

Model to support the Lean Building Maintenance (LBM)

António Abreu - ajfa@dem.isel.ipl.pt

ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa / CTS - Uninova, Almada, Portugal

Carlos Dias - cmgalvaodias@gmail.com

ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

José Requeijo - jfgr@fct.unl.pt

UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Abstract

Nowadays, companies in global markets have to achieve high levels of performance and competitiveness to stay “alive”. Within this assumption, the building maintenance cannot be done in a casual and improvised way due to the costs related. Starting with some discussion about lean management and building maintenance, this paper introduces a model to support the Lean Building Maintenance (LBM) approach. Finally based on a real case study from a Portuguese company, the benefits, challenges and difficulties are presented and discussed.

Keywords

Lean management, Building Maintenance, Maintenance Management

Modelo de Implementação da Manutenção de Edifícios Lean

1. Introdução

A procura por modelos de gestão cada vez mais eficientes é uma das principais preocupações de qualquer gestor dos tempos modernos. A gestão Lean que teve a sua origem na década de 50 fundamentada no sistema de produção automóvel da Toyota, inspirado nas ideias propostas por Taiichi Ohno vem dar resposta às necessidades de aumento dos níveis de competitividade e eficiência, através de uma mudança da cultura empresarial, que assenta na redução ou eliminação de desperdício e na melhoria contínua dos processos.

Uma das áreas de aplicabilidade da gestão Lean é a área da manutenção, para a qual foram desenvolvidas ferramentas específicas contribuindo para uma profunda alteração do paradigma dominante [1]. No caso da indústria do imobiliário, um edifício industrial ou de escritórios, tinha no passado poucas exigências de manutenção, normalmente sempre associados a intervenções de manutenção correctiva, ou seja, actuar apenas em consequência de uma anomalia. Actualmente, os edifícios são instalações complexas, por vezes designados de “inteligentes”, que reflectem preocupações de eficiência energética, segurança, conforto, imagem, qualidade ambiental e que têm que satisfazer os requisitos associados aos processos de certificação e regulamentos [2].

Com a crescente atenção dada à manutenção dos edifícios de serviços, este artigo propõe um modelo de manutenção baseado na filosofia Lean.

2. Manutenção de Edifícios

Actualmente, os edifícios tendem a ter cada vez mais maiores dimensões e são assentes quase sempre na verticalidade, albergando equipamentos complexos que servem um número cada vez maior de utilizadores distintos. A Tabela 1 descreve a tipologia dos edifícios de acordo com a utilização. No entanto, importa distinguir manutenção de reabilitação, sendo que esta última pressupõe reequacionar o desempenho de um edifício (ou das suas soluções construtivas) definindo intervenções destinadas a incrementar o seu desempenho sendo normalmente da responsabilidade do projectista. A manutenção tem um sentido mais vasto, pois designa um conjunto de intervenções técnicas que tem como objectivos a protecção e defesa do nível de qualidade, do equipamento e do serviço procurando actuar preventivamente e proactivamente na detecção e origem de falhas [3].

Assim, caberá à manutenção a combinação de todas as acções técnicas e administrativas para que o edifício e seus elementos desempenhem, durante a sua vida útil, as funções para as quais foram concebidos [4]. Cabe ainda à manutenção proporcionar condições de conforto e segurança aos seus utilizadores, bem como, o cumprimento de um grande número de normas e legislação, não descurando a gestão eficiente dos recursos. A Tabela 2 descreve as principais funções associadas à manutenção de edifícios, organizadas de acordo com as suas principais responsabilidades, ou seja, a gestão técnica dos vários tipos de equipamentos instalados, o dar cumprimento a todas as obrigações regulamentares decorrentes dos Decreto-Lei n.º 78/2006 e nº 79/2006 e ainda gerir e organizar a actividade de manutenção.

