



**II Congresso Internacional e VI  
Encontro Nacional de Riscos  
Coimbra 22 a 25 Maio**



**RISCO DE INCÊNDIO NA SALA DE COMANDO DA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA  
MEIA SERRA NA ILHA DA MADEIRA**

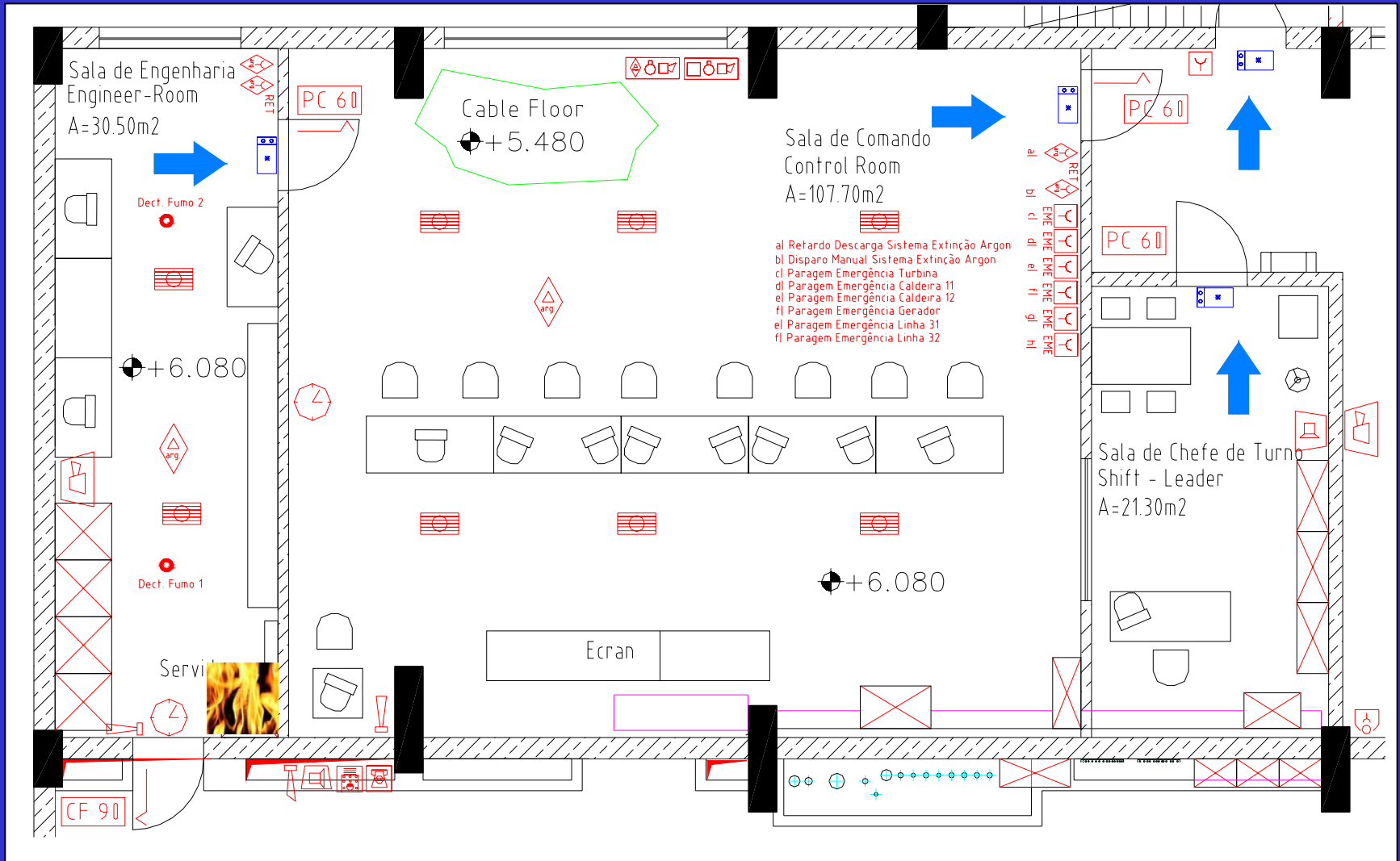


Emanuel N. Ferreira

## OBJECTIVOS:

- Proceder a uma análise quantitativa probabilística do risco de incêndio no núcleo da sala de comando.
- **Árvore de Acontecimentos**
  - Medidas segurança activas existentes;
  - Medidas segurança activas existentes + brigada de incêndio permanente.
  - Critério de aceitabilidade: probabilidade de ocorrência do flashover no núcleo não superior a 2%.
- Comparar resultados.
- Conclusões.

