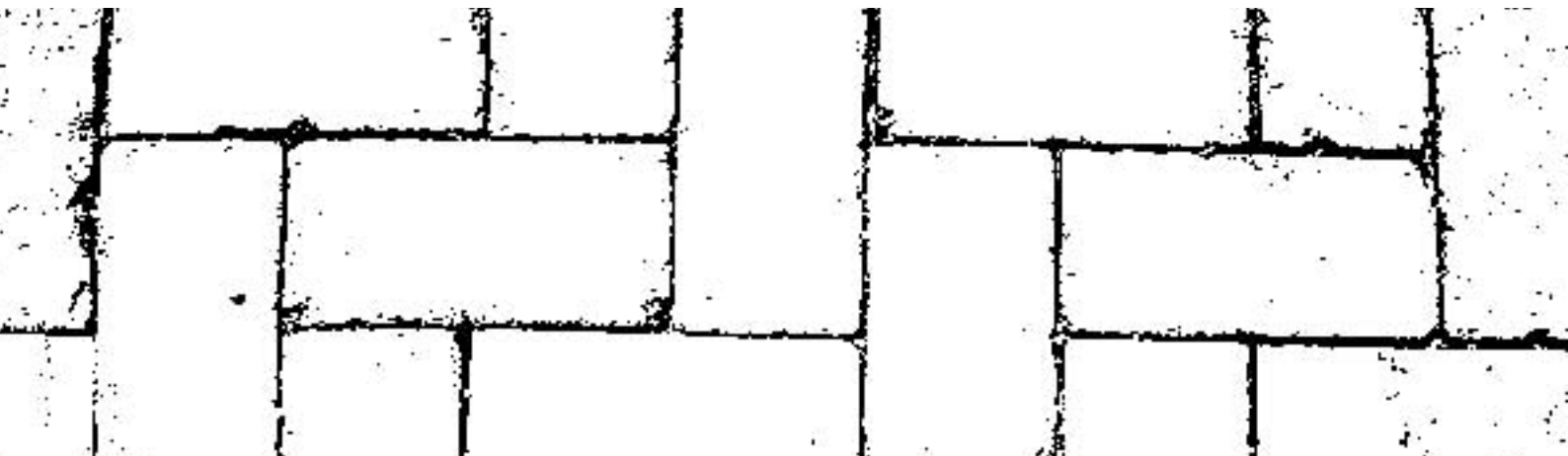




DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
FAUP, ano lectivo 2010/2011

TIJOLO E TELHA - materiais cerâmicos tradicionais e actuais
Habitação Unifamiliar em Sanguêdo

TÂNIA MARIA SILVA LOPES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
FAUP, ano lectivo 2010/2011

TIJOLO E TELHA - materiais cerâmicos tradicionais e actuais
Habitação Unifamiliar em Sanguêdo

TÂNIA MARIA DA SILVA LOPES

ARQUITECTO ANTÓNIO MADUREIRA
DOCENTE ORIENTADOR

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me apoiaram durante a realização deste trabalho, principalmente à minha família. Dedico-o à minha filha que esteve sempre ao meu lado (literalmente) durante a realização deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer a prestação e simpatia dadas pelas entidades e empresas contactadas.

Aos arquitectos José Manuel Soares, Nuno Brandão Costa, Nuno Valentim Lopes, José Paulo dos Santos, Samf (Sara Antunes e Mário Ferreira), Ricardo Vieira de Melo, Pedro Maurício Borges pela informação cedida.

E claro, agradecer ao Arquitecto António Madureira pelo acompanhamento e orientação prestados ao longo do trabalho, sempre com grande empenho e compreensão.

RESUMO

A dissertação de Mestrado apresentada, realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Arquitectura da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto (FAUP), assenta no estudo sobre a aplicação de materiais em cerâmica, utilizados à vista, num projecto de uma habitação unifamiliar, com o objectivo de avaliar a sua aplicação na actualidade e em Portugal. Os materiais de construção analisados neste contexto são o tijolo e a telha cerâmicos.

O tijolo e a telha são materiais com milénios de história, seguindo diferentes evoluções em vários países, assim como em Portugal. Ambos tiveram um percurso delicado na arquitectura portuguesa, mas de forma diferente. O tijolo face à vista nunca se conseguiu estabelecer na arquitectura portuguesa de forma contínua e a cobertura de telha cerâmica, após o movimento moderno, tornou-se fonte de conflito.

Neste trabalho, estes materiais são estudados pela sua função de envolvente do edifício, desde as superfícies que encerram o edifício - a cobertura e a fachada, às superfícies que o envolvem - os pavimentos e muros adjacentes, procurando criar uma paisagem em 'cerâmica'. Neste sentido, o estudo incide apenas na aplicação destes materiais cerâmicos no exterior.

Procura-se exemplificar através do projecto de arquitectura, quais as vantagens e desvantagens da utilização destes materiais de construção em terra cozida, num projecto contemporâneo.

Inicialmente faz-se uma apresentação dos materiais de construção, contextualizando-os na história, expondo as suas características e propriedades e os seus modos de aplicação em obra. Num capítulo posterior é apresentado o caso de estudo onde se propõem a aplicação destes materiais de construção em terra cozida. Aqui são apresentados os pormenores construtivos escolhidos e as suas motivações.

ABSTRACT

This dissertation, presented according to the Master Degree in Architecture of the Faculty of Architecture of the University of Oporto (FAUP), is based on the study about materials made of baked clay, with a final use, in a project of a single family house, with the aim of assessing their relevance and application in Portugal. The construction materials analyzed in this context are the brick and ceramic tile.

The brick and the tile are materials with thousands of history, following different developments in various countries, as well as in Portugal. Both had a delicate but different path in the Portuguese architecture. The brick façade has never managed to establish itself continuously in the Portuguese architecture and the covering in ceramic tile, after the modern movement, became a source of conflict.

In this work, these materials will be studied for their role in the building enveloping, from the surfaces enclosing the building – the roof and the façade, to the surfaces that surround it - the pavement and adjacent walls, trying to create a landscape of 'baked clay'. In this sense, the study concerns only the exterior use of these ceramic materials.

It is expected to illustrate through the project of architecture, which are the advantages and disadvantages of using these construction materials made of baked clay, in a contemporary project.

Initially there is a presentation of the construction materials, contextualizing them in History, giving the characteristics, properties and their methods of use on the construction site. In a later chapter it is presented the case study where it is proposed the use of these construction materials made of baked clay. Here are presented the construction details chosen and the motivations for their use.

RÉSUMÉ

Le mémoire présenté, réalisé dans le domaine du Magistère Intégré en Architecture de la Faculté d'Architecture de l'Université de Porto (FAUP) est basé sur l'étude de l'application visible des matériaux en terre cuite lors du projet d'une maison unifamiliale, afin d'évaluer leur pertinence et leur application au Portugal. Les matériaux de construction analysés dans ce contexte sont les briques et les tuiles en terre cuite.

La brique et la tuile sont des matériaux millénaires qui ont de différentes évolutions selon les pays. Leur délicats parcours fut différent dans l'architecture portugaise. En ce qui concerne l'architecture portugaise nous ne sommes jamais parvenus à utiliser la brique visible dans la façade, et la couverture de tuiles en terre cuite, est devenue en source de conflit après la modernité.

Dans ce travail, on prétend étudier ces matériaux selon leur fonction dans l'environnement à partir des surfaces qui délimitent les bâtiments – la couverture et la façade- jusqu'aux surfaces qui les revêtissent - le sol et les murs adjacents, cherchant à créer un paysage en «terre cuite». Dans ce sens, l'étude n'envisage que l'application de ces matériaux en terre cuite à l'extérieur.

On cherche à exemplifier par un projet d'architecture, les avantages et les inconvénients de l'utilisation de ces matériaux de construction en terre cuite, dans un design contemporain.

On a commencé par faire une présentation des matériaux de construction, en les situant dans l'histoire et en exposant leurs caractéristiques et propriétés lors de leur application. Dans un chapitre postérieur, on a présente le cas en étude où on propose l'application de ces matériaux en terre cuite. On présente, alors, les détails de construction choisis et les raisons de leur choix.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	11
1.0 CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.1 TIJOLO E TELHA NO MUNDO	13
1.2 TIJOLO E TELHA EM PORTUGAL	32
1.3 TIJOLO E TELHA NA ACTUALIDADE	37
2.0 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - TELHA E TIJOLO	43
1 - Matéria-prima	44
2 - Fabrico	44
3 - Propriedades	45
4 - Razões para utilização destes materiais	46
2.1 TIJOLO CERÂMICO	49
1 - Introdução	49
2 - Tipos	50
3 - Forma e Dimensões dos tijolos	50
4 - Especificações técnicas	52
5 - Aparência	53
6 - Custos	54
2.1.1 TIJOLO FACE À VISTA – FACHADA	55
1 - opções de desenho	56
a - sistema construtivo	57
b - aparelhos	58
2 - aplicação em obra	61
a - Assentamento	61
b - Aplicação argamassa	62
c - Grampeamento	63
d - Caixa-de-ar e isolamento	64
e - Juntas de dilatação	64
f - Pontos críticos	64
g - Impermeabilização	66
h Acabamento	66
2.1.2 PAVER - PAVIMENTO e MUROS	67
1 - Tamanho da unidade	67
2 - Requisitos específicos	67
2.1.2.1 PAVIMENTO	69
1 - opções de desenho	69
a - sistema construtivo	69
b - aparelhos	69
2 - aplicação em obra	70
a - Fundações e camas	70
b - Escoamento de águas	72
c - Aparência da berma	73
d - Interrupções no pavimento	74
e - Degraus	75
f - supervisão	75
g - Manutenção	76
h - Segurança	76
i - Problemas	76

2.1.2.2 MUROS DE VEDAÇÃO E RETENÇÃO	77
1 - opções de desenho	77
a - sistema construtivo	77
b - aparelhos	77
2 - aplicação em obra	78
a - Fundações	78
b - Estabilidade	78
c - Juntas-argamassa	79
d - Impermeabilização	79
e - Acabamento superior – capeamento	80
f - Juntas de dilatação	81
g - Parapeito	81
h - Retenção de terras	81
2.2 TELHA CERÂMICA	83
1 - Introdução	83
2 - Tipos	83
3 - Forma e Dimensões das telhas	84
4 - Especificações técnicas	85
5 - Aparência	86
2.2.1 TELHADO	87
1 - opções de desenho	87
a - sistema construtivo	87
b - inclinações	89
c - traçado	90
2 - aplicação em obra	91
a - Construção da estrutura portante	91
b - Espaçamento do ripado	91
c - Assentamento	92
d - Fixação das telhas	93
e - Pontos singulares - remates	93
f - Sistema de ventilação	95
g - Sistema de drenagem das águas pluviais	95
h - Manutenção	95
3.0 PROJECTO	96
3.1 ESCOLHA DOS MATERIAIS	96
1 - Materiais e sistemas de construção locais	96
2 - Recursos do território	100
3 - Materiais escolhidos	100
3.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS – TERRA COZIDA	102
1 - Obras de referência – paisagem cerâmica	102
2 - Projecto	121
4.0 CONCLUSÃO	141
BIBLIOGRAFIAS	143
IMAGENS	147

INTRODUÇÃO

Objectivos

O objectivo deste trabalho é perceber como podem ser aplicados materiais de construção em cerâmica, considerados tradicionais, de forma contemporânea. Tendo como objecto de estudo um projecto de arquitectura onde se aplicam estes materiais, com incidência no trabalho de exteriores. Assim como, identificar as suas formas de aplicação na actualidade, mostrar como estas podem ser soluções competitivas em termos técnicos e económicos no nosso país, face às soluções mais correntes. E alertar para as singularidades destes tipos de materiais, através da elaboração de um projecto de arquitectura, que os irá aplicar, colocando de lado preconceitos existentes.

Procura-se encontrar motivações para a utilização destes materiais nos projectos contemporâneos. Analisando a evolução histórica de cada um dos materiais em Portugal e no mundo, e a sua posição no mercado actual.

Ao mesmo tempo, pretende-se dar um contributo para uma correcta aplicação destes materiais tradicionais inseridos nos novos sistemas construtivos.

Metodologia

Para a concretização deste trabalho foi necessária a consulta de diversa documentação, desde documentação técnica nacional e internacional, regulamentos de construção, artigos de revistas da especialidade, e livros com informação relacionada.

A documentação foi adquirida em bibliotecas, pela aquisição de livros, consultas on-line, visitas a fábricas que produzem estes materiais e associações relacionadas.

Foram também contactados arquitectos para obter informação sobre as suas obras, que utilizavam este tipo de material de construção.

Estrutura da dissertação

O trabalho está estruturado em quatro capítulos, descritos de seguida.

O capítulo 1, contextualiza os materiais cerâmicos – tijolo e telha – no tempo, apresentando a sua evolução histórica até à actualidade, destacando as obras mais notáveis.

O capítulo 2, analisa os materiais de construção quanto às suas capacidades e formas de aplicação, fazendo uma descrição técnica relativa à execução de fachadas de tijolo, pavimentos e muros de paver e cobertura em telha. Deixando recomendações apenas para destacar as particularidades destes materiais.

O capítulo 3, apresenta as escolhas feitas para o projecto objecto de estudo e as suas motivações, que assentam basicamente no tratamento do exterior como uma unidade.

O capítulo 4, apresenta as principais conclusões deste trabalho.

1.0 | CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1| TIJOLO E TELHA NO MUNDO

10.000 – 500 A.C. | Civilizações antigas

O material cerâmico remonta à era do **Neolítico**, a partir de 6.000 a. C., iniciando-se com pequenas peças cerâmicas, como vasos de uso doméstico e funerário. A sua utilização enquanto material de construção foi muito posterior.

Por volta de 10.000 a. C., os caçadores – recolectores nómadas fixaram-se e tornaram-se agricultores e criadores de animais. Esta sedentarização fez o homem começar a delimitar os seus espaços e a desenvolver a construção, levando a nascer as primeiras civilizações. Neste período, começou por ser utilizada lama em forma de tijolo, moldada manualmente a partir de argila e água e depois seca ao sol. Era um material mais resistente que a utilização directa da lama e menos pesado para transporte que a pedra. Até essa época, tinham sido usados materiais de construção naturais como a pedra e a madeira para criar cabanas naturais ou habitações incrustadas no terreno. Estes tijolos secos ao sol, foram dos primeiros materiais de construção artificial e pré-fabricado, que permitia construir paredes permanentes e autónomas.

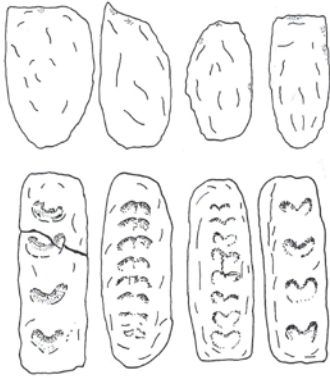


Fig.1 - Tijolos do período neolítico, encontrados em Jericó

Os mais antigos tijolos, conhecidos pelo homem, foram descobertos em Jericó, nas margens do rio Jordão, antecedendo a invenção da cerâmica. Antes de conhecerem a cerâmica, estes povos primitivos, construíram as suas vilas em tijolos de adobe. São conhecidos dois tipos de tijolos de Jericó: os mais antigos tinham aproximadamente 260x100x100mm, e a forma de um pão, próxima de uma forma rectangular; os segundos são referidos como 'bun brick' (tijolo bolo) e eram mais compridos, estreitos e consistentes nas suas dimensões – 400x150x100, para além de apresentarem um padrão em espinha de peixe feito com os polegares na sua superfície superior [Fig.1].

As vantagens destes tijolos de argila levaram a que houvesse um aprimoramento das técnicas de fabrico, passando a utilizar-se moldes, na procura de obter uma produção mais regular e rápida. Este processo iniciou-se na região da **Mesopotâmia**, há 4000 anos, impulsionado pelo facto desta região ser uma planície aluvial, pobre em pedra e com carência de madeira, já que no seu território as florestas eram escassas. Os únicos materiais disponíveis eram a argila, o betume e os juncos ou caniços. Este contexto conduziu a um uso massivo do tijolo de argila seco ao sol.

Com o crescimento da produção, as aldeias começaram a ser usadas como centro de armazenamento e distribuição da produção, um facto que contribuiu para a evolução destas a cidades. Nestas antigas cidades-estado da Mesopotâmia, mesmo as obras mais importantes, como as grandes pirâmides ou zigurates, eram construídas com tijolos de lama [Fig.2], ficando este local conhecido pela sua 'arquitectura de terra'. No entanto, a construção nesta região ficou condicionada pelas especificidades deste material de construção, conduzindo a determinadas técnicas e sistemas construtivos. Devido às características deste material, eram exigidas paredes grossas, compactas e com poucas aberturas, de maneira a poderem suportar o peso de toda a construção. Assim como a construção das coberturas em abóbada de berço ou cupuladas e as



Fig.2 - Zigurate de Ur-Nammu, finais do III milénio a. C.

portas encimadas por arcos de volta perfeita, que eram impostas pela ausência de vigas e pilares, devido à falta de madeira e pedra. Em construções monumentais houve a necessidade de usar contrafortes, constituídos por zonas de engrossamento exterior das paredes [Fig.3].

Os palácios compostos num só piso, construído todo em tijolo, erguiam-se sob uma plataforma protectora, não havia aberturas exteriores, sendo a iluminação feita pelos pátios interiores ou por pequenas aberturas na base das abobadas ou cúpulas.

Chegada ao **Egipto**, a técnica foi aperfeiçoada, sendo esta a região onde existem mais registos e artefactos sobre a moldagem de tijolos. Este tipo de tijolo era próximo do que hoje designamos por adobe, e continua a ser usado actualmente em muitas partes do mundo. Era utilizado, maioritariamente, nas habitações dos trabalhadores (construções menos nobres), mas também era utilizado nas fachadas dos palácios, com intenção de lembrar uma muralha fortificada, com altas portas.

Também as habitações palacianas na arquitectura minóica, de há cerca de 2.000 a 1.700 a. C. eram feitas de terra e tijolo cru, combinada com madeira e calcário local.

Mas, estes tijolos de adobe tinham a desvantagem de oferecer pouca durabilidade, principalmente quando sujeitos à acção das águas e intempéries.

Mais tarde, os tijolos ganharam solidez pelo facto de serem cozidos em fornos. Com este avanço para a cozedura, este material adquiriu um aumento considerável da sua resistência. Esta técnica foi conhecida há mais de 8.000 anos, permitindo o fabrico de peças cerâmicas de utilidade variada. Na construção ocorreu mais intensamente no período de 3.100 a 2.900 a. C., novamente na Mesopotâmia, com o aparecimento do tijolo moldado e vidrado. Este desfasamento aconteceu devido às novas exigências do tijolo cozido. Visto que para o fabrico deste, era necessária uma escolha apropriada da argila para cozedura (o que na época, muitas vezes só era possível saber depois de efectuar a cozedura) e temperaturas controladas (entre 950 a 1100 °C). Exigências que não eram necessárias para os tijolos de terra crua. Como resultado, o tijolo cozido tornou-se num material de luxo, chegando a ser venerado como objecto religioso, tal era a sua importância na sociedade.

Foram criados vários tamanhos e métodos de assentar tijolos e daí surgiu a necessidade de ter argamassa para os ligar entre si. Inicialmente pensaram usar lama, como faziam nas construções simples de adobe, mas esta era facilmente desfeita pela chuva. Assim, criaram alternativas com um efeito mais de adesivo, o gipso, a cal e o betume [cit.1].

Na Europa, os primeiros tijolos cozidos estima-se serem de 2.000 a.C., mas aparece como caso isolado, o que pode indicar que os tijolos possam estar cozidos mas não tenha sido de forma intencional. Aqui, o tijolo cozido, inicialmente utilizado na base dos edifícios (para separar o adobe ou estrutura de madeira do solo), é posteriormente estendido para toda a fachada.



Fig.3 - Porta Isthar, séculos VII-VI a. C. – Porta com um arco erguido a 14 metros de altura, decorada com figuras montadas em relevo através da combinação de tijolos vulgares e de tijolos esmaltados

Cit.1

«A argamassa de gipso era feita mediante a queima deste, [...] à temperatura de 125°C, o que era conseguido com uma simples fogueira.»¹

«A cal na forma de pedra calcária precisava de ser queimada a uma temperatura de 1000°C para a desfazer em cal viva, que, quando misturada com água, resultava numa pasta adesiva ideal para estuque e argamassa.»²

« [o betume] extraído de valas de alcatrão. Tinha a vantagem de requerer pouca preparação e de formar uma camada impermeável ao secar, mas a sua raridade impediu a propagação generalizada além dos limites dos campos petrolíferos do Sul da Mesopotâmia.»³

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo – Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.22

² Ibidem

³ Ibidem

Durante o período clássico, deram-se grandes inovações nas técnicas para fabricar e assentar tijolos e para misturar e utilizar argamassas. Dos edifícios erguidos em tijolo neste período, muitos perduraram até hoje. Também, nesta época, se passou ao uso generalizado da telha cerâmica na cobertura dos edifícios.

A **arquitectura grega**, num período inicial, começou por ser constituída por edifícios simples de lama, cobertos por um telhado ligeiramente inclinado, composto por uma camada de vigas de madeira e uma camada espessa de argila.

No território grego haviam abundantes jazidas de pedra que condicionaram a formação de soluções construtivas em pedra. Havia também argila adequada à produção de tijolos, no entanto, estes eram deixados crus, na sua maioria, devido à escassez de madeira para sustentar os fornos, apenas as telhas de cobertura eram cozidas. Pensa-se que as telhas mais antigas datem de entre 2600 e 2000 a.C., em Lerna, Peloponeso. Sendo claro, que esta tecnologia era já bem divulgada antes da cultura grega.

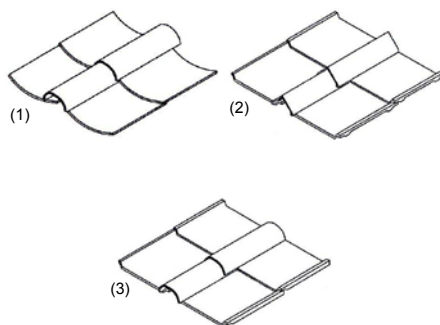


Fig.4 – Os três sistemas de telhas usados na Grécia antiga: (1) Laconiano, (2) Corintio (3) Siciliano

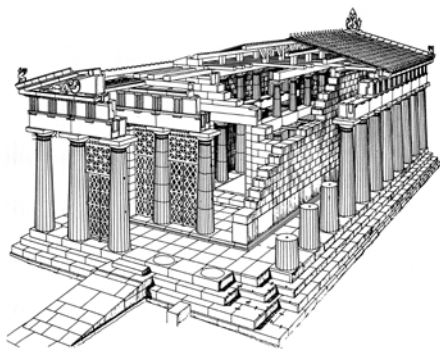


Fig.5 - Estrutura de um templo dórico do século V a.C.
- a cobertura é feita com telha cerâmica

São conhecidos três tipos de sistemas de aplicação de telhas na arquitectura grega, dois mais primitivos: o Laconianos e o Corintianos; e um terceiro que combinava os dois anteriores:

«O tipo Laconiano consistia em telhas curvas assentadas alternadamente, com o lado côncavo virado para cima e para baixo, a segunda cobrindo as juntas da anterior.»¹

«A telha Corintiana tinha duas formas distintas. A primeira era plana, com as arestas viradas para cima, e a segunda, uma telha com arestas colocada para cobrir a fenda entre as primeiras.»²

«[Num] terceiro sistema [...] as telhas planas do sistema Corintiano eram cobertas pelas telhas semi-circulares do tipo Laconiano.»³ [Fig.4]

Normalmente, os algerozes destes telhados eram feitos com telhas curvas, com goteiras em cada ponta, ou então o telhado projectava-se, de maneira a deitar a água longe das paredes.

Um dos elementos constitutivos dos templos gregos, a cobertura, era composta por um telhado - elemento de remate composto por duas águas coberto com telhas de barro [Fig.5].

Os gregos deixaram um grande legado na cerâmica, mas mais em peças de uso doméstico, uso artesanal e comercial. Alcançaram perfeição na qualidade da técnica, no tipo de pastas, cozeduras e engobos utilizados. No mundo grego os tijolos cozidos para paredes de edifícios não foram muito usados, apesar de não serem desconhecidos. Alguns escritores atribuíram este desinteresse, ao uso generalizado da telha cerâmica, pois o telhado deste tipo era demasiado pesado para ser suportado por paredes de tijolo de lama. O que conduziu à utilização da alvenaria de pedra (que havia em abundância) e ao desinteresse pelo tijolo, e consequentemente pela sua evolução para tijolo cozido. Assim, o uso de cerâmica na construção, passa a ser praticamente restrita a sua utilização nos telhados.

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo – Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.42

² Ibidem

³ Ibidem

Foi posteriormente, o **império romano** que desenvolveu a técnica do tijolo cozido e a divulgou por todo o seu império. E apesar de terem sido criadas várias obras notáveis, Campbell, refere que no mais primitivo manual de construção de Marco Vitrúvio Polo, sobre a arquitectura romana, existem poucas referências ao material cerâmico. Neste livro, são feitas referências aos tijolos e às telhas apenas cinco vezes, uma das quais, também refere a utilização do tijolo em pavimentos (actual paver), «*na parte sobre acabamentos, quando trata de pisos. Lista os vários usos dados ao tijolo assentados em padrão espinha de peixe [...]*»¹.

No tempo de Vitruvius, era mais comum a utilização do *opus* (termo utilizado pelos romanos para designar o material ou o tipo de organização dada ao material empregue numa construção), neste caso o *opus caementicium* (espécie de argamassa de cal e areia, com pedaços de calcário, pozolana, cascalho e restos de materiais cerâmicos que criava uma pasta moldável semelhante ao actual betão), normalmente revestido com pedaços rectangulares de tufo colocados num padrão de losangos. Entretanto, utilizou-se o tijolo na substituição do tufo, para esconder o aspecto final pouco decorativo das estruturas realizadas com este *opus*, através de almofadas em tijolo. [Fig.6]

O único legado existente são as obras deixadas pelos romanos, que foram descobertas por toda a Europa. O exército do império detinha o monopólio sobre as matérias-primas naturais, sendo os tijolos e telhas produzidos em cerâmicas próprias. A arquitectura romana explorou pela primeira vez a plasticidade do material. Os tijolos romanos eram extremamente finos (comparados com os anteriores a este período), tinham um formato de um quadrado de 60 cm de lado por 4 cm de espessura, próximo do que hoje chamaríamos de ladrilho. As juntas de argamassa apresentavam-se mais delgadas que os tijolos. Também a arquitectura privada realizada pelos romanos, usou tijolo e telha cerâmicos. A tipologia domus, o lar tradicional dos romanos, de aspecto modesto, era feita de tijolo e ladrilho cozido nas paredes exteriores e um tecto ligeiramente inclinado para o interior, coberto com telhas cerâmicas [Fig.7]. Assim como a tipologia insula, prédios urbanos destinados a alojar famílias pobres, eram construídos em tijolo. Nos edifícios públicos ou casas mais abastadas os tijolos romanos eram cobertos com gesso e com um fino revestimento de pedra. Isto porque, nesta época, os tijolos não eram considerados como um material nobre.

No século II d.C. voltou-se a utilizar tijolo a vista, no seguimento dos avanços técnicos que melhoravam o seu aspecto final. Começaram a surgir tamanhos definidos e fornos mais elaborados para uma cozedura específica do tijolo. Com este passo começou a ser valorizada a textura do material sem acabamento final, como exemplo, temos o mercado de Trajano (98-117). [Fig.8].

No século IV, com o declínio do império romano, e a sua divisão em duas partes, a técnica do tijolo passa a ser desenvolvida de formas diferentes. Na zona oriental é criado o tijolo bizantino, utilizado na construção de Hagia Sofia. E na zona ocidental, o tijolo de Ravena, que apesar de possuir muitas características comuns à do bizantino, também concebeu outras que se mantiveram nas obras em tijolo da Europa Medieval.

Nos territórios Ocidentais, os tijolos apresentavam um formato de 35 a 38 cm de lado para uma espessura de 4 a 6 cm, ligeiramente mais espessos que os romanos. Principalmente em Ravena predominava a tradicional construção de



Fig.6 - Parede do Fórum romano – almofadados de tijolo



Fig.7 - Domus romana – uma das tipologias da arquitectura privada, que utilizava tijolo cozido e telhas de cerâmica



Fig.8 - Mercado de Trajano, Roma, 107-110, Apolodoro de Damasco

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo – Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.44



Fig.9 - Igreja Sant'Apollinare in Classe (534-49)



Fig.10 - Igreja dos Santos Apóstolos em Tessalónica (1310-14)

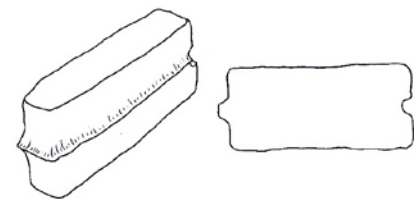


Fig.11 - Tijolo de encaixe

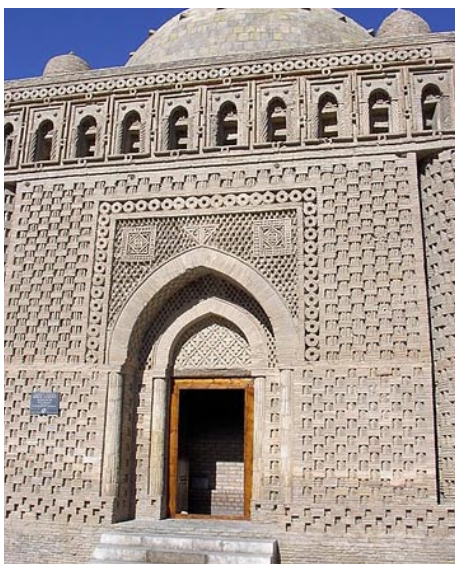


Fig.12 - Túmulo dos Samanidas em Bukhara

¹ José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.25

paredes de tijolo. Estas paredes, cada vez mais frequentes, passavam a ser construídas com dois panos de parede de tijolo, perfazendo uma largura total de parede de 80 cm. Já os edifícios bizantinos apresentavam uma particularidade, as juntas de argamassa apresentavam-se mais espessas que o próprio tijolo. Uma prática que pode ser justificada pela necessidade de economizar os tijolos. Este uso excessivo de argamassa resultou em deformações nos edifícios, como aconteceu em Hagia Sophia.

Com a arquitectura bizantina, deram-se vários avanços na técnica da alvenaria de tijolo. Foram criadas variadas formas de tijolo, e foi explorada a textura da alvenaria de tijolo, através de diferentes disposições dos tijolos: as vezes obliquamente, ou num padrão em espinha de peixe, e normalmente em grandes panos de parede, sem qualquer decoração extra [Fig.9 e Fig.10]. Pode-se dizer que a arquitectura bizantina foi desenvolvida com o uso de tijolos da maneira mais completa e franca.

Foi também durante o império romano que se deu a difusão da telha cerâmica pela Europa, como peça de vedação de cobertura, com destaque para as tegulae e as imbrice. A tegula romana «era constituída por duas peças separadas e sobrepostas: a tegula propriamente dita, de secção 'U', virada para cima, e o imbrice, em 'V', virado para baixo e que fechava cada duas tégulas. A telha etrusca apresentava os imbrice de secção curva, e estreita superfície de tegula, enquanto a telha lacedemónia tinha o imbrice em 'V' e uma larga exposição da superfície plana da tegula.»¹. Posteriormente foram desenvolvidos vários tipos de telha.

Também no Oriente, nomeadamente na China, de uma forma independente do Ocidente, houve um desenvolvimento da produção e utilização do tijolo, num período anterior ao seu desenvolvimento no império romano, com diferente tamanho e processo de assentamento. Estes tijolos cozidos eram assentes a seco com sistemas de encaixe do tipo macho-fêmea para se ligarem (25-220d.C.) [Fig.11]. Já as telhas cerâmicas para cobertura, no território chinês, não foram utilizadas antes do período Zhou Inicial (770-265 a.C.). E apenas no período Yuan (1271-1368) começaram a construir-se edifícios em alvenaria de tijolo.

Outro império que recorreu a este material de construção foi o árabe, usando-o nos edifícios de culto religioso. A arquitectura muçulmana, com o seu sentido prático e estético soube absorver as técnicas de construção em tijolo e adaptá-las à sua arquitectura e às condições do meio envolvente. Exemplos disso são as mesquitas e minaretes, erigidos em alvenaria de tijolo. Destacando-se também a construção do túmulo dos Samanidas em Bukhara, construída no século X [Fig.12].

1000-1450 | Medieval

Durante a Idade Média, idade de poder religioso sem precedentes, houve um crescente de construções religiosas em materiais de construção cerâmicos por todo o mundo. O tijolo cozido era o material preferido na construção de igrejas e as telhas nas coberturas das mesmas, porque se prestava melhor aos interesses dos arquitectos, sendo este tipo de construção desenvolvida em casos muito concretos.

Na Itália, a tradição do tijolo permaneceu acentuada no norte, onde o tratamento dos tijolos moldados foi levado à perfeição. Na Espanha, expressou-se pela arquitectura Mudejár [Fig.13 e Fig.14].

No sudeste asiático, com a edificação de milhares de templos budistas, deu-se um desenvolvimento da construção em tijolo, nomeadamente em Bagan, o qual influenciou a arquitectura em tijolo na Tailândia. Na China, neste período, assiste-se à construção do pagode, edifício típico desta região.

O tijolo acabou por ser difundido por todo o mundo a partir do século X. No entanto, no norte da Europa, a grande parte conquistada pelos romanos – como a Holanda e a Inglaterra, perdeu acesso ao tijolo cozido com a retirada do exército romano, que o fabricavam [Fig.15]. Isto porque, a população local nunca chegou a aprender o processo de fabrico de tijolos. E assim ficaram, sem fabrico de tijolo, entre a retirada dos romanos e o início do século XII, quando se deu o súbito reaparecimento na Dinamarca e no norte da Alemanha [Fig. 16]. Desta vez alargou-se por toda a área do norte da Europa velozmente. O tijolo desta região era do género do de Ravena, diferentes dos da tradição romana. A partir do século XV, houve um destaque na Itália e na Inglaterra, pelo seu legado de obras de tijolo face à vista.

No norte da Alemanha e na Polónia, devido à falta de pedra na região, desenvolveu-se um estilo de arquitectura em tijolo



Fig.13 - Igreja são Lourenço

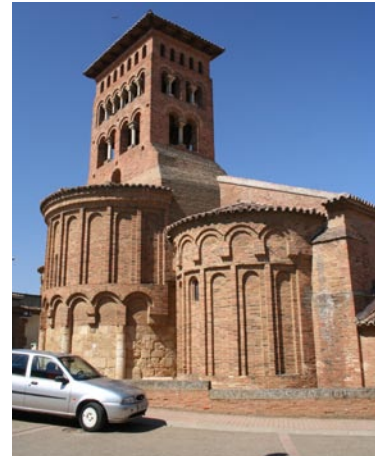


Fig.14 - Igreja são Tirso Sahagun



Fig.15 - Basílica de Trier – edifício em tijolo deixado pelos romanos



Fig.16 - Basílica Einhard em Steinbach, Alemanha 827 – caso de excepção, construído no período em que não havia acesso ao tijolo, por desconhecimento do seu fabrico no norte da Europa



Fig.17 - Igreja Santa Maria, Lübeck, 1250-1350 – Igreja paroquial urbana. O material deu origem a uma fachada de estrutura discreta, com registos cuja homogeneidade não é interrompida mas sim realçada pelas telhas e pelos tijolos



Fig.18 - Catedral de Albi no sul de França - edifício religioso da Idade Média, realizado em tijolo, século IV

- o estilo Backsteingotik - uma forma especial de gótico em alvenaria de tijolo. A alvenaria de tijolo não era revestida, nem rebocada, procurando tirar partido arquitectónico da sua textura à vista. A igreja de Santa Maria de Lübeck, é um exemplo, que apresenta uma solidez quase românica. Por motivos estruturais não era possível um vazamento tão pronunciado das paredes com este material, como com a pedra. Assim, foi criado um Gótico peculiar que manteve um certo toque severo e sóbrio, em consonância com o povo da Alemanha do Norte [Fig.17].

Na Itália, o gótico também se mostrou na edificação civil. O Palazzo Pubblico em Siena, apresenta uma fachada homogénea com as suas paredes maciças e fechadas feitas em tijolo.

Neste período, destaca-se a catedral de Albi [Fig.18], um exemplo atípico da construção medieval, que combina arquitectura religiosa com militar numa só obra. Também se destaca um dos maiores edifícios deste período, o mausoléu de Oljeitu, em Sultaniya, no norte do Irão.

1450-1800 | Moderno

Deu-se uma grande transformação no mundo entre 1450 e 1650, impulsionada por uma vontade de obter conhecimentos, que resultou no aparecimento da ciência moderna. A Igreja europeia é dividida em católicos e protestantes, e a Itália cria uma reanimação escolástica e artística com a Renascença.

Neste período, uma das grandes mudanças foi o aparecimento da figura do arquitecto. Um dos primeiros foi Brunelleschi, que projectou a cúpula da Catedral de Florença [Fig.19], construída em 1434, que possui dois cascos da mesma espessura, nos quais foi usado o tijolo para aligeirar o peso, colocado em escamas de peixe (cada camada de tijolo avançava um pouco para dentro, dando forma à cúpula) e numa fiada completa para que cada nova fiada fosse suportada pela anterior. Apesar deste tijolo cerâmico não estar à vista, o acabamento exterior tanto da cúpula, como dos outros telhados, são em telha cerâmica. Nesta época apenas eram utilizados materiais em terra cozida à vista nas coberturas.

Leon Battista Alberti, (1404-1472) faz algumas observações sobre o uso do tijolo cerâmico neste período, destacando as vantagens dos tijolos de formato triangular, que eram utilizados como cofragem perdida em paredes de betão armado: «[...] pelo que conheço das mais antigas construções, sob qualquer ponto de vista, nenhum material é mais conveniente que o tijolo [...]. Entre as várias formas dos tijolos para mim é de admirar a triangular [...]. Esses apresentavam estas vantagens: consumiam uma menor quantidade de argila, podiam ser arrumados no forno e ser extraídos facilmente, e mais comodamente eram colocados em obra; [...] eram depois dispostos de modo que nas faces das paredes resultassem colocados em fila os lados de um pé [de comprimento], deixando o ângulo voltado para o interior. [...] De facto a parede parecia do exterior constituída toda de tijolos inteiros; enquanto que os ângulos dos triângulos, inseridos como dentes no interior da parede, tornavam a obra robustíssima.»¹

Um exemplo que ilustra a utilização deste material na Península Itálica, entre meados do século XV até ao início do século XIX, é o Palazzo Farnese de Piacenza (1561-65) de Jacopo Barozzi de Vignola, que mostra um renascer das técnicas construtivas romanas. E o Palazzo Carignano (1679) em Turim, de Guarino Guarini, que representa o modo de utilizar o tijolo de uma forma estrutural mas simultaneamente decorativa, aproveitando as capacidades expressivas do material argiloso [Fig.20].

Na Inglaterra, este período, representou o progresso da alvenaria em tijolo. É aqui que se dá o ressurgimento do padrão em forma de losango (diaper)², tornando-se um elemento em



Fig.19 - Catedral de Florença



Fig.20 - Palazzo Carignano

¹ Alberti, op.cit., 1ªVol., Livro III, Cap. I, X, pp.172, 214

² Padrão em losango – nome que se dá à técnica de criar padrões (especialmente em forma de losango) na superfície de uma parede ao usar tijolos atravessados colocados a intervalos e de uma cor que contrasta com os tijolos normais



Fig.21 - Palácio Hampton Court

voga nas obras dos séculos XV e XVI. Como exemplo temos o castelo de Radzyn Chelminski (1300) e mais tarde o palácio renascentista Hampton Court (1514-1540) [Fig.21]. Pode-se depreender que este padrão em losango era desenhado para ser visto, isto é, que se pretendia que os tijolos fossem deixados à vista, face a teorias que defendem que este poderia servir de guia para desenhos em losango pintados por cima.

Também a Rússia, nos séculos XVI e XVII, atingiu o auge no seu trabalho com tijolo, com edifícios como a igreja da Ascensão em Kolomenskoe e a Catedral de São Basílio em Moscovo. Assim como as cidades de Bukhara e Isfahan, onde se deu uma evolução arquitectónica com base na utilização do tijolo.

Na China, com o estabelecimento da dinastia Ming (1368-1644), assistiu-se à reconstrução (terceira) da grande muralha da china, na procura de defender a fronteira norte de uma invasão mongol. Esta era feita predominantemente de tijolo ou pedra, os tijolos eram usados só no exterior, o interior era com qualquer outro material disponível, ou pedra ou terra compactada. Estes tijolos utilizados eram fabricados e assentes pelo exército.

Nos séculos XVII e XVIII, o norte da Europa ganhou influência em continentes do mundo inteiro. Na Grã-Bretanha, com o início da revolução industrial, foram introduzidos novos processos de fabricação que melhoraram o desempenho do tijolo. Durante este período, a influência das ideias vindas dos países baixos (Bélgica e Holanda) e da França, mudaram a arquitectura em tijolo na Inglaterra.

É também ao longo do século XVII, que na América Colonial do Norte se procura construir casas semelhantes aos seus países de origem, apesar das dificuldades geradas pela falta de mão-de-obra qualificada, tanto para fabricação como para assentamento do tijolo.

É durante o século XVIII, na Inglaterra (particularmente em Londres), que se dão grandes avanços tanto na fabricação do tijolo como na sua utilização, com a imposição de regulamentos sobre a construção. «Londres tornou-se uma cidade de tijolo» no entanto, «no final do século a Inglaterra adoptou uma técnica que já predominava no continente, que consistia em cobrir os edifícios com estuque»¹.

De destacar o arquitecto Thomas Jefferson, presidente americano, que projectou a sua casa de campo (Monticello), servindo-se do Panteão de Roma como modelo e da Villa Rotonda de Palladio, mas utilizando tijolo à vista seguindo a tradição americana, dirigindo a fabricação dos tijolos [Fig.22].



Fig.22 - Monticello, Charlottesville, Virgínia, EUA, 1769
Thomas Jefferson

A arquitectura neoclássica (século XVIII -XIX) empregou materiais nobres (pedra, mármore, granito, madeiras), mas não rejeitou totalmente os materiais artificiais (materiais cerâmicos e ferro fundido). Estes tinham custo mais baixo e maior funcionalidade comparativamente com os materiais nobres. Este estilo soube explorar, em todos os materiais, as suas potencialidades naturais (de resistência, textura, brilho, cor) e para isso, os materiais eram deixados à vista.

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will - História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.160

Para os arquitectos neoclássicos era importante que a sua arquitectura fosse verdadeira, exprimisse claramente do exterior a sua organização interior.

Em Portugal, a influência das culturas exóticas (exotismo), nomeadamente o Neo-árabe conduziram à utilização do tijolo vermelho, por exemplo na Praça de Touros do Campo Pequeno, do arquitecto português António José Dias da Silva [Fig.23].

Com a difusão do tijolo, no final do século XVIII, este material que era reservado às elites passa a ser acessível a todos os estratos sociais. Este novo estatuto do tijolo provocou o desinteresse da alta sociedade, levando a que procurassem novas alternativas. Desenvolvendo-se o gosto pelas superfícies lisas, e consequentemente pelos revestimentos dos exteriores com estuques.



Fig.23 - Praça de Touros do Campo Pequeno, 1892

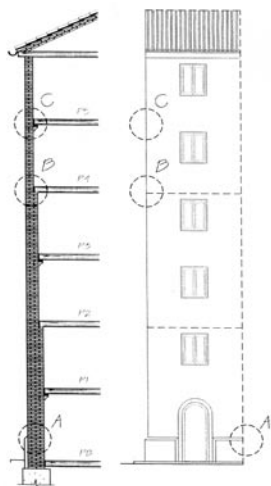


Fig.24- Parede de alvenaria do século XIX - parede estrutural homogênea, com diferentes espessuras e laje com apoio simples

1800 – 1900 | Industrialização

No século XIX, com a revolução industrial, o fabrico do tijolo e da telha foi novamente impulsionado com os novos meios de produção mecânicos que surgiram. Passou de um ofício manual para uma indústria mecanizada. Estes produtos apresentavam-se mais baratos e com maior procura devido ao aumento populacional. A sua industrialização aliada à sua capacidade de serem incombustíveis, levou a que voltassem a ser muito utilizados, não só em edifícios destinados à habitação como em escritórios e armazéns industriais.

Com este grande passo, os tijolos começaram a ser patenteados e a aparecer diversas formas e dimensões no mercado. Era sugerida a sua utilização na construção de habitação em massa em todo o mundo, por ser eficaz e económico. A alvenaria de tijolo tinha função estrutural, apresentando diferentes espessuras para responder à sua função de suporte [Fig.24].

Na segunda metade do século XIX, a arquitectura europeia não acompanhou a evolução dos materiais de construção artificiais, pois os programas de ensino defendiam a utilização de materiais nobres (naturais), minimizando os problemas construtivos, técnicos ou estruturais. Foi na área da engenharia que se concretizou uma inovação ao nível dos materiais de construção. Os engenheiros possuíam conhecimentos sobre o comportamento dos materiais, novos meios construtivos e aproveitamento dos materiais produzidos industrialmente. Neste contexto, o tijolo começou a ser utilizado em construções utilitárias, como estações de caminho-de-ferro, através da combinação das fachadas de alvenaria de tijolo com estruturas de ferro que sustentavam as coberturas das gares.

Em 1871, a cidade de Chicago tinha sido praticamente toda destruída por um incêndio gigantesco, no qual se pôde verificar que o ferro não era tão resistente ao fogo como se julgava. Face ao crescimento acelerado da população, procuravam-se possibilidades de construir em altura, mas que fossem simultaneamente resistentes ao fogo. Neste contexto, surge o edifício mais alto em tijolo, o Monadnock Building de Burnham e Root, com quinze pisos, teve de ser construído com paredes de dois metros de espessura no piso térreo, a modelação do edifício foi inovadora com as suas superfícies de tijolo vermelho estruturadas apenas através de sacadas lisas, acompanhando o edifício em altura [Fig.25].



Fig.25 - Monadnock Building, Chicago, Burnham & Root, 1891-1893

Nesta época surge também o movimento **Arts and Crafts** (1860-1910), impulsionado por John Ruskin e William Morris, que combateram contra a influência da industrialização na arte, lutando por uma arte pura, que defendia o uso exclusivo de materiais naturais e o fabrico de peças únicas e originais pelo método artesanal.

Como exemplo disso temos a casa vermelha (Red House), o edifício chave do movimento Arts and Crafts e da arquitectura britânica, desenhada para William Morris. Construída em tijolo vermelho, esta é tida como um exemplo da aplicação das ideias de Morris, que pretendia mostrar que era possível criar objectos sem recorrer à máquina (à industrialização) [Fig.26]. Para muitos a primeira casa 'moderna' e fiel representante da arquitectura doméstica inglesa. Este

movimento influenciou a arquitectura, através da construção de moradias familiares que seguiam a tradição rural inglesa (remontando à Idade Média), com telhados com pendentes pronunciadas e forma exteriores irregulares. Pode-se dizer que nesta época, o tijolo e a telha cerâmica podiam ser considerados materiais úteis, com qualidade estética e a preços competitivos.

De salientar, que os materiais em estudo - o tijolo e a telha – nesta fase de transição dos materiais de fabrico artesanal, para materiais de fabrico industrial, passaram por ambiguidades. Isto porque são ambos materiais que podem ser fabricados de ambos os modos, o que permite que sejam conotados (de forma generalista), tanto de materiais artesanais, como de materiais industrializados. Neste movimento artístico, o tijolo e a telha cerâmicos utilizados, eram fabricados por processos de construção artesanais, o que conduzia, a que muitas vezes, fossem referidos como material natural junto com a madeira e a pedra.

«[com a revolução industrial apareceram] *novos materiais, produzidos industrialmente e por isso mais baratos, como o tijolo cozido, o ferro, e o vidro* [...]»¹

«[Os princípios do Movimento Arts and Crafts] *na arquitectura, [...] defendiam a utilização de processos construtivos tradicionais e de materiais naturais (como o tijolo, a madeira e a pedra), abolindo tudo o que fosse proveniente da indústria.*»²

Trata-se de um período de contrastes, enquanto em Chicago os tijolos são usados na construção de arranha-céus, em Inglaterra, o movimento Arts and Crafts (Artes e Ofícios) usa-o de uma forma totalmente diferente, como símbolo dos materiais artesanais.

Nos finais do século XIX início do século XX, com o surgimento da **Arte Nova**, verificou-se uma valorização dos novos materiais, como o ferro, o vidro, o betão e o ladrilho cozido entre outros. Os materiais naturais perderam relevância, no entanto, continuavam a ser utilizados de uma forma camuflada. Mas um dos princípios teóricos da Arte Nova era a procura da adequação à verdade dos materiais, ou seja, os materiais não deveriam ser revestidos, mas tratados de acordo com a sua natureza. Assim, o efeito estético e decorativo devia ser fruto do material, da sua estrutura e da sua função.

«*deixar que o material fale por si só, que saia sem disfarces na sua forma e nas proporções que a experiencia e a ciência tenham encontrado mais adequadas. O tijolo deve parecer tijolo; a madeira, madeira; o ferro, ferro, cada um segundo as suas próprias leis estéticas.*»³

A sua expressão em Espanha, com o modernismo catalão, através dos arquitectos Luís Domenech i Montaner (1850-1923) e Antoni Gaudí (1852-1926) recorre também aos materiais de construção cerâmicos em estudo. O Palácio da Musica Catalã de Domenech i Montaner, em Barcelona (1905-08) apresenta uma fachada em tijolo vermelho combinada com azulejos e cerâmicas multicolores, numa gramática decorativa exótica. A Espanha já tinha uma longa tradição na arquitectura em tijolo, proveniente da ocupação dos Mouros na Península Ibérica. Mas o trabalho em tijolo que nem sempre era visível, foi

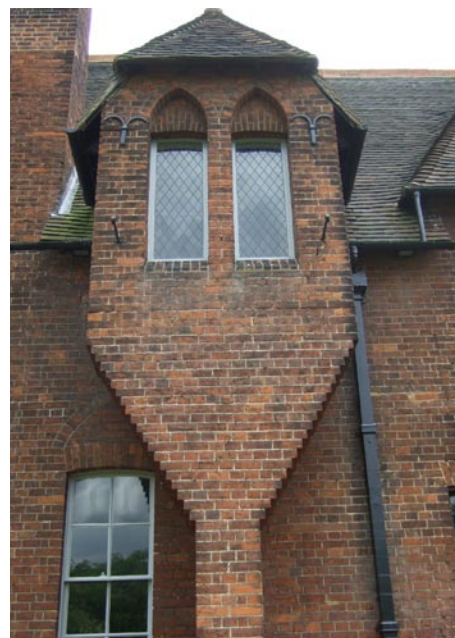


Fig.26 - Casa Vermelha [Redhouse], Bexleyheath, Kent, Inglaterra, Philippe Webb, 1858-60 - moradia de William Morris, foi inspirada nas tradicionais casas de campo inglesas.

¹ HISTÓRIA DA ARTE, ocidental e portuguesa, das origens ao final do século XX - Ana Lúcia Pinto, Fernanda Meireles, Manuela Cernadas Cambotas - Porto: Porto Editora, 2001, pp. 778 e pp.786

² Ibidem, pp.786

³ Gottfried Semper

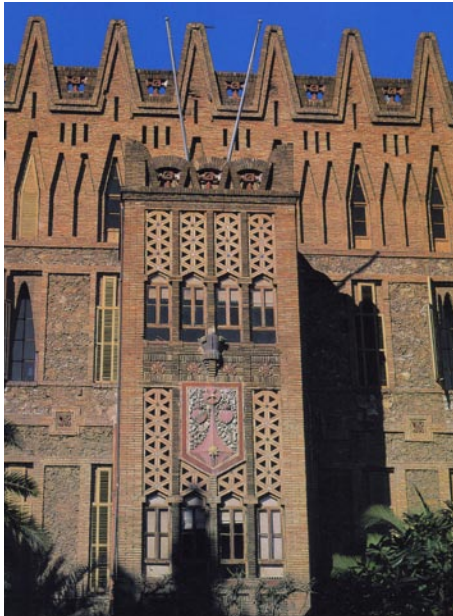


Fig.27 - Colégio Teresiano, Barcelona, 1888-1889, Antoni Gaudí - a construção do colégio estava submetida a restrições económicas, por isso foram empregues materiais baratos como o tijolo



Fig.28 - Sever Hall (1878-1880), Cambridge, H.H. Richardson, vista aérea e vista este

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will - História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 - pp.202

² José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.2

pela obra de Antoni Gaudí, que faz uma mistura original de materiais, despertado através de um renascimento dos tijolos à vista [Fig.27].

Neste período, os Estados Unidos produziam grandes quantidades de tijolo, levando a uma utilização em massa, que caracterizou as cidades de Nova Iorque e Filadélfia. Frank Lloyd Wright notabilizou-se, pela arquitectura de moradias privadas no campo, as conhecidas prairie-houses, onde procurou revitalizar as tradições locais a nível dos materiais, do qual o tijolo foi representativo. Assim como Henry Hobson Richardson, com Sever Hall, «*um exercício elegante de revivalismo romântico, que interage de maneira sensível com o seu ambiente e combina de maneira harmoniosa motivos históricos com a invenção moderna.*»¹ que combina telha cerâmica com tijolo cerâmico [Fig.28].

Na Alemanha os melhores edifícios industriais da década de 1930, ganharam uma ligeireza e qualidade volumétrica ao utilizar planos lisos de tijolo, influenciados pela Bauhaus.

Quanto à telha, «nesta época, podemos encontrar duas tendências principais na Europa: nas regiões mais a norte, a tradição e sua modernização tendem a privilegiar a telha lisa ou plana; a sul, é mais frequente o uso da telha de forma curva, que permite telhados mais densos e texturados.»²

No final do século XIX, é introduzido no Reino Unido o sistema 'cavity wall', generalizando-se na década de 1920. Surgiu como 'Hollow wall' (parede oca) como procedimento para evitar a entrada de água no interior da edificação, precedente da parede de duas folhas - Cavity wall. A estrutura de parede separa-se em duas folhas, com câmara-de-ar intermédia continua - a cavidade. O pano interior é espesso e portante e o pano exterior fino e fixo ao interior por grampos que o suportam face ao vento, tendo livre movimento [Fig.29].

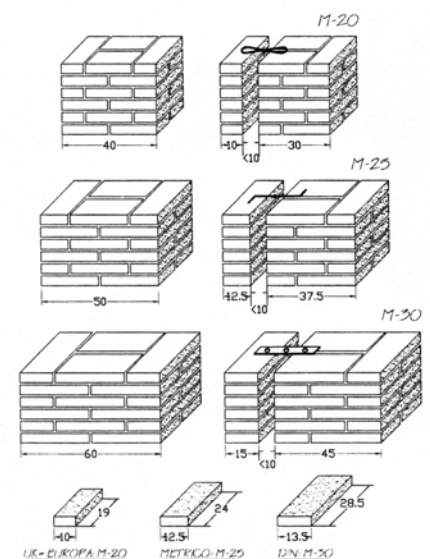


Fig.29 - 'Cavity wall' dos finais do século XIX -passagem de uma parede de uma folha para uma parede dupla

No século XX, com o início da utilização mais extensiva do betão e do ferro na construção, que permitiam uma construção mais alta e mais rápida, deu-se um novo desinteresse pela utilização dos materiais cerâmicos. No entanto, no norte da Europa manteve-se a tradição na construção em tijolo cerâmico, em países como a Holanda, a Dinamarca e a Inglaterra. De tal forma, que a produção e utilização de tijolo neste século aumentou, «apesar da retórica em contrário, o tijolo prosperou e alguns dos grandes arquitectos modernistas construíram os seus prédios mais sensíveis ao empregá-lo.»¹

É durante este século que se cria um novo tipo de sistema 'cavity wall'. Com o surgimento das estruturas de betão armado e as estruturas de ferro, este sistema passa a adoptar essas estruturas no pano de parede interior. Para além disso, também se torna a caixa-de-ar ventilada através de pequenas aberturas em cima e em baixo e aplica-se isolamento térmico na câmara junto ao pano de parede interior [Fig.30].

