

28_32

ARGAMASSAS E SOLUÇÕES TÉRMICAS DE ISOLAMENTO

REBOCOS DE ARGILA: CONSTITUIÇÃO E CONTRIBUTO PARA O CONFORTO E A SAÚDE

Paulina Faria, Dep. Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade NOVA de Lisboa
José Lima, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa

ENQUADRAMENTO

Os rebocos interiores (Fig. 2) constituem produtos da construção que resultam da aplicação de argamassas, numa ou em mais camadas, no revestimento de paredes e tetos interiores (NP EN 998-1, 2017). A 1ª camada tem de aderir bem ao suporte onde o reboco é aplicado e, se existir mais que uma camada, oferecer boa aderência à camada seguinte. A superfície final do reboco deve ter reduzida retração para não se observar fendilhação, e resistir a impactos e à abrasão resultante do uso corrente. Para tal, a argamassa constituente do reboco não deve ser demasiado rígida, para conseguir ter alguma deformabilidade para acompanhar eventual deformação do suporte e impactos sem fendilhar. No entanto, podem ser recomendadas proteções físicas em esquinas, através do reforço do reboco pela aplicação de rede ou de perfil inserido no reboco ou à vista (Faria e Lima, 2018). No caso dos rebocos interiores aplicados em compartimentos que não sejam instalações sanitárias nem cozinhas, geralmente a resistência à água não é um requisito. Mas, devido ao risco de eventual entrada de água da chuva por janela deixada aberta, ou por contacto com água resultante da limpeza corrente dos compartimentos, podem ser adotadas medidas que confirmam maior durabilidade a alguns rebocos mais vulneráveis.

Simultaneamente, uma vez que os rebocos interiores apresentam frequentemente uma área significativa em contacto com o espaço interior, torna-se cada vez mais premente que não contribuam para piorar a respetiva qualidade do ar interior (QAI). Isso é conseguido através do controlo dos materiais que constituem as respetivas argamassas. Complementarmente, o contributo passivo que os rebocos interiores possam dar para o equilíbrio da humidade relativa interior é considerado um objetivo importante para se melhorar o conforto dos ocupantes, evitar doenças relacionadas com má QAI e reduzir gastos de energia (Ranesi et al., 2021). Este requisito será cada vez mais relevante, numa época em que a ecoeficiência dos edifícios está na ordem do dia.

CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS CORRENTES DOS REBOCOS DE ARGILA

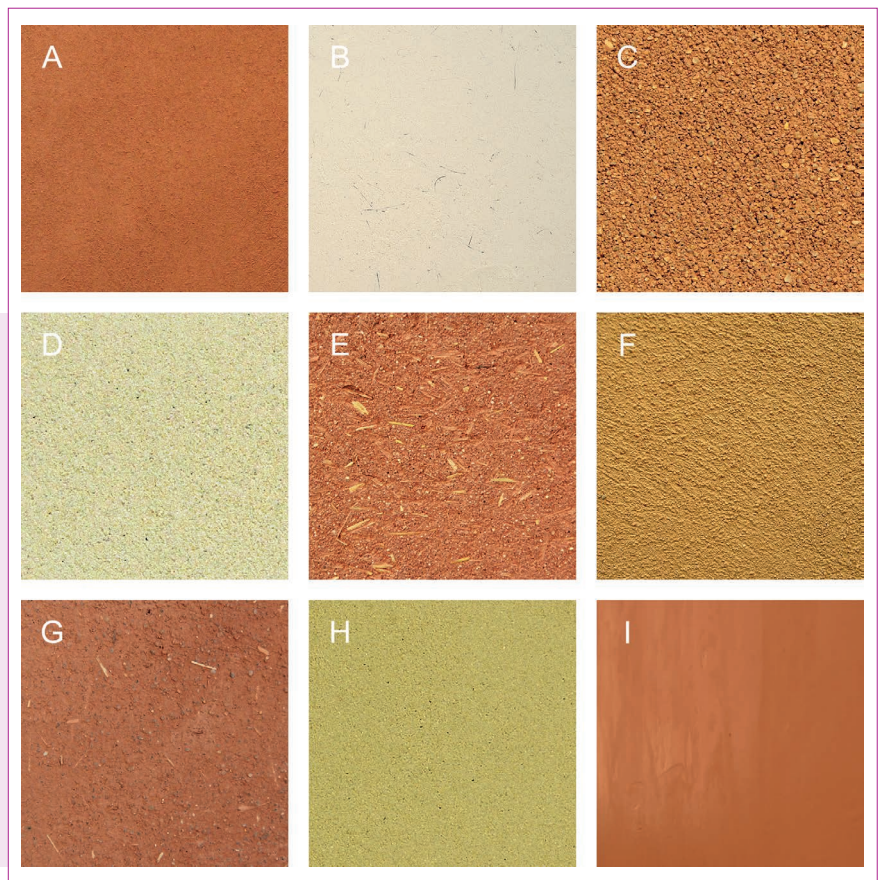
Os rebocos podem ser deixados à vista ou terem um acabamento, aplicado por exemplo por pintura (Fig. 3) ou barramento. As argamassas para rebocos interiores podem ser constituídas por diversos ligantes, como cimento, cais com propriedades hidráulicas, cais aéreas, gessos e argilas. Devido às características exigidas aos rebocos interiores, não são requeridas argamassas com resistências

