

Tema 1 – Tecnologia dos Materiais

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA
CONSTRUÇÃO EM TERRA***Reflections about the sustainability of earth construction*

Fernando Torgal
Doutor, Investigador
Un. Investigação C-TAC Univ. do Minho
torgal@civil.uminho.pt



Said Jalali
Doutor, Prof. Catedrático
Dep. de Engenharia Civil Univ. do Minho
said@civil.uminho.pt

Resumo

A construção em terra tem vindo a merecer nos últimos anos um destaque acrescido por parte da comunidade científica, o que em parte se fica a dever ao elevado potencial de sustentabilidade deste tipo de construção. Apesar disso, a construção em terra continua ainda a ser encarada no nosso país com muitas reticências e ainda algum descrédito. Este panorama é particularmente paradoxal, num país que reúne ótimas condições de contexto para a sua utilização. O presente artigo pretende assim reflectir sobre algumas das vantagens ambientais da construção em terra, como forma de contribuir para a consolidação da importância deste tipo de construção quer ao nível dos profissionais do sector da construção, quer mesmo ao nível da própria sociedade civil.

Palavras-chave: Construção em terra, emissões de carbono, poluição, resíduos

Abstract

In the last years earth construction has been receiving increasing attention from the scientific community, which is partially related to the sustainable potential of this kind of construction. Nevertheless, in our own country earth construction is still being seen as unworthy and perceived with mixed feelings. In a country which possesses optimal conditions for its use this picture is somewhat a paradox. This manuscript intent to focus on the sustainability advantages of earth construction, as a way to convince not only the professionals of the construction sector as well as society itself about the importance of this kind of construction.

Keywords: Earth construction, carbon dioxide emissions, pollution, wastes

1 Introdução

Contrariamente às restantes espécies animais que procuram um equilíbrio com o sistema que lhe assegura a sua subsistência, por outro lado e em absoluto contraste a espécie humana tem no decurso da sua breve existência somente se preocupado com a satisfação imediata das suas “necessidades” independentemente das mesmas poderem provocar a exaustão e o colapso do ecossistema do qual são parte integrante. E isto apesar da comunidade científica há já algumas décadas ter vindo a alertar a sociedade civil em geral e os decisores políticos em particular para a urgência deste problema e para a necessidade de se encarar de frente os desafios ambientais que enfrenta o planeta Terra [1,2] e cujo adiamento poderia vir a ditar o fim da civilização humana tal como a conhecemos [3,4]. Constituindo um dos maiores e mais activos sectores em toda a Europa, a indústria da construção, representa 28,1% e 7,5% do emprego, respectivamente na indústria e em toda a economia europeia. Além disso a nível mundial a indústria da construção consome mais matérias-primas (aproximadamente 3000 Mt/ano, quase 50% em massa) que qualquer outra actividade económica. Pelo que o previsível aumento da população mundial, (até ao ano 2030 espera-se que aumente mais de 2000 milhões de pessoas) e as necessidades implícitas em termos de construção de edifícios e outras infra-estruturas, agravará ainda mais o consumo de matérias-primas não renováveis, bem assim como a produção de resíduos. A utilização de materiais e técnicas construtivas mais sustentáveis constituem assim um contributo fundamental para a sustentabilidade da indústria da construção e por consequência para um desenvolvimento mais sustentável. A construção em terra assume neste contexto particular uma mais valia que a torna extremamente competitiva quando comparada com os materiais e técnicas construtivas correntes. O presente artigo procede assim a uma resenha das mais valias ambientais deste tipo de construção em termos do consumo de recursos não renováveis, poluição e resíduos; do consumo de energia e emissões de carbono e da toxicidade e qualidade do ar interior.

