

ÁREA DE ENSAIOS – ARGAMASSAS

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 152115

Interessado: CIMENTO GUAÍBA

Data de entrada: 28 / 08 / 2024

Material declarado: Argamassa industrializada

Objetivo: Determinação do índice de consistência, teor de ar incorporado, densidade aparente de massa no estado fresco e no estado endurecido, determinação das resistências à compressão, à tração na flexão, potencial de aderência a tração ao substrato e determinação da variação dimensional.

1. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra nº	Identificação	
27251	Tipo:	Assentamento Estrutural – 5 MPa
	Fabricação/Lote:	15/AGO/24
	Data de Moldagem:	02 / 09 / 2024
	Data de ensaio (28 dias):	30 / 09 / 2024
	Água de mistura:	435 mL / 2,5kg de argamassa

2. DOCUMENTOS REFERENCIADOS

NBR 16541:2016	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos –Preparo da mistura para a realização de ensaios
NBR 13276:2016	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos –Determinação do índice de consistência
NBR 13277:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água
NBR 13278:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado
NBR 13279:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão
NBR 13280:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido
NBR 13281-2:2023	Argamassas inorgânicas – Requisitos e métodos de ensaios – Parte 2: Argamassa para assentamento e argamassas para fixação de alvenaria
NBR 15258:2021	Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração
NBR 15261:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear)
NBR 15630:2008	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica
NBR 16605:2017	Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica

3. EQUIPAMENTOS (RASTREABILIDADE)

- Máquina de ensaio (tração na flexão e compressão): Prensa hidráulica Marca AMSLER, nº de série 599/644. Certificado de Calibração nº 0164/24 – MAQ 002.
- Máquina de ensaio (resistência de aderência à tração): Equipamento de tração digital, Marca Alfa Instrumentos, nº de série 1141481/R7264, certificado de calibração nº 02677/2 – EQA 001.
- Equipamento de medição: Paquímetro universal de 300mm, com resolução de 0,01mm, tipo digital. Fabricante: Zaas. Certificado de calibração nº 1001/23 – PAQ 001.
- Termo Higrômetro: Tipo digital, Fabricante: PROLAB, Modelo SH 122. Certificado de calibração nº 009875/23 – TEH 001.
- Vacuômetro (ensaio de retenção de água): Tipo analógico, Fabricante: Primar. Certificado de calibração nº 009824/23 – VAC 001.

4. RESULTADOS

4.1 ENSAIOS NO ESTADO FRESCO

Tabela 01 – Determinação do índice de consistência, retenção de água, densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado

Massa específica – γ (g/cm ³)	Índice de Consistência (mm)	Retenção de água – U (%)	Densidade de massa – DF (kg/m ³)	Ar Incorporado – A (%)
2,120	250	82,5	2.032	4,1

- Data de realização dos ensaios: **30 / 09 / 2024**
- Condições na sala de ensaio: **Temperatura de 23° C e Umidade Relativa de 61 %**

4.2 ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO

4.2.1 Determinação das resistências à tração na flexão e à compressão

Tabela 02 – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

Corpo de prova n°	Carga de Ruptura à Flexão (N)	Resistência à Tração na Flexão (MPa)	Carga de Ruptura à Compressão (N)	Resistência à Compressão (MPa)	Resistências médias (MPa)	
					Tração na Flexão – R _f	Compressão – f _a
10683	932	2,18	9.600	6,00	2,1	6,1
			9.500	5,94		
10684	973	2,28	10.000	6,25		
			10.200	6,38		
10685	808	1,89	9.800	6,13		
			9.700	6,06		
• Data de ensaio: 30 / 09 / 2024			Desvio-padrão (MPa):		0,2	0,2
			Desvio absoluto máximo (MPa):		0,2	0,3
			Coeficiente de variação (%):		9,5	2,7
			Incerteza expandida – U (MPa)		---	0,7

- Condições de cura: Temperatura de 23±2° C e Umidade Relativa de 60±5 %

4.2.2 Determinação da resistência potencial de aderência à tração ao substrato

A Figura 01 ilustra as formas de rupturas possíveis de serem observadas no ensaio.

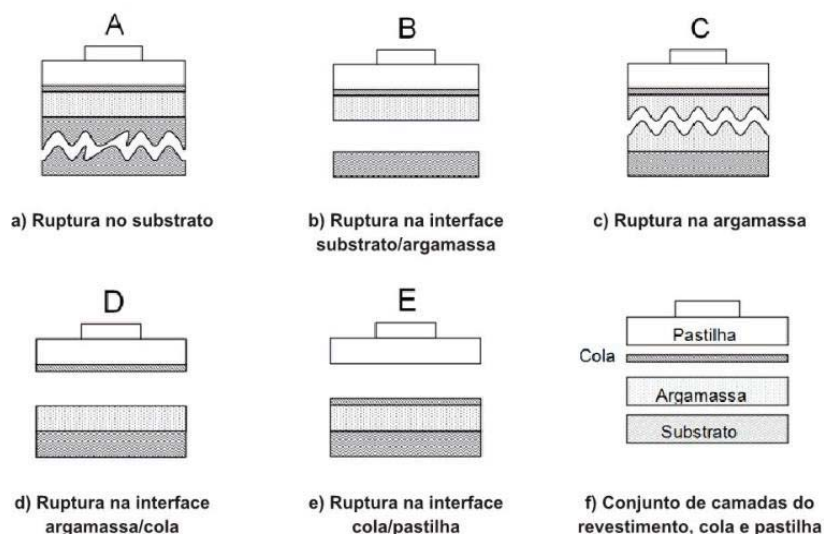


Figura 01: Formas de ruptura possíveis no ensaios de aderência à tração ao substrato e esquema do conjunto de camadas – NBR 15258:2021