Tabela 1- Principais tipos de edifícios de acordo com a sua utilização (adaptado do DL n.º 220/2008)

Tipo de Edifício	Utilização
Habitacionais	Edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns.
Estacionamento	Edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, para o mesmo fim.
Administrativos	Edifícios onde se desenvolvem actividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços.
Escolares	Edifícios que recebem público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens.
Hospitalares	Edifícios que recebem público, destinados à execução de acções de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento.
Espectáculos e recintos públicos	Edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebam público, destinados a espectáculos, reuniões, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, culto religioso e exposições.
Hoteleiros e de restauração	Edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário ou exercendo actividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não.
Comerciais e gares de transportes	Edifícios que recebem público, estabelecimentos comerciais onde se exponham e vendam produtos, ou ocupados por gares de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo.
Desportivos e de lazer	Edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a actividades desportivas e de lazer.
Museus e galerias de arte	Edifícios que recebem ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou a actividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico.
Bibliotecas e arquivos	Edifícios recebendo ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar os documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não.
Industriais, oficinas e armazéns	Edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de actividades industriais ou ao armazenamento

Tabela 2 - Principais funções associadas à manutenção de edifícios

<p>Funções operacionais Garantir a disponibilidade de um conjunto variado de equipamentos: Distribuição de energia, redes de fluidos, esgotos, aquecimento, ar condicionado, ventilação, elevadores, infra-estruturas civis, sistemas de segurança (detecção e combate a incêndios, videovigilância, saídas de emergência, etc.), alimentação de emergência. Ter em conta as particularidades de alguns equipamentos específicos como sejam cantinas, laboratórios, bares, posto médico. Assegurar a limpeza e gestão ambiental.</p>
<p>Funções regulamentares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumprimento dos requisitos de conforto ambiental e de qualidade do ar interior (QAI); • Monitorização de consumos e assegurar a eficiência energética; • Análise e tratamento de água; • Realizar auditorias energéticas e de QAI periódicas de acordo com a tipologia do edifício; • Assegurar a manutenção de alguns equipamentos específicos (AVAC, Elevadores, etc) por técnicos qualificados e credenciados.
<p>Funções de gestão e planeamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de planos, procedimentos e rotinas de manutenção, operação dos equipamentos e das instalações do edifício; • Gestão de obras; • Gerir da documentação do edifício e respectivos equipamentos; • Gerir recursos materiais e humanos; • Analisar as informações de desempenho recolhidas por inspecções e/ou avarias; • Adequar os planos de manutenção preventiva de acordo as taxas de ocupação do edifício e disponibilidade de mão-de-obra; • Assegurar uma resposta rápida e eficiente no caso de avaria (manutenção correctiva); • Gerir os contractos dos prestadores de serviços externos; • Elaboração do orçamento de manutenção e garantir racionalização e controlo dos custos;

3. Modelo *Lean Building Maintenance* (LBM)

O modelo LBM, como ilustra a Figura 1, tem como objectivo suportar a implementação de uma abordagem Lean associada à manutenção de edifícios.

O modelo proposto recorre a várias fases/pilares de implementação seguindo uma distribuição evolutiva e global, aonde as primeiras iniciativas visam conhecer a organização, passando depois para identificação do desperdício e numa fase mais avançada aplicar ferramentas orientadas para a criação de valor.

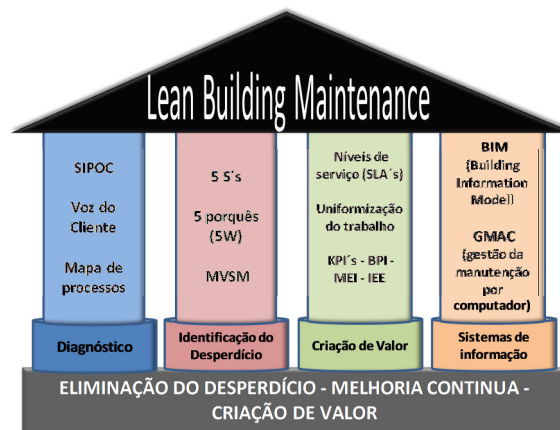


Figura 1- A casa do LBM

A primeira fase/pilar tem como objectivo efectuar um levantamento do estado actual e conhecimento da organização de modo a obter um diagnóstico o mais exacto possível sobre a organização. As ferramentas a considerar nesta fase são:

SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers*) - Deve ser utilizada para averiguar num determinado processo quem são os clientes, quais as suas necessidades e conhecer também como operam os fornecedores.

