

TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO EM TERRA

Maria Fernandes (arquitecta, professora universitária)

Universidade de Coimbra
maria.fernandes@student.uc.pt, maria.aleixo@sapo.pt

Por arquitectura em terra entende-se toda e qualquer construção edificada em terra crua, ou seja, todas as construções que utilizem a terra como matéria-prima sem alteração das suas características mineralógicas. Estão assim excluídos todos os materiais cerâmicos que alteram no seu processo de cozedura, as características iniciais da terra que apenas é seca ao sol [1].

Numa tentativa de sistematizar as inúmeras soluções de construção em terra, o CRATerre [2] definiu um diagrama onde incluiu dezoito sistemas antigos e modernos, divididos em três grandes famílias [3]. Este diagrama é uma síntese, das soluções possíveis de técnicas de construção, que utilizam a terra como matéria-prima. As três grandes famílias de construção em terra compreendem assim o uso da terra sob a forma:

- monolítica e portante;
 - alvenaria portante (aqui entendida como a construção com unidades inicialmente manufacturadas);
 - enchimento ou protecção duma estrutura de suporte [4].
- A partir de uma matéria-prima inicialmente frágil como a terra é possível manufacturar materiais com resistências consideráveis e construir sistemas quase indestrutíveis utilizando apenas a terra de forma diversificada misturada com água. Poderíamos enumerar dezenas de maneiras de construir com terra, com uma infinidade de variantes adaptadas à qualidade da terra, identidade dos lugares, das culturas e das experiências construtivas locais.

A. Monolítica e Portante

Esta família compreende a elevação *in situ*, onde não existe separação entre o material e a técnica construtiva. Deste grupo fazem parte cinco técnicas.

Terra escavada – Consiste tal como o nome indica em escavar no terreno e moldar no seu interior construções. É por isso uma técnica construtiva em negativo, onde se retira material a depósitos de terras no estado sólido ou seco, construindo ao mesmo tempo espaços no seu interior. Conhecem-se de dois tipos - horizontal e vertical - e os casos identificados situam-se em colinas e planaltos de

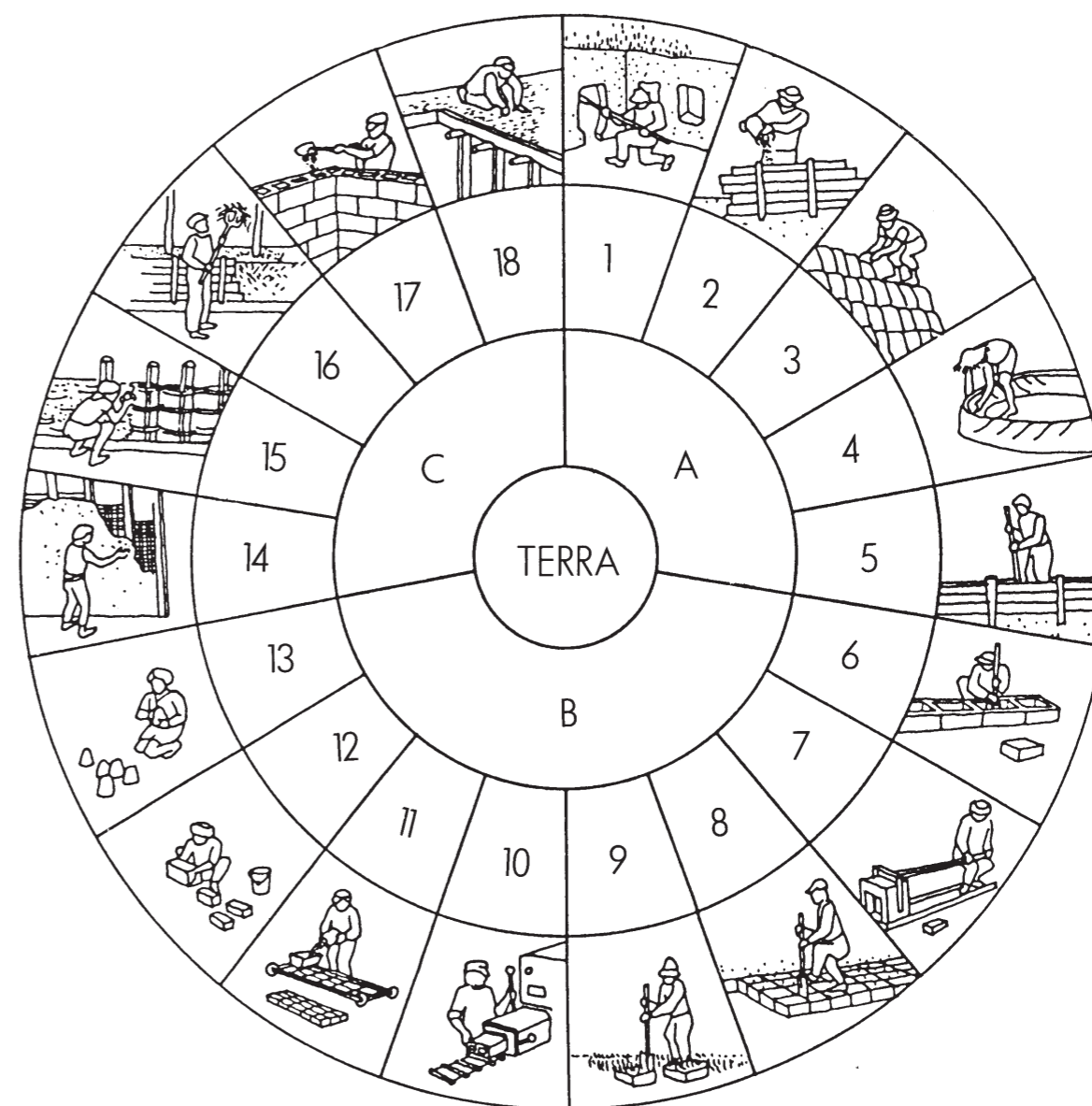
climas quente e secos, como na China, Tunísia, Colômbia e em geral por todo o Mediterrâneo [5].

