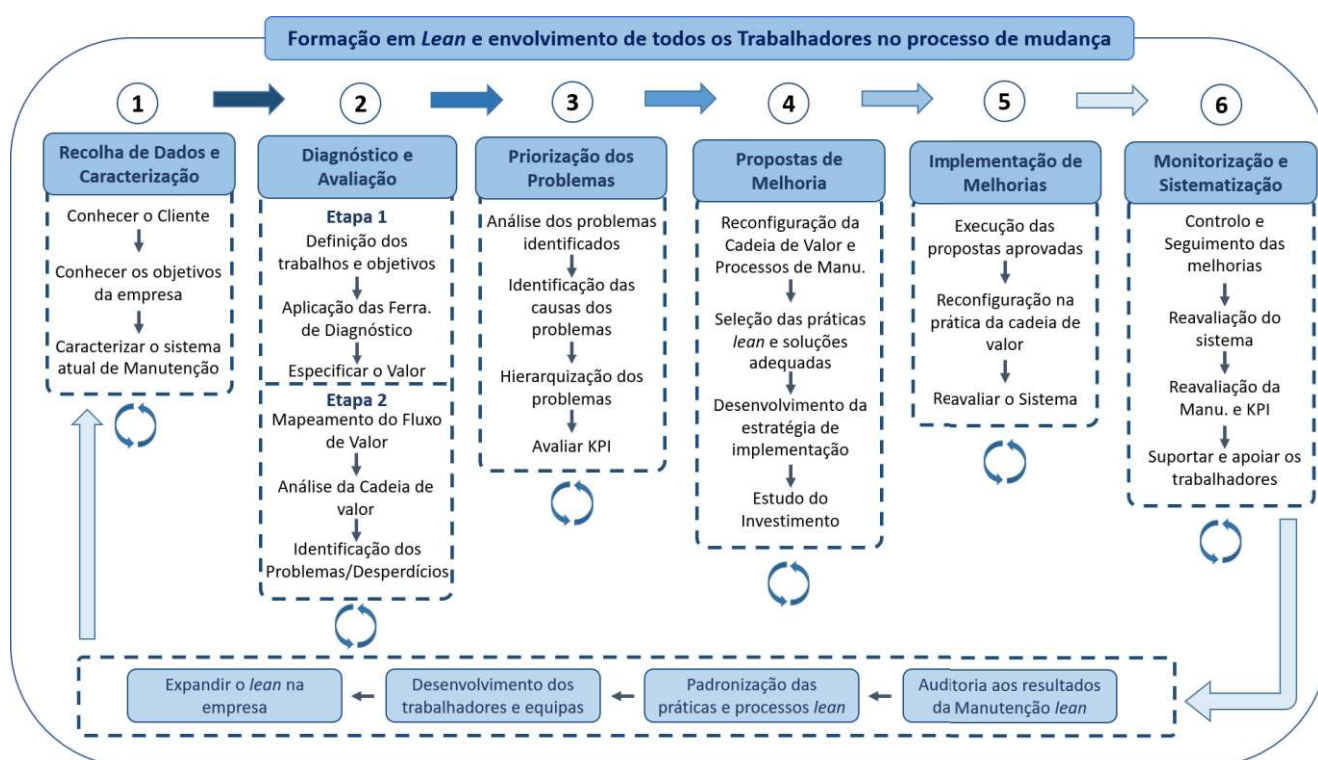
### **8. Ineficaz gestão de dados**

Recolher informação que não tem utilidade e não é necessária. Ineficácia na coleta dos dados, sem que ocorra uma interligação dos mesmos nas diferentes fases do processo de manutenção resulta numa incorreta gestão. Uma recolha inadequada de dados vitais também se torna um desperdício, pois é trabalho que futuramente terá de ser corrigido e ser repetido.

### 3. Proposta de Modelo

Mostafa, et al. (2015) propuseram um *roadmap* para a adoção do pensamento *lean* nos processos de manutenção. O modelo sugerido neste artigo consiste numa adaptação e melhoria do anterior, de modo a se enquadrar melhor na indústria naval. Pretende-se também que o modelo proposto seja facilmente adaptável por forma a permitir a sua utilização em qualquer contexto empresarial. O modelo pode ser usado em empresas que procuram inserir o *lean* nos processos de manutenção e é flexível e ajustável de acordo com a estratégia de manutenção de cada empresa, inclusive em indústrias com uma produção *made-to-order*.

