



Argamassas inovadoras para reabilitação de paredes de tabique

Innovative mortars for the rehabilitation of partition walls.

TORRES, Isabel¹; VELOSA, Ana²; SOARES, Kátia³

itorres@dec.uc.pt¹; avelosa@ua.pt²; katiamariapereirasoaes2016@gmail.com³.

¹ CERIS, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Itecons | Portugal

² CERIS, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro | Portugal

³ Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra | Portugal

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Tabique

Argamassa de terra e cal

Sustentabilidade

Keywords:

Partition wall,

Earth and lime mortar,

Sustainability

Resumo:

As paredes de tabique representam uma técnica construtiva tradicional e sustentável, amplamente difundida em Portugal até meados do século XX. Caracterizam-se pela utilização de materiais naturais e locais, como madeira, terra e cal na construção de paredes, principalmente interiores. Atualmente, muitas dessas estruturas encontram-se em avançado estado de degradação, especialmente no que concerne aos seus revestimentos, exigindo intervenções de reabilitação que respeitem as características originais dos materiais e técnicas empregues. A compreensão detalhada das propriedades físicas e mecânicas das argamassas de tabique é essencial para o desenvolvimento de estratégias de intervenção adequadas, que respeitem as especificidades construtivas e materiais deste tipo de edificação. Além disso, o estudo e a valorização do tabique contribuem para a preservação da memória construtiva e do património arquitetónico vernacular português. Nesse sentido, brevemente iniciar-se-á um projeto de investigação financiado pela FCT, cujo objetivo será caracterizar as argamassas existentes em paredes de tabique e formular argamassas de substituição/reabilitação sustentáveis e adequadas.

Abstract

Wattle and daub (tabique) walls represent a traditional and sustainable construction technique that was widely employed in Portugal until the mid-20th century. This method is characterized by the use of natural and locally sourced materials, such as wood, earth, and lime, primarily in the construction of interior partition walls. Currently, many of these structures are in an advanced state of deterioration, particularly concerning their renderings, necessitating rehabilitation interventions that respect the original materials and construction techniques. A comprehensive understanding of the physical and mechanical properties of tabique mortars is crucial for developing appropriate intervention strategies that respect the specific construction techniques and materials of this building typology. Furthermore, studying and valuing tabique construction contributes to preserving the constructive memory and vernacular architectural heritage of Portugal. In this context, a research project funded by FCT will soon start, aiming to characterize existing mortars in tabique walls and to formulate sustainable and adequate replacement/rehabilitation mortars.

1. Introdução

As paredes de tabique constituem uma técnica construtiva tradicional amplamente disseminada na arquitetura portuguesa, tanto vernácula quanto tradicional, em contextos rurais e urbanos. Estas estruturas, predominantes até meados do século XX, são frequentemente encontradas em centros históricos e aldeias de Portugal.

A técnica do tabique baseia-se numa estrutura de madeira composta por elementos verticais (costaneiras) e horizontais (fasquios), formando um engradado que é posteriormente revestido com argamassas à base de terra e/ou cal. Este método construtivo é reconhecido pela sua sustentabilidade, uma vez que utiliza materiais naturais, locais e de baixo custo, e requer, para a sua execução, apenas ferramentas e tecnologias simples [1] (Figura 1).

Figura 1 – Paredes exteriores de tabique



Atualmente, muitas destas construções encontram-se em estado avançado de degradação (Figura 2), principalmente devido à ausência de manutenção regular e ao abandono.

A deterioração é particularmente evidente nas argamassas de revestimento, cuja função principal é proteger a estrutura de madeira subjacente, garantir a durabilidade do edifício e promover o conforto e a salubridade dos espaços interiores.

Figura 2 – Estado de degradação de paredes interiores



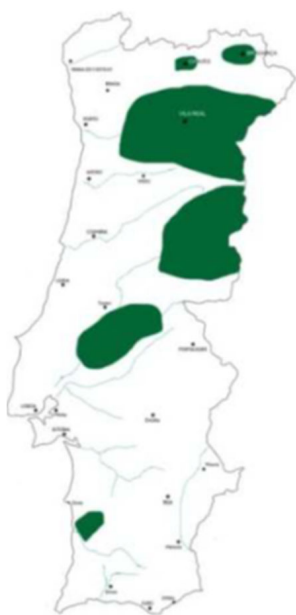
A reabilitação das construções em tabique surge, portanto, como um imperativo económico e ambiental. Além de contribuir para a redução do déficit habitacional, a recuperação destas edificações promove a valorização do património arquitetónico e da paisagem urbana, assegurando a preservação desta riqueza material e cultural para as gerações futuras.

