AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA EM PRISMAS DE BLOCO CERÂMICO MEDIANTE A APLICAÇÃO DE CARGAS DE COMPRESSÃO

Tema: desempenho de sistemas de revestimento.
Grupo: 1

RAFAELLA SALVADOR PAULINO[1], MARIENNE DO ROCIO DE MELLO MARON DA COSTA[2]

[1]Doutoranda, PPGEC, Universidade Federal do Paraná/UFPR, rafaellaspaulino@gmail.com
[2] Profª. Drª, Universidade Federal do Paraná/UFPR, mariennemaron@gmail.com

RESUMO

As argamassas de revestimento devem ter a capacidade de se deformar, sem falha crítica, quando submetidas às ações de carregamento. Esta pesquisa avaliou a aderência do revestimento de argamassa sobre prismas submetidos a carregamentos de compressão escalonados em função da carga máxima de ruptura. Prismas de três blocos cerâmicos foram moldados com e sem chapisco e submetidos ao ensaio de resistência de aderência à tração, mediante aplicação de carregamentos de 0 N, 2500 N, 5000 N e 7500 N. Os resultados mostraram que o aumento do carregamento prejudicou a aderência em ambas condições, de forma não proporcional, ainda que a utilização de chapisco tenha se mostrado como uma importante ponte de aderência.

Palavras-chave: aderência, prisma, substrato cerâmico, deformação.

EVALUATION OF BOND STRENGHT OF MORTAR COATING ON CERAMIC BLOCK PRISMS BY APPLYING COMPRESSION LOADS

ABSTRACT

Coating mortars must have the ability to deform, without critical failure, when subjected to loading actions. This research evaluated the adhesion of the mortar coating on prisms subjected to stepped compression loads as a function of the maximum rupture load. Prisms of three ceramic blocks were molded with and without roughcast and submitted to the tensile bond strength test, by applying loads of 0 N, 2500 N, 5000 N and 7500 N. The results showed that the increase in the load impaired the bond strength, in a non-proportional way, even though the use of roughcast has proved to be an important adhesion bridge.

Key-words: adherence, prism, ceramic substrate, deformation.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho de um revestimento de argamassa está diretamente ligado à sua capacidade de absorver deformações (BASTOS, 2001)[1]. Quando não dissipadas, essas deformações podem provocar fissuração no revestimento devido a resistências à tração inadequadas diante das tensões resultantes de carregamentos de elementos estruturais ou ainda ações externas (DA SILVA; CAMPITELI, 2008)[2]. Como consequência, a resistência de aderência entre as argamassas de revestimento e o substrato pode ser comprometida, impactando na durabilidade, estanqueidade e segurança da edificação (NEVILLE, 1997[3]; MEHTA; MONTEIRO, 2001[4]). Portanto, a capacidade das argamassas de atingir uma completa, resistente e durável aderência com o substrato é uma importante propriedade concernente ao comportamento de um revestimento e a perda desta propriedade é uma das maiores razões de falha dos revestimentos (CARASEK *et al.*, 2001)[5]. Nesse sentido, ensaios experimentais de prismas são amplamente utilizados em pesquisas de alvenaria com paredes não revestidas (JIAO *et al.*, 2019[6]; MURTHI *et al.*, 2020b[7]; NALON *et al.*, 2022[8]) e em sua minoria, com paredes revestidas com argamassa (OLIVEIRA *et al.*, 2018[9]; SOLEYMANI; NAJAFGHOLIPOUR; JOHARI, 2022[10]), pois trata-se de um modelo simplificado, mais fáceis de construir e testar, considerando aspectos operacionais e econômicos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é verificar o desempenho mecânico da interface argamassa/substrato de prismas de blocos cerâmicos, quanto à resistência de aderência, quando submetidos a diferentes carregamentos de compressão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Para a produção dos prismas foram utilizados blocos cerâmicos perfurados horizontalmente, com dimensões de (90 x 14 x 24) cm, absorção de água inicial igual a 0,081 g/cm².min; absorção de água de 18,52 % e resistência à compressão de 1,69 MPa (ABNT NBR 15270-2: 2017[11]). Os blocos foram assentados com argamassa de traço 1:2:6 e no revestimento foram utilizadas argamassa de chapisco (traço 1:3) e argamassa de revestimento (traço 1:1:6), em volume. As argamassas foram produzidas com CP II-F-32 e CH III, cuja caracterização está apresentada na Tabela 1. A areia era quartzosa de rio, com massa unitária e específica de 1492 kg/m³ (ABNT NBR NM 45: 2006[12]) e 2,62 g/cm² (ABNT NBR NM 52: 2009[13]), respectivamente.