Neste período, na Alemanha, uma organização da classe média (Deutscher Werkbund) estimulou a mudança das estruturas das fábricas, numa crítica às condições de trabalho existentes, e numa abertura à indústria da classe dos artistas. Esta colaboração artística na construção de fábricas, de que é primeiro exemplo a Fábrica Fagus de Peter Behrens, manifestava concepções inovadoras através da utilização do tijolo cerâmico. Esta serviu, na época, de exemplo de utilização criativa e funcional dos novos materiais [Fig.31]. Seguindo-se obras como a Fábrica de aço sulfúrico de Hans Poelzig em Luban, realizada quase totalmente em tijolo aparente.

A grande tradição na modelação de fachadas com tijolo vermelho não rebocado criou uma ligação com o **expressionismo**, sobretudo na Alemanha, na Holanda e na Escandinávia. As políticas de construção social-democratas destes países, forneciam a oportunidade de construir habitação em grande escala. É neste contexto que o tijolo se mostra um material de eleição, as fachadas destes edifícios apresentavam criações imaginativas em alvenaria de tijolo, mostrando a sua capacidade plástica. Na Holanda, este movimento, a que se chamou Escola de Amesterdão, teve como principal representante a obra de Michel de Klerk [Fig.32]. Um dos exemplos mais monumental foi o Edifício Chile em Hamburgo (1923), criado por Fritz Hoger. O arquitecto utilizou nas fachadas tijolos de 'segunda,' com deformações provocadas por danos e erros de fabrico, conseguindo uma modelação minuciosa. O corpo do edifício sublinha a sua extensão mas a sua essência é a verticalidade triunfante. Através deste edifício, Hoger recuperou a memória da arquitectura de tijolo do gótico do Norte da Alemanha, so-

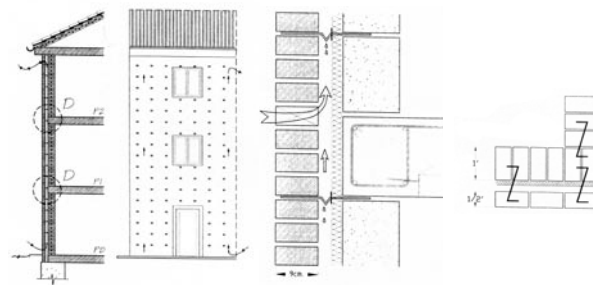


Fig.30 - Sistema construtivo aplicado na Europa nos finais do século XIX até à actualidade. Cavity wall com parede de carga no folha interior e folha exterior separada e atada à interior por grampos. Caixa de ar ventilada, isolamento contínuo e liberdade de movimento entre folhas



Fig.31 - Fábrica Fagus, 1911-1925, Alemanha, Walter Gropius e Adolf Meyer



Fig.32 - Complexo habitacional «Het Schip», 1917-21, Amesterdão, Michel de Klerk – edifício de apartamento em Amesterdão, no estilo a que se chamou *Escola de Amesterdão* - uma obra que trabalha o tijolo cerâmico e telha cerâmica.

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo – Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 – pp.244



Fig.33 - Casa Chile (Chilehaus), 1922-24, Hamburgo, Fritz Höger - complexo de escritórios da companhia de navegação Bildarchiv Foto Marburg



Fig.34 - Igreja Grundtvig, 1927-1940, Copenhaga, Peder Vilhelm Jensen-Klint

¹ CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will - História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 - pp.244

bretudo no piso térreo com arcos ogivais, abobadas reticuladas e ornamentos em tijolo [Fig.33]. Outro exemplo relevante do expressionismo do norte da Europa é a Grundtvigkirke de Peder Jensen Klint em Copenhaga, na Dinamarca [Fig.34].

Na década de 1920, dentro do movimento da **Art Deco**, temos o famoso arranha-céus Chrysler, em Nova Iorque, que se pensa ser revestido a vidro, mas de facto é revestido a tijolo. Já na década de 1930, também no estilo De Stijl, na Holanda, temos o edifício da sede da Câmara Municipal de Hilversum (de Willem Marinus Dudok) onde também se aplica o tijolo cerâmico.

Mais uma vez, estes materiais cerâmicos – tijolo e telha – passavam por um estado de ambiguidade, que incomodava os modernistas. «*Por um lado, o material era a epítome da produção em massa, sendo uma unidade regular e repetida, produzida aos milhões por máquina e de forma muito económica mas, por outro lado, era embaraçosamente antigo*»¹. Contudo, o tijolo foi aceite pelo movimento moderno, mas de forma discreta. Mesmo os grandes nomes deste movimento, Mies Van der Rohe e Le Corbusier utilizaram tijolo. Mies van der Rohe, num dos seus primeiros projectos modernos, a Casa Lange (1927-1930) em Krefeld na Alemanha [Fig.35] apresenta uma geometria abstracta ressaltada pela marcada textura cerâmica. Este projecto é um exemplo da utilização da alvenaria de tijolo aparente no Movimento Moderno. Aqui o tijolo é utilizado como modulo base para todo o edifício, constituindo uma alvenaria resistente, com funções estruturais. Mies, perante as limitações do material cerâmico relativamente à dimensão dos vãos, força-o através de vigas metálicas que suportam a padieira [Fig.36].

O modernismo defendia a 'honestidade construtiva', mantendo à vista os materiais utilizados, sem disfarce, afirmando a sua eficácia. Aplicava critérios mais racionalistas e funcionalistas, na procura da depuração formal, da desornamentação dos edifícios, explorando as potencialidades da parede sólida, lisa e sem decoração.

Mas esta realidade purista entretanto foi vencida pelo reconhecimento da complexidade do real. Havendo situações em que, tanto o tijolo como a telha eram ocultados, numa procura de formas geométricas perfeitas. O tijolo era rebocado, e os telhados de telha ou eram ocultados com platibandas ou substituídos pela cobertura plana. Um exemplo disso é a famosa Torre de Einstein, do arquitecto Erich Mendelsohn. Um edifício construído com formas curvas, para explorar as potencialidades do betão, mas que acabou por ser construído em tijolo e depois pintado para se assemelhar ao betão, contradizendo o princípio modernista da 'verdade dos materiais'.

Neste século, o tijolo teve um papel importante, principalmente no processo de reconstrução após a segunda Guerra Mundial, sendo sobretudo utilizado na habitação em massa.

Com a globalização das técnicas e dos materiais de construção, que conduziram ao estilo internacional, a ideia de utilizar os materiais de construção tradicionais que se possui ao alcance na localidade tornava-se contraditória. No entanto, como resposta a uma evolução demasiado tecnológica, alguns arquitectos como **Frank Lloyd Wright**, procuraram vias mais sensíveis que respeitassem as tradições locais, a nível do uso de materiais e das técnicas construtivas. Este arquitecto, desde a sua fase das casas da pradaria, recusou o maquinismo tecnológico, enquanto estandardização e valorizou a utilização dos materiais tradicionais de cada região. Defendia uma arquitectura baseada em considerações práticas, mas não meramente pragmáticas, «*assim como a carne está para os nossos ossos, também o revestimento estará para a estrutura, mas com mais verdade e mais beleza do que nunca.*»¹. Outro arquitecto, de certa forma ligado a esta concepção, é o finlandês Alvar Aalto que aspirou também a uma arquitectura integrada. Uma das suas obras desta época é o Centro Municipal Saynatsalo, que utiliza o tijolo cerâmico nas fachadas, procurando uma síntese entre a arquitectura moderna e as suas tradições regionais [Fig.37]. Também no Centro Cultural em Helsínquia, Aalto utiliza alvenaria na elaboração das superfícies convexas, graças ao uso de pequenos tijolos quadrados. Outros arquitectos mais novos, principalmente nos países nórdicos seguiam esta prática, como Jorn Utzon no complexo Kingohusene, em Helsingør, reconhecendo as potencialidades do tijolo neste processo de integração, procurando um ambiente reconciliador e reservado.

Também se destaca o arquitecto Lewerentz, com aplicação do tijolo na Igreja de São Pedro em Klippan. Ou ainda Louis Kahn, com a primeira Igreja UUista (First Unitarian Church) em Rochester, New York, (1959-67) ou a sua biblioteca para Phillips Exeter (1967-72) em New Hampshire [Fig.38].

Com o movimento moderno, o telhado inclinado, inerente ao sistema de aplicação de telha cerâmica, e os seus pormenores complexos, perderam interesse face à procura de formas geométricas puras. «*Le Corbusier, em Vers une architecture (1923), ao definir a cobertura em terraço como sendo a 'boa' cobertura moderna, tornou a sua forma da cobertura numa questão decisiva entre o 'bem' e o 'mal'. Por outro lado, os opositores ao Movimento Moderno utilizaram a forma da cobertura tradicional como símbolo da sua objecção, como se fosse a síntese da sua rejeição contra as mudanças 'más' no sector da construção.*»²



Fig.35 - Casa Lange e Esters (1927-1930), Crefeld, Alemanha, Ludwig Mies van der Rohe - utiliza o tijolo vermelho, lembrando a casa de campo de tijolo que Mies projectou em 1923.

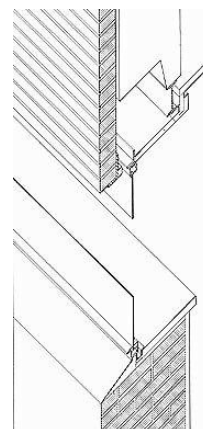


Fig.36 - Corte construtivo da Casa Lange



Fig.37 - Centro Municipal Säynätsalo, 1949-1952, Alvar Aalto - alvenaria de tijolo vermelho

¹ GÖSSEL, Peter; LEUTHÄUSER, Gabriele - *Arquitectura no século XX* - Köln: taschen, 2001, pp.72

² Carsten Land in *Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa* - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.9

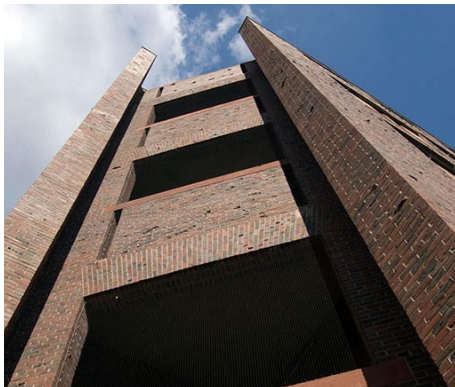


Fig.38 - Biblioteca Phillips Exeter, 1972, Estados Unidos, Louis Kahn



Fig.39 - Casa da Moeda, 1935-41, Lisboa, Jorge Segurado



Fig.40 - Alumni Memorial, 1945, Chicago,

Esta nova cobertura horizontal, possibilitava criar um jardim privado no terraço, o qual protegeria a laje de betão armado das variações bruscas de temperatura. No entanto, esta escolha passou a conferir aos edifícios uma imagem diferente da tradicional, o que gerou conflitos ideológicos. Na Alemanha por exemplo, no início da década de 30, chegou-se ao extremo, no caso do bairro Britz em Berlim, onde as habitações construídas pelos sindicatos de operários, desenhadas por Bruno Taut apresentavam coberturas em terraço e do outro lado da avenida as habitações construídas por associações de empregados apresentavam o telhado inclinado, seguindo a arquitectura rural alemã.

Adolf Loos numa conferência em 1926, com o título 'Os modernos bairros residenciais', em relação à utilização de coberturas inclinadas, referiu que a inclinação era devida ao material usado, pois o uso de pequenas placas, como as telhas, implica uma maior inclinação. Também denunciou que a defesa da cobertura inclinada era essencialmente uma questão dominada pela estética.

Em território nacional, não se sentiu este extremismo, isto porque a geração modernista acabou por utilizar os dois tipos de cobertura, não aderindo aos extremismos da vanguarda. Em Portugal, a arquitectura modernista coincidiu com a imposição da ditadura fascista (1926), que a partir de 1940 começou a impor um plano artístico baseado na ideologia do Estado Novo. No entanto, conseguiu desenvolver alguns projectos modernistas, e um dos princípios que caracterizava o Modernismo Português era a utilização dos novos materiais, 'respeitando-os' e mostrando-os. A arquitectura 'nacional' imposta pelo Estado era baseada na promoção da 'casa portuguesa' de Raul Lino, e utilizava contudo as tecnologias da arquitectura modernista. Neste contexto, Jorge Segurado criou a Casa da Moeda em Lisboa, com uma fachada muralhada em tijolo vidrado, representando a monumentalidade pretendida na época [Fig.39].

Neste período que antecipa o pós-modernismo, Ludwig Mies Van der Rohe, monta escritório em solo americano, numa fase em que em Nova Iorque o encerramento dos edifícios é independente da estrutura, não participando a estrutura na superfície aparente da fachada. Mies apresenta dois exemplos em que a estrutura faz parte dessa superfície da fachada, o Alumni Memorial Hall no IIT [Fig.40], e os Promontory Apartments, ambos em Chicago. Esta estrutura é composta por uma reticula estrutural aparente (em aço pintado de negro no IIT e em betão armado aparente nos apartamentos) preenchida por alvenaria de tijolo à vista. Este tipo de solução construtiva, com a estrutura aparente, implica que os panos de parede sejam divididos ao longo da fachada, não permitindo uma câmara-de-ar desobstruída, para aplicação de isolamento térmico em

contínuo, e eficaz evacuação das humidades e mesmo uma fachada ventilada.

Em Portugal e Espanha, por exemplo, utilizava-se esse sistema, a estrutura porticada de betão armado aparente era preenchida nos seus vãos com alvenaria de tijolo, sendo impossível colocar isolamento contínuo na caixa-de-ar, deixando pontes térmicas na frente da estrutura e impedindo o livre movimento do pano de parede exterior embutido no pórtico. [Fig.41]

No **pós-modernismo** (1960-1990), a corrente do Neo-Racionalismo surgida em Itália, difundida por Aldo Rossi (que defende uma arquitectura racionalista com formas elementares e austeras, com ausência de pormenores), através da obra do arquitecto Giorgio Grassi [Fig.42], volta a enaltecer o tijolo cerâmico ao utiliza-lo em grande extensão, chegando a ser o único material de revestimento exterior. Esta arquitectura racional, límpida, chega também a Espanha pelo arquitecto Alberto Campo Baeza, que também a materializa em tijolo e telha [Fig.43]. Também o arquitecto Frank Gehry, com obras que representam uma arquitectura desconstrutivista, utiliza o tijolo cerâmico.

Grande parte destes edifícios de alvenaria de tijolo, são construídos de acordo com uma aproximação anglo-saxónica da 'cavity wall' aparecida no final do século anterior. Esta nova versão consiste em dividir a parede em duas folhas atadas entre si com grampos metálicos, salvando a câmara-de-ar ventilada onde se aplica o isolamento térmico, impedindo com eficácia a passagem da humidade através do vazio onde se evacua a água. Sem dúvida, este tipo de sistema construtivo é de provada eficácia na Europa, principalmente no Reino Unido.

A partir dos anos sessenta, setenta presencia-se uma busca pela continuidade da vedação em tijolo, de maneira que oculte a estrutura, procurando reproduzir a qualidade visual das obras anteriores com alvenaria portante.

No fim do século XX, os materiais de argila cozida começam a ser mais utilizados através das peças em forma de tijolo oco (vazados, furados), para preenchimento de vãos estruturais em edifícios de estrutura porticada de betão armado, para posterior revestimento. É neste contexto que Renzo Piano, apresenta a extensão do IRCAM (1986-87) em Paris, recuperando estes materiais novamente para utilização à vista. Este exemplo apresenta uma solução construtiva de fachada que constitui o culminar do processo de decomposição da envolvente em elementos separados, com funções distintas. Separa a estrutura do encerramento, identificando nesta envolvente diversas funções a ser desempenhadas. Composta por estratos materiais, que se apoiam na estrutura vertical resistente. Estes estratos encontram-se separados entre eles, existindo

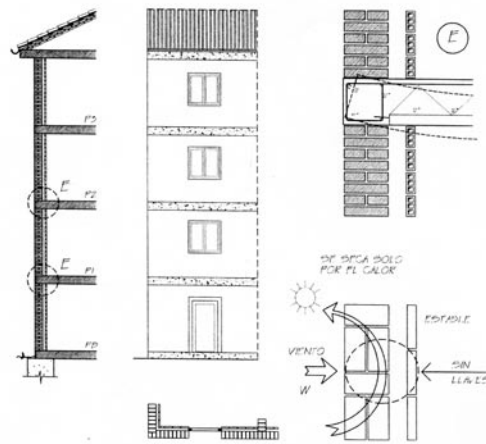


Fig.41 - Sistema construtivo utilizado em Portugal e Espanha nos princípios do século XX



Fig.42 - Edifício Potsdamer Platz, Berlim, Giorgio Grassi - seguindo as pisadas de Aldo Rossi, utiliza o tijolo cerâmico no caminho da redução formal



Fig.43 - Escola em São Sebastián de los Reyes, Madrid, 1983, Alberto Campo Baeza



Fig.44 - Edifício IRCAM, 1990, Paris, Renzo Piano



Fig.45 - Igreja da Atlântida, 1951-1957, Eladio Dieste – exemplo da utilização da cerâmica estrutural



Fig.46 - Igreja de San Juan de Ávila, 1996-1999, E. Dieste, C. Clemente e J. de la Hoz - a secção concebe-se como parede 'capuchino' de duas folhas de meio pé cada uma, unidas por grampos cada metro na horizontal e vertical

uma câmara-de-ar entre os dois mais externos. Pode-se dizer que este processo é uma derivação da Cavity-wall Inglesa, já referida. A grande diferença entre os dois processos reside na perda de papel portante da envolvente, por recorrer a uma estrutura porticada [Fig.44].

Durante o século XIX, a alvenaria tradicional mostra as suas insuficiências enquanto material estrutural, impedindo o uso de alvenaria em sistemas estruturais para edificações de grande altura. Com o surgimento das barras de armação na alvenaria, foram superadas muitas das limitações. As primeiras investigações iniciaram-se em 1836, por Marc Brunel, mas foi já no século XX, quando se deu o terramoto de Long Beach em 1933, que se impulsionou o estudo mais aprofundado da alvenaria portante. Com a sua aplicação à legislação, o sistema armado espalhou-se pelos Estados Unidos. Na Europa, os primeiros códigos que os referem são os belgas, em 1982, e os ingleses em 1985. No nosso país, ainda existe uma lacuna na regulamentação, apenas temos o Eurocódigo 6, que já faz referência. A sua intensificação foi maior nos Estados Unidos e na Europa em latitudes com baixas temperaturas.

Eladio Dieste, volta a utilizar estruturalmente o material cerâmico, mostrando como este material apresenta possibilidades ilimitadas. Mostrando que o que se fez até esse momento era pouco. A sua obra, para além de mostrar a versatilidade dos materiais cerâmicos, comprova que este material se mostra económico, apontando um uso racional e respeitoso dos recursos da natureza. O seu trabalho mostra que a cerâmica estrutural é uma técnica com possibilidades tão grandes como o betão armado [Fig.45 e 46].

Enquanto o tijolo cerâmico foi mais empregue nos países do norte da Europa, a telha cerâmica apresenta uma longa tradição nos países do sul da Europa, nomeadamente em Portugal. Estes materiais de construção cerâmicos estiveram presentes na história da construção desde muito cedo, no entanto, nem sempre tiveram prestígio na área da arquitectura.

Ao longo da história da arquitectura, nem sempre houve uma coincidência desta com a evolução dos processos construtivos. Isto porque, nem sempre uma alteração estilística implicou uma modificação dos processos construtivos. Pode-se concluir, que ao longo da história, houve sempre uma valorização da superfície aparente.

1.2| TIJOLO E TELHA EM PORTUGAL

Foram os romanos que introduziram as primeiras técnicas de construção nas regiões que correspondem hoje a Portugal Continental. Conduzindo a um recurso intensivo dos materiais cerâmicos de construção: como as telhas de barro cozido, o tijolo cozido (mas este último não teve grande repercussão) e a argamassa de cal e areia. Desde essa época que as técnicas de construção foram preservadas, até à ocupação árabe da Península Ibérica, que levou a novas adaptações e evoluções, principalmente na telha, chegando a criar-se um modelo de telha mourisca.

Os produtos de argila cozida utilizados na construção representam uma das principais ramificações da indústria cerâmica.

Tijolo

Em Portugal, na nossa arquitectura popular, foi empregue o tijolo em todo o Ribatejo e Estremadura [Fig.47], a sua expansão não foi só facilitada pela natureza do solo que favorecia a fixação das unidades fabris, como também pela abundância de transportes e rapidez de construção. *«A beleza do emprego do tijolo ressalta nas grelhas, em vedações ou mesmo nos edifícios, quando os construtores tiram partido dos cheios e dos vazios, dos claros e dos escuros, ao mesmo tempo que conseguem a criação feliz de ambientes semi-fechados»*¹

No século XX a utilização do tijolo à vista existiu essencialmente em edifícios indústrias. O principal motivo da aplicação do tijolo nestes edifícios devia-se a sua resistência ao fogo e a dificuldade em utilizar alvenaria de pedra em grandes alturas. Já nos edifícios destinados a habitação a alvenaria era revestida.

O tijolo era também aplicado em pavimentos de edifícios e tectos com grandes vãos, nomeadamente nas zonas susceptíveis a humidades. O tijolo em muitas situações substituíra a pedra talhada, pela sua facilidade de obter peças com forma definida e com resistência à compressão. Por exemplo na elaboração de arcos para grandes vãos, e vãos de portas e janelas. A implementação do tijolo em Portugal como principal solução de alvenaria foi mais tardia do que em muitos países europeus.

Entre o final do século XIX e início do século XX a importância do tijolo diminuiu. Na obra de Segurado, sobre alvenarias, é referido que o tijolo e as telhas eram usados em cacos, para execução de alvenarias. Nestas descrições é também criticada a utilização de argamassa no assentamento, por ser um elemento de menor resistência. Este aspecto pode ter conduzido à pouca aplicação do tijolo à vista, pois este é aplicado com argamassa. De uma forma geral, pode depreender-se que o tijolo nunca era utilizado como único material de construção de alvenaria. Nesta época o tijolo era mais visto como material para muros e poucas vezes utilizado nas principais paredes.

«Paredes de maior espessura de tejo são pouco vulgares entre nós e por isso nos abstermos de apresentar mais exemplos». E quando era usado, quase sempre eram rebocados e estucados. *«No assentamento do tejo devemos considerar dois casos: ou o tejo fica à vista ou não. No primeiro caso tem que ser cuidadosamente escolhido, pondo-se de lado todos os tejos fendidos, partidos, malcozidos, queimados, os que tenham dimensões maiores ou menores que as normais, etc. (...) Se a parede é para rebocar, todo o tejo*



Fig.47 - Emprego do tijolo em Asseiceira, Tomar

¹ A Arquitectura Popular em Portugal – Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1ª edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961, pp.63

serve e nem mesmo é preciso regularizar as juntas pois a sua aspereza facilita aderência do reboco»¹

Com o uso generalizado do betão armado, o tijolo passa a ser o material mais utilizado para a execução de alvenarias, e quase sempre furado, sem funções estruturais e rebocado. O tijolo à vista nunca chegou a afirmar-se em Portugal, o que pode justificar a sua pouca utilização na actualidade. Segundo Daniel Mesquita, isto deve-se a questões puramente culturais, visto não haver motivos económicos e técnicos que justifiquem não utilizar. Depreende-se que esta lacuna se deve ao facto da execução de alvenaria com tijolo à vista, requerer um tipo de rigor de execução que pouco se verifica em Portugal, o que levou a que os arquitectos não arriscassem a sua utilização, por risco de ser mal executado.

As paredes de alvenaria são uma das principais fontes da patologia de edifícios em Portugal. E mesmo assim, o leque de opções para a construção de paredes em alvenaria é muito limitado no território nacional [Fig.48]. A pouca utilização em Portugal do tijolo à vista não tem justificação concreta, especula-se sobre o desempenho e o custo, não havendo especificações técnicas nacionais que expliquem esta situação.

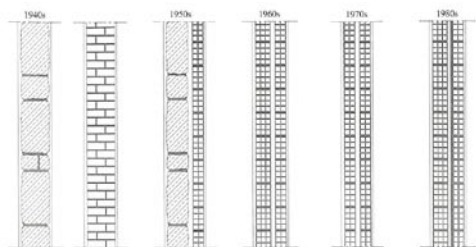


Fig.48 - Síntese da evolução da alvenaria em Portugal

Um dos factores condicionantes desta actual situação foi a implementação deste material de construção no mercado português, que foi sempre pequena e feita a medo. A ser utilizado em tantos países com poder financeiro, não se compreende o motivo que leva um material tradicional como o tijolo maciço (ou perfurado) a ter uma existência tão discreta em Portugal. Este material de construção que nunca deixou de ser utilizado, tendo provas históricas da sua qualidade e tendo evoluído ao longo dos tempos, dá resposta aos requisitos funcionais da actualidade.

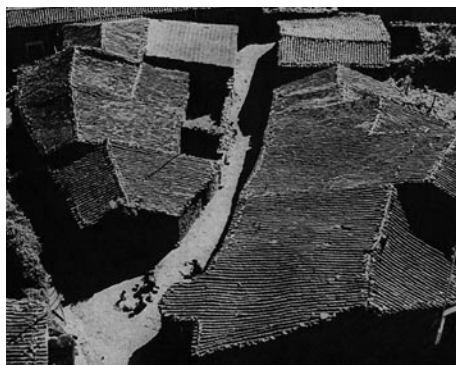


Fig.49 - Coberturas em telha no Sabugal - «As casas encostam-se umas às outras, amparam-se completamente, interpretam-se, cobrem-se, frequentemente, com grandes telhados comuns – mantos de telha vã, que se adaptam ao informalismo das plantas e dos alçados»

Telha

No caso das telhas cerâmicas, que tiveram uma continuidade ao longo dos tempos, podemos afirmar que constituem um elemento tradicional no panorama nacional [Fig.49]. Este material de construção faz parte da nossa cultura, pelo menos desde 1179. Documentos medievais referem a existência de fornos de telha - 'forno teliário'. «*Em Portugal, nos períodos medievo e clássico, a produção artesanal, em telheiros fabris, assegurava as necessidades das pequenas comunidades rurais e urbanas, e era a telha de meia cana ou de canudo (também designada por telha árabe) que cobria as habitações, desde as casas populares (onde foi substituindo gradualmente a palha) às aristocráticas [...] e aos monumentos civis e religiosos.*»²

A telha canudo era formada por uma peça única de secção única, que se utilizava alternadamente virada para baixo e para cima. «*Já nos séculos XIX e XX, a expansão urbana e a gradual industrialização dos processos fabris, [...] ajudou a criar novos tipos de telha, produzidos em série e cada vez mais aperfeiçoados, quer na resistência mecânica quer na estanquidade*»³. Estes novos modelos de telha de peça única, apresentam saliências de encaixe para uma sobreposição mais rigorosa.

¹ Segurado, capítulo 'paredes e muros de tejo'

² José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.25

³ Ibidem, pp.26

«No final de Oitocentos, tornou-se corrente a telha plana, de produção industrial, designada de Marselha, por ter sido possivelmente produzida de início em França»¹. Este modelo foi muito usado em Portugal até às décadas de 20-30, e manteve o seu uso até à actualidade. Talvez porque a telha Marselha figurava uma descaracterização da tradição portuguesa e da sua paisagem, visto ser um modelo mais próximo da telha lisa do norte europeu.

O chamado 'estilo internacional', caracterizado pela cobertura plana, onde se promovia um espaço de convívio e recreação (terraço-jardim), associado à utilização de novos materiais, teve uma aparição fugaz nos anos vinte, sendo apenas a partir dos anos cinquenta que se consolida. Este facto, permitiu aos arquitectos portugueses aderir, no período entre 1935-45 a uma reacção cultural neo-tradicional, contra a casa moderna, que teve maior expressão nos países com regimes totalitários. A maioria das soluções que apareciam utilizando o telhado em telha cerâmica, eram estimuladas por esta tendência, que teve como expressão mais conhecida o 'Português Suave'. Este estilo, desenvolvido nos anos 40-50, fortemente apoiado pela acção das Obras Públicas do Estado, assentava na recuperação da 'casa portuguesa'. Porém, o 'Português Suave' tinha por base a imitação de formas do passado, com sentido historicista e artesanal.

Nesta época, a obra de Raul Lino, foi objecto de estudos, que em muitos aspectos tiveram más interpretações, isto porque, os seus seguidores, apegaram-se às formas das suas obras e não às ideias e conceitos por ele expressos. Este facto, gerou um período de imitações, que mostravam a «*verdadeira balbúrdia do mau gosto onde cada casa constitui pequeno mostruário completo de pecados contra o espírito da arquitectura [...]. Visto que o beiral dos telhados é português, que se adopte, mas multiplicado por quantas portas e janelas houver; a cada vão seu telhadinho.*»²

Das obras de Raul Lino, destaca-se a Casa do Cipreste [Fig.50], de 1914, uma obra emblemática, uma espécie de Red House, apesar do desfase entre Portugal e a Europa de então. «*Raul Lino iniciou a sua formação em Inglaterra e na Alemanha, num ambiente onde John Ruskin e William Morris (que liderava o movimento Arts and Crafts), defensores incondicionais do trabalho do artesão sobre a produção industrial, gozavam de grande popularidade [...]*»³

Foi neste período e contexto cultural do país, que provavelmente se desenvolveu industrialmente e se generalizou a telha de aba e canudo (lusa), que combina numa única peça, uma parte lisa com uma curva. Esta telha neo-tradicional, que retoma a forma da telha árabe numa única peça, dita Lusa ou portuguesa, tornou o conjunto das coberturas portuguesas mais complexas e elaboradas. Foi também durante este século que se foi acentuando a perda de influência da cobertura com telha, sobretudo nas décadas de 50 e 60. A generalização do uso do betão armado na estrutura dos edifícios, nas coberturas através das lajes, formando terraço horizontal. No entanto, «*nas habitações unifamiliares, embora tenha sucedido a mesma tendência, nunca se deixou de utilizar a cobertura telhada, na medida em que a 'casa moderna' (vulgo o 'caixote de cimento') nunca se soube instaurar como paradigma da edificação para unidades familiares isoladas (talvez 5% das moradias siga actualmente esse gosto, ainda hoje conotado com uma atitude 'excêntrica', ou estranha, no conceber de casa unifamiliar)*»⁴

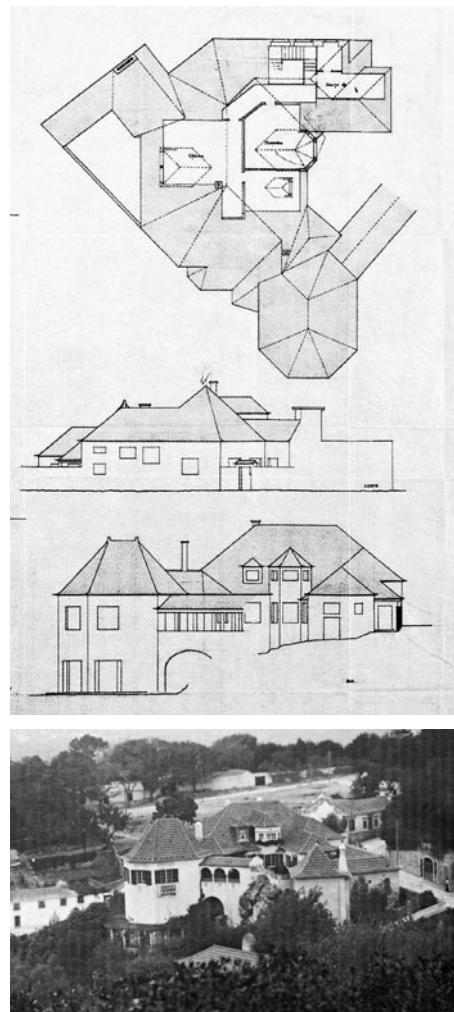


Fig.50 - Casa do Cipreste , S.Pedro de Sintra, 1914, Raul Lino

¹ José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.26

² Raul Lino, Casas portuguesas - Alguns apontamentos sobre o architectar de casas simples. Valentim de Carvalho, Lisboa, 1933, pp.68-69

³ Cláudio Sat in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.14

⁴ José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.27

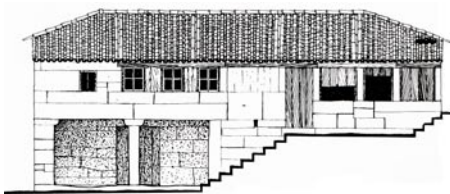


Fig.51 - Casa do Monte, Carapeços, Barcelos - «O telhado assimétrico, de cumeeira lançada a eixo do corpo dos quartos, deixando descair o beirado baixo sobre a varanda, envolve e ata o conjunto, conferindo-lhe unidade volumétrica.»



Fig.52 - Casa de Férias, Ofir, 1957-1958, Fernando Távora



Fig.53 - Casa de chá, Leça da Palmeira, 1958-1963, Siza Vieira - as primeiras obras do Siza mostram um enorme esforço de reconstrução da tradição portuguesa em termos modernos. O ritmo em contraponto das coberturas de uma água do restaurante parecem ter-se inspirado parcialmente nas coberturas do Säynät-salo de Alvar Alato (1949-1952). Esta cobertura de duas águas de telha árabe e a chaminé têm também afinidades mediterrânicas.

¹ Keil do Amaral, «Uma iniciativa necessária» in Costa, F. Pereira da (ed.), *Arquitectura*, 2ª série, nº14, Lisboa, Abril de 1947, pp.12

² Ana Tostões, *Os verdes anos na Arquitectura Portuguesa dos anos 50*, FAUP Publicações, Porto, 1997, pp.175

³ *Ibidem*, pp.179

⁴ *Ibidem*, pp.183

Francisco Keil do Amaral, em 1942 publicou um texto na revista *Seara Nova*, inspirado na arquitectura holandesa, que foi fundamental para a arquitectura portuguesa, tinha como principal mensagem o princípio da moderação, evitando os extremismos das vanguardas ou as posições mais conservadoras. Entretanto, a superficialidade dos estudos históricos da arquitectura, em que se baseava a arquitectura do Estado Novo foram alvo de crítica por Fernando Távora, precisamente o estilo que teve origem no movimento tradicionalista da casa portuguesa, incentivado por Távora. No entanto, o arquitecto, não deixou de reconhecer que essa procura pela recuperação do carácter da arquitectura nacional, teria boas intenções.

E foi nestas circunstâncias, envolvidas em fortes polémicas, que se deu uma viragem com a elaboração do *Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa*, em 1956. Este trabalho de investigação, tinha por objectivo registar as casas antigas portuguesas, no sentido de encontrar o verdadeiro conceito de casa 'à antiga portuguesa'. Assim, a segunda geração de arquitectos modernos elaborou uma «*recolha e classificação sistemática de elementos peculiares à arquitectura portuguesa nas diferentes regiões do País com vista à publicação de um livro, larga e criteriosamente documentado, onde os estudantes e as técnicas de construção pudessem vir a encontrar bases para um regionalismo honesto, vivo e saudável*»¹ [Fig.51]. Pode-se dizer que o ícone da casa 'à antiga portuguesa', devido à sua associação à arquitectura do Estado Novo, ficou carregado de preconceitos. Este livro apelou inteligentemente para a sensibilização do valor e uso dos materiais tradicionais portugueses, nomeadamente a telha.

Em meados dos anos cinquenta, segundo Ana Tostões, parece delinear-se «*um desejo de autenticidade, de registar o tempo e a história [...] denunciando a preocupação de tornar possível a integração da modernidade na tradição*» referindo-se ao caso de Keil do Amaral.² Também Fernando Távora, manifestava preocupação com o problema da casa portuguesa, «*o seu percurso revela uma busca de autenticidade na continuidade de uma tradição*»³. É o arquitecto Álvaro Siza Vieira, que consegue realizar a síntese deste período «*renovando sem drama aparente o diálogo entre o novo e o existente, a modernidade e a tradição [...] realçando de um modo inédito, na moderna arquitectura portuguesa, o uso de materiais tradicionais* [...]»⁴

Vários arquitectos, como Fernando Távora, Manuel Táinha ou Nuno Teotónio Pereira e posteriormente Siza Vieira, usaram o telhado, entendendo-o como um modo de construir corrente. Como bons exemplos do uso da telha na arquitectura moderna nacional, dos anos 50 – 60, temos:

- A casa em Ofir, por Fernando Távora, de 1957-58 – uma obra de dimensão moderna, influenciada pelo arquitecto finlandês Alvar Aalto, representa uma arquitectura orgânica, com planta muito informal, integra-se no ambiente natural da envolvente com a telha cerâmica do tipo vernáculo, de meia cana [Fig.52].
- O pavilhão de Ténis no Parque Municipal da Quinta da Conceição, em Matosinhos por Fernando Távora, de 1956-60 – uma pequena construção, onde cada material é valorizado, a telha surge como revestimento de um simples plano oblíquo, suportado por uma estrutura de madeira.
- A casa de chá, em Leça da Palmeira, por Álvaro Siza Vieira, de 1958-63 – uma obra que constitui um exemplo do uso poético da telha em conjunto com a madeira [Fig.53]

- A casa de Beires (1973-1976) também de Siza Vieira - funcionou como crítica ao subúrbio.

- Casa do Freixial, 1958-1960, Manuel Tainha [Fig.54] - beiral especial resultante da utilização da telha romana

Nestes mesmos anos 50-60, começa a ser aplicada a telha romana, designada também por tégula. Esta designação, de telha romana, nos catálogos de cerâmica italianos é apresentada por uma telha de duas peças, com o imbrice em 'V' muito aberto e estreito e a tegula, lisa, plana e larga. Já nos catálogos alemães apresenta-se numa única peça com as superfícies achatadas e lisas e a tegula com secção em 'U' para cima mais largo e o imbrice com o 'U' para baixo mais estreito. *«Em Portugal, o uso inicial desta telha no século XX parece estar relacionado com a sua produção para os Monumentos Nacionais, aquando da reconstrução do Paço Ducal de Guimarães em 1938-40, Rogério de Azevedo, para onde terá sido produzida pela primeira vez [...]. Teria tido então uma conotação formal de 'telha à antiga', apropriada para o Património Monumental»*¹

Talvez pela sua geometria em 'U', com arestas bem vincadas, mais próxima das linhas rectas, horizontais e verticais, esta telha foi a escolhida para integrar os projectos de habitações unifamiliares, nos finais dos anos 50. Associada a uma 'moda' dessa época, a telha romana é utilizada numa serie de moradias modernas, sempre em duas peças, o imbrice mais estreito e a tegula mais larga.

Após o 25 de Abril, outro factor veio conotar negativamente o uso da telha, a sua associação à 'casa do emigrante', que importava imagens de casas de outros países pouco compatíveis com a paisagem portuguesa, na procura de simbolizar o 'prestígio social' dos seus proprietários. Muitos arquitectos reagiram a este fenómeno, identificando o telhado como o símbolo desta construção medíocre, e por isso negando-o. Apesar desse contexto, existem vários bons exemplos da utilização deste tipo de cobertura, por parte de arquitectos desde essa época até à actualidade.



Fig.54 - Casa do Freixial, 1958-1960, Manuel Tainha

¹ José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.33

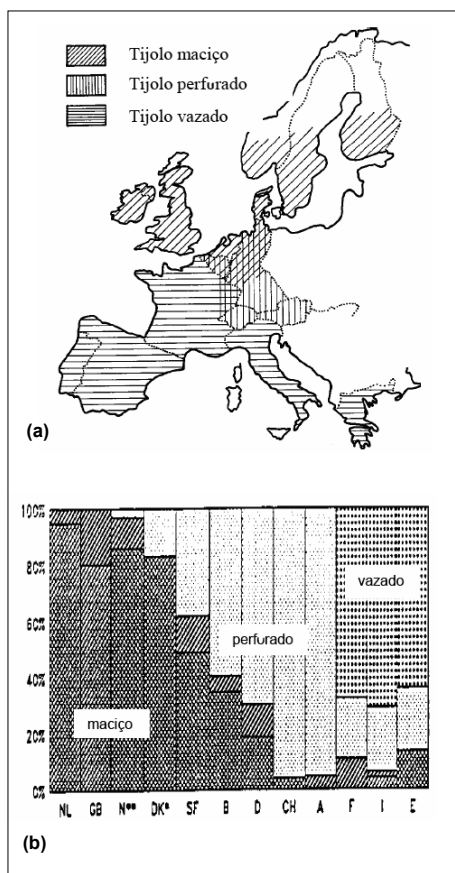


Fig.55 - Panorama europeu da indústria de unidades de alvenaria cerâmicas: (a) mapa de utilização, (b) percentagens nos diferentes países

1.3| TIJOLO E TELHA NA ACTUALIDADE

Em Portugal a construção tem um papel muito importante na economia nacional, sendo fundamental obter soluções mais económicas e sustentáveis, obtidas por soluções de maior eficiência e desempenho superior.

Com a industrialização, os detalhes construtivos dos materiais de construção cerâmicos deixaram de ser realizados por artesãos e passaram a ser do domínio dos arquitectos e engenheiros. Com esta evolução também se deu uma transformação na forma de construir os edifícios. Cada vez mais estes são 'montados' com unidades pré-fabricadas que permitem poucas ou nenhuma transformações. Anteriormente os materiais eram trabalhados no local da obra e podiam ser ajustados e terminados 'in situ'. Este facto exige da parte do arquitecto um prévio conhecimento dos materiais apresentados no mercado, mas também, nos deixa limitados à oferta do mercado.

A execução de alvenaria de tijolo à vista e da cobertura inclinada em telha, seguiu evoluções distintas por todo o mundo.

Tijolo

O tijolo, actualmente tem mais expressão na Europa e nos E.U.A. [Fig.55]. Nos Estados Unidos, o tijolo continua a ser utilizado porque existe muito boa matéria-prima e mão-de-obra de qualidade para a sua aplicação. Existe uma oferta no mercado muito mais vasta que a do mercado português, com outros tipos de tijolo face à vista, como por exemplo o tijolo de grandes dimensões para aplicação em panos simples. Para além disso, nos EUA os edifícios quando são construídos em tijolo face à vista, têm a mais valia de terem seguros mais económicos devido ao facto de serem mais resistentes ao fogo, ao vento e a sismos.

No Reino Unido o tijolo face à vista é um material muito apreciado pela sua aparência estética, principalmente nos edifícios destinados à habitação. Como tem uma maior aplicação como elemento estrutural, são mais utilizados os tijolos maciços e perfurados (furação vertical) com maior resistência, que o tijolo furado (ao contrario do que acontece em Portugal).

Em Espanha, a utilização do tijolo à vista é também aplicada predominantemente nas habitações. Mas ao contrário do Reino Unido, a sua utilização é como enchimento em estruturas maioritariamente porticadas em betão armado. Por isso a utilização de tijolo maciço (ou perfurado) e tijolo furado são ambos utilizados por toda a Espanha.

Países do norte da Europa (Bélgica, Países Baixos), França, Itália e Alemanha são outros exemplos de países que usam bastante o tijolo à vista, sendo o material mais utilizado nos panos exteriores de alvenaria. Em França há uma maior incidência no norte e arredores de Paris.

A Alemanha utiliza os chamados 'clinkers', fabricados a temperaturas mais altas levando a uma maior resistência aos agentes agressores e à infiltração de água. E como na França é mais frequente no norte do país.

¹ José Manuel Fernandes in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa - Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.33

A Índia utiliza o tijolo à vista como elemento estrutural, apesar da sua produção e execução não ser realizada com o rigor que existe na Europa. No entanto, apresenta uma grande diversidade de tipos de alvenarias.

A China tem um património construído em tijolo cerâmico com grande relevância. No entanto, o tijolo cerâmico tem perdido influência na construção por motivações sustentáveis. São aproveitados os resíduos das centrais de produção de energia com carvão mineral, apesar de estes apresentarem propriedades mecânicas inferiores às do tijolo cerâmico.

Já Portugal não apresenta tradição na utilização do tijolo face à vista, ao contrário do tijolo furado que é largamente usado e representa cerca de 90% da aplicação actual em Portugal em novas construções¹. Portugal é um dos maiores produtores Europeus de tijolo cerâmico, com cerca de quatro milhões de toneladas, mas apenas 2% da sua produção é de tijolo face à vista. [APICER] Este contexto combinado com algum conservadorismo dificulta a aceitação de outros materiais no mercado.

Como as técnicas de execução do tijolo face a vista nunca foram aperfeiçoadas em Portugal, não houve uma evolução tecnológica como nos outros países. Para além de que em Portugal este material tem uma conotação de material excessivamente dispendioso, sendo segundo Baio Dias (CTCV) este o maior entrave a proliferação do tijolo à vista em Portugal. No entanto, segundo o director da Cerâmica Vale da Gandara, trata-se apenas de um investimento inicial, pois a sua extensa durabilidade e ausência de manutenção minimizam o investimento ao longo do tempo.

Outro factor que influencia negativamente o uso do tijolo é a falta de mão-de-obra qualificada, ainda mais num trabalho que requer qualidade técnica, conduzindo a uma má aplicação e consequente conotação de material mais susceptível de originar anomalias em edifícios. De uma maneira geral, em território nacional a construção é de má qualidade, desde a argamassa de assentamento que «é habitualmente, preparada no local à base de cimento e areia (uma pratica errónea e única no panorama internacional)»² até à inclusão de novos métodos e materiais «que parecem misturar-se com as soluções tradicionais viciadas, devido à inércia do sector da construção»³

No final do século XX duas empresas espanholas, a MAS e a Fojo tentaram introduzir o tijolo à vista em Portugal (especialmente no norte do país), impulsionando a sua aplicação na arquitectura portuguesa. Ambas acabaram por fechar, e mais tarde surgiu a CVG em 1994 com forte incidência neste material, impulsionando a sua utilização e o aperfeiçoamento da sua aplicação. Actualmente existem 5 indústrias produtoras de tijolo face à vista registadas na APICER [Tabela.1].

Quanto à regulamentação, Portugal apresenta uma legislação muito limitada. Neste momento não existe legislação específica relativa a estruturas de alvenaria. A diversidade de materiais que os diferentes países oferecem, muitas vezes produtos exclusivos que não têm equivalentes em Portugal, dificultam a aplicação da legislação nesses produtos, isto porque os diferentes formatos de tijolos têm diferentes exigências funcionais e não podem ser considerados pela nossa legislação, dificultando a expansão do mercado e o intercâmbio de

	Empresa	Produto
1.	Cerâmica da Floresta, Lda	Tijolo de furação horizontal e maciço, Abobadilha, gamaleiras, fugas e tijoleira de forma
2.	Cerâmica do Centro, Lda	Tijolo de furação horizontal e vertical e maciço
3.	Cerâmica Sotilha, SA	Telha, acessórios de telhado, tijolo face à vista e tijoleira rústica
4.	Cerâmica Tomense de M. Pereira, Sucrs, Lda	Telha, acessórios de telhado, abobadilhas, tijolo de furação horizontal, face à vista
5.	Cerâmica Vale da Gandara	Tijolo face à vista, tijolo paver
6.	Greslar - Artigos de Cerâmica, Lda	Tijolo maciço e de face à vista e tijolo decorativo para lareiras e churrasqueiras

Tabela.1 - Empresas nacionais que comercializam tijolo face à vista - subsector da Cerâmica Estrutural, APICER



Fig.56 - Biblioteca da Universidade de Aveiro, 1988-1995, Álvaro Siza Vieira

¹ CARVALHO, Fernanda; SOUSA, Hipólito de - Enclosure masonry wall systems worldwide in Portugal - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide". Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 11, pp. 179-196

² LOURENÇO, P.B. - Alvenaria: Passado e presente - Construção Magazine, n.º 12, 2005, pp. 34-35

³ Ibidem



Fig.57 - Planetário do Porto, 1998, José Manuel Soares



Fig.58 - La Haya, Holanda, 1986, Siza Vieira

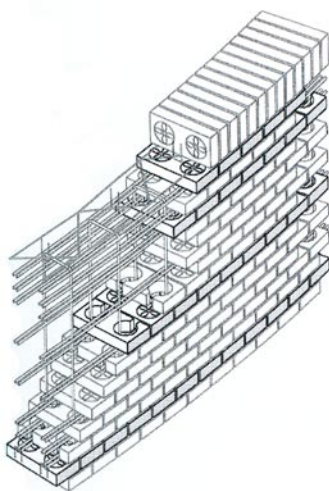


Fig.59 - Sistema combinado e tijolos específicos

profissionais da área. Na Europa temos desde os 'clay brick' no norte da Europa, os 'clinkers' na Alemanha e os 'engineering bricks' na Inglaterra.

Na actualidade o tijolo face à vista é utilizado em panos de fachada, como único material ou combinado com outros materiais. Como referência temos as obras vencedoras das edições do premio bienal de arquitectura em tijolo face à vista, promovido pela Cerâmica Vale do Gandâra no sentido de estimular a concepção de novas obras em tijolo face à vista. Neste concurso, a avaliação dos candidatos assenta na originalidade e criatividade das propostas, nas soluções técnicas e construtivas utilizadas, na qualidade da construção e no enquadramento da obra na envolvente.

Em Portugal podemos ver este material aplicado em obras como a Biblioteca universitária de Aveiro de Álvaro Siza Vieira [Fig.56], mostrando a versatilidade deste material, que permite criar a fachada oeste em forma ondulada. Também o planetário do Porto, do arquitecto José Manuel Soares, concluído em 1998, é envolvido por um muro perimetral de tijolo maciço, sobressaindo no seu pano liso uma saliência esférica [Fig.57]. Um outro exemplo da aplicação deste material, fora de Portugal, mas projectado por arquitecto português, temos o conjunto de casas em La Haya, na Holanda, onde se pode encontrar diversas formas de entender o tijolo numa cultura que o mantém [Fig.58]. Nesta obra Siza pretendia uma certa continuidade com a tradição do uso do tijolo da obra de Berlage, no entanto, Siza teve dificuldades para encontrar um paradigma de tradição local amplamente aceite, pois o uso do tijolo foi visto como reaccionário. Esta operação híbrida é evidente nas duas casas com comércio construídas em Van der Vennepark 1988, duas formas dinâmicas: uma casa em forma de barco em alusão ao expressionismo no tijolo de Michel de Klerk confrontando com um bloco branco derivado do construtivismo holandês.

O grande passo dado na aplicação de materiais cerâmicos, foi a **armação** das superfícies de alvenaria, permitindo o seu uso como elementos estruturais. A armação pode ser usada na horizontal, para prevenir fissurações, e na vertical, compondo pilares e muros de contenção. Ou ainda usar as duas armações combinadas (vertical e horizontal), conseguindo alcançar as mesmas possibilidades que se podem obter com o betão armado. Isto consegue-se passando a armação horizontal nas juntas horizontais, e a vertical pelas perfurações do tijolo. Neste caso é necessário utilizar tijolos especificamente desenhados para esse efeito, com aberturas de dimensões suficientes para permitir a passagem das barras verticais [Fig.59]. Como exemplo temos a obra a Igreja de Durazno (1968) de Eladio Dieste, que faz a combinação dos dois tipos de armação [Fig.60].

O aprimoramento das faces do tijolo – **rectificado** - potenciou a facilidade de os colocar em obra. Este passo conduziu para uma construção a seco, substituindo o tijolo por blocos cerâmicos rectificados. Este sistema teve inicio com o sistema KBS (Key Brick System) nos anos setenta, em que os tijolos rectificados eram presos por peças de plástico. Em 1980, na Alemanha surge o bloco cerâmico rectificado, que devido à sua peculiar disposição permitia uma considerável redução da condutividade térmica. Este rigor das peças permitiu também reduzir as juntas a não mais que 2 mm, no caso de se aplicar o cimento cola, em vez dos 10-15 mm de argamassa.

A tendência é para procurar soluções que facilitem a rápida colocação em obra, mecanizada e em seco, que se possa desvincular da qualificação ou perícia da mão-de-obra. E a alteração das peças da envolvente, reduzindo a sua espessura e incrementando a sua superfície à vista, afinando um encaixe que permita a livre dilatação das suas peças e a fácil ventilação da sua câmara-de-ar.

Outro produto que entrou no mercado foram as peças cerâmicas de encaixe, que consistem em placas cerâmicas com as mesmas características dos tijolos cerâmicos face à vista, que se penduram em seco sobre saliências dispostas em chapas metálicas. Desta forma a qualidade do aspecto final já não depende da habilidade de um pedreiro. Alguns destes sistemas desenvolveram os seus sistemas de fixação em seco segundo o sistema das telhas planas. Substituindo a sobreposição das telhas por juntas abertas, variando na espessura e dimensão das peças.

Telha

A cobertura em telha cerâmica, apesar de ser um símbolo de construções ultrapassadas, e em Portugal estar associada à casa do emigrante, consegue contudo manter-se no panorama da arquitectura portuguesa e nos mercados da indústria da construção.

Em Portugal, temos várias indústrias de produção de telha cerâmica, algumas das quais fazem esforços para actualizar as suas ofertas, criando novas peças e tonalidades que possam ser inseridas nos projectos contemporâneos [Tabela.2].

Na arquitectura portuguesa temos vários exemplos de utilização de telhado, com diferentes intenções, que geram diferentes resultados. Por exemplo, o arquitecto Pedro Maurício Borges, projectou duas casas nos Açores, onde o uso do telhado permite uma harmoniosa integração na paisagem, tanto pela aparência do telhado como pela inclinação deste que acompanha o declive. A casa Fonseca e Macedo apresenta coberturas em telha cerâmica castanha, assente sobre sub-telha em chapa canelada tipo ‘onduline’ em material betuminoso, garantindo a impermeabilidade de uma cobertura com pouca inclinação [Fig.61]. A casa Pacheco de Melo, que junta três corpos sob um único telhado de uma água, que vai sendo recortado para se adaptar à configuração dos volumes, adquiriu o ‘prémio secil 2002’, mostrando que se trata de uma obra de arquitectura erudita contemporânea portuguesa [Fig.62].

O telhado cerâmico permite criar uma boa integração numa paisagem de encosta, num centro histórico marcado pelos tradicionais telhados cerâmicos e nas zonas rurais também marcadas pelas coberturas inclinadas. A paisagem nacional é na sua grande maioria caracterizada pelas coberturas em telha cerâmica, o que poderia fazer destas uma opção viável em muitos projectos no sentido de os integrar na paisagem. No entanto, constata-se que muitas vezes a opção pelo telhado não é uma opção de raiz mas um pedido dos futuros habitantes, que encontram neste elemento algo de ‘familiar’.