mecânicas muito elevadas, face a argamassas utilizadas por exemplo para o assentamento de alvenarias. No passado, argamassas à base de argila, de gesso e de cal aérea foram muito utilizadas por serem mais acessíveis.

Para a execução de rebocos de argila utiliza-se terra para a produção das argamassas, que por sua vez é constituída por tipos e proporções variada de argila, silte, areia, depois de ter sido desterroada e peneirada para remoção de agregados mais grossos. Caso o teor de argila na terra seja elevado, pode ser necessário adicionar areia (ou outro agregado com granulometria semelhante) à terra para reduzir a propensão da argamassa de reboco para fendilhar. Podem também ser adicionadas fibras naturais (Fig. 1). Para argamassas de reboco são correntes adições de três volumes de areia (ou agregado resultante de resíduo com granulometria semelhante) a 1 volume de terra argilosa (Faria e Lima, 2018). No limite, caso o teor de argila seja demasiado reduzido, pode ser necessário adicionar uma baixa percentagem de ligante (gesso, cal aérea) à argamassa. No entanto, a adição de baixo teor de gesso ou cal é mais frequentemente motivado por se pretender um reboco com maior durabilidade à água ou com resistência mecânica superior, o que nem sempre acontece (Tabela 1).

É frequente as argamassas de argila apresentarem comportamento mecânico da mesma

Devido à baixa energia incorporada, análise de ciclo de vida muito favorável e às características das argamassas resultantes, muitas terras argilosas, nomeadamente resultantes de escavações, podem ser utilizadas para a formulação de rebocos interiores eco-eficientes, com diferentes cores e texturas (Fig. 1).



> 1

ordem ou superior ao das argamassas de cais, que durante tantos anos têm tido um bom comportamento em edifícios antigos (Tabela 1). Para além disso, os rebocos de argila podem ser aplicados em diversos suportes, desde mais vernáculos aos contemporâneos (Santos et al., 2019). A adição de baixa percentagem de cal aérea geralmente reduz o comportamento mecânico, enquanto de gesso geralmente aumenta esse comportamento (Tabela 1). No entanto, a durabilidade à água é aumentada com ambos os tipos de adições. A durabilidade à água de rebocos de argila pode também ser conseguida através da adição na amassadura de baixo teor de gordura, como o óleo de linhaça, ou outros bioprodutos (Parracha et al., 2021). Pode ainda ser alcançada através da aplicação deste tipo de óleos ou de bioprodutos em tratamento superficial (Fig. 4) aplicado por

pintura (Parracha et al., 2019), ou ainda pela aplicação de uma caição (Faria e Lima, 2018). Por outro lado, é a vulnerabilidade à água das

argamassas de argila, quando não estabilizadas com ligantes, que lhe garante a capacidade de serem reutilizáveis: removidas da aplica-



