

V Jornadas FICAL Fórum Ibérico da Cal

Portugal | Lisboa | LNEC | 23 -25 | maio | 2016



A CAL E AS ESTRUTURAS ANTIGAS: CERTEZAS E PRECONCEITOS

João Appleton

24 de Maio de 2016



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos

Resultados de ensaios realizados no LNEC com argamassas usadas como revestimentos de substituição

ARGAMASSAS DE CAL - PRINCIPAIS CARACTERISTICAS								
ARGAMASSA	COMPOSIÇÃO	MVA (kg/m ³)	Rt (N/mm ²)	Rc (N/mm ²)	VD* (mm/m)	Permeância (ng/m.s.Pa) / SD** (m)	E (N/mm ²)	C(10-90) (kg/m ² .h ^{1/2})
		28-90	28-90	28-90	28-90	28	28-90	28-90
Ca-0 ⁽¹⁾	0:1:3+0	1780-1780	0,2- 0,2	0,4- 0,5	0,05-0,05	23,5 / 0,08	2120-2390	11,5 - 10,9
Ca-1 ⁽¹⁾	0:1:2,8+0,2	1810-1810	0,4-0,4	0,6-0,9	0,16-0,16	23,0 / 0,08	2720-3050	10,5 - 10,6
Ci-Ca-0 ⁽¹⁾	1:3:11+1	1870-1870	0,6-0,7	2,1-2,5	0,19-0,19	18,9 / 0,10	3930-4180	12,4 - 10,9
Ca-2 ⁽²⁾	0:1:0,67+2		0,2-0,2	0,4-0,6		14,3 / 0,07	1290-1490	21,1-nd
Ca-3 ⁽²⁾	0:1:1,5+1,5		0,1-0,2	0,2-0,3		17,4 / 0,05	1340-1490	17,3-nd
Ca-F ⁽³⁾	0:1:1,5+1,5	1610				29,1 / 0,06		0,13-nd
Ca-4	0:1:1,5+1,5	1780				26,5 / 0,07		10,2-nd
Ca-5 ⁽⁴⁾⁽⁷⁾	0:1:2	1830-1800	0,40-0,43	0,60-1,22	0,12-0,15		3710-3730	12,1-nd
Ca-6 ⁽⁴⁾⁽⁷⁾	0:1:3	1870-1820	0,32-0,39	0,71-0,85	0,11-0,14		4040-4070	9,9-nd
Ca-7 ⁽⁴⁾⁽⁷⁾	0:1:4	1820-1820	0,32-0,32	0,61-0,74	0,04-0,07		3770-3790	10,1-nd
Ca-8 ⁽⁵⁾⁽⁷⁾	0:1:3	1830-1800	0,32-0,33	0,41-0,63	0,06-0,05		3260-3320	19,2-nd
Ca-9 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	0:1:3	1890-1900	0,34-0,43	0,51-0,99	0,06-0,07		4390-4400	13,2-nd
I-Ca	Industrial com base em cal aérea	1590-nd	0,40-nd	0,98-nd	0,39-0,44	26,9 / 0,07	1640-nd	1,00***
I-H	Industrial de cal aérea e cal hidráulica	1710-nd	0,63-nd	1,48-nd	0,34-0,40	33,9/0,06	2740-nd	0,93***
Ci-0	1:0:2+2	1880-nd	1,1-nd	3,2-nd	0,23-0,25	22,4/0,09	6165-6410	12,6-nd
Ci-Ca-1	1:1:3+3	1760-nd	0,8-nd	2,9-nd	0,30-0,49	18,3-0,10	4770	14,2-nd
Ca-10 ⁽⁸⁾	0:1:1,5+1,5		0,3-0,3	0,5-0,8	0,11-nd		1810-2000	11,7-11,1
Ca-Pz ⁽⁸⁾	0:1:1:4		0,2-0,1	0,6-0,5	0,28-0,34		3640-3260	21,4-20,2

nd – não determinado

*A retracção inicial (antes da desmoldagem) não é contabilizada e nas argamassas de cal é muito elevada, portanto os valores da retracção medidos são pouco significativos para essas argamassas.

** SD é a espessura da camada de ar de difusão equivalente e relaciona-se com a permeância.

***Coeficiente de capilaridade às 24 h.

A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos

Resultados de ensaios realizados no LNEC com argamassas usadas como revestimentos de substituição (cont.)