Tabela 03 – Determinação da resistência de aderência à tração ao substrato

Corpo de prova n°	Espessura (mm)	Área Média (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas de ruptura (%)				
					A	B	C	D	E
01	19	1.847	728	0,39		100			
02	20	1.847	880	0,48		100			
03	20	1.847	349	0,19		100			
04	21	1.847	665	0,36		100			
05	21	1.847	836	0,45		100			
06	19	1.847	507	0,27		100			
07	20	1.847	434	0,23		100			
08	20	1.847	680	0,37		100			
09	19	1.847	655	0,35		100			
10	21	1.847	638	0,35		100			
Resistência média (R_i): 0,34 MPa									

- Data de realização do ensaio: **30 / 09 / 2024**
- **Desvio-padrão = 0,09 MPa – Coeficiente de Variação = 26,2 %**
- Condições na sala de ensaio: **Temperatura de 23° C e Umidade Relativa de 62 %**
- Condições de cura: Temperatura de 23±2° C e Umidade Relativa de 60±5 %
- Método de ensaio: Corpos de prova com seção circular de diâmetro médio aproximado de 50 mm, preparados no dia do ensaio, cortados a seco com serra-copo diamantada, com profundidade além da argamassa (penetração de aproximadamente 1 mm no substrato). Colagem das pastilhas por meio de cola epóxi bi componente de secagem rápida (POXIPOL® transparente 10 min.)
- Substrato utilizado: Substrato padrão (placa de concreto de dimensões 250x500x15 mm) fornecido pela ABCP – Lote: E=16; absorção de água: 0,3 cm³; Aderência superficial: > 2,5 MPa
- Interpretação dos resultados: No caso das rupturas na interface substrato/argamassa (**B**), o valor da resistência de aderência à tração é **igual** ao valor obtido no ensaio; Nas demais rupturas, mostradas na figura 1, o valor da resistência à tração não foi determinado e que a aderência do revestimento à base é **maior** do que o valor encontrado, portanto, o resultado do ensaio será precedido pelo sinal maior que (>); O resultado deverá ser desprezado quando a ruptura ocorrer na interface cola/pastilha (**E**), pois indicaria imperfeições na colagem.

4.2.3 Determinação da densidade de massa no estado endurecido

Tabela 04 – Determinação da densidade no estado endurecido

Corpo de prova n°	Densidade de massa – DE (kg/m ³)		
	Individual	Média	Desvio Padrão
10686	1.858	1.854	4
10687	1.852		
10688	1.852		

- Data de realização do ensaio: **30 / 09 / 2024**
- Condições de ensaio no Laboratório: **Temperatura de 23° C e Umidade Relativa de 62 %**
- Condicionamento dos corpos de prova: Temperatura de 23±2° C e umidade relativa do ar de 60±5 % durante todo o período de cura

4.2.4 Determinação da variação dimensional (retração/expansão) linear

A Tabela 06 apresenta os resultados da variação dimensional linear (expansão ou retração) e a variação de massa, medidos após a desforma até 28 dias de cura. O gráfico da Figura 3 ilustra a variação dimensional em cada idade de medição.

Tabela 05 – Determinação da variação dimensional

Data	Idade (dias)	Retração / Expansão - ϵ (mm/m)			Variação de Massa - Δm (%)		
		Média	Desvio Máximo	Diferença	Média	Desvio Máximo	Diferença
03/09/2024	1	- 0,02	0,02	- - -	- 3,1	0,1	- - -
09/09/2024	7	- 0,61	0,00	- 0,58	- 5,6	0,5	- 2,5
16/09/2024	14	- 0,73	0,01	- 0,12	- 5,5	0,5	0,1
23/09/2024	21	- 0,77	0,00	- 0,04	- 5,4	0,5	0,1
30/09/2024	28	- 0,79	0,00	- 0,02	- 5,2	0,5	0,2

- Data de moldagem: **02 / 09 / 2024**
- Data da desforma: **03 / 09 / 2024**
- Idades contadas a partir da data de desforma
- $\epsilon = (L - L_0) / L_0 \cdot 100$ // $\Delta m = 100 \times (m_1 - m_0) / m_0$
- Valores positivos de ϵ e Δm indicam expansão ou ganho de massa, respectivamente. O sinal (-) indica retração e/ou perda de massa na amostra
- "Diferença": Representa a variação dimensional e de massa entre a leitura atual e a anterior
- Não foram verificados valores de desvio absoluto máximo superiores a 0,20 mm/m em todas as medições
- Equipamento de medição: Relógio comparador digital Mitutoyo® com resolução 0,001 mm e barra padrão de aço inoxidável de 285 mm