2 Consumo de recursos não renováveis, poluição e resíduos

A utilização de solo para a construção em terra embora não possa ser considerada como uma utilização de um recurso renovável, também tão pouco pode considerar-se como estando associada aos impactos tradicionais da actividade extractiva de materiais para o fabrico de cimento, para o fabrico de tijolos cerâmicos ou mesmo do aço, os quais produzem grandes depósitos de escombros e lagos de lamas, pois regra geral o solo utilizado na construção em terra localiza-se imediatamente abaixo da camada de terra vegetal. Se assumirmos que o edifício é executado com solo localizado na sua proximidade, não há sequer poluição causada pelo transporte deste material. Já a utilização de alvenarias de tijolos cerâmicos ou de betão, cuja produção é muito localizada e raramente próximo das zonas de construção dos edifícios de habitação, implicam sempre elevadas distâncias de transporte com os consequentes impactos em termos de emissões de poluentes gasosos. No que respeita aos desperdícios da construção em terra (não estabilizados) estes podem simplesmente ser objecto de deposição do sítio da sua extracção sem qualquer perigo ambiental envolvido. Mesmo quando é objecto de estabilização com cal ou cimento, o solo pode voltar a ser reutilizado neste tipo de construção, pelo que se pode assim considerar que no tocante à parte de geração de resíduos, que a construção em terra praticamente não gera resíduos, com excepção daqueles que respeitam à utilização de outros materiais. Em comparação a utilização tradicional de alvenarias de tijolo furado, implicam desperdícios relevantes deste material pois tratando-se de unidades monolíticas com 30 cm de comprimento, é muito frequente a inutilização parcial de bastantes unidades de tijolo durante a execução das paredes de edifícios de habitação.

2 Consumo de energia e emissões de carbono

A crescente procura a nível mundial de energia é uma das causas para um desenvolvimento claramente insustentável. Para lá daquilo que o consumo de energia representa em termos do uso de reservas fósseis não renováveis, a face menos visível e com mais impacto ambiental do consumo de energia está associada à queima de carvão e gásóleo para produção de electricidade nas centrais termoeléctricas, representando

essa opção um substancial contributo para o agravamento das emissões de carbono. O panorama energético português é caracterizado por uma elevada dependência externa (importamos mais de 80% da energia que consumimos). Entre 1995 e 2005 a riqueza nacional aumentou 28%, contudo a factura de energia importada aumentou no mesmo período 400%, tendo crescido de 1500 milhões de dólares para 5500 milhões de dólares, e entre 2005 e 2007 esse valor passou para aproximadamente 10.000 milhões de dólares. Esta questão é particularmente relevante no contexto nacional em que a energia produzida é preponderantemente de origem térmica (Figura 1).

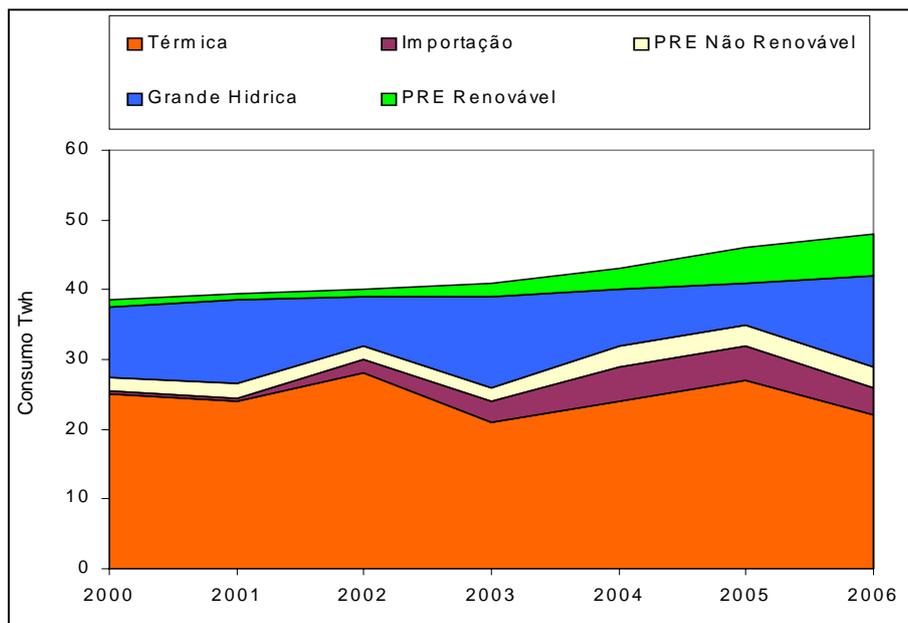


Figura 1 - Origem do consumo de energia em Portugal (Fonte APREN/REN)