Para uma intervenção eficaz, é essencial aprofundar o conhecimento sobre as características físicas e mecânicas das argamassas utilizadas nas paredes de tabique. Este entendimento permitirá o desenvolvimento de estratégias de reabilitação que respeitem as especificidades construtivas e materiais deste tipo de edificação, promovendo soluções compatíveis e sustentáveis.

2. Enquadramento do projeto

Nos últimos anos, têm-se intensificado as investigações dedicadas ao estudo das construções em tabique, com particular incidência na região Norte de Portugal Continental [2], onde esta técnica construtiva apresenta uma maior representatividade. Contudo, evidências da sua aplicação encontram-se disseminadas por todo o território nacional [Figura 3], incluindo as regiões Centro e Sul de Portugal Continental, bem como nas Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Tal dispersão geográfica justifica a necessidade de ampliar o âmbito das investigações, de modo a abranger a diversidade regional desta tipologia construtiva.

Figura 2 – Mapa de Portugal Continental com as áreas de construções em Tabique,



Fonte: Silva et al [3]

Os estudos realizados até ao momento têm-se centrado na caracterização das soluções construtivas típicas, incluindo as dimensões e disposições das estruturas das paredes de tabique, a especificação dos solos utilizados na preparação das argamassas e a identificação das fibras naturais incorporadas. Adicionalmente, têm sido analisadas as características dos elementos de ligação, nomeadamente os pregos utilizados nas conexões dos elementos de madeira, bem como o comportamento ao fogo, as propriedades acústicas, o desempenho mecânico e a suscetibilidade ao desenvolvimento de fungos destas construções.

Estes estudos têm contribuído significativamente para o conhecimento técnico das construções em tabique, fornecendo dados essenciais para a sua conservação e reabilitação. No entanto, a expansão das investigações para outras regiões do país permitirá uma compreensão mais abrangente das variações regionais desta técnica construtiva, promovendo a preservação do património arquitetónico vernacular português.

No que concerne ao estudo das argamassas empregues em construções com paredes de tabique, observa-se uma escassez de investigações na literatura científica, evidenciando uma lacuna de conhecimento que carece de ser colmatada. A preservação eficaz destes elementos construtivos requer não apenas a compreensão e conservação das argamassas existentes, mas também o desenvolvimento de argamassas de substituição/reabilitação que sejam compatíveis com os materiais originais. Estas argamassas devem ser adequadas tanto para a reparação de zonas degradadas como para o preenchimento de lacunas estruturais.

Adicionalmente, é imperativo que as argamassas de substituição adotem soluções sustentáveis, nomeadamente através da incorporação de resíduos industriais. Esta abordagem tem vindo a ganhar relevância no domínio da engenharia de materiais, promovendo a transição para um modelo de

economia circular e contribuindo para a redução do impacto ambiental

Estudos recentes têm demonstrado, por exemplo, a viabilidade técnica e ambiental da utilização de resíduos cerâmicos em argamassas de cal, substituindo parcialmente os agregados tradicionais [4]. Tais argamassas apresentam propriedades mecânicas e físicas adequadas para a reabilitação de edifícios antigos, além de contribuírem para a valorização de resíduos industriais

Portanto, a investigação e desenvolvimento de argamassas sustentáveis e compatíveis com as construções em tabique são essenciais para a conservação do património arquitetónico vernacular português, promovendo simultaneamente práticas construtivas ambientalmente responsáveis.

3. Objetivos do projeto

A investigação que se pretende desenvolver, centrada na reabilitação e preservação da técnica construtiva do tabique, propõe-se a responder a um conjunto de questões fundamentais que orientam o desenvolvimento de soluções compatíveis, sustentáveis e tecnicamente viáveis para a conservação deste património arquitetónico, nomeadamente:

o “Quais as suas origens? Como prevenir o aparecimento de novas patologias e como proceder à sua reabilitação? Como incorporar as respostas às novas exigências funcionais nas argamassas de reabilitação, sem, contudo, colocar em causa a compatibilidade com o suporte e com as argamassas existentes? Quais os comportamentos em serviço destas novas argamassas? É possível agregar um ou mais resíduos da indústria portuguesa que possam contribuir para a economia circular e para a sustentabilidade? Esta argamassa terá custo atrativo e vantagens técnicas que possam interessar à produção em escala industrial? E qual o ciclo de vida desta argamassa?” (texto retirado da candidatura do projeto)

