

A SUSTENTABILIDADE DA FORMA NA CONSTRUÇÃO EM TERRA CRUA

Filipe González⁽¹⁾; Manuel Couceiro⁽²⁾

⁽¹⁾ Faculdade de Arquitectura e Artes da Universidade Lusíada de Lisboa
Rua Joaquim Pedro Assunção Rasteiro – 37 – 2925 535 Azeitão | tel: 21 080 64 54 | fax: 21 218 02 14
Email: filipe.gonzalez@netvisao.pt | filipe.gonzalez@lis.ulusiada.pt

⁽²⁾ Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
Rua Augusto Costa (costinha) – 25 – R/C B – 1500 064 Lisboa | Tel: 21 760 84 77 | Fax: 21 762 20 25
Email: arquetipo@ip.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência.

Palavras Chave: Geometria; Forma; Estrutura

Resumo

A construção em terra é um processo milenar, e a sua transmissão enquanto tal tem sido feita entre gerações, de pais para filhos, e quase sempre de forma operativa.

A utilização da terra pauta-se por uma qualidade que consiste na sua reciclabilidade. Esta característica assume especial importância quando se aborda cada vez mais a sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável.

A reciclabilidade da terra como material construtivo, enquanto processo natural ou artificial, dificulta o seu estudo uma vez que os testemunhos mais antigos não podem ser avaliados devido à sua perda total.

Apresenta-se com este trabalho uma ferramenta aglutinadora de processos construtivos, classificação da terra enquanto material de construção e por último, ferramenta analítica das geometrias utilizáveis na construção com este material, atendendo às suas propriedades.

Trata-se de uma análise comparativa dos processos construtivos em terra crua, suas geometrias e estereotomias, dentro do conceito de obra global, analisando-a no todo e na parte. Este trabalho redefine o processo de classificação das técnicas construtivas em terra crua em função dos processos auxiliares de construção, e não pelo estado físico do material utilizado ou mesmo pela família de sistema construtivo.

Trata-se de uma investigação que infere no conceito de fronteira, analisando as interdependências e participação entre material/vão/forma num quadro geral de classificação de estrutura, organizada pela família de técnica construtiva condicionada por um reposicionamento da referidas técnicas num grupo/sistema de famílias estruturais tipo.

A reclassificação das técnicas construtivas em terra crua permite entender a participação da geometria no processo conceptual da construção em terra crua, acelerando um processo de decisão, bem como estabelece um panorama de limitações formais à construção com o referido material.

1 - Introdução

A Ecologia e, mais especificamente, a Ecologia Humana, estão na ordem do dia. Entenda-se essa Ecologia como a adaptação dos seres vivos, em âmbito mais restrito dos animais, ao seu meio ambiente, num sentido de satisfação das suas necessidades, mas num espírito de respeito para com os valores desse meio ambiente.

Para o ser humano as suas necessidades básicas referem-se à alimentação, ao vestuário e ao abrigo, necessidades cuja arte de concretização pode, por si só, caracterizar civilizações – essa arte é o Design (aqui entendido em sentido lato ou seja, no sentido de actividade criadora e projectual, de intervenção planeada e normalmente com uma forte matriz visual).

Será pois o Design uma das facetas que distingue os Homens dos outros animais, mas pertinente é constatar que esse Design tem, como referência predominante através dos séculos, a Natureza e a sua intrínseca beleza. Há pois que conseguir captá-la e, para o Homem, conseguir, num mundo de aparente desordem e de infinita variedade, criar meios de ordenar e de estruturar os aspectos profundos e/ou fugazes dessa realidade natural.

Arte e Ciência reflectem, de modo distinto, sobre aspectos diversos e complementares da experiência humana, recorrendo o Design a estes dois caminhos, a partir dos quais gerou modelos de pensamento, **paradigmas**, que expressam aspectos aparentemente contraditórios mas coexistentes na Natureza e que, curiosamente, possuem, em todas as situações, **matrizes geométricas** que se detectam na Gastronomia, na Moda e na Arquitectura.