Este panorama é agravado pelo fraco desempenho do nosso país em termos de conseguir cumprir as metas relativas às emissões de carbono, no âmbito do Acordo de Partilha de Responsabilidades (burden sharing agreement), definido no seio da Comunidade Europeia. Sendo o nível de emissões de CO₂e (CO₂equivalente, que já inclui todos os gases GEE) em 1990 de 60 milhões de toneladas (Mt) anuais, a meta individual para Portugal, de emissões para o ano 2010, significa um tecto máximo de 76 Mt, contudo em 2001 o nível de emissões de CO₂e, já tinha atingido as 82 Mt, ou seja 36% acima do máximo permitido pelos compromissos assumidos. Tendo em conta que o sector residencial consome ao longo de todo o seu ciclo de vida mais de 40% de toda a energia produzida, facilmente se percebe o elevado potencial de poupança energética deste subsector e o que isso pode representar em termos de redução de emissões. Alguns autores [5] defendem que facilmente se poderia reduzir 1/5 da energia consumida em Portugal no sector residencial, o que implicaria uma redução de 340 milhões de toneladas de dióxido de carbono. Outros referem que os materiais de construção representam quase 17% da energia na construção de edifícios [6]. Outros ainda apontam para reduções de quase 30% em termos de emissões de CO₂, devido a uma correcta escolha dos materiais de construção [7]. A escolha adequada dos materiais de construção pode assim contribuir de forma decisiva para a redução da quantidade de energia necessária na construção de edifícios. A energia gasta em transporte de materiais de construção é um dos factores que contribui para o seu mau desempenho ambiental. Berge (2009) [8] refere os seguintes valores de energia em termos de transporte dos materiais (Quadro 1)

Quadro 1: Energia gasta em transporte [8]

Transporte	MJ/ton Km
Avião	33-36
Rodovia (gasóleo)	0,8-2,2
Ferrovía (gasóleo)	0,6-0,9
Ferrovía (electricidade)	0,2-0,4
Barco	0,3-0,9

Um tal panorama implica necessariamente que se deva privilegiar a utilização de materiais locais, à semelhança daquilo que é o paradigma da construção em terra. A utilização de solo para a construção em terra envolve em termos gerais e basicamente, a remoção da camada superficial de terra vegetal não tem um impacto significativo em termos energéticos dado que é uma tarefa que pode ser efectuada em termos manuais. Morton et al. [9] comparam as emissões de carbono de materiais correntemente utilizados na execução de alvenarias com as emissões equivalentes de blocos de terra, evidenciando o bom desempenho ambiental destes últimos (Figura 2).

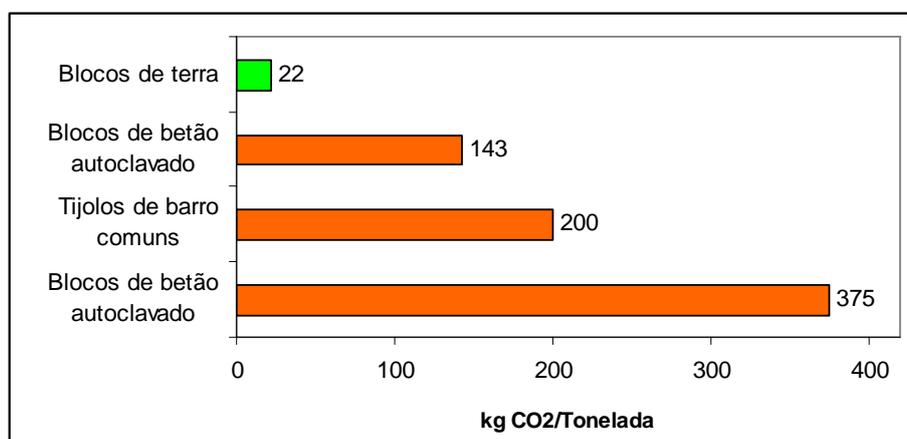


Figura 2 - Carbono incorporado em materiais para alvenarias [9]