4. Metodologia

O estado de degradação das paredes de tabique exige intervenção urgente. A fim de dar resposta a essa necessidade pretende-se criar uma base de dados das características das argamassas utilizadas a nível nacional e desenvolver argamassas compatíveis e sustentáveis para a sua reabilitação. A metodologia proposta será dividida em 8 tarefas fundamentais, que seguidamente se descrevem:

-Revisão da literatura: será realizada uma revisão bibliográfica abrangente, contemplando estudos nacionais e internacionais que abordem as construções em tabique, que incluirá pesquisas anteriores sobre a caracterização de materiais constituintes, técnicas construtivas, patologias associadas e intervenções de reabilitação e servirá de base para a fase seguinte da investigação, que consistirá na recolha e análise de amostras de argamassas provenientes de edificações em tabique localizadas em diversas regiões de Portugal.

-Levantamento de construções com paredes de tabique: Pretende-se proceder à identificação sistemática de construções em tabique existentes no território nacional, com o objetivo de selecionar edificações adequadas para a recolha de amostras de argamassas. Esta seleção abrangerá edifícios em diversos estados de conservação, incluindo aqueles em avançado estado de degradação, em fase de elaboração de projetos de reabilitação ou em processo de intervenção. Cada intervenção será precedida por um registo fotográfico detalhado, documentando a fachada da edificação e o local específico de extração da amostra, tanto antes quanto após a recolha. Este procedimento assegura a rastreabilidade e integridade dos dados coletados, além de fornecer uma base visual para análises subsequentes.

-Caracterização laboratorial das argamassas existentes: A caracterização das amostras pré-existentes em paredes de tabique, será realizada por intermédio de determinação de resíduo insolúvel em ácido clorídrico (HCl), ensaios de análise granulometria por

peneiração (EN 933-1:2014) [5], resistência mecânica à compressão (EN 1015-11:2019) [6], absorção de água por capilaridade (ISO 15148:2002) [7], índice de secagem (EN 16322:2013) [8], porosimetria (ISO 15901-1:2016) [9], difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX). É provável que alguns ensaios não possam ser realizados de acordo com as normas, como é o caso dos ensaios de resistência à compressão, porque, muitas vezes, a espessura das amostras, não é suficiente para a obtenção de resultados fiáveis.

-Definição das argamassas de reabilitação sustentáveis: Com base na revisão bibliográfica, na experiência acumulada dos membros da equipa de investigação no desenvolvimento de argamassas com incorporação de resíduos e na caracterização das argamassas históricas, propõe-se a análise e seleção de resíduos industriais produzidos em Portugal que possam ser integrados em formulações de argamassas de reabilitação compatíveis com construções em tabique.

A seleção dos resíduos será orientada por critérios de compatibilidade físico-química com as argamassas tradicionais, conformidade com os requisitos técnicos estabelecidos pelas normas em vigor e potencial para melhoria das propriedades das argamassas formuladas.

A integração de resíduos industriais em argamassas de reabilitação representa uma estratégia promissora para a conservação do património arquitetónico vernacular, promovendo simultaneamente a sustentabilidade ambiental e a inovação no setor da construção.

-Caracterização laboratorial das argamassas de reabilitação: Todas as argamassas selecionadas na tarefa anterior serão estudadas e caracterizadas laboratorialmente. A caracterização física, higrotérmica e mecânica das argamassas será realizada através da determinação da porosimetria (ISO 15901-1:2016), absorção de água por capilaridade (ISO 15148:2002), absorção de água sob baixa pressão por tubos de Karsten (Rilem Test Method n 11.4:2020)

permeabilidade ao vapor de água (ISO 12572:2016) [10], índice de secagem (EN 16322:2013), resistência à compressão e à flexão (EN 1015-11:2019), módulo de elasticidade dinâmico (EN 14146:2004) [11], resistência à abrasão (E396:1993) e coeficiente de condutividade térmica. Estas caracterizações serão realizadas após os processos de cura corrente (EN 1015-11:2019), que serão de 28 dias, para as argamassas que incorporarem cal hidráulica e/ou cimento como ligante e de 90 dias para as argamassas que incorporarem cal aérea como ligante. Os traços que apresentarem argamassas de terra sem ligantes, serão ensaiados aos 28 dias.

-Caracterização in situ das argamassas de reabilitação: o objetivo é a construção de protótipos de paredes de tabique com dimensões aproximadas de 100 × 100 cm, com o objetivo de analisar o comportamento das argamassas em condições de serviço e compará-lo com os resultados obtidos em provetes laboratoriais. Esta fase é crucial, uma vez que, durante o processo de cura, ocorrem diversos fenómenos físico-químicos que influenciam significativamente as propriedades finais das argamassas.