> 2

> Figura 1: Exemplo de superfícies de diferentes rebocos executados com terras de diferentes cores, sem e com fibras vegetais, e com distintos acabamentos e texturas superficiais (Faria e Lima, 2018)

> Figura 2: Exemplo de espaços interiores com rebocos de argila (Faria e Lima, 2018)



> 3

ção e amassadas de novo com água, podem tornar a ser aplicadas em novos rebocos ou noutra tipo de utilização. Essa capacidade também se traduz numa grande facilidade de reparação, ou mesmo de alteração de textura, etc., quando aplicadas em rebocos (Fig. 5). Associado à baixa energia incorporada do ligante, os rebocos de argila apresentam uma análise de ciclo de vida muito favorável (Santos et al., 2021).

HIGROSCOPICIDADE DOS REBOCOS DE ARGILA E CONTRIBUTO PASSIVO PARA O CONFORTO E A SAÚDE

A higroscopicidade é a capacidade que os materiais ou produtos da construção têm para captar (adsorver) humidade do ambiente quando o ambiente tem elevado teor de humidade relativa (HR), e para a libertarem (desadsorverem) quando esse teor diminui.

A higroscopicidade dos materiais e dos produtos de construção pode ser avaliada de acordo com diversos métodos de ensaios, que estão descritos em diversas normas ou especificações de ensaio. No caso particular dos rebocos interiores, pode ser avaliada através de (Ranesi et al., 2020):

- Métodos das curvas isotérmicas de adsorção, de acordo com as normas DIN 18947(2018) alemã, específica para rebo-

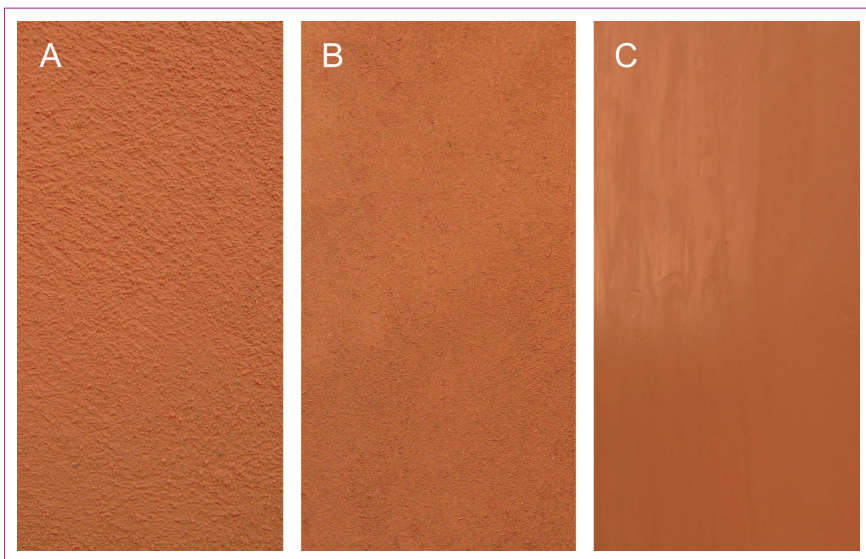
> Tabela 1: Comparação de características mecânicas de algumas argamassas.

