

A seleção e controlo de qualidade dos materiais na construção em taipa

Rui A. Silva, Daniel V. Oliveira, Tiago Miranda, Benjamim Pereira

RESUMO

A construção em taipa tem atraído bastante atenção nos últimos anos devido à sua elevada sustentabilidade. Contudo, não é um material normalizado, pelo que a sua utilização em Portugal precisa ser suportada pela normalização internacional disponível. Este artigo apresenta a abordagem geral considerada nestes documentos para selecionar e avaliar a adequabilidade dos solos para construir em taipa, e discute a necessidade de controlo de qualidade deste material.

PALAVRAS-CHAVE: Solo; taipa; controlo de qualidade, ensaios não destrutivos

1. INTRODUÇÃO

A construção em terra tem atraído bastante atenção nos últimos anos devido à sua elevada sustentabilidade, por ser um material disponível em praticamente todo lado e possuir uma energia incorporada bastante reduzida [1]. A universalidade da construção em terra demonstra-se pelas diversas técnicas construtivas existentes, de entre as quais se destacam a alvenaria de adobe e a taipa como as mais conhecidas [2]. A taipa é uma técnica construtiva milenar com forte presença na Península Ibérica [3], e consiste na compactação de camadas de terra húmida no interior de uma cofragem para erguer paredes. A cofragem tradicional Portuguesa (conhecida como taipal) é reutilizada ao longo da construção das paredes e tem um comprimento de 1,40-2,50 m e altura de 0,40-0,55 m, enquanto que a espessura das paredes pode variar entre 0,40 m e 0,57 m [4]. Por seu lado, a modernização da técnica construtiva tem preferido a utilização cofragens completas com métodos de compactação mecanizados (Fig. 1), em vez da compactação manual. Do processo de compactação resulta um aspeto estratificado bastante agradável visualmente, que tem sido explorado esteticamente pela arquitetura moderna em soluções com taipa face à vista [5] (Fig. 2). Esta característica da taipa contribui também para o crescente interesse na sua utilização em obras novas. Contudo, a taipa não é um material normalizado, pelo que a sua utilização em Portugal precisa ser suportada pela normalização internacional disponível.

A sustentabilidade da construção em taipa deve-se, em parte, ao facto de o solo local constituir a matéria-prima principal do material final. Contudo, o solo é um material diverso e com grande variabilidade em termos de características, pelo que em qualquer projeto de taipa torna-se necessário perceber se o solo local é adequado para construir em taipa e se a taipa produzida apresenta o desempenho exigido. Este artigo pretende esclarecer estes aspetos, alertando os donos de obra, projetistas e construtores para esta necessidade.

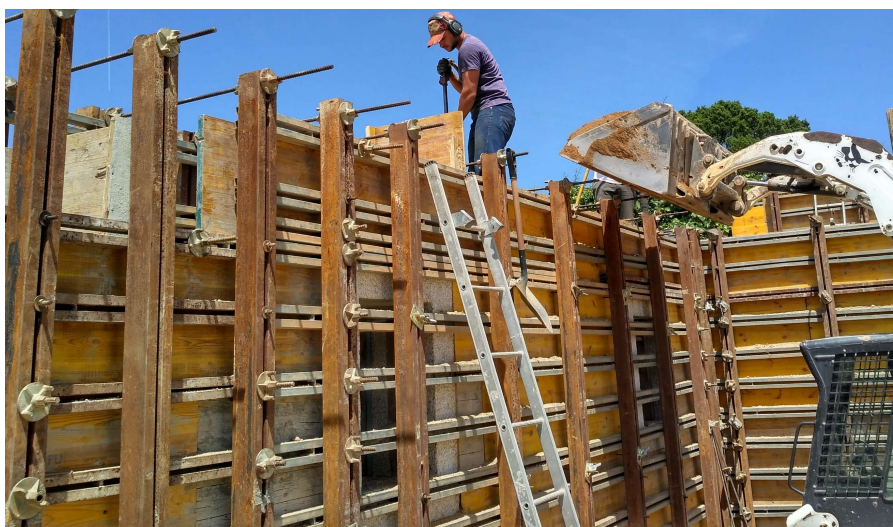


Fig. 1 – Compactação de paredes de taipa em cofragem completa.



Fig. 2 – Aspeto de uma parede de taipa face à vista.

2. SOLO: SELEÇÃO E AVALIAÇÃO

O solo é a principal matéria-prima utilizada na produção de materiais de terra e define-se como todo o conjunto natural de partículas que podem ser separadas por agitação em água [6]. Portanto, é constituído por diferentes fases, nomeadamente a sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é constituída por partículas orgânicas e inorgânicas, sendo estas últimas as que interessa incorporar nos materiais de terra. Estas resultam da degradação das rochas ao longo do tempo e podem ter diferentes tamanhos, classificando-as em diferentes frações nomeadamente argila, silte, areia e cascalho. As diferentes características e proporções entre estas frações definem as propriedades do solo, que evidentemente condicionam a produção e desempenho dos materiais de terra. As propriedades mais importantes são a textura, consistência, compactação e coesão, pelo que são estas as consideradas na seleção de um solo para construir em terra.