Interessa-nos aqui sobretudo a Arquitectura e, no seu contexto e para melhor a compreendermos, salientar que um dos seus princípios, o mais subtil e eventualmente mais poderoso e importante, é o acordo entre forma e material, evidenciando a noção de estrutura como a mais importante qualidade do Design.

Para alcançarmos aquela simbiose, **forma/material**, que se pretende o mais íntima possível, a associação das **matrizes geométricas**, intervindo quer como geradoras das formas, quer como instrumentos de análise ou criando novas ordens, zonas fractais, de relação entre o caos incontrolado e a ordem excessiva, com o **conhecimento e organização das características dos materiais**, torna-se essencial e **concretizará a sustentabilidade da construção** – em simultâneo afirma-se o desempenho da **Geometria como paradigma da Ecologia Humana**.

É neste entendimento geral que surge o presente estudo, que se aplica a um material concreto, a **Terra Crua**, também ele reforçado, pelas suas capacidades de reciclagem, o sentido último de intervenções construtivas adaptadas ao meio ambiente.

2 - A FORMA E O MÉTODO

2.1 - A inevitabilidade da geometria

O homem, através de um processo natural de evolução, desenvolveu a capacidade de manipular o meio que o rodeia. Essa capacidade surge como resposta a uma necessidade intrínseca da sua condição que foi, numa primeira fase, a criação de habitat.

Muitos seres vivos desenvolveram também essa capacidade. Sejam as aves com os seus ninhos, sejam os mamíferos como caso dos castores com os diques em troncos de árvore, ou mesmo insectos como as abelhas com as colmeias, etc. Contudo, as construções desenvolvidas pelo homem rapidamente se diferenciaram das construções de todos os outros animais, quer pela geometria utilizada, quer pela dimensão, mas acima de tudo através da atribuição de significado às próprias construções.

A casa, como resolução de um problema quotidiano, que funciona de abrigo, desenvolveu-se através dos tempos desde a caverna, passando pela cabana, até à casa propriamente dita. A par desta necessidade, desenvolveu também capacidade de criar fortalezas, templos, e construções de carácter simbólico, e nestas é que se encontra uma verdadeira forma de diferenciação em relação às outras espécies.

A necessidade que o homem tem em intervir no meio que o rodeia, bem como a tentativa de compreender o universo no qual se insere, expressa-se através de uma manipulação do mundo real, conferindo-lhe imagens daquilo que considera ser uma interpretação do inatingível.

Apesar disso, no desenrolar da história sempre existiram momentos específicos, que registaram a existência de culturas, e que tiveram diferentes formas de expressão, seja pela arte ou pela arquitectura.

A arquitectura, apesar de ter sempre um carácter próprio neste contexto, esteve e continua a estar dependente do factor tecnológico. A escala da obra arquitectónica é diferente da escala da escultura, da pintura ou de qualquer outra forma de expressão artística.

Assim, associando a evolução do conhecimento, à manipulação dos materiais de construção disponíveis e às condicionantes físicas da envolvente, respondendo à própria necessidade construtiva do homem, permitiu a este desenvolver geometrias diversas que foram aplicadas às obras de arquitectura, e à forma como este organizava a ocupação do seu território.

À medida que a sociedade se foi hierarquizando, desde a estrutura da família, às ligações entre famílias, às populações, etc., maior se tornou também a estratificação da construção, procurando responder a uma hierarquização formal da construção em si, e de aspectos de organização urbanística como de localização, orientação, etc.

A todas estas escalas de análise da intervenção edificativa do homem perante o território, houve aplicação de geometrias. A capacidade de exteriorizar a intervenção no meio em que se insere, proporciona ao homem o sentimento de domínio sobre um meio natural do qual faz parte, mas que na realidade não consegue dominar. Assim, através da antítese às formas orgânicas o homem interveio no território deixando uma marca através das suas geometrias construtivas.

3 - Da geometria da terra

Após análise das diferentes formas de expressão construtiva com o material terra crua, identificaram-se algumas geometrias aplicadas, que se verificou que se organizavam dentro de parâmetros geométricos formalmente diferentes, mas conceptualmente semelhantes.