**Figura 2 – Modelo Proposto para a aplicação do *lean* na Gestão da Manutenção**



Este modelo está desenvolvido para que a sua implementação ocorra apenas numa parte da empresa, ou apenas num setor, como é o caso do que está a ocorrer no projeto-piloto em estudo. Os princípios *lean* foram definidos por forma a seguirem uma lógica de implementação, porém tal nem sempre é fácil de executar. Este modelo surge como um suporte à sua aplicação e fornece as diretrizes necessárias para tal.

Reforça também a importância da formação e treinamento em *lean* dos colaboradores na fase inicial do projeto. Este plano de ação integra desde a fase inicial, diferentes ferramentas que sustentam o diagnóstico dos atuais problemas na gestão da manutenção.

De notar que as ferramentas sugeridas podem se repetir nas diferentes fases, porém, a sua aplicabilidade e objetivo difere consoante a fase em que estão inseridas.

### **3.1. Fase 1 – Recolha de Dados e Caracterização**

#### **Conhecer o Cliente**

Em primeiro lugar é necessário realizar o ponto da situação da actividade, no que diz respeito à organização e gestão atual da sua manutenção, assim como, de quais os objetivos que esta pretende atingir. Este processo de caracterização inicia-se com a recolha de todos os dados relevantes e necessários para o início do diagnóstico. Esta coleta carece de juízo de valor, pelo que nesta fase ainda não são construídas críticas, sejam elas positivas ou negativas.

Nesta fase conhece-se o cliente e o que este espera em relação à manutenção. Devem- realizar inquéritos aos colaboradores e procurar saber quais são as expectativas da gestão, através de reuniões *brainstorming*.

### **3.2. Fase 2 – Diagnóstico e Avaliação**

#### **Definir o Valor e Analisar a Cadeia de Valor**

Esta é considerada a primeira fase oficial do modelo e pode ser dividida em duas etapas: especificação/definição do valor e identificação/análise do fluxo da cadeia de valor. Neste modelo decidiu-se não separar estas duas etapas em duas fases distintas, pois ambas ocorrem praticamente em simultâneo. Na primeira etapa define-se o sistema de organização da manutenção, estratégias e equipa que farão parte do processo de melhoria. A especificação do valor tem de ir de encontro com o primeiro princípio *lean* da manutenção, que é conhecer o cliente, e só depois é que se pode analisar o fluxo de valor para a manutenção. É aqui que são definidos os objetivos e trabalhos a realizar. A segunda etapa, identificação do fluxo de valor, inclui o mapeamento das atividades e processos como por exemplo, das manutenções preventivas e curativas. Esta etapa começa com esta análise da cadeia de valor para a identificação dos desperdícios e problemas. Deverá conter ainda, se possível, indicadores de desempenho como o OEE (*overall equipment effectiveness*), a disponibilidade dos equipamentos e o MTBF (*Mean Time Between Failures*).

O conjunto proposto de ferramentas que melhor se adequam à empresa em estudo, e que melhor sustentam este diagnóstico e avaliação, apresentam-se de seguida:

Inquéritos;

Reuniões de *Brainstorming*;

Auditoria 5S + 1;

Fluxograma de Processos;

VSM (*Value Stream Mapping*) da Manutenção;



BPMN (*Business Process Model Notation*);  
AMFE (Análise de Modos de Falha e Efeitos);  
Relatório A3;  
Ciclo PDCA;  
KPI (*Key Performance Indicators*);  
Matriz de Idealidade (TRIZ);  
Observação direta.

### **3.3. Fase 3 – Priorização dos Problemas e Desperdícios**

#### **Melhorar Fluxos e Aplicar a Lógica Pull**

Da primeira fase resultou um conjunto de problemas que foram detetados através da metodologia e ferramentas aplicadas. É necessário priorizar os problemas identificados, de modo a concentrar esforços na eliminação daqueles que realmente têm um peso considerável. Esta priorização deve ser realizada tendo em conta novamente os princípios e objetivos da empresa e cliente, de modo a corrigir aqueles de maior interesse, mas também mitigar os que representam um maior peso na atividade da gestão da manutenção.