Terra plástica – A terra no estado quase líquido pode ser utilizada como betão magro, em cofragens ou moldes para elevar respectivamente paredes ou construir pavimentos. É um sistema moderno e pouco empregue devido aos grandes problemas de retracção que apresenta. Foi no entanto utilizada em novas construções durante período pós segunda guerra mundial, quando não existiam materiais disponíveis e mesmo durante o século XX, nos Estados Unidos e no Brasil. Esta técnica está neste momento a ser desenvolvida experimentada de novo, utilizando porém menos quantidade de água e estabilizando a terra de forma a contrariar os efeitos negativos da secagem, que levaram ao seu abandono anos antes [6].

Terra empilhada – É um sistema tradicional, que foi abandonado na Europa, mas recuperado recentemente no Reino Unido. É designado *bauge* em França e *cob* no Reino Unido. A técnica consiste em empilhar bolas de terra ou molhes de lama e palha à fiada até formar parede, sendo depois a mesma aparada ou regularizada à superfície. Para além dos países mencionados, estes sistemas são também conhecidos na Alemanha, África, Iémen e Afeganistão [7].

Terra modelada – No estado plástico a terra é moldada ou esculpida à fiada formando paredes. É uma técnica associada a construções de planta circular (mas não exclusiva), muito comum nas regiões do equador e por todo o continente Africano. Esta técnica caracteriza-se pela beleza das formas arquitectónicas na sua maioria extremamente decoradas. É ainda identificável pela utilização de uma mão-de-obra diminuta e instrumentos muito rudimentares, quase dispensáveis [8].

Terra prensada – A mais conhecida técnica deste grupo é a taipa, vulgarmente designada de taipa de pilão no Brasil ou simplesmente taipa no sul de Portugal. Nos países anglo saxónicos o termo é *rammed earth*, nos germânicos *stampflembau*, nos francófonos *pisé* e nos espanhóis *tapial*. Este sistema tradicional e histórico que foi recuperado e melhorado para a construção contemporânea



In HOUBEN, Hugo ; GUILLAUD, Hubert; (1989). *Traité de Construction en Terre*. Marseille: Editions Parenthèses - p.15