ARGAMASSA	COMPOSIÇÃO	POROSIDADE (%)	ADERÊNCIA (MPa)	RETRACÇÃO RESTRINGIDA			COMPORTAMENTO À ÁGUA		
				F _{max} ; G (N; N.mm)	CSAF	CREf (mm)	M (h)	S (h)	H (mv.h)
Ca-0 ⁽¹⁾	0:1:3+0	28,9	n. d.	58; 58	2,5	1,01	0,10	110	15500
Ca-1 ⁽¹⁾	0:1:2,8+0,2	29,6	n. d.	53; 44	1,7	0,81	0,10	90	15260
Ci-Ca-0 ⁽¹⁾	1:3:11+1	n. d.	n. d.	72; 62	3,8	0,89	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-2 ⁽¹⁾	0:1:0,67+2	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-3 ⁽¹⁾	0:1:1,5+1,5	n. d.	C	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-F ⁽¹⁾⁽²⁾	0:1:1,5+1,5	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	25,80	14	910
Ca-4 ⁽¹⁾	0:1:1,5+1,5	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,03	224	57760
Ca-5 ⁽³⁾⁽⁶⁾	0:1:2	n. d.	C - 0,03	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-6 ⁽³⁾⁽⁶⁾	0:1:3	n. d.	C - 0,04	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-7 ⁽³⁾⁽⁶⁾	0:1:4	n. d.	C+A - 0,08	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-8 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	0:1:3	n. d.	C+A - 0,11	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-9 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	0:1:3	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
I-Ca	Industrial com base em cal aérea	n. d.	A - 0,11	68; 46	2,1	0,7	0,60	560	49790
I-H	Industrial de cal aérea e cal hidráulica	n. d.	C+A - 0,09	54; 27	3,8	0,6	0,75	450	36720
Ci-0	1:0:2+2	n. d.	A - 0,07	135; 60	1,9	0,5	0,10	120	14000
Ci-Ca-1	1:1:3+3	n. d.	C+A - 0,10	49; 58	3,0	1,18	0,10	90	10870
Ca-10 ⁽¹⁾	0:1:1,5+1,5	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ca-Pz ⁽¹⁾	0:1:1:4	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

A – rotura adesiva; C – rotura coesiva

(1) Obtido em estudo realizado pelo LNEC da autora ou com participação da autora; (2) cal aérea hidrofugada; (3) cal parda (magnésiana); (4) cal de "Montes Claros"; (5) cal de "Alcanede"; (6) extraído de Dissertação de Mestrado de Maria Goreti Margalha (Margalha, 1997) (ensaios realizados no LNEC).

MVA – Massa volumica aparente; Rt – Resistência à tracção por flexão; Rc – Resistência à compressão; VD – Variações dimensionais; PVA – Permeabilidade ao vapor de água; E – Módulo de elasticidade dinâmico; C (90-10) – Coeficiente de capilaridade entre os 90 minutos e os 10 minutos; F_{max} – Força máxima originada por retracção restringida [22]; G – Energia de rotura por tracção [22]; CSAF – Coeficiente de segurança à abertura da 1ª fenda [22]; CREf – Coeficiente de resistência à evolução da fendilhação [22]; M – Atraso na molhagem [28]; S – Período de humedecimento [28]; H – Intensidade de molhagem [28]

