

2^{AS} JORNADAS DE SEGURANÇA AOS INCÊNDIOS URBANOS

editor João Paulo C. Rodrigues (FCTUC)



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

// ACTAS

DAS COMUNICAÇÕES

Dep. de Engenharia Civil

Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



**LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL**

2as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos

**Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra**

3 de Junho de 2011

**Actas das Comunicações das 2as Jornadas de Segurança aos
Incêndios Urbanos**

João Paulo Correia Rodrigues

**Primeira edição
Junho, 2011**

Copyright © 2011 João Paulo C. Rodrigues

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida sem autorização escrita do editor.

ISBN: 978-972-96524-5-5

Editado por:

**FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Rua
Sílvio Lima 3030-790, Coimbra. Portugal.**

ESTUDO EXPERIMENTAL DE VIGAS PROTEGIDAS COM TINTA INTUMESCENTE SOB A ACÇÃO DO FOGO

Luís M. R. Mesquita Assistente 2º Triénio, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal .	Paulo A.G. Piloto Professor Coordenador, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal .	Sérgio Roque Mestrando, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal .	Mário A. P. Vaz Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
--	---	---	--

Palavras-chave: Resistência ao fogo; Ensaios experimentais; Temperatura crítica; Tinta Intumescente.

1 INTRODUÇÃO

Um dos procedimentos utilizados para dotar uma estrutura com a capacidade de resistência ao fogo pretendida é proceder-se ao seu dimensionamento sem a utilização de protecção adicional, recorrendo à utilização de perfis de gama superior, de aços de melhor qualidade ou de elevada resistência ao fogo. Em alternativa, é comum a aplicação de sistemas de protecção passiva, como o betão, placas de gesso, fibras minerais ou tintas intumescentes, dotando os elementos estruturais de uma protecção ao fogo total ou parcial.

Com este trabalho pretende-se efectuar uma análise da eficácia da aplicação de tintas intumescentes em elementos sujeitos à flexão, aplicada a distintas secções transversais (IPE, CHS, SHS e LNP) e com diferentes níveis de carregamento (30%, 50% e 70%). A capacidade de resistência ao fogo dos elementos é obtida através de ensaios executados num forno, sob a acção de carregamento mecânico e com as condições térmicas prescritas pela curva de incêndio padrão [1].

2 RESULTADOS DOS TESTES EXPERIMENTAIS

O conjunto de ensaios experimentais realizados no Laboratório de Estruturas e Resistência dos Materiais do IPB para a avaliação do comportamento de vigas em situação de incêndio e aferir a influência da espessura de protecção e do grau de solicitação é o apresentado na Tabela 1.

* Autor correspondente – Departamento de Mecânica Aplicada, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia, Ap. 1134, 5301-857 Bragança, Portugal, email lmesquita@ipb.pt

As vigas são sujeitas a um carregamento mecânico constante e posterior solicitação ao fogo segundo a ISO834, determinando-se para cada grau de utilização e espessura de protecção a correspondente temperatura crítica. Os elementos para ensaio possuem um comprimento total (Lt) de 1370 [mm], um comprimento entre apoios (L) de 1210 [mm] e um comprimento de exposição ao fogo (Lf) de 1000 [mm].

Os resultados dos testes realizados com tinta intumescente são apresentados na Figura 1, podendo ser comparados com os resultados dos testes sem protecção ao fogo. Os valores de temperatura apresentados nos gráficos são relativos a temperaturas médias medidas pelos termopares das três secções do elemento.

A evolução da temperatura dos testes realizados com a secção IPE100 mostra uma clara distinção entre os perfis com espessuras de protecção nominais de 1000 [μm] e 2000 [μm] e não há uma relação evidente da influência do grau de utilização na variação da temperatura.

