

## **Estudo do Material de Enchimento/Revestimento de Elementos Construtivos de Tabique de Construções Antigas Existentes na Região do Vale do Douro Norte**

Jorge Pinto  
UTAD  
Portugal  
tiago@utad.pt

Daniel Cruz  
UTAD  
Portugal  
denny.cruz@hotmail.com

Dinis Sousa  
UTAD  
Portugal  
denispsousa@hotmail.com

Paulo Morais  
UTAD  
Portugal  
pag\_morais@hotmail.com

Pedro Tavares  
UTAD  
Portugal  
ptavares@utad.pt

José Vieira  
UTAD  
Portugal  
jbvieira@utad.pt

Humberto Varum  
UA  
Portugal  
hvarum@ua.pt

**Resumo:** A região de Trás-os-Montes e Alto Douro é rica em construções de tabique. Constatou-se que grande parte destas construções antigas apresenta um avançado estado de degradação. Este facto aliado à escassez de estudos científicos relativos às construções de tabique existentes nesta região motivou a realização deste trabalho de investigação que usa doze construções como amostragem e que é focado no estudo experimental de determinação da composição granulométrica e de identificação das composições química e mineralógica do material do revestimento/enchimento usado.

**Palavras-chave:** Tabique, Cal aérea, Cal Hidráulica, Argamassas Sustentáveis

### **1. INTRODUÇÃO**

O tabique é uma técnica construtiva tradicional que usa basicamente materiais naturais. Geralmente, um elemento construtivo de tabique é formado por uma estrutura de madeira que é revestida em ambas as faces por uma argamassa à base de terra. Deste modo, uma construção de tabique pode ser considerada um modelo de sustentabilidade de referência no contexto da Engenharia Civil.

A região de Trás-os-Montes e Alto Douro dispõe de um extenso património de tabique que necessita urgentemente de ser preservado, valorizado e devidamente reabilitado. Este facto aliado à ainda escassez de estudos científicos desenvolvidos neste contexto e, em particular, nesta região, despoletou a realização de um abrangente e intenso trabalho de investigação que ainda se encontra em curso na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em parceria com a Universidade de Aveiro (UA). De forma simplificada,

este trabalho visa: *i)* proceder a um levantamento exaustivo e detalhado das construções de tabique existentes nesta região; *ii)* identificar os tipos de materiais construtivos usados e as suas proveniências; *iii)* registar e documentar os detalhes e as soluções construtivas adoptadas; *iv)* propor soluções de reabilitação; *v)* apresentar as vantagens e as desvantagens associadas a este tipo de construção e *vi)* estimular a sua conservação e preservação.

Atendendo a que esta região é muito vasta [1] e a que os aglomerados urbanos estão muito dispersos foi necessário fasear o referido trabalho em seis etapas relativas às seis Associações de Municípios da região e que são: Alto Tâmega; Terra Quente Transmontana; Terra Fria do Nordeste Transmontano; Vale do Douro Norte; Vale do Douro Sul e Douro Superior.

Nesta fase, as etapas relativas ao estudo das construções de tabique existentes nas Associações de Municípios do Alto Tâmega [2], do Vale do Douro Norte [Baltimore] e do Vale do Douro Sul [3] já foram realizadas. As etapas relativas às Associações de Municípios da Terra Quente Transmontana e da Terra Fria do Nordeste Transmontano encontram-se em curso.

O trabalho de investigação que aqui se apresenta é relativo à Associação de Municípios do Vale do Douro Norte (AMVDN). Foram seleccionadas doze construções de tabique existentes nesta zona e os aspectos de caracterização identificados anteriormente foram estudados e apresentados de forma geral [4]. Contudo, é importante divulgar a descrição pormenorizada do estudo de identificação/caracterização do material de enchimento/revestimento usado nestas construções e reportar os resultados obtidos que foram mais expressivos.