Tabela 1 – Caracterização física do CP II-F-32 e CH III

Aglomerantes	Massa unitária (kg/m³) NBR NM 45 (ABNT, 2006)[12]	Massa específica (g/cm³) NBR 16605 (ABNT, 2017)[14]	Superfície específica (cm²/g) NBR 16372 (ABNT, 2015)[15]
Cimento CP II-F-32	1067,10	3,07	3450
Cal hidratada CH III	599,38	2,45	618

2.2. Produção e caracterização da argamassa de revestimento

A argamassa de revestimento foi preparada conforme a ABNT NBR 16541: 2016[16] e os ensaios de caracterização foram realizados segundo as normas vigentes, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido

	Propriedade	Valor	Norma
Fresco	Índice de consistência (mm)	264	ABNT NBR 13276: 2005[17]
	Densidade de massa (g/cm³)	2,03	ABNT NBR 13278: 2005[18]
	Teor de ar incorporado (%)	3	ABNT NBR 13278: 2005[18]
Endurecido	Absorção de água (%)	12,85	ABNT NBR 9778: 2005[19]
	índice de vazios (%)	19,04	ABNT NBR 9778: 2005[19]
	Massa específica (g/cm³)	1,83	ABNT NBR 9778: 2005[19]
	Absorção de água por capilaridade (g/dm².min $^{1/2}$)	8,70	ABNT NBR 9779: 2012[20]
	Resistência à tração na flexão (MPa)	1,0	ABNT NBR 13279: 2005[21]
	Resistência à compressão axial (MPa)	3,4	ABNT NBR 13279: 2005[21]
	Módulo de elasticidade estático (GPa)	7,69	ABNT NBR 8522: 2021[22]

2.3. Produção dos prismas e procedimento de ensaio

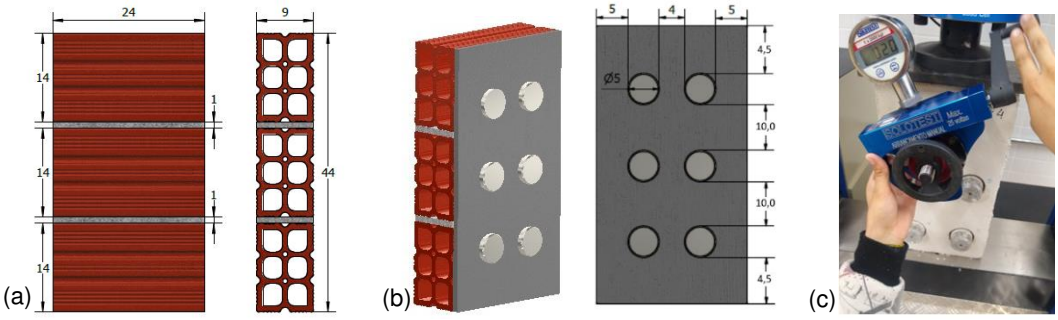
Os prismas foram moldados utilizando-se três blocos cerâmicos com furos na horizontal, assentados com duas juntas de argamassa de 1 cm. Foi executado o revestimento de argamassa de 2cm em duas condições: 1) diretamente sobre o substrato e 2) sobre a camada de chapisco (0,5 cm). A moldagem dos prismas foi realizada em ambiente controlado (23 ± 2 °C de temperatura e 60 ± 15% de umidade relativa do ar), por profissional capacitado e a cura foi realizada em ambiente de laboratório, até a idade de 28 dias.

Os prismas foram submetidos à compressão na prensa de sistema hidráulico EMIC®, com velocidade de (0,05 ± 0,01) MPa/s (ABNT NBR 15270-2: 2017)[11]. Quando atingidas as cargas de compressão pré-estabelecidas em função da carga máxima de ruptura do conjunto de 11.492,4 N, (c1 - 2500 N, c2 - 5000 N e c3 - 7500 N), o ensaio foi pausado e com a aplicação da carga constante, foi executado o ensaio de resistência de aderência à tração (ABNT NBR 15258: 2021)[23]. Previamente, os corpos de prova dos prismas foram preparados baseando-se na mesma norma. A Tabela 3 apresenta a nomenclatura dos prismas e a Figura 3 ilustra os procedimentos de preparo dos corpos de prova e execução do ensaio.

