

II Congresso Internacional e  
VI Encontro Nacional  
de **RISCOS**

Auditório da Reitoria  
Universidade de Coimbra

22 a 25 de Maio de 2010

**METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO E ORDENAÇÃO  
DE MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO  
APLICAÇÃO A UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR DE MUITO GRANDE ALTURA**



João C Gaspar Vasconcelos  
João Ventura

## **INTRODUÇÃO**

- **Finalidade do estudo**
  - A aplicação de medidas SCIE em edifícios existentes, face a constrangimentos que se verificam nessas estruturas
  - Nova Regulamentação SCIE
- **Fundamentos da Metodologia**
- **Descrição da Metodologia**
- **Aplicação prática do método EC a um edifício de habitação de muito grande altura**
- **Análise dos resultados obtidos**
- **Conclusões**

## INTRODUÇÃO

# METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO E ORDENAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO A UM EDIFÍCIO

↳ Por facilidade de expressão, Método EC

## FINALIDADE DO ESTUDO



**“Medidas de segurança contra incêndio do património cultural: um método para a quantificação da sua eficácia e identificação de prioridades”**

**FiRETECH (Fire Risk Evaluation to European Cultural Heritage)**

**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**

- **Edifícios do Património cultural;**
  - **Constrangimentos na implementação de medidas de prevenção e protecção contra incêndio;**
- **Permite determinação das relações de eficácia e de eficácia/custo das medidas a implementar;**
- **Apoio com uma folha Excel “Cost-Effectiveness”.**

## FUNDAMENTOS DO MÉTODO EC



```
graph LR; A[FUNDAMENTOS DO MÉTODO EC] --> B[Essencialmente, uma de ferramenta de apoio à decisão];
```

Essencialmente, uma de  
ferramenta de apoio à  
decisão

## Método de Análise Hierárquica

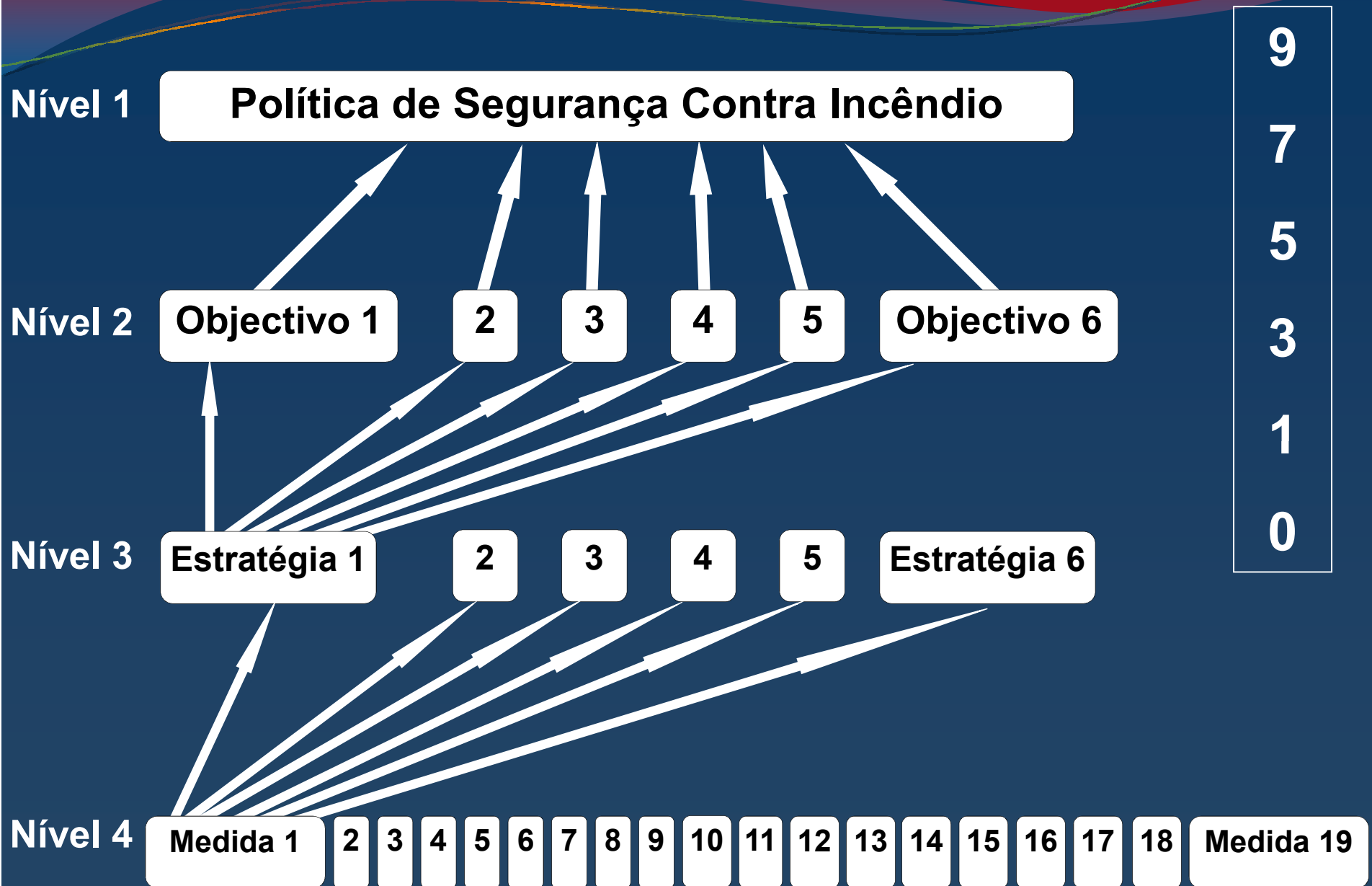
Operacionalizado com o apoio da folha Excel  
“Cost-Effectiveness”

## Método de Delphi

Painel de Peritos

Comissão de Peritos em Segurança Contra Incêndio  
(CPSCI)