Para o efeito, foram recolhidas e posteriormente analisadas experimentalmente diversas amostras de material de revestimento/enchimento, à semelhança de outros trabalhos [5]. A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Materiais e Solos da UTAD, a análise da microestrutura e composição química elementar foi realizada através de Microscopia Electrónica de Varrimento (FEI Quanta 400) com Espectroscopia de Dispersão de Energia (SEM/EDS) e a análise da composição mineralógica através da técnica de difracção de raios X. Estas duas últimas foram realizadas na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD. Foram também analisadas experimentalmente, de forma análoga, amostras de cal aérea e de cal hidráulica, permitindo uma comparação de resultados.

Verificou-se que, em muitos casos, o material de revestimento/enchimento usado nos elementos construtivos de tabique das construções antigas estudadas era simplesmente terra local. Contudo, também se verificou existirem situações em que esse material era uma argamassa bastarda de terra e cal. Tendo em conta a idade das construções depreende-se que essa cal seja do tipo cal aérea. Pensa-se também que esta opção permitirá conferir uma maior trabalhabilidade e estabilidade ao revestimento/enchimento. Simultaneamente, estes resultados também revelam que se trata de um material essencialmente natural e que poderão ser extrapolados para o estudo de argamassas mais sustentáveis quer em termos de inertes quer em termos de ligantes.

## **2. ASSOCIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DO VALE DO DOURO NORTE (AMVDN)**

A AMVDN é uma das seis Associações de Municípios da região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Corresponde a uma área territorial de 1214 km<sup>2</sup> e que se localiza no norte de Portugal continental, Fig. 1. A nível administrativo, esta Associação é constituída pelos concelhos de Murça, Alijó, Sabrosa, Peso da Régua, Mesão Frio, Santa Marta de Penaguião e Vila Real. A população total é de 112786 habitantes. Os concelhos que apresentam maior densidade populacional (superior a 180 habitantes/km<sup>2</sup>) são os de Mesão Frio e Peso da Régua. O concelho de Murça é aquele que apresenta menor densidade populacional (aproximadamente 37 habitantes/km<sup>2</sup>), [6].

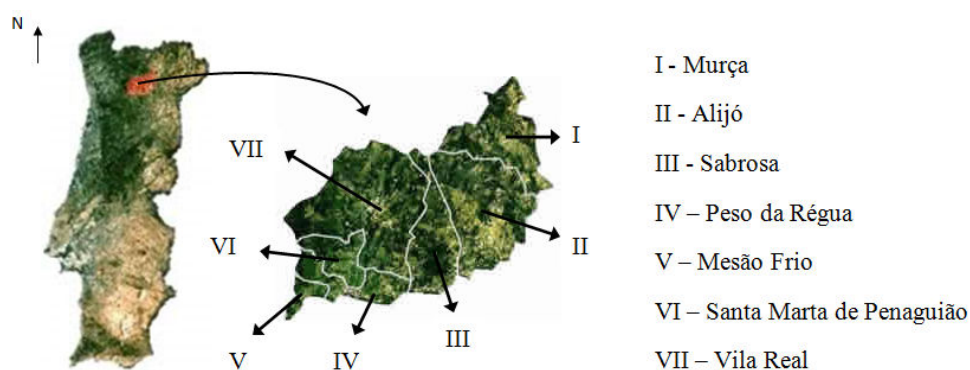


Figura 1 – Localização da AMVDN em Portugal continental e identificação dos seus concelhos

### 3. CONSTRUÇÃO DE TABIQUE DA REGIÃO

É possível encontrar exemplos de construções de tabique em diversos pontos do país e, de certa forma, são obras que marcam um período da construção civil que antecede aquele relativo à proliferação do uso das estruturas de betão armado e de outros materiais de construção mais industrializados. Contudo, o norte de Portugal e, em particular, a região de Trás-os-Montes e Alto Douro apresentam um vasto e valioso espólio deste tipo de construção antiga.

Na sequência deste trabalho de investigação verificou-se que as construções de tabique existentes nesta região são maioritariamente do tipo habitação unifamiliar ou habitação mais comércio. Geralmente apresentam dois a três pisos embora tenha sido possível observar situações pontuais em que as construções apresentavam cinco pisos. Estas construções apresentam genericamente um estado de conservação degradado ou muito degradado. Infelizmente, muitas delas já atingiram o estado de ruína.