Ao utilizar este elemento construtivo, muitas vezes os arquitectos jogam mais em termos expressivos com as estruturas que suportam os telhados do que



Fig.60 - Igreja de S. Pedro de Durazno, Uruguai, 1968, Eladio Dieste – uma nave que evita os pilares em 32 metros

	Empresa	Produto
1.	Barbosa Coimbra, SA	Telha e acessórios de telhado
7.	Cerâmica F. Santiago, SA	Telha
2.	Cerâmica Flaviense II, Lda	Telha, acessórios de telhado e Tijolo furação horizontal
3.	Cerâmica Sotelha, SA	Telha, acessórios de telhado, tijolo face à vista e tijoleira rústica
4.	Cerâmica Torreense de M. Pereira, Sucrs, Lda.	Telha, acessórios de telhado, abobadilhas, tijolo de furação horizontal, face à vista
5.	CS - Coelho da Silva, SA	Telha, acessórios de telhado e grelha
6.	CT - Cobert Telhas, S.ª	Telha e tijolo
7.	Empresa de Cerâmica da Carriça, SA	Telha e Acessórios de telhado
8.	Margon	Telha
8.	Martelha - Cerâmica de Martingança Lda.	Tijolo, tijolo paver e telha
9.	Umbelino Monteiro, SA	Telha, acessórios de telhado, pavimento e revestimento rústico e garrafeiras

Tabela.2 - Empresas nacionais que comercializam telha cerâmica - subsector da Cerâmica Estrutural, APICER



Fig.61 - Casa Fonseca e Macedo, Açores, 1998, Pero Maurício Borges e Miguel Figueira



Fig.62- Casa Pacheco de Melo, Açores, 2001, Pedro Maurício Borges

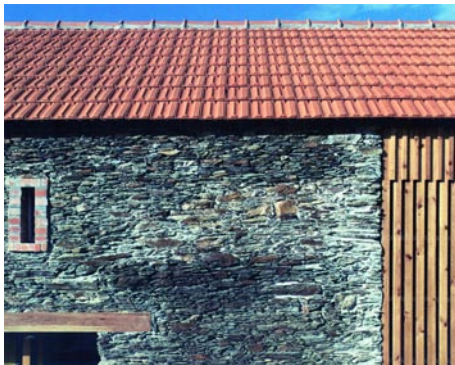


Fig.63- Telhado da Casa Palheiro, Mortágua, 2004, João Mendes Ribeiro

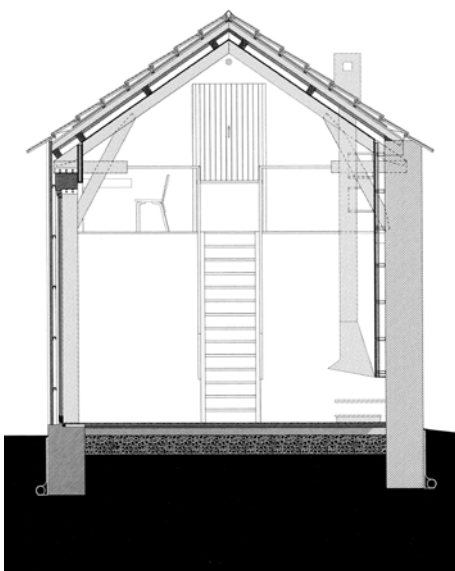


Fig.64- Desenhos pormenor Casa Palheiro, Mortágua, 2004, João Mendes Ribeiro

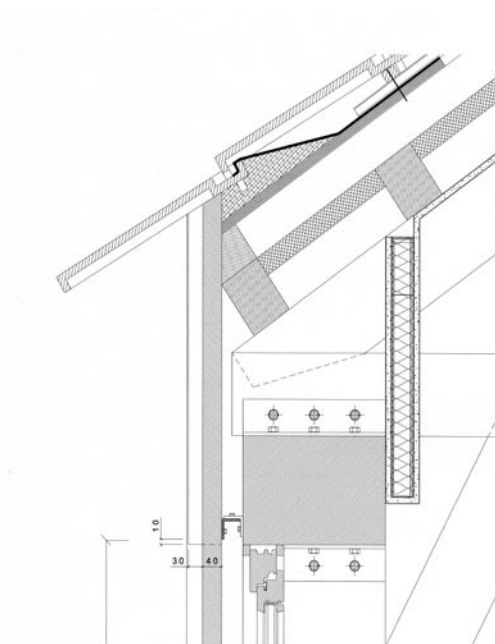
¹ Michel Toussaint in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.45

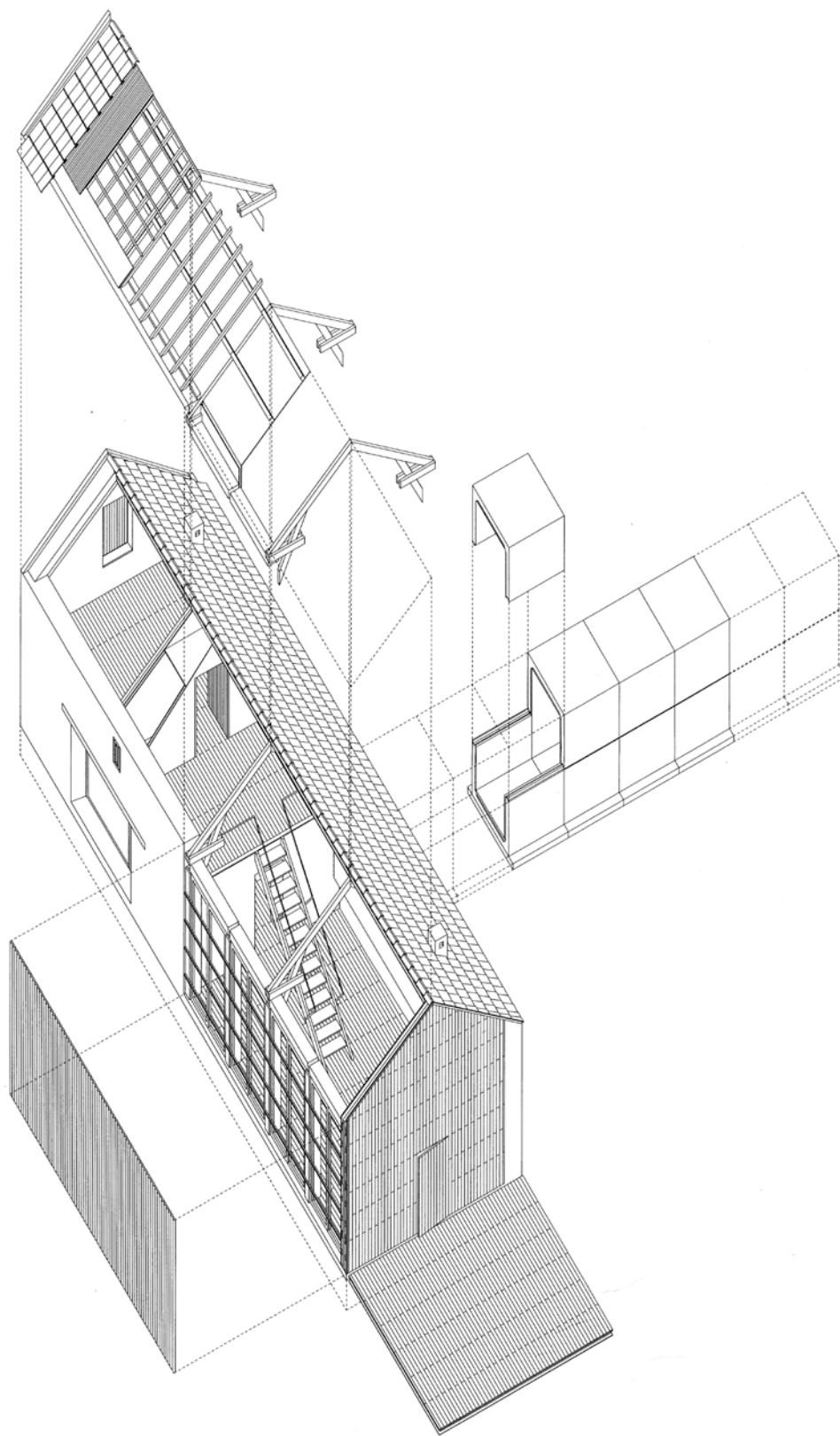
propriamente com a superfície de telhado, como a casa Rosa da ARX Portugal. Já a casa do Palheiro de João Mendes ribeiro, por exemplo, tira partido da textura e aparência cerâmica [Fig.63], numa obra que evidencia as qualidades estéticas de cada um dos materiais utilizados. Através de sistemas construtivos de simples pormenorização, o telhado é composto por duas águas simétricas que cobrem um espaço de forma básica, com ausência de beiral, procurando depurar as formas do antigo palheiro. Chega ao pormenor de colocar uma cantaria em tijolo cerâmico nas pequenas aberturas que vão pontuando a parede de xisto [Fig. 64].

Com a introdução de argamassas com melhores propriedades químicas, como as produzidas com cimento portland, obteve-se argamassas hidráulicas mais resistentes, rápidas e impermeáveis, e tornou-se possível um desenvolvimento evolutivo das coberturas realizadas em tijolo para coberturas de maiores vãos, com menos material – coberturas em cerâmica estrutural. Este passo, tornou a telha menos procurada. Visto que este sistema permite coberturas cerâmicas com formas tão complexas como as feitas em betão armado. No entanto, em Portugal, ainda não foram introduzidas estes produtos cerâmicos e técnicas de construção, o que leva a que se continuem a utilizar os materiais disponíveis no mercado, no caso as telhas cerâmicas.

«[...] o telhado continua a ser uma opção actual na produção da arquitectura erudita contemporânea portuguesa.»¹

Hoje em dia, o tijolo e a telha são materiais abundantes, baratos e que podem ser altamente eficientes e sofisticados. Estes materiais cerâmicos respondem como revestimento para diferentes situações, recuperando o seu papel como definidores de arquitecturas de geometrias complexas.





2.0| MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CERÂMICOS - TIJOLO E TELHA

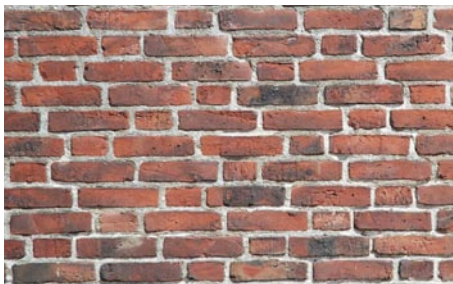


Fig.65 - Tijolo cerâmico: alvenaria e pavimento

A arquitectura é uma questão de material, é o seu uso que molda o estilo, que será criado a partir das qualidades dos materiais. Os materiais são o meio através do qual a arquitectura se expressa e os estilos são criados pelas descobertas das qualidades dos materiais empregues.

Os sucessivos períodos da história tiveram os seus diferentes materiais, os quais foram experimentados segundo as suas possibilidades, e os métodos resultantes desse tipo de tratamento dos materiais são a base do que posteriormente se classifica como estilo. As possibilidades oferecidas pelos materiais antigos parecem esgotadas, mas de facto, podem sempre ser descobertas novas oportunidades de expressão, da mesma forma que se descobrem nos materiais novos.

A terra cozida apresenta-se com características marcantes na arquitectura, que podem ser explicadas pela sua natureza de peças pequenas manuseadas pela mão humana. Esta característica conduz a que uma superfície (parede, pavimento, telhado) que utilize este tipo de materiais, seja composta por pequenas unidades e cada unidade em geral é uma repetição do seu vizinho e raramente de formas especiais [Fig.65 e Fig.66].

A influência dos materiais na arquitectura, dependendo das condições, pode ser mais ou menos acentuada. A terra cozida, apesar de ter sido utilizada quase sempre ao longo dos diferentes estilos de arquitectura, teve uma utilização mais expressiva, por exemplo, na arquitectura romana, posteriormente no estilo bizantino e durante o período medieval.

Estes dois materiais cerâmicos acompanharam grande parte da história da arquitectura. São materiais que se foram adequando a qualquer situação. Podemos encontra-los nas zonas desérticas e nos climas mais frios. O material cerâmico é um dos materiais construtivos mais capazes de conjugar tradição e inovação, continuidade e mudança.

Os materiais de construção em terra cozida aqui estudados, a telha e o tijolo (face à vista e paver) são elementos destinados a ficar visíveis após aplicação, pelo menos uma das suas faces. Este tipo de tratamento irá resultar numa influência acentuada por parte destes materiais na linguagem arquitectónica [Fig.67].

Neste trabalho serão focados apenas os elementos construídos com estes materiais cerâmicos, com função de vedação: Telhado – telha; Fachada - tijolo; Pavimento – tijolo; muros – tijolo. Para cada um destes elementos podem ser compostos diferentes sistemas construtivos.



Fig.66 - Telha cerâmica: telhado

1 | Matéria-prima

Os materiais em estudo têm como matéria-prima base a argila [Fig.68], um material natural que pode ser encontrado junto aos rios e apresenta-se nas cores branca e vermelha. Devido à sua plasticidade enquanto húmida e extrema dureza depois de cozida, esta é utilizada na elaboração de diversos tipos de peças, desde os materiais de construção (tijolos e telhas), louças até semicondutores utilizados nos computadores. Esta é a propriedade que caracteriza este material e o torna versátil em muitas áreas.

A terra é um material que existe praticamente por todo o mundo, mas de região para região varia de tipo de argila, dependendo da sua composição e estrutura. Após a sua transformação em cerâmica, torna-se um produto inorgânico. Os materiais aqui focados são classificados como cerâmicas cristalinas, pertencentes ao sector das cerâmicas tradicionais de base argilosa, quanto à natureza das suas matérias-primas. Quanto à classificação com base nos critérios de uso final dos produtos, estes estão incluídos na Cerâmica Estrutural ou Vermelha.

2 | Fabrico

O processo de fabrico dos materiais de construção cerâmicos em Portugal será apresentado de forma generalista. Os produtos cerâmicos em estudo são processados por via húmida e conformados mediante extrusão.

Este processo inicia-se com a extracção das matérias-primas, sendo a argila o principal componente destes materiais cerâmicos, extraída dos Barreiros [Fig.69]. Posteriormente é feita a separação dos tipos de argila, colocados em camadas intercaladas. Concluído o processo de extracção e estratificação, procede-se à pré-preparação do material, homogeneizando a matéria-prima e reduzindo-lhe a granulometria, esta ficará armazenada em local protegido, em repouso até ser necessária para a produção.

Depois, quando se pretender fabricar tijolo ou telha, o material em repouso é colocado num doseador para um novo processo de redução granulométrica, mais eficiente. Durante este processo de homogeneização é adicionada água que transforma a matéria-prima numa pasta que permite a trabalhabilidade necessária ao processo de extrusão.

As propriedades plásticas da argila são essenciais na fase seguinte, a conformação. Esta ocorre de forma sequencial com a preparação, numa máquina que efectua também a extracção do ar, o que contribui para uma maior resistência do produto final e diminui as imperfeições durante a cozedura. No final da extrusora existe um molde com a forma negativa do produto (tijolo ou telha), e posteriormente passam por um processo de corte e biselagem das arestas. Antes deste último processo, podem passar por outro dispositivo que permite dar acabamentos com diferentes texturas à peça cerâmica (passagem de rolos com os negativos da textura em relevo).

Com a sua forma final, as peças são armazenadas em câmaras de secagem em camadas singulares. Ficam durante mais de 40 horas a secar em 'estantes' com uma temperatura ambiente até 60°C, podendo esta ser uma secagem natural ou artificial com introdução de calor.



Fig.67 - Casa em Elvas, Luís Fernando Dias Caraças – apresenta as diferentes superfícies que se podem conceber em materiais cerâmicos



Fig.68 - Argila



Fig.69 - Barreiro da Cerâmica Vale da Gândara

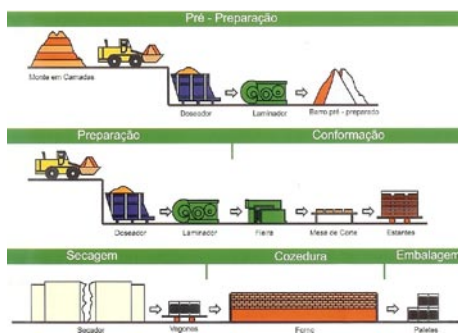


Fig.70 – Representação esquemática do processo de fabrico do tijolo cerâmico

Seguidamente são retirados das estantes e colocados em vagões, empilhados de acordo com o posicionamento dos queimadores do forno, que irão realizar a combustão nos espaços vazios das pilhas das unidades cerâmicas. A cozedura inicia-se com o pré-forno, numa zona em que os gases de queima são evacuados, passando pela zona de cozedura propriamente dita, que começa a partir de 700°C (podendo atingir os 1100°C) e onde ocorre a sinterização das unidades cerâmicas.¹ Este processo de cozedura é feito em fornos contínuos eléctricos que levam a argila a experimentar reacções físicas e químicas que lhe oferecem novas propriedades, como a dureza, a insolubilidade à água e a porosidade limitada, passando a ser material cerâmico.

As temperaturas no interior do forno são tão importantes na fase de aquecimento como na de arrefecimento, pois estas determinam a forma como as reacções internas ocorrem, sendo crucial para garantir a qualidade do produto final. O último processo é o de embalar o material em plástico, após arrefecimento completo do material [Fig.70].

Estes produtos cerâmicos podem ainda ter acabamentos superficiais finais. Por exemplo, o tijolo pode ser hidrofugado por imersão das paletes em tanques de hidrofugação, para melhorar o desempenho relativo à humidade. E no caso das telhas, estas podem ser vidradas ou recobertas com outras cores.

3 | Propriedades

Os materiais cerâmicos são produtos naturais que proporcionam um elevado nível de conforto, nomeadamente térmico e acústico, por adquirirem propriedades da sua matéria prima que é a 'terra'. Ao mesmo tempo que asseguram o isolamento da humidade e proporcionam o equilíbrio higrométrico das habitações, permitindo-lhes 'respirar'.

As propriedades do material foram melhoradas para se integrar no mundo da alta tecnologia, resultando na procura de novos sistemas construtivos.

Propriedades físicas – características intrínsecas do material:

- Densidade - material denso, principalmente o tijolo (2200kg/m³)
- Peso específico - um tijolo face à vista apresenta uma massa à volta dos 2,200 kg, já uma telha do tipo lusa apresenta 3,800 kg.
- Propriedades específicas - Resistente ao calor e a abrasão
- Propriedades Térmicas - Os poros pequenos juntamente com as características da matéria-prima conferem a este material capacidade como isolante térmico, acústico e eléctrico. O tijolo apresenta uma condutividade térmica de 0,40 W/mK.
- Propriedades magnéticas - Fraco condutor do calor e da electricidade
- O material cerâmico é caracterizado pela sua dureza. As peças usadas na construção apresentam uma permeabilidade moderada, devido aos poros muito pequenos. Esta sua estrutura 'capilar' ao absorver líquidos pelos poros do material pode facilitar o agarre da peça ou a secagem da argamassa. Estes efeitos devem ser controlados. É necessário ter em conta este aspecto, principalmente no caso da água absorvida congelar-se, aumentando o volume do material, rompendo o material que a contem.

¹ BRITO, Jorge de; CORREIA, João Ribeiro – Paredes de alvenaria de tijolo de barro vermelho. Instituto Superior Técnico, Mestrado em Construção, cadeira de Tecnologia de Contencções e Fundações, Janeiro de 2003

Propriedades mecânicas:

- Resistência à compressão - bastante resistentes à compressão, mas pouco à tracção, são considerados materiais relativamente frágeis por terem pouca resistência ao impacto e ao corte

Propriedades químicas:

- Tanto o tijolo como a telha cerâmica resistem bem aos ataques químicos, nomeadamente à corrosão química, provocada por exemplo por chuvas ácidas. No entanto, a presença de sais solúveis no interior do tijolo cerâmico pode aparecer quando a água penetra nos poros, conduzindo a eflorescências no exterior, que afectam tanto a aparência do material como a sua aderência.

4 | Razões para utilização destes materiais

As motivações que levam à escolha dos materiais e soluções construtivas a aplicar dependem de exigências funcionais, regulamentares e estéticas. Estas exigências dependem do uso do edifício e da sua localização. No campo das exigências funcionais pode-se incluir as exigências de segurança, de conforto e saúde e de economia.

[aparência]

A aparência destes materiais é uma das motivações que levaram à sua escolha. Neste projecto, tanto o tijolo como a telha, são materiais que ficam à vista, sem acabamento final. A extensão da sua utilização por toda a envolvente exterior, desde o pavimento exterior, muros de vedação, paredes do edifício e cobertura, permitem a criação de uma 'paisagem em cerâmica resistente'.

Os materiais cerâmicos têm cores naturais, agradáveis e atractivas, que são permanentes e não se degradam com o tempo [Fig.71], isto porque a sua cor deriva de complexas reacções físico-químicas durante o processo de cozedura, sendo toda a massa que o compõe da mesma matéria e cor.

Estes materiais de construção de pequenas dimensões, permitem criar grandes superfícies para ser vistas ao longe, mantendo sempre uma boa aparência ao perto. Mostram capacidade de atracção através da sua textura, tanto à escala da peça separada (unidade), como no conjunto de peças ligadas, numa outra escala - a escala da alvenaria e do telhado. A Fabrica Carlsberg Brewery em Copenhaga é um exemplo, nesta obra o tijolo consegue criar um efeito a uma vista à distância (grande escala) e um efeito a uma vista próxima (pequena escala), com harmonia, tirando partido da textura do material, resulta que, à medida que nos vamos aproximando do edifício o carácter da sua textura começa gradualmente a mostrar a escala das unidades de tijolo.

[versatilidade]

As suas unidades pequenas permitem uma maior versatilidade na criação de formas, texturas e cores. Permitindo a estes materiais adaptar-se às novas exigências impostas pelas novas formas de construir. A sua capacidade de se adaptar a diferentes escalas, permite que o seu uso seja adequado tanto em edifícios de grandes dimensões como as fábricas, como numa pequena habitação unifamiliar [Fig.72].



Fig.71 – Quinta em Oudenburg, Bélgica, século XVIII – os edifícios contêm uma robusta expressão rural, dada por paredes em tijolo cerâmico onde se abrem alguns vãos austeros e pelas coberturas de duas águas de acentuadas pendentes revestidas a telha cerâmica. O conjunto possui uma forte e carismática presença, acentuada pela tonalidade dada pelos materiais cerâmicos, que é realçada por uma pigmentação com diversas nuances que lhes acentua o carácter e enfatiza a marca da passagem no tempo



Fig.72- Casa Velisi de David Kraus – utilização do tijolo numa pequena habitação, de forma depurada



Fig.73 - Museu Marta - Herford, Alemanha, 2005, Frank Gehry



Fig.74 - Museu Kolumba – Cologne, Alemanha, 1997-2003, Peter Zumthor

A versatilidade destes materiais cerâmicos passa também por permitir criar vedações com formas mais complexas, como é exemplo a obra de Frank Gehry [Fig.73], como criar texturas na superfície por eles criadas, como por exemplo o faz o tijolo num pano de alvenaria [Fig.74].

[resistência]

Principalmente os materiais aplicados no exterior, devem oferecer resistência aos agentes agressivos do exterior por longo período de tempo. Materiais cerâmicos como o tijolo e telha, já deixaram muitas provas na história da sua durabilidade. Garantindo a correcta execução dos vários elementos construtivos, a habitação ganha uma maior durabilidade, sem necessidade de manutenção, ou manutenção muito reduzida. Os tijolos e as telhas suportam climas extremamente agressivos e são inertes a quase todos os ataques químicos. Os tijolos à vista apresentam elevada resistência à compressão e os tijolos paver apresentam uma resistência mecânica comparável à da pedra natural. No caso dos pavimentos é importante a sua elevada resistência ao desgaste, como a resistência a outros agentes externos como derrame de líquidos, o gelo e as temperaturas altas.

«Poucos sabem que nos países industrializados a grande maioria do material produzido tem resistências entre 500 y 100 kg/cm², e há tijolos de preço acessível que alcançam 1500 kg/cm², resistências que igualam ou superam a dos melhores betões.»¹

[inércia térmica]

A terra cozida apresenta por si um bom isolamento térmico, e uma superfície deste material irradia menos calor no Verão e absorve menos no Inverno.

O conforto térmico no interior da habitação é uma exigência de conforto largamente influenciada pela constituição da cobertura e parede exterior. Ambos devem contribuir para manter a temperatura no interior da habitação com o mínimo consumo energético. O novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) tem exigências mais rigorosas. A parede de tijolo face à vista apresenta a possibilidade de cumprir essas novas exigências, que as tradicionais paredes em tijolo furado não cumpriam. Isto porque, num sistema de paredes duplas, é facilitada a aplicação do isolamento de forma contínua, (evitando as pontes térmicas), sendo o tijolo também aplicado de forma contínua. Como o tijolo absorve e liberta o calor lentamente, a temperatura no interior da habitação é constante e consegue manter-se mais fresco durante o dia e mais quente durante a noite.

A telha, pode conseguir manter mais ou menos as condições do exterior, dependendo da eleição da cor. No caso de utilizar uma telha clara, a temperatura exterior de 36 graus será mantida no interior, já numa cor intermédia, o interior atingirá os 48 graus, e no caso da telha preta, poderá chegar aos 76 graus. A cobertura em telha permite também um sistema que garanta a continuidade do isolamento térmico entre as paredes exteriores e a cobertura.

[leveza]

A terra cozida possibilita alvenarias de uma leveza inalcançável com o betão ou pedra. Essa leveza permite construir os panos de cobertura de dimensões comparáveis às usadas em betão.

¹ DIESTE, Eladio - La estructura cerámica - Bogotá, Colección SomoSur, 1987, pp.33

[reacção ao fogo]

O material cerâmico é incombustível, relativamente à reacção ao fogo, enquadra-se na classe A1. Os produtos cerâmicos satisfazem os requisitos de comportamento ao fogo exterior, sem necessidade de ensaio, pois satisfazem as definições dadas na Decisão da Comissão 2000/553/EC.

Tanto a reacção ao fogo destes materiais, como a resistência ao fogo dos elementos de construção que estes compõem, apresentam vantagens. Por exemplo as paredes com alvenaria de tijolo à vista, em comparação com uma de alvenaria de tijolo furado, apresentam um desempenho ligeiramente superior (CF120) [Tabela.3].

[isolamento acústico]

Outro aspecto que garante o conforto no interior da habitação é a sua acústica. A cobertura e as paredes exteriores são a maior barreira ao ruído exterior. O Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR) define zonas com diferentes níveis de ruídos que conduzem a diferentes exigências de isolamento. Segundo a lei da massa, um material mais denso terá um melhor comportamento acústico. Os materiais cerâmicos que envolvem a habitação através dos respectivos sistemas construtivos aplicados, são de estrutura densa. No tijolo, este desempenho depende também do tipo de furação vertical.

[impacte no meio ambiente]

O material cerâmico como produto finalizado, não gera emissões nem reacções tóxicas, sendo considerado como inerte. O facto de ser um material durável, de reduzida manutenção e com um final de vida útil de fácil resolução, torna-o um material não agressivo para o meio ambiente. Apesar de a fabricação ter elevados gastos de energia (4,5 a 10 MJ/Kg), assim como de utilização de água (400L por 1 kg).

[materiais locais]

Na actualidade, tanto por razões ambientais, como económicas, a utilização de materiais locais mostra-se relevante.

[durabilidade – manutenção mínima]

Uma das maiores vantagens dos materiais cerâmicos é a sua durabilidade. Os materiais de terra cozida apresentam um bom envelhecimento e exigem uma manutenção mínima.

[custos]

Segundo estudos efectuados¹ a aplicação destes materiais apresenta-se como uma solução financeiramente competitiva. Apresenta um custo inicial mais elevado, que será recuperado com a pouca ou inexistente manutenção exigida. Este tipo de material de construção, apenas terá de ser limpo, os seus custos de manutenção em 10 anos são praticamente nulos [Tabela.4]. Por exemplo, uma parede de tijolo à vista apresenta custos de aplicação na ordem dos 46,50€/m² e uma parede de tijolo furado rebocada e pintada ronda os 49,50€/m² ao que se deve acrescer custos de manutenção (40€/m²). Assim como a telha cerâmica, que no nosso país, continua a ser um dos materiais mais competitivos face a qualquer outro tipo de material usado para cobertura.

De uma maneira geral, os materiais de terra cozida para a construção, permitem obter preços por metro quadrado, sem comparação a nenhum outro

	Espessura mínima de paredes de alvenaria (cm)									
	Não estruturais					Estruturais				
	CF 30	CF 60	CF 90	CF 120	CF 180	CF 30	CF 60	CF 90	CF 120	CF 180
Tijolo maciço ou perfurado sem reboco	7	7	11	11	22	11	14	22	22	22
Tijolo furado com reboco (e = 15 mm)	7	7	11	15	22	11	14	15	22	22

Tabela 3 - Espessura mínima de paredes face às exigências contra incêndios (adaptado de Silva et al, 2000).

Manutenção	TPV*	Pintura**
3 anos	0	7,50
6 anos	0	15,00
9 anos	0	22,50
Total	0,0 €/m ²	42,55 €/m ²

*Valores questionáveis, pois a manutenção das fachadas pode ser necessária, embora reduzida.

**Valor previsto para os custos do material + mão de obra de aplicação + aluguer de andaime.

Sem considerar o valor da inflação anual em todos os valores.

Tabela 4 - Previsão de custos de manutenção em 10 anos (adaptado de Manual, 2006)

¹ Empresa Cerâmica Vale da Gândara

2.1| TIJOLO CERÂMICO

1 | Introdução

O tijolo cerâmico é um dos materiais artificiais de alvenaria mais antigos. Ao longo dos séculos o tijolo foi sempre um dos principais materiais da actividade construtiva, independentemente dos estilos arquitectónicos, das culturas e das zonas climáticas. Pode ser considerado um dos primeiros materiais pré-fabricados utilizados na construção. Trata-se de uma unidade pequena de construção, que para uso em contacto com exterior pode ser maciça ou perfurada. Neste trabalho, serão tratados os tijolos expostos no exterior, tanto para utilizar em fachadas (face à vista) como em solos e muros (paver).

O tijolo serviu de estrutura através de muros e pilares, actualmente serve de vedação, e pode ser usado noutras partes do edifício, assim como no exterior. Foi aplicado em obras de grandes extensões, como em construções modestas. O tijolo foi o material chave em alguns momentos da história, tanto na construção de bairros na revolução industrial, como na execução de grandes fábricas. Também foi o tijolo o impulso da separação da parede em duas folhas com o 'Cavity Wall', um sistema que permitiu o desenvolvimento de várias soluções construtivas.

Como se trata de uma peça cerâmica de dimensões reduzidas, a sua colocação em obra é feita pela associação de vários tijolos, uns junto aos outros, ordenadamente e justapostos de acordo com uma determinada lei de travamento, processo a que se chama alvenaria. A alvenaria de tijolo cerâmico, obtida pela coesão entre o tijolo e o material aglomerante, colocada na posição vertical permite obter um elemento arquitectónico com comportamento resistente.

Em Portugal, o tijolo tornou-se num elemento de enchimento de alvenaria, sem funções estruturais e revestido. Em consequência da evolução nacional, a alvenaria de tijolo passou a assumir um papel de pouca relevância, concebida com uma execução que exige pouca qualificação técnica, ao contrário do tijolo face à vista que requer uma aplicação cuidada e rigorosa. Mas apresenta vantagens, como a ausência de trabalhos de reboco e pintura, tendo um acabamento final após a sua aplicação, tem uma durabilidade notável e é esteticamente agradável.

Em muitos países, como no Reino Unido, o tijolo foi e é actualmente, um elemento de alvenaria utilizado com face à vista. O uso generalizado e de longa data da alvenaria de tijolo, principalmente na Europa do norte (Inglaterra, Holanda), tem assegurado uma boa compreensão das propriedades gerais do material. Trata-se de um material de alvenaria tradicional que tem vindo a ser desenvolvido ao longo de milhares de anos, passando de uma operação de relativamente pequena escala para uma de produção em grande escala. Foram introduzidas no mercado novas cores e texturas, destacando-se particularmente duas tendências: tijolo maciço e tijolo perfurado.

Uma das atracções da alvenaria em tijolo é que pode assegurar a continuidade do tratamento para os edifícios e seus arredores. Estes requisitos têm uma implicação importante no projecto. Aproveitando as potencialidades deste material de construção é possível criar alvenarias de diferentes escalas, cores e texturas, dependendo da forma como é aplicada esta pode ser usada tanto numa situação urbana, como numa rural.

A alvenaria de tijolo é apreciada pela sua aparência, especialmente pela textura, cor e escala. A escala de alvenaria é um dos factores de interesse na aparência, e o tamanho pequeno da unidade oferece flexibilidade ao projecto (adequado para trabalhar partes arredondadas). Uma parede de alvenaria de tijolo, vista de longe, ou apenas momentaneamente enquanto se viaja por uma estrada principal pode ter requisitos de concepção muito diferentes do que a que é vista regularmente ao perto.

Uma das características atraentes da alvenaria em tijolo é que envelhece bem, o seu desgaste natural resulta muitas vezes em pequenas alterações na aparência dos materiais em diferentes partes de um edifício, mas normalmente, nada de substancial. Há inúmeros exemplos de uma vida longa e em grande parte livre de manutenção em prédios de tijolo, igualmente, há uma abundância de provas da sua capacidade de suportar as condições mais rigorosas.

Este material de construção é geralmente associado a uma arquitectura de volumetrias maciças, simples, numa busca de pureza formal e estrutural. Normalmente definidas por panos murais lisos que clarificam essa simplicidade.

2 | Tipos

Os tijolos de utilização à vista, apresentam vários tipos genéricos:

- Maciço: em geral não apresenta perfurações e no caso de as ter, estas apresentam um volume inferior a 10% do tijolo maciço. Hoje em dia é usado apenas para pavimento e muros de vedação (paver) [Fig.75].
- Perfurado: o tijolo perfurado apresenta perfurações verticais, com volume superior a 10%. Este é o tijolo usado numa alvenaria face à vista [Fig.76].
- Ladriflor: este tipo de tijolo é um elemento fundamental para aplicação na alvenaria armada, pois apresenta perfurações na vertical, as quais permitem a passagem das armaduras na vertical. Estes são concebidos de maneira a serem utilizados de forma convencional e permitem partir o interior facilmente com um ligeiro golpe, para que esse buraco interior seja maior, no sentido de se adaptar às armações verticais [Fig.77]. Este tipo tão versátil não é comercializado em Portugal, temos a sua oferta em Espanha, através da arquinox.

3 | Forma e Dimensões dos tijolos

O tijolo cerâmico é um material de construção elaborado com base nas dimensões da mão humana, tendo em conta a facilidade de colocação por parte do trabalhador, apresentando uma forma ortoédrica [Fig.78], adaptadas também às propriedades da argila e respectiva cozedura. As dimensões do tijolo variam consoante o país, de região para região, assim como variaram ao longo da história. Como material genérico em vários países, as suas dimensões apresentam-se com iguais proporções – o comprimento é o dobro da largura. Para colocação em obra é imposto um limite dimensional e de peso (2,5kg) da peça, no sentido de garantir que o assentador possa maneja-lo com uma só mão, utilizando a outra para repartir a argamassa com a pá triangular.



Fig.75 - Tijolo maciço

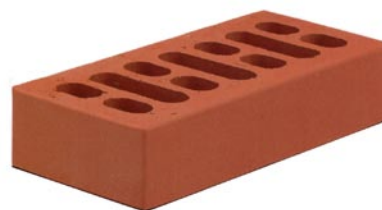


Fig.76 - Tijolo perfurado

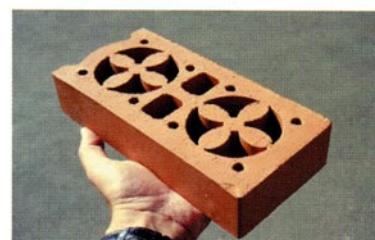


Fig.77 - Tijolo Ladriflor - específico para alvenaria armada

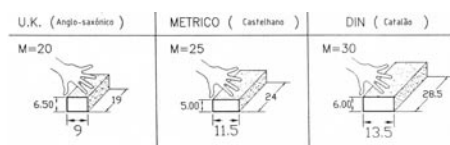


Fig.78 – As diferentes dimensões de tijolo segundo as regiões, apresentam-se sempre num limite que permita a facilidade de manuseamento por parte do trabalhador

Tijolo standard	Dimensões (mm)
Britânico	190 x 900 x 65
Americano	200 x 940 x 63
Holandês	210 x 104 x 50
Espanha	240 x 115 x 50
Catalão	290 x 140 x 50

Tabela 6 - Diferentes dimensões praticadas em diferentes países

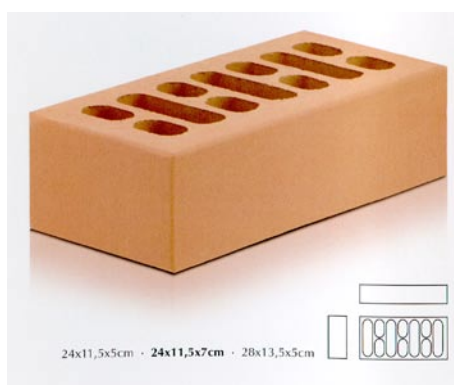


Fig.79 - Tamanho do tijolo em território nacional

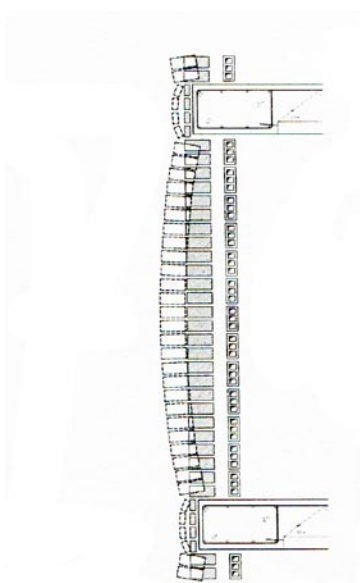


Fig.80 - Sistema construtivo utilizado em Espanha

No quadro abaixo são apresentados os formatos disponíveis em território nacional:

Tabela 5 - Tamanhos comumente disponíveis de tijolos e pavers. Número de unidades por metro quadrado de pavimentação permitindo junta de 10 mm. Nenhuma permissão para corte ou resíduos.

Tipo	Tamanho da unidade de trabalho (cm)	Formato da face exposta		Nº unidades por m2
Klinker	240 x 115 x 50	240 x 50		68
	240 x 115 x 70	240 x 70		52
	280 x 135 x 50	280 x 50		59
Pavers	200 x 100 x 50	Ao baixo	200 x 100	45
		Ao alto	200 x 50	85
	200 x 100 x 70	Ao baixo	200 x 100	45
		Ao alto	200 x 70	65

O módulo de tijolo nacional [Fig.79], apresenta dimensões mais próximas das praticadas em Espanha, maiores que as apresentadas na Europa central. Temos por exemplo o tijolo standard britânico com 19 x 9 x 6,5 cm e o Holandês com 21 x 10,4 x 5 cm, que se apresentam com larguras à volta dos 10 cm, menor que as dimensões ibéricas. Estas larguras que vão de 9 a 13,5, parecem insignificantes, mas têm importantes consequências construtivas, que condicionam a sua utilização em alvenaria. Isto porque, podem ter maior ou menor estabilidade segundo a sua esbeltez.

As larguras dos tijolos ibéricos, de 11,5 e 13,5 permitem levantar um pano de parede meio-tijolo de 3 metros de altura, sem necessidade de grampos para se amarrar ao pano de parede interior estrutural. No entanto, o sistema construtivo adjacente a este tipo de opção mostrou-se uma solução falhada, de que é exemplo a construção em Espanha [Fig.80].

Esta solução, ao permitir construir panos de parede de 3 metros de altura, apresenta-se semi-embutido na estrutura, sobre a borda da laje. Desta forma é restringida a liberdade de movimento da vedação, para além de produzir um elevado grau de patologia.

A solução do tipo 'cavity wall' inglesa mostra-se uma solução mais eficaz. Nesta solução, composta por parede dupla com caixa-de-ar contínua, há tendência para utilizar a espessura mínima na parede exterior, dada pela largura do tijolo, que em Inglaterra é de 9 cm. Como esta é grampeada à parede portante interior, é favorável minimizar a sua espessura e peso. O sistema construtivo de cada país é criado em função da unidade modular do tijolo local, isto porque, as diferentes larguras de tijolos correspondem a diferentes capacidades de resistência para uma mesma altura de parede. Se concluirmos que, como comprova a história, a solução do tipo 'cavity wall' é mais eficiente, mostra-se pertinente apresentar tijolos mais leves, através de uma menor largura, isto porque, neste sistema, a fachada de alvenaria de tijolo deve ser o mais ligeira possível, visto que todo o incremento de peso que não seja absolutamente necessário repercutirá na sobrecarga da estrutura que o suporta.

É também possível obter outro tipo de tijolos por encomenda, dependendo da quantidade em causa. No caso da Escola do padrão do arquitecto Nuno Brandão Costa foi criada uma nova tonalidade de tijolo [Fig.81].

No entanto, deve ser tido em conta, que uma produção especial de pequenas quantidades terá inevitavelmente um aumento de custos. Com tijolo de barro, as formas especiais podem significar diferenças na fabricação, nomeadamente devido ao aquecimento, podem resultar em cores ligeiramente diferentes dos tijolos standard. Teria de se avisar previamente o fabricante para pôr no fogo os tijolos standard e os especiais em conjunto, para eliminar essa possibilidade. Se forem formas incomuns ou tijolos maiores que o normal podem apresentar problemas de fabricação. Uma consulta directa com o fabricante de tijolos pode ser muito útil, tanto para confirmar que peças especiais estão disponíveis em stock e para assegurar se é viável fazer peças por encomenda e se podem ser produzidas quando necessário, mantendo a continuidade na aparência.

Existem ainda formas de tijolo especiais, para remates específicos. Estas formas especiais de tijolo, não existem no mercado português, é necessário entrar no mercado internacional.

Destes formatos especiais podemos destacar:

- Tijolo boleado – usado para rematar topos dos muros (capeamento) [Fig.82]
- Tijolo chanfrado [Fig.83]
- Tijolo de ângulo
- Meio tijolo
- Três quartos tijolo
- Tijolo de fecho ‘King’
- Tijolo de fecho ‘Queen’
- Tijolo de topo redondo
- Tijolo de remate

No caso do parque de estacionamento em Bremen, na Alemanha, foram concebidos diferentes tipos de tijolos para se adaptarem ao projecto [Fig.84].

4 | Especificações técnicas

Poucos materiais resistem ao passar do tempo conservando as suas características mecânicas e estéticas sem cuidados de manutenção como acontece com o tijolo. O tijolo permite criar um elemento construtivo que proporciona ao mesmo tempo resistência às intempéries e ao fogo, isolamento do frio e do calor, e resulta de produção rápida e económica.

O tijolo pode ter a função de enchimento (quando preenche apenas os vãos de uma estrutura) ou pode ser portante, quando a parede é feita exclusivamente de tijolo. O comportamento do tijolo é estabelecido em função do seu papel (portante ou enchimento) e consoante a sua aplicação, neste caso em fachadas.

O tijolo face à vista está definido como unidade cerâmica para utilização em alvenaria não protegida, enquadrando-se na classificação ‘unidades HD’ (High Density). Contemplando também uma massa volúmica seca bruta maior do que 1000 kg/m³ para utilização em alvenaria protegida. Em Portugal os tijolos face à vista apresentam uma massa volúmica real seca superior a 2000 kg/m³. A sua resistência à compressão é idêntica à do tijolo furado. As propriedades térmicas do tijolo são um dos factores que tornam este material atractivo para



Fig.81 - Escola do Padrão, Matosinhos, Nuno Brandão Costa

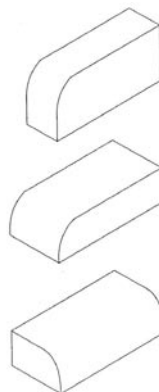


Fig.82 - Tijolo boleado

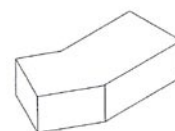


Fig.83 - Tijolo chanfrado



Fig.84 - Parque de estacionamento – Bremen, Alemanha

fachadas de edifícios. Assim como a sua reacção ao fogo, característica importante na generalidade dos edifícios e em especial na habitação.

O tijolo como se destina a uma aplicação no exterior, dependendo do tipo de utilização que terá (parede, muro ou pavimento), é relevante considerar a sua capacidade de absorção de água, como também a sua permeabilidade ao vapor de água. Segundo o anexo B.6 da NP EN 771-1:2006, «o aspecto destes tijolos cerâmicos e a sua avaliação deverão ser referidos num contrato de compra. O requisito variará em função da utilização a que se destinam os tijolos de face-à-vista, sendo conveniente ter em conta as suas características intrínsecas, por exemplo, revestimento corrente e execução manual. A título de orientação, é conveniente dar especial atenção a fissuras profundas ou extensas, a cantos e arestas danificados, a pedras e inclusões calcárias.»

As alvenarias tradicionais tinham a função de estrutura e vedação ao mesmo tempo, por isso eram mais espessas no sentido de permitir um maior ganho de resistência à compressão e estabilidade. Hoje em dia, já não é rentável este tipo de método construtivo devido às espessuras necessárias. Actualmente, não existem valores mínimos ou máximos exigidos por lei para grande parte das especificações técnicas do tijolo cerâmico, cada empresa produtora deve estabelecer especificações que devem ser comprovadas através de um plano de ensaios adequado, segundo as normativas em vigor¹. A limitação deste tipo de material enquanto estrutura está na sua construção em altura, que é limitada pela regulamentação nacional.

Um aspecto a considerar quando se utiliza tijolo são os factores de alteração da aparência, que resultam da acção da água. Como o tijolo apresenta uma grande capacidade de absorção de água, e está sujeito a esta - pela humidade natural, pela água existente nas argamassas das juntas, pela água das chuvas, pela água que sobe por capilaridade e pelas condensações - é necessário garantir que o tijolo seja capaz de eliminar a água que absorveu. Os inconvenientes da introdução de água nos tijolos, para além de tornar os locais afectados húmidos e afectar a sua durabilidade, resultam na formação de eflorescências. Isto acontece, devido aos sais solúveis (sulfatos de cálcio, magnésio, potássio e sódio) contidos na argila, que devido aos movimentos da água nos tijolos, são trazidos para a superfície, deixando manchas brancas.

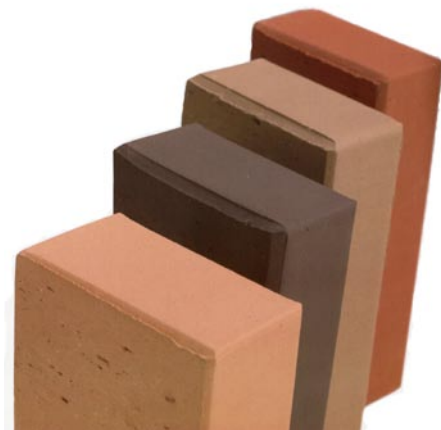


Fig.85 - Diferentes tonalidades de tijolo com textura rugosa

5 | Aparência

O tijolo no seu aspecto depende de vários factores: cor, formato, tipo de tijolo e superfície de acabamento (textura) [Fig.85]. No mercado existe uma ampla gama de cores e texturas e as juntas potenciam a sua capacidade expressiva. Uma das vantagens dos tijolos cerâmicos é o facto da sua coloração não sofrer alterações ao longo do tempo. Este aspecto é de maior relevância quando o tijolo é usado como pavimentação, onde sofre maior desgaste físico.

O tijolo cerâmico é fabricado com argila conhecida tecnicamente como silicato hidratado de alumina, combinada com outros componentes como: óxidos de ferro, cálcio, magnésio, potássio, sódio, titânio e enxofre. A sua cor depende do tipo de argila (quantidade de óxido de ferro e carbonato de cálcio que pos-

¹ DIAS, António Manuel Baio; FERREIRA, Marta Luísa - Guia para implementação de um sistema de controlo da produção para a marcação CE de tijolo cerâmico, telha cerâmica e acessórios. Coimbra: Apicer, Fevereiro de 2007

sua), da temperatura de cozedura e do tipo de atmosfera do forno (oxidante ou redutora). Os tijolos fabricados a partir de argilas ricas em carbonato de cálcio e ferro resultam em tijolos de cor alaranjada, as ricas apenas em carbonato de cálcio produzem tijolos amarelentos. Já com argilas ricas em óxidos de ferro resultam tijolos em cores vermelhas e violetas e as pobres nestes compostos resultam numa cor branca amarelada. Quanto à cozedura, se esta atingir temperaturas superiores a 1200°C os tijolos obtêm tonalidades escuras.

A superfície de acabamento destes tijolos pode ser lisa, ou de acabamento rugoso. Também podem ter um acabamento vidrado, o que neste caso de estudo não interessa.

6 | Custos

O custo das unidades deve ser avaliado em termos de área, em vez de preço por unidade. Na contabilização do número de unidades por metro quadrado deve ter-se em conta a variedade do tamanho da unidade e a largura das juntas, se são largas ou mais estreitas (normalmente 10mm).

2.1.1| TIJOLO FACE À VISTA - FACHADA

As estruturas de alvenaria de tijolo, com o aparecimento das estruturas porticadas de betão armado, foram substituídas por estas, desta forma, a alvenaria vê o seu papel reduzido a forro desta nova estrutura.

A ciência da construção das paredes com tijolo aparente (à vista) combinada com uma estrutura interior em betão, é uma extensão do sistema romano que se prolongou para os bizantinos. No sistema romano era assegurado o corpo da estrutura, e posteriormente este era vedado pelo exterior com uma carcaça de alvenaria, composta por grandes massas de tijolos finos. Na construção romana, esta alvenaria era posteriormente revestida a mármore. A ideia que a construção bizantina trouxe foi a de mostrar esta carcaça de alvenaria e tirar partido da sua expressão plástica, criando inclusive, novas formas de dispor os tijolos que contribuíam grandemente para a decoração do exterior do edifício.

Ao longo da história, os sistemas foram evoluindo, surgindo o 'cavity wall' e suas adaptações. Este sistema ao dividir a parede em dois panos, permitiu que a função de vedação e de estrutura fossem independentes. Dando a possibilidade de criar um só elemento, em que cada estrato assume a respectiva função. Com a introdução das estruturas de betão armado ou das estruturas de ferro no pano de parede interior, as vedações mostraram necessidade de se tornarem independentes da estrutura porticada, para evitar que a estrutura e a vedação interfiram nos seus respectivos movimentos, que são de natureza muito diferente. Os movimentos da vedação cerâmica e da estrutura de betão armado são mesmo contraditórios, a envolvente tende a crescer e o esqueleto tende a retrair-se.

Este tipo de construção de parede, pode incluir-se nas paredes sólidas de fachada fria (Cold façade), caracterizadas pela presença de uma cavidade que permite ventilação, onde é colocada a camada isolante, separada da camada de protecção climática por uma camada de ar. Este sistema permite que a camada isolante possa manter-se seca, caso a água penetre na fachada que funciona como camada protectora, isto porque esta camada externa – a vedação – oferece protecção contra as intempéries.

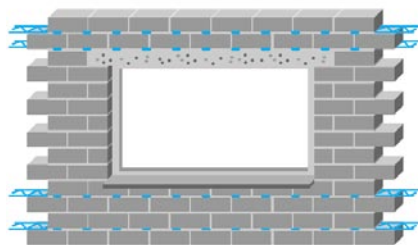
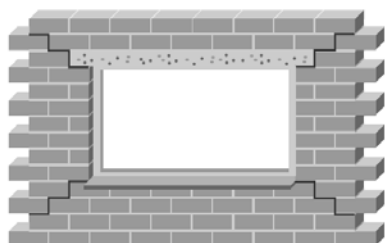


Fig.86 – Armação horizontal resolve problemas de fissuração no contorno das aberturas

A fachada actual é baseada na evolução de vários milénios, as soluções actualmente em uso são assentes nos resultados de métodos de construção experimentados e testados com os materiais tradicionais. A progressiva evolução da fachada cerâmica, principalmente a perda da sua capacidade portante para converter-se numa 'pele', marca o desenvolvimento de novas linguagens formais e técnicas construtivas. Actualmente procuram-se novas formas de aproveitamento da cerâmica estrutural, e um grande passo nesse sentido foi o aparecimento do sistema de **alvenaria armada**. Este sistema, implica dispor a armação de forma homogénea (diferente de alvenaria reforçada, que se refere a uma armação localizada), que pode ser apenas horizontal ou combinado com a vertical, criando um sistema integrado. A armação horizontal, pode ser usada para: prevenir fissurações em panos de grande comprimento; resolver problemas de tensões que se formam no contorno das aberturas [Fig.86], até mesmo realizar o lintel; reforçar paredes sujeitas à acção do vento e alvenarias sujeitas a deformação. Isto porque, ao armar ao longo de três ou quatro fia-

das na base e na parte superior da parede, esta armação trabalha como uma viga. Também permite resolver mais facilmente a ancoragem de duas folhas de parede [Fig.87]. Esta armação horizontal realiza-se alojando barras de armação nos leitos da argamassa, numa quantidade mínima, segundo o Eurocódigo 6 (não deve ser inferior a 0,03% da secção bruta da parede onde é aplicada). As barras da armação horizontal podem apresentar-se como barras independentes (com diâmetros não superiores a 6 mm, para juntas de 10 a 15 mm de espessura) ou com uma armadura em treliça triangular, com uma grande variedade de dimensões para todos os tipos de parede, e com diferentes graus de protecção contra a corrosão. No entanto, esta armação horizontal não resolve todas as exigências estruturais, mas se for combinada com uma vertical, obtemos um sistema estrutural - sistema de alvenaria integral. É a armação horizontal que permite armar paredes com formas geométricas curvas, de que é exemplo a Igreja da Atlântida no Uruguai de Eladio Dieste e a Igreja San Juan de Ávila em Alcalá de Henare, realizada junto com Carlos Clemente e J. de la Hoz, já referidas.

Neste trabalho, será focado o papel da vedação, enquanto estrato de um elemento construtivo que compõe a fachada. A execução deste tipo de vedação requer cuidados especiais, com o ancoramento ao pano interior, com a qualidade das argamassas, com as juntas de dilatação, com a estanquidade, com a qualidade do acabamento, com as pontes de humidade e com a colocação de armaduras em zonas críticas.

Face à complexidade das exigências a serem cumpridas por uma fachada é importante considerar os seus vários requisitos ao longo das diferentes fases de construção: durante a sua fase conceptual, enquanto se trabalha os princípios da construção, durante o pormenorização e por último durante a construção.

1 - OPÇÕES DE DESENHO

As paredes exteriores, chamadas de 'fachadas', apresentam também a função de dar a percepção do edifício através da sua 'face' ao exterior. A fachada aqui estudada tem apenas a função de vedação, aceitando-se a perda de papel portante da cerâmica em favor das estruturas porticadas de betão. Desde que se difundiu a estrutura porticada de betão e aço nos princípios do século XX que o papel da fachada passou a ser apenas de vedação, com fundamento num dos princípios do Movimento Moderno, a composição livre da fachada. Assim, neste caso, a pele de fachada cerâmica reduz-se à função de protecção térmica e vedação da estrutura. A alvenaria de tijolo, funcionará como envolvente protectora do frio e do calor, uma vantagem que poucos materiais podem oferecer, de uma forma tão eficiente.

«a parede é aquele elemento arquitectónico que representa formalmente e torna visível o espaço encerrado como tal, absolutamente.»«[...] Se se pretende revestir com uma camisa de alvenaria uma estrutura de ferro, essa camisa não deve ser considerada senão como um envoltório, não tendo outra função senão de suportar a si mesma, sem prestar um apoio ao ferro nem se apoiar nele. [...] é nisso que o estudo atento das nossas grandes construções Francesas da Idade Média pode fornecer um precedente útil; porque, nesses edifícios, a ossatura [...] é independente do encerramento [Clôture].»¹

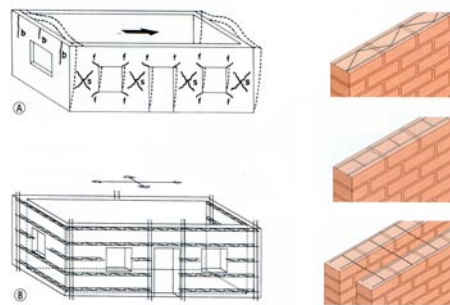


Fig.87 – Armação horizontal pode ser utilizada para resolver vários tipos de parede

¹ Semper, O Estilo nas Artes Técnicas e Tectónicas ou Estética Prática, 1860, em Semper, op. cit.,p.254

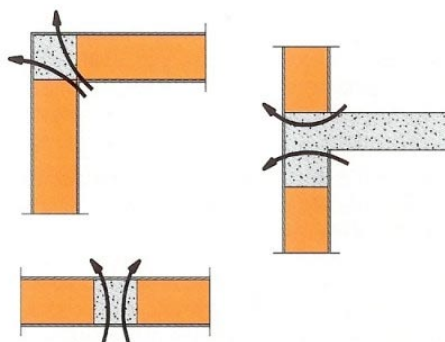


Fig.88 – Exemplos de pontes térmicas

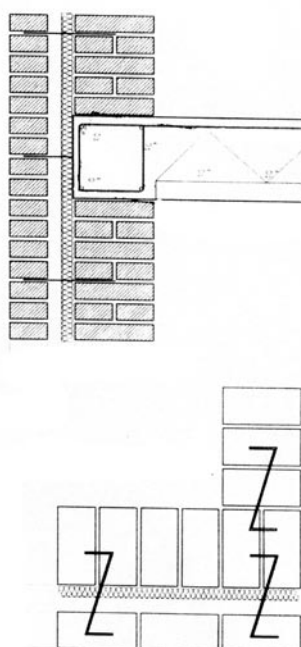


Fig.89 – Fachada 'cavity wall' convencional

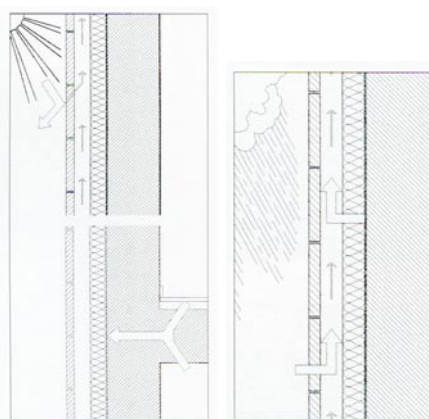


Fig.90 – Fachada ventilada

Com esta alteração, a alvenaria de tijolo cerâmico passa a ter de resolver outro tipo de problemas, como as deformações diferenciais (mecânicas e térmicas) com a reticula estrutural, podendo optar-se por alternativas mais ligeiras. A fachada de alvenaria à vista, para que permita uma continuidade do isolamento térmico e evitar pontes térmicas [Fig.88], deverá passar pela frente dos pilares e da laje sem lhes tocar, mantendo sempre a mesma secção.

a | Sistema construtivo

As fachadas de alvenaria de tijolo face à vista podem ser feitas de várias maneiras. O sistema construtivo para a fachada de alvenaria à vista, da habitação em estudo, será constituído por um pano de parede exterior em alvenaria de tijolo à vista com espessura igual à largura do tijolo (pano de meia vez tijolo), independente da estrutura (isento dos pilares e da borda da laje), mantendo sempre a mesma secção e deverá permitir a continuidade do isolamento térmico, no sentido de conseguir o isolamento total de todos os elementos estruturais, podendo eliminar as pontes térmicas e consequentes riscos de humidades e condensações. Esta solução requer um modo de estabilizar de forma específica a parede de alvenaria à vista. Poderá recorrer-se a uma subestrutura de perfis metálicos ou a uma outra parede apoiada integralmente na estrutura porticada de betão – criando uma parede dupla (cavity wall).