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC



## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

**Política de Segurança Contra Incêndio**



**Redução do risco de  
incêndio**



## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

**Objectivo 1**

**Protecção dos ocupantes**

**Objectivo 2**

**Protecção dos bombeiros**

**Objectivo 3**

**Protecção do edifício**

**Objectivo 4**

**Protecção do conteúdo**

**Objectivo 5**

**Continuidade da actividade**

**Objectivo 6**

**Protecção do ambiente**

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

**Estratégia 1**

**Reduzir a probabilidade de início de incêndio**

**Estratégia 2**

**Limitar o desenvolvimento/  
propagação do incêndio**

**Estratégia 3**

**Facilitar a evacuação do edifício**

**Estratégia 4**

**Facilitar o combate ao incêndio e o  
salvamento**

**Estratégia 5**

**Limitar os efeitos dos produtos  
extintores no edifício ou recinto**

**Estratégia 6**

**Limitar os efeitos dos produtos  
resultantes do incêndio**

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

- 
- |           |   |  |
|-----------|---|--|
| Medida 1  | → | Reacção ao fogo dos materiais de construção                      |
| Medida 2  | → | Resistência ao fogo da estrutura                                 |
| Medida 3  | → | Resistência ao fogo dos elementos com função de compartimentação |
| Medida 4  | → | Dimensão dos compartimentos corta-fogo                           |
| Medida 5  | → | Características e localização de aberturas nas fachadas          |
| Medida 6  | → | Distância entre edifícios vizinhos                               |
| Medida 7  | → | Geometria das vias de evacuação                                  |
| Medida 8  | → | Condições de acesso para bombeiros                               |
| Medida 9  | → | Meios de detecção de incêndio                                    |
| Medida 10 | → | Meios de extinção de incêndio                                    |

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

**Medida 11**

**Controlo de fumos**

**Medida 12**

**Sinalização de alarme e emergência**

**Medida 13**

**Bombeiros privativos ou brigadas de 2ª intervenção**

**Medida 14**

**Localização e tipo de corporação de bombeiros**

**Medida 15**

**Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio**

**Medida 16**

**Educação para a prevenção de incêndios**

**Medida 17**

**Planos de emergência e respectivo treino**

**Medida 18**

**Gestão das operações de salvados**

**Medida 19**

**Fiscalização das condições de segurança**

### Graus de implementação de medidas

O grau varia entre:

- Zero (0) - Quando a medida está ausente, não se aplica ou não existe possibilidade de implementação
- Um (1) - Que significa a sua plena efectivação.

E deve ter em atenção:

- Praticabilidade
- Fiabilidade
- Desempenho

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

### Graus de implementação de medidas / Alternativas

#### Análise de cada medida:

- Alternativa 0 (zero) – Situação existente
- Alternativa 1 (um) – Mínimo a implementar  $\Rightarrow$  Preço (kEuros)
- Alternativa 2 (dois) – Plena implementação  $\Rightarrow$  Preço (kEuros)

Medida	ALTERN. Zero	ALTERN. 1	Descrição	Custo (kEuro)	ALTERN. 2	Descrição	Custo (kEuro)
<b>M9 -</b> Meios de deteccção de incêndios	<b>0,05</b>	<b>0,40</b>	Deteccção de incêndios nas cozinhas dos apartamentos	18,0	<b>0,60</b>	Alternativa 1 + Deteccção de incêndios nas salas	22,4

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

Informação produzida pela folha de cálculo  
Cost\_Effectiveness.xls

### Índice de eficácia das medidas

$$E(PO) = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{19} OB(i) \cdot ST(ji) \cdot M(kj) \cdot G(k)$$

$$E(OBi) = \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{19} ST(ji) \cdot M(kj) \cdot G(k)$$

Uma perspectiva do grau com que o conjunto de medidas de uma determinada alternativa influencia a concretização da Política ou cada Objectivo, proporcionando a comparação entre as alternativas.

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

Informação produzida pela folha de cálculo  
Cost\_Effectiveness.xls

### Relação eficácia/custo

- A relação eficácia/custo da Alternativa 1 em relação à Alternativa 0 representa um contributo importante para a PO, atendendo ao seu custo?
- Ou será mais vantajoso o investimento na Alternativa 2?

$$\frac{E(PO)_1 - E(PO)_0}{\left( \sum_{k=1}^{19} C_k \right)_1}$$

$$\frac{E(PO)_2 - E(PO)_0}{\left( \sum_{k=1}^{19} C_k \right)_2}$$

$$\frac{E(OB_i)_1 - E(OB_i)_0}{\left( \sum_{k=1}^{19} C_k \right)_1}$$

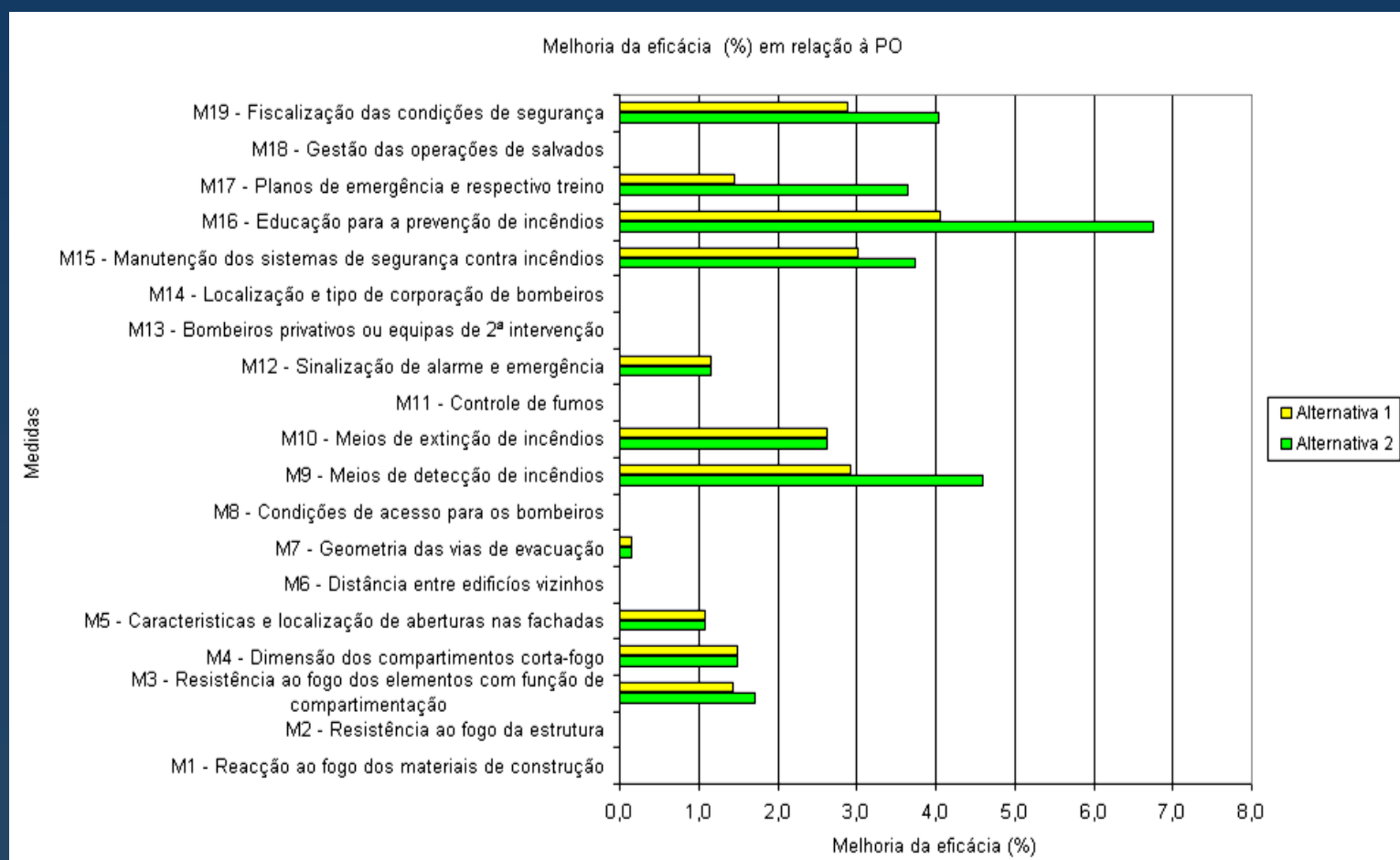
$$\frac{E(OB_i)_2 - E(OB_i)_0}{\left( \sum_{k=1}^{19} C_k \right)_2}$$



