

# A APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PARQUES EDIFICADOS ESCOLARES

Sónia Raposo\*  
sraposo@lneec.pt

Manuel Fonseca†  
mfonseca@lneec.pt

Jorge de Brito‡  
jb@civil.ist.utl.pt

## Resumo

Existem inúmeros estudos de investigação que têm vindo a demonstrar que métodos de análise de risco como o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e o *Reliability Centred Maintenance* (RCM) podem ser aplicados, com inúmeras vantagens, na definição de estratégias de manutenção de parques edificados. Estes métodos de análise de risco permitem, de uma forma qualitativa ou quantitativa, a identificação de riscos, em sistemas mais ou menos complexos, dos mecanismos que podem induzir o aparecimento desses riscos e das formas de prevenir ou minimizar as respectivas consequências. A associação destes métodos com o conceito de análise de custos ao longo da vida útil do edifício, *whole life costing*, permite definir opções de manutenção de uma forma objectiva e fundamentada.

Nesta comunicação, são apresentados os métodos de análise de risco referidos, são apresentadas algumas das linhas de investigação que têm vindo a ser seguidas a nível internacional e são discutidas as possibilidades e vantagens de aplicação destas metodologias ao caso do parque edificado das escolas do 1º ciclo da cidade de Lisboa.

*Palavras-chave:* Estratégias de manutenção, Análise dos modos de falha e dos seus efeitos, Gestão da manutenção, Escolas primárias.

## 1 Introdução

A gestão de parques edificados, como os escolares públicos, abrange um conjunto de processos e de actividades que têm como finalidade prever, adap-

---

\* Assistente de Investigação. N. Tecnologia da Construção, Dept. Edifícios, LNEC.

† Investigador Principal. N. Economia e Gestão da Construção, Dept. Edifícios, LNEC.

‡ Professor Associado com Agregação. Dept. Engenharia Civil e Estruturas, IST.

tar e fornecer os meios imobiliários necessários à actividade de ensino, fornecendo-os nas melhores condições de segurança, de uso, de custo global e de conforto. A entidade gestora deve considerar aspectos de ordem estratégica, de gestão das propriedades e de gestão técnica. A gestão será tanto mais eficaz e eficiente quanto melhor for a gestão de informação sobre o património gerido e as actividades e recursos humanos envolvidos.

A gestão da manutenção deve ser considerada como uma actividade integrada nas restantes funções de gestão do parque edificado, estando condicionada por opções estratégicas e financeiras da entidade gestora. O estado de conservação ou de degradação física dos edifícios é um dos elementos a ter em conta, nas opções de realização da actividade de manutenção. A realização de inspecções aos edifícios resultam em relatórios de constatações sobre a localização, frequência e extensão das anomalias que são avaliados com base em critérios que, de uma forma geral, têm em conta a análise do risco da existência de cada anomalia face à segurança e saúde dos utilizadores e à utilização dos espaços para os fins previstos.

Diversos métodos de análise de risco como o *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* e o *Reliability Centred Maintenance (RCM)* têm sido utilizados e adaptados ao sector da construção em diversas áreas, como a da manutenção dos edifícios. São métodos que permitem a análise de sistemas ou componentes cujo grau de deterioração e de comportamento em serviço se reveste de graus de incerteza grandes o que se reflecte no planeamento e na definição de opções de manutenção.

## 2 Os métodos FME(C)A e RCM

O método *FMEA* é um método de análise de risco indutivo, que permite avaliar, para um sistema ou componente, os modos de falha possíveis, as respectivas causas, efeitos, os meios de detecção e prevenção e de mitigação dos seus efeitos. São sete os passos principais de aplicação do método [1]: análise e hierarquização do sistema (1), selecção do subsistema a analisar (2), estudo funcional e selecção de um estado de funcionamento (3), identificação dos modos potenciais de falha (4), identificação dos efeitos possíveis dos modos de falha (5), identificação das respectivas causas (6) e identificação dos métodos de detecção e prevenção (7). Num estudo com análise de criticidade *FME(C)A*, são estimados factores de gravidade do modo de falha em estudo (S), de probabilidade de ocorrência (O) e de probabilidade de detecção (D). A análise da criticidade passa pelo cálculo do Número de Risco de Prioridade (NPR) calculado pelo produto dos três factores referidos.