Tabela 3 – Nomenclaturas dos prismas em diferentes condições de ensaio

Carregamento		c0 = 0 N	c1 = 2500 N	c2 = 5000 N	c3 = 7500 N
Tipo de revestimento	Sem chapisco	P_RevC0	P_RevC1	P_RevC2	P_RevC3
	Com chapisco	P_ChRevC0	P_ChRevC1	P_ChRevC2	P_ChRevC3

Figura 3 – Prismas (a) vista frontal e lateral (b) delimitação dos corpos de prova em perspectiva e frontal (c) ensaio de aderência em execução (unidade de medida em cm)



Fonte: Autoria própria

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos prismas estão apresentados na Figura 4 e na Tabela 4, que apresenta também os percentuais de redução da resistência de aderência à tração de acordo com o aumento das cargas de compressão em relação ao carregamento nulo.

Figura 4 – Resistência de aderência à tração mediante aplicação de cargas de compressão.

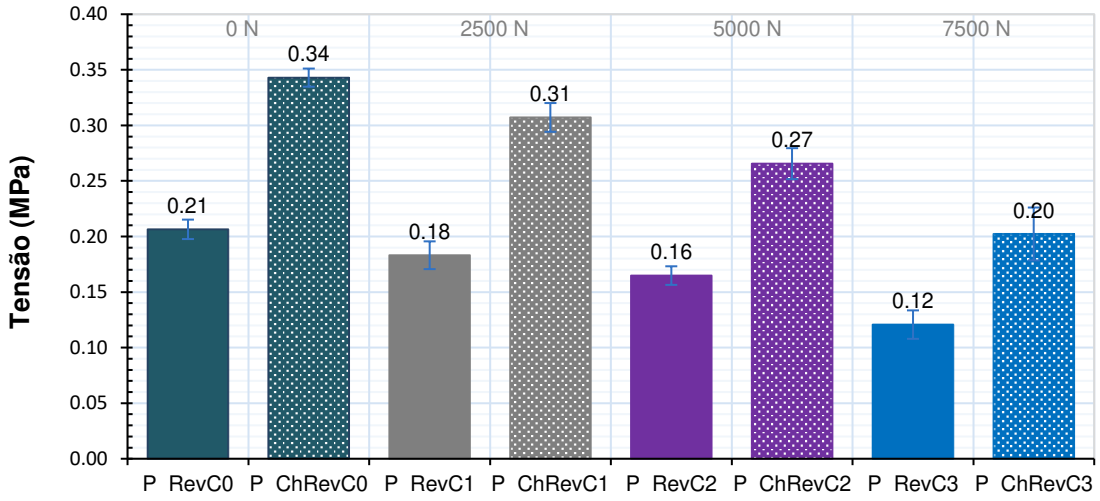


Tabela 4 - Resistência de aderência à tração dos prismas mediante aplicação de cargas de compressão.

Análise	Prismas	Carregamentos			
		c0 – 0N	c1 - 2500N	c2 - 5000N	c3 - 7500N
Tensão (MPa)	P_Rev	0,21	0,18	0,16	0,12
	P_ChRev	0,34	0,31	0,27	0,20
Redução em relação ao C0 (%)	P_Rev	-	11,29	20,16	41,53
	P_ChRev	-	10,44	22,57	41,02

Nota-se que houve um aumento da resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa para os prismas com a inserção do chapisco, corroborando com Scartezini *et al.* (2002)[24] e Temp *et al.* (2013)[25]. Os aumentos foram de aproximadamente 62%, 72%, 68% e 66%, para as cargas de 0 N, 2500 N, 5000 N e 7500 N, respectivamente. Com o aumento da carga de compressão nos prismas, notou-se uma redução da resistência média de aderência do revestimento de argamassa, nas duas configurações de revestimento. Quando não utilizado o chapisco, a aplicação de cargas de 2500 N, 5000 N e 7500 N, equivalentes à aproximadamente 22%, 44% e 66% da carga máxima de ruptura, acarretou na redução da resistência de aderência média do prisma em torno de 11%, 20% e 42%, respectivamente, em comparação com o carregamento nulo. Quando utilizado chapisco, estas reduções foram em termos de 10%, 23% e 41%, respectivamente, para as mesmas condições. Este fato pode estar relacionado com a resistência mecânica das argamassas, visto que com o aumento da aplicação de cargas, o revestimento é solicitado à flexão, o que pode promover o descolamento da argamassa do substrato, comprometendo a sua resistência de aderência.