Para ir de encontro aos objetivos definidos na Fase 2 e quais os problemas/desperdícios críticos, sugerem-se as seguintes ferramentas *lean*:

Diagrama de Pareto;  
Matriz de GUT;  
Reuniões de *Brainstorming*;  
KPI;  
Fluxograma de Processos;  
VSM (*Value Stream Mapping*) da Manutenção;  
BPMN (*Business Process Model Notation*);  
5 Porquês;  
Diagrama de Ishikawa;  
Matriz de Idealidade (TRIZ);  
Observação direta.

### **3.4. Fase 4 – Propostas de Melhoria**

#### **Melhorar Fluxos e Aplicar a Lógica Pull**

Após conhecidos os principais problemas/desperdícios e quais as causas para a sua ocorrência, já é possível selecionar as práticas e ferramentas *lean* que melhor os solucionam. Nesta fase é também desenvolvida a estratégia de implementação das melhorias e quais os benefícios e vantagens que delas poderão surgir. Apesar de fazer parte do princípio de melhoria de fluxos, decidiu-se separar as propostas de melhoria da fase anterior, pois envolve outros procedimentos. Para as melhorias é necessário realizar uma análise de investimento, de modo a quantificar os ganhos futuros e é necessário comprovar que estes compensam as despesas anexadas à implementação das melhorias.

Esta fase envolve também a reconfiguração da cadeia de valor e dos processos da manutenção.

### **3.5. Fase 5 – Implementação de Melhorias**

#### **Melhorar Fluxos e Aplicar a Lógica Pull**

Após as soluções propostas serem aprovadas deverá recorrer-se à sua implementação. Para tal, é necessário reconfigurar na prática o sistema, tendo em consideração a inserção destas melhorias. Este processo só é suportado se existir um envolvimento positivo de todos os colaboradores afetos às mudanças realizadas.

### **3.6. Fase 6 – Monitorização e Sistematização**

#### **Procurar a Perfeição e Inovar Sempre**

Ocorre a reavaliação do estado da gestão da manutenção e dos indicadores. É importante analisar os resultados após as implementações de modo a identificar erros cometidos, e se a solução implementada proporcionou os resultados esperados. O seguimento das melhorias é crucial para garantir que os problemas antigos são reduzidos e/ou eliminados. O acompanhamento dos colaboradores também é fundamental pois é deles que vai depender o sucesso das implementações.

Caso o resultado seja positivo, deve-se padronizar as práticas e processos *lean* implementados. É necessário investir na formação contínua dos colaboradores e equipas de modo a que estes também sejam capazes de identificar novos problemas e de os solucionar.

## 4. Ferramentas e Métodos utilizados

No ponto anterior, verificou-se que foram decididas quais as ferramentas que serão utilizadas nas fases 2 e 3. Neste capítulo pretende-se explicitar aquelas que podem suscitar mais dúvida do porquê de serem utilizadas.

### 4.1. Inquéritos

São realizados a todos os colaboradores, independentemente do seu nível hierárquico. É-lhes pedida a identificação de três problemas e a sua respetiva descrição, com o objetivo de no final obter os problemas mais críticos segundo a perceção dos inquiridos. A criticidade dos problemas é obtida através do Diagrama de Pareto. Os inquéritos fomentam também a integração e a iniciativa de participação dos colaboradores. É provável que existam respostas que não façam sentido para o estudo pelo que é necessário realizar uma triagem, ou seja, eliminar o que não pode ser considerado problema do ponto de vista da gestão da manutenção. Poderão também existir respostas em que os colaboradores identificam como problema um efeito de uma causa. Para o diagnóstico é essencial que as causas estejam bem definidas e para tal existem duas ferramentas que auxiliam a essa identificação: 5 Porquês e Diagrama de Ishikawa, ferramentas utilizadas na fase 3.

### 4.2. Reuniões de *Brainstorming*

O *brainstorming* é amplamente usado em diversas organizações porque consiste numa técnica geral de recolha de dados (e num exercício de criatividade), que pode ser usada para identificar problemas, riscos, ideias ou soluções para problemas, usando um grupo de membros da equipa, ou especialistas no assunto (PMI, 2012). Embora seja preferível usar esta técnica na presença de um grupo com vários participantes, também é possível aplicá-la em sessões com apenas dois elementos de uma organização (Simões, 2018).