Sistemas possíveis para este caso de estudo:

- *Fachada 'cavity wall' convencional europeia* [Fig.89]:

Esta fachada é composta por um pano exterior de meia vez tijolo à vista, com caixa-de-ar com mínimo de 5 cm de largura, isolamento térmico e um pano interior. Neste sistema de fachada a câmara-de-ar não é ventilada, mas funciona como barreira que impede a passagem de água da parede exterior para o isolamento térmico e pano interior, evacuando as humidades que atravessam o pano exterior por capilaridade. O pano de parede interior é portante, (inserido entre as lajes e os pilares da estrutura porticada de betão armado), e o pano de parede exterior é atado ao anterior por meio de grampos, permitindo uma dilatação livre. Neste tipo de solução a alvenaria de tijolo deveria ser o mais leve possível, para minimizar a exigência sobre a estrutura que o suporta.

- *Fachada ventilada* [Fig.90]:

A fachada ventilada apresenta uma disposição idêntica ao sistema anterior, mas neste caso, a câmara-de-ar é ventilada e o pano de alvenaria terá de ser realmente isento dos elementos estruturais. Este facto, altera as exigências sobre o pano exterior de alvenaria, visto que este irá ficar exposto a grandes variações de temperatura diárias e às mudanças de estação. Estes factores supõem diferenças dimensionais, que estão dependentes de parâmetros como a cor do tijolo, o seu grau de exposição, a sua capacidade de absorção de humidade, os quais só estabilizarão ao fim de cerca de três anos. Assim torna-se indispensável estabilizar o pano exterior, que pode ser conseguido através da utilização de uma subestrutura metálica [Fig.91] ou através do grampeamento (ancoragem) desta parede à parede interior (de uma forma mais cuidada que a solução anterior). No entanto, a opção de ancorar a fachada, tem o inconveniente de incrementar mais peso na fachada, o que neste caso de estudo não é relevante por se tratar de um edifício com menos de 3 pisos, podendo a parede interior assumir a função portante.

A ventilação da câmara-de-ar é conseguida mediante aberturas situadas na base e na parte de cima da fachada, e também se devem dispor debaixo do peitoril e sobre o lintel. A grande vantagem da fachada ventilada, é que o movimento ascendente do ar no interior da câmara-de-ar elimina excessos de humidades e as consequentes condensações, contribuindo para manter o isolamento seco e em perfeitas condições. Este tipo de solução construtiva tem tendência a ser aplicado numa fachada com alvenaria de tijolo menos espessa, que chega a converter-se num revestimento de placas cerâmicas (mais próximas do formato e dimensão das telhas), fixas mecanicamente.

- **Fachada com vedação autoportante ACW** – vedação apoiada [Fig.92]: Um sistema mais recente é a vedação autoportante ACW (Autosupporting Cavity Wall). Este sistema de alvenaria armada [Fig.93] permite que o pano de parede exterior actue contra a acção do vento, independentemente do pano interior. Isto porque a pano exterior armado não possui conexões com o pano interior, o seu peso é apoiado na estrutura de betão armado (nas lajes e pilares) através de conexões dispostas num suporte vertical junto aos pilares [Fig.94]. Este sistema autoportante consiste na aplicação de uma armadura na junta horizontal, que pode ser complementada com uma armadura vertical ('costelas') que para além de tornar o pano de parede autoportante, controlam a fissuração da mesma. Para esta situação poderia ser aplicado o tipo *alfa*, que garante a continuidade vertical do pano de tijolo exterior e do isolamento térmico, por não precisar de juntas de dilatação horizontais nas lajes. Nesta solução a câmara-de-ar é ventilada. O inconveniente deste sistema é que os suportes estruturais tem de estar na fachada e os suportes não se podem separar mais de seis metros.

- **Fachada pendurada** [Fig.95] – Cavity Wall duplex: Outro sistema armado é o DCW (Duplex Cavity Wall), no qual a armadura abrange os dois panos de parede, o interior e o exterior. Esta solução leva a que os dois panos de parede trabalhem em conjunto contra a acção do vento. O sistema de vedação pendurado do tipo *gamma* garante continuidade vertical da alvenaria, uma câmara-de-ar ventilada e um isolamento térmico contínuo.

b | Aparelhos

A forma de ordenar os tijolos de alvenaria, isto é, a sua distribuição geométrica num plano cumprindo com as regras de travamento, têm influência no seu aspecto final. Associado ao formato e dimensão do tijolo, à sua cor e à sua textura, temos a forma, cor e dimensão da junta. Na elaboração desta composição, para além do aspecto, é necessário considerar as regras e condicionantes próprias da alvenaria como o travamento, que são indispensáveis para que as paredes sejam resistentes à acção das cargas verticais. Para isso é necessário um desencontro vertical das juntas, geralmente apresenta-se a meia dimensão, mas pode ser apresentada numa outra combinação de travamento, a 1/3, 2/3, 1/4 ou 3/4. Neste processo de composição não é aconselhável cortar o tijolo numa dimensão inferior à metade da largura. A distribuição topológica dos tijolos num plano cumprindo com as regras de travamento permitem múltiplas soluções, os chamados aparelhos.

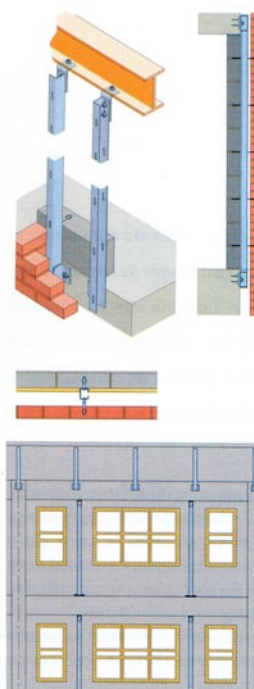


Fig.91 – Sistema com subestrutura metálica para suporte da alvenaria da fachada exterior

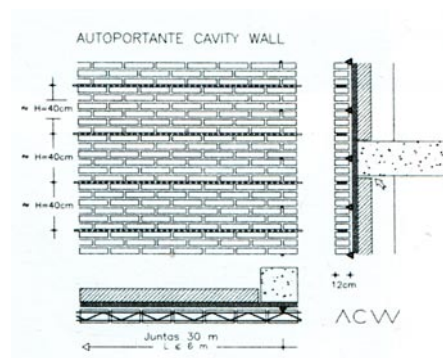


Fig.92 – Cavity Wall autoportante

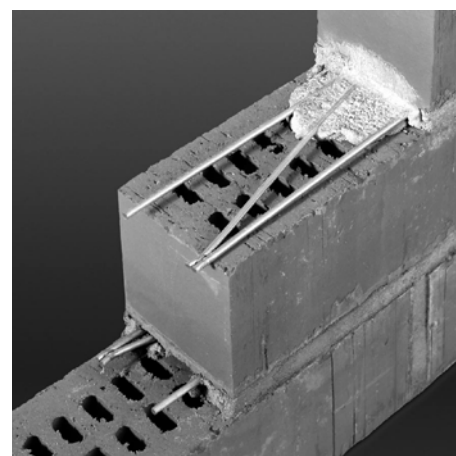


Fig.93 – Alvenaria armada – colocação de uma armadura composta por dois varões de aço paralelos unidos por pontos de soldadura a um terceiro que forma treliça, num mesmo plano

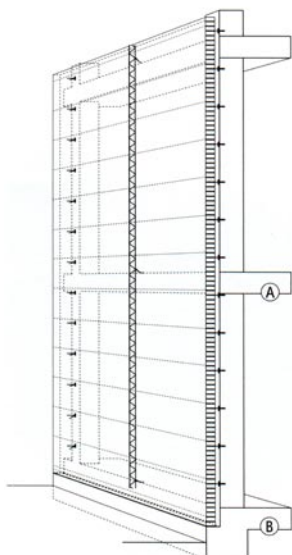


Fig.94 – Fachada pendurada

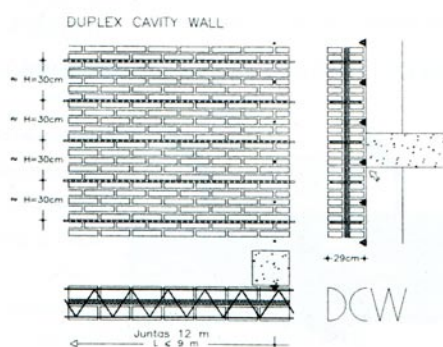


Fig.95 – Fachada pendurada

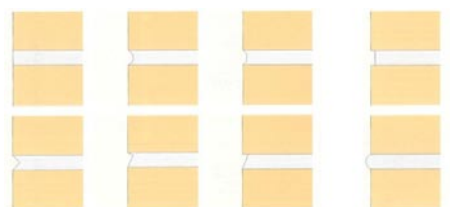


Fig.96 – Diferentes tipos de juntas de tijolo face à vista

A alvenaria consiste numa relação tijolo-argamassa, em que a argamassa deve ser a quantidade mínima para garantir a fixação dos tijolos, normalmente a espessura das juntas de argamassa não deverá exceder 1 cm. Actualmente a argamassa é um material composto por cal e cimento portland, sendo este composto o ideal para se adaptarem melhor às deformações que se podem produzir. A forma exterior da junta pode ser realizada de diferentes formas, o seu acabamento afecta tanto o aspecto como o comportamento da alvenaria [Fig.96]. Não são aconselhadas as juntas salientes, as rematadas superiormente, nem as refundadas mais de 5 mm, porque facilitam a entrada de água.

O tijolo pode ser assente de diferentes formas:

Tijolo ao alto – normalmente utilizado em paredes interiores que se pretendam de pouca espessura, com apoio de prumos de madeira ou ferro;

Meia vez tijolo – tijolo assente ao baixo de forma que a sua largura corresponda à espessura da parede;

Uma vez tijolo – tijolo colocado como perpianho, em que o comprimento é a espessura da parede. Este é o sistema que permite maior número de combinações, podendo ser misturado com o tipo de assentamento anterior.

Na composição de um pano de alvenaria pode-se conseguir diferentes resultados. Desde uma superfície rugosa com variações na coloração, como acontece na Casa Cubica [Fig.97], numa mistura de tons entre a cor ferrugem, o preto e a cor cinza claro da argamassa. Ou ainda uma superfície com tijolo e junta plana na mesma tonalidade, unificando a superfície e expressando-se sobretudo através da sua textura rugosa, como a Casa Dupla dos arquitectos Woolf [Fig.98].

Numa busca das técnicas bizantinas, temos ainda uma combinação proporcional diferente entre tijolo e junta de argamassa, no museu nacional Kamp Vught nos países baixos [Fig.99].

E ainda, tirando partido das três dimensões do tijolo na textura da alvenaria, como mostra o projecto de apartamentos Nolita dos Shop Architects para Nova Iorque. E temos a tradicional alvenaria de tijolo vermelho, com o tijolo assente à meia vez tijolo.



Fig.97 – Cubical House – Dublin, Irlanda – Boyd Cody Architects



Fig.98 – Casa dupla – Hampstead, Londres



Fig.99 – Museu Nacional Kamp Vught, Países Baixos, Claus en Kaans

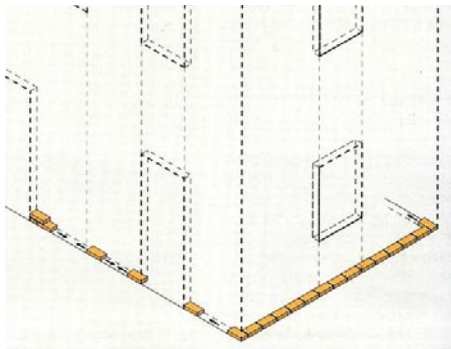


Fig.100 – Aplicação de uma camada a seco, tendo em conta a localização das aberturas existentes na fachada

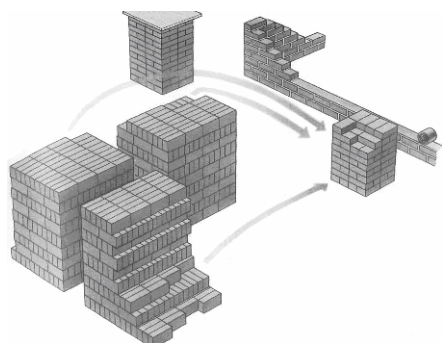


Fig.101 – Metodologia de selecção de tijolos para aplicação

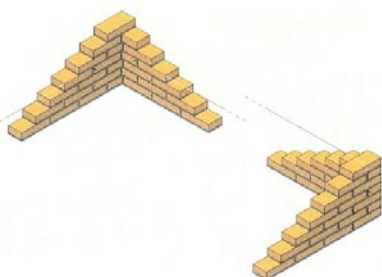


Fig.102 – Aplicação dos primeiros tijolos em pontos de referência

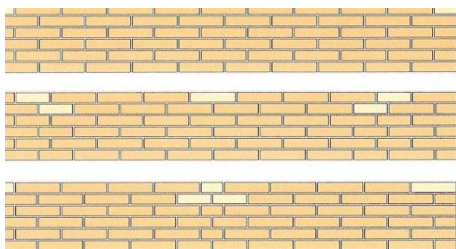


Fig.103 – Aplicação de tijolos de diferentes dimensões numa fachada

¹ Powel e al, 2005

¹ Hispalyt, 1998

A execução da alvenaria de tijolo é uma operação artesanal que deve ser realizada por trabalhadores que conheçam bem o ofício.

Numa primeira fase é necessário tomar algumas medidas antes de iniciar a aplicação, como a inspecção visual do material adquirido, comparando os diferentes lotes ou entregas para averiguar eventuais diferenças de tonalidade. No caso de existirem diferenças, devem ser aplicadas em fachadas diferentes ou misturados de forma homogénea. Os lotes de tijolos devem ser armazenados em locais limpos, secos e protegidos das intempéries.

É também aconselhável a elaboração de um painel modelo (murete de prova), da aplicação do tijolo que deve ser representativo do aspecto final pretendido para a fachada, com localização representativa das condições de visibilidade e iluminação da fachada, ou pelo menos com boa iluminação. Os detalhes mais elaborados da fachada devem ser reproduzidos neste painel, onde se poderá estabelecer um padrão de qualidade de acabamento consensual entre a entidade contratante e a executante; escolher o tipo e coloração da junta mais adequado; analisar o comportamento da ligação entre a argamassa e o tijolo; verificar se as peças especiais apresentam uma dimensão e coloração adequadas; constatar o nível de qualidade que o tijolo apresenta após a aplicação e evitar conflitos quanto à forma de execução do trabalho.¹ Este painel deve ser observado a uma distância não inferior a 3 metros.²

Também deve ser feita previamente uma consulta cuidada do projecto, escolhendo como será feita a distribuição do tijolo e a espessura das juntas. Procurar evitar cortes em excesso, aplicação de peças demasiado pequenas e pormenores que afectem a estética ou a estabilidade da parede. As aberturas na fachada, como janelas e portas devem ser consideradas com mais atenção. Outro procedimento a efectuar antes do assentamento é a aplicação de uma camada de tijolos a seco (sem argamassa) para verificar a compatibilidade do modo de aplicação e decidir a espessura das juntas [Fig.100].

a | Assentamento

Os tijolos não devem ser retirados das paletes directamente para serem aplicados, estes devem passar por uma selecção, que passa por ir retirando em camadas verticais e do no mínimo 2 ou 3 paletes, de maneira a misturar os tijolos para obter uma homogeneização das características de fachada [Fig.101].

No caso de os tijolos não serem hidrofugados, devem ser humedecidos antes da sua aplicação para prevenir a desidratação da argamassa devido à absorção de água por parte do tijolo. O assentamento do tijolo deve começar primeiro pelos pontos de referência como ombreiras de portas e janelas ou cantos de edifícios e devem ser aplicadas algumas fiadas de forma escalonada, até perfazer uma altura de 6 ou 7 tijolos [Fig.102]. Neste processo, é necessário ter em conta o facto de que em Portugal não existe diversidade nas dimensões de tijolos, o que não permite iniciar o assentamento em todos os pontos de referência, porque depois implicará fazer o remate entre esses panos iniciados com tijolos de diferentes dimensões [Fig.103]. No nosso caso, teremos de fazer um estudo cuidadoso em fase de projecto, prevendo a disposição rigorosa dos tijolos e iniciando um canto de cada vez.

Para uma aplicação com precisão, devem ser feitas bitolas de madeira, com cortes a assinalar a altura a que a face superior dos tijolos deve ficar [Fig.104]. Essas bitolas sendo fixas verticalmente nos cantos das paredes, ajudam o pedreiro a verificar a correcta espessura das juntas ao longo da parede. Para facilitar a execução de troços de parede rectilíneos e controlar a horizontalidade das camadas, devem ser colocados fios. Para verificação do alinhamento das juntas na vertical conta-se com a ajuda de um nível de bolha de ar, um fio-de-prumo ou fios verticais fixos, que servem de orientação [Fig.105].

Segundo um processo comum na Holanda, a moldura das janelas são montadas antes da parede de alvenaria ser construída, o que permite à alvenaria ser adaptada em função das dimensões da janela.

b | Aplicação de argamassa

A preparação da argamassa é um dos mais importantes aspectos a ser referido, porque em Portugal este procedimento é normalmente mal executado. E a argamassa para assentamento do tijolo face à vista precisa apresentar uma maior consistência do que as argamassas utilizadas correntemente para o assentamento do tijolo furado.

No caso do tijolo face à vista, as juntas de argamassa representam cerca de 20 a 25% da superfície exposta da fachada, sendo de extrema importância a sua qualidade. Antigamente as alvenarias de tijolo eram constituídas com argamassas de cal, na actualidade utilizam-se argamassas mistas de cal e cimento portland ou simplesmente cimento. Para aplicação de tijolo face à vista são recomendados argamassas de cal ou mistas de cal e cimento portland, visto que estas são mais deformáveis e desta forma adaptam-se melhor às deformações que possam ocorrer (argamassa bastarda). É importante que a composição da argamassa seja feita de forma a melhorar a sua plasticidade e trabalhabilidade, isso pode ser feito com a adição de cal hidráulica ou hidratada ou com saibro, nas quantidades recomendadas, e também com a menor quantidade de água possível, para evitar problemas de consistência na fase de assentamento. A escolha dos componentes que formam a argamassa, (cimento, cal, areia, saibro, água e aditivos) deve sempre considerar o teor de sais desses componentes, no sentido de evitar problemas de efflorescências nas fachadas. Visto ser este um dos maiores problemas que afecta a estética e respectiva valorização das fachadas.

Aconselha-se a realização de ensaios em obra, para avaliar o desempenho e testar a correcta medição dos componentes. Como informação indicativa pode consultar-se os quadros fornecidos pelos fabricantes com traços tipo. Para obter tonalidades mais claras também se pode utilizar cimento branco ou adicionar corantes à composição da argamassa.

A consistência desta argamassa deve prevenir o escorrimento de argamassa pela face do tijolo; a queda de argamassa para o interior da furação do tijolo e o abatimento das juntas inferiores devido ao peso das camadas superiores. A aplicação deve ser feita no local de assentamento do tijolo (na horizontal) na quantidade que permita o preenchimento total da junta, sem excesso de argamassa. E no topo do tijolo (na vertical) com o auxílio de uma colher de pedreiro, para fazer a ligação a outro tijolo anteriormente assente. Após a aplicação do tijolo, deve ser imediatamente retirado o excesso de argamassa, ao mesmo tempo que se pressiona o tijolo para que fique nivelado e aprumado. Nesta fase a argamassa deve ficar à face do tijolo, para posteriormente, quan-

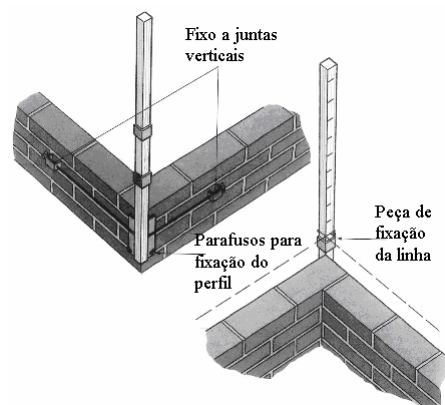


Fig.104 – Bitola fixa no canto da parede

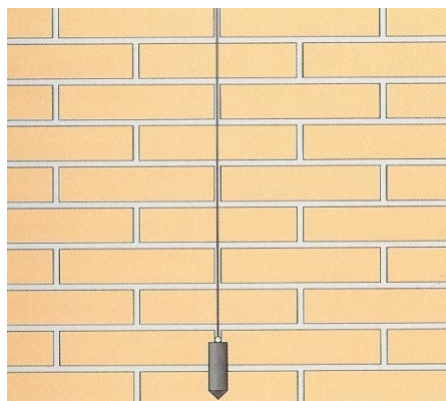


Fig.105 – Verificação do alinhamento vertical das juntas

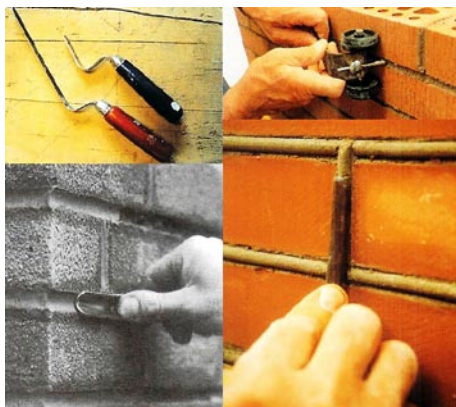


Fig.106 – Diversos utensílios para a execução de juntas em TFEV

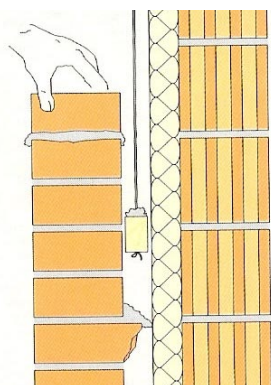


Fig.107 – Sistema para manter a caixa de ar sem restos de argamassa

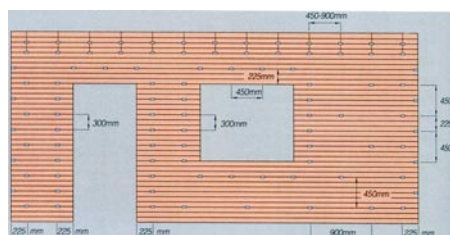


Fig.108 – Medidas mínimas recomendadas para fixação de grampos

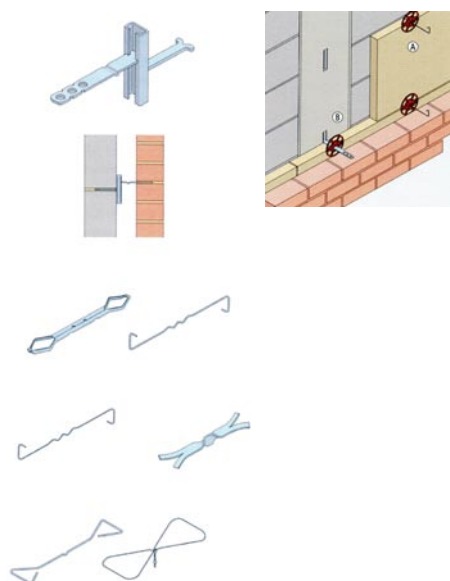


Fig.109 – Diferentes tipos de grampos

do esta apresentar mais consistência se proceder ao seu acabamento. Para isso, serão utilizados utensílios específicos, dependendo do tipo de junta pretendido [Fig.106].

Durante o assentamento é importante manter a caixa-de-ar limpa, evitando que esta fique obstruída com restos de argamassa. Uma possibilidade de limpeza é deixar a cada três tijolos, um por colocar, na primeira fiada de tijolos, permitindo ir-se fazendo a limpeza diária. Outra alternativa consiste na utilização de uma peça que ocupe o espaço da caixa-de-ar, impedindo que esta vá caindo, e se deposite na peça [Fig.107]. Outra forma seria executar primeiro a parede de alvenaria de tijolo à vista e posteriormente a parede interior, facilitando a respectiva limpeza.

No caso de juntas de baixa espessura, para garantir uma maior uniformidade na espessura podem ser usados aplicadores de argamassa.

c | Grampeamento ou Ancoragem

A folha exterior de uma fachada não deve ter nenhuma conexão rígida com a estrutura do edifício, e para travar os panos contínuos de alvenaria aplicam-se grampos que permitem o movimento livre da parede [Fig.108]. Estes grampos ou âncoras de retenção (wall ties) [Fig.109] servem essencialmente para proporcionar estabilidade ao pano exterior da fachada e garantir a independência entre a vedação e a estrutura no caso de deslizamentos admissíveis.

O tipo de grampo e a sua colocação dependem de vários factores como o tipo de tijolo que tem de ser ancorado, o suporte, a largura da cavidade (caixa de ar), o tipo e altura do edifício, o grau de exposição, etc. Para garantir uma boa execução devem ser aplicados 5 grampos por metro quadrado de alvenaria, mantendo uma distribuição uniforme por toda a superfície da parede [manual CVG]. Destacando-se as situações particulares, como os vãos, os cunhais e as juntas de dilatação, onde será necessário adicionar mais 3 grampos por metro quadrado.

Os grampos devem ser previamente colocados nas juntas de argamassa do pano interior de alvenarias, e devem conter pinguadeira (uma ou varias) na caixa-de-ar, de maneira a não permitir a passagem de humidade da parede exterior para a interior. Quando se passar à execução do pano exterior, os grampos devem ser colocados no meio das juntas (ao menos 50mm), tentando minimizar o desvio destes, e devem ficar ligeiramente inclinadas para que a agua escorra para o exterior, nunca ficar a uma altura superior no pano exterior. É importante que durante o processo de assentamento não caia argamassa sobre os grampos, o que iria levar a passagem de água por capilaridade.

Os grampos também podem levar um disco de plástico que garante que as placas de isolamento térmico fiquem bem pressionadas contra a parede interior e não se movam [Fig.110].

Estes grampos metálicos devem ter um tratamento anticorrosivo, por isso é totalmente desaconselhável realizar soldaduras na obra, devem ser implantadas soluções com fixações inoxidáveis.

Outro tipo de fixação são as realizadas através de suportes metálicos, que permite criar saliências no pano de fachada em tijolo, como por exemplo acontece no Planetário no Porto [Fig111]. Existe uma série de peças de fixação que permitem fixar os tijolos de diferentes formas, as consolas de sustentação ou cantoneiras de sustentação permitem criar um sistema mais resistente em

pontos mais sensíveis [Fig.112].

d | Caixa-de-ar e isolamento

O sistema estudado será o de parede dupla com o isolamento térmico no interior da caixa-de-ar. Nesta solução é necessário dar atenção à manutenção da limpeza da caixa-de-ar, para que se mantenha possível a ventilação e o escoamento da humidade.

A colocação das placas de isolamento deve aproveitar os grampos para se fixarem, e as placas devem ser previamente furadas. Esses furos, assim como as juntas das placas devem ser selados. Numa situação em que a fachada esteja exposta a chuvas frequentes é recomendado aplicar um reboco hidrófugo na face do pano interior à qual o isolamento térmico irá encostar e uma tela impermeabilizante em pontos críticos como a caleira da caixa-de-ar.

A caleira da caixa-de-ar, usualmente uma meia cana deve ser executada em argamassa hidrófuga revestida com uma membrana impermeável. Esta caleira deve escoar a humidade existente na caixa-de-ar para o exterior, através de juntas verticais vazias ao nível da caleira, com um espaçamento máximo de um metro [Fig.113].

No caso de se optar por uma câmara ventilada, deve assegurar-se que a caixa da persiana não conecte com a câmara-de-ar.

e | Juntas de dilatação

Como o pano exterior sofre uma maior variação térmica entre o dia e a noite e a resistência à compressão da alvenaria é diferente da resistência dos materiais que a compõem, levando a diferentes deformações transversais entre eles, torna-se necessário criar juntas de dilatação para prevenir fissuras nas fachadas. Segundo o Eurocódigo 6 – projecto de estruturas de alvenaria, estas devem apresentar uma separação mínima entre juntas de 12m, podendo ser espaçadas entre os 10 a 15 metros de distância, e chegar ao máximo de 25 metros. Apresentando espessuras entre 10 a 20 mm e localizadas segundo os pontos críticos (vãos de janelas e portas, contacto com outro material) e a estética da fachada. As juntas podem ser uma recta vertical ou acompanhar o traçado das juntas [Fig. 114].

A distribuição das juntas de dilatação nas fachadas de um edifício dependem da sua exposição solar, sendo assim a fachada mais afectada a orientada a Oeste, e de seguida a orientada a Sul (devido a localização na Europa, hemisfério norte) [Fig.115].

Também são aconselhadas este tipo de junta nos cunhais, no entanto, esta opção tem mais dificuldade de ser implantada nos ângulos rectos, pois elimina a junção do tijolo num ponto esteticamente interessante, onde se faz um perfeito enlace de duas faces de tijolo.

Estas juntas são criadas, preenchendo o espaço da junta com peças de madeira que serão retiradas após a execução da parede, para se colocar material de junta (material elástico, como por exemplo poliestireno) bem apertado (devendo ficar com reentrância de pelo menos 20 mm) e depois fechar com material vedante, como silicone ou mástique.

f | Pontos críticos

Os vãos de portas e janelas são zonas particulares, as cargas que descem pela parede até chegar à abertura do vão devem ser reconduzidas de novo à parede. No passado, este problema era resolvido recorrendo-se a arcos,



Fig.110 – Utilização dos discos de fixação das placas de isolamento

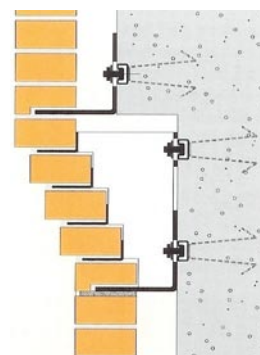


Fig.111 – Fixação de tijolo face a vista a estrutura de betão formando saliência

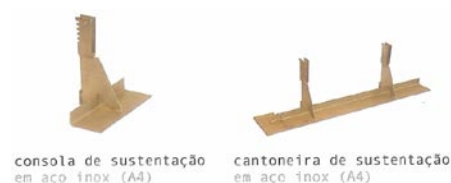


Fig.112 – Sistemas de sustentação

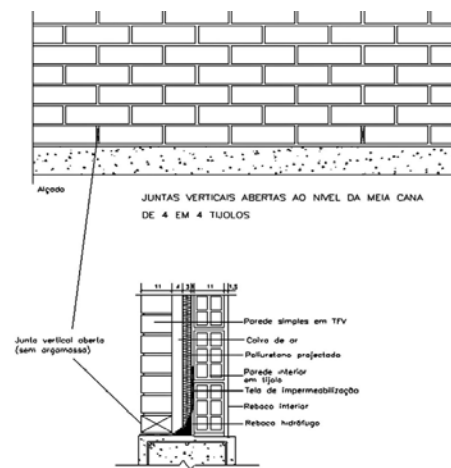


Fig.113 – Pormenor da caleira e juntas para escoamento

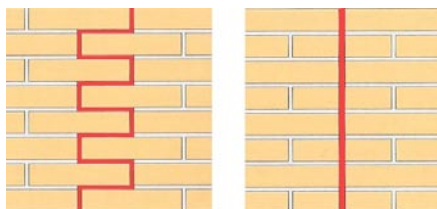


Fig.114 – Dois tipos de junta vertical, um acompanha a disposição das juntas e outro é feito através de corte vertical

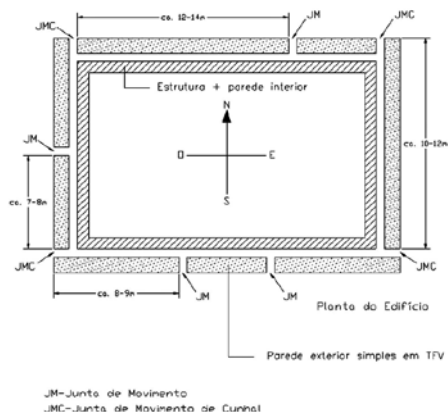


Fig.115 – Distribuição das juntas de movimento

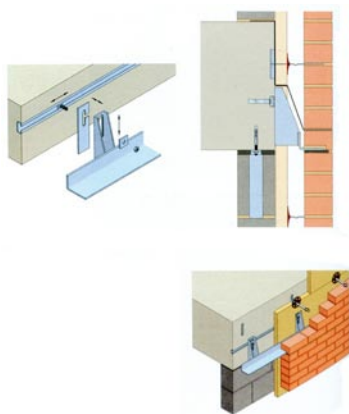


Fig.116 – Suportes metálicos

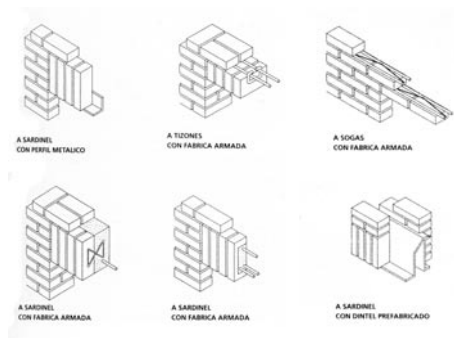


Fig.117 – Várias possibilidades de realizar o lintel, com diferentes disposições do tijolo

depois passou a ser executado através de betão armado revestido com plaquetas cerâmicas ou aproveitando alguma resistência da caixa de estore e actualmente é mais corrente recorrer a lintéis de aço [Fig.116]. No entanto, a introdução de outros materiais (aço ou betão) que apresentam diferentes comportamentos do tijolo, podem levar a gerar fissuras. A opção de reforçar a alvenaria armando as juntas horizontais nas primeiras três fiadas sobre a abertura, para além de resolver o vão evita o aparecimento de fissuras e permite resolver o dintel em tijolo. Ou ainda outra opção que passa pela formação de uma viga armada, criada através de peças cerâmicas especiais que se armam e enchem de betão.

Actualmente existem várias possibilidades de resolver o lintel, podendo optar-se por diferentes disposições do tijolo, pode estar ao alto, de topo ou estendido [Fig.117].

O reforço da alvenaria por meio de armação, para além de ser uma possibilidade para resolver o dintel, pode ser usado noutros pontos críticos como as descontinuidades ao longo da fachada e nos cantos [Fig.118]. Este sistema requer uma aplicação cuidada, atendendo que a armadura deve ser centrada no meio da junta, situada a não menos que 15 mm do exterior da junta [Fig.119].

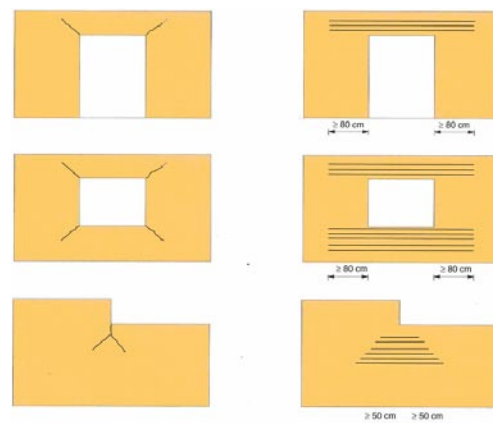


Fig.118 – Zonas mais susceptíveis de fissurações numa fachada e disposição das respectivas armaduras

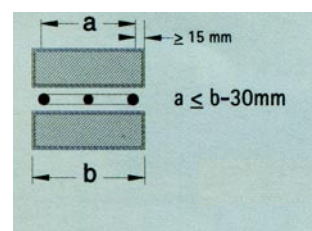


Fig.119 – Dimensões da armadura face a espessura da junta

g | Impermeabilização

Devido à sua grande exposição ao clima, é necessário garantir-se a impermeabilização da parede em relação ao solo e às fundações. A água da chuva pode penetrar na alvenaria por capilaridade através da argamassa das juntas se estas estiverem em contacto com o solo. O que pode resultar em efluorescências.

Pode efectuar-se através da aplicação de membranas impermeabilizantes (DPC - Damp-proof courses) no seio das juntas horizontais, ocupando a totalidade da junta e numa altura mínima de 15 cm acima do nível do solo [Fig.120]. O tijolo deverá ter uma zona de apoio na estrutura resistente, com o mínimo de 2/3 da sua base.

Também se poderiam utilizar tijolos específicos para esta função, assentes em duas fiadas com argamassa abonada em cimento.

Outra zona onde é necessária a impermeabilização é nas aberturas da fachada. Deve ser aplicada uma membrana impermeável em toda a envolvente da abertura. Nas laterais esta deve ser colocada no interior da caixa-de-ar, junta ao pano exterior, e na parte superior e inferior envolvendo o tijolo de forma a conduzir a humidade para o exterior [Fig.121]. Em conjunto com a aplicação das telas deve ser criado um sistema que conduza a água para o exterior, através da abertura de juntas verticais em pontos estratégicos [Fig.122].

h | Acabamento

O acabamento de um pano de parede em tijolo à vista é essencialmente manter a fachada limpa ao longo da execução. É aconselhável ir-se fazendo uma limpeza com escova a cada 6 ou 7 fiadas aplicadas, e no fim quando a argamassa já estiver seca, lavar toda a fachada com água corrente em abundância e sob pressão.

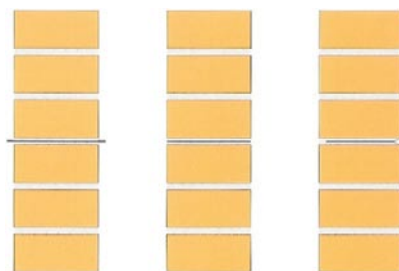


Fig.120 – Membrana DCP – Damp-proof courses

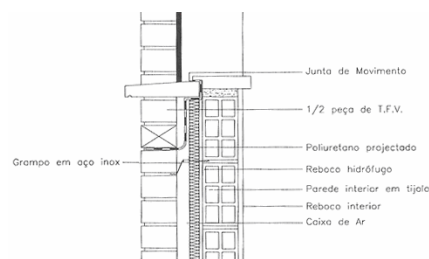


Fig.121 – Solução de impermeabilização do vão e da zona do peitoril

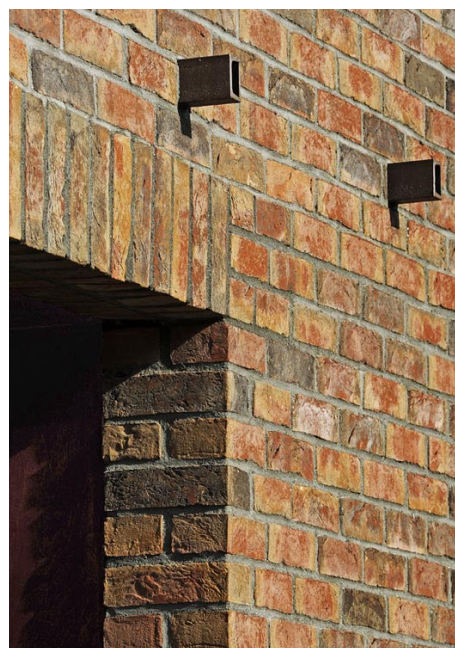


Fig.122 – Exemplo de saídas para água que penetra no interior das paredes, que neste caso são expostas – Casa Popovickach de Jan Stempel

2.1.2| PAVER - PAVIMENTO E MURO

Muito do que se aplica numa obra de fachada também é relevante para tijolos usados na paisagem - pavimentos e muros. A principal diferença é que a alvenaria de tijolo usada na paisagem está sujeita a uma maior exposição, e consequentemente a ficar mais molhada, deixando-a mais vulnerável à geada.

Na escolha dos tijolos para pavimento são factores determinantes a durabilidade, a aparência e o custo. Se for pretendido usar justamente o mesmo tipo de tijolos de edifício para aplicar nos pavimentos e muros de vedação exteriores, a qualidade do material é susceptível de ser regido por outras exigências não tão indicadas para aplicações na exterior. Isso deve ser reconhecido suficientemente cedo no processo de decisão para ser tomada em consideração aquando da escolha do tipo de tijolo para a construção. Há um risco de que, com pressa de concluir o projecto de construção, os detalhes do trabalho de exteriores (paisagismo) sejam deixados para mais tarde, e o tijolo escolhido para ser usado no edifício poderia ser considerado não apto para trabalhos externos. Neste caso, será necessário, conferir as variedades de tijolo paver disponível no mercado, e conferir se existe as dimensões, cor e textura pretendidas, e no caso de não existir, ter tempo de decidir por uma outra opção. No entanto, pode surgir diferenças nos custos, na medida em que os materiais com qualidade adequada às condições de exposição elevada podem ter diferenças de preço dos tijolos usados para a construção de fachadas, um aspecto que deve ser considerado.

1 | Tamanho e forma da unidade de paver

As peças cerâmicas utilizadas para vedação de solo - paver cerâmico – existentes no mercado apresentam diferentes formatos dos usados nas fachadas, estes tijolos normalmente apresentam um bisel nas várias arestas da sua face à vista. Também existem, (mas não no mercado português) tijolos com picos, para ajudar no espaçamento entre eles, no caso de serem assentes em camas de areia.

2 | Requisitos específicos

Enquanto os tijolos standard podem, eventualmente, ser usados para exteriores (pavimentos e muros), os pavers são feitos especificamente para essa finalidade.

Principalmente para pavimentos, muros e respectivos remates de topos (capeamento), é recomendável que os tijolos cumpram os requisitos de qualidade especial quanto ao conteúdo de sais solúveis, e sempre que possível, deve ser verificada a sua resistência à geada pela prova de desempenho em condições de exposição.

Os elementos externos em tijolo paver estão sujeitos a ser molhados de forma mais severa do que a alvenaria de tijolo de fachada, e é susceptível de ficar significativamente molhada por longos períodos de tempo. Para além do efeito de refrigeração resultante da exposição à perda de calor por radiação numa noite fria. Também a humidade traz eventuais defeitos visuais de eflorescência e danos causados pelo ataque de sulfato.

Um factor a ter também em conta, quanto à pavimentação, é o efeito mecânico do tráfego. Em geral, este desgaste tem pouca ou nenhuma importância, quando se trata de áreas destinadas a pedestres, mas nas áreas onde passam veículos automóveis torna-se um factor essencial. No caso da envolvente externa de uma habitação, pode-se dizer que a exigência de um percurso de uso pedonal quanto à sua densidade, não será muito excessiva. No entanto não se deve subestimar o efeito do tráfego a pé, este deve ser avaliado pelo uso e densidade previstos. A maioria dos tijolos de qualidade adequada para uso externo, são resistentes o suficiente para suportar um tráfego razoavelmente severo, ainda mais se possuírem uma base de fundação.

Uma das preocupações a ter em conta nos pavimentos de tijolos paver é a possibilidade de desfiguração por danos nas arestas dos tijolos, ainda mais preocupante que a abrasão superficial. Uma das áreas mais vulneráveis é nas bordas da frente dos degraus. Para evitar este tipo de danos, é necessário ter em conta estes requisitos durante a concepção.

Uma característica dos tijolos comuns é o seu baixo custo de manutenção, que também caracteriza os tijolos paver, desde que correctamente aplicados. No entanto, deve reconhecer-se que a desfiguração pode ocorrer, principalmente por respingos de argamassa molhada sem imediata e completa limpeza. Ou posteriormente por causa de óleo, graxa de coloração e pastilhas elásticas. Devendo ter-se atenção junto de cozinhas e lavandarias. Este problema não é exclusivo deste material, a maioria dos materiais são manchados por estes elementos.

O diferencial de temperatura dia/noite tende a ser elevado, por isso, embora pequenas rachaduras no pavimento não sejam totalmente de grande importância, devem prever-se juntas de dilatação para extensas áreas de pavimentação.

Os tijolos paver apresentam uma maior resistência à compressão, além da sua elevada resistência ao desgaste e resistência à flexo-tracção.



Fig.123 – Lombard street

2.1.2.1| PAVIMENTO PAVER

As unidades de argila foram utilizadas para pavimentos exteriores durante séculos. Um exemplo conhecido é a rua Lombard em São Francisco, que marcou a paisagem, tanto pela sua forma em zigue-zague como pela utilização do tijolo vermelho que caracterizou a paisagem [Fig.123]. O tamanho pequeno da unidade permite formas surpreendentes, conseguidas sem dificuldades e sem interrupção do padrão global. A alvenaria não é a forma mais barata de pavimentação, por isso a decisão de usá-la é geralmente feita por causa da sua aparência atraente, portanto, é importante que os seus méritos visuais não sejam estragados por má obra.

Este tipo de material permite uma aplicação em superfícies exteriores com tráfego pedonal ou rodoviário.

1 - OPÇÕES DE DESENHO

a | Sistema construtivo

Os sistemas construtivos de vedação do solo exterior em paver cerâmico podem ser realizados de duas formas:

- *Pavimento flexível*: consiste na colocação de peças de cerâmica resistentes sobre uma cama de areia grossa, pré-compactada sem aglomerantes e preenchimento posterior das juntas com areia de menor diâmetro e compactação em conjunto. Este tipo de solução tem a vantagem de permitir a reutilização dos tijolos. Assim como uma maior facilidade de execução.
- *Pavimento rígido*: colocação de paver cerâmico com junta de argamassa sobre uma cama de argamassa similar, sobre uma base rígida (betão).

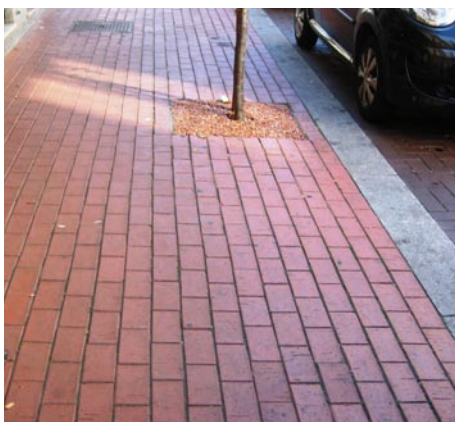


Fig.124 – Pavimento disposto com tijolo ao baixo, padrão meia vez - Espinho

b | Aparelho

O padrão de articulação desempenha um papel importante no aparecimento de qualquer obra de alvenaria. No caso das paredes, há aspectos práticos que limitam as possibilidades, a ausência de muitas dessas restrições no pavimento, permite muito mais flexibilidade, um facto que parece não ser muito explorado como muitas vezes poderia ser.

Na criação de padrões devem ser considerados:

- O tamanho da face exposta da unidade escolhida, pois será esta a dar a escala pretendida (poderá aplicar-se uma segunda escala sobreposta) determina a aparência final [Fig.124].
- Um padrão direccional: que pode enfatizar uma determinada rota, para uma aderência máxima tranquila, e para melhor escoamento das águas das áreas mínimas de queda.
- Um bom padrão de bloqueio para impedir o deslocamento lateral (na Holanda é comum nas estradas pavimentadas em tijolo colocar as unidades num padrão em espinha) [Fig.125].

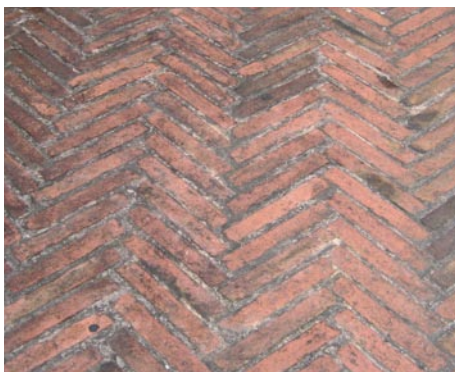


Fig.125 – Pavimento disposto com tijolo ao alto em padrão espinha - Planetário do Porto

Os tijolos cerâmicos são utilizados desde a antiguidade para pavimentar caminhos, os padrões mais antigos de que temos referência são os em ‘espinha de peixe’ (ou em L), da época do império romano, a única disposição de assentamento recomendada para tráfego pesado.

Para situações menos exigentes, se for garantido a fixação do perímetro, é possível criar diferentes combinações. Temos por exemplo na Casa Land Lemke de Mies Van der Rohe, um passeio com disposição em ‘tecido de cesta’, numa proporção de 2:1 [Fig.126].

2 - APLICAÇÃO EM OBRA

a | Fundações e camas

Esta é principalmente uma escolha entre uma base natural consolidada (terra) ou uma laje de betão, simples ou reforçada. Uma área que tenha um tráfego de veículos considerável deverá ser colocada sobre uma base de betão.

A diferença de tamanho entre tijolos introduz um factor que poderia influenciar a escolha da base, a unidade de tijolo de tamanho pequeno é muito menos provável de ser quebrado, mas é um pouco mais susceptível de abatimento. Muitas vezes esta escolha é uma questão de equilibrar o custo extra de uma base de betão contra a aceitação de algum deslocamento. É comum para o preenchimento ceder lentamente, podendo chegar a abater.

Entre a base e a pavimentação é necessário algum tipo de material de enchimento para refinar o grau de acabamento e compensar qualquer irregularidade na forma das unidades de pavimentação. A escolha é entre uma camada de areia ou uma cama de argamassa, que pode ser usada acima de uma base de betão ou sobre uma base natural consolidada. Na base natural, uma espessa cama de areia parece mais adequado do que uma cama em cimento, embora este seja usado muitas vezes. É provável que uma cama de areia seja mais barata no custo inicial e, se não for usada a base de betão, todas as falhas de abatimento podem ser arranjadas com relativa facilidade. A cama de areia permite a liberdade da pavimentação em se mover lateralmente e isso elimina a necessidade de juntas de dilatação (excepto nas grandes áreas de pavimentação onde ainda são aconselhadas). A liberdade de movimento acentua a tendência para a pavimentação se estender, e portanto, faz da cama de areia um método duvidoso, excepto para uso pedonal. O tratamento da borda, deverá assegurar que a cama de areia não seja abatida [Fig.127].

Este sistema tem também a vantagem de poder levantar-se as peças e reutiliza-las novamente sem que estas sofram danos. A cama de areia, quando utilizada directamente sobre uma base natural, deve ter cerca de 50 mm de espessura, já que há probabilidade de haver desvios entre os níveis da base. Sobre uma laje de betão bem definida, a espessura de areia pode ser menor, com um mínimo de 25 mm. Uma cama de argamassa é geralmente mais usada quando assentada sobre uma base de betão. A argamassa tem geralmente 25 mm de espessura, uma mistura de cimento/cal/areia de 1:1/4:3 é adequada. Um método intermediário é a cama de cal/areia de 1:4, mais usado numa base natural. Pode-se optar por unidades com juntas bem apertadas, sem material de junção, por juntas preenchidas com areia ou cascalho pequeno, ou por juntas de argamassa. Estas escolhas são influenciadas pela aparência, incluindo

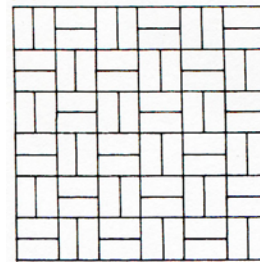


Fig.126 – Pavimento disposto numa disposição de trama de cesta - Casa Land Lemke, Mies Van der Rohe

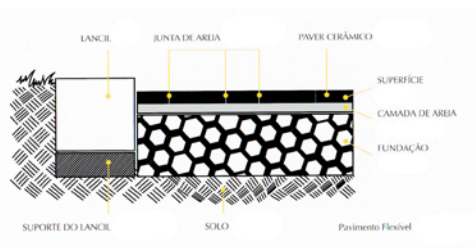


Fig.127 – Pavimento flexível

	Uso	Tipo de cama e juntas
1	Para a maioria do tráfego de veículos e situações urbanas movimentadas	Cama e juntas de argamassa e unidades colocadas sobre uma base de betão
2	Para áreas rurais de estacionamento de automóveis e para uso pedestre ligeiro ou casual	Ou cama e juntas de areia numa base de betão ou cama e juntas de areia numa base natural consolidada
3	Onde a drenagem directa através do pavimento é viável, e uso como em 2	Cama e juntas de areia em base natural consolidada

Tabela 7 – Tipo de camas segundo o uso

a manutenção desta; pela necessidade ou não de permeabilidade para a drenagem; pela situação e tipo de tráfego e pelo custo, incluindo o de manutenção.

As unidades apertadas sem junta são viáveis apenas com unidades de forma e tamanho regular, raramente utilizado em pavimento. Juntas de areia e cascalho, com junta embutida pode parecer eficaz, mas provavelmente só é adequado para utilização exclusivamente pedonal, principalmente para situações de jardins, em conjunto com tipos de tijolo com formas irregulares. Pois este tipo de juntas de areia ou cascalho podem acumular lixo que geralmente incentiva o crescimento de ervas daninhas, tornando-se necessário fazer tratamentos periódicos para matar essas ervas. As juntas de argamassa têm normalmente 10 mm de largura, embora para alguns tijolos de forma irregular, uma junta maior pode ser apropriada. Juntas mais estreitas são possíveis com unidades de forma regular.

Ao construir paredes de tijolo, a argamassa excedente pode causar uma alteração considerável, ao manchar a superfície. No entanto, na pavimentação o problema é muito mais grave com toda a argamassa excedente que cairá sobre a superfície acabada.

Existem dois sistemas de fixação: um método de 'pedreiro' e outro método de 'ladrilhador'. No método tipo alvenaria, a cama e as juntas são feitas ao mesmo tempo. No método tipo azulejo, as unidades são colocadas primeiro e a vedação será feita como uma operação separada, seja por cimentação ou seja por escovamento das juntas com uma mistura seca e depois com um spray de água fina. No último método a pulverização pode ser necessária para dois ou três dias para efectuar a cura adequada das juntas. Qualquer método é susceptível de deixar algumas manchas de cimento na superfície, mesmo com um trabalho cuidadoso, para uma aparência cuidadosa todas as manchas devem ser limpas imediatamente. Com o método de pedreiro, a formação imediata das juntas garante um melhor nivelamento das unidades, e, em particular, evita arestas rectas quando as unidades são pouco irregulares de forma. Isso aplica-se principalmente ao trabalho de juntas com limpeza por meio de água sob pressão. O que é certo é que para um bom resultado de obra com alta qualidade é essencial o uso de mão-de-obra especializada. Pedreiros comuns são raramente experientes em pavimentação, e mesmo que conscientes, são menos propensos a fazer um trabalho da primeira classe. A introdução do serviço de 'fornecimento e fixação' pelos fabricantes pode ser uma boa abordagem.

Em técnicas normais, a argamassa das juntas deve ser de 1:3 cimento/areia para escovar juntas secas ou 1:1/4:3 cimento/cal/areia para juntas cimentadas ou juntas feitas pelo método de 'pedreiro'. Em qualquer um dos métodos de cama de argamassa e ou juntas de pavimento, deve ser permitido ao trabalho amadurecer pelo menos três dias antes de usar, até mesmo por pedestres. Também podem ser usadas argamassas coloridas. Para manter uma continuidade de cor é mais seguro usar uma argamassa de pré-mistura ou confiar na cor obtida a partir do agregado. Antes de escolher a cor das juntas, deve ser considerado o efeito de sujidade, a menos que a pavimentação seja limpa regularmente. A cor da argamassa terá menos efeito sobre a aparência do que no trabalho vertical.

Camas e juntas de areia normalmente fazem a supressão de uma junta de dilatação entre o pavimento e as bermas. Guias e muros baixos são frequentemente colocados sem juntas de dilatação, mas uma simples junta aberta, apesar da alvenaria e da base em betão, em intervalos de cerca de 10-15 m seria uma precaução sensata.