A UTILIZAÇÃO DA TERRA SOB A FORMA MONOLÍTICA E PORTANTE	B UTILIZAÇÃO DA TERRA SOB A FORMA DE ALVENARIA PORTANTE	C UTILIZAÇÃO DA TERRA COMO ENCHIMENTO DUMA ESTRUTURA DE SUPORTE
1 - TERRA ESCAVADA	6 - BLOCOS APILOADOS	14 - TERRA DE RECOBRIMENTO
2 - TERRA PLÁSTICA	7 - BLOCOS PENSADOS	15 - TERRA SOBRE ENGRADADO
3 - TERRA EMPILHADA	8 - BLOCOS CORTADOS	16 - TERRA PALHA
4 - TERRA MODELADA	9 - TORRÕES DE TERRA	17 - TERRA DE ENCHIMENTO
5 - TERRA PENSADA: TAIPA	10 - TERRA EXTRUDIDA	18 - TERRA DE COBERTURA
	11 - ADOBE MECÂNICO	
	12 - ADOBE MANUAL	
	13 - ADOBE MOLDADO	

Diagrama estabelecido pelo grupo CRATerre (Centre International de la Construction en Terre), das diferentes famílias de sistemas de construção antigos e modernos, que utilizam a terra como matéria-prima. Gentilmente cedido pelos autores Hugo Houben e Hubert Guillaud, do CRATerre.

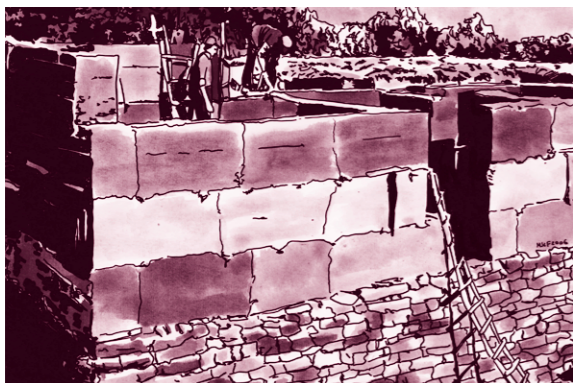
carece de instrumentos para a sua execução. A técnica consiste em prensar ou comprimir camadas de terra quase seca dentro de uma cofragem - os taipais. É ainda uma técnica que se encontra na Europa mediterrânea e também na Alemanha, Suíça e Áustria, por todo o Mediterrâneo, na China, na Austrália, nos continentes Americano e Africano e predominantemente no Oriente em climas secos e quentes. Em Portugal a taipa encontra-se sobretudo em fortificações históricas no Sul, na arquitectura tradicional e pública em paredes exteriores e interiores do Alentejo, em paredes exteriores no Algarve e em alguns edifícios em áreas restritas no centro e norte litoral. É uma técnica que foi recuperada a partir dos anos noventa do século XX em Portugal e tem sido utilizada em construções no litoral Alentejano [9].

B. Alvenaria Portante

Esta família compreende a manufactura prévia de unidades em terra, que após a secagem são utilizadas na construção. Com estes módulos ou unidades podem ser elevadas paredes em diversos aparelhos, arcos, cúpulas e abóbadas. Para esta família foram identificadas oito técnicas.

Blocos apiloados – Conhece-se a sua utilização no Reino Unido e noutros países da Europa e do Indico. Trata-se da manufactura de pequenas unidades em terra no estado plástico ou seco, comprimidas com um pequeno maço em moldes de forma quadrada ou paralelepípedica em madeira. Estas unidades são posteriormente secas ao sol [10]. A sua utilização em Portugal recebe a designação simples de adobe, muito embora seja uma técnica distinta.

Blocos prensados – Técnica contemporânea, desenvolvida



Monolítica, construção em taipa.



Rebocos em terra.

sobretudo na Bélgica, França e Alemanha. Consiste em comprimir, ou apertar à pressão terra seca e com grande percentagem de partículas finas em moldes. Esta pressão só é possível com máquinas que vão desde a simples prensa manual às mais sofisticadas mecânicas e industriais. Costumam-se designar os blocos de terra comprimida, BTC, de pequenas taipas dadas as semelhanças entre as duas técnicas. A primeira prensa Cinva-Ram foi desenvolvida na América Latina, mais propriamente na Colômbia em meados dos anos cinquenta do século XX. Esta máquina permitiu a rápida produção de materiais para programas de construção habitacional. Hoje esta técnica é utilizada um pouco por todo lado, em África, na Europa, na Ásia e também na América central e do Sul. Pela facilidade de produção e vantagens em termos secagem rápida e resistência mecânica, os BTC ou CEB (compressed earth blocks), são nos dias de hoje uma das técnicas de construção em terra com maior sucesso [11].