### 4.3. Auditoria 5S + 1

A Metodologia 5S + 1 (Segurança) é um processo de organização e manutenção dos postos de trabalho, designadamente em contexto industrial. Traduz um procedimento de melhoria contínua a ser realizado de forma gradual e sistemática pelos próprios intervenientes nos postos de trabalho. É um método estruturado para implementar táticas de organização e normalização na área de trabalho que conduzam a uma melhoria do desempenho pelos trabalhadores (Costa,

2009). A auditoria serve como um impulsionador à sua implementação e à detecção de não-conformidades nos postos de trabalho.

#### **4.4. BPMN (*Business Process Model Notation*)**

É um grupo de técnicas que permite modelar o processo de negócio em um diagrama que é de fácil compreensão para todos os utilizadores. É um fluxograma que representa os fluxos de atividades e como eles estão vinculados a algum objetivo de negócios. O BPMN permite o mapeamento dos processos de modo a entender a lógica do negócio, identificar os papéis de cada interveniente e todos os componentes. Em empresas que recorram à subcontratação, como é o caso do departamento de manutenção da empresa em estudo, é útil para entender como fluem as atividades e informação entre parceiros.

#### **4.5. Matriz de Idealidade (TRIZ)**

A Matriz de Idealidade é uma ferramenta do TRIZ (Teoria de Resolução Inventiva de Problemas) e permite identificar interações entre requerimentos técnicos e distinguir os efeitos positivos e negativos das iterações. O TRIZ possui como objetivo estruturar e introduzir uma metodologia ao processo criativo de resolução de problemas de forma a gerar inovação, sendo especialmente indicado para ser aplicado em problemas nas áreas de engenharia (Boavida, 2018). Esta matriz é de grande utilidade, pois pode ser construída com parâmetros livres da manutenção, o que irá permitir um melhor entendimento de como eles se interrelacionam e de como ao melhorar um requisito irá piorar ou melhorar outro.

### **5. Envolvimento das Pessoas**

Como foi referido no ponto anterior, o sucesso deste modelo depende da total colaboração dos colaboradores no processo de mudança. Para permitir este envolvimento positivo dos trabalhadores, é necessário motivá-los e mostrar que o trabalho por eles executados é crucial para o desenvolvimento contínuo de melhorias.

#### **5.1. Colaboração das pessoas numa Gestão da Manutenção *Lean***

A gestão da manutenção, por si só, tem aumentado significativamente nas empresas, em que estas procuram, em especial, uma qualificação maior que lhes possa trazer um diferencial competitivo, abandonando a ideia de um custo forçoso, mas como ferramenta na melhoria da

segurança e produtividade. Quando combinada com a filosofia *lean*, surgem novos métodos de trabalho, novas ferramentas e uma necessidade quase urgente de que as melhorias *lean* sejam implementadas, tornando o ambiente de trabalho mais exigente e fatigante (Ferreira, 2015).

Para De Treville et al. (2006), os objetivos de respeito aos colaboradores devem ser considerados de forma a reduzir a alienação através do respeito, reconhecimento e apreciação, por forma a tornar o trabalho mais interessante, reduzindo assim também a variabilidade nos processos.

## **5.2. Importância do Envolvimento de todos no processo *Lean***

A reparação naval é uma indústria com uma elevada pressão, potenciada pelas características dos elementos, bem como dos prazos restritos exigidos. É uma indústria que obriga aos colaboradores, por questões de segurança, a um constante estado de alerta que conjugado com a preocupação do trabalho a realizar, acentua o grau de exigência no desenvolvimento da actividade em termos individuais e colectivos. Todos são importantes na prevenção.

O princípio *lean* de respeito pelos princípios engloba todos os *stakeholders* chave: colaboradores, fornecedores, clientes, investidores e coletividade (Liker, 2004). Este princípio é uma expressão multilateral da necessidade de relações equilibradas e mutuamente respeitadas, de cooperação e coprosperidade com todos os *stakeholders*. É por isto, que este princípio é tudo menos trivial de entender (Emiliani, 2008).

A melhoria contínua reconhece a criatividade e a capacidade de resolução de problemas de todos os participantes. Em *lean*, os gestores devem-se esforçar de modo a utilizar o conhecimento, experiência e criatividade de todos. Isto mostra o respeito pela dignidade e valor individual dos colaboradores. A criação de um ambiente de trabalho de respeito mútuo, confiança e cooperação é fundamental para a realização de melhorias e para manter a moral e satisfação de todos.