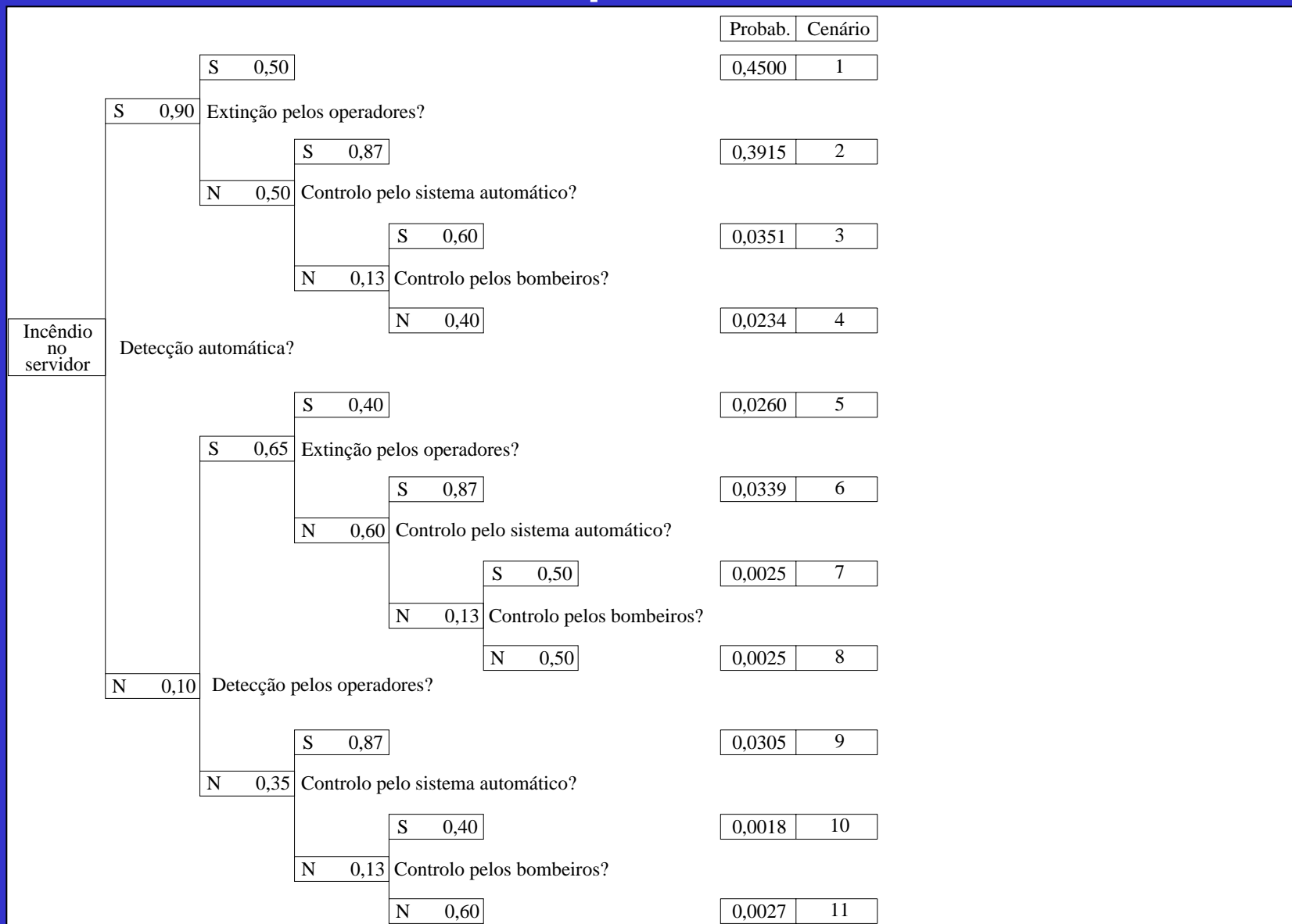
# Núcleo da sala de comando da ETRS da Meia Serra