VOC (*Voice of the customer*) - A voz do cliente tem como objectivo escutar qual a opinião e as reais necessidades do cliente final.

Mapa de processos - Utilizado para o diagnóstico do serviço, através da descrição gráfica da sequência das várias actividades que estão relacionadas entre si, ou seja, o fluxo da informação, das pessoas ou materiais.

A segunda fase/pilar tem como objectivo identificar os desperdícios, ou seja, as actividades que não acrescentam valor para a organização. As ferramentas propostas para esta fase são:

MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*) - O mapeamento do fluxo de valor da manutenção pretende através de um conjunto de ícones padronizados, representar graficamente os fluxos de material, informação e de pessoas, ao longo de toda a cadeia de valor.

5 S's - Ferramenta associada à gestão visual e refere-se a um conjunto de práticas de simples aplicação, que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e dos processos tendo por base organização e limpeza do espaço de trabalho.

5 W (5 porquês, *whys*) - permite identificar as causas das anomalias detectadas (avarias ou acidentes) de modo estruturado.

A terceira fase/pilar tem como objectivo medir o impacto das melhorias que foram introduzidas, evidenciando a criação de valor para a organização. As ferramentas propostas para esta fase são:

Gestão Visual - Permite apoiar o aumento da eficácia e da eficiência dos processos tornando-os mais visíveis, lógicos e simples, facilitando a comunicação e partilha de informação necessária aos processos de tomada de decisão.

KPI's (Indicadores de desempenho) - Permitem medir o desempenho da manutenção. A norma NP EN 15341 [5] sugere um conjunto de indicadores genéricos para a monitorização da função manutenção. No entanto, no contexto da manutenção de edifícios dada a sua relevância são sugeridos os seguintes indicadores:

- **BPI** (*Building Performance Indicator*) - Indicador de desempenho do edifício que numa escala de 1-100 classifica um edifício de acordo com o seu estado físico e a sua aptidão para o uso e dos seus principais sistemas.
- **MEI** (*Maintenance Efficiency Indicator*) - permite avaliar qual a eficiência dos gastos da manutenção do edifício em função do desempenho do edifício (BPI), a sua idade e o número de ocupantes.

- IEE (Índice de eficiência energética) - Indicador específico de classificação do edifício em termos energéticos. Conversão dos consumos dos vários tipos de energia para uma unidade comum. Análise e avaliação das tendências da evolução dos consumos.

SLA's (Níveis de serviço) - Permite definir prioridades e critérios para definir o tempo de resposta ou período de tempo máximo para resolução da ocorrência. Fundamental para a relação contratual na subcontratação da manutenção.

Uniformização do trabalho - Ferramenta bastante eficiente para organizar pessoas, materiais e equipamentos. Tem como objectivo documentar e normalizar as várias tarefas ao longo da cadeia de valor.

A quarta fase/pilar tem como objectivo a implementação de um sistema de informação de modo a permitir uma gestão mais eficiente do volume de informação necessária à actividade de gestão como também no suporte à tomada de decisão. Assim, é preconizado a implementação de um sistema informático para a organização e gestão da manutenção de edifícios, usualmente designados por GMAC (Gestão da Manutenção Assitida por Computador). Em alternativa, pode ser implementado o modelo BIM (*Building Information Model*). Este modelo considera uma abordagem global da gestão da informação relativa ao edifício, considerando as suas várias fases: projecto, construção, operação e manutenção, ou seja, todo o ciclo de vida do edifício [6].