## **5.3. Segurança**

Melhorar a segurança no local de trabalho é um tópico corrente para a melhoria contínua. As estatísticas mostram que uma alta incidência de acidentes ocorre quando um indivíduo realiza algo fora do comum, quando a área é desorganizada, ou quando as tarefas são difíceis de se executar. Reduzir os riscos no local de trabalho mostra respeito das e pelas pessoas. Todo o esforço deve ser feito para tornar o local de trabalho o mais seguro possível e a segurança nunca deve ser sacrificada em nome da produtividade. Se os padrões apropriados estiverem em vigor

e forem seguidos, então a probabilidade de um ambiente de trabalho seguro é bastante aprimorada (Gonçalves, 2017).

## 6. Discussão dos Resultados e Validação do Modelo

O projeto-piloto que se encontra em desenvolvimento está de momento na Fase 2 e a caminhar para a Fase 3 do modelo proposto. A caracterização da empresa e a recolha da informação necessária já foi executado. Semanalmente realizam-se reuniões de *brainstorming* de forma a identificar os pontos fortes, mas principalmente, os pontos fracos que se irão traduzir em oportunidades de melhoria. Esta avaliação, através da aplicação de outras técnicas e ferramentas adequadas, tem como finalidade a identificação dos problemas e dos desperdícios que se pretendem eliminar. Como trabalho mais relevante encontra-se o mapeamento do fluxo das manutenções preventivas, que tem como objetivo final a reestruturação e reformulação de como estas são executadas. Para tal está-se a utilizar a ferramenta BPMN.

Toda esta etapa, mais uma vez, vai de acordo com os princípios do *lean* e os objetivos da empresa. Já foi possível comprovar, nomeadamente com os gestores, que a inclusão de todos os colaboradores se tem mostrado um fator chave para a mudança do paradigma vigente. Este diagnóstico inicial tem permitido identificar de forma mais eficaz as fraquezas da gestão da manutenção a nível da estrutura, da mão-de-obra, do produto ou serviço, dos procedimentos e do processo de tratamento de informação.

O facto de estar uma pessoa externa à empresa a realizar este diagnóstico também traz vantagens. Beneficia-se de uma visão nova, que ajuda a revelar rapidamente os verdadeiros problemas e aqueles mais críticos, evita-se a esfera de influências internas da empresa e os juízos *a priori* sobre as pessoas e os problemas.

### 6.1. Desafios

Para uma implementação eficaz do pensamento *lean* na gestão da manutenção, é necessário que este seja aplicado da mesma forma na produção. Se tal não ocorrer, o modelo proposto não vingará, pois a cultura *lean* tem de ser inserida em todas as macro atividades da empresa.

Como já foi referido, o envolvimento dos colaboradores deve ser realizado desde o início, caso contrário, não ocorre aprendizagem nem a sistematização dos processos de melhoria. É crucial que sejam tidos em conta os fatores de motivação e satisfação. Os colaboradores são as principais ferramentas a serem motivadas. É objetivo *lean*, que exista uma maior colaboração e melhor comunicação entre os diferentes níveis hierárquicos e setores. À gestão deve-se a

atitude de direção das atividades e pessoas, para um apoio e suporte às mesmas de forma a dar continuidade à filosofia *lean*.

## 7. Conclusões

A gestão da manutenção é crítica em quase todas as atividades de gestão das organizações. As indústrias estão cada vez mais tecnologicamente desenvolvidas e competitivas. A aplicação do *lean* na manutenção deve ser enquadrada e ligada com a sua implementação na produção. Este artigo salienta ainda a importância do envolvimento dos colaboradores em todas as fases propostas no modelo apresentado.

Os desafios deste modelo prendem-se sobretudo com o fator humano e características específicas da actividade. É necessário que ocorra uma mudança de mentalidades e uma atitude proativa dos intervenientes em termos de aprendizagem e partilha de conhecimento. É necessário respeitar, envolver, desenvolver todos os interventores no processo.

Esta implementação, quando bem-sucedida, permite melhorar a atuação e agilidade da função manutenção, melhorar a eficácia da organização e ainda, desenvolver a motivação e profissionalismo dos indivíduos.

Será esperado que ao longo deste projeto se cometam erros, pelo que determinadas fases poderão ter de ser refeitas ou reanalisadas. Porém, é deste modo que se irá adquirir o *know-how* necessário para evitar que estes erros se repitam em projetos futuros.