Da relação entre as características físicas do material em análise, e da sua aplicação segundo um determinado propósito construtivo, nasceu a respectiva estereotomia. Esta traduz-se no fundo na eficácia formal conferida à terra crua de tal modo a que possa cumprir um propósito construtivo.

A terra, devido às suas propriedades físicas circunscreveu-se num grupo de materiais, cuja aplicação mais favorável seria de acordo com o esforço da compressão. A terra pode ser comprimida e aquando dessa acção comporta-se com alguma eficácia, sendo a acção inversa, a tracção, um esforço dificilmente comportável.

Ora, os materiais que se incluem no grupo de compressíveis, traduzem-se na construção sob a expressão de paredes, pilares, e arcos, como família de grupo estrutural. Essa propriedade mantém-se independentemente da forma como é utilizado observando as diversas técnicas construtivas que existem para o material.

Mesmo existindo diferenças tecnológicas na forma como se constrói com o material em análise, verificou-se também que nem todas as formas geométricas de base analisadas se inseriam integralmente nos processos construtivos. Isto deve-se principalmente a razões como: as características próprias da terra crua em si condicionam à partida a técnica construtiva a utilizar; a técnica construtiva condiciona por outro lado a escala da construção; e a escala da construção associada à técnica construtiva condiciona a capacidade de utilizar um maior ou menor leque de geometrias.

4 - Interacção das formas da terra crua (anexo I)

Das geometrias analisadas, constatou-se a existência de condicionantes técnicas à aplicação da terra crua como material construtivo. Os parâmetros utilizados, a análise planimétrica e a análise tridimensional, permitiram verificar a potencialidade construtiva de cada método e os procedimentos utilizados para a resolução da construção como um todo.

4.1 Vencimento de vãos com terra crua

Da análise anteriormente citada verificou-se que quanto maior a capacidade de vencer vãos através de abóbadas e cúpulas, menor o grau de liberdade na execução de paredes. Isto deve-se essencialmente ao facto de as técnicas construtivas utilizadas para o vencimento de vãos serem extremamente restritas e condicionadas a uma geometria de base para um arco, abóbada, ou cúpula. A planta nestes casos está dependente do vencimento do vão, ou seja, não só tem de existir a capacidade de um vão em ser vencido, como as paredes têm que ser capazes de vencer a impulsão criada pela decomposição das cargas aplicadas ao arco em componente vertical e horizontal.

Para os árabes "*o arco não dorme*"¹, quer isto dizer que as forças opostas estão sempre em acção e a componente horizontal nunca perde a oportunidade de se fazer sentir, nas fendas que provoca, de maior ou menor expressão, consoante a capacidade que a parede tem de se opor.

Assim dos grupos analisados os que têm maior expressão na construção de arcos, abóbadas e cúpulas são: terra por subtracção e terra geometrizada sob a forma de blocos.

Os dois primeiros processos referidos assumem esta característica devido a factores distintos.

No primeiro processo deve-se ao facto de o terreno ser escavado, e a compactação natural do terreno favorece a estabilidade da construção. Por outro lado, como a terra é escavada a componente horizontal das forças dos vãos é anulada pela componente vertical (compressão), não existe cedência nos apoios.

No segundo processo, em que a terra é aplicada sob a forma de blocos, trata-se de um procedimento evolutivo da construção, em que facilmente se controla a geometria dos mesmos, e que consoante a construção vai evoluindo podem ser executadas correcções e ajustes à construção. Por outro lado, a manipulação de elementos de pequeno peso e porte (os blocos) facilita o manuseamento em obra, bem como o estado físico em que o material é aplicado, o estado sólido, faz com que o material esteja próximo da sua máxima resistência. Esta técnica construtiva é das que necessita menor número de executantes na fase do empilhamento.

A terra modelada manualmente apesar de ser utilizada no vencimento de vãos, está condicionada por factores como a fonte de matéria-prima, uma vez que a obra nasce directamente do solo, e por outro lado a dificuldade de manusear secções de grande dimensão faz com que a escala da construção seja pequena, associando-se esta técnica à olaria sem recurso à roda.