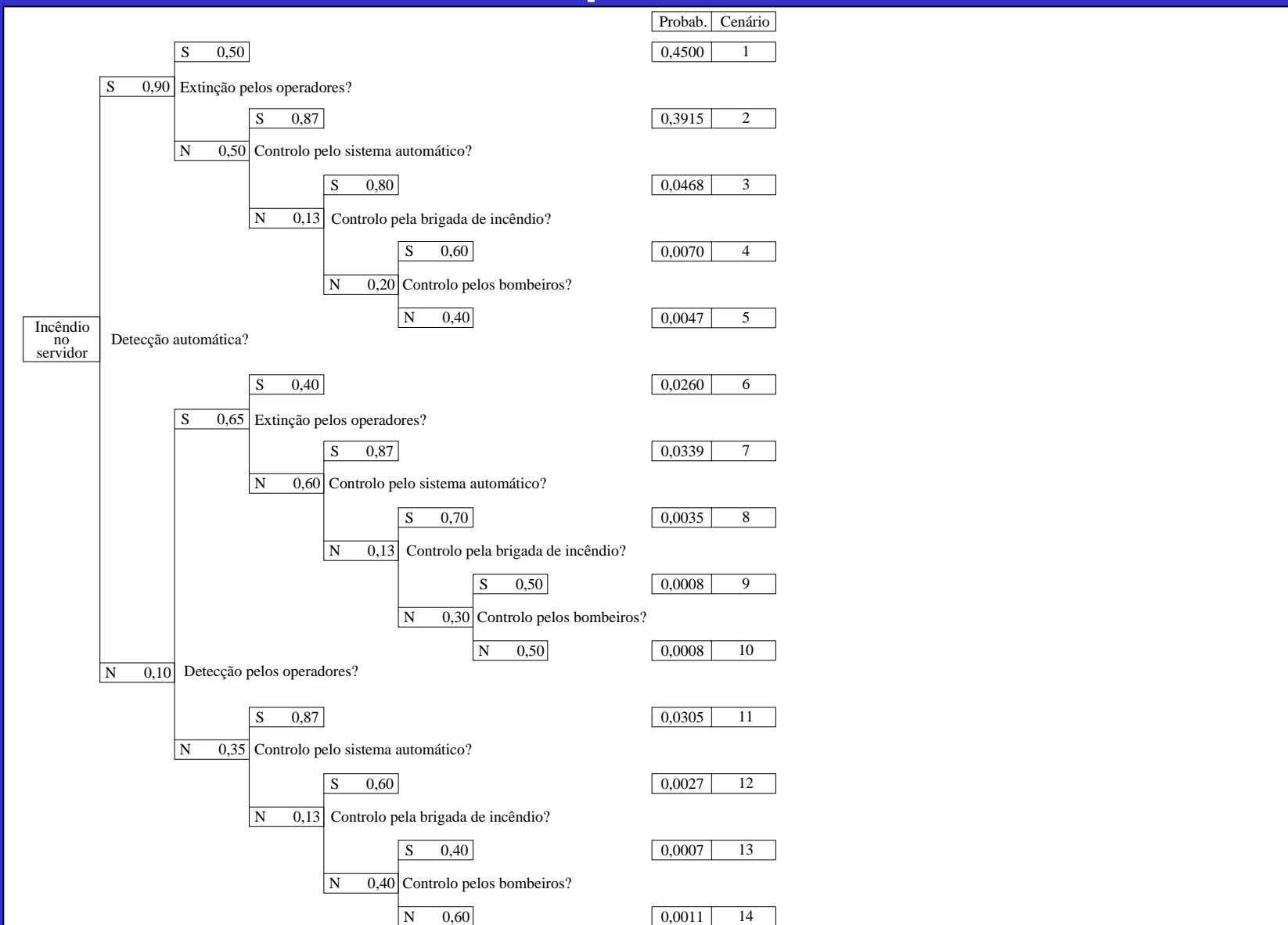
## Probabilidades de ocorrência assumidas:

Evento	P (%)
Detecção do incêndio pelos operadores na fase inicial	65
Detecção pelo SADI	90
Extinção pelo sistema automático por gás	87
Extinção pelos operadores na fase inicial	50
Extinção pelos operadores na fase mais adiantada	40
Extinção pelos bombeiros quando alertados na fase inicial	60
Extinção pelos bombeiros quando alertados tardiamente	50
Extinção pelos bombeiros quando alertados muito tarde	40
Extinção pela brigada de incêndio quando alertada na fase inicial	80
Extinção pela brigada de incêndio quando alertada tardiamente	70
Extinção pela brigada de incêndio quando alertada muito tarde	60

# Árvore de Eventos – Hipótese 1



# Árvore de Eventos – Hipótese 2



## Avaliação dos danos

É realizada em função da área ardida (Ventura, J. et al. 2005) :

$$A_{fi} = (RHR / RHR_f)$$

$A_{fi}$  – área ardida (m<sup>2</sup>)

RHR – taxa de libertação de calor durante a fase de crescimento

$RHR_f$  – taxa de libertação de calor (kW/m<sup>2</sup>)

$$RHR = (t / t_\alpha)^2$$

t – tempo (s)

$t_\alpha$  – taxa de crescimento do incêndio (s)

# Em ensaios de bancada com cabos o valor de pico de libertação de calor é (V. Babrauskas 2002):

PE/PVC = 589 kW/m<sup>2</sup>

XPE/FRXPE = 475 kW/m<sup>2</sup>



RHR<sub>f</sub> = 500 kW/m<sup>2</sup>

Occupancy/Activity	Fire growth rate	Time constant t <sub>α</sub> (s)
Picture gallery	Slow	600
Storage building (low combustibility or few combustible materials)	Slow	600
Dwelling	Medium	300
Hotel room	Medium	300
Office	Medium	300
Storage building (cotton, polyester sprung mattress)	Medium	300
Shop	Fast	150
<u>Storage buildings (full mail bags, plastic foam, stacked timber)</u>	<u>Fast</u>	<u>150</u>
Chemical Plant	Ultra fast	75
Storage buildings (alcohol pool fire, upholstered furniture)	Ultra fast	75



t<sub>α</sub> = 150

Taxa de crescimento do incêndio t<sub>α</sub> em função da ocupação do edifício (NFSC - J.B. Schleich *et al*, 2001)

$$A_{fi} = \frac{(t / 150)^2}{500}$$



# Valores de tempo para quantificação das áreas afectadas:

[tempos de actuação dos detectores (obtidos pelo FDS):  $D_1=41$  s e  $D_2=56$  s]

- Extinção pelos operadores após detecção pelo SADI: 41 s para detecção + 1 min para controlo do incêndio = 101 s;
- Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção pelo SADI: 56 s para detecção (visto que tem de ser accionado o segundo detector para despoletar o sistema de descarga do gás) + 70 s para iniciar a descarga do gás + 3 min para encher o volume da sala com o gás e controlar o incêndio = 306 s;
- Controlo pelos bombeiros após detecção pelo SADI: 41 s para detecção + 25 min para chegada dos bombeiros + 1 min para acção = 1601 s;
- Extinção pelos operadores após detecção pelos operadores: 2 min para detecção + 1 min para controlo do incêndio = 180 s;
- ...