A resistência à fissuração sob carga ou impacto depende mais da qualidade da base que recebe as unidades de paver e até mesmo da estratificação, do que com a solidez inerente às unidades. Não existe nenhuma referência de exigência de solidez da unidade relativa ao tipo de tráfego, mas considera-se que a maioria dos pavers apresenta uma solidez bastante elevada, cumprindo uma ampla gama de condições inerentes. A passagem de um veículo pesado, como por exemplo um camião de serviço ou carro de bombeiros, pode causar danos inesperados sobre a área destinada exclusivamente a uso pedestre. Os danos mecânicos são muito mais evidentes, (quebra das arestas), e dependem tanto da solidez das unidades, como do desenho.

b | Escoamento de águas

Para áreas muito utilizadas, tanto para veículos ou pedestres, é desejável um rápido escoamento, mas talvez mais importante é a necessidade de evitar poças. Um espaço que se deve ter atenção é nas áreas adjacentes às entradas dos edifícios. Já nos jardins, o escoamento pode não ser particularmente necessário, mas poças duradouras devem ser evitadas.

Com alguns métodos de construção, por exemplo, sobre uma base dura, colocar a argamassa de assentamento e juntas com areia, permite que a água superficial penetre rapidamente, independentemente das inclinações. As juntas de argamassa em grande parte previnem a dispersão de água na superfície devido à penetração de água que permitem. No caso de juntas de argamassa embutidas e tijolos absorventes, em certa medida, podem ajudar a prevenir poças menores.

Num escoamento com base na inclinação do pavimento, a linha de desvio das águas deve ser relacionada com a respectiva queda. Para uma boa evacuação das águas é essencial que haja um limite no desvio das linhas de queda, por exemplo, para desníveis com cerca de 2 metros de comprimento, não deve haver um desvio das linhas de queda mais de 8 mm¹. O grau de queda, dentro da faixa exigida para escoamento de água (referir qual é RGEU e Mobilidade), não afectará um andar a pé seguro, mas pode afectar cadeiras de rodas, carrinhos de compras, ou carrinhos de bebés sem freio, o projecto deve assegurar que são evitadas situações de 'fuga'. O bom escoamento das águas evita alterações dos níveis do pavimento, no entanto, isso depende principalmente do tipo de base. A base de betão projectada correctamente deve garantir a sua permanência, mesmo contra um assentamento irregular. Deve evitar-se sobretudo o abatimento do perímetro das áreas pavimentadas. Em pequenas áreas, as inclinações necessárias para a drenagem, raramente têm qualquer efeito significativo na sua aparência. Em grandes áreas a inclinação pode ser muito intrusiva. Esta é provavelmente mais visível quando a drenagem é realizada por quatro inclinações com saída num mesmo ponto. Em grandes áreas, se preparado, pode fazer-se o uso da inclinação do terreno natural, trazendo uma vantagem de custo. Isso pode economizar em escavação ou em preenchimento e pode ajudar a reduzir a necessidade de degraus cansativos e dispendiosos.

¹ HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick – London: Architectural Press, 1976, pp.47

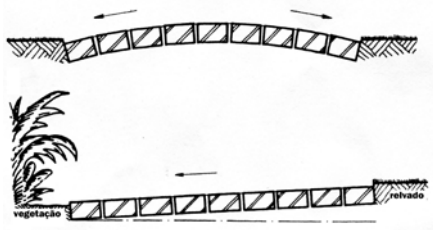


Fig.128 – Drenagem das águas para os solos adjacentes

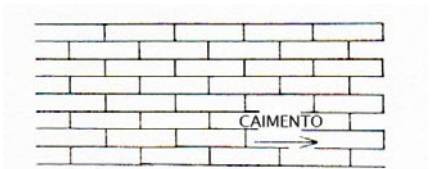


Fig.129 – Caimento na direcção das juntas predominantes

Em pavimentos permeáveis as inclinações de queda são geralmente desnecessárias, para efeitos de drenagem. Este tipo de construção de pavimento permeável é utilizado adjacente aos edifícios, no entanto, é desejável que fiquem longe das portas de entrada.

Em áreas de tráfego de veículos de rodas, onde a drenagem rápida e ausência de empoçamento é importante, as inclinações devem ser na faixa de 1:40 a 1:60 com pouco limite de tolerância. Nestes tipos de situações é mais favorável uma pavimentação impermeável, assim como nas portas de entrada dos edifícios. Dependendo da importância da situação, da frequência de saídas de drenagem, do tipo de tijolos e das juntas, por exemplo, nas zonas de jardim inclinações de 1:60 a 1:120 são aceitáveis.

Em algumas situações é possível fazer o escoamento para o solo adjacente, tem a vantagem de não ter custos na construção de pontos de saída ou esgotos. No entanto, este sistema é indicado apenas para pequenas áreas de pavimentação e onde o solo adjacente possa ser usado, preferencialmente o escoamento deve ser feito para área plantada [Fig.128].

Um canal aberto tem a desvantagem de ser um perigo para os pedestres, a não ser que seja muito cuidadosamente projectado. Assim deve evitar-se em áreas ocupadas por uso pedonal e evitar que os canais atravessem a linha de tráfego. No caso destes canais serem cobertos, são necessárias aberturas de drenagem contínuas, estas podem ser fendas nas unidades, ou perfurações, ou abertura dos tijolos articulados ao longo do canal ou uma grade de metal. O sistema coberto evita o problema do canal aberto, mas dependendo do tipo de fenda pode haver o perigo para os pedestres com sapato de salto em agulha ou para rodas de carrinhos.

Um método que evita a construção de canais e os riscos dos canais abertos é um cruzamento de inclinações dirigidas a um ponto de saída. No entanto, este método é menos aceitável pela aparência que gera, até porque os cruzamentos diagonais são mais difíceis porque implicam o corte. Com este método o perímetro de cada área de drenagem precisa de ser em nível constante, a menos que a inclinação real seja aumentada para substituir a inclinação do local. Em grandes áreas onde são necessárias juntas de dilatação é sensato que estas coincidam com as posições onde se dividem as inclinações, o espaçamento e as articulações precisam ser consideradas em conjunto. Onde o caimento for pouco, pode melhorar-se o escoamento se as juntas predominantes correrem na direcção do caimento [Fig.129].

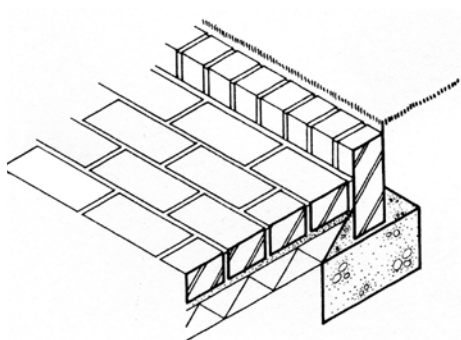


Fig.130 – Berma levantada

c | Aparência da berma

Onde a pavimentação é adjacente à relva, o pavimento e a berma (se houver) devem sempre terminar abaixo do nível do relvado. Esta diferença de nível deve ser determinada pelo corte da berma do relvado antecipadamente. As bermas para áreas pedonais podem variar de situações em que é necessária uma barreira de segurança, para aqueles em que se pode caminhar sem impedimentos entre pavimentação e relva. Muitas vezes, porém, é desejável reduzir o risco de danos na berma do relvado sem formar uma real obstrução. Uma berma muito simples [Fig.130], pode ter algum efeito na redução da invasão casual, evita danos na berma da terra acima e é uma barreira eficaz a danos causados por carrinhos de bebé ou bicicletas.

Relação da berma com o terreno adjacente:

1. *Nenhuma berma elevada*, vegetação aproximadamente ao nível da berma de pavimento: a drenagem da água de superfície é feita através da base evitando a concentração do escoamento na berma. A cama de areia é contida pelas juntas de argamassa do tijolo na extremidade, e por sua vez, contém o terreno natural. Os tijolos das extremidades são suportados por encaixes de betão, e a fundação fornece alguma salvaguarda contra o abatimento. Este detalhe será satisfatório na maioria das circunstâncias, mas a berma a frio pode gerar danos devido a um único veículo pesado [Fig.131]. Ou reforçada por betão mais espesso sob a berma, oferecendo mais força. Este método previne a propagação lateral do terreno natural e a rápida infiltração do escoamento das águas para a base da pavimentação. O cultivo da terra adjacente á pavimentação não é afectado [Fig.132].

2. *Berma saliente com tijolo ao alto*, com pavimentação abaixo do nível do solo adjacente [Fig.133]: o tijolo ao alto é menos seguro por ser mais susceptível a danos. Se for utilizado o tijolo padrão na berma, então a altura da berma é limitada a cerca de 100mm. Este sistema pode ser feito com um encaixe mais substancial [Fig.134]. Ou ainda assente em base de betão [Fig.135].

3. *Uma berma maior*: 200 x 200mm pode ser um muro muito pequeno, mas pode ser utilizado sem o encaixe de betão, apenas precisa de uma base. Este tipo de pormenor permite a esta berma funcionar como banco [Fig.136].

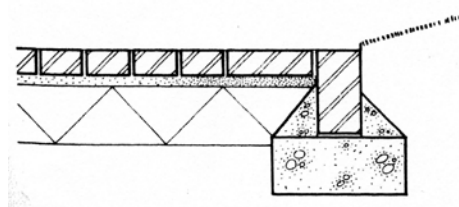


Fig.131 – Berma ao nível do terreno adjacente

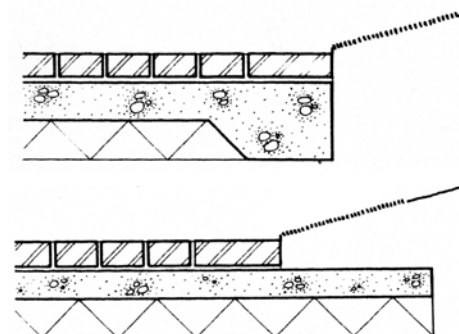


Fig.132 – Berma ao nível do terreno adjacente reforçada

d | Interrupções no pavimento – caixas de visita

A localização das tampas das caixas de visita é um dos aspectos a ter em conta no desenho da pavimentação, procurando sempre que estejam alinhadas com a pavimentação. Um desenho simples cuidadosamente dimensionado para caber na pavimentação em tijolo, deve evitar a necessidade de recorrer a corte [Fig.137].

As tampas de acesso devem ser posicionadas antes da pavimentação já estar pronta. As tampas de saneamento e drenagem são a mais comum 'interrupção' na pavimentação. Normalmente estas devem estar dentro do controle do arquitecto, e a sua localização deve ser assegurada num bom local.

Para obter-se uma melhor aparência pode usar-se uma tampa embutida, preenchida por unidades de pavimentação. Algumas tampas do tipo embutido apresentam uma profundidade para colocar material de enchimento. No caso desta profundidade não ser suficiente, deve assegurar-se que pavers finos (plaquetas) podem ser fornecidos para combinar com a pavimentação geral ou que a tampa embutida é de uma profundidade adequada para unidades de material mais o material da cama.

É necessária uma supervisão cuidadosa para garantir que a moldura da tampa fique de nível com a pavimentação. As unidades de pavimentação devem ser definidas com uma junta seguindo a linha do lado de fora da parede do poço de inspecção, pois algum movimento diferencial vertical entre o poço e a envolvente pode acontecer [Fig.138]. Se a pavimentação for assente numa cama e juntas de argamassa sobre uma base de betão, deve ser formada uma junta de dilatação ao redor do poço de inspecção.

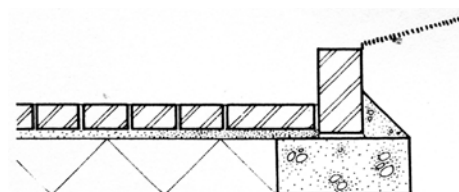


Fig.133 – Berma com tijolo ao alto

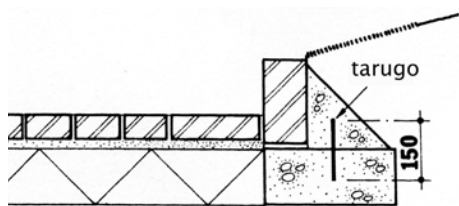


Fig.134 – Berma com tijolo ao alto mais resistente

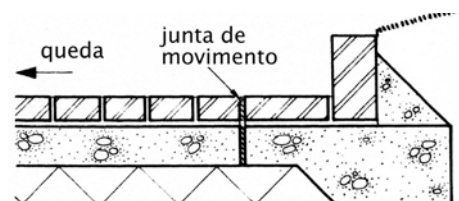


Fig.135 – Berma com tijolo ao alto assente em base de betão

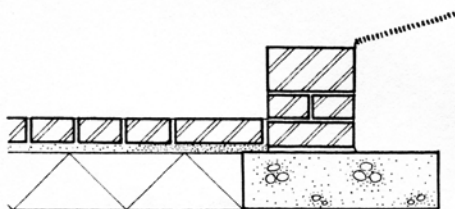


Fig.136 – Berma maior

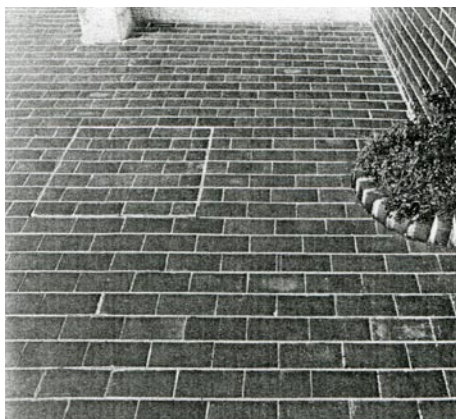


Fig.137 – Preston – exemplo de uma tampa de caixa de visita bem integrada no pavimento, a tampa é revestida a tijolo como o pavimento

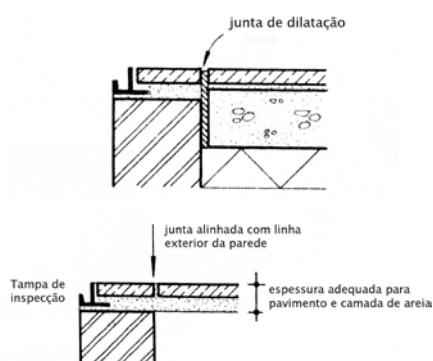


Fig.138 – Detalhe do encaixe onde irá assentar a tampa

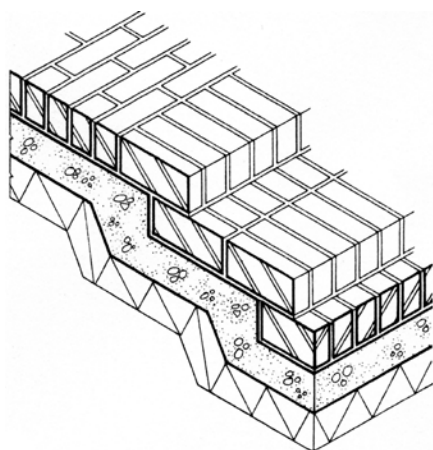


Fig.139 – Disposição dos tijolos de forma a marcar a extremidade do degrau

e | Degraus

Os degraus que não fazem parte de um edifício não são controlados pelos regulamentos de construção. No entanto, degraus externos que são considerados parte de um edifício, são aqueles que são necessários para superar a diferença de nível entre um edifício e o terreno envolvente e que muitas vezes têm o apoio do próprio edifício.

É essencial facilitar a identificação visual da berma do degrau quando as escadas estão localizadas em áreas usadas regularmente à noite. As extremidades dos passeios e dos degraus de escadas são pontos de borda que devem ser pensados em projecto segundo a função que pretendem ter. Podem ser usados tijolos nas extremidades, aplicados num mesmo plano formando a extremidade do degrau [Fig.139], tendo a vantagem de marcar os degraus e extremidades dos passeios, aumentando a segurança. Uma outra forma de dar ênfase ao degrau, é através da sombra criada pelo espelho sobre o cobertor embutido, destacando os planos onde se coloca o pé (espelho) [Fig.140]. As sombras projectadas por uma ligeira projecção, irão delinear a berma do degrau, quando descendente, e o padrão de vínculo pode enfatizar a berma do degrau ao descer.

No caso de não se pretender dar grande ênfase ao degrau, permitindo uma suave transição entre os degraus das escadas e os pavimentos, existem outras formas de aplicação, que seguem com a mesma colocação de tijolos dos pavimentos adjacentes.

Normalmente um tijolo rígido proporciona a resistência adequada para evitar danos nas bordas do degrau. Em situações de desgaste intenso, uma solução é a borda arredondada (em 'focinho'), sendo uma garantia extra, para conforto e segurança.

Caso não sejam regulamentados, os degraus poderão ter uma ligeira inclinação, para evitar a retenção de água e a consequente possibilidade de gelo. Podem ser projectados com uma ligeira queda para a frente, de cerca de 5 mm por piso, mas deve ser aumentado para degraus mais amplos. As inclinações dos pisos dos degraus devem ser formadas no processo de cama.

f | Supervisão

Os níveis devem ser verificados e confirmados antes do trabalho de pavimentação ser iniciado. Pequenas mudanças nos níveis adjacentes ao edifício podem afectar seriamente as camadas impermeáveis e portas. Assim como ter atenção para não afectar os níveis das escadas, pois se a altura dos degraus difere, apresentará um perigo.

Decidir, consoante as unidades e cama de argamassa, se devem ser molhados antes do assentamento. Esta decisão depende do nível de absorção dos pavers, se forem muito absorventes, principalmente no verão, podem precisar ser molhados para evitar que a argamassa seque muito rapidamente, levando ao afrouxamento das juntas de argamassa.

Outro aspecto necessário supervisionar em obra prende-se com a necessidade de limpar a tempo todos os dejectos de argamassa, antes destes mancharem o pavimento. Após remover os grandes pedaços é necessária uma lavagem

com uma solução diluída de ácido clorídrico. É essencial que a mangueira esteja bem para baixo após um período adequado para dissolver os salpicos. Isto porque numa fase posterior pode ser impossível limpar adequadamente.

Para que fique bem definido, as camadas de argamassa de pavimentação devem ser mantidas livres de todo o tipo de tráfego, pelo menos pelo período de três dias.

g | Manutenção

Será necessária uma manutenção mínima dos tijolos de pavimentação se for bem desenhado e colocado. Um problema a ter em atenção é a criação de musgos tornando o piso escorregadio, o que acontece em situações sem sol. Ou a vegetação nas juntas, o que com uma solução de zinco ou de magnésio sílica – flúor, que não deixe crescer este tipo de vegetação, resolve o problema. Também é preciso ter atenção às manchas de óleo e manchas de alcatrão.

No caso de ser preciso aplicar um tratamento químico na pavimentação, este deve ser precedido por uma saturação com água limpa e, em seguida, após o tratamento da alvenaria deve ser cuidadosamente lavada com água limpa. Um jacto de água será mais eficaz, no caso de não haver areia solta ou outro material frouxo. Neste processo devem ser tomadas precauções, visto que os químicos danificam as plantas e a grama. É aconselhável tratar uma pequena área de estudo para estabelecer um método de adequação.

h | Segurança

Muitos dos tijolos paver apresentam na sua face exposta uma textura de superfície rugosa que proporciona um acabamento antiderrapante bom. Ao serem colocados com os seus lados mais longos perpendiculares à linha de tráfego, também podem tirar vantagem máxima das juntas como antiderrapantes [Fig.141].

i | Problemas

Dois problemas tendem a ocorrer com o trabalho de pavimentação: o primeiro é que por razões práticas de pavimentação, esta operação geralmente é a última, e em consequência, terá de ser feita rapidamente; o segundo surge da dificuldade em encontrar mão-de-obra qualificada neste tipo de operação, que seja suficientemente hábil para que seja feito um bom trabalho e rapidamente. Pedreiros comuns, habituados a trabalhar na vertical, nem sempre são capazes de enfrentar o trabalho de pavimentação com êxito.

Outro problema que pode suceder na pavimentação, é o aluimento, quando a pavimentação é colocada numa base natural sem uma laje de betão. A causa pode dever-se à penetração de água através do terreno natural, ao escoamento de água, ou pelo peso excessivo de veículos não autorizados. Na pavimentação assente sobre uma cama de areia (seja sobre o terreno natural ou sobre uma base de betão) há a tendência desta se espalhar lateralmente, por isso deve ser proporcionada uma restrição no perímetro, excepto em caminho menores ou pequenas áreas. Onde a largura seja superior a 10 m, a cama e as juntas devem ser executadas em argamassa e com juntas de dilatação térmica.

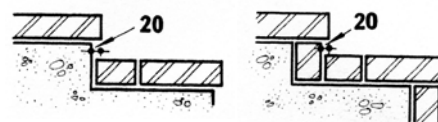


Fig.140 – Degraus enfatizados pela sombra projectada

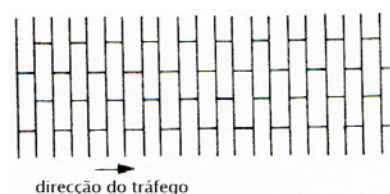


Fig.141 – A orientação dos tijolos paver, reduz o efeito escorregadio através das linhas de junta, que se encontram transversais à direcção do tráfego



Fig.142 – Muro tradicional, Casa em Matosinhos

2.1.2.2| MUROS DE VEDAÇÃO E RETENÇÃO

Os muros devem ser projectados de maneira a evitar a entrada de água pelo topo, este tipo de exposição é comparável ao parapeito das paredes dos edifícios. Acresce o facto de, quando expostos à chuva, esta possa penetrar no muro de ambos os lados e por cima, afectando tanto a durabilidade como a aparência. O desenho de detalhe deve ter em conta estas necessidades especiais. A exposição térmica também leva a um alto movimento térmico das camadas impermeáveis.

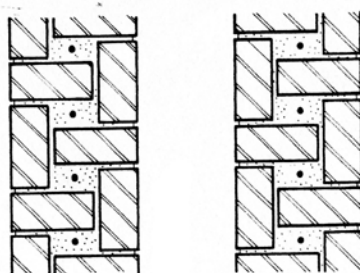
1 - OPÇÕES DE DESENHO

Para se garantir a durabilidade deste material é importante prevenir infiltrações através do isolamento: abaixo do solo, acima do solo até 150 mm acima do solo, aos muros em geral e ao seu remate no topo. Noutros países onde houve maior desenvolvimento deste material, como por exemplo a Inglaterra, é possível encontrar tijolos com qualidades especiais para usar nestes pontos críticos.

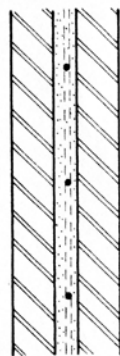
a | Sistema construtivo

Os muros de vedação e retenção apresentam uma componente estrutural, principalmente no caso dos que têm a função de retenção das terras. Se construídos de forma tradicional precisam adoptar larguras mais espessas [Fig.142], já se adoptar-nos os sistemas de alvenaria armada, é possível conseguir melhores relações de esbeltez.

No caso de adoptar um sistema armado vertical, apresenta-se uma estrutura mista, formada pela junção dos tijolos com armação vertical. Esta armação é colocada ao mesmo tempo que se levanta a alvenaria.



Muros de contenção resolvidos com aparelho Quetta



Muros de contenção com câmara armada

Nos muros de vedação e contenção de terras:

- Pode-se optar por uma sucessão de aberturas verticais, onde se alojam as barras de armação e se preenchem de argamassa à medida que se vai subindo o aparelho. Neste tipo de sistema é comum utilizar o aparelho Quetta.
- Muro com câmara armada, com rede metálica soldada situada na zona que deve suportar as tracções, composto por duas folhas de meio pé cada, ancoradas entre si, preenchendo de betão a sua câmara interior. [Fig.143]

b | Aparelhos

Os muros podem ser travados com diferentes tipo de combinações [Fig.144]:

- Assentamento ao leito
- Assentamento flamengo
- Assentamento de topo
- Assentamento inglês
- Assentamento holandês
- Assentamento em ratoeira
- Assentamento em Dearne
- Assentamento de muro de jardim inglês
- Assentamento de muro de jardim flamengo

a | Fundações

Nos muros há uma tendência para economizar, especialmente em relação à profundidade total de fundação abaixo do nível do solo. Em muros pequenos (até 90 mm) deve considerar-se um mínimo de 300 + 150 mm de profundidade na fundação. Muros altos em solos argilosos exigem uma maior profundidade (750 mm é normalmente o recomendado para paredes de edifícios fundados no saibro).

Uma das preocupação a ter em conta são os danos que podem ser causados por árvores existentes, assim como as novas árvores previstas, que se crescerem rapidamente ou se houver uma mudança de condição do solo após a remoção de grandes árvores existentes, podem criar riscos nas fundações. Nestes casos, em que são previstos estes riscos, as fundações necessitam de consideração especial, ser aumentada em profundidade ou fortalecida por reforço.

b | Estabilidade

A relação entre altura e largura (esbeltez) é o principal factor que determina a estabilidade. No entanto, também contribui para a estabilidade a forma do plano das paredes, o tipo de ligação, o peso do tipo de tijolo, o uso de alvenaria reforçada, a carga de vento, adequadas fundações. Pode ser mais económico incorporar contrafortes ou fornecer travamento usando parede escalonada ou com formas curvas. Nos muros mais altos que estejam em situações expostas deve ser previsto em desenho a resistência mecânica adequada contra danos causados pelo vento. Esta é uma função da forma da parede de tijolos, neste sentido, deve ter-se em conta a espessura da parede para que se suporte isoladamente [Fig.145], ou complementa-la com pilares em intervalos.

Num edifício, uma parede da mesma altura, normalmente é contida tanto na parte superior e inferior dos pisos e telhado e lateralmente por paredes perpendiculares. Um muro, em contraste, pode ter um balanço vertical devido à sua exposição ao vento, e é muitas vezes concebido sem cálculos estruturais para o efeito. Existem outros métodos de escorar os muros através do desenho, criando alcovas abrigadas, muros em forma de serpentina [Fig.146]. Como os muros não carregam cargas aplicadas, há uma tendência para economizar no projecto de fundação. No entanto, muitas vezes este procedimento leva a um trabalho de reparação caro.

Outro aspecto que influencia a estabilidade é o tipo de ligação entre os tijolos. Uma ligação pode poupar 25% de material numa parede de espessura de um tijolo [Fig.147]. No entanto, a redução de peso pode prejudicar a estabilidade, em comparação com uma parede sólida da mesma espessura. Outra forma de reforçar a parede é através da utilização de barras verticais com um enchimento das cavidades com betão armado, chamadas alvenarias reforçadas. Mas se houver uma impermeabilização horizontal perto da base da parede, esta impede o desenvolvimento da tensão vertical.

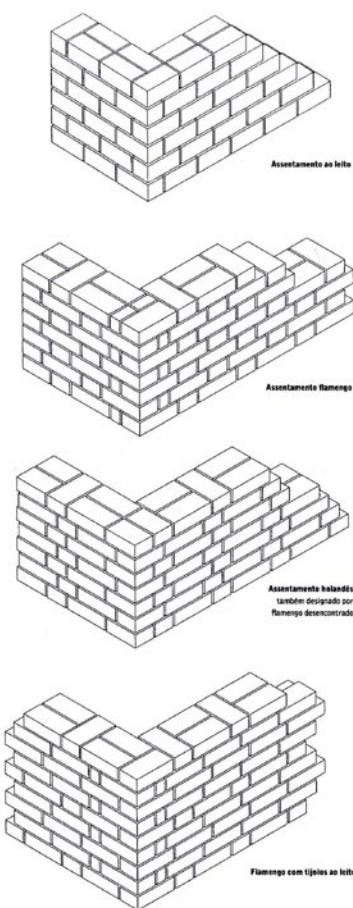


Fig.144 – Alguns exemplos de aparelhos

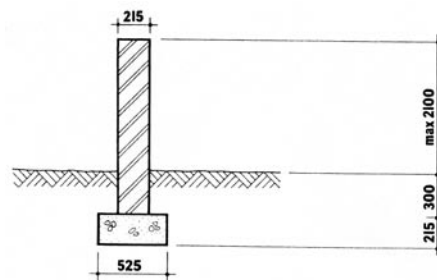
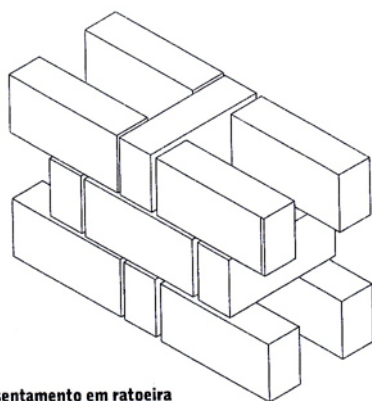


Fig.145 – Fundação para muro de vedação indicada segundo a altura e a largura



Fig.146 – Muro Serpentina



Assentamento em ratoeira

Fig.147 – Muro com aparelho que economiza o material

c | Juntas de argamassa

É necessária uma ligação eficaz, visto que, o cálculo da força de ruptura assumida na concepção de muros é regido pela eficácia do vínculo entre tijolos e argamassa. Devido às condições de exposição, a argamassa deve ser moderadamente forte, no entanto isso resulta numa resistência relativamente pobre a rachaduras. Isso aumenta a importância de fornecer juntas de dilatação. Existe um tipo de argamassa indicada para cada parte do muro, apesar do inconveniente de mudar a mistura das diferentes partes do muro, esta é a prática recomendada. No caso de muros altos ou muito expostos, o factor mais importante é a resistência de união. Já nos muros médios e baixos, mostra-se mais importante a resistência ao frio. Argamassas misturadas podem ser mais fortes do que utilizar o mínimo – cimento, cal e areia.

Para um melhor resultado, as misturas de argamassa para tijolos de barro, devem ser diferentes consoante a sua localização ao longo do muro. Assim, a título de exemplo: desde a fundação até 150 mm acima do solo podemos ter uma mistura 1:3 cimento Portland resistente a sulfato/areia; de 150 mm acima do nível do solo até a parte inferior do remate superior do muro ter mistura 1:6 cimento Portland resistente a sulfato/areia, com plastificante aprovado (resina); e o remate superior do muro com 1:2 cimento impermeabilizante (com adição de estearato de alumínio)/areia.

O tipo da junta tem influência no escoamento das águas das chuvas ao longo do muro e na aparência final da alvenaria. A junta rasa, rematada superiormente ou arredondada (concava) são basicamente as adequadas. No entanto, a escolha deve depender da textura do tijolo e da aparência desejada.

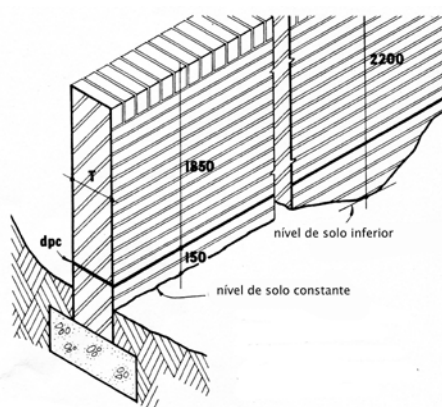


Fig.148 – Muro de vedação, colocação da tela impermeabilizante

d | Impermeabilização

Todos os muros devem incluir uma membrana impermeável ao nível do solo mais próximo (no mínimo), com excepção de muros muito baixos. Esta impermeabilização idealmente deverá estar cerca de 150 mm acima do solo [Fig.148]. No caso de existir vegetação junto ao muro é preferível que este seja colocado 225 mm acima do solo, para acomodar as mudanças do nível do solo.

Os níveis do solo finais tendem a variar do desenho em projecto, por isso os níveis onde se coloca a impermeabilização devem ser relacionados com os níveis reais onde termina o solo, permitindo eventuais diferenças em lados opostos de um muro. No caso de qualquer mudança de nível nas camadas de impermeabilização horizontal, estas devem ser ligadas por membranas verticais. O inconveniente do uso desta membrana na junta de argamassa prende-se com o enfraquecimento do vínculo. Devem ser tomados cuidados para garantir que ela se estende a toda a largura da parede. Na prática, não é fácil garantir isso e também obter uma aparência limpa. Apesar de ser um material usado em folha para melhorar a aderência da argamassa, esta inclusão pode levar a uma redução da resistência ao derrubamento do muro pelo vento, e à formação de um plano de deslizamento, permitindo ocorrer com mais facilidade movimentos horizontais na parte superior das paredes. Nos muros onde as pessoas tendem a inclinar-se contra o parapeito, deve haver um forte vínculo na zona de impermeabilização.

e | Acabamento superior do topo - capeamento

Especialmente o muro é afectado pelo seu acabamento superior, este é mais vulnerável a danos causados pela geada e o ataque do sulfato é também de alto risco. O remate superior do muro além da necessidade de proteger contra a penetração da chuva directa, deve fazer a descarga da água superior por meio de uma projecção e gotejamento. Porém, os remates em tijolo sem uma saliência, são satisfatórios quando são utilizados materiais de qualidade. Este remate deve prevenir a penetração directa da água para o muro em baixo, quer por uma impermeabilização do remate (por exemplo em metal ou plástico) [Fig.149] ou pela inclusão de uma membrana impermeável sob o material de acabamento. Acabamentos de metal ou plástico devem impedir a penetração de água em qualquer junta, a menos que seja previsto também a inclusão de impermeabilização. Normalmente a impermeabilização deve ser colocada imediatamente abaixo do material de remate e ser totalmente incorporada na argamassa. No entanto, na prática, muitas vezes é apresentado uma ou duas fiadas abaixo do remate. Presume-se que isso é feito para tentar assegurar uma melhor ligação do remate ao muro, mas isso expõe os materiais que não são remate a uma situação muito molhada e não é aconselhável.

Um remate em alvenaria deve sempre incluir impermeabilização porque independentemente da permeabilidade da unidade, a penetração da água através das juntas de argamassa quase sempre ocorrem após movimentos térmicos e de humidade. Esta membrana deverá desviar a água que penetrou nas juntas verticais que ligam os tijolos de remate, para que não afectem o muro. No entanto, é necessário tomar atenção ao escoamento da água, pois este pode afectar significativamente a durabilidade do material. Em geral usa-se tijolos e argamassa de qualidades para resistir a 'molhar de ambos os lados'. Para o escoamento a pior situação seria normalmente uma chapeleta impermeável de metal ou plástico, mas estas quase sempre são concebidas com projecção e tem formas de gotejamento relativamente bom. Assim como também terá o risco de ataque químico de alguns tijolos por águas de escoamento com calcário vindo dos metais não ferrosos. Embora o escoamento da água possa raramente causar a deterioração que muitas vezes resulta em deformação, isso geralmente é visto pelas manchas brancas ou com o escurecimento temporário da cor. Um problema que pode ser visto em qualquer tipo de alvenaria, mas é provável que seja mais óbvia em material de cor clara do mesmo tom, especialmente se os tijolos são relativamente absorventes.

Mesmo com um remate de qualidade, deve atender-se às condições de exposição, pois o molhado prolongado desnecessariamente deve ser evitado por uma inclinação na superfície superior. A queda pode ter uma ou duas direcções, uma direcção num único sentido, terá melhor aparência. Para além da queda, prevenindo a saturação, as camas de remate do tijolo também devem apresentar uma queda. Principalmente nestes casos onde se usam os tijolos padrão nos acabamentos, será uma melhoria para as respectivas camas ter uma ligeira inclinação, de cerca de 5 mm [Fig.150]. A maioria dos tipos de remates em alvenaria, são geralmente garantidos quando as camas e juntas em argamassa são feitas adequadamente. No entanto, zonas que possam ser utilizadas como parapeitos ou bancos, são zonas de risco. Isto porque com o movimento térmico as unidades dos tijolos à beira do remate podem soltar-se. Para resolver este problema são incorporados grampos de aço galvanizado ou de metais que não criem ferrugem [Fig.151].

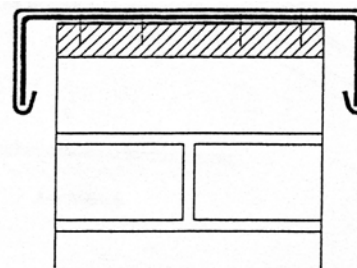


Fig.149 – Perfil típico de metal ou plástico para capeamento

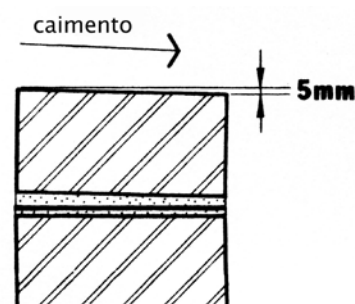


Fig.150 – Membrana sob o tijolo, fixos por argamassa que formará uma cama com ligeira inclinação

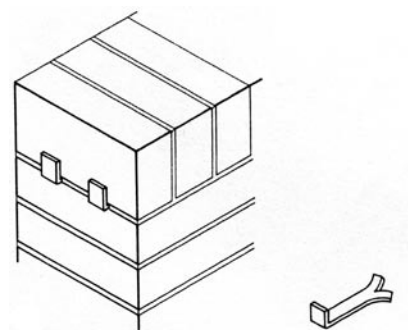


Fig.151 – Remate com tijolo na borda, tendo como prevenção para o movimento térmico grampos embutidos com extremidade cauda de peixe

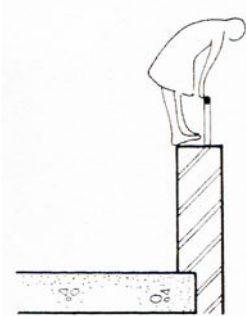


Fig.152 – Muro que faz parapeito, terá o efeito consola

f | Juntas de dilatação

As juntas verticais para acomodar o movimento horizontal são recomendadas em intervalos de cerca de 12 m em paredes de tijolos de barro. Estas podem levar um enchimento compacto com vedações em mástique como é comum. Em edifícios, onde a prevenção da penetração de água é essencial, este tipo de junta é necessária, mas nos muros esta pode ser questionável. Uma junta aberta, com uma abertura que não permita a formação de gelo no interior da cavidade (8-10 mm) poderá ser usada.

g | Parapeito

Muros baixos, localizados onde existe uma diferença substancial entre os níveis do solo nos dois lados do muro. Considerando que o regulamento de construção (RGEU) exigem uma altura mínima de 1,2 m para protecção nestas situações. Nenhum tipo de parapeito deve ser inferior a 200 mm de espessura. No caso de se prever uma possibilidade de encontro de multidão, encostada ao parapeito, deve ser considerada uma alvenaria reforçada para fornecer uma estabilidade extra, concebida como uma construção em consola.

Neste caso onde muro-parapeito do jardim encontra o edifício, ocorrerá um assentamento diferencial. Como a exclusão de chuva na junção não é essencial, a concepção do muro de jardim geralmente é mais sensível por ser uma estrutura auto-sustentável, separado do edifício até na realização da fundação [Fig.152].

h | Retenção de terras

As paredes que agem como estruturas de retenção de terras, em parte ou quase na totalidade da sua altura num dos lados ao ser exposta no seu lado oposto. O carregamento lateral é significativo a partir da altura em que a parede é de retenção de terras, e a carga de vento na face oposta torna-se importante. Um muro de retenção permanece mais húmido por períodos mais longos de tempo do que um muro independente, a menos que este seja protegido por impermeabilização entre o muro e a terra, uma pratica incomum para muros. Se não tiver esta impermeabilização o muro será exposto á transferência de sais solúveis durante longos períodos de humidade, aumentando o risco de acção do sulfato e de eflorescências prolongadas. Um compromisso útil a um custo razoável é tratar as costas do muro com uma pintura betuminosa ou uma folha de polietileno.

Sendo ou não a parte de trás da parede impermeabilizada, deve ser assegurada uma boa drenagem. Em locais inclinados, a descida dos fluxos de geada e chuva levam a que a drenagem desta água seja feita pela terra retida pelo muro e presa por este, tendo como resultado a penetração até aos alicerces, afectando a estabilidade. Esta parede de tijolos que remata o jardim inclinado terá que ter algumas perfurações no nível mais baixo, que permitam o escoamento destas águas. Neste muro será feito por tubos de pequeno porte, colocados com uma inclinação para baixo em direcção à face da parede exposta e projectado um pouco além dela, cerca de 40 mm.

A drenagem também pode ser feita através de um dreno colocado na terra, na base do enchimento traseiro, o qual não deve apenas adoptar uma inclinação mas deve ser levado para uma saída efectiva. Mas como os drenos de terra nem sempre permanecem eficazes, são sempre aconselhados alguns pontos de drenagem através da parede como precaução adicional. Onde as paredes

conservem uma altura considerável de terra, pode ser vantajoso criar alguns pontos a meia-altura, para além dos logo acima do nível do solo. O preenchimento de trás deve ser num material permeável para drenagem, (pelo menos no nível mais baixo) como pedra partida ou tijolo partido. Se a terra retida pelo muro contem sulfatos solúveis deve utilizar-se cimento que resista ao sulfato ao invés de cimento Portland ordinário.

Os muros de contenção sem reforço devem ter peso e espessura suficiente para resistir ao derrubamento. Na elaboração do desenho destes muros existe também «*uma regra de ouro muitas vezes utilizada para paredes de até 2 m de altura é a altura sem apoio não exceder quatro vezes a espessura da parede.*»¹

As principais características de uma parede de retenção em tijolos são: o remate superior com membrana impermeável; o nível baixo de impermeabilização em tijolo; a drenagem através da parte de trás da parede e a impermeabilização na parte de trás da parede [Fig.153].

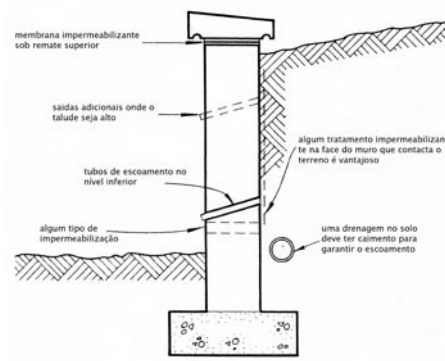


Fig.153 – Pormenor da parede de retenção

¹ HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick – London: Architectural Press, 1976, pp.71

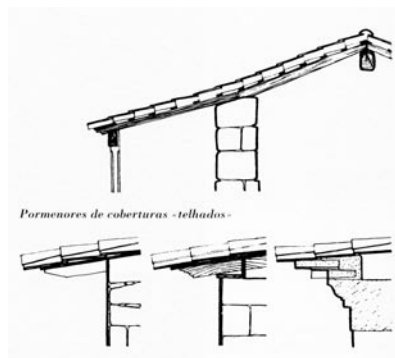


Fig.154 – Telhados no Sabugal

2.2| TELHA CERÂMICA

1 | Introdução

As telhas cerâmicas são peças utilizadas para construir um telhado, que funciona como elemento de vedação da cobertura. As características do material cerâmico combinadas com a forma da peça e o correcto encaixe entre elas, garantem uma boa vedação. Este tipo de vedação, chamada de 'telhado' constitui um elemento tradicional na paisagem portuguesa [Fig.154], que desde o império romano se manteve presente no nosso território. Tornou-se um elemento integrante da paisagem, tanto em Portugal como na Espanha, França, Itália e Grécia. Ao longo dos tempos os níveis de exigência técnica foram aumentando e os formatos de telha tradicionais foram transformados em novos modelos, com melhores prestações. Actualmente, são produtos que respondem a requisitos rigorosos de normas de especificação de características e respectivos métodos de ensaio. A documentação regulamentar, técnica e normativa aplicável às telhas cerâmicas nos países membros é conciliada na directiva 89/106/CEE.

«Hoje a telha é, por um lado, um símbolo de tradicionalismo e de medo de progresso, enquanto, por outro lado, simboliza tradição e segurança.[...] Um material que se espalhou pelo mundo – muito antes de se falar de globalização ou internacionalização - e que é durável, fiável, fácil de manter; um elemento que se adaptou, de forma subtil, com sucesso, aos vários requisitos regionais e que, ao deixar de ser um produto artesanal para passar a industrial, se tornou um material de construção pouco dispendioso, mas de elevada qualidade.»¹

Ao construir em telha é importante por de lado qualquer preconceito, para que se possa mostrar as qualidades positivas deste tipo de material. *«Cobertura com telhas? Esta é a pergunta que fazem, surpreendidos, muitos profissionais, quando confrontados com a possibilidade de trabalhar com este material. De facto, a utilização da telha cerâmica, cuja presença caracteriza, do modo inequívoco, as paisagens de Portugal, constitui uma opção normalmente rejeitada por uma larga maioria dos arquitectos portugueses, quando projectam edifícios construídos de raiz, sem condicionantes específicas que imponham a utilização deste produto.»²*

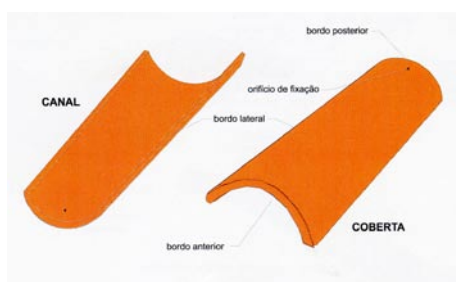


Fig.155 – Telha canudo

2 | Tipos

As telhas cerâmicas podem ser classificadas quanto ao seu formato e quanto à sua forma de encaixe. Quanto à sua forma são classificadas como:

- *Telha canudo* – esta telha é uma simplificação da telha antiga romana, mas formada por uma só peça de secção curva, que se pode aplicar virada para cima ou para baixo. Os remates de cumeeira podem ser realizados com a própria telha de canudo, assim como os restantes remates. Actualmente utiliza-se mais nas casas rurais e nos restauros das coberturas. Como se trata de uma telha leve, sem sistema de encaixe, normalmente são presas por grampos ou arames em 'S' ou por escassilhos de tijolo fixados com argamassa. Consoante a sua disposição a telha tem diferentes nomes: quando se apresenta com a concavidade para cima chama-se telha caneira, quando apresenta a concavidade para baixo chama-se telha coberta ou cobertor. Estas ultimas as vezes são mais estreitas que a telha caneira [Fig.155].

¹ Carsten Land in Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.10

³ Ibidem, pp.11

- **Telha Marselha** (plana com encaixe) – tornou-se corrente em Portugal no final de oitocentos, uma telha plana com estrias, apresentando entalhes em relevo que permitem um encaixe umas nas outras [Fig.156].
- **Telha Lusa** (de aba e canudo) – com uma parte lisa e plana e outra em secção curva, também com estrias de encaixe. A sua forma é um retomar da telha árabe numa peça única [Fig.157].
- **Telha romana** – a sua produção em Portugal é associada à sua aplicação em Monumentos, com uma forma em ‘U’ com arestas vincadas, é formada por duas peças, o imbrice mais estreito e a tegula mais larga (como a canudo), mas com linhas mais rectas [Fig.158].
- **Telha plana** – a telha que apresenta o formato mais liso na face exposta, este tipo de telha não apresenta um leque de acessórios tão vasto como os outros tipos de telha [Fig.159].

As telhas podem ser associadas por encaixe ou por sobreposição, estas últimas devem respeitar valores de recobrimento indicados segundo o tipo de telha. As telhas Lusa e Marselha são telhas de encaixe, que devem ser assentes em ripas de madeira, metálicas ou em nervuras de argamassa. Já as telhas canudo e romana, são telhas de sobreposição, o que lhes permite serem assentes sobre um suporte contínuo.

Dentro de cada modelo, existem diferentes peças complementares para além da telha corrente de revestimento, que podem interessar:

- **Cumes, terminais ou telhões** – peças maiores e mais pesadas, que rematam os encontros das diversas águas do telhado, incluindo o telhão de início;
- **tamancos ou cunhas** – peças de superfície superior lisa, para encaixe entre telhas, destinados a permitir os facilitar o caminhar sobre as coberturas.
- **cruzetas** – rematam superiormente as varias aguas das coberturas no encontro de telhões

3 | Forma e dimensões das telhas

A forma das telhas tem implicação directa no seu funcionamento, é a forma da telha que permite o bom escoamento das águas. No mercado nacional, quanto ao seu formato, podemos encontrar telhas cerâmicas curvas, planas ou mistas. A versatilidade do material argiloso permitiu a produção de telhas de diversas formas. É fundamental o controlo dimensional neste tipo de peças cerâmicas, por serem peças que se ‘encaixam’ umas nas outras. Sendo importante que as peças tenham o tamanho previsto, assim como todas as peças tenham o mesmo tamanho.

	Telha lusa	Telha Marselha	Telha canudo	Telha romana	Telha plana
Peso (kg)	2.9 a 4.5	3.0 a 3.5	1.8 a 2.0	1.8 a 4.0	1.2
Comprimento (cm)	40 a 48	40 a 45	40 a 45	40 a 57	25 a 27
Largura (cm)	23 a 30	26	12 a 16	12 a 20	15 a 17
Altura (cm)	5 a 9	3	5 a 7	5 a 6	2
Recobrimento longitudinal (cm)	4 a 8	5 a 6	9 a 15	10 a 15	7 a 9
Recobrimento transversal (cm)	4 a 8	3 a 4	5 a 9	5 a 8	-
Espaçamento do ripado (cm)	33 a 45	37 a 39	25 a 36	25 a 46	15 a 18
Unidades por m²	10 a 15	11 a 12	27 a 35	18 a 35	30 a 35

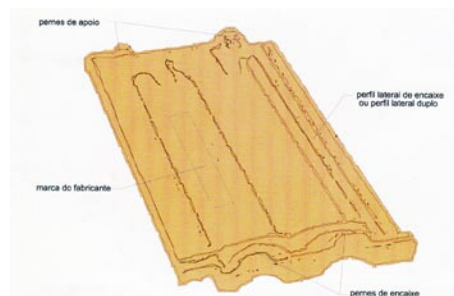


Fig.156 – Telha marselha

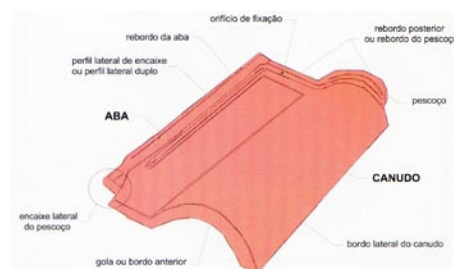


Fig.157 – Telha lusa

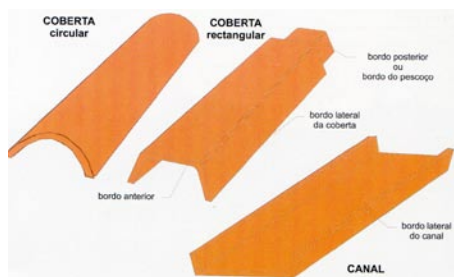


Fig.158 – Telha romana

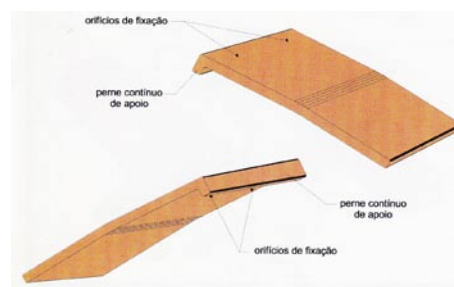


Fig.159 – Telha plana

4 | Especificações técnicas

As telhas cerâmicas, para ter um bom desempenho numa cobertura inclinada, devem apresentar um bom conjunto de características como:

[Estanquidade à água | impermeabilidade]

A resistência à acção dos agentes atmosféricos é uma das principais exigências de uma cobertura inclinada em telha cerâmica. A estanquidade à água é proporcionada pelas características do material (impermeabilidade do material), pela forma da peça (curva, plana ou mista) e pelo encaixe entre elas e a sua correcta aplicação no telhado (impermeabilização da cobertura). A inclinação do telhado e o recobrimento dos elementos descontínuos (telhas) garantem a estanquidade à água. Esta inclinação garante o escoamento até aos dispositivos de evacuação de águas pluviais. Um dos problemas neste sistema de cobertura é a acção conjunta da chuva e do vento, que pode provocar movimentos ascendentes da água. Outro problema é o risco de aparecer condensações, que dependem da composição da cobertura e da permeabilidade dos diversos materiais que a constituem.

[Isolamento térmico e sonoro]

Devido à sua posição de grande exposição, a cobertura tem um papel fundamental no isolamento térmico e sonoro do edifício. Um factor importante é a cor da telha, que afecta a absorção solar que esta possa ter, os ganhos de calor por radiação são duas a três vezes superiores quando se usam revestimentos de cor escura. Estes ganhos, desfavoráveis no Verão, podem ser favoráveis no Inverno. No geral, a telha cerâmica é um material que contribui para um bom comportamento higrotérmico da cobertura.

[Resistência mecânica]

As telhas devem apresentar resistência mecânica à flexão e capacidade para resistir a cargas concentradas (resistência ao peso), visto que sobre elas podem ter de se deslocar pessoas para eventuais reparações ou manutenção. As telhas cerâmicas garantem uma resistência à flexão mínima de 100 Kgf em telhas curvas e mistas e 90 Kgf nas planas. No caso da telha lusa (a opção escolhida), temos uma resistência à flexão de 300 Kgf, com mínimo de 150 Kgf.

[Durabilidade]

Devido ao seu grau de exposição ao exterior, desde chuvas e humidades que podem trazer sais dissolvidos que podem atacar quimicamente o material, e provocar a sua degradação. Também é necessário ter atenção à acção do gelo, que pode levar ao material ficar sujeito a esforços internos que podem levar a rupturas sob a forma de lascas.

[Leveza]

Esta característica prende-se com a necessidade de não sobrecarregar a construção e não necessitar de fortes estruturas de suporte.

5 | Aparência

A adição de aditivos e a aplicação de tratamentos superficiais permitem obter diferentes cores e acabamentos das telhas cerâmicas. No mercado encontram-se diversas variações de cor e de texturas dentro do mesmo formato de telha. Depois o tipo de telha utilizada, quanto ao seu formato, confere diferentes texturas ao telhado. Utilizando por exemplo a telha canudo [Fig.160] obtemos uma textura de telhado ondulante diferente da textura de um telhado que utiliza por exemplo a telha romana [Fig.161] ou a telha plana, que por serem mais geométrica aligeiram a textura. Já em telhado composto por telha Marselha apresenta-se com uma textura nervurada, numa linguagem bem diferente das restantes [Fig.162].



Fig.160 – Telhado composto por telha canudo



Fig.161 – Telhado composto por telha romana



Fig.162 – Diferentes texturas de telhado

2.2.1| TELHADO

O telhado é um elemento de vedação da cobertura, com inclinação e constituído por telhas. Define-se como cobertura inclinada por ter inclinações superiores a 8% (4,5°). Este tipo de vedação que protege a parte superior dos edifícios dos fenómenos climáticos como o vento, a chuva, neve, frio e calor devem cumprir funções específicas como: ser estanque à água, ao ar e ao vapor; oferecer isolamento térmico e acústico; oferecer resistência à geada e resistência ao fogo. A inclinação das pendentes, neste sistema, é um aspecto fundamental para um bom escoamento das águas das chuvas. Uma maior inclinação facilita o fluxo de ar levando a uma mais rápida secagem das telhas após a chuva. No entanto as inclinações devem estar de acordo com as zonas climáticas, de maneira a evitar a passagem de água para o interior da cobertura. O tipo de suporte das telhas irá influenciar a durabilidade das telhas. A eficácia de um telhado está directamente relacionada com a inclinação pretendida.

1 - OPÇÕES DE DESENHO

O projecto de execução de uma vedação de cobertura com telhas cerâmicas deve ter em conta o tipo de telha, a localização da construção (precipitação, exposição ao vento e temperatura), a forma e inclinação da cobertura e o tipo de suporte. A geometria da cobertura, inclinação e área de pendente, combinada com a solução construtiva definem o bom funcionamento do telhado face aos agentes climáticos.