Tipo de comparação	Descrição das argamassa	Compressão	Flexão	Aderência	Referência
Argamassas de argila e argamassas de gesso e cais, ao traço 1:3 (vol. terra ou ligante:areia)	De argila	0.77 ± 0.08	0.25 ± 0.02	0.02 ± 0.01	Lima et al., 2021
	De gesso	1.66 ± 0.20	0.69 ± 0.08	0.11 ± 0.01	
	De cal aérea	0.52 ± 0.04	0.21 ± 0.01	0.02 ± 0.00	
	De cal hidráulica natural	0.74 ± 0.10	0.28 ± 0.03	0.07 ± 0.01	
Argamassas formuladas com diferentes argilas	De argila íltica	0.88 ± 0.17	0.25 ± 0.03	0.07 ± 0.02	Lima et al., 2020
	De argila caulínica	0.45 ± 0.07	0.18 ± 0.01	0.04 ± 0.02	
	De argila bentonítica	0.54 ± 0.04	0.19 ± 0.02	0.02 ± 0.01	
Argamassas formuladas com diferentes traços vol. terra:areia	Ao traço 1:2	0.99 ± 0.09	0.27 ± 0.06	0.07 ± 0.02	Lima et al., 2016
	Ao traço 1:3	0.88 ± 0.19	0.25 ± 0.03	0.07 ± 0.03	
	Ao traço 1:4	0.53 ± 0.07	0.22 ± 0.03	0.07 ± 0.03	
Argamassas de argila formuladas com diferentes adições de fibras naturais	Sem fibras	0.88 ± 0.19	0.25 ± 0.03	0.07 ± 0.03	Lima e Faria, 2016
	Com 10% de fibras de aveia	0.55 ± 0.06	0.20 ± 0.03	0.08 ± 0.01	
	Com 20% de fibras de aveia	0.67 ± 0.10	0.23 ± 0.03	0.09 ± 0.00	
	Com 20% de fibras de Typha	0.98 ± 0.09	0.29 ± 0.04	0.09 ± 0.02	
	Com 40% de fibras de Typha	1.02 ± 0.02	0.31 ± 0.03	0.10 ± 0.02	
Argamassas de argila com adição de ligantes	Com 80% de fibras de Typha	0.87 ± 0.17	0.26 ± 0.05	0.11 ± 0.02	Gomes et al., 2022
	Sem adição de ligante	0.88 ± 0.16	0.26 ± 0.03	0.07 ± 0.03	
	Com 5% de cal aérea	0.32 ± 0.03	0.12 ± 0.01	0.06 ± 0.01	
	Com 5% de gesso	1.03 ± 0.04	0.37 ± 0.03	0.07 ± 0.04	

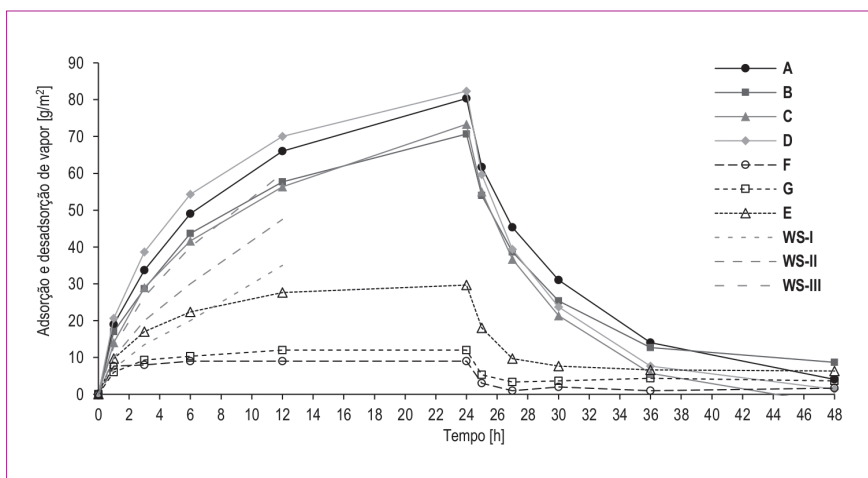
> Figura 3: Aplicação de caiação não pigmentada sobre reboco de argila de cor avermelhada, por trincha (A), rolo (B) e aspeto final (C).



> 4



> 5



> 6

cos de argila, a norma EN ISO 12571 (2013) e a norma ISO 24353 (2008/2021) na parte relativa ao método de uma só etapa.

- Métodos do buffer de humidade, de acordo com o procedimento de ensaio desenvolvido no projeto NORDTEST (2005), com a norma Japonesa JIS A 1470-1 (2002) ou com a norma EN ISO 24353 (2008/2021) na parte relativa ao buffer de humidade.