Lair [2] descreve as potencialidades de utilização do *FMEA* durante as fases de concepção e instalação (construção) e utilização (tabela 1).

Tabela 1: Utilização do método FMEA nas fases de concepção (instalação) e uso [2].

Fase do processo construtivo		Resultados	Objectivos
Concepção e Instalação	Análise de Risco	Melhorar a qualidade e a fiabilidade durante a fase de concepção através da identificação de potenciais problemas e da estudo de prioridades.	Identificação dos pontos fracos/sensíveis do produto ou componente.
	Gestão da Qualidade	Melhorar os procedimentos de construção / instalação (transporte, armazenamento e montagem) e de uso. Identificação de fontes de problemas e desenvolvimento de listas de verificação.	Identificação de operações críticas (instalação, uso) ou de componentes críticos que provocam situações de degradação ou de falha.
Uso	Manutenção preventiva	Melhorar os procedimentos de manutenção proactiva através da identificação de problemas, atribuição de prioridades e de propostas de soluções de manutenção.	Previsão do comportamento potencial do elemento ao longo do tempo e avaliação da criticidade das possíveis consequências.
	Manutenção condicionada	Melhorar os procedimentos de manutenção reactivos através da identificação de problemas e prioridades e proposta de soluções de manutenção ou de reparação.	Identificação dos sintomas de aviso de falha, diagnóstico da degradação, previsão do comportamento futuro e avaliação da sua criticidade.
	Manutenção correctiva	Melhorar os procedimentos correctivos através de explicação da falha e da proposta de soluções de reparação.	Identificação da causa da falha através da observação e diagnóstico.

O método *RCM* tem como finalidade analisar as consequências da ocorrência de falhas. Refira-se que a ocorrência de falha, por si só, pode não ser relevante ou importante para o funcionamento do componente ou sistema.

### 3 Estratégias de manutenção de edifícios

A utilização integrada do *FMEA* e do *RCM* na definição de estratégias de manutenção de parques edificados, tem sido estudada no Reino Unido, pela Universidade de Dundee [3][4] e pelo BRE [2]. Em França, o CSTB tem vindo a desenvolver actividade de aplicação do método *FME(C)A* como auxiliar de decisão de realização de actividades de manutenção [2][5].

#### 3.1 Fases de desenvolvimento do método integrado

Na figura 1, apresenta-se esquematicamente as fases de desenvolvimento do método britânico, designado de integrado, porque incorpora a utilização dos métodos *FMEA* e *RCM* [4]. Uma das fases críticas, consiste na realização do chamado modelo de integração física e funcional. Este modelo é realizado

através da atribuição a cada elemento físico do edifício de uma ou mais exigências funcionais que esse elemento deve desempenhar.

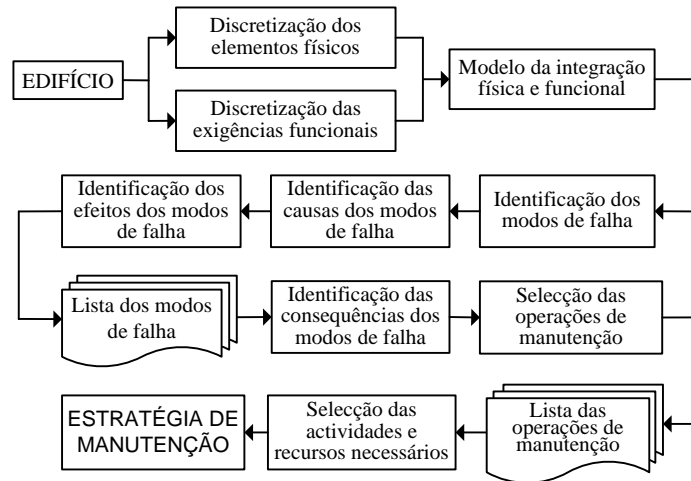


Figura 1: Fases de desenvolvimento do método britânico [2][3][4].