4.2 Aplicação da terra empilhada

Da construção com terra crua, sem que exista grande eficácia no vencimento de vãos, salientam-se os processos de empilhamento de terra com ou sem recurso a molde. Em ambos os casos, o vencimento de vãos é feito com recurso a outros sistemas construtivos, nomeadamente a

utilização da madeira como estrutura de suporte de uma cobertura. Deve-se este facto a dois factores distintos:

No processo de terra simplesmente empilhada, o material é aplicado no estado húmido, com alguma plasticidade. Este facto leva a que a secagem do material seja feita in loco depois de aplicado. Ora, no vencimento do vão o material deve estar dotado de boas características na capacidade de resistência à compressão, o que levaria a períodos de construção muito longos – tempo de aplicação associado ao tempo de cura do material. Por outro lado, esta característica faz com que esta técnica construtiva seja adoptada em zonas onde é possível a utilização de outros materiais de construção, como a anteriormente referida madeira.

Na utilização da terra empilhada com recurso a molde, o vencimento de vãos está dependente da capacidade de executar o molde. Perante este cenário, a construção de abóbadas e cúpulas fica remetida para segundo plano, assumindo maior importância a construção de paredes, por ser um processo mais rápido e de maior qualidade final. Assume-se que é possível vencer vãos com este processo, muito embora seja mais simples transformar o molde em estrutura de cobertura (cofragem perdida).

4.3 Terra como material de acabamento

Este grupo deve ser entendido como mais uma potencialidade da utilização da terra como material de construção, e não tanto como um subgrupo de produção de geometrias distintas na construção. Trata-se de uma metodologia em que a terra crua não assume o principal destaque, mas que participa na sua construção.

Assim, o material aqui analisado inscreve-se num cenário de material de acabamento como reboco, um material de isolamento devido às suas boas características térmicas, acústicas, higrométricas e mesmo de isolamento de radiações electromagnéticas de alta-frequência.

5. A perenidade da compressão versus a efemeridade da tracção

«Tous les éléments vivant sont éphémères»²

Este fenómeno é frequente constatar especialmente na arqueologia. Trata-se de um conceito simples de entendimento da duração dos esforços, e a forma como se relacionam com a vida. Esta comparação, entre a perenidade da compressão e a efemeridade da tracção prende-se essencialmente com as características dos materiais que cumprem cada um dos grupos. Geralmente os materiais que resistem à compressão não têm origem animal, mas sim mineral, ao passo que para os materiais traccionáveis é mais frequente encontrar-se resposta no reino animal. Uma construção com sistemas mistos, por exemplo paredes em pedra e cobertura em vigamentos de madeira, serve como ilustração do conceito exposto, em que a perenidade das paredes contrasta com a efemeridade dos vigamentos (mineral vs. orgânico).

Um ser vivo pode ser entendido como uma estrutura, os músculos têm função essencialmente traccionável e os ossos a função de resistência à compressão. Os músculos decompõem-se e os ossos não.

Assim, numa construção quanto maior o recurso a elementos estruturais compressíveis maior a sua durabilidade, uma vez que estes não se decompõem com facilidade.

Esta característica assume especial importância no entendimento das escalas das construções, em que no caso em análise se identificam escalas de grande dimensão como as técnicas construtivas de terra escavada e terra sob a forma de blocos, até às construções de menor escala, como a terra de acabamento. Confrontando com os conceitos de efemeridade e perenidade verifica-se que quanto maior o grau de perenidade, menor o recurso a elementos estruturais auxiliares, e que as dimensões dessas construções são também maiores por natureza.

Assim, pode-se assumir que as técnicas construtivas que utilizam a terra como único material estrutural, em cujos casos as geometrias utilizadas são encontradas de forma a dotar a construção de uma maior eficácia formal, são também as construções que apresentam a maior perenidade.