Como diferentes estudos de caracterização da higroscopicidade de rebocos utilizam diferentes métodos de ensaio, a comparação entre eles só é totalmente válida quando o mesmo método e o mesmo tipo de provetes são utilizados. Entre as normas e procedimentos de ensaio apresentados, apenas o da norma DIN 18947 (2018) é específico para rebocos. No entanto, o procedimento apenas caracteriza a adsorção e não a desadsorção, e apenas caracteriza a adsorção durante 12 horas, mesmo que o reboco tenha ainda capacidade para adsorver mais humidade. Assim, com base em Lima et al. (2016), alguns estudos têm vindo a adaptar o procedimento da norma DIN (2018) também à avaliação da desadsorção, ampliando cada fase em mais 12 horas, até às 24 horas (Lima et al., 2020), e aplicando esse mesmo procedimento comparativamente a rebocos de argila e a outros rebocos ou produtos da construção correntes, como é o caso do gesso cartonado para revestimento interior (Lima et al., 2021; Santos et al., 2020). Na Fig. 6 apresentam-se os resultados de adsorção e desadsorção de alguns rebocos de argila, sem e com adição de baixas percentagens de cal aérea ou de gesso, e de rebocos de gesso, cal aérea e cal hidráulica natural, comparativamente às classes de higroscopicidade da norma DIN 18947 (2018).

Diversos estudos já efetuados (Faria e Lima, 2018; Lima et al., 2021; Santos et al., 2020) mostram que os rebocos de argila:

- apresentam uma capacidade de captação [adsorção] do vapor de água existente no espaço

> Figura 4: Exemplo de aplicação de proteção superficial com óleo de linhaça por pincelagem (A), rolo (B) ou spray (C)

> Figura 5: Exemplos de diferentes texturas em reboco produzido com a mesma argamassa de argila.

> Figura 6: Adsorção e desadsorção de rebocos de argila e areia média (A), idem mas com adição de 5% de cal aérea (B) e com adição de 5% de gesso (C), da mesma argila mas com areia fina (D), de gesso (E), de cal aérea (F), de cal hidráulica natural (G), todos com a mesma areia fina, e os limites das classes de higroscopicidade da DIN 18947 (2018).

interior muito superior à de outros rebocos e revestimentos interiores, reduzindo picos de humidade;