De forma simplificada, um elemento construtivo de tabique é formado por uma estrutura de madeira constituída por tábuas verticais ligadas entre si por um fasquio (ripas horizontais) através de pregos metálicos. Este sistema estrutural é depois revestido em ambas as faces por um material que se pensa ser à base de terra argilosa. Este revestimento basicamente natural confere à construção excelentes qualidades térmicas e acústicas e, desempenha um papel fundamental de protecção da estrutura de madeira em relação ao ataque dos agentes biológicos e em relação ao fogo. Estes aspectos talvez

justifiquem o facto das tábuas verticais estarem afastadas entre si sensivelmente 3 cm de forma a permitir o total envolvimento por este material de revestimento. Também se observou que por vezes o ripado apresenta a face superior com um corte a 45° (descendente no sentido das tábuas verticais) e de forma a facilitar a aplicação deste material de revestimento.

Os elementos construtivos de tabique mais frequentes são paredes interiores (Fig. 2-a) ou exteriores (Fig. 2-b) e quase sempre localizadas nos pisos superiores. Também foram encontrados outros exemplos de elementos construtivos de tabique tal como alpendres (Fig. 2-c), tectos e mesmo até chaminés (Fig. 2-d).



a) Parede exterior

b) Parede interior

c) Alpendre

d) Chaminé

Figura 2 – Elementos construtivos de tabique

Deste modo, a situação mais corrente é a construção de tabique apresentar paredes exteriores resistentes de alvenaria de pedra, pavimentos e cobertura de madeira maciça local e paredes divisórias de tabique nos pisos superiores. No entanto, uma solução análoga à anterior mas apresentando paredes exteriores resistentes de tabique nos pisos superiores também é frequente. Neste último caso, as paredes exteriores poderão apresentar como solução de revestimento/acabamento exterior: reboco e pintura de cal; chapas metálicas; ardósia; telha cerâmica. Um outro aspecto relevante que caracteriza este tipo de construção é que para além dos materiais serem na generalidade naturais também são locais.

#### **4. CONSTRUÇÕES DE TABIQUE ESTUDADAS**

Tal como foi referido anteriormente, foram usadas doze construções de tabique como amostragem no estudo referente à AMVDN. A localização destas construções está apresentada na Fig. 3. Na Fig. 4 apresentam-se imagens dessas construções.

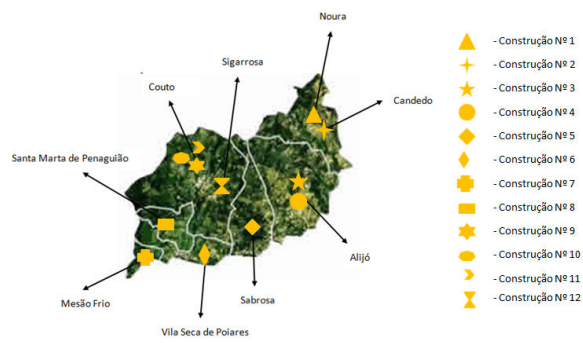


Figura 3 – Localização das construções estudadas



a) Construção Nº 1



b) Construção Nº 2



c) Construção Nº 3



d) Construção Nº 4



e) Construção Nº 5



f) Construção Nº 6



g) Construção Nº 7



h) Construção Nº 8



i) Construção Nº 9



j) Construção Nº 10



k) Construção Nº 11



l) Construção Nº 12

Figura 5 – Construções estudadas

A escolha das construções para estudo nem sempre foi uma tarefa simples atendendo a que era imperioso obter autorização dos proprietários. A impossibilidade de os contactar e a não autorização foram os maiores obstáculos. Contudo foi possível usar casos de estudo de construções de tabique existentes em todos os concelhos da AMVDN e tal como mostra a Fig. 3. Esta figura também demonstra que este tipo de construção existe em toda esta Associação.