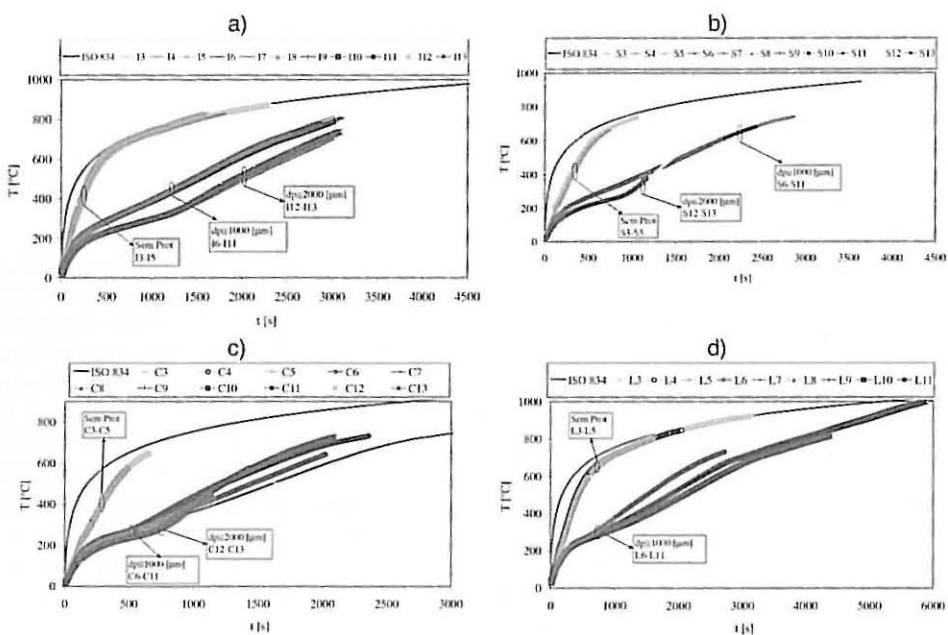


Figura 1 – Resultados experimentais da evolução da temperatura média do perfil e do deslocamento a meio vão. a) Secção IPE. b) secção SHS. c) Secção CHS. d) Secção LNP.

Estudo experimental de vigas protegidas com tinta intumescente sob a acção do fogo

Tabela 1 - Caracterização e resultados dos testes realizados. (* Força de colapso resultante do teste à temperatura ambiente).

Grupo/ Teste	Seccão	nº	A_p/V [m ⁻¹]	Sol. Térmica	μ_0	Q [kN]	dp [mm]			Resistência		Resistência	
							DFT	Desv.	Máx.	Mín.	T [°C]	t [s]	T [°C]
IPE 100 S275	I1	387	T. Amb.	-	31,84*	-	-	-	-	-	-	-	-
	I2	387	T. Amb.	-	31,84*	-	-	-	-	-	-	-	-
	I3	387	ISO834 30%	5,34	-	-	-	-	663,78	745,56	751,20	1156	-
	I4	387	ISO834 50%	9,18	-	-	-	-	584,67	562,96	684,47	749	-
	I5	387	ISO834 70%	12,94	-	-	-	-	525,78	473,19	659,01	632	-
	I6	387	ISO834 30%	5,34	974	193	1253	445	663,78	-	722,71	2505	-
	I7	387	ISO834 30%	5,34	975	170	1287	576	663,78	-	727,57	2570	-
	I8	387	ISO834 50%	9,18	1012	185	1342	560	584,67	-	701,02	2331	-
	I9	387	ISO834 50%	9,18	1055	202	1528	490	584,67	-	701,88	2467	-
	I10	387	ISO834 70%	12,94	998	148	1268	653	525,78	-	695,31	2341	-
	I11	387	ISO834 70%	12,94	989	193	1360	501	525,78	-	690,21	2295	-
	I12	387	ISO834 50%	9,18	1824	156	2140	1440	584,67	-	676,52	2867	-
	I13	387	ISO834 50%	9,18	1832	194	2270	1440	584,67	-	747,46	3127	-
SHS 100x100x4 S235	S1	250	T. Amb.	-	42,98*	-	-	-	-	-	-	-	-
	S2	250	T. Amb.	-	42,98*	-	-	-	-	-	-	-	-
	S3	250	ISO834 30%	13,62	-	-	-	-	663,78	766,13	722,56	1032	-
	S4	250	ISO834 50%	22,25	-	-	-	-	584,67	583,56	641,95	693	-
	S5	250	ISO834 70%	30,09	-	-	-	-	525,78	492,36	594,02	573	-
	S6	250	ISO834 30%	13,62	1105	115	1310	854	663,78	-	687,79	2444	-
	S7	250	ISO834 30%	13,62	1094	113	1338	777	663,78	-	685,53	2411	-
	S8	250	ISO834 50%	22,25	1141	100	1309	944	584,67	-	617,08	2060	-
	S9	250	ISO834 50%	22,25	1141	104	1350	909	584,67	-	608,73	2047	-
	S10	250	ISO834 70%	30,09	1144	114	1482	886	525,78	-	555,69	1812	-
	S11	250	ISO834 70%	30,09	1131	92	1270	854	525,78	-	562,24	1836	-
	S12	250	ISO834 50%	22,25	1932	112	2210	1730	584,67	-	651,64	1967	-
	S13	250	ISO834 50%	22,25	1933	144	2310	1700	584,67	-	Sem colapso	-	-
CHS 101,6x4,05 S235	C1	246,9	T. Amb.	-	29,37*	-	-	-	-	-	-	-	-
	C2	246,9	T. Amb.	-	29,37*	-	-	-	-	-	-	-	-
	C3	246,9	ISO834 30%	9,31	-	-	-	-	663,78	769,61	602,27	540	-
	C4	246,9	ISO834 50%	15,20	-	-	-	-	584,67	587,01	499,42	376	-
	C5	246,9	ISO834 70%	20,56	-	-	-	-	525,78	495,56	255,64	164	-
	C6	246,9	ISO834 30%	9,31	997	114	1270	800	663,78	-	560,26	1414	-
	C7	246,9	ISO834 30%	9,31	1004	111	1187	818	663,78	-	562,23	1861	-
	C8	246,9	ISO834 50%	15,20	1026	143	1330	770	584,67	-	Sem colapso	-	-
	C9	246,9	ISO834 50%	15,20	1006	93	1140	810	584,67	-	472,24	1144	-
	C10	246,9	ISO834 70%	20,56	1071	143	1306	754	525,78	-	169,12	146	-
	C11	246,9	ISO834 50%	20,56	1120	178	1439	785	525,78	-	490,75	1411	-
	C12	246,9	ISO834 50%	15,20	1896	200	2190	1490	584,67	-	563,47	1378	-
	C13	246,9	ISO834 50%	15,20	1807	210	2270	1430	584,67	-	512,00	1261	-