A aplicação das argamassas será realizada em camada única, utilizando o mesmo traço tanto para o enchimento do fasquiado quanto para o reboco, de forma a replicar as práticas construtivas tradicionais. A espessura da camada de reboco poderá variar em função do tipo de traço utilizado, sendo ajustada conforme as necessidades específicas de cada composição. Antes da aplicação, o suporte será devidamente humedecido para garantir uma adequada aderência da argamassa. A técnica de aplicação adotada procurará reproduzir, com o máximo de fidelidade, as condições reais de execução observadas em contextos históricos.

Este procedimento permitirá uma avaliação mais precisa do desempenho das argamassas em contextos reais, contribuindo para o desenvolvimento de soluções de reabilitação mais eficazes e sustentáveis para as construções em tabique.

Os ensaios a realizar serão:

-Sem destacamento das argamassas do suporte: permeabilidade a água sob pressão, módulo de elasticidade, ensaio de arrancamento e resistência à abrasão.

-Após extração de provetes: massa volúmica aparente, porosidade aberta, absorção de água por capilaridade, capacidade de secagem, resistência à compressão, à flexão e porosimetria.

-Análise do ciclo de vida: A quantificação e avaliação dos impactos ambientais associados a produtos e serviços ao longo do seu ciclo de vida têm sido reconhecidas como fundamentais para promover a sustentabilidade no setor da construção. Particularmente, a comparação do desempenho ambiental de soluções inovadoras com alternativas convencionais de função e aplicação semelhantes é essencial para fundamentar escolhas mais sustentáveis.

Neste contexto, propõe-se a realização de uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) das argamassas formuladas neste projeto, com o objetivo de determinar e avaliar os seus impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até à fase de fim de vida. Esta análise permitirá comparar o desempenho ambiental das argamassas desenvolvidas com o das argamassas convencionais, identificando vantagens e oportunidades de melhoria.

A metodologia adotada seguirá as normas internacionais ISO 14040 [12] e ISO 14044 [13], que estabelecem os princípios e requisitos para a condução de estudos de ACV, bem como a norma europeia EN 15804 [14], que fornece regras específicas para produtos de construção. Estas normas asseguram a consistência, transparência e comparabilidade dos resultados obtidos.

-Análise dos resultados e definição da/das argamassa/s de reabilitação mais adequada/s: Podemos dizer que será uma das fases mais importantes da investigação e possivelmente uma das mais complexas.

O objetivo central desta fase da investigação consiste no desenvolvimento de modelos matemáticos que permitam estimar as propriedades das argamassas após a sua aplicação em suportes de tabique, com base nos resultados obtidos em ensaios laboratoriais realizados em provetes padrão. Esta abordagem visa identificar, de forma fundamentada, as formulações de argamassas com incorporação de resíduos que apresentem o melhor desempenho em condições reais de serviço, possibilitando a sua aplicação eficaz na reabilitação de paredes de tabique.

As propriedades alvo para a modelação incluem aquelas normalmente especificadas nas características técnicas das argamassas pré-dosadas e exigidas para a marcação CE, conforme estabelecido na norma EN 998-1:2013. Estas propriedades são: densidade, resistência à compressão, aderência, coeficiente de absorção, permeabilidade ao vapor.

A construção destes modelos matemáticos permitirá prever, com maior precisão, o comportamento das argamassas em condições reais, facilitando a seleção de composições que atendam aos requisitos técnicos e normativos. Além disso, esta abordagem contribuirá para a otimização do processo de reabilitação de paredes de tabique, promovendo a utilização de materiais sustentáveis e compatíveis com as construções existentes.

5. Conclusões

A crescente consciência acerca da importância da reabilitação de edifícios reflete-se na sua consideração como componente essencial na abordagem a desafios urbanísticos, patrimoniais, habitacionais, económicos e de sustentabilidade. Este reconhecimento tem sido evidenciado pela atenção dedicada por setores políticos, académicos e da construção civil à temática da reabilitação urbana.

A substituição indiscriminada de paredes de tabique por sistemas construtivos modernos pode comprometer a estabilidade estrutural e a coerência estética dos edifícios, além de representar uma perda irreparável do legado cultural.

A investigação e o desenvolvimento de técnicas adequadas para a reabilitação de paredes de tabique são, portanto, fundamentais.

A reabilitação de paredes de tabique é uma prática que alia a preservação do património cultural à promoção da sustentabilidade ambiental, exigindo abordagens técnicas informadas e sensíveis às particularidades das construções tradicionais.