Para uma habitação de 3 quartos com 92m² com paredes interiores em blocos de terra, os valores da Figura 1 representam uma redução de 24MWh ou 7 toneladas de CO₂ relativamente à execução das mesmas divisórias com tijolos de barro cozidos, ou uma redução de 14 toneladas de CO₂ face à utilização de blocos de betão autoclavado. A substituição de apenas 5% de blocos de betão utilizados no Reino Unido, por alvenaria de terra implicaria uma redução nas emissões de CO₂ de aproximadamente 100.000 toneladas [9]. Quintino, utilizou valores para o caso específico da produção de BTC em Portugal, referindo que a energia incorporada nos blocos fabricados em processo mecânico é de aprox. 100 kw/h por tonelada, valor muito inferior aos 1200 kw/h por tonelada dos tijolos normais cozidos em fornos [10]. Segundo Sukla et al. [11], as poupanças energéticas de uma habitação em adobe permite uma redução de 100 toneladas de CO₂ anuais. Estes autores analisaram habitações em adobe tendo obtido valores de energia incorporada de 475 GJ para cada 100m² de área construída. Os mesmos referem ainda que embora a energia incorporada seja baixa, o valor para manutenção é significativo e corresponde a 12,5% do total, observam também que os gastos em aquecimento e arrefecimento ascendem a 370GJ. Lourenço [12], analisou os gastos energéticos relativos à produção dos principais materiais (madeira, betão, aço, tijolos cozidos e cimento), utilizados para a execução de uma pequena moradia de R/C, contemplando as seguintes variantes:

- Caso 1: Moradia com estrutura em betão armado, alvenarias de tijolo furado cozido e laje de esteira em vigotas pré-esforçadas e abobadilhas.
- Caso 2: Com realização de alvenarias portantes em BTC coroadas com lintéis em betão e com cobertura em com vigas de madeira
- Caso 3: Com realização de alvenarias exteriores portantes em taipa, paredes interiores em adobe e com cobertura em com vigas de madeira.
- Caso 4: Moradia com estrutura em betão armado e alvenarias só com funções de vedação executadas em adobe.

Tendo observado que a solução de construção corrente, implica para esses materiais um consumo energético que é mais do dobro do consumo associado às soluções 2 e 3 (Figura 3).

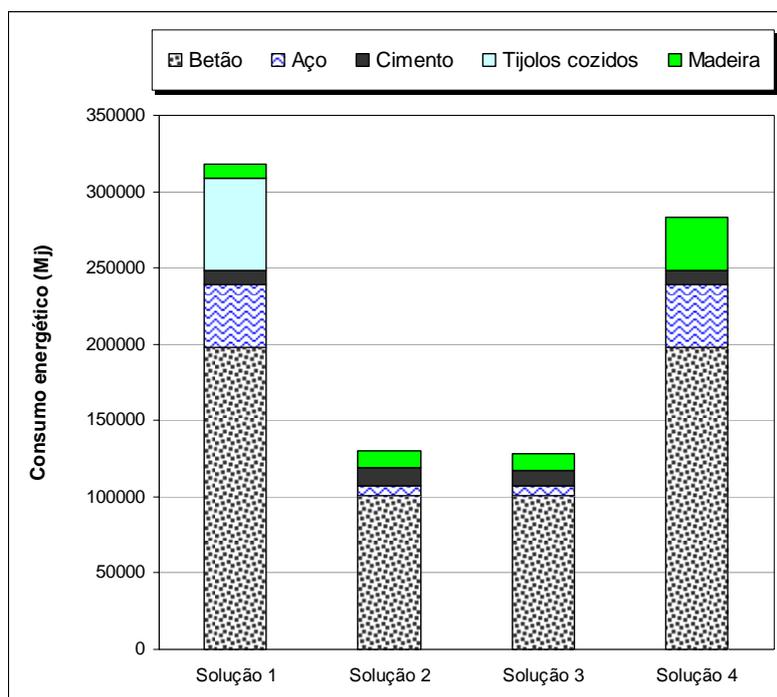


Figura 3-Consumos energéticos dos principais materiais [12]