Na figura 2, apresenta-se um extracto do modelo da integração funcional, considerando exigências de segurança, salubridade e conforto. Cada exigência foi dividida em sub-exigências em que, por exemplo, para a exigência de segurança, foram considerados os aspectos de: resistência mecânica e estabilidade (RME), segurança ao incêndio (SI), segurança contra intrusão e vandalismo (SIV) e segurança na utilização (SU) [6].

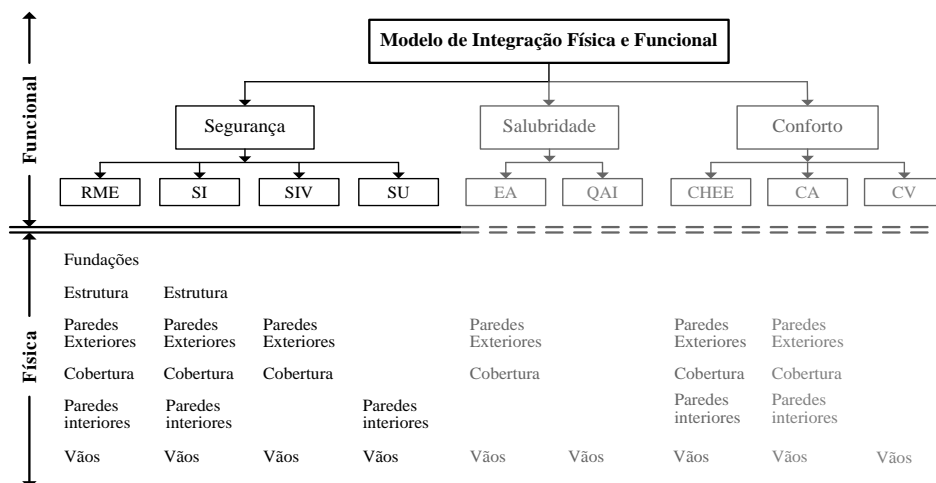


Figura 2: Modelo de integração física e funcional (adaptado de [4]).

A identificação da exigência funcional de cada elemento permite estudar, através do *FMEA*, os potenciais modos de falha (MF), as respectivas causas e os efeitos da ocorrência da falha. Este método é na sua essência exaustivo e nele devem ser encaradas todas as possíveis causas do MF, que podem abranger: má concepção, má adequabilidade de materiais ao uso previsto, degradação natural dos materiais e falta de manutenção.

Listados os efeitos da ocorrência de um dado modo de falha, estes são avaliados através do método de decisão *RCM* que permite estudar o respectivo impacto ao nível da saúde e segurança dos utentes, económico ou de utilização do espaço [4]. A segunda fase de aplicação do *RCM* consiste na avaliação e selecção do tipo de trabalhos de manutenção face ao impacte do MF (figura 3).