## Áreas Afectadas correspondentes aos diversos cenários:

Cenários	t (s)	A <sub>ri</sub> (m <sup>2</sup> )
Extinção pelos operadores após detecção automática	101	1
Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção automática visto que não foi extinto pelos operadores	306	8
Controlo pelos bombeiros após detecção automática visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	1601	>160
Extinção pelos operadores após detecção pelos operadores	180	3
Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção pelos operadores visto que não foi extinto pelos operadores	340	10
Controlo pelos bombeiros após detecção pelos operadores visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	1680	>160
Controlo pelo sistema automático de extinção accionado do local de armazenamento do gás	670	40
Controlo pelos bombeiros visto que o sistema automático de extinção falhou	2040	>160
Controlo pela brigada de incêndio após detecção automática visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	641	37
Controlo pela brigada de incêndio após detecção pelos operadores visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	720	46
Controlo pela brigada de incêndio visto que falhou o sistema automático de extinção	1080	104

# Área ardida, probabilidades de ocorrência, valor do risco:

Cenário	Caracterização	Prob. Ocorr.	Prob. Acumul.	Danos (m <sup>2</sup> )	Risco (m <sup>2</sup> )
3	Destruição total	0,0351		160	5,6
4	Destruição total	0,0234		160	3,7
7	Destruição total	0,0025		160	0,4
8	Destruição total	0,0025		160	0,4
10	Destruição total	0,0018		160	0,3
11	Destruição total	0,0027	0,0681	160	0,4
9	Controlo pelo sistema automático de extinção accionado do local de armazenamento do gás	0,0305	0,0986	40	1,2
6	Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção pelos operadores visto que não foi extinto pelos operadores	0,0339	0,5240	10	0,3
2	Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção automática visto que não foi extinto pelos operadores	0,3915	0,5240	8	3,3
5	Extinção pelos operadores após detecção pelos operadores	0,0260	0,5500	3	0,1
1	Extinção pelos operadores após detecção automática	0,4500	1	1	0,4
				Risco médio	16,2