Um telhado é constituído por uma estrutura principal, uma sub-estrutura (elementos de suporte do revestimento) e respectivo revestimento, neste sistema pode ser inserida uma protecção térmica, uma protecção acústica e uma protecção contra infiltrações e condensações.

a | Sistema construtivo

Os telhados têm progredido para uma construção mais ligeira. A estrutura de asna em madeira já é pouco utilizada actualmente, procurando-se elementos estruturais com formas mais simplificadas [Fig.163]. Um dos aspectos mais importantes a considerar no desenho da solução construtiva é que para o bom funcionamento deste tipo de vedação (telhado) é necessário um grau de ventilação que mantenha a humidade abaixo do ponto de saturação. Uma boa ventilação garante um ambiente saudável no interior da habitação e contribui para assegurar a durabilidade dos materiais cerâmicos. Existem dois tipos de solução que garantem a ventilação, a ventilação através do desvão ou a micro-ventilação, feita na zona imediatamente abaixo da telha [Fig.164]. A solução em desvão ventilado é a que garante uma melhor ventilação e menores probabilidades de ocorrência de condensações internas, no entanto, no projecto em estudo, o espaço coberto pelo telhado

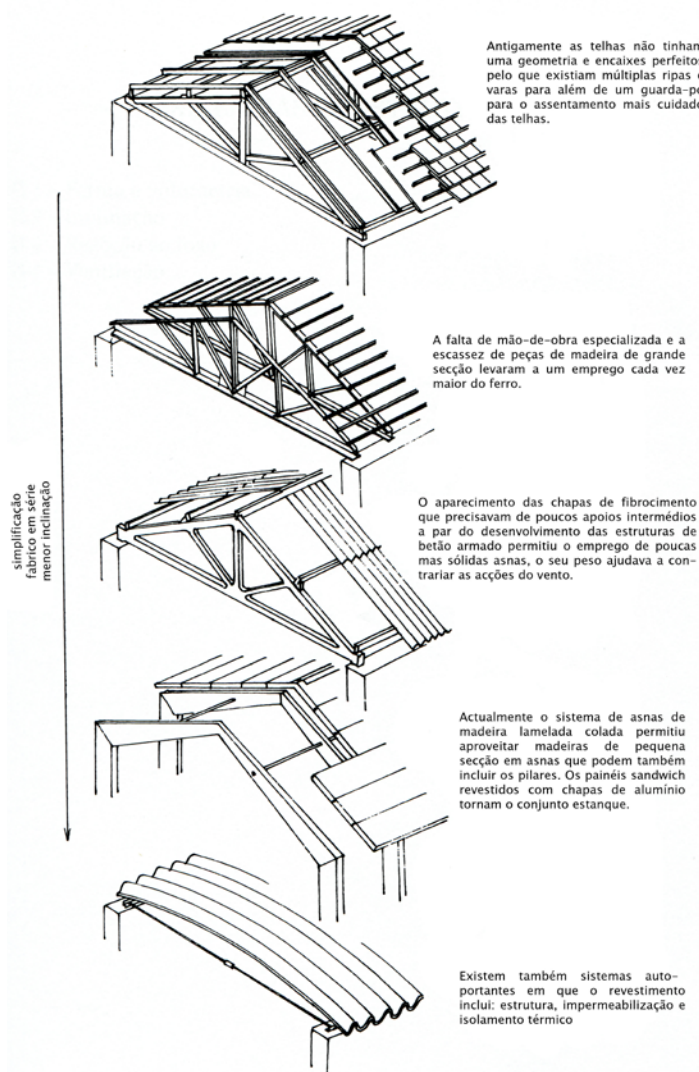


Fig.163 – Evolução para a simplificação das coberturas inclinadas

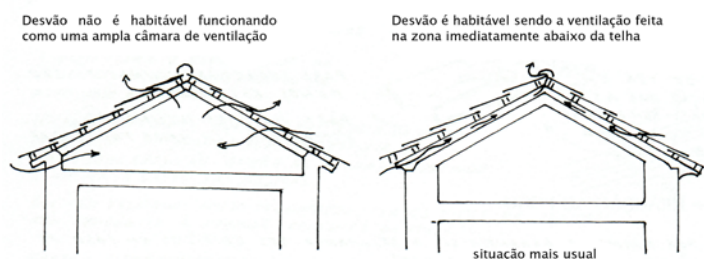


Fig.164 – Ventilação - duas situações distintas nas ventilação de uma cobertura inclinada

(o desvão) será utilizado como espaço habitável. Como forma de permitir o uso do desvão como espaço útil, o sistema construtivo passará por uma vedação de apenas um pano na pendente, formado por várias camadas, assente numa estrutura contínua, que deverá ser isolada termicamente, por exigência regulamentar. Esta situação conduz a que a cobertura esteja sujeita a fortes diferenças de temperatura e pressão de vapor de água, exigindo uma maior atenção na escolha dos materiais utilizados e à sua ordem de colocação em obra, para que não se gerem problemas de humidades e condensações. Um outro aspecto importante a ter em conta no funcionamento da ventilação é facto do espaço interior ser ou não ventilado mecanicamente, os edifícios de habitação na generalidade dos casos não têm ventilação mecânica, sendo importante que nestes casos haja uma passagem do vapor de água [Fig.165].

A estrutura de suporte do conjunto da cobertura será uma laje do tipo aligeirado (vigota + abobadilha) que formará a pendente, assente sobre vigas e pilares, que terá de sustentar o seu peso próprio e a carga do telhado. Posteriormente, sobre a face exterior desta laje, assentará a subestrutura que deverá suportar o revestimento, incorporar o isolamento térmico de forma contínua sobre a pendente e garantir a ventilação das telhas (e do isolamento térmico), considerando que quanto mais inclinado for um telhado mais alta deverá ser a caixa-de-ar.

Sistemas de subestrutura possíveis para este caso de estudo:

1 - *Chapa ondulada* – quando a telha assenta sobre chapas onduladas, é possível colocar o isolamento de forma contínua e a ventilação é assegurada por múltiplos canais paralelos [Fig.166] sob e sobre a chapa, que criam duas caixas de ventilação. A existência de duas caixas de ventilação é importante no caso da habitação não ser ventilada.

2 - *Isolamento térmico com estrias* – placas de poliestireno extrudido com estrias se forem colocadas na posição indicada garantem a ventilação pelas estrias [Fig.167]

3 - *Elevação do ripado* – contra-ripas apoiadas no isolamento térmico e fixadas à estrutura, seguidas das ripas onde assentarão as telhas, esta sobreposição de ripas aumenta a altura da caixa-de-ar, garantindo uma boa ventilação [Fig.168].

4 - *Ripado de argamassa sobre isolamento* – o ripado de argamassa é criado em obra sobre o isolamento térmico, permitindo que este seja contínuo e não seja perfurado. Durante a sua execução devem ser deixadas aberturas desencontradas para garantir a ventilação na face inferior da telha [Fig.169].

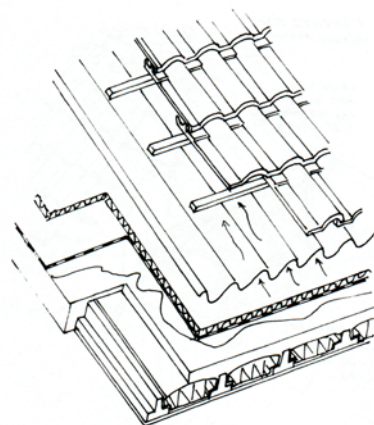


Fig.166 – Solução utilizando chapa ondulada - indicada para coberturas de edifícios não ventilados, por apresentar duas caixas-de-ar

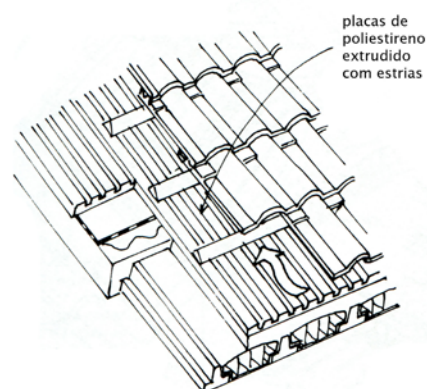


Fig.167 – Solução utilizando isolamento térmico com estrias - indicado para coberturas de edifícios ventilados

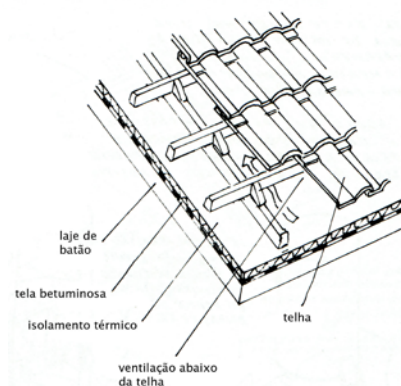
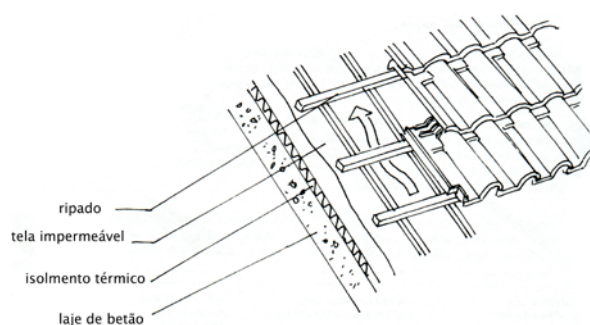


Fig.168 – Soluções utilizando elevação de ripado - indicado para coberturas de edifícios ventilados

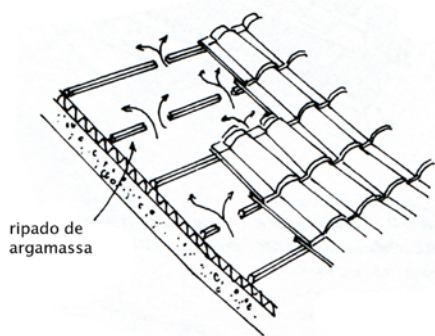


Fig.169 – Solução com ripado de argamassa sobre isolamento térmico

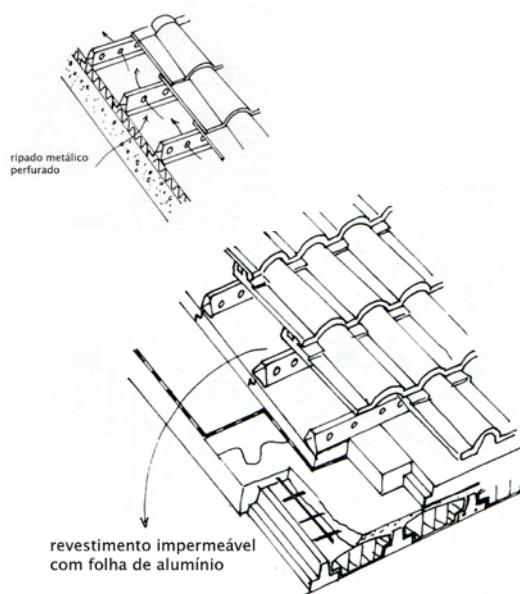


Fig.170 – Solução com ripado metálico perfurado sobre isolamento térmico - solução indicada para coberturas de edifícios ventilados

5 – *Ripado metálico perfurado sobre isolamento* – o ripado metálico assenta sobre o isolamento térmico, permitindo que este seja contínuo, o perfil metálico ao ser perfurado garante a ventilação abaixo da telha [Fig.170].

b | Inclinações

A inclinação das águas dos telhados é um dos factores mais importantes na composição do telhado, tanto na sua composição volumétrica, como no seu bom funcionamento. As inclinações mínimas admissíveis para as coberturas em telha são indicadas em função do tipo de telha, desenvolvimento da vertente, localização e condições de exposição. Normalmente o fabricante fornece as tabelas com as inclinações mínimas próprias dos modelos de telha que produzem, consoante o tipo de exposição (normal ou exposta) e o zonamento climático (que depende de factores como a precipitação, ventos dominantes, acções combinadas dos ventos e formação de geada) . Consultando a Tabela 9, que destaca a situação em estudo, podemos verificar que a telha que permite a menor inclinação é a telha Lusa.

Modelo telha	Manual de Telhas	Torreense cerâmicas	Carriça	Cobert
Lusa	44	28	45	23
Marselha	73	36	70	25
Canudo	61	45	65	-
Romana	49	-	-	-
Plana	70	-	-	35
Milénio	-	28	-	-

Tabela 9 - Inclinação mínima dos suportes das coberturas recomendadas (%) - admitindo que se situa numa localização de exposição Normal, que o desenvolvimento da pendente é menor que 6 m e que se localiza na Zona II do mapa de zonamento climático do território nacional

Nas vertentes que tiverem inclinação inferior ao mínimo especificado, será necessário prever dispositivos de estanquidade, isto porque uma inclinação insuficiente prejudica a eficiência do escoamento das águas pluviais e facilita a infiltração das águas e acumulação de lixos e musgos. A situação inversa, de inclinação excessiva, implica apresentar em projecto adequadas fixações aos elementos de suporte, para impedir o deslocamento e até a queda de telhas por acção de agentes diversos, como o vento dominante da região. Para além de que implica um maior gasto de volume de estrutura e material de revestimento.

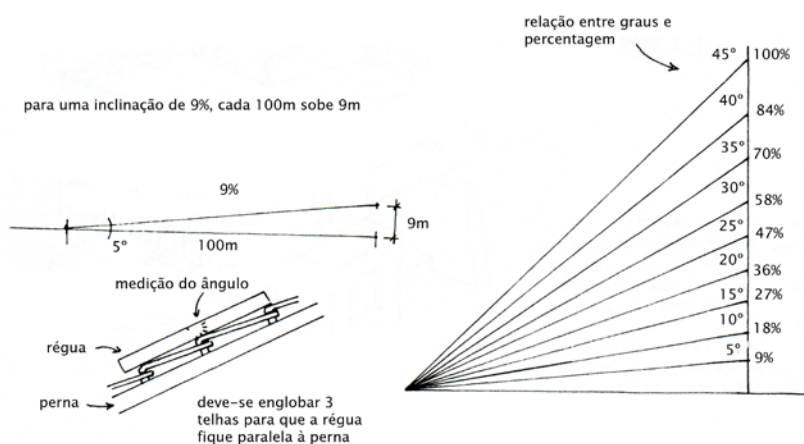


Fig.171 – A inclinação de um telhado é expressa em graus ou em percentagem

c | Traçado

O traçado dos telhados requer algum cuidado, visto tratar-se de um elemento que terá visibilidade. No processo de desenho de uma cobertura em telhado é importante perceber que este deve funcionar como meio de escoar as águas pluviais, através das suas inclinações. Um desenho de telhado, como é composto por planos inclinados, pode gerar intersecções e ângulos com alguma complexidade. Tradicionalmente, quando se desenha um telhado procura-se encontrar as bissectrizes para garantir que o telhado terá as águas todas com a mesma inclinação [Fig.172 e Fig.173]. No entanto, sabemos através da arquitectura popular, que os panos de telhado podem adquirir diferentes inclinações para se adaptar à morfologia do espaço que cobrem, mostrando grande flexibilidade. Durante o processo criativo é importante perceber a fundo a função deste elemento, mas estar livre para criar novas possibilidades.

Ao longo dos tempos, os telhados apresentaram diferentes tipos de volumetria. Em Portugal o telhado começou por cobrir toda a habitação num único telhado composto por várias águas ligadas [Fig.174], por volta dos anos 70 o telhado apresentava-se desconstruído, com várias águas que não se ligam entre si, actualmente há uma procura pela simplificação, resumindo-se a uma ou duas águas que cobrem toda a habitação. Esta simplificação deve-se também à pouca diversidade de peças cerâmicas acessórias, que não permitem uma boa adaptação às formas contemporâneas.

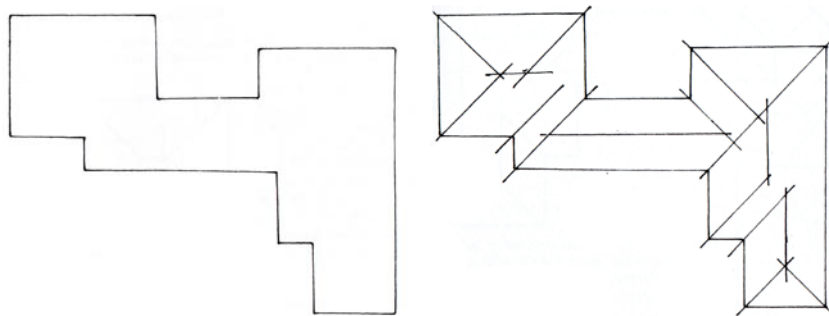


Fig.172 – Processo de desenho de um telhado tradicional, por meio das bissectrizes dos ângulos formados pelos beirados

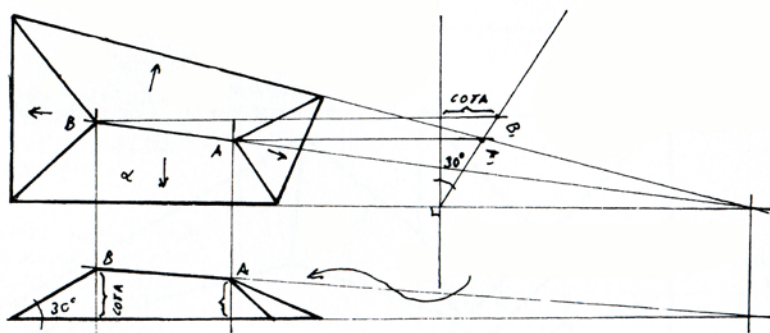


Fig.173 – Desenho de telhado com base não ortogonal

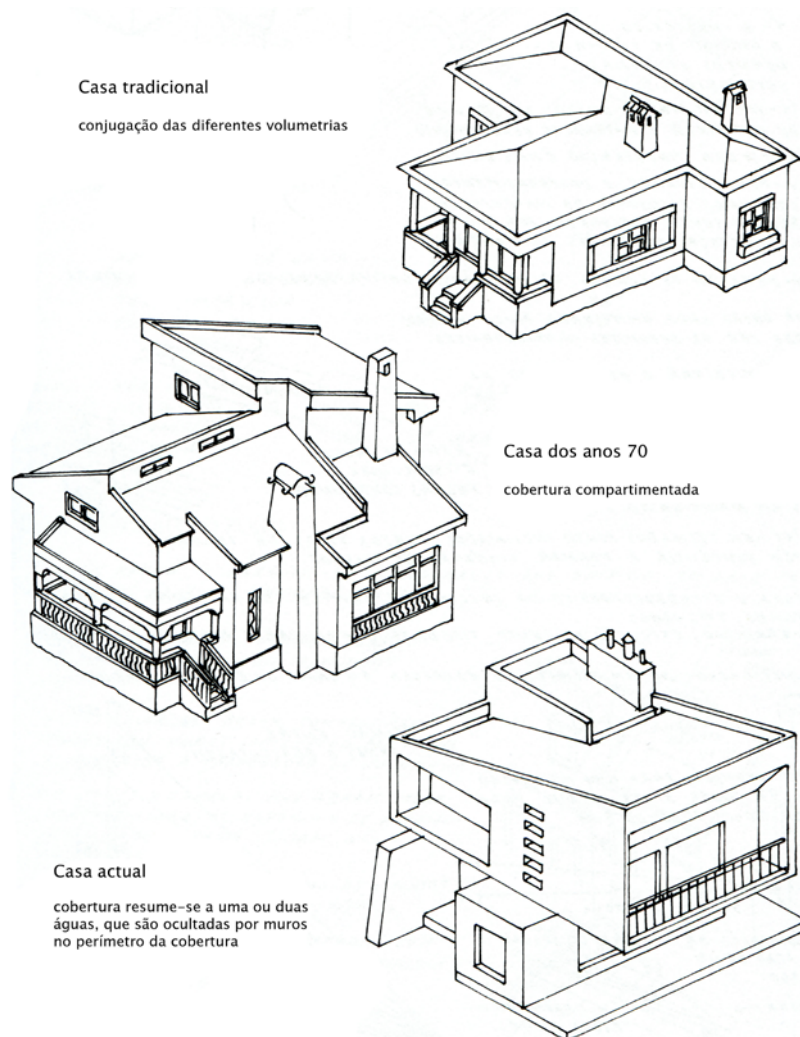


Fig.174 – Forma e volumetria - os telhados inclinados em telha cerâmica têm sofrido uma simplificação ao longo dos tempos

2 - APLICAÇÃO EM OBRA

A aplicação em obra da telha, requer rigor por parte de quem os executa, visto ser uma das áreas críticas da construção civil, apesar de ser um elemento tradicional na nossa cultura. É recomendado o estudo da disposição das telhas a utilizar no telhado, com um ensaio na obra, para evitar, o mais possível, o corte de telhas.

Antes de iniciar a obra, deve proceder-se à inspecção do produto relativamente a eventuais defeitos e considerar a possibilidade de existir pequenas diferenças de cor/tonalidade entre lotes.

a | Construção da estrutura portante

A colocação das telhas inicia-se com a construção da estrutura portante do telhado, que deve prever a carga das telhas escolhidas e da subestrutura. Esta poderá ser formada por estruturas descontínuas (ripado e varas) ou contínuas (laje). As estruturas contínuas em lajes de betão apresentam a vantagem de contrariar mais facilmente a acção do vento, devido ao seu peso.

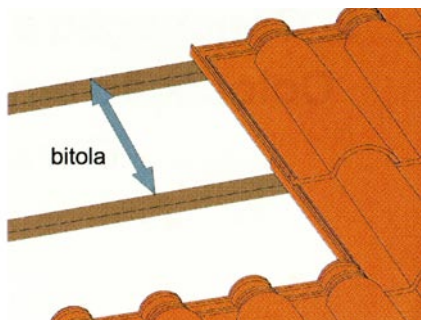


Fig.175 – Espaçamento do ripado - bitola

b | Espaçamento do Ripado

Posteriormente passa-se à aplicação do ripado. A boa execução do ripado é fundamental para o desempenho da cobertura e para a sua durabilidade. O ripado está em contacto directo com as telhas, servindo-lhes de apoio e assegurando o seu posicionamento. Por isso é importante determinar a distancia entre as ripas (bitola), consultando o fabricante ou consegui-la por calculo, antes de iniciar o assentamento [Fig.175]. Numa área plana montar uma fiada longitudinal e efectuar a medição das telhas juntas (posição fechada) e esticadas (posição aberta). O afastamento do ripado é dado pela soma das duas medições A+B, dividido pelo numero de telhas medidas.

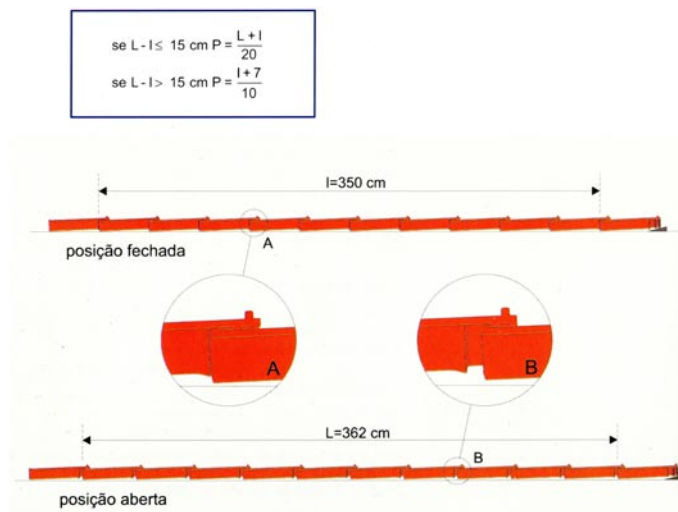


Fig.176 – Cálculo do espaçamento do ripado

Este afastamento entre ripas deve ser marcado com rigor e nivelado, normalmente é colocado perpendicularmente à linha definida pelo beirado. E deve proceder-se à marcação geral do telhado, para minimizar os cortes e acertos difíceis. Dependendo da tipologia dos telhados, o ripado pode ser executado de várias formas e com vários tipos de materiais, normalmente madeira hidrofugada, perfis metálicos ou perfis pré-moldados em betão. No caso de se utilizar ripas de madeira, é necessário verificar a qualidade da madeira, se estão convenientemente secas e se não apresentam defeitos que lhe reduzam a resistência. Se a opção recair nas ripas em perfil metálico, é importante que

estas sejam constituídas por perfilados em aço de construção de utilização geral, os quais deverão receber um primário de protecção contra corrosão. Já na escolha de perfis pré-moldados em betão armado ou pré-esforçado é necessário criar perfis com secção compatível com o apoio das telhas, com faces regulares e fixa-los convenientemente.

Em estruturas contínuas deverá ser utilizado ripado simples ou sobrelevado. A execução do ripado sobre uma laje contínua de betão armado pode ser realizada 'in situ' sobre o isolante, assegurando uma altura mínima de 5cm e uma interrupção periódica para circulação de ar ao longo da vertente (5cm em cada 3 a 4 metros) [Fig.177]. É necessário garantir a adequada aderência entre a argamassa e o isolante, o carácter não hidrófilo do isolante e a ventilação do intradorso das telhas. A ventilação é salvaguardada pela caixa-de-ar ventilada de 50 mm. Outra opção possível, e que talvez funcione melhor, consiste no ripado (madeira ou metal) pregado ou aparafusado à laje, através do isolante, de preferência com contra-ripado idêntico [Fig.178]. Nesta solução deve garantir-se uma fixação adequada e a utilização de contra-ripado com altura mínima de 20mm, para garantir a circulação de ar na face interior das telhas. É também importante calcular a secção destas contra-ripas que variam em função da distância entre apoios e da carga total do telhado. Admitindo ripas espaçadas 0,30 m, com uma distância entre eixos de contra-ripado de 0,40 m, seria necessária uma secção de 22 x 25 mm (h x l). Ao aumentar para uma distância entre eixos de 0,50 m, passaríamos para uma secção de 25 x 32 mm.

«A utilização de ripas completamente separadas da camada isolante, através de contra-ripas, é a solução com melhor desempenho global»¹

c | Assentamento

A forma de assentamento, assim como o espaçamento do ripado, dependem do modelo de telha. Os pontos singulares das coberturas, como os pontos de remate e peças singulares, merecem especial atenção. Uma regra elementar para um bom alinhamento das fiadas de telha é prever o início da colocação das telhas paralelamente ao beiral, e caso não seja possível manter o paralelismo até a linha da cumeeira, e executar aí os cortes imprescindíveis. Este corte deve ser mecânico, para resultar num remate o mais uniforme possível, para posteriormente ser rematado com os acessórios cerâmicos adequados, no caso da cumeeira, coberta pelo telhão. Assim, a colocação em obra deve começar por baixo, à direita ou à esquerda segundo o sentido de encaixe lateral das telhas, garantindo que cada telha recubra a anteriormente colocada, seguindo o esquema da Figura 179, e colocadas todas em simultâneo.

O bom posicionamento das telhas resulta do correcto apoio das saliências inferiores sobre o ripado, e da colocação das telhas superiores 'encavalitas' sobre as telhas inferiores consecutivas, precavendo que a parte inferior da cada telha apoia-se superiormente na fiada inferior. No caso das telhas de encaixe, basta que as telhas sejam encaixadas correctamente nas respectivas saliências para esse efeito, que dependem dos diferentes modelos de telhas. Já as telhas de sobreposição, exigem maior atenção quanto ao recobrimento recomendado. Este tipo de informação deve ser fornecido pelo fabricante quanto ao modelo específico de telha. Por exemplo, segundo a tabela 10, no caso de se optar pela telha de canudo ou romana, numa zona climática II de exposição normal

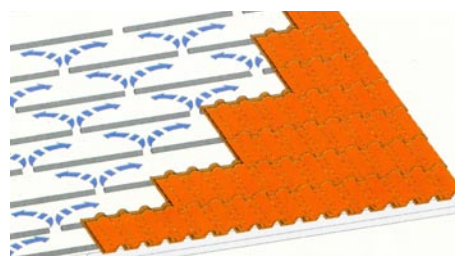


Fig.177 — Ripado de argamassa interrompido em cortes transversais para permitir a ventilação

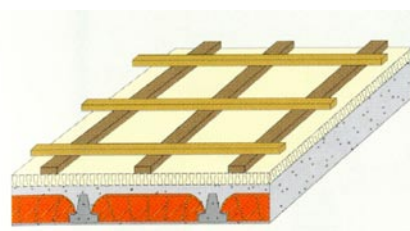


Fig.178 — Estrutura contínua de betão armado com aplicação de isolante sob contra-ripa e ripa

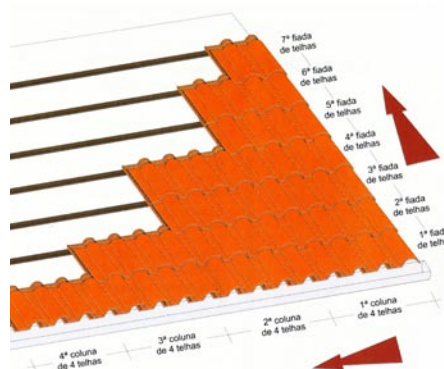


Fig.179 — Esquema de assentamento, com numeração das telhas indicativas da ordem de assentamento

¹ ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. – Manual de aplicação de telhas cerâmicas – Coimbra, APICER – Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998, pp.109

Exposição	Localização	
	Zona I	Zonas II e III
Protegida	0.14	0.15
Normal	0.15	0.16
Exposta	0.16	0.17

As telhas planas deverão ter um recobrimento mínimo de 0.07m nas zonas I e II e 0.08 m na zona III.

Tabela 10 – Recobrimentos mínimos recomendáveis em telhas canudo e romana sem encaixe (em m)

(terreno em estudo), é necessário efectuar um recobrimento mínimo de 16 cm, já no caso das telhas planas, o recobrimento mínimo, nesta zona, é de 7 cm. Para o cálculo prévio, do espaçamento do ripado para telhas associadas por sobreposição, é necessário saber os valores de recobrimento declarados pelo fabricante, e nunca usar os limites calculados pelo método normalizado apresentado no item anterior. Isto porque, pode resultar na fixação de um determinado espaçamento do ripado, sem prévio estudo das telhas a aplicar, resultando em recobrimentos diferentes dos recomendados pelos fabricantes, conduzindo a recobrimentos deficientes, que comprometem a estanquidade da cobertura. Neste tipo de associação, é importante que se garanta uma sobreposição suficiente das telhas. É tecnicamente incorrecto colocar as telhas na sua posição 'esticada', tentando reduzir o número de telhas a aplicar, como na sua posição 'apertada' forçando a sobreposição.

Não é aconselhável a colagem das telhas, essa prática inviabiliza a ventilação adequada da sua face inferior e dificulta uma eventual substituição da telha.

d | Fixações das telhas

As telhas cerâmicas, na sua maioria, são mantidas na sua posição pelos pernes (encaixe) e pelo seu peso próprio. No entanto, quando necessário, seja para evitar o seu deslizamento (nas telhas canudo e romana), seja para se opor ao efeito da acção do vento, podem ser usados dispositivos complementares de fixação das telhas e acessórios. Estes dispositivos podem ser grampos, pregos, agramos, parafusos, ganchos metálicos e argamassas.

No caso de utilizar argamassas para fixação, deve utilizar-se a quantidade mínima indispensável para não prejudicar a ventilação da cobertura. É recomendável o emprego de argamassas de cal, hidráulica, natural ou artificial e argamassas bastardas. Ou ainda através de um mástique específico. Principalmente nas linhas de cumeeira, rincões e bordos laterais, não se deve recorrer a quantidades excessivas de argamassa. Muitas vezes, este erro é cometido, na tentativa de resolver problemas de encaixe e de remates mal executados, deixando a argamassa a funcionar como remendo. No entanto, este tipo de material, se for deixado em contacto com a humidade, terá um comportamento totalmente diferente dos materiais cerâmicos. Por exemplo, no processo de secagem após uma chuva intensa, as telhas em contacto com a argamassa irão sofrer uma humidificação prolongada pela água proveniente desta, que seca mais lentamente. Essa saturação das telhas irá criar condições favoráveis ao desenvolvimento de plantas e musgos, a danos provocados pelo ciclo gelo-degelo.

e | Pontos singulares: remates

Os remates de um telhado de telha cerâmica, são os pontos mais críticos deste tipo de cobertura. Estes devem ser alvo de um maior rigor construtivo, porque são nestes pontos onde se dão com maior facilidade as infiltrações de água para o interior. O assentamento da cumeeira deve ser feito de forma a assegurar o recobrimento no sentido da incidência da chuva e vento. Neste ponto, devem ser aplicadas peças específicas como o telhão de cumeeira. A sua fixação pode ser feita com argamassa ou através de grampos ou pregos com complemento de estanquidade na cabeça do prego. As juntas entre as peças da cumeeira devem ser realizadas por encaixe, ou por recobrimento mínimo de 10 cm com argamassa e menor recobrimento com mástique. Os seus topos

devem ser fechados por peças ou por argamassagem. As juntas entre a cumeeira e as telhas deve permitir a ventilação, mas impedir a entrada de água [Fig.180].

O rincão, apresenta os mesmos requisitos construtivos da cumeeira, destacando a junta entre este e as telhas, que é mais difícil de realizar por assentar sobre um corte enviesado. No caso do rincão há também a possibilidade de aplicar sob este uma banda metalizada de ventilação. Nos topos da cumeeira e do beiral podem ser usadas peças específicas, como a pata de leão e as cruzetas.

No caso do laró, devem ser utilizados produtos selantes. Este é constituído por um rufo metálico autoportante, apoiado sobre peças rígidas e com um desenvolvimento e um perfil concebidos em função da inclinação e da quantidade de água a drenar. As telhas cortadas em viés devem recobrir o rufo metálico de 8 cm no mínimo e este deverá ter uma dobra de 2 a 4 cm. [Fig.181]

Os remates do telhado com paredes emergentes, apresentam diferentes soluções construtivas, dependendo do tipo de intersecção ente os planos. No caso de paredes transversais ao plano de água [Fig.182], o remate é análogo ao das cumeeiras e rincões. O rufo deverá recobrir as telhas, e a sua ligação á parede deve garantir a indeformabilidade. Já o remate do telhado com parede longitudinal ao plano de água ou oblíquas, é análogo ao remate do laró. Este tipo de remates descrito, será o aplicado junto às paredes que formam a chaminé, geralmente resolvidos com recurso a rufagem com chapas metálicas. De destacar que o remate mais delicado é o ângulo reentrante onde descarrega a água proveniente da vertente situada acima da chaminé. Os rufos metálicos acompanham sempre a inclinação das vertentes. [Fig.183] Os remates de bordo podem ser feitos por recurso a sistemas de rufagem.

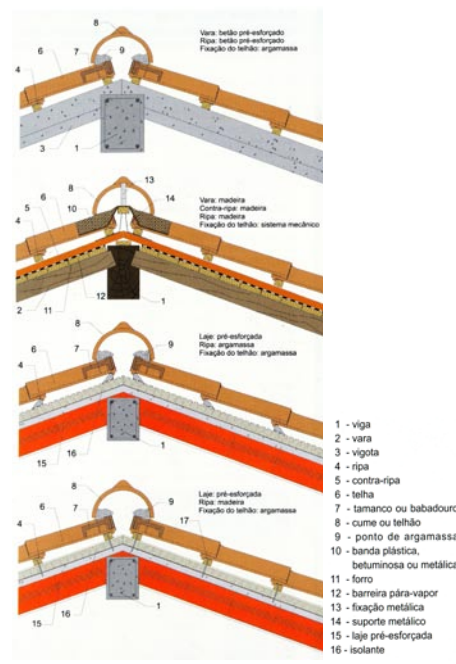


Fig.180 – Pormenor da cumeeira

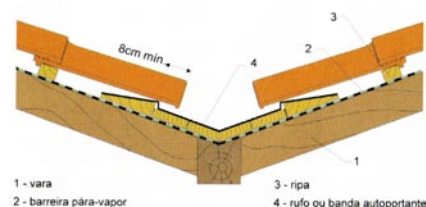


Fig.181 – Pormenor de laró com caleira nervurada

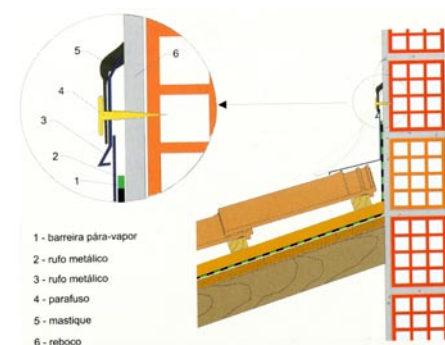


Fig.182 – Remate da cobertura com parede transversal emergente

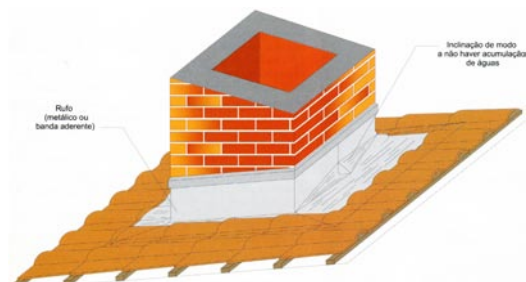
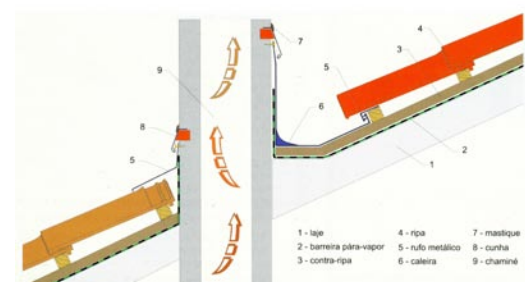


Fig.183 – Remates de uma chaminé

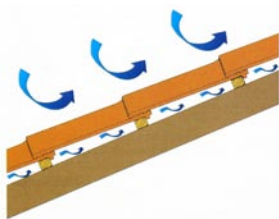


Fig.184 – Micro-ventilação na face inferior da telha

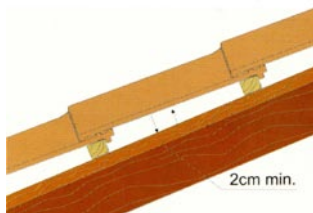


Fig.185 – Aplicação de contra-ripa para favorecer a ventilação na face inferior da telha



Fig.186 – Mecanismo de ventilação entre beirado e cumeeira

f | Sistema de ventilação

A circulação de ar na face inferior da telha é de extrema importância para o bom funcionamento do telhado e para manter as telhas cerâmicas em bom estado. Para este caso específico a ventilação será realizada na face inferior da telha, a chamada micro-ventilação. Esta circulação de ar, tem uma contribuição importante para a secagem da água da chuva absorvida pela telha, eliminação do vapor de água, e para a durabilidade e resistência da telha. Também permite diminuir o aquecimento por convecção da cobertura, durante o Verão, provocado pela elevada temperatura que a telha pode atingir [Fig.184].

Para que se verifique esta circulação de ar, é necessário que exista um espaço livre sob as telhas com pelo menos 2 a 4 cm de altura, o que normalmente corresponde à dimensão das ripas [Fig.185], esta caixa-de-ar deverá ser maior quando o telhado é menos inclinado. As quais devem ser interrompidas 2 a 3 cm em cada 3 a 4 m para permitir a circulação de ar, também segundo a vertente. A contra-ripa com uma altura não inferior a 2 cm ajuda a ventilar o ripado para manter a sua conservação. Esta micro-ventilação tem efeito através da entrada do ar pelo beiral e saída por uma abertura mais alta na cumeeira. Como funciona através de meios naturais, o vento tem, naturalmente, grande influência na eficácia deste tipo de ventilação, este mecanismo de ventilação pressupõe que o beiral e a cumeeira sejam ventilados. [Fig.186]

Uma deficiente ventilação pode provocar descasque da telha por acção gelo-degelo, o desenvolvimento prematura de musgos e verdete, uma maior susceptibilidade de condensações e a degradação da estrutura e materiais acessórios.

g | Sistema de drenagem das águas pluviais

Um dos aspectos mais importantes do telhado, é também, o escoamento das águas pluviais, que geralmente é realizado por um sistema de drenagem objecto de projecto específico. É necessário o correcto dimensionamento das caleiras e respectivas pendentes. As caleiras recuadas relativamente ao plano das fachadas, disfarçadas por platibandas, no caso de deficiente concepção e manutenção, provocarão infiltrações para o interior do edifício. Este é o caso do projecto de estudo, sendo por isso essencial uma correcta execução deste sistema.

h | Manutenção

Para manter o desempenho normal das telhas é necessário ter alguns cuidados com estas. Desde retirar musgos, vegetação e resíduos que impeçam o bom funcionamento do telhado; limpeza e desobstrução regular do sistema de evacuação das águas pluviais (caleira) e desobstrução dos pontos de ventilação.

3.0| PROJECTO

O papel dos materiais de construção numa obra de arquitectura, pode ser mais ou menos importante. Segundo Semper, o processo criativo inicia-se por um processo mental, e posteriormente construtivo. Sustentando a necessidade da utilização dos materiais segundo as suas características, mas defendendo também que estes possam ser forçados para responder á ideia criativa.

Neste caso de estudo, o material escolhido mostrou-se o mais indicado para a materialização da obra. Ambos os materiais foram escolhidas tanto pela sua aparência, enquanto expressão, como pelas suas características, que se mostram vantajosas para uma função de vedação do edifício. A versatilidade do material cerâmico, que pode ser encontrado em peças como o tijolo face a vista, o tijolo paver, a telha cerâmica, etc., aliada ao seu aspecto, torna esta gama dos produtos cerâmicos muito interessante. Isto porque, é possível revestir todo o edifício, inclusive desenhar os exteriores com este material, através das diferentes peças disponíveis no mercado. Poucos são os materiais que podem ser utilizados no exterior e em qualquer um dos planos – horizontal (pavimento), vertical (fachada) e inclinado (cobertura) - e que apresentem as propriedades funcionais e estéticas dos materiais cerâmicos.

3.1 | ESCOLHA DOS MATERIAIS

1 | Materiais e sistemas de construção locais

No que respeita à arquitectura tradicional local, percebe-se que as casas desta região tinham pretensões de serem típicas e rústicas, reclamando a arquitectura de «casa portuguesa». Recuando no tempo, podemos perceber a proveniência das suas linguagens, na procura frustrada de continuidade com as habitações rurais da arquitectura popular portuguesa. De facto, nesta zona, no que se refere à arquitectura popular, *«não existe uma tradição construtiva válida, e sobretudo os efeitos destruidores dum progresso, que [ainda] não encontrou normas plenas para se expressar correctamente. Fora isto, copia-se tudo, mormente as casas à moda do Minho»*¹. Esta zona litoral ficou marcada pela implantação desorientada de diversos estilos que não abrangeram o estatuto de arquitectura nacional, apenas as zonas interiores resistiram a esse crescimento desenfreado.

No livro Arquitectura Popular de Portugal são apresentados alguns exemplos, como um aparelho de muro em adobe e xisto fotografado na praia de Furadouro em Ovar, um grupo empilhado de tijolos de adobe encontrado em Frossos, Albergaria-a-Velha e em maior escala, uma construção agrícola em adobe em Almeir, Aveiro [Fig.187]. Como o uso da pedra, nesta região, é remoto devido à sua insuficiência, procurou-se outro material duro com função estrutural na construção. Nesta região, como imperam terrenos argilosos, a escolha recaiu sobre o tijolo maciço de adobe. O xisto e o granito funcionavam como materiais resistentes à chuva, o que beneficiava as construções na protecção contra o clima húmido de Inverno, que apresentava uma pluviosidade elevada e temperaturas baixas. E o adobe como beneficia de qualidades isoladoras, funcionava como isolamento, apesar de ser um material usado com mais intensidade na zona sul do país, onde se faz sentir um tempo mais quente e seco. Nesta zona havia a utilização mista dos três tipos de materiais nas construções, do xisto, do granito e do adobe. Combinações de xisto com adobe, como de xisto com

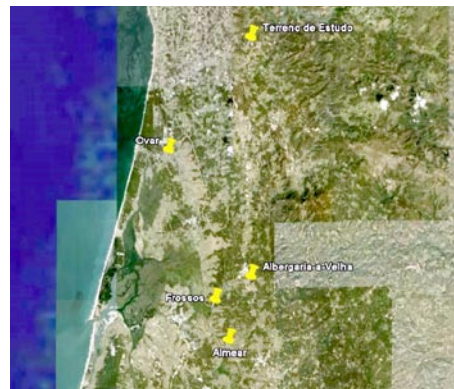


Fig.187 – Localização dos exemplos de construção em adobe apresentados no livro Arquitectura Popular de Portuga



Fig.188 – Casa construída apenas em blocos de adobe – Aveiro

¹ A Arquitectura Popular em Portugal – Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1ª edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961, Livro1, p.79

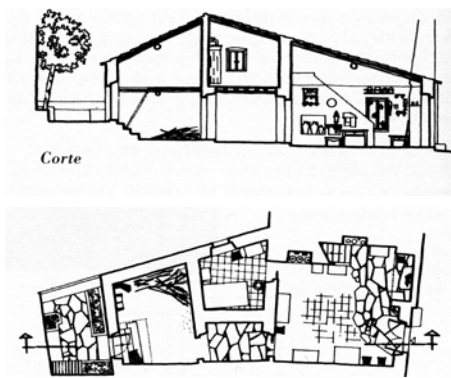


Fig.189 – Coberturas em telhado: Casa em Cabeço de Vide, Fronteira - «Situada esta casa de Cabeço de Vide em rua muito acidentada, orienta-se a sua maior dimensão perpendicularmente à rua, e é coberta por duas águas desiguais. Da sala de entrada, onde a presença da chaminé é bem patente, estabelece-se o acesso ao segundo piso por escada maciça de alvenaria [...]»



Fig.190 – Monte da Abaneja, arredores de Évora -«[...] de modestas dimensões, é um exemplo puro deste tipo de construções, duma beleza calma, de amplo telhado de baixa inclinação. Claro sob o ponto de vista da sua distribuição e do seu aspecto construtivo. [...] a sua secção revela-nos a 'naturalidade' com que surge da terra tal construção, o telheiro acompanha o declive do terreno, a construção não o contraria, agarra-se, adapta-se, tal como a lagarta acompanha os acidentes da terra por onde passa.»

granito, ou apenas o xisto ou apenas o adobe em forma de bloco, por ser mais resistente [Fig.188].

Tanto a pedra, como o adobe em forma de bloco, eram aparelhados e raramente eram caiados – devido a questões económicas - ao contrário da zona sul do país. Em resultado da utilização destes materiais, desenvolviam-se métodos de construção em consonância com as características de cada um deles. No entanto, nesta zona, entre o sul da região nortenha e o norte da região beirã, o uso da pedra é mais raro pela sua insuficiência, incidindo sobre o uso do bloco de argila maciço na função estrutural e nos adobes e taipas como enchimento. É de destacar nesta região beirã, a chamada Casa Alpendrada (segundo Mário Moutinho), que utilizava como materiais de construção, o adobe de barro, por vezes misturado com palha em forma de paralelepípedo achatado, seco ao sol, combinado com guarnições de madeira nas portas e janelas.

As coberturas em território nacional eram sobretudo em telha cerâmica. «*Pre-dominam na Beira as coberturas de telha de canudo, muito embora as de telha 'marselha' venham sendo cada vez mais numerosas. A pouca eficiência daquelas não assusta uma gente habituada ao desconforto e constitui, de certo modo, um índice dessa adaptação. A telha de canudo fabrica-se ainda hoje em instalações rudimentares, localizadas onde se conjuga a existência de barro, água e lenha para o forno. No seu fabrico empregam-se, com frequência, os braços e o engenho de toda uma família, com recurso ao macho doméstico, que, em voltas sucessivas em torno de um pau a que se encontra preso, vai amassando o barro com as patas.*»¹ [Fig.189 e Fig.190]. Nestas coberturas eram destacadas as chaminés, as quais identificavam a posição da cozinha na casa. Estas, normalmente realizadas em forma afunilada, para acelerar a saída do fumo, mostravam também preocupações em impedir a entrada das águas da chuva.

Actualmente as construções locais que marcam a envolvente, são na sua maioria habitações unifamiliares com um ou dois pisos, alternando entre a tentativa de imitar a casa tradicional nortenha de dois pisos e a casa tradicional do sul, desenvolvida num só piso. Em 1956, com o Inquérito à Arquitectura Popular Portuguesa, deu-se um marco notável na história da arquitectura tradicional Portuguesa, ao restituir-se algumas perdas de continuidade. Mas, apesar deste esforço, iniciado nessa época até aos dias de hoje, de uma maneira geral, o que se produziu foi de pouca qualidade, devido à multiplicação das construções especulativas. Resultou assim num panorama assolador ao nível urbano e para além das suas consequências nefastas sobre o ambiente, estas construções ao serem realizadas sem conhecimento das regras próprias da arquitectura, sem fundamento e sem qualidade construtiva, são conduzidas a modelos “kitch”, sem nenhuma qualidade arquitectónica.

Normalmente o invólucro das habitações em Portugal é realizado em paredes de alvenaria de tijolo, rebocado e pintado, numa cor pastel ou branco, uma técnica utilizada de norte a sul do país. Deste modo, a construção em Portugal é cada vez mais uniforme e pouco reflecte o sítio, o espaço físico onde se implanta. Mesmo o facto da tinta e o reboco apresentarem necessidades de manutenção, pouca resistência, e nem sempre um bom comportamento ambiental, continua a dominar às nossas paisagens.

¹ A Arquitectura Popular em Portugal – Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1ª edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961, p.287]

Geralmente estas paredes de fachada são constituídas por dois panos de alvenaria de tijolo vazado, que encerram uma caixa-de-ar, que quando tem isolamento, este é quase sempre apertado entre os dois panos de alvenaria.

Os sistemas construtivos utilizados habitualmente nesta região (e de uma forma geral em Portugal) apresentam várias pontes térmicas, isto porque, as paredes geralmente de alvenaria dupla têm a caixa-de-ar e respectivo isolamento interrompido pelos elementos estruturais – paredes, vigas e lajes [Fig.191]. Podem ser encontradas soluções que atenuam estas pontes térmicas, ao utilizarem uma forra de tijolo delgado sobre os elementos estruturais, no entanto, estas soluções apenas reduzem este problema, não o evitam [Fig.192]. Para evitar as pontes térmicas o isolamento térmico é usado pelo exterior, mas regra geral em Portugal ainda se continuam a conceber caixas-de-ar e isolamento descontínuos.

As coberturas, ainda se realizam na sua grande maioria por meio de telhados de telha cerâmica. No entanto existe um aspecto importante a ter em conta, grande parte dos edifícios construídos em Portugal, principalmente as habitações, não possuem um sistema de ventilação mecânica, isto é, o vapor de água produzido no interior do edifício irá deslocar-se para o exterior atravessando as paredes e as coberturas, pelo que estas não devem ser construídas absolutamente estanques [Fig.193].

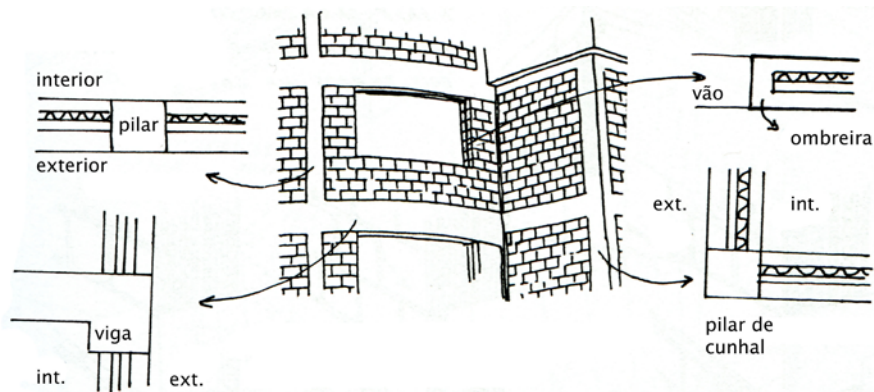


Fig.191 – Casa construída apenas em blocos de adobe – Aveiro

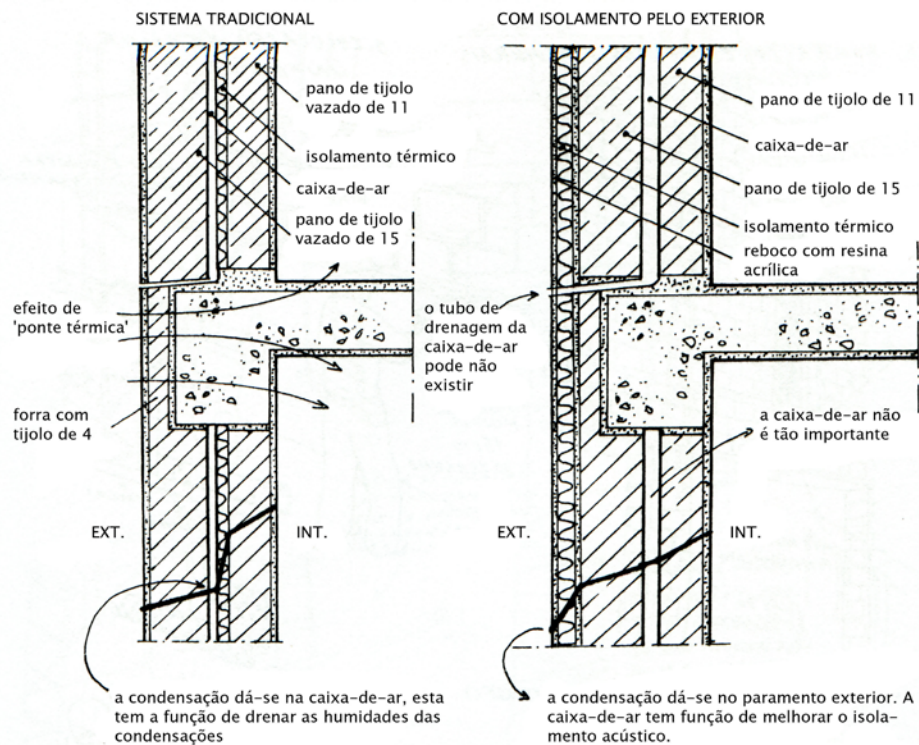


Fig.192 – Casa construída apenas em blocos de adobe – Aveiro

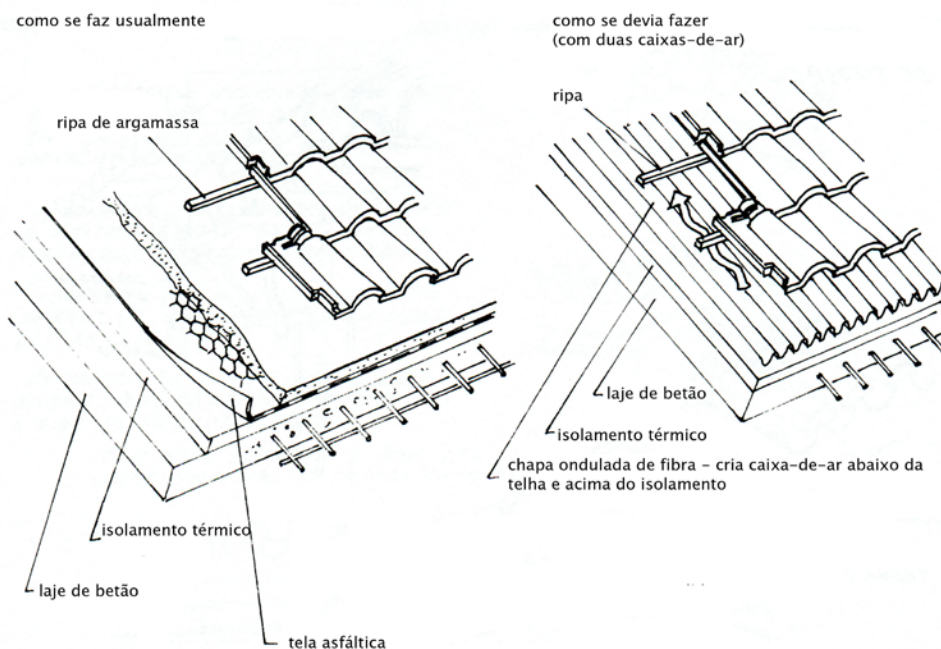


Fig.193 – Casa construída apenas em blocos de adobe – Aveiro

2 | Recursos do território

No que se refere ao distrito de Aveiro, onde se localiza o terreno, o solo é predominantemente de formação sedimentar (areias e argilas), destacando-se na zona do concelho de Santa Maria da Feira, a predominância dum solo de formações sedimentares e metamórficas (areias, argilas e xistos) e pequenas manchas de afloramento granítico (rochas eruptivas e plutónicas) [Fig.194]. O terreno encontra-se numa zona de limite do distrito, numa área com proximidade dos diferentes tipos de solo.

Visto que a região de Aveiro não é particularmente rica em pedra, nem em madeira, esta recorre aos seus solos argilosos para o fabrico de materiais de construção. Iniciou-se através da argila crua em forma de blocos de adobe, alastrando-se mais tarde à cozedura da argila, resultando no desenvolvimento da indústria cerâmica (tijolo, telha, azulejo, etc.).

Portugal ganhou tradição na indústria cerâmica ao longo dos tempos, tornou-se num sector que, por algum tempo, foi associado à antiguidade, mas que ultimamente tem ganho um novo protagonismo na arquitectura contemporânea. No que se refere à indústria da «cerâmica estrutural» (telhas, tijolos, tijoleiras) esta é representada por empresas localizadas com especial incidência nos distritos de Aveiro, Leiria e Lisboa [Fig.195] e é comercializada apenas a nível nacional. Já os produtos cerâmicos para pavimentos e revestimentos, provenientes de empresas localizadas predominantemente nos distritos de Aveiro e Coimbra, são comercializados também para fora do país (França, Alemanha, Reino Unido, Holanda e Estados Unidos).