As figuras revelam a eficácia desta medida de protecção, através do aumento do tempo de resistência ao fogo em comparação com o mesmo elemento sem protecção sujeito ao mesmo grau de utilização. No caso dos testes C9 e L11 este aumento não é tão significativo, porque

ocorreu uma retracção local da camada intumescente na fase inicial do teste deixando parte do aço exposto directamente aos gases do incêndio.

Tabela 1 (cont) - Caracterização e resultados dos testes realizados. (* Força de colapso resultante do teste à temperatura ambiente).

LNP 100x50x8 S275	L1	250	T. Amb.	-	21,69*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L2	250	T. Amb.	-	21,69*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L3	250	ISO834 30%	5,84	-	-	-	-	-	663,78	766,13	822,55	1743	-	-	-	-
	L4	250	ISO834 50%	9,83	-	-	-	-	-	584,67	583,56	761,68	1297	-	-	-	-
	L5	250	ISO834 70%	13,61	-	-	-	-	-	525,78	492,36	745,66	1210	-	-	-	-
	L6	250	ISO834 30%	5,84	1041	91	1205	898	663,78	-	983,42	4692	-	-	-	-	-
	L7	250	ISO834 30%	5,84	1026	107	1309	850	663,78	-	1015,19	4655	-	-	-	-	-
	L8	250	ISO834 50%	9,83	1053	108	1318	898	584,67	-	747,38	3382	-	-	-	-	-
	L9	250	ISO834 50%	9,83	1063	96	1271	825	584,67	-	760,49	3533	-	-	-	-	-
	L10	250	ISO834 70%	13,61	1135	118	1420	882	525,78	-	756,97	3801	-	-	-	-	-
	L11	250	ISO834 70%	13,61	1114	110	1377	953	525,78	-	600,68	1937	-	-	-	-	-

3 CONCLUSÕES

Para investigar a influência da espessura de protecção ao fogo, do grau de utilização e do tipo de secção transversal de elementos estruturais solicitados em flexão, foram realizados 50 ensaios experimentais num forno de resistência ao fogo. Destes, 8 foram realizados à temperatura ambiente e 42 em condições de incêndio sob a acção da curva de incêndio padrão ISO834, para graus de utilização de 30%, 50% e 70%. Para efeitos de comparação foram realizados 12 testes sem qualquer tipo de protecção e 30 com 1 e 2 [mm] de tinta intumescente.

No caso dos testes sem protecção ao fogo é apresentada uma comparação entre os resultados experimentais e os valores obtidos pelos métodos simplificados de cálculo. Nos elementos ensaiados com diferentes espessuras de protecção verifica-se a influência desta através de um aumento do tempo de resistência ao fogo. Para a mesma espessura de protecção a temperatura crítica e o tempo de resistência ao fogo diminui com o aumento do grau de utilização. Nos elementos SHS e CHS protegidos verifica-se uma frequente retracção da intumescência deixando algumas zonas do perfil desprotegidas. No entanto o desempenho dos perfis protegidos é notoriamente melhor que os perfis não protegidos da mesma secção.

4 AGRADECIMENTOS

Os autores reconhecem o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do Projecto PTDC/EME-PME/64913/2006, "Assessment of Intumescent Paint Behaviour for Passive Protection of Structural Elements Submitted to Fire Conditions", da Bolsa de Doutoramento SFRH/BD/28909/2006 e a contribuição dos produtores das tintas CIN e Nullifire.

5 REFERÊNCIAS

- [1] CEN, *EN1363-1: Fire resistance tests. General requirements*. 1999, European Committee for Standardization.