6. Da terra ao betão

A terra é um betão magro e numa análise comparativa das tecnologias de construção com terra crua, e da utilização do betão como material construtivo tem-se um conjunto de pontos de contacto no que respeita aos princípios tecnológicos de base, existindo no entanto um ponto de divergência que sobressai em relação aos restantes.

Com o betão é possível construir na forma moldada, empilhada sem recurso a molde, empilhada com recurso a molde, sobre a forma de blocos de betão e como material de acabamento.

Em todas as metodologias apresentadas existe afinidade com o que foi exposto para o material terra crua.

No entanto, existe um ponto no qual se considera o betão como sendo capaz de cumprir esse propósito, mas que não é utilizado. Trata-se da construção de arcos, abóbadas e cúpulas no sistema de betão geometrizado sob a forma de blocos. Se em vez de se utilizar o betão na forma líquida ou plástica se se utilizar sob a forma de blocos secos, o processo formal e conceptual de construção é possível e aparentemente viável.

Apesar disso salienta-se um aspecto que se considera importante, que se prende com a questão económica dos dois processos de construção. Na construção com terra crua o material de construção é gratuito ou muito barato e no caso do betão acontece o inverso, o material é caro. Assim na análise do ratio entre custo do material e a mão-de-obra entende-se que para se obter um custo final igual entre o betão e a terra crua, no primeiro tem que se gastar menos na mão-de-obra, podendo no segundo aumentar o número de trabalhadores.

Nesta visão entende-se que a não execução de construções em betão recorrendo aos métodos descritos para o vencimento de arcos, abóbadas e cúpulas se deve a uma visão economicista, encarando o betão como um material de construção rápido e com baixos recursos de mão-de-obra.

É aqui, na relação entre custo de material e custo de mão-de-obra que reside a principal razão pela qual se considera que a construção em terra crua é um processo viável de construção, e tão mais viável é quanto maior for a oferta de mão-de-obra.

Veja-se nos países subdesenvolvidos, que sistematicamente se endividam adquirindo matérias-primas para a construção como por exemplo o cimento, quando têm mão-de-obra excedentária.

Nesses países, existe a tradição da construção em terra crua, existe o conhecimento da técnica, e, geralmente, de forma enraizada na sua história, mas essa não é a imagem de modernidade que pretendem alcançar.

A modernidade em arquitectura, especialmente desenvolvida com o surgimento do betão armado, alterou profundamente a estética das edificações.

A grande passagem para esta “nova” técnica originou novas formas e sentenciou as antigas. O arco, a abóbada e a cúpula passaram a ser vistas como referências formais do passado, cuja necessidade desaparece com o surgimento do betão. Este altera a família estrutural tipo do grupo da compressão, introduzindo a flexão, originando a viga e substituindo o arco, retrocedendo à estrutura do tipo trilito.

Esta transformação, que motivou a maior revolução na construção e na arquitectura, originado movimentos como o modernismo e o estilo internacional, entre outros, arrastou um conjunto de civilizações para uma imagem nova, diferente, mas não comprovada.

Cabe assim, aos países desenvolvidos assumirem a imagem de credibilidade que os processos de construção em terra têm no panorama construtivo contemporâneo e de promoverem a investigação e o desenvolvimento destas técnicas de forma que se possa contribuir para um mundo melhor, menos poluído, com um desenvolvimento mais sustentável, numa nova era da sociedade em que os valores passam a ser o homem, o ambiente e a cultura que une os dois.

“ A arte moderna ensinou-nos a deixar a tradição; isto deve ensinar-nos a romper com a tradição da arte moderna.”