3 | Materiais escolhidos

Os materiais escolhidos para o revestimento de um edifício são um meio de conferir valor ao carácter de um local e à sua cultura. Ao utilizar materiais locais, mesmo que de formas menos tradicionais, é criado um vínculo com o lugar. Ao longo dos tempos, o acto de construir reflectiu uma resposta às necessidades e às características físicas e culturais do contexto. As opções quanto aos materiais de construção resultavam da procura dos materiais existentes ou produzidos na região e proximidades. Os materiais eram retirados do solo ou da vegetação local para se tornarem materiais de construção da habitação, criando uma conexão com as raízes locais. Estes materiais locais, normalmente são duráveis sob as condições climáticas locais, para além de que existe uma familiaridade na mão-de-obra local. É conveniente reflectir também acerca de como muitos materiais, técnicas e até formas, foram ditados pelo microclima e tornados característicos de uma determinada região. Nas regiões florestais predominavam as construções em madeira; nas regiões argilosas fazia-se uso da terra, em forma de adobe (tijolo nas paredes e telha nas coberturas) e nas regiões xistosas, recorriam-se a ardósias e lousas nas coberturas, dependendo do tipo de substrato, também podiam utilizar os calcários e granitos.

Contudo, a escolha dos materiais deverá ser resultado de um conjunto de aspectos que não se resumem apenas aos materiais locais. Devem ser contabilizados também os benefícios de um determinado material numa casa e família específicos. Se tomarmos em conta a manutenção requerida por esses materiais, a flexibilidade que podem dar a um projecto, assim como a contribuição que estes podem ter na redução do impacte ambiental, etc., as diversas características positivas de um material podem contrabalançar as negativas.

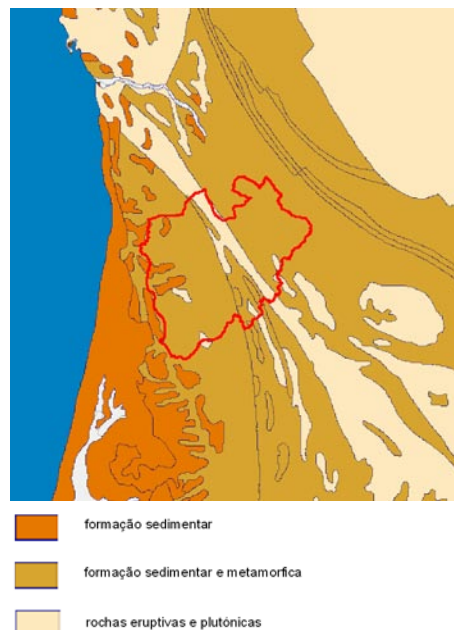


Fig.194 – Carta Litológica de Santa Maria da Feira

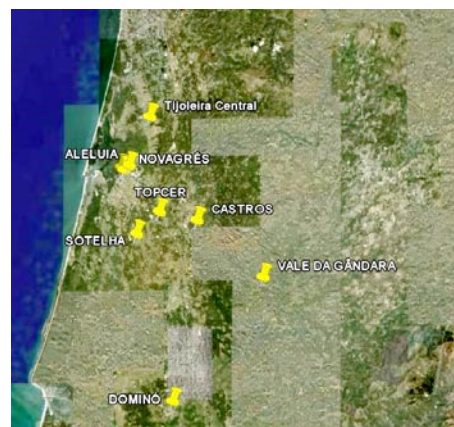


Fig.195 – Empresas representativas da Cerâmica em Portugal, distância ao terreno de estudo

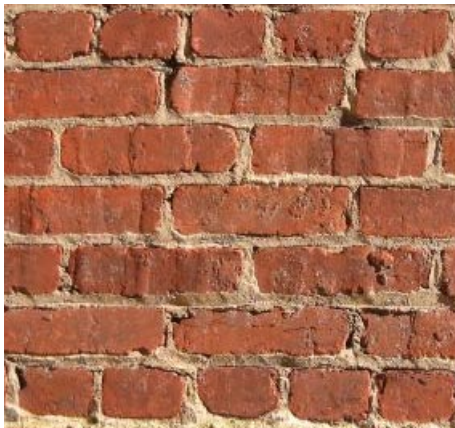


Fig.196 – Alvenaria de tijolo cerâmico



Fig.197 – Alvenaria de tijolo cerâmico



Fig.198 – Igreja Buddinge, Copenhaga – composição totalmente em tijolo, onde os edifícios, muros e pavimentos formam uma paisagem artificial em tijolo

O material, para além da conexão que tem com o lugar, influencia o carácter da própria habitação. A utilização de terra cozida, pedra ou madeira, é diferente da utilização de ferro e vidro, tanto na execução, como no estado psicológico que gera [Fig.196]. Apesar de sabermos que numa construção são utilizados diversos materiais que não são visíveis, a maioria pode ser vista diariamente, e são estes materiais visíveis que caracterizam e definem a materialidade da habitação. A escolha dos materiais a utilizar nesta habitação partiram de várias motivações, desde motivações respeitantes ao conforto no interior, ao ambiente acolhedor no exterior, à sua inserção na paisagem urbana, como à sua caracterização enquanto obra de arquitectura.

A terra cozida é um material que cumpre todos os requisitos desejáveis: tem vários produtos de fabrico local, e ao optar por peças pré-fabricadas, em forma de tijolo, ou telha, é possível minimizar a produção de resíduos. É um material de construção que não arde, não derrete, não amolga, não descasca, não apodrece, não enferruja, não é devorado pelos vermes, e reconhecido como não prejudicial para a saúde, pois não é tóxico. Este material de construção tem a vantagem de poder funcionar como estrutura, vedação e revestimento, assim como apresenta grande versatilidade, podendo ser utilizado tanto na fachada, como no pavimento, como na cobertura, como nos elementos que compõem o espaço exterior e interior [Fig.197]. Como a indústria cerâmica está ancorada em grande parte na região de Aveiro, este terreno beneficia da existência de fontes locais, promovendo o uso dos recursos locais e favorecido o comércio local.

Temos que saber tirar partido da estilização da indústria, e usar os materiais existentes no negócio da construção. Como Frank Lloyd Wright percebeu quando abriu o seu atelier num subúrbio de Chicago, e teve oportunidade de estudar a arquitectura japonesa, «não se podia arranjar tecidos tingidos com um padrão singelo para cortinados, carpetes simples, soalhos à inglesa e sem modelagem, nem pilares sem entalhes, o que encarecia muitíssimo os desenhos necessários e não se reflectia, apesar disso, nos honorários estabelecidos para o arquitecto, apenas baseados no uso de materiais à venda.»

Para criar uma paisagem cerâmica o tijolo é o material de eleição [Fig.198]. Permite realizar paredes exteriores do edifício, pavimentação exterior e muros de vedação e contenção. Ficava a faltar a cobertura. Que poderia ser em tijolo, caso o nosso mercado e a nossa mão-de-obra estivesse preparada para o conceber. Mas neste contexto, a telha cerâmica, material de construção de eleição no mercado português, mostra-se uma opção mais viável, permitindo uma ligação com a tradicional cobertura em telha cerâmica portuguesa.

Estes materiais de construção: o tijolo – tipicamente utilizado nos espaços de lazer rurais como as ‘churrasqueiras’; e a telha cerâmica – ainda muito utilizada nas coberturas das casas, remetem a memórias domésticas, de lazer e conforto. Este material ao estender-se pelo edifício e pela envolvente desta, permite criar um espaço exterior de aconchego. A terra cozida tem características que transmitem conforto visual e táctil, que combinam com o espírito de conforto numa habitação. É na procura deste objectivo de criar uma envolvente do edifício que torne o espaço exterior acolhedor e unificador, que se opta pelos materiais de construção de terra cozida. Estes materiais de construção permitem conceber uma paisagem ‘cerâmica’ que recebe, abraça e aconchega.

3.2 | SISTEMAS CONSTRUTIVOS – TERRA COZIDA

1 | Obras de referência – paisagem cerâmica

Foram seleccionadas 8 obras que servem de referência ao projecto em estudo, estas obras são exemplos de como a aplicação dos materiais de construção em terra cozida podem caracterizar o espaço. Procura-se através destas obras mostrar como estes materiais – o tijolo e a telha – permitem criar uma paisagem de ‘terra cozida’ em todos os tipos de superfícies e programas. Ao longo dos tempos, a terra cozida foi utilizada em diferentes formatos e criou espaços e paisagens característicos, espaços-paisagem em tijolo, extensas paisagens em telha, ou de ambas, a que podemos chamar paisagem ‘cerâmica’. Um arquitecto que deixou obras pertinentes neste contexto da paisagem ‘cerâmica’ foi Mies Van der Rohe, que desenhava o tijolo com extremo cuidado, de uma forma quase obsessiva. Temos como exemplo a casa Wolf (1925-1927) na Alemanha e a casa Lange (1928) [Fig.199], onde o tijolo se apresenta na sua essência, austero, puritano e absoluto.

Já o arquitecto Heinz Bienefeld explorou precisamente a utilização do tijolo e da telha, enquanto elementos de parede e cobertura, respectivamente, de uma forma muito interessante. As paredes em tijolo cerâmico conferem robustez ao corpo da casa e o telhado que o cobre, apresenta-se solto das paredes, conferindo leveza às duas águas que o compõem. Nas suas obras, este arquitecto, conseguiu expor de forma clara as características intrínsecas deste dois materiais de construção – a robustez do tijolo e a leveza da telha [Fig.200].

Há uma tendência para que os produtos em terra cozida se tornem mais uma das capas funcionais que compõem a vedação do edifício, desta forma são mais aligeirados, mais próximas do formato da telha. Esta tendência deve-se ao processo de aplicação em obra que tem tendência a ser executado de forma mais mecânica e rápida, e este tipo de peças facilitam esse processo.

Perante as novas linguagens arquitectónicas que procuram continuidade de espaço e de materialidade, que mostram vontade de se libertar das linhas rígidas dos espaços ortogonais, definidos apenas por planos verticais ou horizontais e dinamizar o espaço, estes tipos de materiais de construção oferecem várias respostas. A composição do telhado, por exemplo, que se apresenta numa superfície inclinada, dá-nos várias possibilidades de criar novas formas, até porque esta mesma superfície pode sofrer desvios [Fig.201], o que permite utilizar este sistema de cobertura de uma forma muito criativa [Fig.202]. Assim como o tijolo cerâmico, que já deu provas da sua versatilidade nas obras complexas de Frank Gehry, mostrando como este material cerâmico consegue adaptar-se a todo o tipo de superfície e espaço.



Fig.199 – Casa Lange – muro, pavimento e fachada mostram continuidade do material



Fig.200 – Casa de Heinz Bienefeld

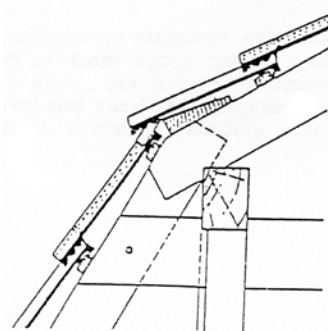


Fig.201 – Mansarda



Apesar de não ter sido tratado neste trabalho, é de referir que o material cerâmico – nomeadamente o tijolo - também pode ser utilizado no interior com o mesmo efeito de continuidade de superfícies referido [Fig.203]

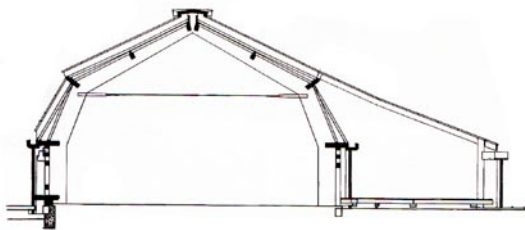


Fig.202 – Centro paroquial, Matosinhos, 1956-59, Siza Vieira

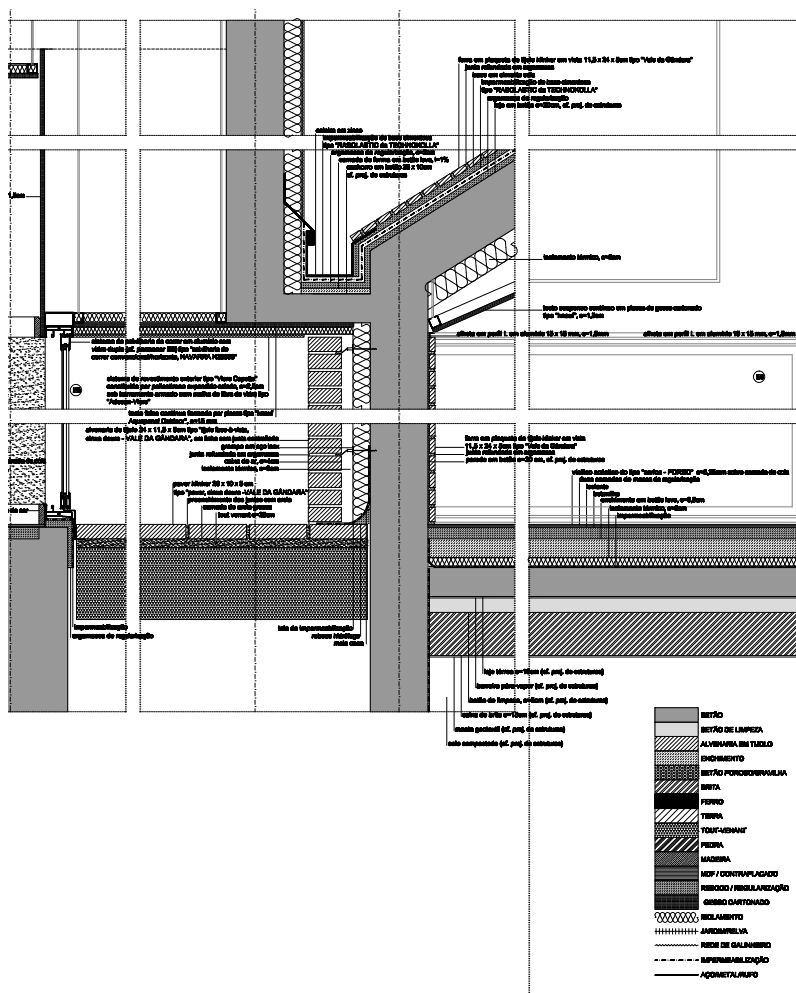


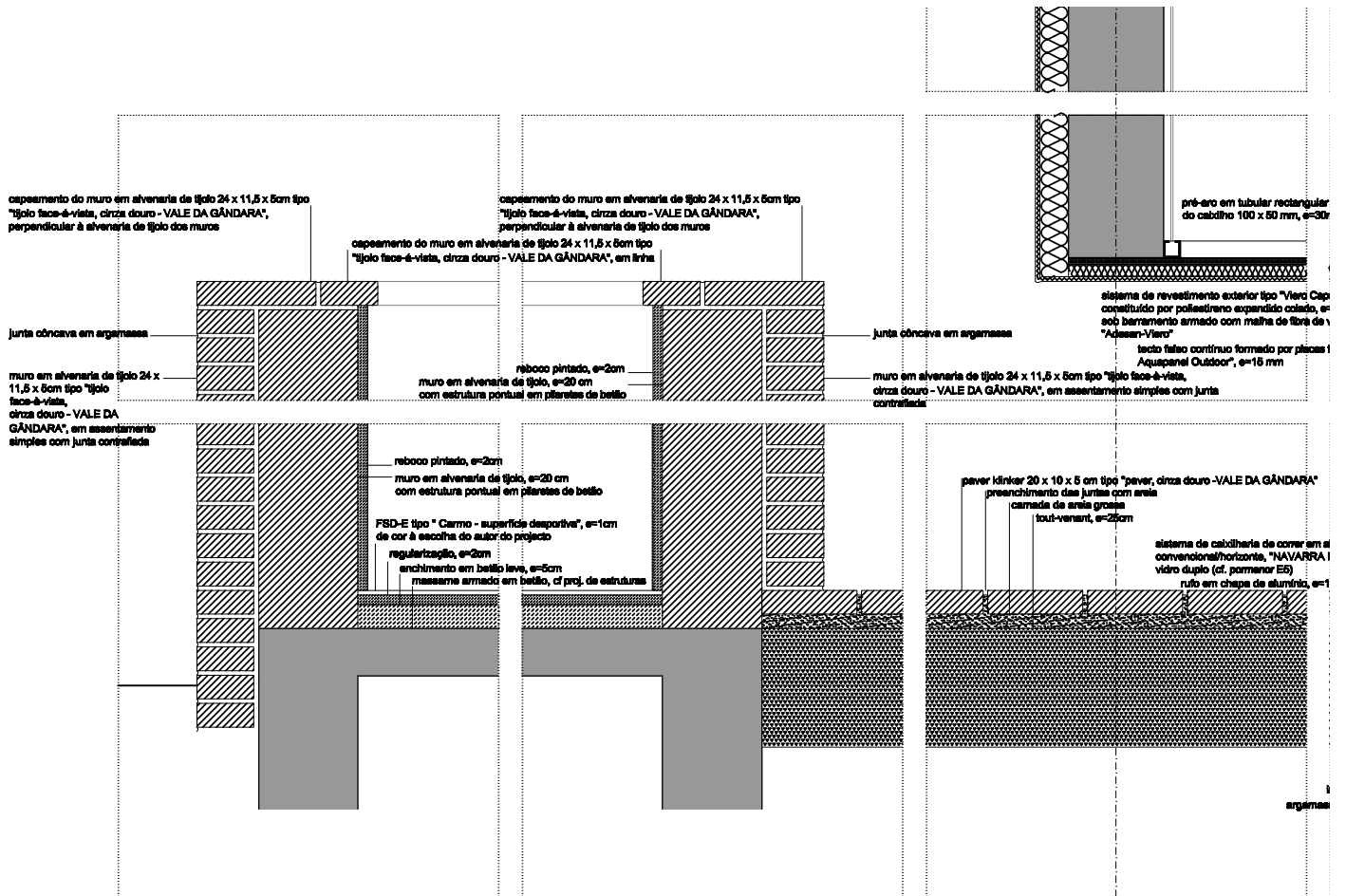
Fig.203 – Galeria de Arte Marktoberdorf, Alemanha, Valentin Beath y Andree Deplazes con Daniel Ladner - Nesta obra o material para além de caracterizar o exterior, também define os espaços interiores, levando ao limite o conceito de continuidade

Fachada | Cobertura | Pavimento | Muros

Depois o muro entra para dentro da escola, desenha os lambrins dos corredores, do refeitório, do ginásio, sobre os quais podem pousar volumes (paralelepípedos) para ir organizando o espaço: Peças num tabuleiro de um qualquer jogo infantil.»

O muro de tijolo, que vai conformando a geometria da Escola, estabelece também os seus principais espaços exteriores: pátio de chegada, recreio principal, áreas desportivas, pátios do pré-escolar, horta e áreas vegetais. Os seus materiais são estabelecidos no modo da sua função: áreas genéricas em "Paver" cerâmico, pátio de brinquedos em solo amortizante, áreas de jogo em solo desportivo em betão poroso e áreas de horta e arvoredo em terra vegetal. No interior do edifício pretende-se espaços funcionais mas confortáveis, estabelecendo-se uma paleta de materiais coerente e harmoniosa ligada à escala do seu uso e imaginário, garantindo um ambiente simultaneamente prático e acolhedor para as crianças, professores, funcionários e pais. Em todos os espaços de circulação, instalações e arrumos, cantinas, cozinhas e armazéns, as paredes serão em material de acabamento cerâmico e solo em mosaico hidráulico. [...]





OBRA 2



Casa Hipólito Reis **Matosinhos, Portugal** **2002-2005** **Arq. Nuno Valentim Lopes**

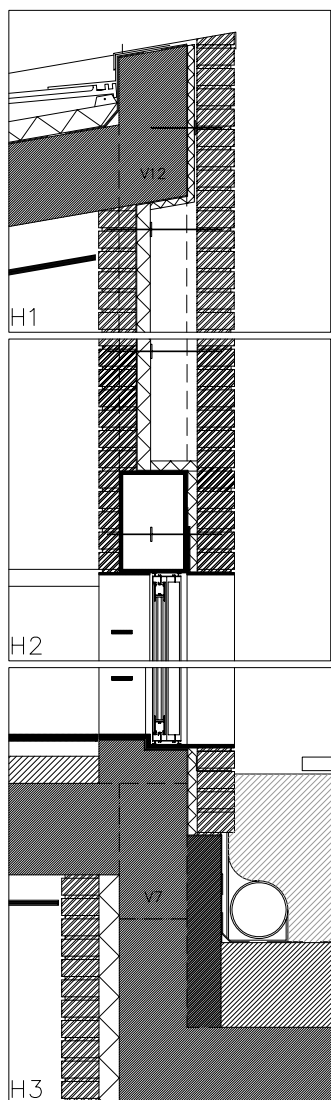
Fachada | Cobertura

O terreno beneficia de uma pendente suave e constante entre os arruamentos que o servem de nascente para poente.

O acesso a visitantes, enquadrado pela escala rural da Rua de Ponte de Moreira, realiza-se através de um pátio à cota da rua, relacionando a entrada com o eixo longitudinal de composição do projecto onde o volume se implanta. O acesso automóvel e de serviço faz-se pela R. de Custiô, o arruamento com perfil mais largo, à cota baixa do terreno.

Os clientes pediram especificamente por uma habitação de cobertura inclinada: a extensão do terreno e a mancha de implantação (permitida pelo loteamento) ofereciam e possibilitavam a organização do programa ao longo do quadrante sul, conciliando uma boa orientação solar com a área do lote mais densamente arborizada; o volume implanta-se “contra” a pendente do terreno (evidenciando essa mesma pendente natural) e é intersectado pelo corpo de serviços semi-enterrado no ponto/mimento onde a cota da topografia existente tende a estabilizar. Estas opções permitiram diluir o extenso programa preliminar e reduzir o impacto do edifício.

Existia igualmente a solicitação do Dono de Obra em utilizar materiais com pouca manutenção, no seu estado natural, sem vernizes ou pinturas. Assim surgiu a ideia de revestir integralmente a Casa com um material cerâmico, na sua cor natural. E como a outra imposição do Dono da Obra seria a cobertura inclinada em telha, a ideia radicalizou-se: cobertura em telha e fachadas Nascente, Poente e Norte em tijolo face à vista. Em oposição às fachadas e cobertura muito pouco abertas ao exterior surge a fachada Sul, revestida por um sistema pré-fabricado de painéis de betão branco e caixilharia de alumínio anodizado também à cor natural. Elementos estruturais e muros de contenção exteriores são também, naturalmente, em betão à vista.



OBRA 3



Casa João Antes, Portugal

Arq. José Santos

Fachada | Cobertura | Pavimento

Este projecto resultou de um processo de crítica e síntese a trabalhos feitos enquanto estudante sobre o natural desenvolvimento do vernacular (centro-)europeu e sua forte proximidade ao projecto do movimento moderno como propostos por Loos, Le Corbusier entre outros.

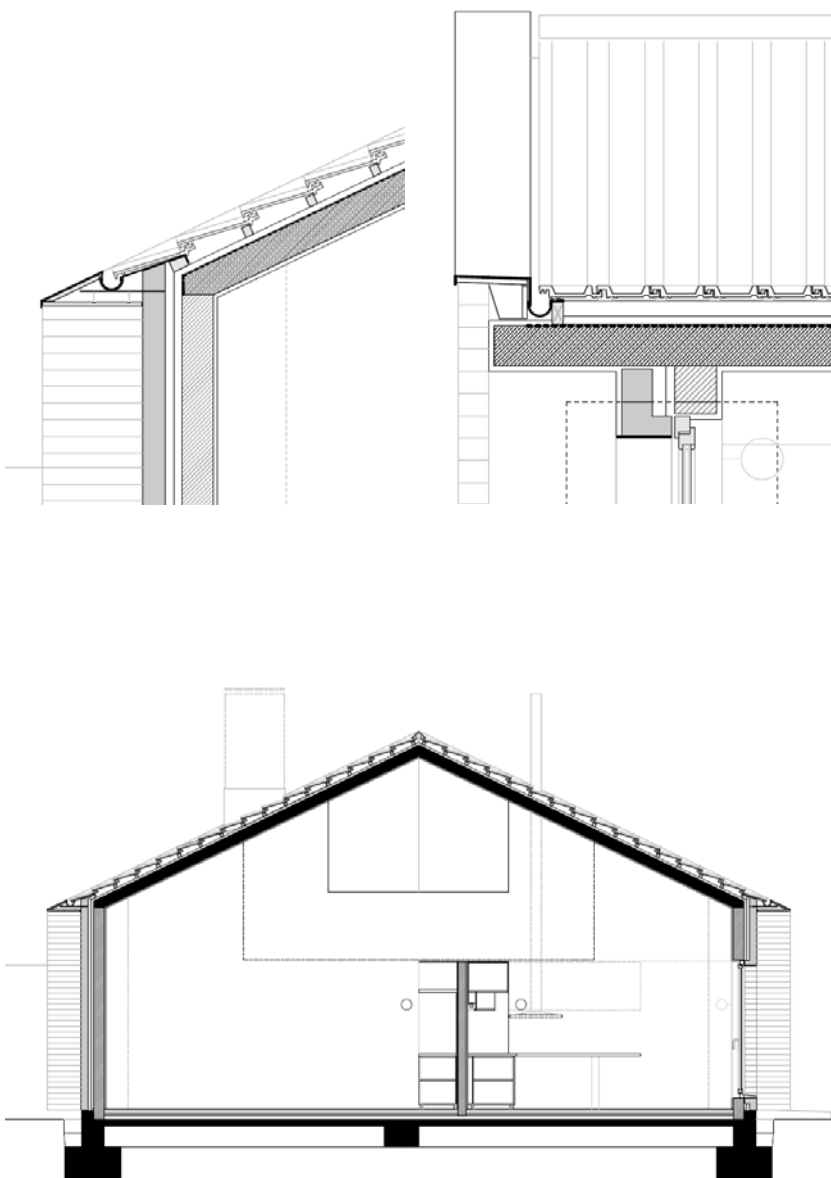
Resulta também da minha sensibilidade para o que é o interior (e as orlas costeiras de por os cabelos em pé até a geógrafos) deste País - duro e generoso - não cosmopolita nem 'afrancesado', apesar dos muitos modelos importados e permitidos em recentes décadas que desconfiguraram e empobreceram o território

A casa João apesar da sua "rusticidade é talvez tipologicamente "arcaica" no sentido em que o plano livre está naturalmente presente, como esteve sempre presente desde antes do medievo - o conforto e a hierarquia da intimidade nas habitações cresceram à volta do espaço do fogo -

A Casa João – uma casa de um piso e cobertura de duas águas, com três secções distintas - situa-se no centro do País, em zona ainda rural nas imediações de uma pequena vila.

Pretendeu-se que um único material construtivo – tijolo burro - cobrisse longitudinalmente o volume, para lhe conferir uma dignidade e significado imanente, que o curto orçamento não devia iludir.

A aparente rusticidade que lhe dá a cobertura de duas águas, esconde um espaço, na hierárquica apropriação e gestão dos espaços, moderno.



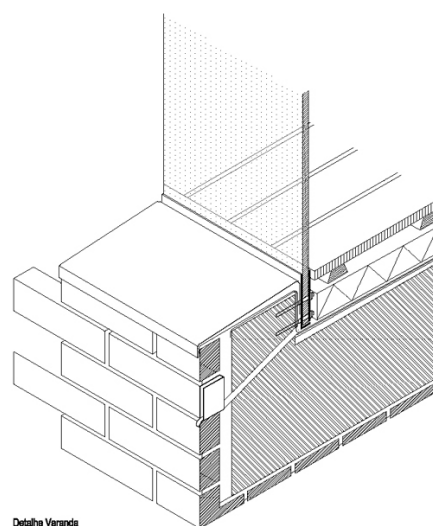
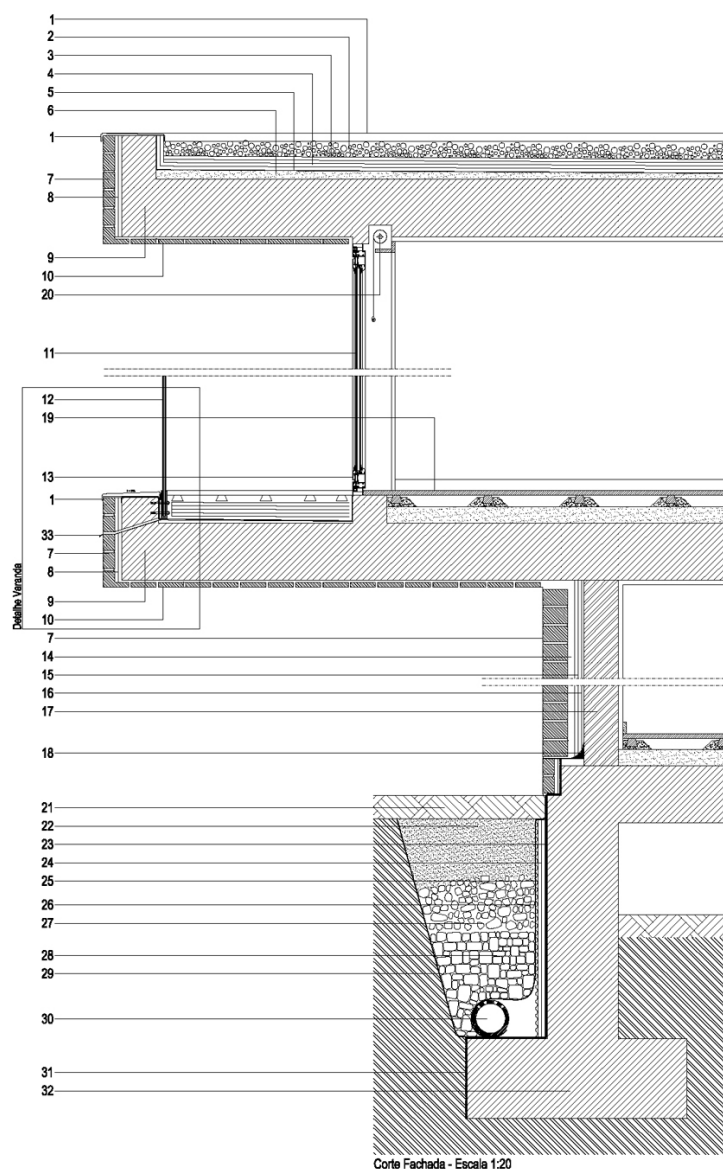
OBRA 4



Casas Alto dos Forninhos
São Bernardo, Aveiro
2004/2007
Arq. Ricardo Vieira de Melo

Fachada

O tijolo maciço surgiu como material natural para a concretização do projecto, uma materialização estereográfica que permite que o todo esteja contido nas partes e estas ganhem autonomia. Garantir uma imagem urbana duradoira e assegurar menores custos de manutenção exterior, foram critérios que presidiram à opção construtiva pelo tijolo de face à vista. A cor escura é mais indicada para dosear a luminosidade reflectida e assim equilibrar a luz permitida pelos grandes vãos que actuam como vazios escavados na volumetria.



Detalhe Varanda

Legendas - Pormenor Construtivo

1 rufo de zinco $i=4\%$; 2 godo lavado, enchimento mínimo de 60mm; 3 geotextil; 4 poliestireno estrudido roofmate 30x30mm; 5 impermeabilização com telas asfálticas (duplicação nos remates) Imperialum; 6 camada de forma com $i=2\%$; 7 tijolo face à vista VALE DA GÂNDARA castanho hidrofugado; 8 poliestireno estrudido wallmate 30mm; 9 laje maciça 250mm; 10 forra em tijolo face à vista VALE DA GÂNDARA castanho hidrofugado; 11 vidro duplo Climait Solar Control, pelo exterior vidro SGG Parsol Verde 8mm (temperado), câmara de 10mm, e um vidro interior SGG Planilux 6mm; 12 Guardas em vidro laminado 16 mm(8+8) verde; 13 cabilharia de alumínio, tipo Extrusai série A.045 basculante com corte térmico; 14 caixa de ar; 15 poliestireno estrudido wallmate 30mm; 16 cerezite; 17 tijolo vasado de 200mm; 18 meia cana; 19 soalho em madeira maciça de Garapa; 20 black-out; 21 terra vegetal; 22 areia; 23 flintcoat; 24 poliestireno estrudido wallmate 30mm; 25 tela pilonada; 26 geotextil; 27 brita; 28 cascalho; 29 geotextil; 30 dreno; 31 flintcoat; 32 sapata em betão; 33 pingadeira

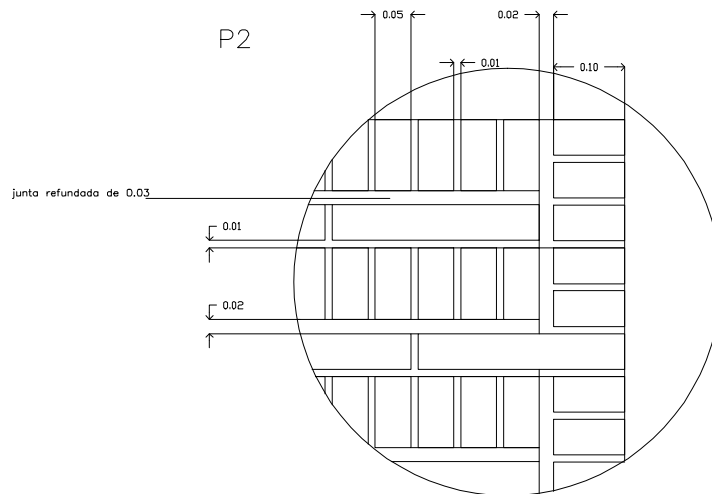
OBRA 5



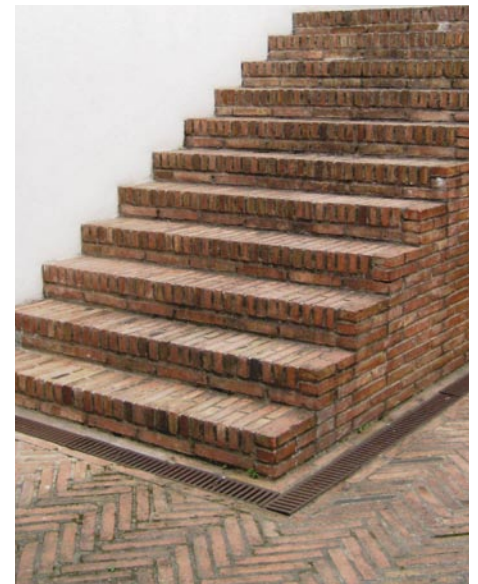
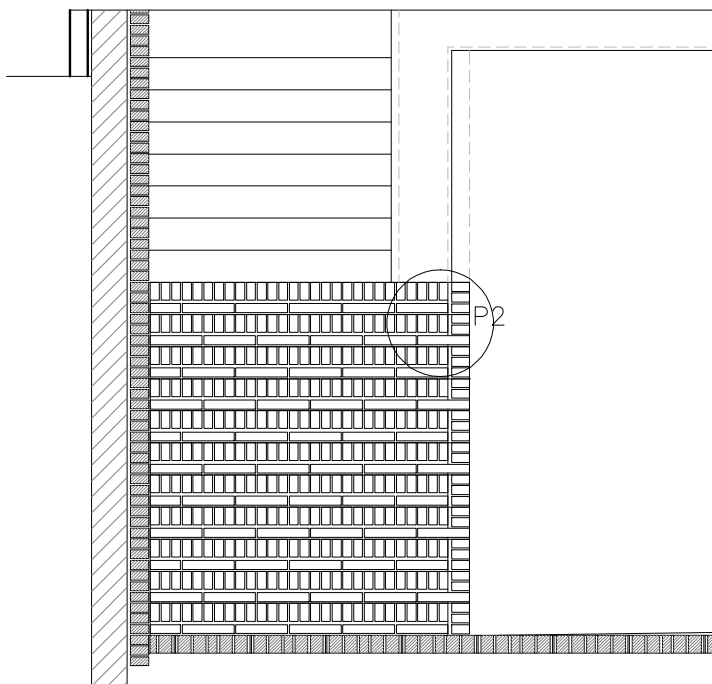
Planetário do Porto

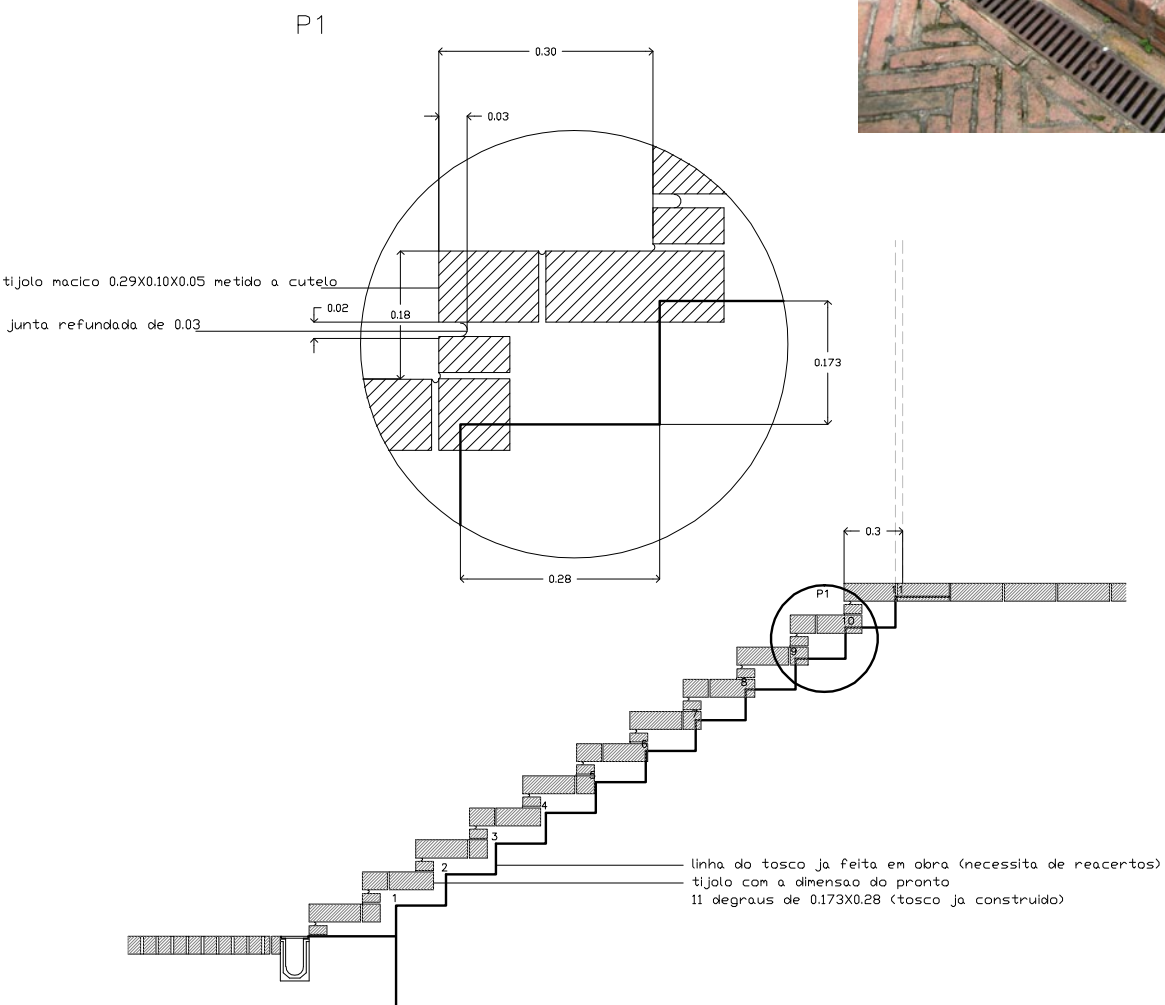
Arq. José Manuel Soares

Fachada | Pavimento | Escadas | Muros

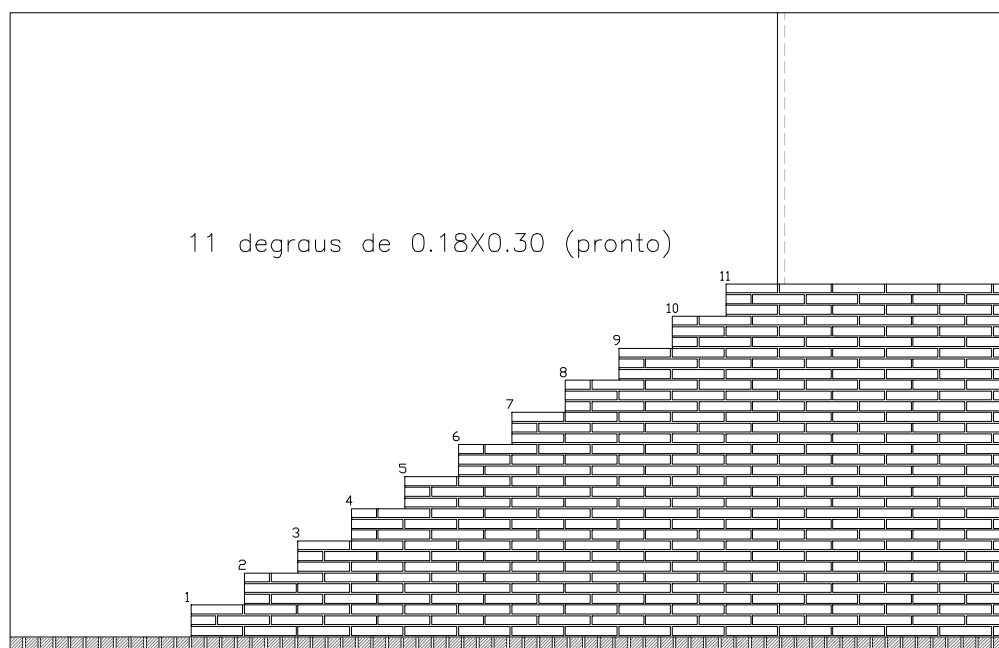


ALCADO FRONTAL DA ESCADA

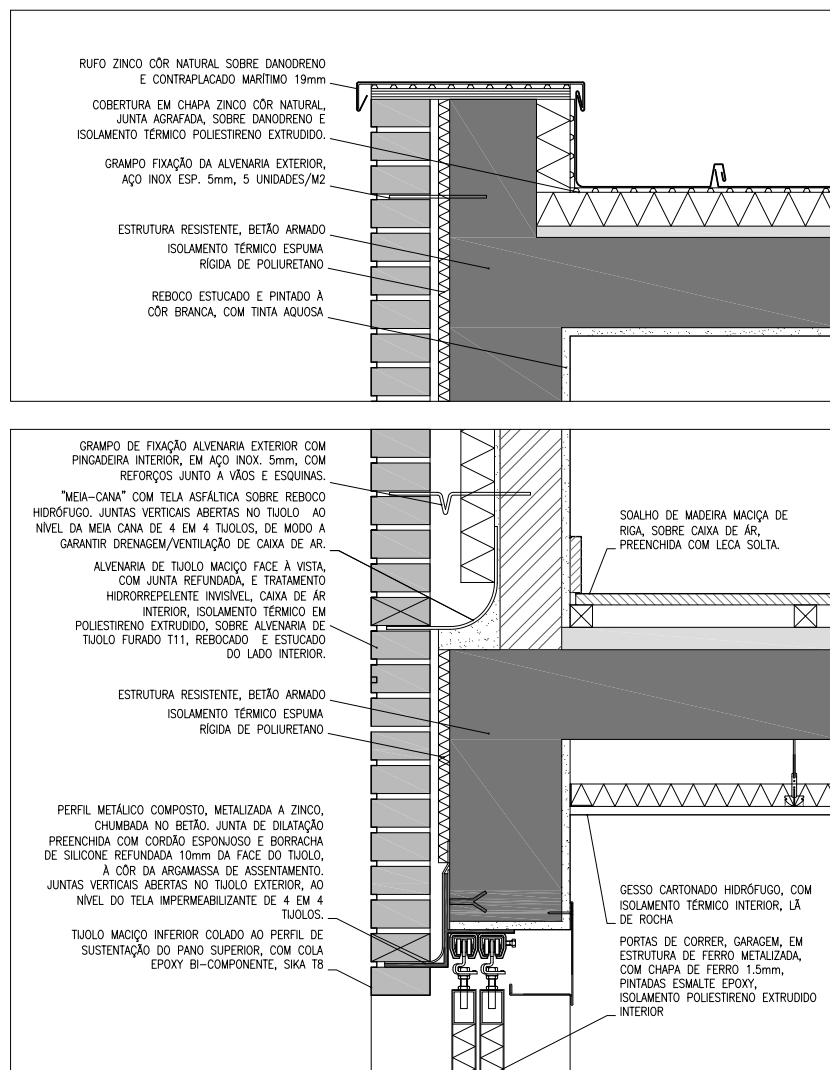




ALCADO LATERAL DA ESCADA



OBRA 6



Casa Conde

Valadares, Seixal

2006-2009

Arq. Sara Antunes e Arq. Mario Ferreira

Fachada | Pavimento | Muros

Construir em tijolo à vista é jogar um jogo. Um jogo com uma peça elementar, o tijolo, cuja dimensão se adapta aos limites naturais da sua manuseabilidade. Um jogo cuja regra de construção, simples e evidente, permite variações infinitas. Ao introduzir este jogo aditivo de peças como "sistema operativo" do projecto, gera-se, mais do que um rigor dimensional milimétrico, um rigor do pensamento.

O rigor modular de que Mies van der Rohe falava ao recordar o pai construtor a fixar as dimensões de uma casa pela colocação, lado a lado, de tijolos inteiros na vala das fundações. Isto porque como qualquer criança que brinque com Legos sabe, os tijolos não se partem, vão-se juntando uns aos outros. Construir em tijolo, nesta casa, foi o tema dominante do projecto. Procurámos, com a escolha do tijolo, que houvesse uma vibração na tonalidade. Procurámos que estas cambiantes fossem subtis e conseguidas somente através de diferenças no processo de cozedura, e não flamejado à superfície. Além da fachada exterior, assente à meia vez, com junta refundada, procurámos também trazer o jogo modular do tijolo para dentro da habitação. Assim, todo o piso térreo foi pavimentado com tijolos maciços assentes lado a lado, resolvendo também os degraus que unem os dois níveis, e colando os tijolos na vertical em paramentos especiais, por exemplo sobre a bancada da cozinha. Criámos também algumas zonas de ambiguidade, em que o mesmo tijolo do pavimento da sala entra de nível para a lareira e forra o seu interior.

No piso superior forrámos integralmente o terraço, variando a direcção de aplicação e o tipo de tijolo, conforme resolvíamos as diferentes situações: o pavimento, as escadas, o banco corrido, os muretes e paramentos verticais. Construir em tijolo pode resultar numa arquitectura de carácter oposto à obsessão e rigor que o seu processo de desenho envolve. Através das qualidades intrínsecas dos materiais escolhidos, o barro cozido, a madeira à vista, a ardósia e o estuque; assim como pela própria organização aberta dos espaços, tentámos que a casa tivesse esse ambiente de naturalidade e conforto que procurámos.

O tipo de construção é a de esqueleto em betão armado porticado, com o preenchimento do pano de alvenaria interior em alvenaria de tijolo furado (T11). O pano exterior, em tijolo face à vista maciço, funciona com o máximo de independência em relação à estrutura interior, evitando assim as patologias decorrentes de diferenças de trabalhabilidade entre os dois sistemas e infiltrações nas junções com as lajes e pilares em betão armado.

Trata-se portanto de uma fachada ventilada, em que a continuidade do pano exterior assegura que qualquer humidade que possa penetrar entre as juntas dos tijolos irá ser convenientemente drenada inferiormente, ou seca por convecção de ar.

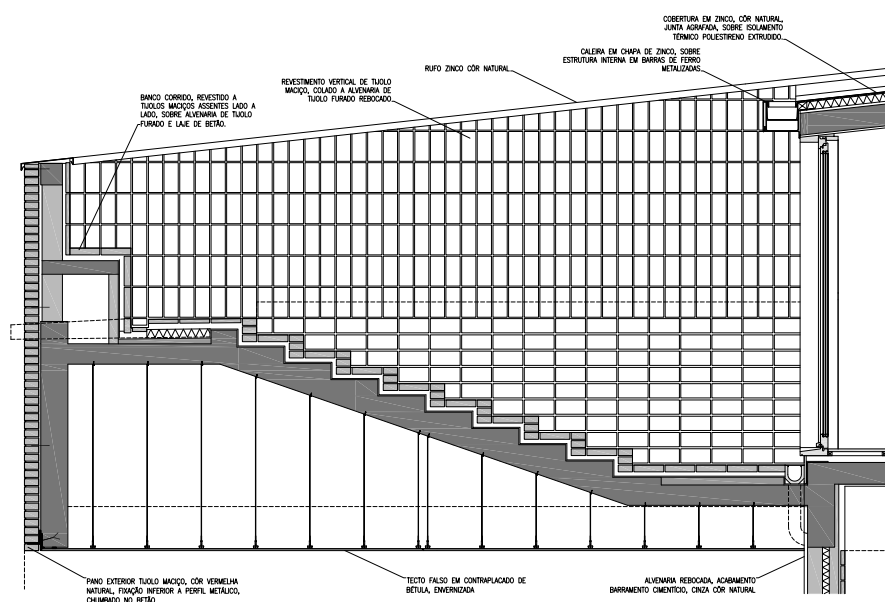
Para assegurar a estabilidade do pano exterior, e uma vez que estamos longe do limite de 12m para juntas horizontais, recorreu-se à fixação do pano exterior de tijolo ao pano de alvenaria interior através de grampos em arame de aço inox (diâmetro 5mm), especialmente desenhados para o efeito, à razão de 5 unidades por m².

Os dois panos da fachada definem uma caixa-de-ar de 11cms, parcialmente preenchida com isolamento térmico fixo ao pano interior de tijolo. Houve ainda o cuidado de corrigir os pilares e vigas de betão com uma camada fina de isolamento térmico de modo a evitar as pontes térmicas. O embasamento do edifício é em betão armado, com barramento cimentício, fechando os pórticos com um muro de 15cms; o lado de dentro é em alvenaria de tijolo com uma caixa-de-ar drenada e com isolamento térmico. Nas zonas enterradas é também este o sistema utilizado, sendo a espessura do muro de betão exterior proporcional a altura das terras a susten-

De um modo geral, no interior as paredes estão rebocadas e pintadas à cor branca, ou forradas a apainelados de contraplacado de bétula envernizados. Os pavimentos do piso superior são em soalho corrido de pinho de Riga, e, as casas de banho são forradas a mosaico “pastilha” porcelânico branco e pavimento em ardósia amaciada. Na garagem o pavimento é em betonilha afagada, com endurecedor de superfície.

A caixilharia é em madeira maciça de afizélia envernizada, utilizando vidro duplo incolor e portadas interiores em contraplacado de bétula.

A cobertura, e rufos de remate, são em zinco à cor natural, com a junta agrafada, sobre uma lâmina geodreno e o isolamento térmico em poliestireno extrudido.



OBRA 7

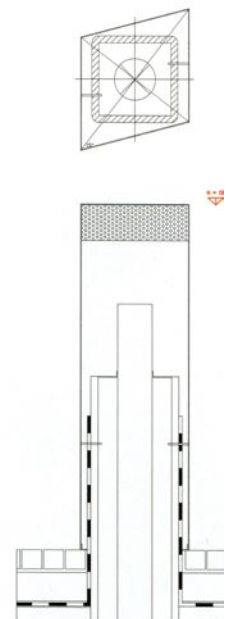
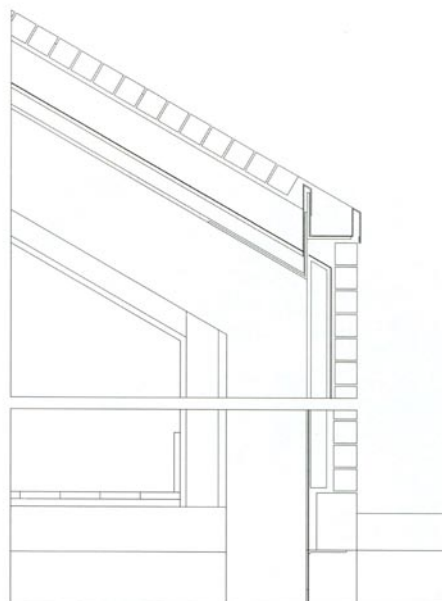


Casa Barlasina
Itália

Arq. Liverani-Molteni

Fachada | Cobertura

Os clientes, sabiam o que queriam: uma casa térrea, de tijolo e de cobertura inclinada com duas águas. A forma é simples, um arquétipo que funciona como um unico edificio .



OBRA 8

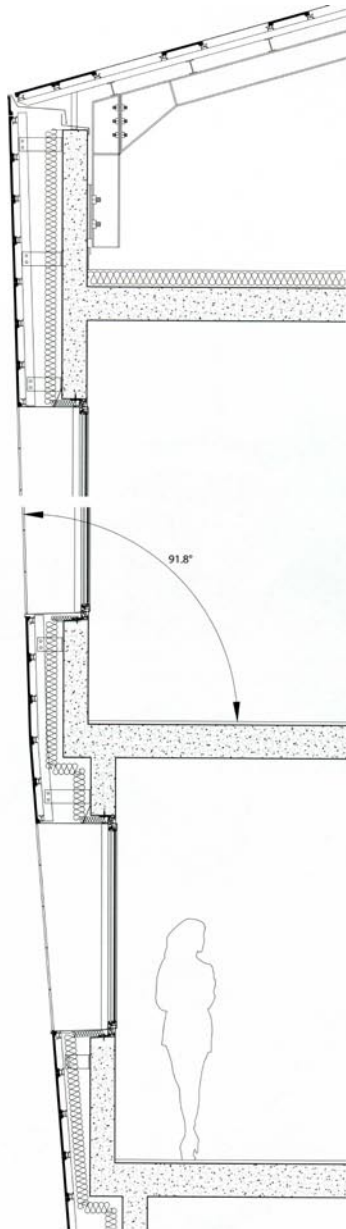


Escritórios Souham 3
Lille, França

Arq. Chaix et Morel

Fachada | Cobertura

Implantado sobre um local de um antigo caserne, o edifício é revestido totalmente com materiais de terra cozida.



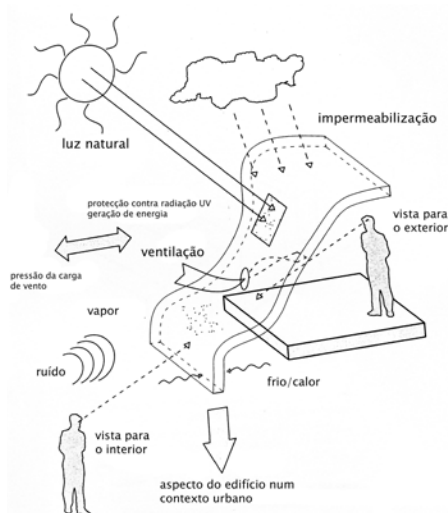


Fig.p1 – Função da fachada

2 | Projecto

Ao conceber uma paisagem ‘cerâmica’, o projecto não deve ser considerado como uma série de exercícios isolados, por exemplo, edifício, pavimentos, muros, jardins etc., é necessário para efeitos práticos, que as diferentes componentes sejam tratadas como partes separadas de um todo.

A forma e a função da actual envolvente de um edifício, são o resultado de um longo processo de desenvolvimento, que está relacionado com a história da humanidade. A sua concepção depende das condições climáticas, dos estilos de vida e respectivos estilos de habitação. No caso das populações que adoptam um modo de vida sedentário, há preferência por construções o mais sólidas possíveis. Um dos materiais que dá esse efeito de solidez é o tijolo cozido. O invólucro (fachada e cobertura) que separa o espaço útil interior do mundo exterior, tem uma função de vedação e pode ter também uma função estrutural. É este invólucro que define a estética do edifício, ao mesmo tempo que: fornece protecção contra o sol; resiste à penetração da água da chuva; tem de lidar com a humidade de dentro e de fora; proporciona isolamento contra o frio, calor e ruído; absorve as forças da acção do vento e suporta o seu peso próprio, mostrando a complexidade das exigências a serem cumpridas [Fig.p1].