## 5. IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL DO MATERIAL DE REVESTIMENTO/ENCHIMENTO

Tal como foi referido, a tarefa de identificação/caracterização experimental do material de revestimento usado nas construções de tabique assentou no estudo de amostras de material de revestimento/enchimento recolhidas em elementos construtivos de tabique das construções estudadas. Sempre que possível, recolheu-se cerca de seis amostras deste material referentes a seis pontos distintos e representativos do elemento construtivo de tabique. Estas amostras foram depois misturadas em laboratório, de forma a obter-se uma amostra de material representativa do material de revestimento/enchimento desse elemento construtivo. Deste modo, a designação das amostras que a seguir se indicam têm em consideração estes aspectos. A amostra 2 é relativa à Construção Nº 2. É de salientar que a recolha de amostras deste tipo de material assim como a obtenção de quantidades significativas de material também não foram tarefas fáceis e pelos motivos indicados anteriormente.

### 5.1 Análise granulométrica

A análise granulométrica das amostras de material foi realizada no Laboratório de Materiais e Solos da UTAD e seguindo o prescrito nas normas ASTM. Na Fig. 6 apresenta-se uma amostra do material de revestimento/enchimento.



Figura 6 – Amostra de material para análise granulométrica

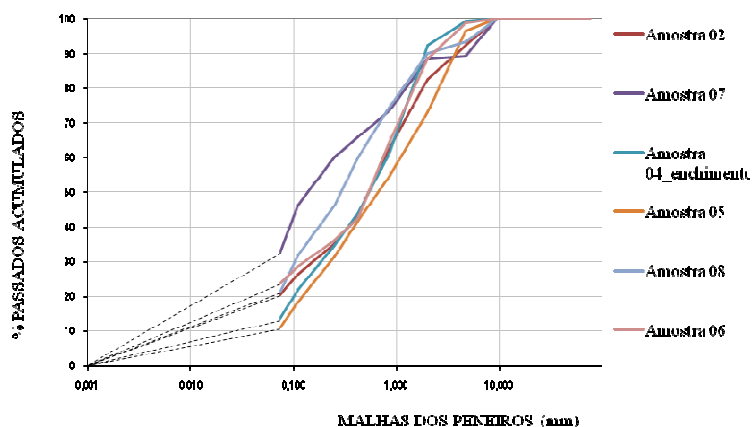


Figura 7 – Curvas granulométricas

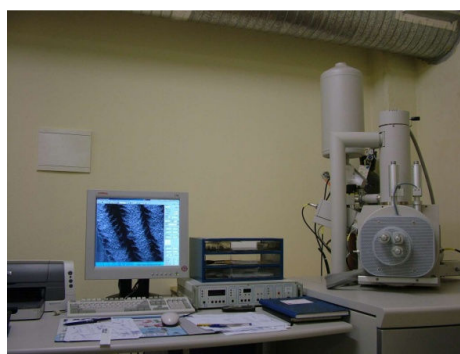
Os resultados obtidos através desta análise são apresentados através de curvas granulométricas, Fig. 7. Estas curvas indicam que o inerte usado no material de revestimento/enchimento de elementos construtivos de tabique é constituído por cerca de 80% de areia e 20% de silte e de argila.

## 5.2 Análise SEM/EDS

De forma a identificar a composição química elementar do material de revestimentos/enchimento procedeu-se a análises SEM/EDS na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD. Na Fig. 8 apresentam-se as amostras de material e o equipamento utilizados.



a) Amostras para SEM/EDS



b) Microscópio de varrimento electrónico

Figura 8 – Análise SEM/EDS

Para além das amostras de material de revestimento/enchimento também foram usadas uma amostra de solo argiloso recolhido na zona (designada por amostra de referência, Ref.), uma amostra de cal aérea (Aé.) e outra de cal hidráulica (Hi.).

Os elementos químicos identificados, Tabela 1, foram o oxigénio (O), Sódio (Na), o Magnésio (Mg), o Alumínio (Al), a sílica (Si), o potássio (P), o enxofre (S), o cloro (Cl), o potássio (K), o cálcio (Ca), o titânio (Ti), o ferro (Fe) e o cobre (Cu). Os resultados experimentais desta análise estão apresentados na Tabela 1.