Este projeto de investigação visa aprofundar o conhecimento técnico-científico sobre as paredes de tabique, uma técnica construtiva tradicional amplamente disseminada no território português, especialmente no norte do país. Através da sistematização e disseminação desse saber junto das comunidades locais, académicas e técnicas, pretende-se contribuir para a valorização e preservação deste património material e cultural, garantindo a sua transmissão às gerações futuras.

O objetivo central do projeto é o desenvolvimento de alternativas sustentáveis para as argamassas utilizadas em paredes de tabique, que possibilitem a recuperação eficaz da diversidade do património edificado que incorpora esta técnica construtiva. Esta abordagem será orientada por princípios de sustentabilidade ambiental, compatibilidade material e economia circular, promovendo soluções que respeitem as características originais das construções e contribuam para a sua durabilidade e eficiência.

Neste contexto, será dada especial atenção à investigação de argamassas que integrem materiais reciclados ou resíduos industriais. A compatibilidade entre os novos materiais e

suportes existentes será cuidadosamente avaliada, de forma a assegurar intervenções que não comprometam a integridade estrutural e estética dos edifícios.

Ao conjugar o saber tradicional com a inovação tecnológica, este projeto pretende estabelecer uma base sólida para intervenções de reabilitação que respeitem a autenticidade do património construído, promovendo simultaneamente a sustentabilidade e a valorização cultural.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através do projeto UIDB/04625/2025 da unidade de investigação CERIS.

Este trabalho foi realizado ao abrigo do projeto Sustentabilidade de argamassas de tabique inovadoras (COMPETE2030-FEDER-00845500), financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Sistema de Apoio à Criação de Conhecimento Científico e Tecnológico, no âmbito do Programa Inovação e Transição Digital (COMPETE 2030).

6. Referências

- [1] PINTO, J.; CARDOSO, R.; PAIVA, A.; CUNHA, S., CRUZ, D., VIEIRA, B., LOUZADA, J., VARUM, H., (2011). “*Caracterização de Paredes Tradicionais de Tabique*”. Artigo do Repositório Institucional da Universidade de Aveiro sob o registo <http://hdl.handle.net/10773/8010>, Aveiro, Portugal.
- [2] COSTA, A. (2021). “*Argamassas de revestimento de tabiques do norte de Portugal.*” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. <http://hdl.handle.net/10773/33526>. Aveiro, Portugal.
- [3] SILVA, F.; FERNANDES M.; CORREIA

- M. (2005). *“Arquitectura de Terra em Portugal”*. 1ª Edição. Lisboa, Argumentum ISBN 972-8479-36-0. Portugal
- [4] TORRES,I.; Matias, G. (2016). *“Sustainable mortars for rehabilitation of old plasters”*, Engineering Structures, volume 129,15 dezembro 2016, pp11-17, SI: Structures Rehabilitation, <http://dx.doi:10.1016/j.engstruct.2016.07.009>
- [5] PQ (2014). *“Ensaios das propriedades geométricas dos agregados, Parte 1: Análise Granulométrica – Método de Peneiração”*. NP EN 933-1, Instituto Português da Qualidade. Caparica, Portugal.
- [6] CEN (2019). *“Methods of test for mortar for masonry – Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar”*. EN 1015-11, European Committee for Standardization, Brussels.
- [7] CEN (2002). *“Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of water absorption coefficient by partial immersion”*, ISO 15148, European Committee for Standardization, Brussels.
- [8] CEN (2013). *“Conservation of cultural heritage: test methods: determination of drying properties”*. EN 16322, European Committee for Standardization, Brussels.
- [9] ISO (2016). *“Evaluation of pore size distribution and porosimetry of solid materials by mercury porosimetry and gas adsorption - Part 1: Mercury porosimetry”*. 15901-1, International Organization for Standardization, Geneva
- [10] ISO (2016). *“Hygrothermal performance of building materials and products — Determination of water vapour transmission properties — Cup method”*. 12572, International Organization for Standardization, Geneva.
- [11] CEN (2004). *“Natural stone test methods -Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)”*. EN 14146, European Committee for Standardization, Brussels.
- [12] ISO (2006). *“Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework”*. 14040, International Organization for Standardization, Geneva.
- [13] ISO (2006). *“Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines”*. 14044, International Organization for Standardization, Geneva.
- [14] CEN (2012). *“Sustainability of Construction Works – Environmental Product Declarations – Core Rules for the Product Category of Construction Products”* 15804, European Committee for Standardization, Brussels.