4. Caso de estudo

O edifício objecto de estudo, está localizado no concelho de Lisboa, com a fachada principal orientada a Norte e foi concluído em 1985. O edifício possui uma área útil de 11666 m², com utilização administrativa e com cerca de 300 utilizadores permanentes. O edifício é constituído por 23 pisos mais coberturas, aos quais corresponde uma área total bruta de aproximadamente 18000 m². Resumidamente, a sua caracterização ocupacional é a seguinte:

- Subcave: Este é o piso mais “técnico” do edifício, localizando-se aqui a Central de Ar Condicionado, o Grupo Electrogéneo de Emergência, o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), as Centrais hidropressoras de Água Potável e de Incêndios, o Parque de Estacionamento e outros elementos necessários à gestão técnica do edifício;
- Cave: Este piso tem alojado o *Datacenter*, a oficina de apoio à manutenção do edifício, o auditório, o armazém da cozinha e outros espaços que servem maioritariamente para arquivo de documentação. A entrada logística do edifício faz-se pela cave;
- Rés-do-chão: Além de ser a entrada principal do edifício, é aqui que funciona o refeitório e respectiva cozinha (aproximadamente 200 refeições/dia). A central telefónica encontra-se instalada neste piso;
- Piso 1: Neste piso, encontram-se alojados o posto médico e o economato; No terraço: a torre de Refrigeração, diversos ventiladores de renovação do ar e algumas unidades autónomas de ar condicionado
- Pisos 2 a 20: Estes pisos são constituídos quase exclusivamente por gabinetes e salas de reuniões;
- Terraço da cobertura (piso 20): Além da casa das máquinas dos elevadores, estão aqui instalados a maioria dos ventiladores pertencentes ao sistema de Renovação de Ar;

Com objectivo de identificar os desperdícios, ou seja, as actividades que não acrescentam valor a Figura 2, ilustra a aplicação da ferramenta MVSM a um processo de manutenção actual.

Sendo esta uma ferramenta que analisa os tempos consumidos nas várias etapas dos processos (*lead time*) foi necessário adaptar este conceito para a manutenção, pois trata-se de um serviço não regular distinto de um processo de produção em série, surgindo então o tempo total de imobilização, ou seja, o tempo em que o equipamento deixa de desempenhar a sua função até o momento de entrar em operação novamente, designando-se este tempo por *Mean Maintenance Lead Time* (MMLT) [7].

O lead time da manutenção (MMLT) pode ser dado pela seguinte expressão:

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY$$

Sendo:

MTTO = Mean Time To Organize (tempo médio até o 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);

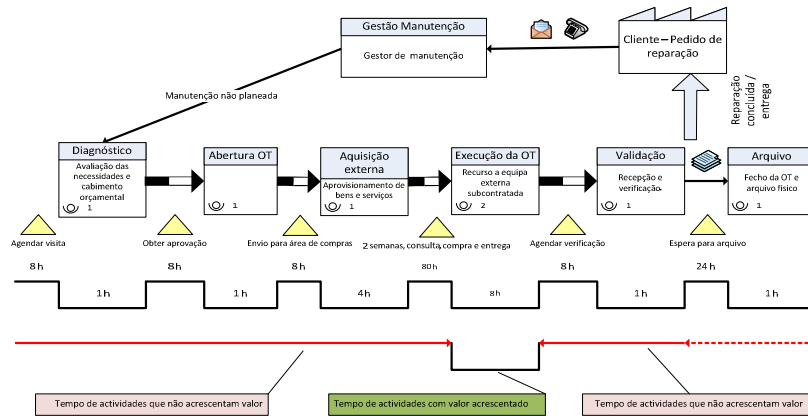


Figura 2 - MVSM de um processo de manutenção actual

Verifica-se nesta situação que o nível organizacional é bastante falível e que existem elevados tempos de espera e actividades desnecessárias. Uma actuação sobre os tempos das actividades que não criam valor será a opção mais indicada para reduzir o tempo total de imobilização, conforme se pode observar na Figura 3 o MVSM futuro, considerando as oportunidades de melhoria. A Tabela 3 apresenta os tempos apurados.