## DESCRIÇÃO DO MÉTODO EC

Informação produzida pela folha de cálculo  
Cost\_Effectiveness.xls

Toda a informação é editada sob a forma de gráficos



## APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC



## APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC



- Foi efectuada uma auditoria de segurança contra incêndio ao edifício;
- Produzida a informação, a qual foi enviada aos elementos da CPSCI para efectuarem a 1ª ronda Delphi;
- A informação foi acompanhada por grelhas para atribuição de pesos e graus de medida.

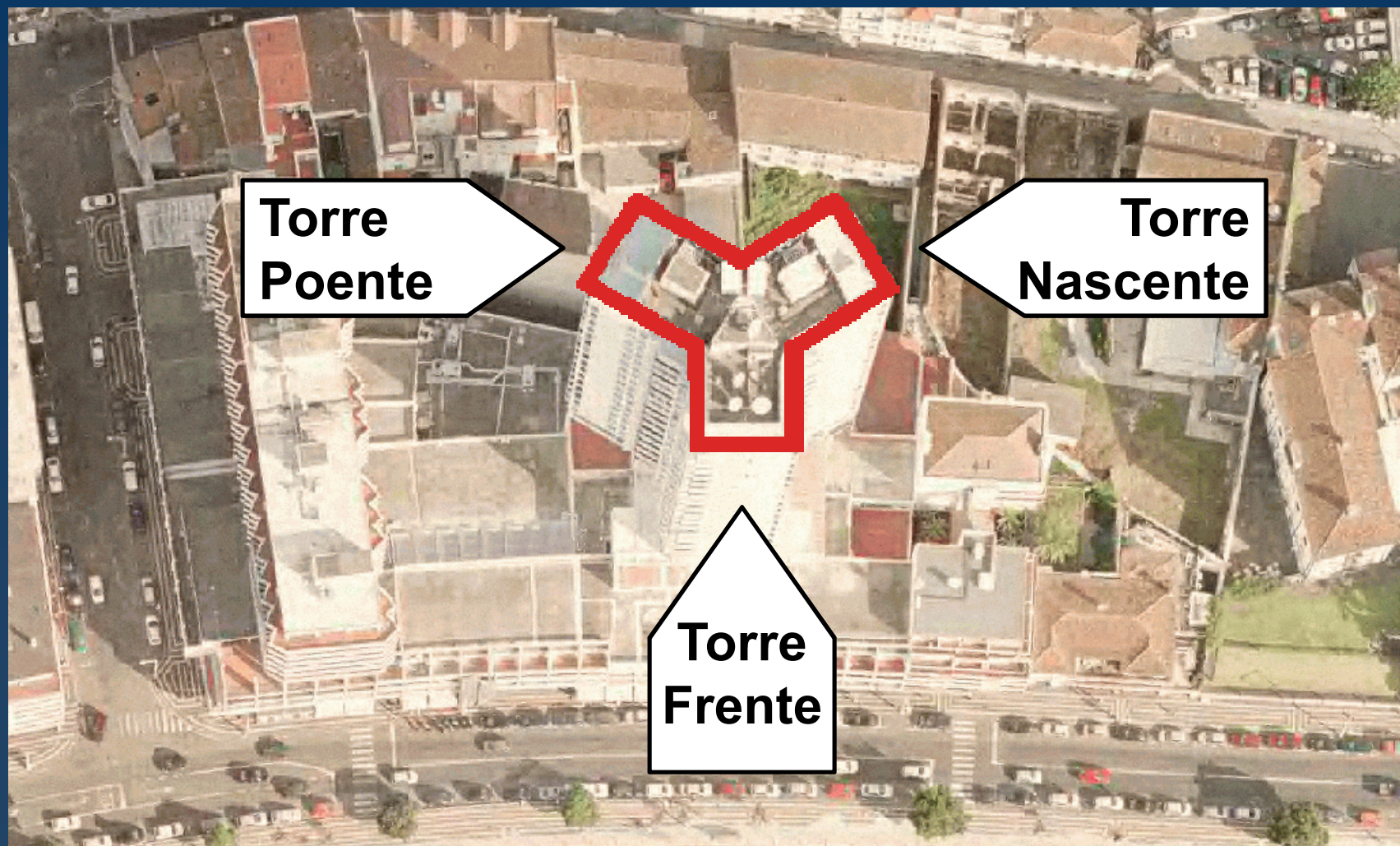
## APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC



- Início da construção: 1975;
- Primeiros moradores: 1987;
- N° Pisos acima do plano de referência: 22;
- N° Pisos abaixo do plano de referência: 2;
- Altura: 65 m
- Ocupação: 344 pessoas



## APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC



## **Medidas de aplicação preterida**

- **M1 - Reacção ao fogo dos materiais de construção;**
- **M2 - Resistência ao fogo da estrutura;**
- **M6 - Distância entre edifícios vizinhos;**
- **M7 - Geometria das vias de evacuação**
- **M8 - Condições de acesso para os bombeiros;**
- **M11 - Controlo de fumos;**
- **M13 - Bombeiros privativos ou equipas de 2ª intervenção;**
- **M14 - Localização e tipo de corporação de bombeiros;**
- **M18 - Gestão das operações de salvados.**

## **Medidas preconizadas**

- **M3 - Resistência ao fogo dos elementos com função de compartimentação;**
- **M4 - Dimensão dos compartimentos corta-fogo;**
- **M5 - Características e localização de aberturas nas fachadas;**
- **M9 - Meios de detecção de incêndios;**
- **M10 - Meios de extinção de incêndios;**
- **M12 - Sinalização de alarme e emergência;**
- **M15 - Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio;**
- **M16 - Educação para a prevenção de incêndios;**
- **M17 - Planos de emergência e respectivo treino;**
- **M19 - Fiscalização das condições de segurança.**

# Medidas preconizadas

Medidas	Implementação ALTERNATIVA 1	Implementação ALTERNATIVA 2
<b>M 3 - Resistência ao fogo dos elementos com função de compartimentação</b>	Substituição das portas dos apartamentos por portas EI60.	Colocação de portas EI60 nas entradas das três torres, montadas nos espaços que medeiam as entradas e as escadas.
<b>M 4 - Dimensão dos compartimentos corta-fogo</b>	Compartimentação do espaço situado no piso -2, de forma a separar os quadros eléctricos gerais, gerador e central de bombagem com tanque associado.	
<b>M 5 - Características e localização de aberturas nas fachadas</b>	Susbtituir os tectos das marquises por material com reacção ao fogo A1.	
<b>M 9 - Meios de detecção de incêndios</b>	Instalação de detectores de incêndio nas cozinhas dos apartamentos.	Instalação de detecção de incêndios nas salas de estar dos apartamentos.
<b>M 10 - Meios de extinção de incêndios</b>	Colocação de bocas-de-incêndio do tipo carretel em cada piso (em conjunto com as existentes do tipo teatro). Equipar cada apartamento com um extintor e uma manta ignífuga.	
<b>M 12 - Sinalização de alarme e emergência</b>	Colocação de sinalização e iluminação de emergência nas zonas comuns (caminhos de evacuação e meios de 1ª intervenção). Implementação de sistema de alarme com toque próprio via intercomunicadores, difusão de SMS e sobreposição de canal de televisão com informações de segurança.	