2 Consumo de recursos não renováveis

A construção em terra não está regra geral associada aos efeitos nocivos em termos de toxicidade da utilização de materiais sintéticos, os quais são responsáveis pela contaminação do ar interior com compostos orgânicos voláteis (VOCs). Enquanto que as construções dos nossos antepassados eram feitas de materiais naturais, as construções correntes podem incluir quase 70.000 combinações de químicos, libertando para o ar interior quase 1000 produtos químicos. Nos Estados Unidos estimam-se em 60 biliões de dólares os custos anuais relacionados com o problema dos “edifícios doentes” [13]. Estes compostos podem provocar os seguintes problemas de saúde:

- Irritações da pele, olhos e vias respiratórias;
- Distúrbios cardíacos, digestivos, renais ou hepáticos;
- Dores de cabeça e mal-estar generalizado;

- Distúrbios do sistema nervoso, como perturbações da memória, de atenção, concentração e da fala, stress e ansiedade;
- Perturbações do sistema hormonal (problemas fetais e de reprodução);
- Desenvolvimento de cancro das fossas nasais, dos seios frontais e pulmões, quando presentes em elevadas concentrações.

Salasar [14] refere que as tintas à base de solventes orgânicos libertam uma elevada quantidade de VOCs, algo que não sucede para a construção em terra onde na grande maioria dos casos a face da parede interior não é revestida devido a critérios de ordem estética. Uma outra vantagem da construção em terra para a qualidade do ar interior tem que ver com a sua capacidade para controlar o nível de humidade relativa [5]. Investigações sobre o desempenho de alguns materiais de construção, comprovam que blocos de terra são capazes de absorver 10 vezes mais humidade do ar, do que os tijolos cerâmicos tradicionais (Figura 4).

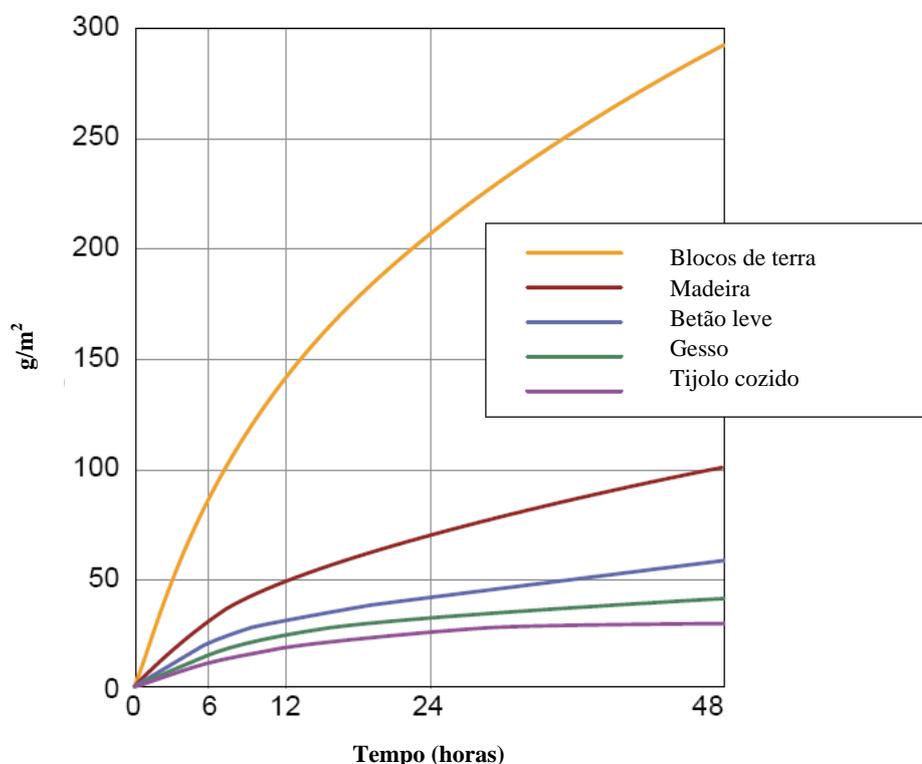


Figura 4 – Água absorvida por diferentes materiais quando a humidade relativa sobe de 50 para 80% [5]