Atendendo a que o solo da região não é de origem calcária estes resultados revelam que o material de revestimento/enchimento usado nos elementos construtivos de tabique poderá ser simplesmente terra (amostras 02, 04 e 07) ou então uma argamassa bastarda. Os resultados não são conclusivos relativamente ao tipo de cal que poderá ser utilizada. A data de construção poderá ser uma forma de saber qual será o tipo de cal usada.



Tabela 1 – Resultados da análise SEM/EDS

| Elemento Químico (%) | Amostra |       |       |              |             |       |             |              |              |
|----------------------|---------|-------|-------|--------------|-------------|-------|-------------|--------------|--------------|
|                      | Ref.    | 02    | 04    | 05           | 06          | 07    | 08          | Aé.          | Hi.          |
| O                    | 48.12   | 46.10 | 47.13 | 48.49        | 45.27       | 44.90 | 44.91       | 56.06        | 39.85        |
| Na                   | 0.62    | --    | 0.52  | 1.19         | 0.63        | --    | 0.88        | --           | --           |
| Mg                   | 0.89    | 1.15  | 0.62  | 0.77         | 1.57        | 1.11  | 1.39        | 2.01         | 0.50         |
| Al                   | 12.90   | 12.74 | 16.53 | 10.30        | 10.73       | 15.01 | 14.04       | 3.40         | 0.38         |
| Si                   | 29.04   | 28.02 | 26.38 | 17.70        | 26.89       | 25.63 | 27.53       | 7.92         | --           |
| P                    | --      | --    | --    | 0.21         | 0.16        | --    | 0.26        | --           | --           |
| S                    | --      | --    | 0.19  | 0.66         | 0.26        | --    | 0.08        | --           | --           |
| Cl                   | --      | --    | 0.08  | 0.07         | 0.30        | 0.08  | 0.12        | --           | --           |
| K                    | --      | 3.08  | 3.09  | 1.47         | 3.06        | 2.95  | 3.86        | 0.99         | --           |
| <b>Ca</b>            | --      | 0.28  | 0.25  | <b>16.38</b> | <b>5.03</b> | --    | <b>1.08</b> | <b>28.01</b> | <b>59.26</b> |
| Ti                   | 0.38    | 0.48  | 0.46  | 0.20         | 0.51        | 0.82  | 0.24        | --           | --           |
| Fe                   | 4.36    | 5.52  | 4.51  | 1.90         | 4.94        | 8.99  | 5.95        | 1.60         | --           |
| Cu                   | --      | --    | 0.24  | 0.68         | 0.65        | 0.52  | 0.67        | --           | --           |

### 5.3 Análise por difracção de raios X

A análise por difracção de raios X também foi processada na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD. Foram usadas amostras de material similares às apresentadas na Fig. 8. O equipamento usado, ilustrado na Fig. 9, foi operado na geometria Bragg-Bentano ( $\theta/2\theta$ ) no método de pós.



Figura 9 – Equipamento usado na análise de raio-X

A composição mineralógica elementar das amostras estudadas está apresentada na Tabela 2. Estes resultados confirmam as conclusões expostas anteriormente.

Tabela 2: Resultados da análise de raio-X

| Amostra | Composição mineralógica elementar |
|---------|-----------------------------------|
| Ref.    | Muscovite + Caulinite             |
| 02      | Muscovite                         |
| 04      | Muscovite + Caulinite             |
| 05      | Muscovite + Calcite               |
| 06      | Muscovite + Albite                |
| 07      | Muscovite + Caulinite             |
| 08      | Muscovite + Quartzo               |
| Aé.     | Calcite + Oxido de Cálcio         |
| Hi.     | Calcite + Quartzo + Gesso         |

## 6. CONCLUSÕES

Foi possível verificar que existe construção de tabique na zona territorial relativa à Associação de Municípios do Vale do Douro Norte. Esta informação reforça a tese de que a região de Trás-os-Montes e Alto Douro é rica neste tipo de construção tradicional.