A sustentabilidade (e custo) da taipa é maximizada pela utilização do solo do próprio local de construção. Contudo, este pode não ser adequado para esse fim, levando à necessidade de investigar a possibilidade da utilização de outros solos das imediações (até cerca de 20 km de distância). A avaliação da adequabilidade do solo é, em última instância, definida pelo desempenho final da taipa produzida [7]. Por outro lado, este procedimento pode ser demorado e dispendioso, pelo que, numa primeira fase, a adequabilidade pode ser investigada com base nas características dos solos. Existem diversos documentos Internacionais normativos e não normativos que indicam como avaliar um solo para construir em taipa [8], contudo este processo recorre a ensaios expeditos e laboratoriais. Os primeiros são normalmente realizados in situ e com recurso a ferramentas simples, permitindo uma caracterização qualitativa das propriedades fundamentais do solo. Os segundos são ensaios típicos de caracterização geotécnica, nomeadamente granulometria, limites de consistência e

Proctor. Os resultados de ambos os tipos de testes são interpretados de acordo com os documentos referidos, o que permite aferir sobre a adequabilidade do solo. Caso o solo em estudo não seja considerado adequado, pode-se optar por selecionar outro solo ou melhorar o existente através de correção granulométrica (com outros solos e/ou agregados) e/ou estabilização química (e.g. com cimento ou cal). Neste último caso, deve-se realizar um estudo para otimizar o nível de estabilização em termos de desempenho, custo e sustentabilidade do material.

3. CONTROLO DE QUALIDADE

Após seleção do solo e definição da mistura, a taipa é produzida em obra, pelo torna-se bastante importante controlar a qualidade da mesma, de forma a apresentar as características mínimas de desempenho definidas em projeto. Este controlo pode ser realizado com a testagem do material produzido, nomeadamente através de ensaios de compressão para verificação da resistência. Por exemplo, a norma neozelandesa NZS 4298 [9] requer a amostragem de provetes representativos a cada 50 m³ de parede executada para avaliar a resistência à compressão. Estes provetes são geralmente executados por compactação da mistura de solo em moldes metálicos, contudo garantir as mesmas condições de compactação (e.g. energia de compactação, confinamento da cofragem, espessura das camadas) entre os provetes e as paredes é difícil, pelo que representatividade entre a taipa produzida e os provetes poderá ser comprometida. Além disto, a representatividade também é afetada pelas condições de secagem/cura devido às diferentes escalas entre as paredes e provetes. A amostragem de provetes por carotagem poderia ser uma possibilidade para garantir representatividade, contudo este processo não é adequado para taipa não estabilizada ou então pode não ser compatível com taipa face à vista. A Fig. 3 ilustra a preparação e ensaio de provetes de taipa à compressão.



Fig. 3 – Controlo de qualidade através de ensaios de compressão.

De forma a contornar esta desvantagem, investigação recente tem-se dedicado à utilização de ensaios não destrutivos ou ligeiramente destrutivos para controlo de qualidade através da caracterização das propriedades mecânicas, de onde se destacam os ensaios sónicos, ultrassónicos, macacos planos, tube-jacks e martelo de Schmidt [10]. Os ensaios de identificação dinâmica, constituem outra opção para caracterizar as propriedades mecânicas de paredes taipa de forma não destrutiva (ver Fig. 4). Este método permite determinar os modos de vibração das paredes e conseqüentemente os parâmetros elásticos da taipa. Além disto, estes ensaios podem ser utilizados para monitorizar o endurecimento (secagem/cura) do material [11].



Fig. 4 – Ensaio de identificação dinâmica de uma parede de taipa.

4. CONCLUSÕES

A taipa é uma solução construtiva que gera cada vez mais atenção devido à sua elevada sustentabilidade e estética. Contudo, em Portugal não existe regulamentação para a sua utilização, pelo se torna necessário recorrer à pouca regulamentação disponível internacionalmente. A seleção e avaliação da adequabilidade dos solos para construir em taipa é um dos aspetos mais importantes abordados nestes documentos, cuja abordagem geral é explicada neste artigo. Outro aspeto abordado é a necessidade de controlar a qualidade da taipa produzida em obra através de ensaios destrutivos, e a dificuldade em obterem-se provetes representativos. Finalmente, o artigo termina por apresentar a

utilização alternativa de ensaios não destrutivos para este fim, que, contudo, necessita de maior investigação para definir critérios de qualidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Venkatarama Reddy, BV (2009) Sustainable materials for low carbon buildings. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4(3), 175-181.
- [2] Houben H, Guillaud H (2008) *Earth construction. A comprehensive guide*. 3rd ed., CRATerre – EAG, Intermediate Technology Publication, London, UK.
- [3] Fernandes, M (2008) *A Taipa no Mundo*. Seminário de Construção e Recuperação de Edifícios em Taipa, Almodôvar, Portugal.
- [4] Correia M (2007) *Taipa no Alentejo*. Argumentum, Lisboa.
- [5] Lima PA, Marques J, Vale CP (2016) *Rammed Earth Construction Nowadays- Comparing Methodologies and Design between Portugal and USA*. 12th World Congress on Earthen Architecture (TERRA 2016), 11-14 July 2016, Lyon, França.
- [6] LNEC (1968) *Especificações LNEC E 219-1968 - Prospecção Geotécnica de Terrenos - Vocabulário*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [7] Ciancio D, Jaquin P, Walker P (2013). *Advances on the assessment of soil suitability for rammed earth*. *Construction and Building Materials*, 42, 40-47.
- [8] Delgado MCJ, Guerrero IC (2007) *The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review*. *Construction and building materials*, 21(2), 237-251.
- [9] NZS (1998) *NZS 4298: Materials and workmanship for earth building*. Wellington: Standards New Zealand.
- [10] Rodríguez-Mariscal JD, Canivell J, Solís M (2021) *Evaluating the performance of sonic and ultrasonic tests for the inspection of rammed earth constructions*. *Construction and Building Materials*, 299, 123854.
- [11] Silva RA *et al.* (2018) *Evaluating the seismic behaviour of rammed earth buildings from Portugal: From simple tools to advanced approaches*. *Engineering Structures*, 157, 144-156.