Dieter Kopp³

Bibliografia

- **ALEGRIA**, José; *DA PAIXÃO... DA TERRA... DA ARQUITECTURA...* = *De la passion... de la terre... de l'architecture...* . . . – [Albufeira]: DARQUITERRA, D.L. 2000.
- *ARQUITECTURA POPULAR EM PORTUGAL*. – Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses, 1980.
- **ALSINA**, Claudi; **TRILLAS**, Enric; *LECCIONES DE ÁLGEBRA Y GEOMETRIA: CURSO PARA ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA*. 2ª Ed. – Barcelona: Gustavo Gili, 1984.
- *EARTH BUILDING RESEARCH FORUM* [em linha]. – Sydney: University of Technology Sydney, 2004. [referência de 20 Junho de 2003]. Disponível na Internet em <http://www.dab.uts.edu.au>
- **FATHY**, Hassan ; *CONSTRUIRE AVEC LE PEUPLE : histoire d'un village d'Egypte, Gourna ...* . – [Paris]: Sindbad, 1996

- **FORJAZ**, José; *ENTRE O ADOBE E O AÇO INOX: IDEIAS E PROJECTOS = BETWEEN ADOBE AND STAINLESS STEEL*. – Lisboa: Caminho, 1999.
- **GAUTHIER**, Jean-L. ; *STÉRÉOTOMIE, ÉTUDE DES ARCS, VOÛTES, ESCALIERS*, 3^e édition. – Paris : Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts, , 1989.
- **GRILLO**, Paul Jacques; *FORM, FUNCTION AND DESIGN*, New York, Dover Publications Inc., 1960
- **MAÏNI**, Satprem; AUROVILLE EARTH INSTITUTE [em linha]. – Auroshilpam: Auroville Earth Institute, 2004 [referência de 1 de Setembro de 2004]. Disponível na Internet em: <http://www.earth-auroville.com>
- **MONDUIT**, Louis; *TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DE STÉRÉOTOMIE*. – Dourdan : H. Vial, 2002
- **MOUTINHO**, Mário Canova; *A ARQUITECTURA POPULAR PORTUGUESA*. 2^a ed . – Lisboa: Estampa, 1979 [D.L. 1985]
- **MORAIS**, António José; *A MORFOLOGIA DAS ESTRUTURAS NA CONCEPÇÃO ARQUITECTÓNICA*. – [Lisboa], Ecosoluções, 1997.
- **MOISSET**, Inés; *FRACTALES Y FORMAS ARQUITECTÓNICAS*, Córdoba (Argentina), i+p division editorial, 2003.
- **OLIVEIRA**, Ernesto Veiga de; **GALHANO**, Fernando; **PEREIRA**, Benjamim; *CONSTRUÇÕES PRIMITIVAS EM PORTUGAL* . 2^a ed . – Lisboa : D. Quixote, 1988.
- **PILLET**, Jules
- *TRAITÉ DE STÉRÉOTOMIE*. – Paris : Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1923.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *TERRA - MATERIAL MILENÁRIO DE CONSTRUÇÃO = Earth - a millenarian building material*. – Lisboa: N.S.Pinheiro, (Tip. Correia), 1993.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *UMA REFLEXÃO SOBRE A ARQUITECTURA EM TERRA CRUA*. – Lisboa: N. S. Pinheiro, 1991.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *COBERTURAS AJARDINADAS NA ILHA DO PORTO SANTO MADEIRA*. – Lisboa: Faculdade de Arquitectura, 1998.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos
- *A ARQUITECTURA REGIONAL E AS TÉCNICAS TRADICIONAIS DA CONSTRUÇÃO EM TERRA AO SUL DO TEJO*. – Lisboa: N. S. Pinheiro, 1991.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *A ARQUITECTURA EM TERRA CRUA*. In: LUSÍADA: Revista Ciência e Cultura/ Série de Arquitectura, N.º 1, Lisboa: U.L., 1992.
- **PINTO**, Alberto Cruz Reaes; *A SITUAÇÃO ACTUAL E OS CAMINHOS FUTUROS NUMA ÓPTICA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL*, in LUSIADA: revista de ciência e cultura: série de arquitectura n.º1. – Lisboa: Lusíada Editora, 2001.
- **SANTOS**, João Pereira, [et al.]; *CASA TRADICIONAL ALENTEJANA*. – Serpa: Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa, 2001.
- **SAMYN**, Philippe; *PRINCIPES DE CONSTRUCTION – EBAUCHE*. – Bruxelles : Institut supérieur d'Architecture Saint-Luc Bruxelles, Références XVI, 1993
- **SCHMITT**, Heinrich; **HEENE**, Andreas; *TRATADO DE CONSTRUCCIÓN*, 7.^a Edición. – Barcelona: Ediciones Gustavo Gili, 1998.
- **STEDMAN**, Myrtle; **STEDMAN**, Wilfred; *ADOBE ARCHITECTURE*, 3rd Edition. – Santa Fe, New Mexico: Sunstone Press, 1989.
- **TEIXEIRA**, Gabriela de Barbosa; **BELÉM**, Margarida da Cunha; *DIÁLOGOS DE EDIFICAÇÃO: TÉCNICAS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO*. – [Lisboa], [ed.] CRAT Centro Regional de Artes Tradicionais. CRAT, D.L. 1998.