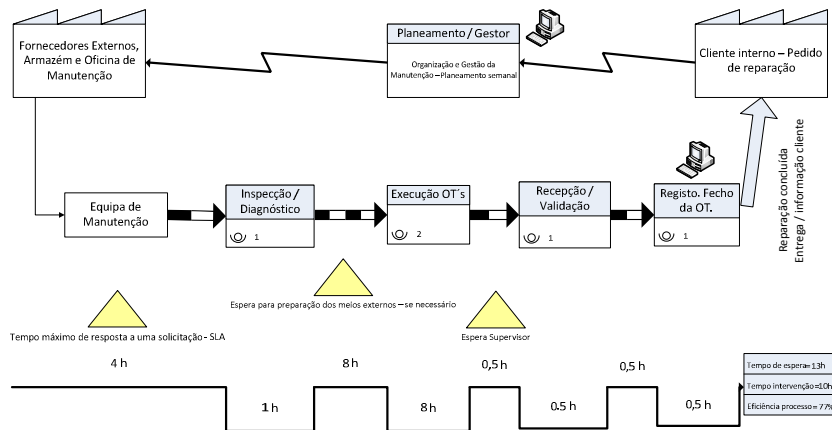


Figura 3 - MVSM de um processo de manutenção futuro

Tabela 3- MVSM resumos de tempos dos processos

Tempos dos processos	MVSM - Caso actual (h)	MVSM - Caso Futuro (h)
Tempo médio até o início da reparação (MTTO)	104	13
Tempo médio de reparação (MTTR)	8	8
Tempo médio para o equipamento entrar em operação (MTTY)	9	2
Tempo para conclusão do processo (fecho da OT) (h) (não contabilizado)	25	0
Tempo de espera (h)	112	13
Tempo de intervenção (h)	15	10
Tempo total de imobilização (MMLT)	121	23
Eficiência da manutenção (MTTR/ MMLT)	7%	35%
Eficiência do processo (tempo espera/tempo intervenção)	13%	77%

Verifica-se assim uma redução significativa do tempo total de imobilização, que se deve às seguintes propostas de melhoria consideradas no MVSM futuro:

- Utilização de um programa informático de gestão de manutenção (GMAC), de modo a facilitar a comunicação e organizar a informação, diminuindo o tempo de resposta.
- Recurso a subcontratação da manutenção geral com valores base previamente acordados e aprovados, reduzindo os tempos e eliminação de algumas actividades que não criam valor;
- Definição de níveis de serviço (SLA) a incluir na subcontratação, com a contratualização do tempo máximo de resposta a um pedido de intervenção.

Com o objectivo de medir o impacto das melhorias que foram introduzidas ao nível da organização, foram determinados dois indicadores de desempenho: BPI (*Building Performance Indicator*) e MEI (*Maintenance Efficiency Indicator*).

O cálculo do BPI é realizado com base na equação desenvolvida por Shohet [8], que é definida por:

$$BPI = \sum_{k=1}^k W_k * P_k$$

Sendo:

k - O número de sistemas em que é decomposto o edifício.

P_k - Define o *estado* de conservação de cada sistema.

W_k - Ponderação associada a cada sistema. O peso a ser atribuído tem por base o custo de cada sistema em relação ao custo global durante o ciclo de vida do edifício.

Logo, como primeiro passo devemos identificar os principais sistemas funcionais necessários ao bom funcionamento do edifício. No caso de estudo, foram considerados dez sistemas principais que representam as principais funções do edifício. Assim, vamos ter um valor de $k=10$. A Tabela 4 ilustra os pesos que foram atribuídos aos 10 sistemas considerados.