Blocos cortados – Solos superficiais de características minerais que apresentem boa coesão estão na origem de pedreiras de extracção de blocos cortados. Os mais conhecidos são os blocos de Laterite provenientes de solos de desagregação avançada e grande concentração de hidróxidos metálicos [12]. A arquitectura construída com este material situa-se sobretudo nas regiões tropicais e sub tropicais húmidas, na Índia e em África. Incorrectamente é muitas vezes designada de arquitectura em pedra, dada a dureza que o material adquire ao longo do tempo causada pela oxidação do mesmo, que o aproxima do material pétreo [13].

Torrões de terra - Depósitos superficiais de terra vegetal coerente permitem o corte de blocos – unidades, que depois de secos são empregues na elevação de paredes. Esta técnica é conhecida na América Latina, nos países Nórdicos e na Ásia. Apesar de histórica e antiga esta técnica tem sido recuperada para a construção contemporânea [14].

Terra extrudida – Sistema moderno e mecânico que permite a produção de blocos a partir de terra seca/plástica, com alto teor de finos. Tem sido utilizada nos programas de construção habitacional em larga escala, na Alemanha e em França, permitindo a produção de material homogéneo e controlável

em grandes quantidades. Esta técnica exige sistemas de produção complexos e mecanizados e o seu aparecimento deriva da adaptação da indústria cerâmica de tijolo, sem os custos adicionais do forno pois os blocos são apenas secos. Esta produção permite para além de um rendimento elevado uma diversidade de formas nos produtos finais [15].

Adobe mecânico – Sistema muito semelhante ao anterior com a diferença que a terra terá de ser plástica/líquida e que as unidades terão de secar ao ar, levando muito mais tempo. Esta técnica permite igualmente a produção de material de construção em série, mas devido à secagem lenta exige uma área de produção muito superior à necessária para os blocos extrudidos. Tem sido muito utilizada nas operações de loteamentos habitacionais de vivendas na América do Norte, nos estados da Califórnia, Texas e Novo México [16]. As máquinas utilizadas na sua produção são adaptações de máquinas agrícolas.

Adobe manual – Técnica ancestral ainda hoje viva em África e que consiste em moldar ou esculpir apenas com as mãos, unidades em terra plástica de formas diversas, que depois de secas são utilizadas na construção de paredes. Julga-se que esta terá sido a forma primitiva dos adobes quadrados e paralelepípedicos hoje existentes. Em diversos sítios arqueológicos como Mohenjo-Daro no Paquistão ou Jericó na Palestina é possível observar a evolução das formas dos adobes, de cónicos a achatados e finalmente ortogonais. Sem afirmar que o adobe terá evoluído de manual para moldado, o que hoje se sabe em termos de arqueologia é que ambas as técnicas persistiram ao longo da história ao mesmo tempo em regiões diferentes do globo [17].

Adobe moldado – Esta é seguramente a técnica mais universal de todas. O seu uso é vulgar em todos os continentes adaptando-se as suas formas ortogonais às zonas sísmicas, variando de cubos a paralelepípedos de secção quadrada a rectangular. São vulgares em zona de terrenos arenosos/argilosos, na maioria das vezes terrenos aluviões próximos de água, em vales, nas margens de rios, na costa ou junto a linhas de água. A manufactura do adobe moldado consiste no enchimento com terra no estado



Enchimento, terra de recobrimento (tabiques em terra).



Monolítica, taipa.

plástico de moldes em madeira, pressionando ligeiramente com as mãos, sendo pouco depois retirado o molde deixando-se o adobe a secar ao sol [18]. Em Portugal as construções elevadas com este material situam-se na Beira Litoral e Estremadura (entre Alcobaça e Espinho), nos vales dos rios Mondego, Tejo e Sado e apenas em paredes interiores no vale do rio Guadiana e no Barlavento Algarvio [19].