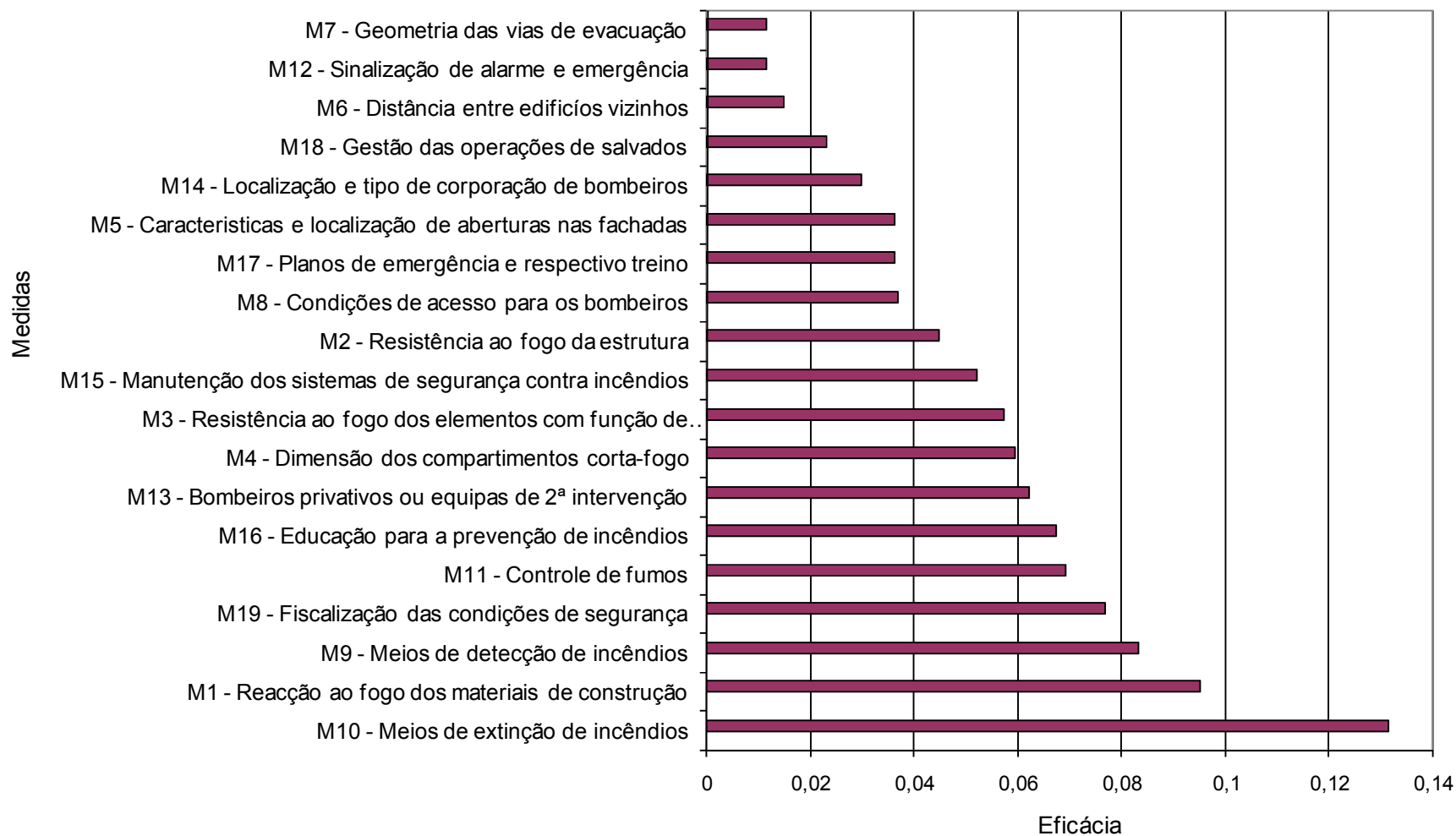


# Medidas preconizadas

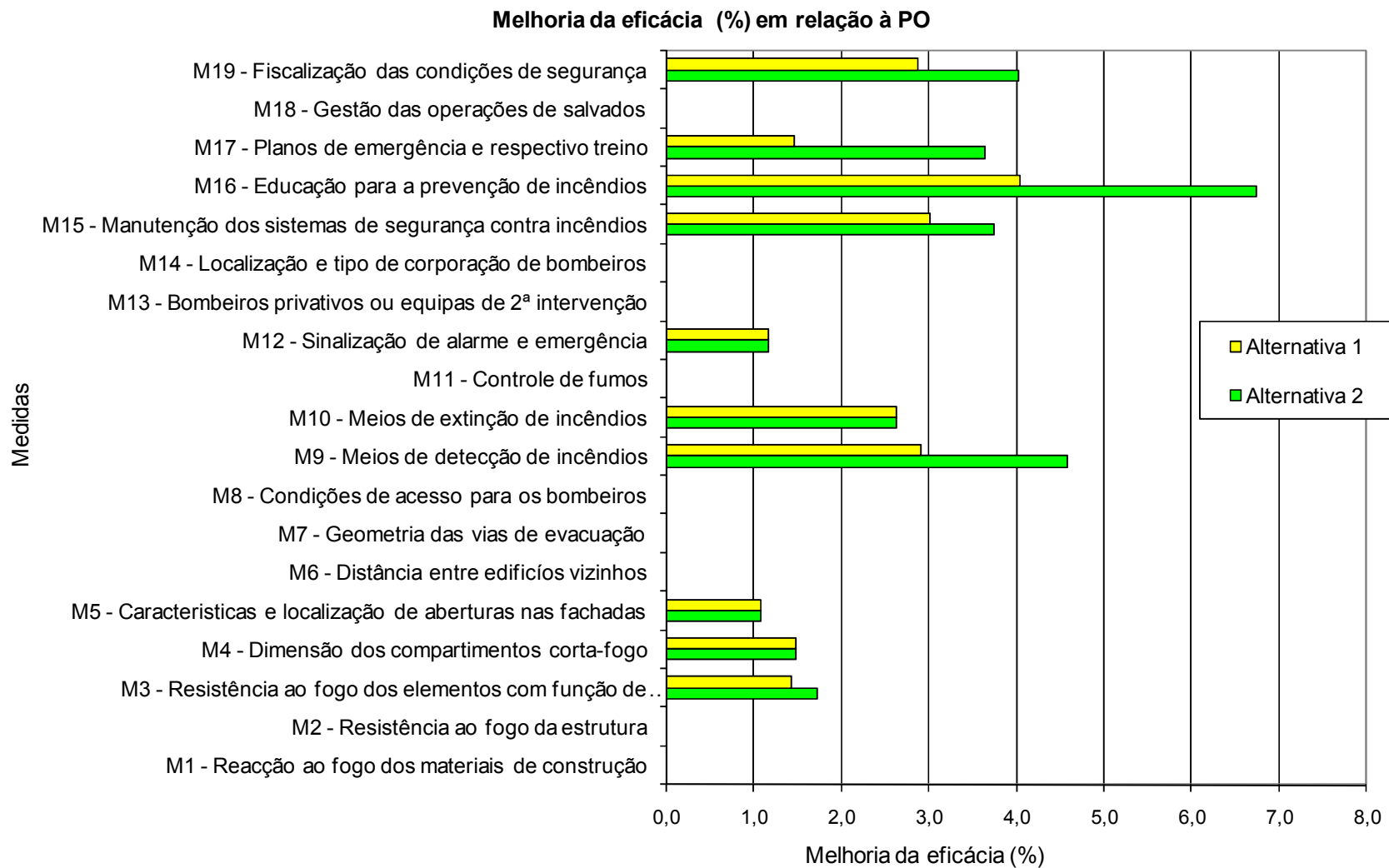
Medidas	Implementação ALTERNATIVA 1	Implementação ALTERNATIVA 2
<b>M15 - Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndios</b>	Implementação de serviços de manutenção de instalações de segurança, com <u>periodicidade anual</u> .	Implementação de serviços de manutenção de instalações de segurança, com <u>periodicidade semestral</u> .
<b>M16 - Educação para a prevenção de incêndios</b>	Acções de sensibilização em prevenção contra incêndios e formação no uso de equipamento de 1ª Intervenção.	Acções de sensibilização em prevenção contra incêndios e formação no uso de equipamento de 1ª Intervenção, acompanhadas de simulacros de periodicidade anual.
<b>M17 - Planos de emergência e respectivo treino</b>	Existência de um plano de emergência implementado, acompanhado de acções de divulgação sobre procedimentos a seguir em caso de emergência.	Plano de emergência implementado, acompanhado de treino com simulacros.
<b>M19 - Fiscalização das condições de segurança</b>	Implementação de sistema de auditorias externas para averiguação das condições de segurança do edifício, com <u>periodicidade anual</u> , e verificação de instalações técnicas a cada 3 anos.	Implementação de sistema de auditorias externas para averiguação das condições de segurança do edifício e verificação de instalações técnicas com <u>periodicidade anual para ambas</u> .

# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC

Medidas ordenadas por eficácia em relação à PO

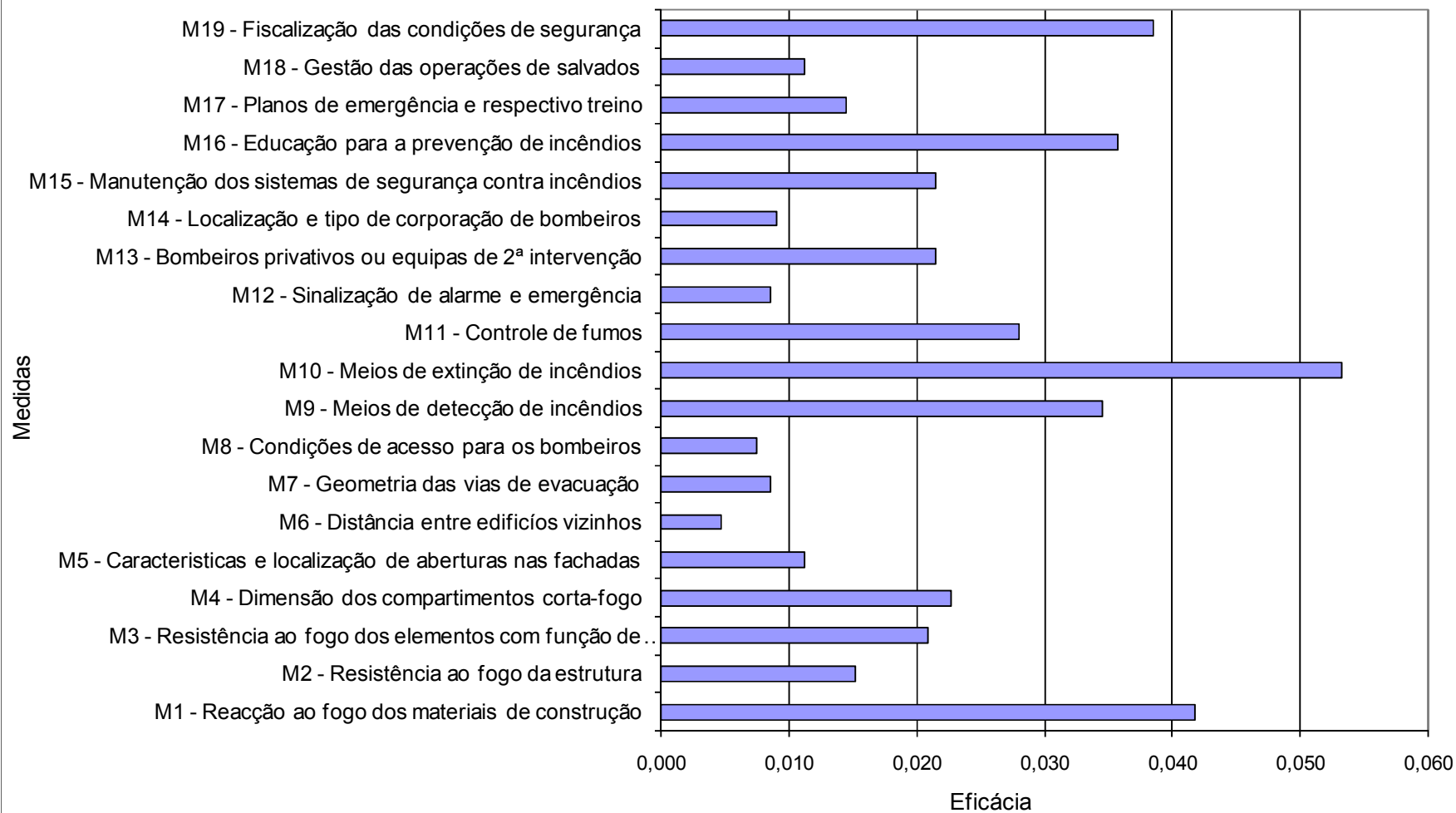


# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC



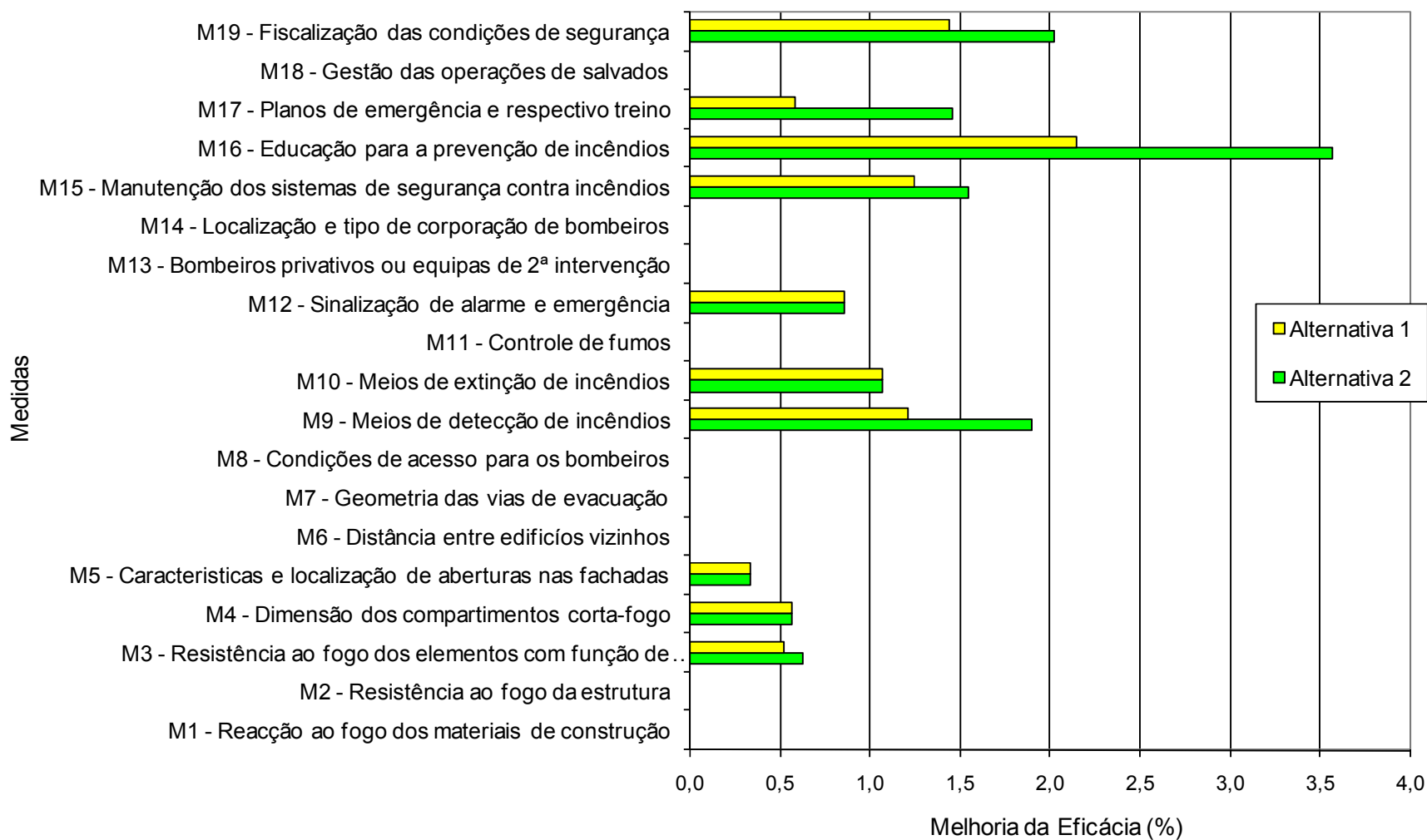
# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC

Eficácia de cada medida em relação ao OB1



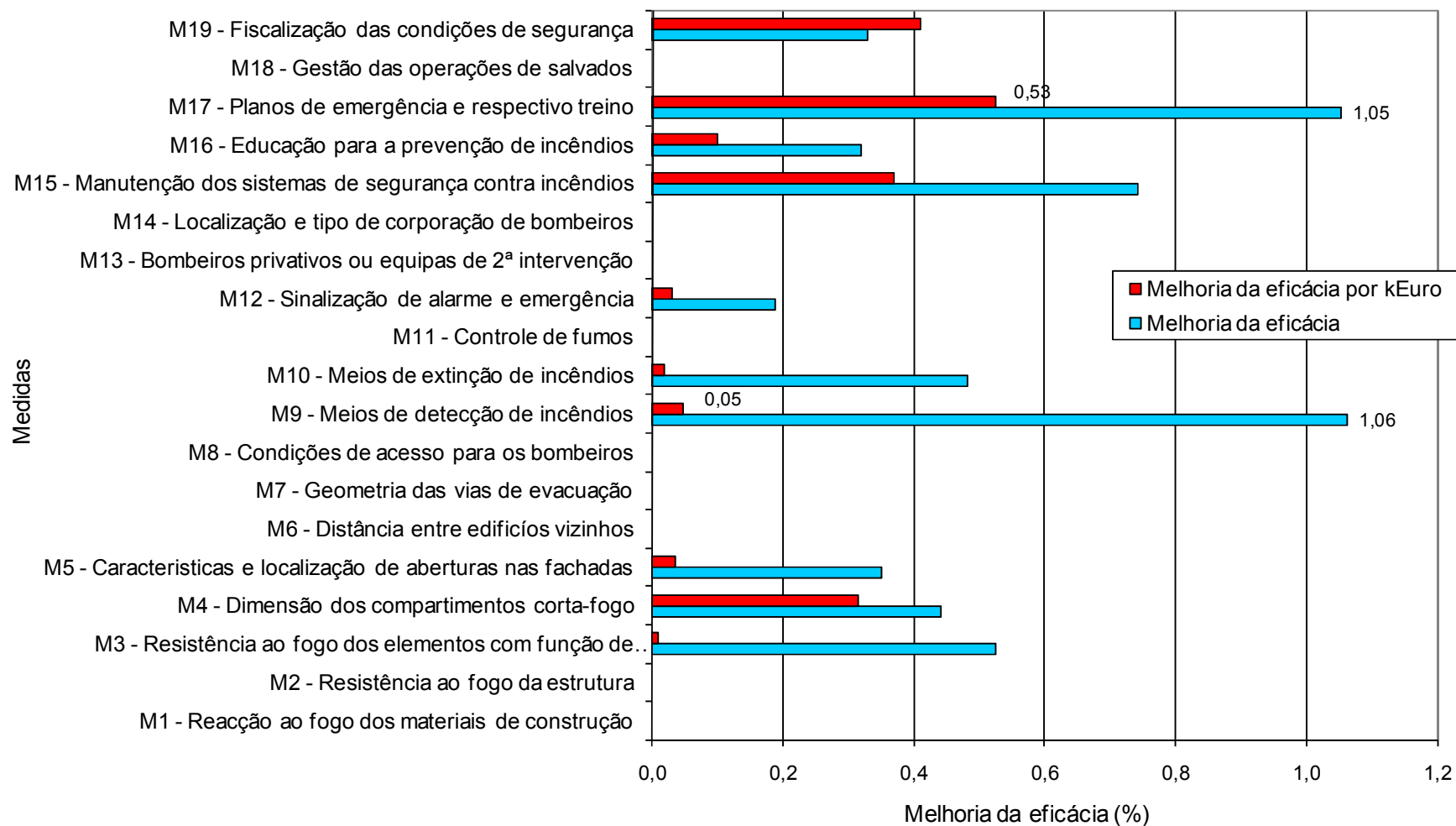
# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC

**Melhoria da eficácia (%) em relação ao OB1**



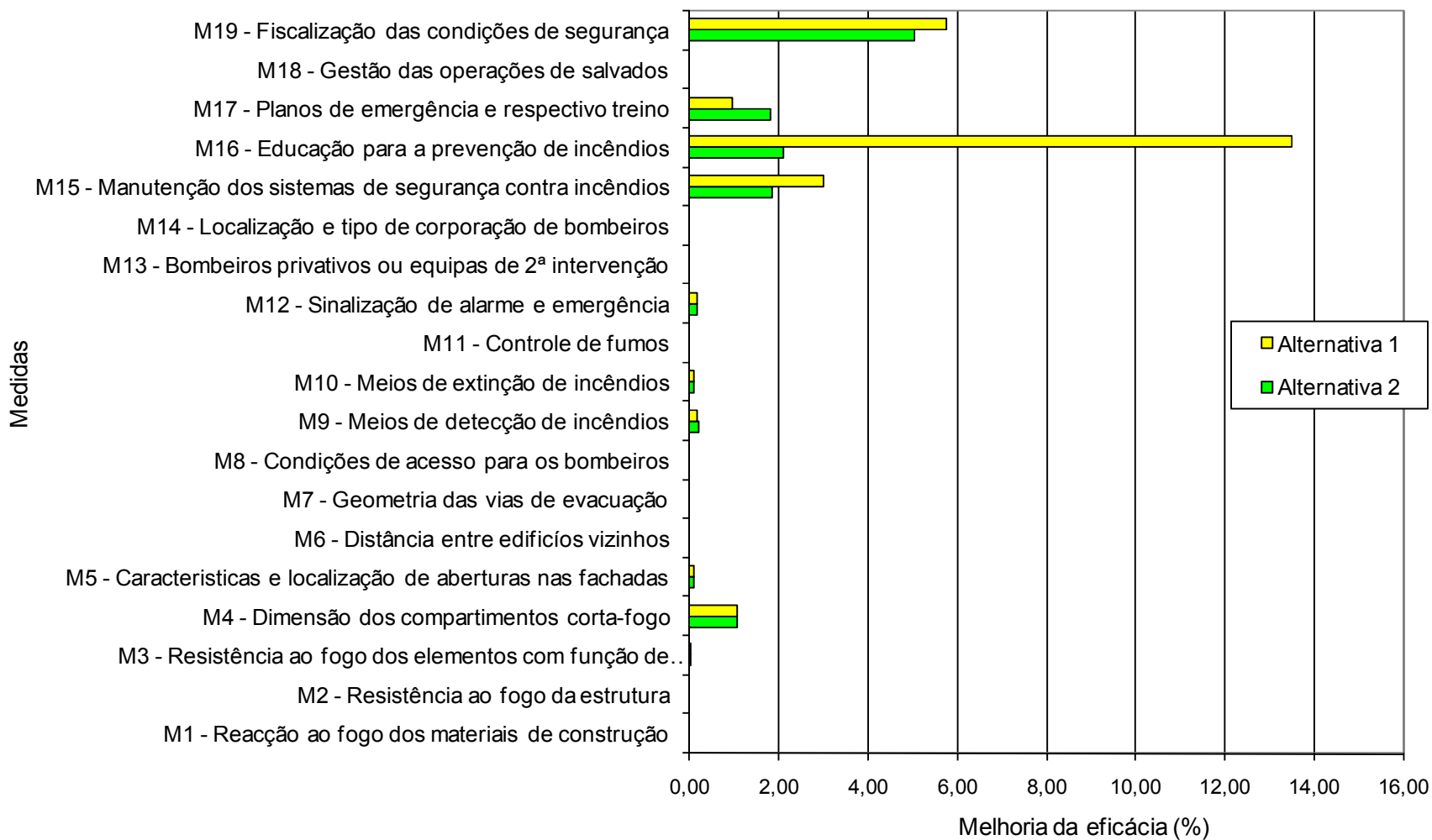
# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC

Melhoria da eficácia (%) relativa ao OB2 - Alternativa 2



# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC

**Melhoria da Eficácia (%) por kEuro em relação à PO**



## **Medidas Importantes em relação à Política**

### **Quanto à eficácia**

- 1º - M10 - Meios de extinção de incêndios;**
- 2º - M9 - Meios de detecção de incêndios;**
- 3º - M19 - Fiscalização das condições de segurança;**
- 4º - M16 - Educação para a prevenção de incêndios.**



## **Medidas Importantes em relação à Política**

**Quanto à melhoria da eficácia, todas da alternativa 2**

- 1º - M16 - Educação para a prevenção de incêndios;**
- 2º - M9 - Meios de detecção de incêndios;**
- 3º - M19 - Fiscalização das condições de segurança;**
- 4º - M15 - Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio;**

## **Medidas Importantes em relação à Política**

**Quanto à melhoria da eficácia por cada kEuro investido:**

- 1º - M16 - Educação para a prevenção de incêndios (Alt1);**
- 2º - M19 - Fiscalização das condições de segurança (Alt1);**
- 3º - M15 - Manutenção dos sistemas de segurança contra  
incêndio (Alt1);**
- 4º - M17 - Planos de emergência e respectivo treino (Alt2).**

## **APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO EC**

### **Graus de implementação definidos pela CPSCI para as alternativas 0 (situação de base), alternativa 1 e alternativa 2**

<b>Medidas / Alternativas</b>	<b>Graus de Implementação</b>		
	<b>Alt. 0</b>	<b>Alt. 1</b>	<b>Alt. 2</b>
<b>M3 – Resistência ao fogo dos elementos com função de compartimentação</b>	<b>0,50</b>	<b>0,75</b>	<b>0,80</b>
<b>M4 – Dimensão dos compartimentos corta-fogo</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
<b>M5 – Características e localização de aberturas nas fachadas</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>M9 – Meios de detecção de incêndios</b>	<b>0,05</b>	<b>0,40</b>	<b>0,60</b>
<b>M10 – Meios de extinção de incêndios</b>	<b>0,60</b>	<b>0,80</b>	<b>0,80</b>
<b>M12 – Sinalização de alarme e emergência</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>M15 – Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>
<b>M16 – Educação para a prevenção de incêndios</b>	<b>0,28</b>	<b>0,86</b>	<b>1</b>
<b>M17 – Plano de emergência e respectivo treino</b>	<b>0</b>	<b>0,60</b>	<b>1</b>
<b>M19 – Fiscalização das condições de segurança</b>	<b>0</b>	<b>0,40</b>	<b>1</b>

## **CONCLUSÕES**

**1 – O Método EC pode ser aplicado a edifícios de habitação multifamiliar;**

**2 – Pela versatilidade do método e pela ausência de quaisquer inconvenientes ou incompatibilidades em matéria de Segurança Contra Incêndio, existe a possibilidade de poder ser utilizado noutro tipo de edifícios;**

**3 – É possível a obtenção de uma perspectiva global de todos os factores que possam concorrer para a redução do risco de incêndio num edifício;**

## CONCLUSÕES

**4 – Permite a aquisição de informação relevante acerca da estrutura, concretamente das suas fragilidades e potencialidades;**

**5 - A formação das pessoas em matéria de segurança contra incêndio é fundamental e constitui uma medida eficaz;**

**O trabalho foi realizado no âmbito da dissertação do primeiro autor para a obtenção do grau de Mestre em Ambiente, Saúde e Segurança , na Universidade dos Açores.**

**Publicação:**

**VASCONCELOS, J.C.G., VENTURA, J. (2009), “Aplicação de uma Metodologia de Caracterização e Ordenação de Medidas de Segurança Contra Incêndio a um Edifício Multifamiliar de Muito Grande Altura”, 3º Encontro Nacional de Riscos, Segurança e Fiabilidade, Salamandra, Lisboa, pp. 675-692.**



# **OBRIGADO**

**[joao.vasconcelos@iol.pt](mailto:joao.vasconcelos@iol.pt)**