Tabela 4- Divisão do edifício em sistemas e respectiva ponderação

SISTEMA	W_k
Estrutura	10
Sistemas de vigilância (CCTV)	5
Construção Civil interiores: Caleiras, estores, caixilharia, portas, fechaduras, etc	15
Sistema automático de Detecção e Extinção de Incêndio e Extintores	10
Instalações de Águas e Esgotos, grupos de bombagem de esgotos e hidropressores	10
Elevadores e monta-cargas	5
Instalações Eléctricas e pequenas intervenções gerais	10
AVAC (Instalação Geral e equipamentos)	15
Telecomunicações	5
Alimentação de emergência - grupos electrogéneos, UPS, <i>data center</i> e baterias	15
Total	100

Para cada um dos sistemas considerados foi atribuída uma classificação, P_k , com base numa escala de 1-100 e que tem em conta os seguintes elementos básicos:

- Avaliação do estado do sistema;
- Anomalias existentes;
- Tipo de política/estratégia de manutenção implementada pela organização.

Para cada um dos sistemas e ponderando os vários elementos, o valor de P_k para cada sistema k é calculado com base na seguinte equação:

$$P_k = C_k * W(C)_k + F_k * W(F)_k + PM_k * W(PM)_k$$

Onde:

C_k - Número da escala de 0 a 100 pontos, onde é expresso o desempenho do sistema;

$W(C)_k$ - Peso atribuído às condições do componente do sistema k ;

F_k - Frequência de anomalias, considerando um valor entre 100 (nenhuma anomalia em 12 meses) e 20 (anomalias frequentes - em média 12 anomalias em 12 meses);

$W(F)_k$ - O peso das anomalias no sistema k ;

PM_k - Pontuação para manutenção preventiva, avalia o cumprimento dos procedimentos recomendados para cada sistema;

$W(PM)_k$ - Peso da manutenção preventiva no sistema k ;

A soma dos pesos dos vários elementos, $W(C)_k + W(F)_k + W(PM)_k$ deve ser igual a 1.

A avaliação para estes elementos decorre de vistorias que são efectuadas e são obtidas através da atribuição de uma classificação conforme ilustra a Tabela 5.

Tabela 5 - Grelha de classificação dos vários elementos P_k (adaptado de Shohet [8])

0 ...	20	...	40	...	60	...	80	...	100
Perigoso		Muito degradado		Satisfatório		Bom		Muito Bom	

A combinação final destes três factores traduz o nível de desempenho para cada um dos sistemas P_k . A Tabela 6 ilustra os valores utilizados no cálculo do BPI.

De acordo com a classificação proposta por Shohet [9], indicada na Tabela 7, podemos concluir que o valor obtido para BPI(73,4) reflecte a idade do edifício (cerca de 30 anos) e a necessidade de efectuar algumas intervenções de melhoria.

Individualmente verifica-se o peso dos sistemas eléctricos e alimentação de emergência, consequência da existência de um *datacenter* e os necessários sistemas de apoio.

Além da avaliação das condições atuais do edifício e de cada um de seus sistemas, este indicador tem por objectivo fornecer elementos para análise da evolução da manutenção e eventuais comparações (*benchmarking*) com outros edifícios. Ao incorporar uma componente financeira no desempenho da manutenção do edifício, o gestor da manutenção fica com uma nova perspectiva e uma melhor capacidade de decisão face a algumas intervenções que terá que avaliar.