4. CONCLUSÕES

Para as cargas de compressão escalonadas com aumento gradativo em torno de 22% em relação à carga máxima de ruptura, notou-se uma redução da aderência em termos de 11%, 20% e 42% (sem chapisco) e de 10%, 23% e 41% (com chapisco), respectivamente, em relação ao carregamento nulo, indicando que o comprometimento da aderência não aconteceu proporcionalmente ao aumento da carga. Sob atuação de cargas de compressão, a aderência do revestimento com chapisco também foi prejudicada, embora o seu emprego como ponte de aderência tenha se mostrado fundamental. Portanto, é imprescindível que as argamassas de revestimento tenham capacidade suficiente de se deformar quando solicitadas por deslocamentos ocasionados por elementos estruturais, de tal modo a não permitir o seu descolamento do substrato.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASTOS, P. K. X. Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas de revestimento. 2001. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, UPS, São Paulo, 2001.

2. DA SILVA, N. G.; CAMPITELI, V. C. Correlação entre módulo de elasticidade dinâmico e resistências mecânicas de argamassas de cimento, cal e areia. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 4, p. 21–35, 2008.

3. NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1997.

4. MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: Microstructure, Properties and Materials**, McGraw-Hill, 2001.

5. CARASEK, H. *et al*. Importância dos Materiais na Aderência dos Revestimentos de Argamassa. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSA, 4., 2001, Brasília. **Anais**[...]. Brasília: ANTAC, 2001.

6. JIAO, Z. *et al.* Bond properties of alkali-activated slag concrete hollow block masonry with different mortar strength grades. **Construction and Building Materials**, v. 216, p. 149–165, 2019.

7. MURTHI, P. *et al.* Studies on the strength variation of brick masonry using novel blended masonry mortar mixes and mortar thickness. **Materials Today: Proceedings**, v. 39, p. 126–130, 2020b.

8. NALON, G. H. *et al.* Compressive strength, dynamic, and static modulus of cement-lime laying mortars obtained from samples of various geometries. **Journal of Building Engineering**, v. 44, p. 102626, dez. 2021.

9. OLIVEIRA, R. A. *et al.* Structural performance of unreinforced masonry elements made with concrete and horizontally perforated ceramic blocks. **Construction and Building Materials**, v. 182, p. 20–34, 2018.

10. SOLEYMANI, A. *et al.* An experimental study on the mechanical properties of solid clay brick masonry with traditional mortars. **Journal of Building Engineering**, v. 58, n. July, p. 105057, 2022.

11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-2**: componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

12. _____. **ABNT NBR NM 45**: agregados - determinação da massa unitária e volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

13. _____. **ABNT NBR NM 52**: agregado miúdo – determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

14. _____. **ABNT NBR 16605**: cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

15. _____. **ABNT NBR 16372**: cimento Portland e outros materiais em pó - determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine). Rio de Janeiro, 2015.

16. _____. **ABNT NBR 16541**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

17. _____. **ABNT NBR 13276**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

18. _____. **ABNT NBR 13278**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

19. _____. **ABNT NBR 9778**: argamassa e concreto endurecidos — determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

20. _____. **ABNT NBR 9779**: argamassa e concreto endurecidos — determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012.

21. _____. **ABNT NBR 13279**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos -determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

22. _____. **ABNT NBR 8522**: concreto endurecido - determinação dos módulos de elasticidade e de deformação. parte 1: Módulos estáticos à compressão. Rio de Janeiro, 2021.

23. _____. **ABNT NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2021.

24. SCARTEZINI, L. M. *et al.* Influência do preparo da base na aderência e na permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa. **Ambiente Construído,** v. 2, n.2, p. 85-92, 2002.

25. TEMP, A. L. *et al*. Avaliação de revestimentos de argamassas à permeabilidade e a aderência à tração. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSA 10., 2013, Fortaleza. **Anais**[...]., Fortaleza: ANTAC, 2013.