C. Enchimento de uma Estrutura de Suporte

Esta família compreende a utilização da terra como elemento secundário, no enchimento ou revestimento de outras estruturas. Essas estruturas de suporte tradicionalmente são de madeira ou de outros materiais de origem vegetal como canas, bambu ou outras. A arquitectura contemporânea tem explorado muito este grupo utilizando ainda outros materiais inorgânicos na construção de estruturas de suporte. Foram identificadas neste grupo cinco técnicas.

Terra de recobrimento – Muito comum nos países nórdicos, tropicais, em África, América Latina e na Europa Central e do Norte, esta técnica consiste no revestimento com terra de estruturas em grade de madeira ou noutro material vegetal. Em França recebeu a designação de *Torchis* e em Portugal e no Brasil de taipa fasquio e de pau a pique [20]. São também vulgarmente designados de tabiques e existem em paredes exteriores e interiores nas regiões do Norte de Portugal – Beira Alta, Beira Baixa, Trás-os-Montes e Minho. São mais vulgares em paredes do primeiro piso nas zonas onde predomina a alvenaria de granito e xisto no piso térreo, mas existem muitas vezes em todos os pisos nas designadas casas dos Brasileiros do século XIX/XX. Existem ainda em paredes interiores na zona do Ribatejo e Alentejo, onde muitas vezes o caniço é utilizado como entrançado da estrutura em madeira [21].

Terra sobre engradado – Para além da função de revestimento esta técnica acumula ainda a função de enchimento. O princípio construtivo é igual ao anterior com algumas diferenças. Permite por exemplo que a terra seja ao mesmo tempo de revestimento em rebocos e enchimento como sucede com adobes, rolos em terra e palha ou outros materiais em

terra que são entalados entre as estruturas de madeira [22]. É também uma técnica muito comum nos países nórdicos e tropicais sobretudo na América Latina e na Europa central. Em Portugal esta técnica é designada de taipa de rodízio e no Brasil taipa de mão. A pouca diferença entre esta técnica e anterior descrita é comum designarem-se ambas de técnicas mistas em terra ou simplesmente de tabiques em terra.

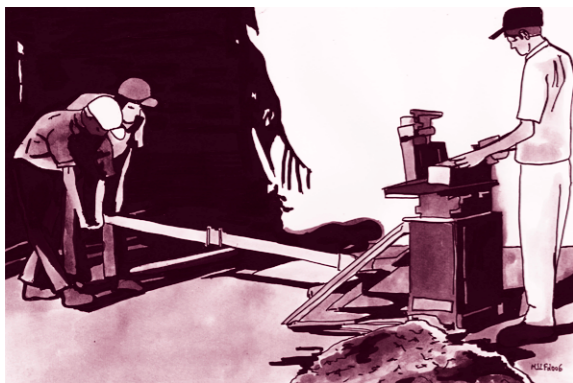
Terra - palha – Trata-se de um processo que utiliza a terra sob a forma de barbotina de terra argilosa misturada com palha ou outro cereal. Pode ser utilizada na construção de pavimentos, os *hourdis* e *fusée* Franceses, de paredes construídas em cofragens ou como isolamento das mesmas. É uma técnica contemporânea, particularmente utilizada em França e na Alemanha [23].

Terra de enchimento – Tal como o nome indica a terra é utilizada no enchimento de outras estruturas. É vulgar o seu uso como isolamento ou reforço de estruturas existentes, sendo a mais frequente, o enchimento do vazio entre dois panos construídos em alvenaria de pedra ou tijolo. A terra é aqui utilizada para enchimento de estruturas ocas. Esta técnica tradicional muitas vezes associada a fortificações tem vindo a ser recuperada em construções modernas para isolamento de paredes [24].

Terra de cobertura – Consiste no revestimento e no uso da terra em coberturas. A terra reveste ou protege estruturas construídas com outros materiais, na sua maioria estruturas de madeira e fibras vegetais. Varia desde as coberturas em terraço, às pendentes com ou sem relvado. São vulgares na América do Norte e Sul, em África, nos países Nórdicos e na Ásia [25]. Em Portugal, conhecem-se as coberturas em pendentes da ilha de Porto Santo, os designados tectos de salão [26].