Tabela 6 - Cálculo do BPI

SISTEMA	C_k	$W(C)_k$	F_k	$W(F)_k$	PM_k	$W(PM)_k$	P_k	W_k	BPI
Estrutura	60	45%	30	45%	100	10%	50,5	10%	5,1
Sistemas de vigilância (CCTV)	80	25%	80	25%	100	50%	90	5%	4,5
Construção Civil interiores: Caleiras, estores, caixilharia, portas, fechaduras, etc	50	45%	60	45%	100	10%	59,5	15%	8,9
Sistema automático de Detecção e Extinção de Incêndio e Extintores	90	20%	80	20%	100	60%	94	10%	9,4
Instalações de Águas e Esgotos, grupos de bombagem de esgotos e hidropressores	50	30%	30	30%	100	40%	64	10%	6,4
Elevadores e monta-cargas	90	20%	80	20%	100	60%	94	5%	4,7
Instalações Eléctricas e pequenas intervenções gerais	80	25%	60	25%	100	50%	85	10%	8,5
AVAC (Instalação Geral e equipamentos)	40	40%	20	30%	100	30%	52	15%	7,8
Telecomunicações	85	20%	60	20%	100	60%	89	5%	4,5
Alimentação de emergência - grupos electrogéneos, UPS, <i>data center</i> e baterias	85	25%	80	25%	100	50%	91,25	15%	13,7
Total BPI									73,4

Tabela 7 - Categorias de resultados do BPI (adaptado de Shohet [9])

BPI > 80	Edifício em bom estado de conservação
70 < BPI ≤ 80	Edifício apresenta degradação em alguns elementos
60 < BPI ≤ 70	Edifício deteriorado a necessitar de manutenção
BPI ≤ 60	Edifício globalmente muito degradado

O MEI (*Maintenance Efficiency Indicator*) é calculado através da fórmula desenvolvida por Shohet [9]:

$$MEI = \frac{AMC}{BPI * AC_y} * \frac{1}{OC} * ic$$

Sendo :

AMC - Custo Anual de Manutenção do edifício [€/m²];

BPI - Indicador de desempenho do edifício;

AC_y - Coeficiente de idade para o ano y

OC - Coeficiente de ocupação;

ic - Índice de preços.

Os custos anuais de manutenção (€/m²) são determinados de acordo com os custos de manutenção preventiva dos vários sistemas do edifício, bem como, os custos de substituição e de fim de vida útil dos sistemas. O coeficiente de idade é a razão entre o valor anual de manutenção para um determinado ano e o valor total do orçamento da manutenção para uma duração estimada de 75 anos, reflectindo as grandes substituições que ocorrem em cada 20/30 anos. No cálculo do coeficiente de idade e do índice de ocupação do edifício, como aproximação foram utilizados os cálculos desenvolvidos por Shohet [8], conforme ilustra a Figura 4.

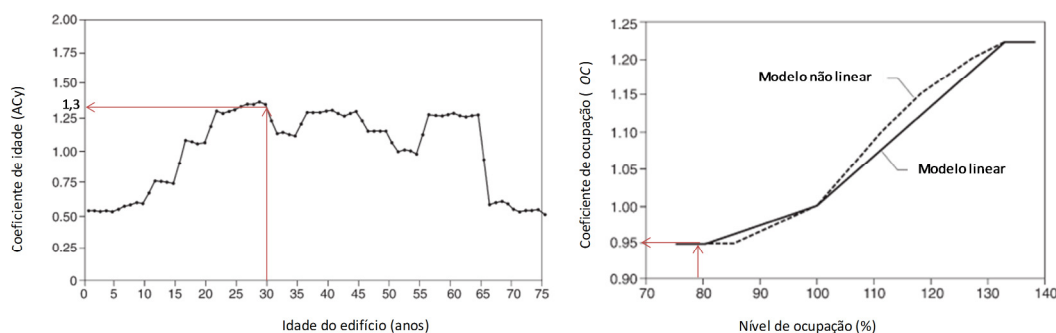


Figura 4 - Determinação do coeficiente de idade e nível de ocupação

Assim no ano de 2015, o coeficiente de idade será AC=1,3. Dado o número de colaboradores residentes no edifício podemos considerar que o seu nível de ocupação será de cerca de 80% da capacidade total, a que corresponde um coeficiente de ocupação OC = 0,95.

Neste estudo não foi considerada a correcção do nível de preços pelo que se considera i=1. A Tabela 8 ilustra os valores utilizados no cálculo do MEI.