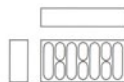
A envolvente do edifício define a identidade do edifício, reflectindo a evolução tecnológica duma região e com ele uma parte essencial duma cultura local específica. O seu resultado técnico depende do contexto dos materiais e da construção. A escolha de um material específico, não depende apenas das suas propriedades, mas também das regras de aplicação em obra. Também resulta de um conjunto de questões de construção, de resolução técnica dentro de um sistema construtivo global. É importante conhecer a diversidade de relações entre a composição arquitectónica e a lógica construtiva. A solução adoptada passa por uma construção de parede dupla, que consiste numa camada composta por porticado de betão armado para suporte da carga, com enchimento de tijolo vazado, uma camada de isolamento e uma camada separada de alvenaria de tijolo cerâmico. Fendas deixadas durante a construção da alvenaria funcionam como pontos de drenagem, apoiadas por uma membrana impermeável inserida na parede que é trazida para fora, perto da parte inferior da fachada para permitir que a água que entrou seja drenada.

Materiais de construção cerâmicos escolhidos:

Tijolo cerâmico face à vista
tipo tijolo kinkler cor castanho mondego
24x11,5x7cm
Cerâmica Vale da Gandâra



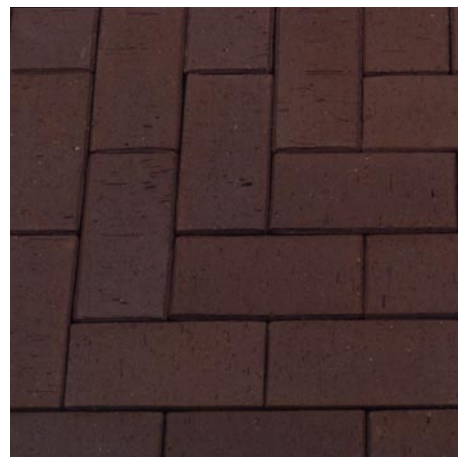
24x11,5x5cm - 24x11,5x7cm - 28x13,5x5cm



Tijolo cerâmico paver
tipo tijolo paver cor castanho mondego
20x10x7
Cerâmica Vale da Gândara



20x10x5cm - 20x10x7cm



Telha cerâmica
tipo telha ceramica cor castanho sépia plus
Margon



Conjunto das três peças em cerâmica escolhidas
para aplicar neste projecto:

telha
tijolo face à vista
tijolo paver



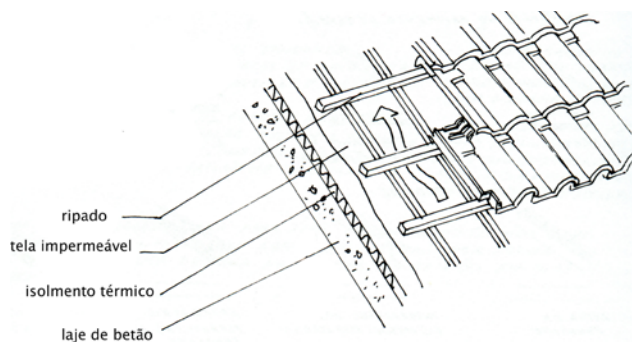


Fig.p9 – Solução para a cobertura

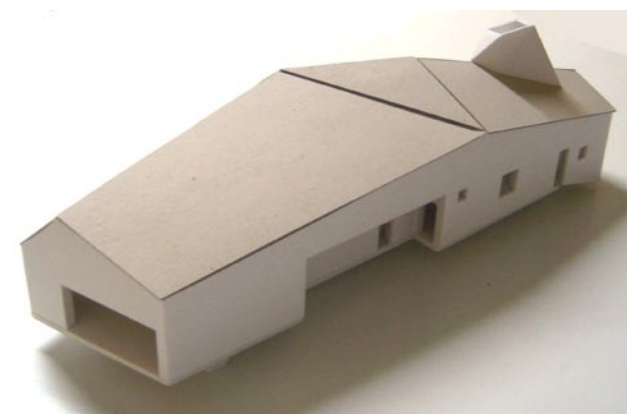
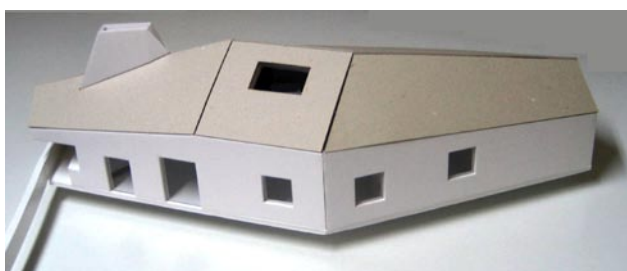
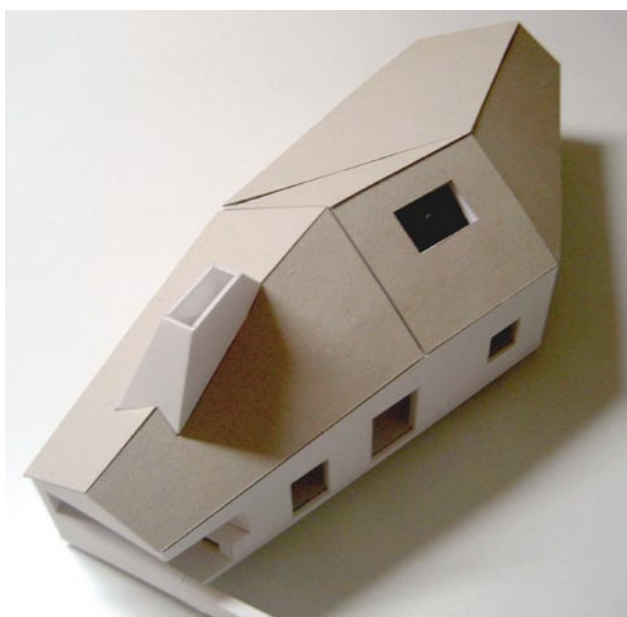


Fig.p10 – Fotos da maquete - cobertura inclinada

COBERTURA

A estrutura da cobertura será de betão armado, composta por pilares e vigas, com laje aligeirada. Este tipo de solução é mais leve, devido às abobadilhas, mais económica e de mais fácil execução que uma laje maciça. As vigotas são colocadas perpendicularmente ao beirado, formando a pendente. A subestrutura assegurará o isolamento térmico e acústico, servirá de travamento à construção, irá garantir a impermeabilização, criar zonas de ventilação abaixo do revestimento e servirá de suporte e fixação das telhas cerâmicas. A cobertura deverá garantir o isolamento térmico, porque é dos elementos mais expostos ao clima, este deverá ser colocado na vertente, pelo exterior da zona habitável e de forma contínua [Fig.p9]. A ripa e contra-ripa garantirão uma altura de 5cm para micro-ventilação na face inferior da telha. A contra-ripa poderia, eventualmente, ser substituída por uma chapa ondulada de fibras, que garantia duas caixas de ar, uma acima do isolamento térmico e outra junto à face inferior da telha. Existe ainda uma tela impermeabilizante (filme impermeável em polipropileno) abaixo das telhas, anti-deslizante, que aplicada desta forma impede que a água da chuva que eventualmente atravessasse a telha penetre no interior, permitindo no entanto a saída do vapor de água.

Neste projecto o telhado foi trabalhado a três dimensões, visto que o beirado não se apresenta nivelado. O desenho desta cobertura resultou da procura de criar uma água para aplicar os painéis solares que estivesse orientada a sul e com a inclinação indicada para um melhor aproveitamento solar (41°) com uma altura que garantisse em determinada zona da habitação criar dois pisos [Fig.p10]. Esta passagem de um piso para dois é também acompanhada pelo desenho do beiral, acentuado esta transição. Nesta situação, o ajuste (corte) das telhas será feito tanto nas cumeeiras, larós e rincões, como também nos beirais.

O terreno em estudo, encontra-se numa situação considerada normal, numa área praticamente plana, apresentando ligeiras ondulações do terreno. As inclinações das vertentes do telhado variam entre 49 e 84%, encontrando-se dentro das inclinações recomendadas para esta situação. A ventilação é assegurada por uma caixa-de-ar de 5 cm, associada com uma cumeeira ventilada. Na zona de cumeeira serão usados tamancos, para reduzir o uso de argamassa em excesso e garantir a ventilação [Fig.p11].

A caleira apresentar-se-á embebida, do género beiral com platibanda, ficando a caleira e as extremidades das telhas ocultas [Fig.p12]. E os respectivos tubos de queda também serão embebidos na caixa-de-ar da parede de fachada, possibilitando uma descarga directa.

O desenho da chaminé favorece o escoamento das águas na intersecção desta com a superfície do telhado, não sendo necessário o laró superior, apenas rufos laterais e rufo juzante [Fig.p13].

Ligação COBERTURA – FACHADA

A complexidade da ligação da fachada à cobertura está na ligação das três camadas – estrutura, isolamento, vedação - na passagem da fachada para a cobertura, e aumenta quando as soluções estruturais passam por transições fachada – telhado. O desejo de ligar as camadas sem interrupção, rodando no canto, dá origem a problemas, devido às exigências impostas pelos diferentes componentes estruturais – a componente vertical (fachada) tem de ser impermeável à água e se necessário fazer a drenagem das águas. O tratamento das camadas da fachada nas junções reflecte os problemas associados com uma separação de função. A construção de um pequeno para-vento no topo de um edifício envolve o problema de trazer uma transição adequada entre as várias camadas da fachada e as várias camadas da cobertura do telhado. As camadas devem rodar em conjunto em torno da articulação, ocorrendo uma sobreposição, no ponto onde as camadas se encontram. Este ponto será resolvido como numa construção de um pequeno para-vento com uso de perfis específicos com bordas afiadas, mas envolve a dificuldade de exclusão de água do telhado na parte interna da parede do para-vento. Para resolver esse problema é criada uma caleira embebida que fará uma descarga directa por meio de tubos de queda inseridos na caixa-de-ar na parede de tijolo, não interferindo na fachada de alvenaria de tijolo à vista.

No caso de se ter optado pelo uso de beirais, haveria outro problema, as camadas teriam de ser projectadas, e teriam de se expor as bordas de alguns componentes, que poderiam comprometer a estética.

FACHADA

A parede da fachada será composta por dois panos de alvenaria de tijolo, com caixa-de-ar e isolamento adjacente a esta (encostado ao pano interior), com o pano exterior constituído por alvenaria de tijolo à vista colocado com um aparelho de meia vez tijolo. O pano de parede interior em tijolo vazado é colocado entre a estrutura porticada (pilares e vigas) de betão armado e o pano exterior é ancorado ao pano interior (independente dos elementos da estrutura). Nesta solução o pano de parede exterior funciona como elemento de vedação e como revestimento final da fachada, permitindo criar uma fachada ventilada. A espessura da parede interior é importante no ganho de inércia térmica neste tipo de sistema construtivo, a sua maior espessura, confere-lhe uma maior inércia.

O pano de parede exterior será ancorado no pano interior por meio de grampos. A escolha dos tipos de grampos a empregar

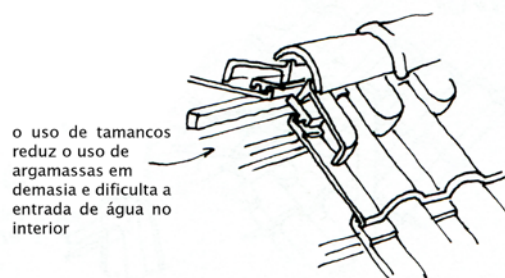


Fig.p11 – Solução para a cumeeira

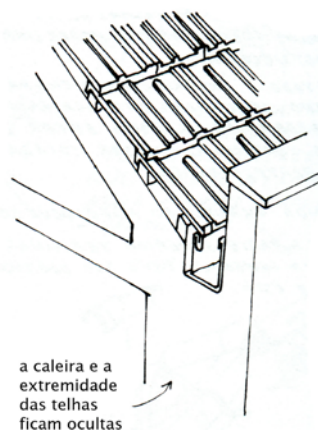


Fig.p12 – O beiral será rematado com platibanda, pequeno murete, com caleira embebida

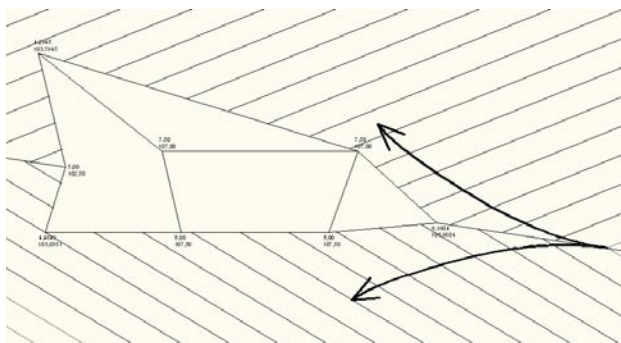
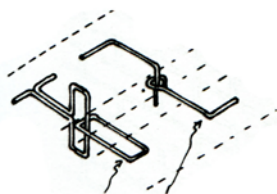


Fig.p13 – A chaminé devido à forma como se insere na cobertura, não terá parte superior de remate (guieiro superior) - terá rufos laterais e rufos a juzante



grampos metálicos ajustáveis –
no caso de um pano apresentar
as fiadas desniveladas do outro

Fig.p14 – Ferragem para solidarização dos dois panos de alvenaria

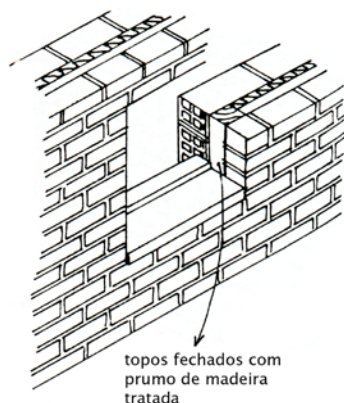


Fig.p15 – Fecho dos topos dos panos de alvenaria sem criar pontes térmicas

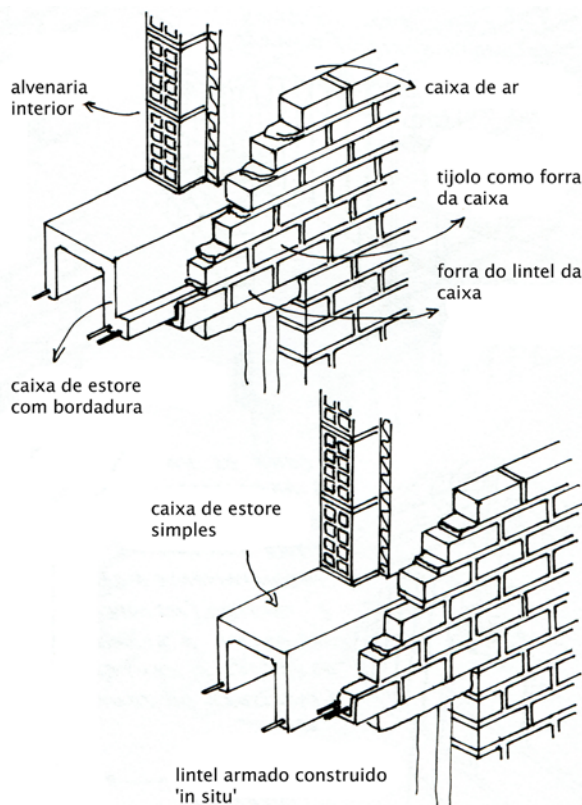


Fig.p16 – Lintel obtido com apoio da caixa de estore ou com armação da alvenaria

no projecto depende do tipo de parede interior a que a alvenaria se vai agarrar. No caso de termos de ligar dois panos de parede constituídos por materiais muito diferentes com movimentos diferenciais muito exagerados, deve fazer-se a ligação com grampos flexíveis. Se, como é o caso em estudo, temos dois panos de parede do mesmo material e de espessura parecida, empregam-se os grampos rígidos. Outro aspecto importante na escolha dos grampos é que estes contêm pingadeira e disco para fixação do isolamento térmico. Neste projecto, as juntas da alvenaria da parede interior não se encontram no mesmo plano das juntas da alvenaria à vista, sendo necessário optar por grampos ajustáveis, compostos por duas partes, que permitem deixar parte do grampo na parede interior (no caso deste ser feita primeiro) e posteriormente, durante o levantamento da parede de alvenaria exterior, ajustar o grampo [Fig.p14]

Apesar de sermos um país com temperaturas moderadas, no Inverno podemos ter dias demasiado frios, sendo importante garantir que a parede de fachada funcione como isolamento térmico, e que este seja colocado de forma a evitar pontes térmicas. A solução proposta para fachada, permite a colocação do isolamento térmico de forma contínua procurando que esta exigência seja cumprida. Os topos dos panos de fachada, no contorno dos vãos da caixa-de-ar serão fechados com um prumo de madeira tratada [Fig.p15]. Neste contorno, o interior e o exterior serão acabados com diferentes materiais – o interior será em madeira, o exterior em tijolo e o peitoril exterior em chapa de alumínio, no sentido de não constituir ponte térmica.

São propostos dois paramentos com diferentes espessuras, para que os ruídos que atravessassem o primeiro não encontrem a mesma facilidade ao encontrarem o segundo.

O lintel será resolvido com os tijolos na horizontal, meia vez tijolo, através de uma armação criada 'in situ' junto à caixa de estore, ou através de uma bordadura na caixa de estore [Fig.16], os últimos tijolos são partidos no interior de forma a acomodar a armação. Este elemento poderia ser resolvido com recurso a elementos metálicos, no entanto, o material cerâmico não tem o mesmo comportamento que o material metálico, optando-se por utilizar apenas materiais cerâmicos.

Os tijolos assentam num soco de betão evitando o contacto com o terreno. Neste soco assentará uma caleira em tela asfáltica que conduzirá as humidades para o exterior por fendas deixadas nas juntas da alvenaria que funcionam como pontos de drenagem. Este tipo de caleira será colocado nos pontos que constituam obstáculo na caixa-de-ar, como os vãos, de maneira a permitir que a água que entrou nessas zonas seja drenada.

Neste projecto, um dos problemas a resolver são os ângulos, isto porque parte deles não são rectos, o que exige um estudo de como este poderão ser resolvidos [Fig.p17]. A pouca oferta no mercado português de tijolos que possam resolver os cunhais muitas vezes leva a que se configurem ligações entre panos mais imprecisas [Fig.p18]. Neste projecto aproveitou-se os ângulos não rectos para resolver as juntas de dilatação [Fig.p19].

Ligação FACHADA - PAVIMENTO

A continuidade entre a superfície vertical da fachada e a superfície horizontal do pavimento pode ser conseguida de diferentes formas, através da continuidade do material ou através de um envasamento que torna essa passagem mais fluida [Fig.p20]. Neste caso, existe uma fenda que garante o não contacto do tijolo com o terreno, mas mantém a relação entre as duas superfícies pela utilização do mesmo material.

PAVIMENTO

O pavimento será composto por tijolo cerâmico paver, assente numa camada de areia com juntas em areia, os perímetros serão reforçados por encaixes de betão que garantem a estabilidade do pavimento. Também as escadas serão em realizadas em tijolo paver, mas estas serão assentes numa base de betão e os tijolos unidos com argamassa. O tijolo permite conferir aos degraus de uma escada diferentes configurações, dependendo da disposição dos tijolos, neste caso, teremos escadas baixas com cobertor largo, por se tratar de um espaço de utilização casual.

Ligação PAVIMENTO - MURO

A ligação entre o pavimento exterior e os muros será mais realizado de forma contínua, ao contrário da ligação do pavimento com a fachada. Aqui pretende-se que haja realmente uma ligação contínua, tanto física, como através do material, transmitindo uma unidade de tratamento dos elementos exteriores que compõem a paisagem.

MURO

Os muros de vedação serão realizados por dois paramentos com uma armação vertical no interior, preenchida com betão, conferindo-lhe a estabilidade necessária. O capeamento será realizado com tijolo em cutelo, com ligeira inclinação para caimento das águas.

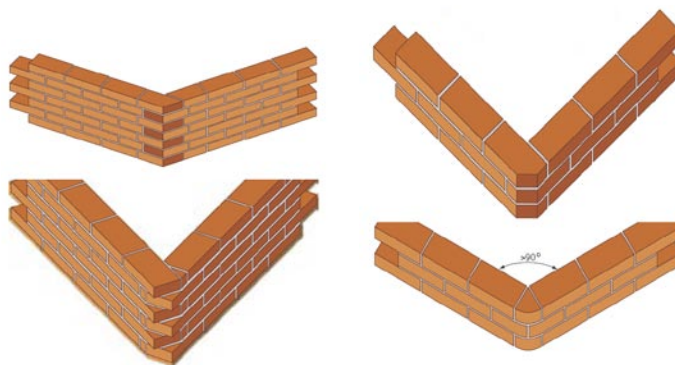


Fig.p17 – Diferentes formas de resolver os ângulos

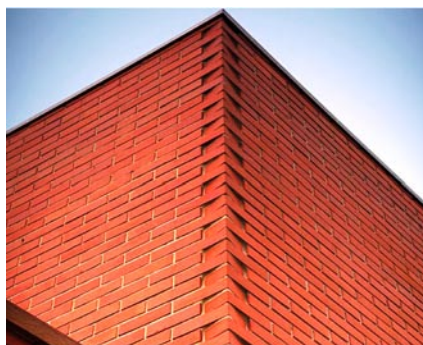


Fig.p18 – Casa em Matosinhos

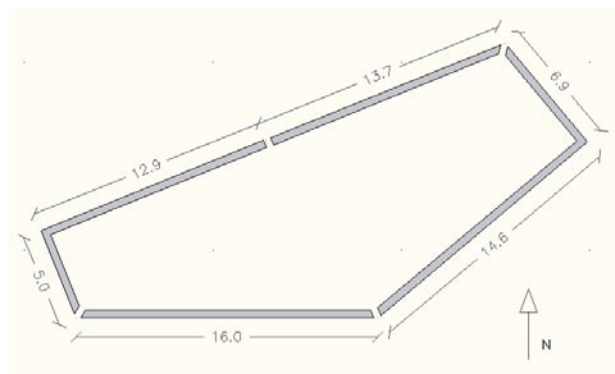


Fig.p19 – Juntas de dilatação



Fig.p20 – Frank Gehry – Envasamento de um edifício em tijolo, que poderia estender-se para o pavimento

Projecto

01 - planta cobertura
02 - planta piso 0
03 - planta piso 1
04 - cobertura
05 - alçado nor-noroeste + alçado sul
06 - alçado muro (nascente) + alçado nordeste
07 - alçado oés-sudoeste + alçado sudeste
08 - cortes

p01 - corte fachada-cobertura
p02 - corte fachada-cobertura c/ vão
p03 - pavimentos
p04 - muros
p05 - escadas

4.0 | NOTAS CONCLUSIVAS

Tijolo e telha – na construção de uma paisagem cerâmica

Os materiais de construção em cerâmica são dos poucos (senão os únicos) que permitem realizar toda uma paisagem com o mesmo material, desde a edificação (paredes exteriores e cobertura) à sua envolvente (pavimentos exteriores e muros de vedação). Esta sua característica poderia ser mais trabalhada, no sentido de fazer coincidir cores e tonalidades entre as diferentes peças (tijolo, paver, telha) apresentadas no mercado. Para trabalhar com estes materiais é necessário um bom entendimento das suas principais características.

Tijolo e telha - em território nacional

Os materiais de construção em cerâmica têm tido um papel de grande relevância no panorama nacional ao longo dos anos. Actualmente mostra-se necessária a investigação e a evolução tecnológica destes materiais de construção, no sentido de manterem a sua competitividade perante outras soluções existentes. Assim como uma maior abertura às inovações no sector da construção e uma aposta na formação e qualificação técnica da mão-de-obra nacional. A telha, que apesar de sempre presente no panorama nacional, ainda é aplicada através de sistemas tradicionais e ultrapassados. Precisa ser utilizada com novos sistemas de construção, adaptando-se à arquitectura contemporânea. Em Portugal, o tijolo à vista passou a ser um material novo, implicando uma abertura à sua aplicação. Devido à inércia que caracteriza a construção em Portugal, há uma dificuldade em aceitar técnicas construtivas que sejam novas ou pouco usadas em Portugal. É necessário (ainda mais, face à conjuntura actual), procurar tirar partido dos materiais produzidos em território nacional.

Tijolo e telha – na história

A história mostra as diversas vantagens e possibilidades destes dois materiais de construção. No contexto da construção, é uma vantagem poder aprender sobre os materiais através de obras do passado. Estes materiais – tijolo e telha – pela sua experiência de muitos séculos de uso, permitem verificar a sua durabilidade e resistência mecânica. Dispomos de conhecimentos empíricos, que podem ser analisados. E um conhecimento profundo dos materiais utilizados, que permite criar uma base para um novo desenvolvimento desses materiais. Conhecemos o processo de aperfeiçoamento das técnicas de utilização e das técnicas de tratamento e manutenção. A informação que podemos obter sobre estes materiais ao longo da história são recursos importantes para que possamos reprocessar e otimizar a sua utilização na actualidade.

Por exemplo, o tijolo com formato triangular utilizado no renascimento, era uma opção a ser ponderada pela indústria, pelo potencial que tem ao dar flexibilidade nos ângulos de remate de dois panos de parede, permitindo realizar ângulos mais fechados sem necessidade de serem criadas peças especiais para cada caso.

Os materiais de construção, enquanto produtos, nunca deveriam ser conotados como antigos ou modernos, a forma como são utilizados é que lhes pode dar uma conotação de antigas ou actuais. Pela análise histórica, verifica-se que a evolução estilística da arquitectura nem sempre foi acompanhada por evoluções a nível construtivo. Muitos movimentos arquitectónicos assentavam nos mesmos sistemas construtivos. O que significa que através de um mesmo sistema construtivo pode-se criar diferentes expressões artísticas.

O tema da tradição não deverá ser visível na expressão da telha ou do tijolo, o que seria uma avaliação formalista, mas na flexibilidade cultural, sem preconceitos, com o melhor que a actualidade nos oferece. O arquitecto Hassan Fathy é um exemplo de como se pode reinterpretar a arquitectura em terra e a sua condição de material antigo, nesse processo de 'construir com o povo' percebeu que «A tradição só repugna aos fracos».

Tijolo e telha - limitações a corrigir

A maior limitação destes materiais de construção prende-se com a pouca flexibilidade de criar novas formas, os tijolos ainda continuam com o mesmo tipo de molde rectangular, e a telha com modelos idênticos ao do passado. Produzir formas diferentes do standard, requer uma reconfiguração das máquinas, o que torna estas peças mais caras. Apesar de ser possível, está limitado apenas a encomendas de grandes quantidades desse produto. Neste contexto, a moldagem manual ainda continua a ser mais sofisticada que a fabricação mais avançada.

Um aspecto que se manteve ao longo do tempo, sem qualquer evolução foi o assentamento do tijolo. Não existem nenhuma máquinas que facilitem esta tarefa, nem formação para trabalhadores. Em Portugal, como estas especialidades não foram procuradas com regularidade, começaram a perder-se conhecimentos sobre a melhor forma de realizar.

Recriar o futuro com os ensinamentos do passado.

Referências bibliográficas

- ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. - Manual de aplicação de telhas cerâmicas - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998
- ADELL Argilés, Josep M^a - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000
- APPLETON, J. - Reabilitação de edifícios antigos, patologias e tecnologias de intervenção - Portugal: Edições ORION, 2003.
- A Arquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1^a edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961]
- BEINHAUER, Peter - Atlas de detalhes construtivos - Gustavo Gili, 2009, Barcelona 349p.
- BENEVOLO, Leonardo - História de la Arquitectura Moderna, Barcelona – Barcelona: Gustavo Gili, 1987
- BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Later Service, 2001, 430 p.
- BRITO, Jorge de; CORREIA, João Ribeiro – Paredes de alvenaria de tijolo de barro vermelho - Instituto Superior Técnico, Mestrado em Construção, cadeira de Tecnologia de Contensões e Fundações, Janeiro de 2003, 67 p.
- CAMARNEIRO, Luís - A importância da pormenorização no comportamento das alvenarias - In LOURENÇO, Paulo; SOUSA, Hipólito - Paredes de alvenaria, situação actual e novas tecnologias, Livro de Actas, Porto, Portugal, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, 2002 pp. 169-186.
- CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, 320 p.
- CAPOZUCCA, Roberto - Enclosure masonry wall systems worldwide in Italy - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 8, pp. 129-146.
- CASTRO Villalba, Antoni - Historia de la Construcción Arquitectónica - Barcelona, Ed. UPC, 1995, pp.344
- CARVALHO, Fernanda; SOUSA, Hipólito de - Enclosure masonry wall systems worldwide in Portugal - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide”. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 11, pp. 179-196.
- CIRLOT, Juan-Eduardo - Diccionario de Arquitectos - De la Antigüedad a nuestros días - Barcelona, Gustavo Gili, 1981.
- CORVACHO, Maria Helena – Catálogo de pontes térmicas. Nota de informação técnica – NIT 003. LFC, FEUP, Porto, 1999, 247 p. [624/CORm/CAT
- DELMOTTE, P.; MERLET, J. D. - Enclosure masonry wall systems worldwide in France - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 4, p. 48-65.
- DIAS, António Baio - Construção em Tijolo Cerâmicos: Das exigências normativas do produto à prática de aplicação - Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P.B. Lourenço & H. Sousa, Porto, 2002 (pdf)
- DIESTE, Eladio - La estructura cerámica - Bogotá, Colección SomoSur, 1987.
- ELLIOT, Cecil D. – The development of materials and systems for buildings – Cambridge, Mas: The MIT Press, 1992. 467 p.

FANELLI, Giovanni; GARGIANI, Roberto - El principio del Revestimiento: prolegómenos a una historia de la arquitectura Contemporánea - Madrid, Akal, 1999

FATIH, Tutunlu - Utilization of fly ash in manufacturing of building bricks. In 2001 international ash utilization symposium - Kentucky: Center for applied energy research, University of Kentucky, 2001, Paper #13, 6 p. (disponível em <http://www.flyash.info/> a 30/06/07)

FLETCHER, Banister – The influence of material on architecture – London: B.T. Bastsford, 1987. 26 p.

FRAMPTON, Kenneth – Álvaro Siza - Gustavo Gili, Barcelona, 1999

FRAMPTON, Kenneth - História crítica da arquitectura moderna - Gustavo Gili, Barcelona, 2002.

GÖSSEL, Peter; LEUTHÄUSER, Gabriele – Arquitectura no século XX – Köln: taschen, 2001.

GU, Xianglin; LI, Xiang; PENG, Bin - Enclosure masonry wall systems worldwide in China - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 3, pp. 31-47.

HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976

HERZOG, Thomas – Construire des façades – Lausanne: Presses polytechniques ey universitaires romandes, 2007, 321 p.

HISPALYT - Manual [de] ejecución de fachadas con ladrillo cara vista - Madrid: Hispalyt, 1998.

HISTÓRIA DA ARTE, ocidental e portuguesa, das origens ao final do século XX – Ana Lúcia Pinto, Fernanda Meireles, Manuela Cernadas Cambotas – Porto: Porto Editora, 2001.

HORBOSTEL, Caleb – Construction materials: types, uses and applications – 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

JÄGER, Wolfram; SCHÖPS, Peter - Enclosure masonry wall systems worldwide in Germany - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 5, pp. 66-84.

KLAAS, Helmut - The problem of building a brick house in Europe - ZI: Ziegelindustrie International, brick and tile industry international. Volume 46, n.º 7-8, 1993, pp. 111-122.

KNAACK, Ulrich – Façades: principles of construction – Basel: Birkhauser, 2007, 135 p.

KUBICA, Jan - Enclosure masonry wall systems worldwide in Poland - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 10, pp. 157-178.

LAND, Carsten; SAT, Cláudio; FERNANDES, José Manuel; TOUSSAINT, Michel – Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005

LOURENÇO, Paulo; SOUSA, Hipólito - Paredes de Alvenaria, Situação Actual e Novas Tecnologias - Livro de Actas, Porto, Portugal, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, 2002, pp. 41-64.

LOURENÇO, P.B. - Concepção e projecto para alvenaria - Eds. P.B. Lourenço e H. Sousa, Universidade do Minho, Guimarães, 2002, pp. 77-110.

LOURENÇO, P. B. – Análise, projecto e reforço de estruturas de alvenaria - Lisboa: IST/FUNDEC, 2004, 71 p.

LOURENÇO, P.B. - Alvenaria: Passado e presente - Construção Magazine, n.º 12, 2005, pp. 34-35.

- LOURENÇO, P.B. - A nova regulamentação e as estruturas de alvenaria - Construção Magazine, n.º 15, 2006. p. 50-51.
- MANUAL técnico, tijolo de face à vista, paver cerâmico, plaqueta, tijolo maciço - Mortágua: Cerâmica Vale da Gândara, 2006, pp. 1-106.
- MARTENS, Dirk - Enclosure Masonry Wall Systems Worldwide in Belgium and the Netherlands - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 1, pp. 1-14.
- MARTINS, J.; SILVA, A. - Materiais de Construção – Produtos Cerâmicos - Série Construção, Porto, UFP – Universidade Fernando Pessoa, 2004
- MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção: descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados em Portugal - Lisboa: Livros Horizonte, 2002 – Vol II – Paredes: paredes exteriores (1ª parte)
- MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção: descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados em Portugal - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol VII – coberturas inclinadas (2ª parte), materiais básicos (4ª parte), materiais cerâmicos
- MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção: descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados em Portugal - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol VI – Coberturas inclinadas (1ª parte)
- PAIVA, J. Vasconcelos; SANTOS, C. Pina - Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios - ITE 28, LNEC, Lisboa, 1990, 170 p.
- PIERS, Giovanni - The problem of building a brick house in Europe - ZI: Ziegelindustrie International, brick and tile industry international. Volume 46, n.º 7-8, 1993. p. 452-455.
- POWELL, Chris et al - The BDA guide to successful brickwork - 3ª ed. Inglaterra: Butterworth-Heinemann Ltd, 2005, 242 p.
- PRÉMIO de Arquitectura, tijolo de face à vista - Cerâmica do Vale da Gândara 2004/05. Portugal: Caleidoscópio, Janeiro 2006, 30 p.
- QUINTINO, José Luís – Raul Lino 1879-1974 – Lisboa editorial Blau, 2003
- ROMAN, Humberto R.; SILVA, Denise A. da - Enclosure masonry wall systems worldwide in Brasil - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 2, pp. 15-30.
- ROY, B. C. - Enclosure masonry wall systems worldwide in India. In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 7, pp. 101-128.
- SANTOS, F. A.; SINHA, B. P.; ROMAN, H. R. - The effect of construction defect on the strength and behaviour of masonry structures in Creative Systems in Structural and construction Engineering - Rotterdam: Ed. A. Singh, AA Balkema, 2001, pp. 587-591.
- SANTOS, Pina dos - A classificação europeia de reacção ao fogo dos produtos de construção (ITE 55) - ICT, Informação Técnica de Edifícios. LNEC, Lisboa, 2010
- SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide - Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006, 214 p.
- SILVA, J.; SOUSA, A. - Manual de Alvenaria de Tijolo - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 2000
- SIMÕES, Abel – O tijolo, velho e sempre novo material de construção - Lisboa: LNEC, 1966, 24 p.
- SINHA, Braj P. - Development and potential of structural masonry - In LOURENÇO, Paulo; SOUSA, Hipólito - Paredes de alvenaria, situação actual e novas tecnologias, Livro de Actas, Porto, Portugal, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, 2002, pp. 1-16.

SMITH, Ronald – Materials of construction – New York: McGraw-Hill Book Company, 1989. 401 p.

TAFULA, Manuel - Controlo da qualidade na execução de elementos não estruturais exteriores de um edifício – alvenaria de tijolo - Lisboa, IST - Instituto Superior Técnico, 2009

TEIXEIRA, Gabriela de Barbosa - Diálogos de edificação: estudo de técnicas tradicionais de construção - Porto, Editora CRAT, 1998.

ULFWECK, Tor - Enclosure masonry wall systems worldwide in the Nordic Countries - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 9, pp. 147-156.

VINTZILEOU, Elizabeth - Enclosure masonry wall systems worldwide in Greece - In SANTOS, S. Pompeu - Enclosure masonry wall systems worldwide. Reino Unido: Taylor & Francis, Dezembro de 2006. Cap. 6, pp. 85-100.

ZERBST, Rainer – Antoni Gaudí, obra arquitectónica completa – Köln: Taschen, 2002

Provas finais

Superfícies materiais: uma história da construção de fachadas – Pedro Ferraz França: docente acompanhante Prof. Joaquim Teixeira – Porto: Faup, 2003. 159 p.

Peter Zumthor: a poética dos materiais – Luís Teixeira Pereira Viana; docente acompanhante Prof. Manuel Botelho – Porto: Faup, 2001. 81 p.

Os velhos materiais na nova arquitectura – Sara Filipa Guiomar Ribeiro; docente acompanhante Profª Ana da Costa e Silva - Porto : Faup, 2008. 171p.

Cerâmica, material tradicional e inovador na arquitectura - Lígia Fernanda Martins de Sousa; docente acompanhante Prof. António Madureira - Porto : Faup, 2008. 197p.

Viabilidade técnico-económica do tijolo face à vista em fachadas de edifícios em Portugal / Daniel Filipe da Silva Mesquita: orientador Doutor Jorge Manuel Calção Lopes de Brito – Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2007. 101p.

Revistas

amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture

amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Bois, Wooden Architecture

EL CROQUIS 117 – Frank Gehry 1996-2003

GAUZIN-MÜLLER, Dominique, L'architecture Écologique, Ed. Le Moniteur, Paris, 2001

Tectonica 15 - Cerámica – cerramientos

World Architecture 02/2006 | 188 – Contemporary architecture & landscape architecture in Portugal (II)

2G Serginson Bates, nº34, Gustavo Gili

Adell Argilés, Josep Mª e ROSELLÓ Vilarroig, Graciela, «La importancia de la fábrica armada en la fachada cerámica contemporánea», // Tectonica 15, pp. 36-41.

Sites

[I.1] Comissão Europeia - Portal das empresas e das indústrias - <http://ec.europa.eu/enterprise/>

[I.3] CTCV - Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro - www.ctcv.com

Imagens:

- Fig.1 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 – pp.26
- Fig.2 - <http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/Estruturas/ur.htm> [20-07-2011]
- Fig.3 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Ishtar_Gate_at_Berlin_Museum.jpg [20-07-2011]
- Fig.4 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 – pp.42
- Fig.5 - HISTÓRIA DA ARTE, ocidental e portuguesa, das origens ao final do século XX – Ana Lúcia Pinto, Fernanda Meireles, Manuela Cernadas Cambotas – Porto: Porto Editora, 2001 – pp.145
- Fig.6 - Ibidem – pp.193
- Fig.7 - Ibidem – pp.204
- Fig.8 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Traiano_mercati.jpg [28-09-2011]
- Fig.9 - <http://www.panoramio.com/photo/8566343> [02-09-2011]
- Fig.10 - [http://en.wikipedia.org/wiki/Church_of_the_Holy_Apostles_\(Thessaloniki\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Church_of_the_Holy_Apostles_(Thessaloniki)) [02-09-2011]
- Fig.11 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005 – pp.70
- Fig.12 - <http://picasaweb.google.com/114355712761411476256/UzbekistanSetembre2006#4994351617475608594> [28-09-2011]
- Fig.13 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Arte_mud%C3%A9jar [02-09-2011]
- Fig.14 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Arte_mud%C3%A9jar [02-09-2011]
- Fig.15 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Trier_Konstantinbasilika_BW_1.JPG
- Fig.16 - <http://members.virtualtourist.com/m/p/m/20dd06/>
- Fig.17 - <http://wikitravel.org/upload/en/6/6d/Holstentor.JPG>
- Fig.18 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Albi_cathedral_-_outdoor_view.jpg [21-08-2011]
- Fig.19 - http://www.scottshephard.com/wp-content/uploads/2010/03/IMG_1642B.jpg [28-09-2011]
- Fig.20 - <http://juliananaitalia.blogspot.com/p/contatos.html> [03-09-2011]
- Fig.21 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Hampton_Court_RJL.JPG [08-08-2011]
- Fig.22 - http://www.chriskern.net/essay/jeffersonsDomeAtMonticello_files/downloads/monticelloWestFrontFromSouthTerrace.jpg
- Fig.23 - http://olhares.aeiou.pt/praca_de_touros_do_campo_pequeno_ii_foto1035561.html [08-08-2011]
- Fig.24 - ADELL Argilés, Josep M^a - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000 – pp.23
- Fig.25 - http://en.wikipedia.org/wiki/Monadnock_Building [13-08-2011]
- <http://halfadozenoftheother.blogspot.com/2009/11/chicago.html>
- Fig.26 - <http://www.flickr.com/photos/stevecadman/471545870/sizes/o/in/photostream/> <http://hramengland.blogspot.com/2010/05/william-morris-red-house.html> [08-08-2011]
- Fig.27 - ZERBST, Rainer – Antoni Gaudí, obra arquitectónica complete – köln: taschen, 2002, pp.89
- Fig.28 - <http://philip.greenspun.com/images/20061019-boston-aerials/harvard-sever-hall.tcl>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sever_Hall_\(Harvard_University\)](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sever_Hall_(Harvard_University)) [26-08-2011]
- Fig.29 - ADELL Argilés, Josep M^a - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000 – pp.24
- Fig.30 - Ibidem – pp.25 e 26
- Fig.31 - http://es.wikiarquitectura.com/images/d/d8/Fabrica_fargus_2.jpg [08-08-2011]
- Fig.32 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Het_Schip.jpg [26-08-2011]
- Fig.33 - <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=584411&page=327> [13-08-2011]
- Fig.34 - http://www.flickr.com/photos/d_o_w_n/1174657330/sizes/l/in/photostream/ http://www.flickr.com/photos/d_o_w_n/1174657330/sizes/l/in/photostream/ [26-08-2011]
- Fig.35 - http://es.wikiarquitectura.com/index.php?title=Casa_Lange_y_Esters [04-09-2011]
- Fig.36 - http://www.archiplanet.org/buildings/H._Lange_House.html [28-09-2011]
- Fig.37 - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/SaynatsaloTownHall2.jpg> [08-08-2011]
- Fig.38 - <http://www.euroartmagazine.com/new/?issue=18&page=1&content=168>
- <http://www.mystudio.com/blog/tag/louis-kahn> [02-09-2011]
- Fig.39 - <http://olhai-lisboa.blogspot.com/2009/08/cm-e-cgd.html> [08-08-2011]
- Fig.40 - <http://www.flickr.com/photos/iitugadmission/5372928777/> [04-09-2011]
- Fig.41 - ADELL Argilés, Josep M^a - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000 – pp.27
- Fig.42 - http://it.wikipedia.org/wiki/Giorgio_Grassi [04-09-2011]
- Fig.43 - GÖSSEL, Peter; LEUTHÄUSER, Gabriele – Arquitectura no século XX – Köln: taschen, 2001, pp.306.
- Fig.44 - <http://www.rpbw.com/> [04-09-2011]
- Fig.45 - <http://picasaweb.google.com/104768522512608045634/AtlantidaEnCanelonesUruguay#> [04-09-2011]
- Fig.46 - <http://picasaweb.google.com/andrewmalick/EladioDieste#> [04-09-2011]
- Fig.47 - A Arquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1^a edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961, Livro 2, pp.63
- Fig.48 - SILVA, J.; SOUSA, A. - Manual de Alvenaria de Tijolo - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 2000
- Fig.49 - A Arquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1^a edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961], Livro 1, p.299, texto pp.298
- Fig.50 - QUINTINO, José Luís – Raul Lino 1879-1974 – Lisboa editorial Blau, 2003, pp.63, 71
- Fig.51 - A Arquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1^a edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961], Livro 1, pp.48,49

Fig.52 – LAND, Carsten; SAT, Cláudio; FERNANDES, José Manuel; TOUSSAINT, Michel – Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.32

Fig.53 – foto pessoal / <http://www.archiweb.cz/> [04-09-2011]

Fig.54 – LAND, Carsten; SAT, Cláudio; FERNANDES, José Manuel; TOUSSAINT, Michel – Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.34

Fig.55 – LOURENÇO, P.B. - Conceção e projecto para alvenaria - Eds. P.B. Lourenço e H. Sousa, Universidade do Minho, Guimarães, 2002, pp. 80

Fig.56 – www.archiweb.cz [08-09-2011]

Fig.57 – fotos pessoais

Fig.58 – FRAMPTON, Kenneth – Álvaro Siza - Gustavo Gili, Barcelona, 1999, pp.249, 373

Fig.59 – Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.9

Fig.60 – www.taringa.net/posts/info/11733105/Eladio-Dieste--Vida-Eamp_-obra-.html [08-09-2011]

Fig.61 – LAND, Carsten; SAT, Cláudio; FERNANDES, José Manuel; TOUSSAINT, Michel – Telhados Contemporâneos na Arquitectura Portuguesa – Lisboa: Claudio Sat, 2005, pp.46

Fig.62 – Ibidem, pp.70

Fig.63 – Ibidem, pp. 129 / World Architecture 02/2006 | 188 – Contemporary architecture & landscape architecture in Portugal (II), pp.96

Fig.64 – amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie - Bois, Wooden Architecture - pp.44, 45

Fig.65 – TIJOLO: Catalogo CVG - PAREDE: <http://darringraycorp.com> - PAVIMENTO: <http://www.publicdomainpictures.net>

Fig.66 – TELHA: <http://www.pimacon.com> - TELHADO: foto

Fig.67 – Prémio Bienal de arquitectura em tijolo face à vista CVG 04-05 pp.13

Fig.68 – <http://pt.wikipedia.org/wiki/Argila> [04-08-2011]

Fig.69 – Viabilidade técnico-económica do tijolo face à vista em fachadas de edifícios em Portugal / Daniel Filipe da Silva Mesquita: orientador Doutor Jorge Manuel Calíço Lopes de Brito – Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2007., pp.40

Fig.70 – SILVA, J.; SOUSA, A. - Manual de Alvenaria de Tijolo - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 2000

Fig.71 - Arquitectura e Vida, nº47, 2004, pp.47

Fig.72 – www.archiweb.cz [08-09-2011]

Fig.73 – amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture, pp.32

Fig.74 – www.archiweb.cz [08-09-2011]

Fig.75 – Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.76 - Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.77 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.38

Fig.78 - ADELL Argilés, Josep Mª - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000, pp.39

Fig.79 - Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.80 - Sistema construtivo utilizado em Espanha - ADELL Argilés, Josep Mª - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000, pp.33

Fig.81 – Foto cedida pelo Arq. Nuno Brandão Costa

Fig.82 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.311

Fig.83 - Ibidem, pp.312

Fig.84 – amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie - Bois, Wooden Architecture - pp. 53

Fig.85 – Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.86 – Catalogo Murfor

Fig.87 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.30

Fig.88 - CORVACHO, Maria Helena – Catálogo de pontes térmicas. Nota de informação técnica – NIT 003. LFC, FEUP, Porto, 1999

Fig.89 - ADELL Argilés, Josep Mª - Arquitectura sin fisuras – Madrid: Munilla-Lería, 2000, pp.25

Fig.90 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.35

Fig.91 - Ibidem, pp.35

Fig.92 - Ibidem, pp.38

Fig.93 – Catálogo Murfor

Fig.94 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.39

Fig.95 - Ibidem, pp.38

Fig.96 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Lateralservice, 2001

Fig.97 – amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture, pp.40

Fig.98 – Ibidem, pp.45

Fig.99 – Ibidem, pp.93

Fig.100 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Lateralservice, 2001

Fig.101 – POWELL, Chris et al - The BDA guide to successful brickwork - 3ª ed. Inglaterra: Butterworth-Heinemann Ltd, 2005

Fig.102 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Lateralservice, 2001

Fig.103 – Ibidem

Fig.104 – POWELL, Chris et al - The BDA guide to successful brickwork - 3ª ed. Inglaterra: Butterworth-Heinemann Ltd, 2005

Fig.105 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Lateralservice, 2001

Fig.106 – POWELL, Chris et al - The BDA guide to successful brickwork - 3ª ed. Inglaterra: Butterworth-Heinemann Ltd, 2005 + Brambilla, 2001

Fig.107 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Lateralservice, 2001

Fig.108 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.34

Fig.109 - Ibidem

Fig.110 – catálogo ANCON, pp.20

Fig.111 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Later-service, 2001

Fig.112 – MANUAL técnico, tijolo de face à vista, paver cerâmico, plaqueta, tijolo maciço - Mortágua: Cerâmica Vale da Gândara, 2006

Fig.113 – CAMARNEIRO, Luís - A importância da pormenorização no comportamento das alvenarias - In LOURENÇO, Paulo; SOUSA, Hipólito - Paredes de alvenaria, situação actual e novas tecnologias, Livro de Actas, Porto, Portugal, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, 2002, pp.171

Fig.114 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Later-service, 2001

Fig.115 – CAMARNEIRO, Luís - A importância da pormenorização no comportamento das alvenarias - In LOURENÇO, Paulo; SOUSA, Hipólito - Paredes de alvenaria, situação actual e novas tecnologias, Livro de Actas, Porto, Portugal, Fundação Dr. A. Cupertino de Miranda, 2002, pp.176

Fig.116 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.32

Fig.117 - Ibidem, pp.29

Fig.118 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Later-service, 2001

Fig.119 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.38

Fig.120 – BRAMBILLA, Giorgio Federico - Il Manuale del mattone faccia a vista - Roma: Edizioni Later-service, 2001

Fig.121 – Ibidem + MANUAL técnico, tijolo de face à vista, paver cerâmico, plaqueta, tijolo maciço - Mortágua: Cerâmica Vale da Gândara, 2006

Fig.122 – www.archiweb.cz [08-09-2011]

Fig.123 - <http://www.pachd.com/free-images/san-francisco/lombard-street/lombard-street-09.jpg>

Fig.124 – foto pessoal

Fig.125 – foto pessoal

Fig.126 – www.archiweb.cz [08-09-2011]

Fig.127 - Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.128 - HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.47

Fig.129 – desenho

Fig.130 - HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.52

Fig.131 - Ibidem, pp.51

Fig.132 - Ibidem, pp.52

Fig.133 - Ibidem, pp.51

Fig.134 – adaptado Ibidem, pp.51

Fig.135 – adaptado Ibidem, pp.52

Fig.136 - Ibidem, pp.51

Fig.137 - Ibidem, pp.30

Fig.138 – adaptado Ibidem, pp.57

Fig.139 - Ibidem, pp.55

Fig.140 - Ibidem, pp.56

Fig.141 – desenho

Fig.142 – foto pessoal

Fig.143 - HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.64

Fig.144 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.305

Fig.145 - HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.66

Fig.146 - <http://www.geograph.org.uk/photo/394070> [17-06-2011]

Fig.147 - CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will – História Universal do Tijolo - Caleidoscópio. Lisboa: Caleidoscópio, 2005, pp.306

Fig.148 – adaptado HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.65

Fig.149 – fichas FAUP

Fig.150 – adaptado HANDISYDE, Cecil C.; Hard landscape in brick - London: Architectural Press, 1976, pp.61

Fig.151 – adaptado Ibidem, pp.62

Fig.152 – adaptado Ibidem, pp.68

Fig.153 – adaptado Ibidem, pp.70

Fig.154 - A Arquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1ª edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961], Livro 1, pp.286

Fig.155 - ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. - Manual de aplicação de telhas cerâmicas - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998, pp.25

Fig.156 - Ibidem, pp.24

Fig.157 - Ibidem, pp.23

Fig.158 - Ibidem, pp.25

Fig.159 - Ibidem, pp.26

Fig.160 - amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture, pp.6

Fig.161 - ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. - Manual de aplicação de telhas cerâmicas - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998, pp.34

Fig.162 – Catalogo Margon

Fig.163 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. VI – Coberturas inclinadas (1ª parte), pp.15

Fig.164 – adaptado de Ibidem, pp.22

Fig.165 – adaptado de Ibidem, pp.113

Fig.166 – Ibidem, pp.120

Fig.167 – adaptado Ibidem, pp.119

Fig.168 – adaptado Ibidem, pp.24

Fig.169 – adaptado Ibidem, pp.23

Fig.170 – adaptado Ibidem, pp.23,119

Fig.171 – adaptado Ibidem, pp.20

Fig.172 – adaptado Ibidem, pp.31

Fig.173 – adaptado Ibidem, pp.42

Fig.174 – adaptado Ibidem, pp.19

Fig.175 - ABRANTES, V.; FREITAS, V.; MOURA, G.; SILVA, M.; SILVA, R.; SOUSA, A.; SOUSA, H. - Manual de aplicação de telhas cerâmicas - Coimbra, APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, 1998, pp.70

Fig.176 - Ibidem, pp.70

Fig.177 - Ibidem, pp.108

Fig.178 - Ibidem pp.109

Fig.179 - Ibidem, pp.100

Fig.180 - Ibidem, pp.118

Fig.181 - Ibidem, pp.120

Fig.182 - Ibidem, pp.121

Fig.183 - Ibidem, pp.128

Fig.184 - Ibidem, pp.112

Fig.185 - Ibidem, pp.113

Fig.186 - Ibidem, pp.113

Fig.187 – Google earth

Fig.188 – Engenharia Dora Silveira do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Fig.189 - AArquitectura Popular em Portugal - Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa, 2004 resultado do «Inquérito à Arquitectura Regional Portuguesa», [1ª edição: Sindicato Nacional dos Arquitectos, Lisboa, 1961], Livro 2,pp.192

Fig.190 - Ibidem, pp.213

Fig.191 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. II – Paredes: paredes exteriores (1ª parte), pp.33

Fig.192 – adaptado Ibidem, pp.69

Fig.193 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. VI – Coberturas inclinadas (1ª parte), pp.106

Fig.194 - Câmara Municipal de Santa Maria da Feira

Fig.195 – Google earth

Fig.196 – http://www.nfactory.org/wp-content/uploads/2008/04/wood_textures.jpg; tijolo [13-09-2008]

Fig.197 - Catalogo do Prémio Bienal de Arquitectura em Tijolo face à vista CVG 2004-05

Fig.198 - <http://www.flickr.com/photos/cphark/4096566444/> [17-06-2011]

Fig.199 - <http://es.wikiarquitectura.com/images/b/b9/> [04-09-2011]

Fig.200 - http://www.veskirpich.ru/kkkr/index.php?ELEMENT_ID=3649&PAGEN_1=18

<http://www.panoramio.com/photo/17352315> [10-09-2011]

Fig.201 – Ficha FAUP

Fig.202 - FRAMPTON, Kenneth – Álvaro Siza - Gustavo Gili, Barcelona, 1999, pp.80,78

Fig.203 - Tectónica 15 - Cerámica – cerramientos, pp.47

Obra 1 – imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto Nuno Brandão Costa

Obra 2 – imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto Nuno Valentim

Obra 3 – imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto José Paulo dos Santos

Obra 4 – imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto Ricardo Vieira de Melo

Obra 5 - imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto José Manuel Soares

Obra 6 - imagens e desenhos cedidos pelo arquitecto Sara Antunes e Mário Ferreira

Obra 7 - amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture, pp.134 e 136

Obra 8 - amc, Le Moniteur Architecture, Hors serie : Terre Cuit, Brick Architecture, pp.132 e 133

Fig.p1 – KNAACK, Ulrich – Façades: principles of construction – Basel: Birkhauser, 2007, pp.36

Fig.p2 – Tijolo - Catálogo Cerâmica Vale da Gândara

Fig.p3 – Parede - Ibidem

Fig.p4 – Tijolo paver - Ibidem
Fig.p5 – Pavimento - Ibidem
Fig.p6 – Telha - <http://www.armazenscalhabe.com>
Fig.p7 – Telhado - Catálogo Margon
Fig.p8 – foto pessoal
Fig.p9 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. VI – Coberturas inclinadas (1ª parte), pp.114
Fig.p10 – fotos pessoais maqueta
Fig.p11 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. VI – Coberturas inclinadas (1ª parte), pp.195
Fig.p12 – adaptado Ibidem, pp.200
Fig.p13 – desenho de projecto; adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. VI – Coberturas inclinadas (1ª parte), pp.214
Fig.p14 – adaptado de MASCARENHAS, Jorge - Sistemas de construção - Lisboa: Livros Horizonte, 2006 – Vol. II – Paredes: paredes exteriores (1ª parte), pp.41
Fig.p15 – adaptado Ibidem, pp.38
Fig.p16 – adaptado Ibidem, pp.151
Fig.p17 – Manual Sezione faccioa a vista, pp.9
Fig.p18 – Catalogo CVG, p.20
Fig.p19 – desenho projecto
Fig.p20 – EL CROQUIS 117 – Frank Gehry 1996-2003, pp.196