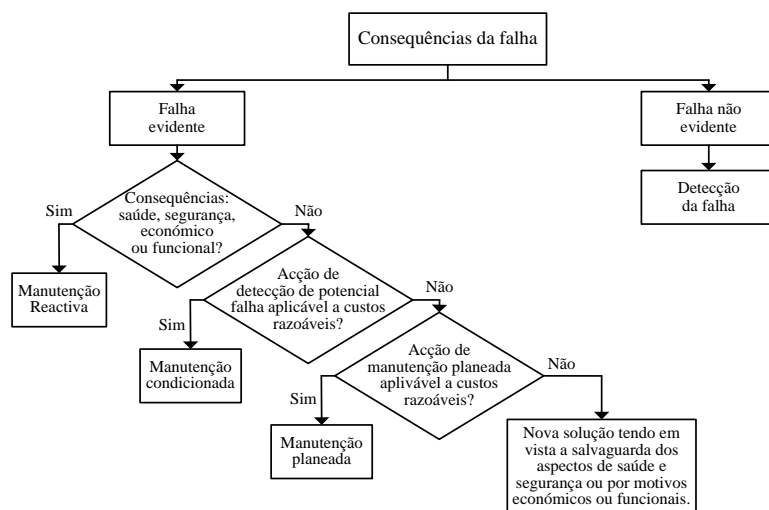


Figura 3: Análise lógica da selecção do trabalho de manutenção [4].

O método de análise integrado termina com a definição dos recursos necessários à execução das actividades de manutenção seleccionadas: recursos humanos, materiais, recursos informáticos equipamento de inspecção e ensaio e informação actualizada de cada edifício.

## 4 Aplicação às escolas EB1 da cidade de Lisboa

O parque edificado das escolas básicas EB1 da cidade de Lisboa é constituído por cerca de 90 edifícios, tendo sido escolhidos 5 deles, para estudo e aplicação do método que está a ser desenvolvido, no trabalho de doutoramento em curso, com base nos métodos de análise de risco.

O trabalho recorre ao desenvolvimento de bases de informação (módulos), contendo informação sobre os edifícios em estudo, relatórios das visitas efectuadas em 2007 [7] e a efectuar em 2009, fichas de anomalias e de trabalhos de

manutenção (e custos) existentes na Câmara Municipal de Lisboa (entidade gestora) e fichas existentes no país e em países europeus.

A actividade de manutenção nas EB1 de Lisboa, à semelhança de outros parques edificados públicos, tem um carácter essencialmente reactivo. Este tipo de trabalho raramente é o mais económico e mais eficaz, sendo necessário criar bases de conhecimento e de informação que permita à entidade gestora poder objectivamente seleccionar as melhores opções de manutenção.

## 5 Conclusões

Os métodos *FMEA* e *RCM* têm sido adoptados com resultados muito positivos na gestão da manutenção de parques edificados de outros países. A sua utilização permite estudar formas de optimização da selecção das actividades de manutenção a executar, optimizando a utilização dos recursos humanos e técnicos e reduzindo os gastos em matérias primas, energia e combustíveis. A informação obtida através destes métodos (e de outras fontes de informação) permitirá ao gestor definir a melhor estratégia de manutenção.

## 6 Bibliografia

- [1] Costa e Silva, S. R. *et al.* Metodologia *FMEA* e sua aplicação à construção de edifícios, *Encontro Nacional sobre Qualidade e Inovação na Construção QIC2006*, Novembro 2006: pp. 123-141.
- [2] Talon, A. *et al.* *State of the Art Report on Failure Modes Effects and Criticality Analysis. Research for and Application to the Building Domain*, CIB W80 / RILEM 175SLM: Service Life Methodologies Prediction of Service Life for Buildings and Components, 2005.
- [3] El-Haram, M. & Horner, Practical application of *RCM* to Local Authority Housing: A pilot study, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(2), 135-143.
- [4] El-Haram, M. & Horner, M. Application of the principles of ILS to the development of cost effective maintenance strategies for existing building stock, *Construction Management and Economics*, 2003 (21), 283-296.
- [5] Hans, J. *et al.* FMECA in Building Construction, a State of the Art. *UEAtc Workshop/Seminar on Construction Product Durability*, Madrid, Outubro 2005.
- [6] Vasconcelos Paiva *et al.* *Recomendações Técnicas para Equipamentos Sociais - Creches. Novos estabelecimentos e estabelecimentos existentes.* Relatório 396/2007 (Confidencial). LNEC, Dezembro de 2007.
- [7] Raposo, S. *et al.* Survey of the State of Degradation of the School Buildings of the Lisbon Region, *Durability of Building Material and Components II*, Istambul, Maio 2008: pp. 1789-1796.