Tabela 8 - Dados utilizados no cálculo do MEI

Dados do edifício	Valores	Un
Área bruta	17 695,00	m ²
Utilizadores diários	300	
Conclusão construção	1985	
Despesa anual da Manutenção	427 707,00	€
Despesa anual da Manutenção /área	24,17	€ por m ²
Coeficiente de idade para o ano 2015 (AC)	1,3	
Coeficiente de ocupação	0,95	
Indicador de desempenho do edifício (BPI)	73,4	
Índice de preços (i)	1	
MEI (Indicador de eficiência de manutenção)	0,27	

De acordo com a classificação proposta por Shohet [9] e indicação de valores standard para 3 tipos de edifícios distintos, conforme ilustrado na Figura 5, podemos concluir que o valor obtido para o MEI (0,27) indica que os recursos de manutenção estão a ser utilizados com eficiência e são considerados aceitáveis para o tipo de edifício em estudo.

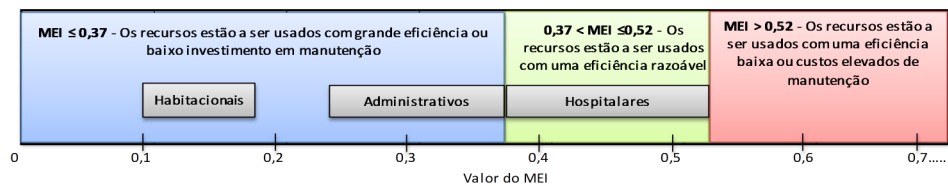


Figura 5 - Classificação do MEI, (adaptado de Shohet [9])

5. Conclusões

Os métodos de trabalho e de gestão herdados do passado estão cada vez menos adaptados às turbulências do mundo moderno. A gestão Lean, é uma filosofia de gestão que tem como principal objectivo a eliminação ou redução das actividades que não geram valor para o cliente. O modelo proposto designado por LBM (*Lean Building Maintenance*) para a manutenção de edifícios procura combinar os conceitos da gestão Lean com as especificidades associadas à manutenção de edifícios de serviços, nomeadamente, na garantia dos padrões de conforto e qualidade do serviço prestado aos utilizadores, no cumprimento de requisitos legais, na adaptação à complexidade das tecnologias e funcionalidades do edifício, em conformidade com as questões de segurança e ambiente.

O LBM pretende ser um modelo de suporte à implementação de uma cultura Lean na gestão de manutenção de edifícios, proporcionando aos gestores um conjunto organizado e evolutivo de ferramentas e conceitos que despertem a atenção da organização para as vantagens da implementação de uma gestão Lean.

O caso de estudo permitiu ilustrar a aplicabilidade do modelo proposto assim como as vantagens associadas.

Bibliografia

- [1] R. Smith e B. Hawkins, *Lean Maintenance. Reduce costs, Improve Quality and increase market share*, Oxford, UK: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
- [2] J. Cabral, *Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*, Lisboa: LIDEL, 2013.
- [3] A. Tavares, *Gestão de Edifícios, Informação Comportamental. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Especialização em Construções Civas*, Porto: Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2009.
- [4] ISO-15586-1, *Buildings and constructed assets - Service life planning*, International Standard, 2011.
- [5] IPQ, *NP EN 15341 Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*, Lisboa: Instituto Português da Qualidade, 2009.
- [6] C. Gonçalves, *Gestão Manutenção em Edifícios: Modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)*- Dissertação de Doutoramento em Engenharia Industrial, Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2014.
- [7] S. Kannan, Y. Li, N. Ahmed e Z. El-Akkad, *Developing a maintenance value stream map*, Knoxville, USA: Department of Industrial and Information Engineering, University of Tennessee, 2009.
- [8] I. Shohet, *Performance-Based-Maintenance of Public Facilities: Principles and Implementation*, Israel: Construction Management Program Department of Structural Engineering Ben-Gurion University of the Negev, 2010.
- [9] I. Shohet e L. S, *Integrated maintenance monitoring of hospital buildings*, Construction Management and Economics, 2003.