As construções de tabique identificadas na zona da AMAT são geralmente antigas, do tipo habitação unifamiliar ou habitação unifamiliar mais comércio e de 2 a 3 pisos. Estas construções apresentam geralmente um estado de conservação degradado ou muito degradado.

O processo de recolha de amostras de material para análise experimental é geralmente dificultado pela falta de autorização por parte dos proprietários das construções.

Os resultados da análise granulométrica indicam que o inerte que constitui o material de revestimento/enchimento adoptado nos elementos construtivos de tabique é do tipo 80% de areia e 20% de silte mais argila. Trata-se de terra local e, por isso, de um material natural, local e sustentável.

As análises por SEM/EDS e por difracção de raios X revelaram que esse material de revestimento tanto pode ser simplesmente terra local ou uma argamassa bastarda. Pensa-se que a adição de um ligante tipo cal induz uma maior trabalhabilidade e estabilidade ao revestimento/enchimento. No entanto, também foi referido que por vezes o fasquio apresenta uma reentrância na face superior que também contribui para este efeito.

Este material de revestimento/enchimento desempenha um papel fundamental na conservação da estrutura de madeira e confere boa resistência ao fogo.

Esta informação poderá ser extrapolada para o estudo de argamassas mais sustentáveis assim como auxiliar em trabalhos de reabilitação de construções de tabique.

## REFERÊNCIAS

[1] Carvalho, J.; Pinto, T.; Varum, H.; Jesus, A.; Lousada, J.; Morais, J. – *Construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro*. CINPAR 2008 – 4th International Conference on Structural Defects and Repair. Civil Engineering Department – University of Aveiro. Portugal. 25-28 June 2008. Editors: Humberto Varum, Francisco Carvalho, Anibal Costa, Alexandre Bertini, Petr Stepánek. ISBN: 978-989-95695-3-9 (2008).

[2] Cepeda A. - *Construções de tabique existentes na Associação de Municípios do Alto Tâmega*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UTAD. Vila Real. 24 de Novembro de 2009.

[3] Martinho, J.; Gonçalves C., Magalhães, F.; Lousada, J.; Vieira, J.; Varum, H.; Tavares, P.; Pinto, J. - *Construção de tabique no Vale do Douro Sul*. CD do VIII Seminario Iberoamericano de Construcción com Tierra (VIII SIACOT) e do II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción com Tierra (II SAACT). Editor: CRIATIAC – FAU – UNT. Junho de 2009. Tucumán, Argentina. ISBN EN TRÁMITE. pp. 514-521. Junho de 2009.

[4] Pinto, J.; Varum, H.; Cruz, D.; Sousa, D.; Morais, P.; Tavares, P.; Lousada, J.; Silva, P.; Vieira, J. (2009) - *Tabique Construction Characterization in Douro North Valley, Portugal: A First Step to Preserve this Architectural Heritage* - 2nd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'09) - Environmental Science and Sustainability - Proceedings published by WSEAS Press (printed and in CD), Editors: Manoj Jha, Charles Long, Nikos Mastorakis, Cornelia Aida Bulucea, ISBN 978-960-474-136-6, ISSN 1790-5095, pp. 48-53 - Baltimore, USA, 7 a 9 de Novembro de 2009.

[5] Silva, B.; Correia, J.; Nunes, F.; Tavares, P.; Varum, H.; Pinto, J. (2009) - *Earth Construction: Bird Teaching* - 2nd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'09), Environmental Science and Sustainability - Proceedings published by WSEAS Press (printed and in CD), Editors: Manoj Jha, Charles Long, Nikos Mastorakis, Cornelia Aida Bulucea, ISBN 978-960-474-136-6, ISSN 1790-5095, pp. 72-78 - Baltimore, USA, 7 a 9 de Novembro de 2009.

[6] ASSOCIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DO VALE DO DOURO NORTE (on-line), Available at: [http://www.amvdn.pt/amvdn\\_entrada.html](http://www.amvdn.pt/amvdn_entrada.html).