Notas

¹ **CASQUILHO**, Manuel da Rocha. *MANUAL DE EDIFICAÇÕES*, 3.^a Edição. - Lisboa: Livraria Bertrand, 1974. p.56

² **SAMYN**, Philippe, *Principes de Construction*, Bruxelles : EBAUCHE, Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc Bruxelles, 1993. p.35

³ **PORTOGHESI**, Paolo, *DEPOIS DA ARQUITECTURA MODERNA*, [Lisboa]: Edições 70, 1985, p. 155

Curriculos

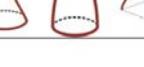
Mestre Arquitecto Filipe Duarte González

Licenciado em Arquitectura pela Universidade Lusíada de Lisboa em 1995, Mestre em Ecologia Humana pela Universidade de Évora em 2005. Docente da Cadeira de Geometria Descritiva na licenciatura de Arquitectura da Universidade Lusíada.

Professor Doutor Arquitecto Manuel Couceiro da Costa

Licenciado em Arquitectura pela ESBAL em 1977, Doutorado pela Faculdade De Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa em 1993. Coordenador da Secção de Desenho, Geometria e Cad do Departamento de Arquitectura da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.

ANEXO I

Técnica Construtiva	Análise Planimétrica		Arcos	Análise Tridimensional Abóbadas	Cúpulas	Observações
Terra por subtração			 Todos os tipos excepto cónico e por cachorramento	 Todos os tipos excepto cónica e por cachorramento	 Todos os tipos excepto cónico e por cachorramento	
Terra trabalhada manualmente			Não se verifica	Não se verifica	 	
Terra simplesmente empilhada			 	Não se verifica	 	Os arcos e as cúpulas têm grande verticalidade devido ao estado físico do material.
Terra empilhada com recurso a molde laminar		 	 Conicionados a um molde/negativo na cofragem	Não se verifica	Não se verifica	(1) apenas para Terra de Enchimento (2) excepto para Terra de enchimento (3) para Terra de enchimento e Terra Palha
Terra empilhada com recurso a molde de tubos e sacos de terra	 	 	 	Não se verifica	 	(1) apenas para Terra de Enchimento (2) excepto para Terra de enchimento (3) para Terra de enchimento e Terra Palha
Terra geometrizada em blocos	 	 				(1) apenas na forma de adobe.
Terra como material de acabamento			 	 	 Condiccionada a uma estrutura.	(1) apenas para recobrimento (2) apenas para cobertura

Legenda Anexo I

Análise Planimétrica



Planta Livre



Planta Condicionada



Ao vão



Planta circular



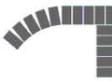
Molde curvo



Molde plano



Combinação de moldes



Planta semilivre

Análise Tridimensional



Arcos



Cônico



Ogival



Catenário ou parabólico



Semicircular



Abatido



Segmentado



Cachorra-mento



Cc estro



Abóbadas



Cônica



Ogival



Catenária ou parabólica



Semicircular



Abatida



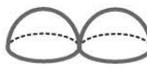
Segmentada



Cachorra-mento



Cc estro



Cúpulas



Cônica



Ogival



Catenária ou parabólica



Hemisférica



Abatida



Segmentada



Cachorra-mento



Barrete de clérigo



Facetada (n) par



Facetada (n) ímpar



De Lunetas



De boémia



De pendent



Bizantina



Sobre trompas