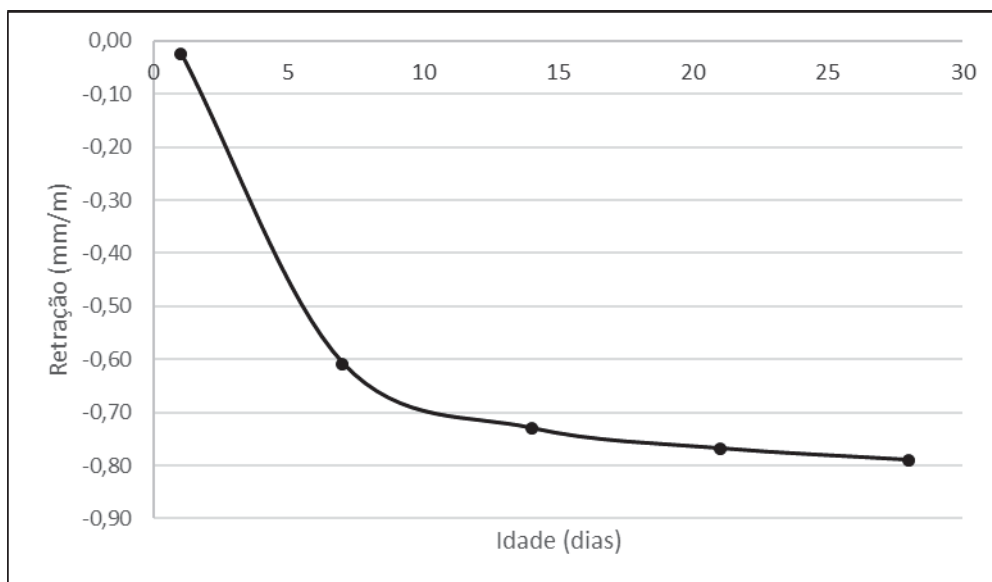


Figura 03: Gráfico Variação Dimensional x Idade

5. VALORES DE REFERÊNCIA

No ANEXO A estão descritos os valores de referência para classificação da argamassa, referente aos ensaios realizados, conforme os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR 13281-1. Informações adicionais devem ser consultadas, pelo contratante, na norma de referência.

MAURO
LICHTENECKER
JUST:48597570091

Assinado de forma digital por
MAURO LICHTENECKER
JUST:48597570091
Dados: 2024.10.032 16:11:47
-03'00'

Santa Maria (RS), 03 de outubro de 2024.

M. Eng. José Pedro Marquezan de Oliveira
Setor de Argamassas e Alvenaria Estrutural
Responsável pelos Ensaios – CREA: 171309

M. Eng. Mauro L. Just
Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC
Diretor

ANEXO A – Valores de referência para classificação de argamassas

A.1 – ARGAMASSAS PARA ASSENTAMENTO E FIXAÇÃO DE ALVENARIA

Tabela A.1 – Classificação

Denominação	Aplicação
AAV	Argamassa inorgânica para assentamento de unidades de alvenaria sem função estrutural (vedação)
AAE	Argamassa inorgânica para assentamento de unidades de alvenaria estrutural
AAF	Argamassa inorgânica para fixação de alvenaria (encunhamento)

Tabela A.2 – Requisitos e critérios para argamassas inorgânicas para assentamento e fixação – Estado fresco

Requisito	Unidade	Critério por tipo de argamassa		
		AAV	AAE	AAF
Retenção de água – U	%	≥ 85	≥ 80	Informativo
Teor de ar incorporado – A	%	≤ 22	≤ 18	Informativo

Tabela A.3 – Densidade no estado fresco

Classe	DF (kg/m ³)
DF0	DF < 1400
DF1	1400 ≤ DF < 1600
DF2	1600 ≤ DF < 1800
DF3	1800 ≤ DF < 2000
DF4	DF ≥ 2000

Tabela A.4 – Requisitos e critérios para argamassas inorgânicas para assentamento e fixação – Estado endurecido

Requisito	Unidade	Critério por tipo de argamassa		
		AAV	AAE	AAF
Resistência à compressão – f_a	MPa	$2,0 \leq f_a < 5,0$	Conforme tabela A.13	$1,5 \leq f_a < 5,0$
Varição dimensional livre – ϵ_i	mm/m	$\epsilon_i \geq - 0,80$ (retração menor ou igual a 0,80)		
Resistência de aderência à tração ao substrato - R_t	MPa	≥ 0,20		

Tabela A.5 – Classes de uso conforme critérios de resistência à compressão para AAE

Classe	f_a (MPa)
AAE5	$5,0 \leq f_a < 8,0$
AAE8	$8,0 \leq f_a < 12,0$
AAE12	$12,0 \leq f_a < 16,0$
AAE16	$16,0 \leq f_a < 20,0$
AAE 20	$20,0 \leq f_a < 24,0$
AAEE (Especial)	$f_a \geq 24,0$