A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



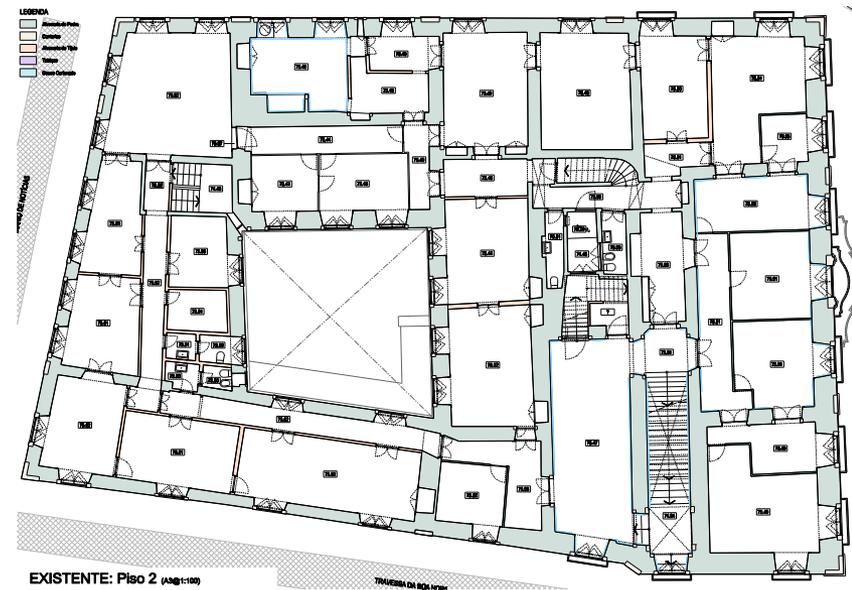
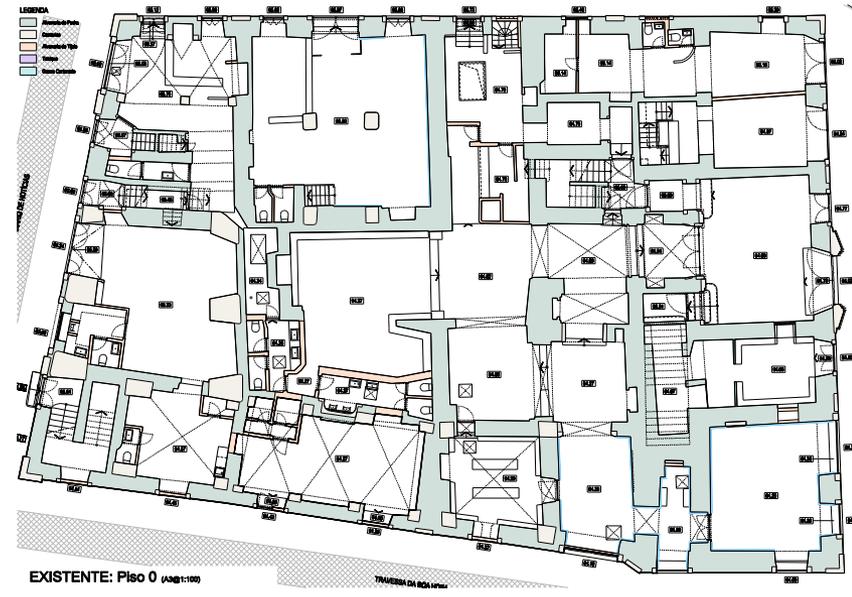
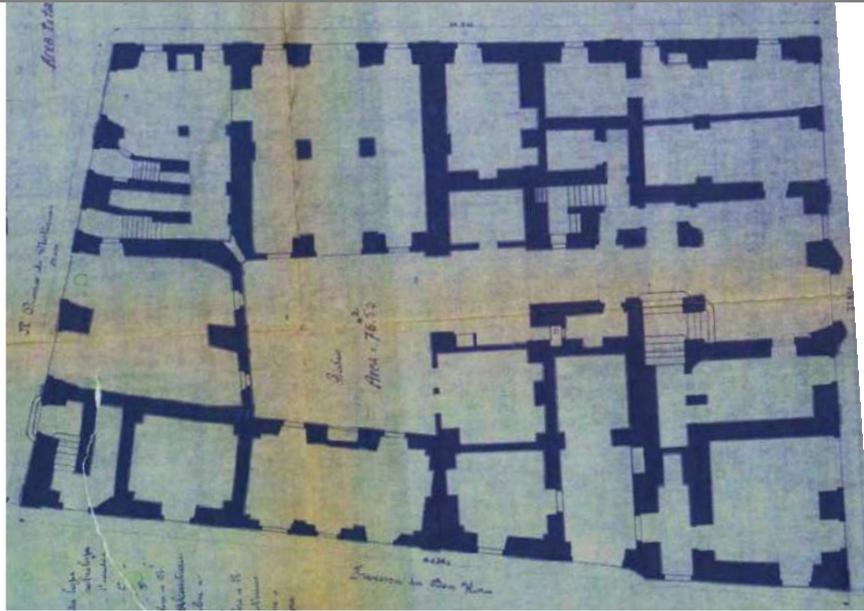
A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos



A Cal e as Estruturas Antigas: Certezas e Preconceitos