D. Diferentes Técnicas para Diferentes Estados Físicos da Terra

As técnicas descritas resultam da utilização da terra, enquanto matéria-prima [27] misturada com água em percentagens distintas. A água enquanto elemento aglutinador e responsável pela coesão da matéria-prima é



Alvenaria, blocos prensados (BTC).



Monolítica, terra empilhada

responsável pelo estado físico em que a terra deverá ser aplicada e consequentemente, no sucesso final da construção. O cumprimento das três propriedades fundamentais da terra escolhida: textura, plasticidade, compressibilidade e coesão [28] em conjunto com a correcta execução da técnica construtiva preconizada em projecto são as regras fundamentais para que uma construção em terra seja estável e durável.

As dezoito técnicas descritas no diagrama do CRATerre e pertencentes aos três grupos – monolítica, alvenaria e enchimento – utilizam a terra em estados físicos distintos, a saber:

- **estado sólido**, também designado de estado sólido com retracção, ou seja com o mínimo de humidade possível, compreende as técnicas de terra escavada, torrões de terra e blocos cortados;

- **estado seco**, também designado de estado sólido sem retracção, com alguma mais ainda pouca percentagem de humidade, inclui as técnicas de terra prensada, blocos apiloados, blocos compactados, terra extrudida e algumas técnicas de terra em cobertura;

- **estado plástico**, a percentagem de água nesta mistura é de forma que a terra possa ser trabalhada sem se deformar, neste estado incluem-se a maioria das técnicas como a terra empilhada, modelada, adobe manual, adobe moldado, terra de recobrimento, terra sobre engradado e algumas técnicas de terra em cobertura;

- **estado líquido**, neste estado a terra já não pode ser trabalhada sem se deformar pelo que a percentagem de água terá de ser superior, compreende apenas as técnicas de terra de enchimento e adobe mecânico [29].

E. Outras Técnicas

Para além das técnicas mencionadas acresce ainda os rebocos ou as superfícies arquitectónicas em terra. Não se trata propriamente de uma técnica construtiva mas sim da camada de protecção ou de sacrifício, fundamental, para o bom desempenho de uma construção em terra.

Na sua maioria as superfícies arquitectónicas em terra utilizam a matéria-prima no seu estado plástico/líquido e

em texturas de grão inferior ao utilizado na técnica de construção das paredes ou suportes. A terra utilizada é a mesma mas crivada, com maior percentagem de finos que aumenta, conforme se aproxima da camada final.

Os rebocos são diversos e na generalidade executados em quatro camadas, a que se podem seguir camadas pictóricas. Variam de lisos a rugosos, de relevos a granulados e de decorados a simples. O carácter efémero destas superfícies muitas vezes degradadas e carentes de substituição após a época das chuvas, dotou estas camadas de uma importância e valor que não se atribui a outras superfícies arquitectónicas. A extrema necessidade de manutenção levou ao aprofundamento da técnica construtiva, do seu valor artístico e da sua função. As superfícies arquitectónicas em terra estão muito para além da simples camada protectora, as decorações que se conhecem são muitas vezes os únicos informadores de civilizações desaparecidas que não tinham escrita. Os relevos ou outras expressões arquitectónicas de superfície são ainda hoje os símbolos de identidade de comunidades, etnias, grupos ou tribos. O continente africano é um bom exemplo de como a decoração em terra é ao mesmo tempo estética, mágica, religiosa, protectora e fundamentalmente útil [30].

Os relevos policromados das Huacas de Moche e de Chan Chan no Peru são representativos do universo e do quotidiano da cultura Chimú. Em África, os relevos com temas florais, vegetais e geométricos das casas urbanas na Nigéria são símbolos de diferentes etnias nesse país. Os rebocos em bolas de terra e em longos cordões salientes são exemplos respectivamente, de como se deve controlar a retracção da terra sob efeito de grande temperatura e de como a água deverá escorrer ao longo da superfície sem degradar o suporte. As superfícies arquitectónicas em terra, ricas em soluções artísticas e técnicas, são os herdeiros da tradição estética que caracterizou os frescos e os revestimentos da arquitectura das grandes civilizações do Médio e Longínquo Oriente, como os que existiam na Babilónia, no Egipto dos Faraós, na Assíria e mais tarde, por todo o império Romano.