- conseguem libertar (desadsorver) essa humidade de novo para o espaço interior quando este fica mais seco;
- dessa forma os rebocos de argila conseguem contribuir de forma passiva, sem gastos de energia, para manter uma gama de humidade relativa no interior que transmita maior sensação de conforto aos ocupantes, e contribua para a sua saúde;
- a adição de bioprodutos, como o óleo de linhaça, ou de baixos teores de ligante, como o gesso ou a cal aérea, provocam uma redução na capacidade higroscópica dos rebocos;
- a proteção superficial com bioprodutos como o óleo de linhaça também reduz um pouco a capacidade higroscópica, mas a aplicação de uma calção não afeta essa capacidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rebocos interiores com base em argamassas de argila apresentam características que os podem tornar muito competitivos em termos ambientais, não apenas pela baixa energia incorporada associada à sua composição mas também pelo seu desempenho relativo à qualidade do ar interior e, nomeadamente, ao seu contributo passivo para o equilíbrio da humidade relativa no interior dos espaços e respetivo efeito na eficiência energética e na saúde dos ocupantes. São fáceis de formular, amassar e aplicar, de forma manual ou mecanizada. No entanto, a terra argilosa com que são feitos é um material natural e, por isso, com tipos e proporções distintas de argila, silte e areia. Esse facto implica a necessidade de um bom conhecimento da matéria-prima para formular bons rebocos, o que de alguma forma pode condicionar o seu uso mais corrente quando não feito por profissionais com esse conhecimento. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIN 18947 (2018), Earth plasters - Requirements, test and labelling [in German]. DIN, Berlin, Germany.
- EN ISO 12571 (2013), Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of hygroscopic sorption properties. CEN, Brussels, Belgium.
- FARIAP, LIMA J (2018), Rebocos de terra. Cadernos de Construção com Terra 3, 1ª Ed.. Argumentum, Lisboa, 128 p. ISBN: 978-989-8885-04-3
- ISO 24353 (2008) + Amd 1 (2021), Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of moisture adsorption/desorption properties in response to humidity variation. ISO, Geneva, Switzerland.
- JISA1470 (2002), Test method of adsorption/desorption efficiency for building materials to regulate an indoor humidity part 1: Response method of humidity. Japanese Industrial Standard, Tokyo, Japan.
- GOMES I, LIMA J, SANTOS T, GOMES J, FARIAP (2022), The benefits of eco-efficient plasters for occupant's health—a case study. In: Malik J.A., Marathe S. (eds) Ecological and Health Effects of Building Materials. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76073-1_20
- LIMA J, FARIAP (2016), Eco-efficient earthen plasters. The influence of the addition of natural fibers. Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications. From Science to Markets, Figueiro, Raul, Rana, Sohel (Eds.). Springer, RILEM Book Series vol. 12, p. 315-327, Feb 2016. Hardcover ISBN: 978-94-017-7513-7; eBook ISBN 978-94-017-7515-1. Doi:10.1007/978-94-017-7515-1_24
- LIMA J, FARIAP, SANTOS SILVA A. (2016), Earthen plasters based on illitic soils from Barrocal region of Algarve: contributions for building performance and sustainability. Key Engineering Materials 678, 64-77. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.678.64>
- LIMA J., FARIAP P., SANTOS SILVA A. (2020), Earth plasters: the influence of clay mineralogy in the plasters' properties. International Journal of Architectural Heritage 14 (7), 948-963. <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1727064>
- LIMA J., FARIAP P., VEIGA R. (2021), Comparison of an earth mortar and common binder mortars for indoor plastering. ICSEFCM2021 - Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable, Environmentally Friendly Construction Materials. E. Horszczaruk, P. Brzozowski (Eds.), Poland, 71-76. ISBN: 978-83-7663-324-4
- NPEN 998- 1 (2017), Especificação de argamassas para alvenarias. Parte 1: Argamassas para rebocos interiores e exteriores. IPQ, Caparica.
- PARRACHA JL, PEREIRA AS, VELEZ DA SILVA R, ALMEIDA N, FARIAP. (2019), Efficacy of iron-based bioproducts as surface biotreatment for earth-based plastering mortars. Journal of Cleaner Production 237, 117803. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117803>
- PARRACHA J.L., PEREIRA A.S., VELEZ DA SILVA R., SILVA V., FARIAP P. (2021), Effect of innovative bioproducts on the performance of bioformulated earthen plasters. Construction and Building Materials 277, 122261. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122261>
- RANESIA A., VEIGA M. R., FARIAP P. (2021), Laboratory characterization of relative humidity dependent properties for plasters: a systematic review. Construction and Building Materials 304, 124595. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124595>
- RODE C., PEUHURI R.H., MORTENSEN L.H., HANSEN K.K., TIME B., GUSTAVSEN A., OJANEN T., AHONEN J., SVENNERBERG K., HARDERUP L.E., ARFVIDSSON J. (2005), Moisture buffering of building materials. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, BYG Report R-127.
- SANTOST T., ALMEIDA J., SILVESTRE J.D., FARIAP. (2021), Life cycle assessment of mortars: a review on technical potential and drawbacks. Construction and Building Materials 288, 123069. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123069>
- SANTOS T., FARIAP P., SILVA V. (2019), Can an earth plaster be efficient when applied on different masonries? Journal of Building Engineering 23, 314-323. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.02.011>
- SANTOS T., GOMES M.I., SANTOS SILVA A., FERRAZ E., FARIAP P. (2020), Comparison of mineralogical, mechanical and hygroscopic characteristic of earthen, gypsum and cement-based plasters. Construction and Building Materials 254, 119222. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119222>