Segundo alguns autores a higroscopicidade dos materiais de construção, consegue por vezes ser mais efectiva na redução da humidade do ar interior do que a utilização de ventilação [15]. Este autor refere um estudo realizado na Grã-Bretanha, onde se constatou que a construção em terra conseguia manter os níveis de humidade interior entre 40 a 60%. Sendo que este intervalo de humidade é o mais indicado para efeitos de saúde humana. De facto, elevados níveis de humidade relativa no interior das habitações acima de 70%, são responsáveis pelo aparecimento de bolores os quais podem desencadear reacções alérgicas

[16]. Valores de humidade acima de 60% estão associados à presença de ácaros e doenças do foro asmático [17]. Por outro lado, valores de humidade relativa abaixo de 40%, estão ligados ao síndrome dos “edifícios doentes” típico de ambientes muito secos. Nestes ambientes há lugar a uma secagem da mucosa respiratória, propiciando o aparecimento de doenças do foro respiratório como as amigdalites, faringites ou bronquites. Entende-se por isso facilmente que as estatísticas sobre saúde pública refiram que das últimas décadas a esta parte se registou um aumento de quase 50% na ocorrência de problemas de saúde do foro respiratório, como a asma.

Referências

- [1] World Watch Institute *State of the World* 2009. ISBN: 978-0-393-33418-0
- [2] United Nations Acting on climate change: The UN system delivering as one. DPI/2526, 2008.
- [3] Stern, N. *Stern Review on Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, 2006.
- [4] IPCC 2007 *Impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. ISBN -13: 9780521705974, 2007.
- [5] Cepinha, E.; Ferrão, P.; Santos, S. *The Certification as an Enterprise Strategy of the Real Estate Sector: a National Scope Analysis*. International Congress Sustainable Construction, Materials and Practices - Challenge of the Industry for the New Millennium: ISBN 978-1-58603-785-7, pp. 912-917, Portugal SB07, Lisboa, 2007.
- [5] Minke, G. *Earth Construction HandBook*. The Building Material Earth in the Modern Architecture. WIT Press, Southampton, U.K, 2000.
- [6] Thomark, C. *The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building*. Building and Environment Vol. 41, 2006, pp.1019-1026.
- [7] González, M.; Navarro, J. *Assesment of the decrease of CO₂ emissions in the construction field through the selection of materials: Pratical case study of three houses of low environment impact*. Building and Environment Vol. 41, 2006, pp.902-909.
- [8] Berge, B. *The ecology of building materials*. 2^o Edition, Architectural Press, ISBN 978-1-85617-537-1, Elsevier Science, 2009.
- [9] Morton, T.; Stevenson, F.; Taylor, B.; Smith, C. *Low Cost Earth Brick Construction: Monitoring and Evaluation*. Arc. Architects. ISBN 0-9550580-0-7, 2005.
- [10] Quintino, G. *Blocos de Terra Compactada*. Arquitectura de Terra em Portugal. ISBN: 972-8479-36-0, Editora Argumentum, pp.53-56, 2005.
- [11] Shukla, A.; Tiwari, G.; Sodha, M.S. *Embodied energy analysis of adobe house*. Renewable Energy 34, 2008, pp. 755-761.
- [12] Lourenço, P.I. *Construções em Terra*. Tese de Mestrado em Construção. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2002.
- [13] Day, C. *Places of the Soul. Architecture and Environmental Design as a Healing Art*. 2^a Edição, ISBN-13: 978-0750659017, Architectural Press, 2003.
- [14] Salazar, C. *Estudo sobre Emissão de Compostos Orgânicos Voláteis COVS em Tintas Imobiliárias á Base de Solvente e Água*. Dissertação de Mestrado em Química, Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- [15] Morton, T. *Earth Masonry – Design and Construction Guidelines*. ISBN 978-1-86081-978-0. HIS BRE Press, 2008.
- [16] Howieson, S. *Housing and Asthma*. Spon Press, London ISBN 0-415-33646-5, 2005.
- [17] Arundel, A.; Sterling, E.; Biggin, J.; Sterling, T. *Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments*. Environmental Health Perspectives, Vol. 65, 1986, pp.351-361.