Ilustrações: Maria João Lopes Fernandes.



Alvenaria, blocos apiloados.



Alvenaria, torrões de terra.

Notas

Este artigo foi realizado com o apoio do Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra.

1 Entre os 20 e os 150°C elimina-se a água livre, utilizada na mistura e não eliminada totalmente na secagem ou absorvida pelo meio ambiente. Em torno dos 200°C, dá-se a eliminação da água coloidal, que permanece intercalada entre as pequenas partículas de argilo-minerais depois da secagem e da água proveniente da matéria orgânica. Entre os 350 e 650°C dá-se a combustão de substâncias orgânicas contidas na argila e a dissociação de compostos sulfurosos. Entre os 450 e 650°C dá-se a composição dos minerais de argila propriamente ditos com a libertação de água. Acima dos 700°C, iniciam-se as reacções químicas da sílica e da alumina com elementos fundentes, formando silico-aluminatos complexos. Entre os 800 e 950°C os carbonatos decompõem-se e libertam Co₂. Acima dos 1000°C os silico-aluminatos que estão sobre a forma vítrea, amolecem e absorvem pequenas partículas, dá-se assim a gressificação característica das porcelanas e dos "grés" (Giorgio Torraca, 1986: 106-7). Este processo resultante da temperatura é irreversível e por isso a matéria-prima não poderá ser devolvida à natureza tal como foi extraída inicialmente.

2 *Centre International de la Construcion en Terre*, com sede em Grenoble, França.

3 AAVV, 1992: 141-7

3 Ibidem.

4 AAVV (org. Jean Dethier), 1993: 48.

5 Hubert Guillaud, 1989: 166-7.

6 Idem 182-3.

7 Idem 176-7.

8 Patrick Doat, 1985: 93-100.

9 AAVV, 2005: 27-44.

10 Kiran Mukerji, 1988: 225.

11 Hubert Guillaud, 1989: 216-235.

12 Kiran Mukerji, 1988: 7.

13 AAVV, 2005: 81-5.

14 Hubert Guillaud, 1989: 172-137.

15 Hubert Guillaud, 1989: 180-1.

16 Idem 214-5.

17 Patrick Doat, 1985: 106-7.

18 Idem 107-136.

19 AAVV, 2005: 47.

20 Hubert Guillaud, 1989: 186-7.

21 AAVV, 2005: 57-61.

22 AAVV, 2003: 11-119.

23 Hubert Guillaud, 1989: 184-5

24 Idem 168-9).

25 Patrick Doat, 1985: 225-235.

26 AAVV, 2005: 62-7.

27 Cada técnica utiliza a terra com diferentes percentagens de componentes: gravas, areias, siltes ou limos e argilas.

28 Hubert Guillaud, 1989: 42-3.

29 Patrick Doat, 1985: 11

30 Hubert Guillaud, 1989: 347.

Bibliografia

AAVV (2005) – *Arquitectura de terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 2005.

AAVV (1992) – *Arquitecturas de Terra*. Coimbra: Ed. Comissão de Coordenação da Região Centro, Museu Monográfico de Conímbriga, 1992.

AAV (org. Jean Dethier) (1993) – *Arquitecturas em terra ou o futuro de uma tradição milenar*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

AAVV (2003) – *Técnicas mistas de construcción com tierra*. Brasil: Ed. Proterra/ Cytred, 2003.

DOAT, Patrick, HOUBEN, Hugo, MATOUK, Sílvia, VITOUX, François (1985). *Construire en terre*. Paris: CRATerre, Ed. Alternatives, 1985.

GUILLAUD Hubert, HOUBEN Hugo (1989). *Traité de Construction en Terre*. Marseille: Editions Parenthèses, 1989.

MUKERJI, Kiran; STULZ, Roland (1988). *Appropriate Building Materials*. St. Gallen/Switzerland: SKAT & IT Publications Ltd, 1988.

TORRACA, Giorgio (1986). *Materiaux de construction poreux*. Roma: ICCROM, 1986.

Curriculo resumido

Mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico pela Universidade de Évora (1998). Doutoranda em arquitectura e construção na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Bolseira do Instituto de Investigação Interdisciplinar (III) da mesma Universidade desde Março de 2006.