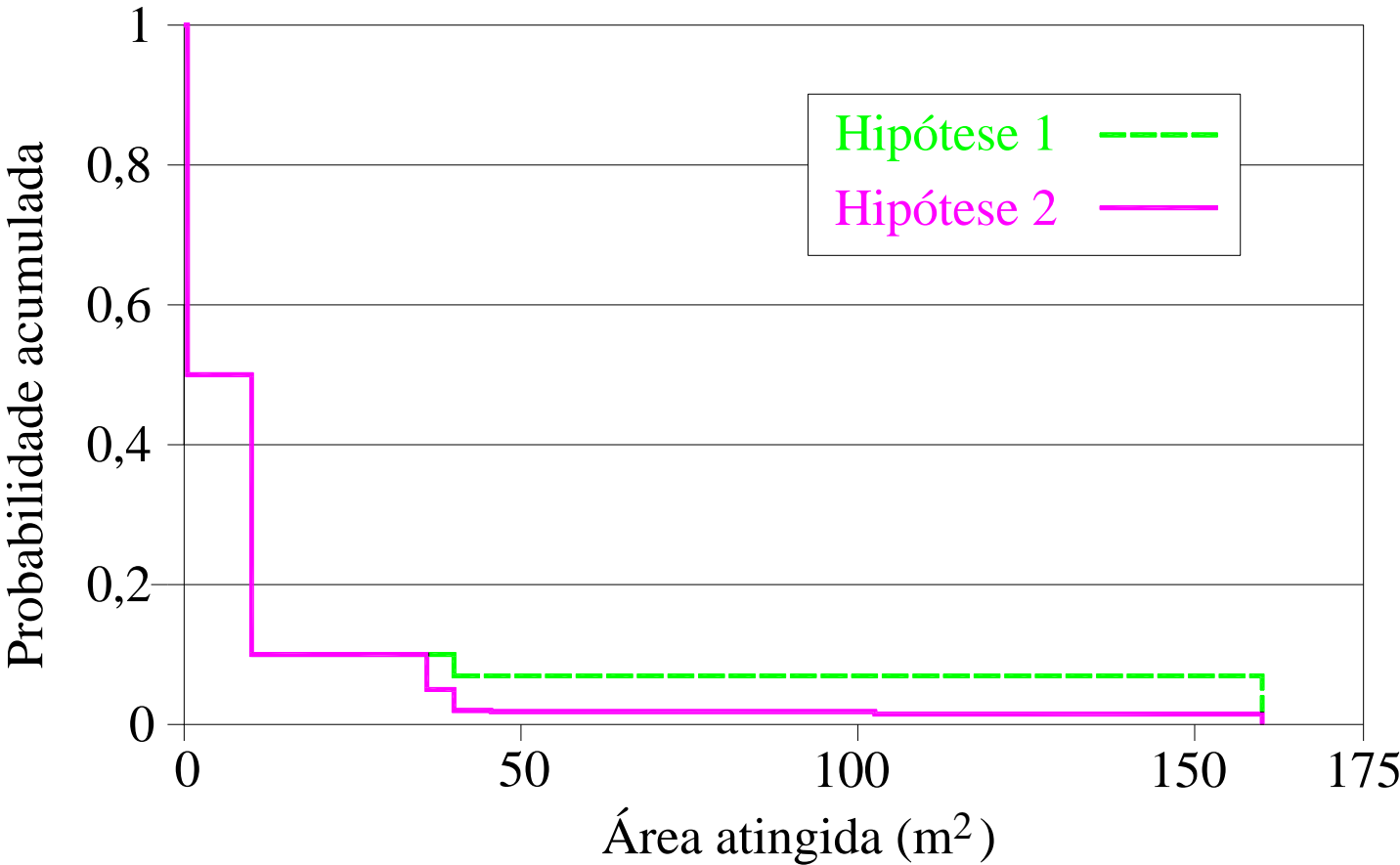
Risco médio – Hipótese 1

## Área ardida, probabilidades de ocorrência, valor do risco:

Cenário	Caracterização	Prob. Ocorr.	Prob. Acumul.	Danos (m <sup>2</sup> )	Risco (m <sup>2</sup> )
4	Destruição total	0,0070		160	1,1
5	Destruição total	0,0047		160	0,7
9	Destruição total	0,0008		160	0,1
10	Destruição total	0,0008		160	0,1
13	Destruição total	0,0007		160	0,1
14	Destruição total	0,0011	0,0150	160	0,2
12	Controlo pela brigada de incêndio visto que falhou o sistema automático de extinção	0,0027	0,0178	104	0,3
8	Controlo pela brigada de incêndio após detecção pelos operadores visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	0,0035	0,0213	46	0,2
11	Controlo pelo sistema automático de extinção accionado do local de armazenamento do gás	0,0305	0,0518	40	1,2
3	Controlo pela brigada de incêndio após detecção automática visto que não foi controlado pelo sistema automático nem extinto pelos operadores	0,0468	0,0986	37	1,7
7	Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção pelos operadores visto que não foi extinto pelos operadores	0,0339	0,5240	10	0,3
2	Controlo pelo sistema automático de extinção após detecção automática visto que não foi extinto pelos operadores	0,3915	0,5240	8	3,3
6	Extinção pelos operadores após detecção pelos operadores	0,0260	0,5500	3	0,1
1	Extinção pelos operadores após detecção automática	0,4500	1	1	0,4
				Risco médio	9,9

Risco médio – Hipótese 2

# Perfis de risco:



## Conclusões:

- ✓ Verificamos que a introdução de uma brigada de incêndio profissional na Estação a tempo permanente permite reduzir o risco médio de danos (área queimada) em 39%, bem como a redução da probabilidade do núcleo da sala de comando ser tomado pelo fogo (flashover) de 6,81% para 1,50%.
- ✓ Verifica-se que a hipótese 2 satisfaz o critério de aceitabilidade definido nos pressupostos admitidos inicialmente.

## Bibliografia:

- *Babrauskas, V. (2002)* - “Heat Release Rates”, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition, National Fire Protection Association, Quincy;
- *Schleich, J.B. et al. (2001)* - “Valorisation Project – Natural Fire Safety Concept”, PROFILARBED S.A., Groupe Arcelor;
- *Ventura, J. et al. (2005)* - “Avaliação do risco de Incêndio do edifício Grandela na situação imediatamente anterior ao incêndio do Chiado”, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

**Obrigado pela vossa atenção!**

**Dúvidas ?**

 [emanuel.ferreira@procivmadeira.pt](mailto:emanuel.ferreira@procivmadeira.pt)

 [www.procivmadeira.pt](http://www.procivmadeira.pt)

 291 700 112