Após a implementação bem-sucedida, com uma maturidade já observável, poder-se-á expandir esta filosofia à restante organização, criando assim um ciclo de melhoria.

## Agradecimentos

As autoras agradecem o patrocínio da Fundação para a Ciência e Tecnologia através do Projeto Estratégico UID/EMS/00667/2019 – UNIDEMI.

## Referências

- Boavida, R. (2018). *Modelo para geração de inovação sustentável: Utilização conjunta da metodologia TRIZ e da ferramenta Eco-Compass*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 96 pp.
- Carrasqueira, M. & Machado, V. (2008). Strategic logistics: Re-designing companies in accordance with Lean Principles, *International Journal of Management Science and Engineering Management*. **3**: 294-302.
- Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*. **24**: 99–123.
- Costa, J. (2009). *10 páginas sobre... Gestão 5 S*. Acedido em 29 de maio de 2019, no Web site da: GEPRIX: <http://www.geprix.com/sites/default/files/downloads/mediateca/documentos/GX%20mI036-QLD-10PagesOn-5S-V20091004.pdf>.

- De Treville, S., & Antonakis, J. (2006). *Could lean production job design be intrinsically motivating?*
- Emiliani, B. (2008). *Real Lean: The Keys to Sustaining Lean Management*. 1ª edição. Center for Lean Business Management, LLC. Wethersfield.
- Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F. & Zanin, G., (2014) Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*. **147**: 85-93.
- Ferreira, F. & Goes, R. (2015). Desafios na implantação da gestão da manutenção. *Manutenção*, pp. 4-9.
- Gonçalves, J. (2017). *Beyond Lean and the Working Environment*. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 114 pp.
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2014). Integrating Lean and Green Paradigms in Maintenance Management. *Proceedings of the 19th World Congress*. The International Federation of Automatic Control. Cidade do Cabo, África do Sul. pp. 4471 – 4476.
- Khazraei, K. & Deuse, J. (2011). *A strategic standpoint on maintenance taxonomy*, *Journal of Facilities Management*. **9**: 96-113.
- Levitt, J. (2008). *Lean Maintenance*. 1ª edição. Industrial Press, Inc. South Norwalk.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way*, 1ª edição. McGraw-Hill Education. Nova Iorque.
- Min, K. (2008). Automation and Control Systems Technology in Korean Shipbuilding Industry: The State of the Art and the Future Perspectives. *Proceedings of the 17th World Congress The International Federation of Automatic Control*. Seoul, Coreia, 6 – 11 Julho 2008. pp. 7185 – 7190.
- Mostafa, Sherif., Lee, Sang-Heon., Dumrak, Jantane., Chileshe, Nicholas, & Soltan, Hassan. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal*. **3**: 236-272.
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean*. 4ª edição. Lidel. Lisboa.
- PMI. (2012). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)*. 4ª edição. Project Management Institute, Inc. Pensilvânia.
- Simões, D. (2018). *Estudo de Melhoria dos Processos de Montagem de uma Empresa de Serviços de Engenharia*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 110 pp.
- Smith, R. & Hawkins, B. (2004) *Lean Maintenance. Reduce costs, Improve Quality and increase market share*. 1ª edição. Butterworth–Heinemann. Oxford.
- Varela, R., Murphy, H. & Linden, M. (2017). *Shipbuilding and Ship Repairs Workers around the World: Case Studies 1950-2010*. 1ª edição, Amsterdam University Press. Amsterdão.

## Curriculum Vitae:

Maria Ana dos Santos Carvalho frequenta o Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa. Está atualmente num estágio, numa empresa de reparação naval, a desenvolver o projeto que sustenta a dissertação de mestrado.

Helena V. G. Navas é Professora do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa e Investigadora do UNIDEMI - Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial. É representante da APQ na Comissão Técnica de Normalização em Atividades de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI).

## Authors Profiles:

Maria Ana dos Santos Carvalho attends the Integrated Master's degree in Industrial Engineering and Management at the Faculty of Sciences and Technology of Universidade NOVA de Lisboa. Currently undergoing an internship in a ship repair company to develop the project that supports the master thesis.

Helena V. G. Navas is Professor of Department of Mechanical and Industrial Engineering, Faculty of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa and Researcher in UNIDEMI - Unit for Research and Development in Mechanical and Industrial Engineering. She is the representative of APQ in the Technical Standardization Committee on Research Activities, Development and Innovation (RDI).