

Fig. 1

A matéria como instrumento da concepção arquitectónica

As alvenarias resistentes nas técnicas tradicionais portuguesas

Bárbara Rangel Carvalho

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Julho de 2006

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Construção de Edifícios, realizada sob a orientação do Professor Hipólito de Sousa e co-orientação do Professor Fernando Brandão Alves, no âmbito da 9ª Edição do Curso de Mestrado em Construção de Edifícios da FEUP.

Agradecimentos

Queria antes de mais agradecer ao meu orientador Prof. Hipólito de Sousa por todo o apoio e disponibilidade que sempre me ofereceu durante a realização deste trabalho, particularmente no rigor e atenção que dedicou a cada fase deste trabalho.

Ao Prof. Fernando Brandão Alves agradeço todo o apoio prestado na leitura atenta e co-orientação do trabalho.

Dedico também um agradecimento ao Arq. Jorge Barros pelas longas e frutuosas conversas sobre construção, as suas viagens e pela orientação bibliográfica que me foi prestando.

Aos Arq. Adalberto Dias, José Gigante e Pedro Pacheco agradeço a disponibilidade e elementos fornecidos para ilustrar os exemplos apresentados.

Ao Filipe Costa e ao Luís Leite agradeço toda a ajuda que prestaram na execução informática de todo o trabalho gráfico.

Finalmente um agradecimento muito especial à Joana, ao Nuno e à Adriana.

Resumo

Depois de interiorizado o programa, o lugar de intervenção e as reflexões conceptuais, os primeiros instantes de concepção de um projecto de arquitectura passam por um momento quase intuitivo que resume na ideia de projecto toda a informação absorvida e os caminhos a percorrer. Para que esse momento seja interiorizado no método de trabalho, é fundamental o domínio de todas as informações e instrumentos, sejam eles ferramentas de desenho em projecto ou a matéria que se pretende construir o edifício. Assim, usar a matéria e as suas especificidades para compor um edifício pode ser tão intuitivo como desenhar uma recta para compor uma figura.

Esta consciencialização passa antes de mais por uma íntima reflexão metodológica no acto de projectar em arquitectura, procurando conhecer a matéria para construir a ideia, usando o processo construtivo como instrumento de desenho. Mais do que encontrar soluções construtivas ideias e tecnologias milagrosas, pretendeu-se com este trabalho, abrir espaço para uma reflexão sobre a importância da interiorização do processo construtivo nos primeiros momentos da concepção arquitectónica, usando as alvenarias resistentes nas construções tradicionais portuguesas como objecto de estudo para essa reflexão.

Numa primeira fase tentar-se-á encontrar os princípios metodológicos implícitos na concepção arquitectónica com alvenarias resistentes, desde o entendimento do processo, sistema e método construtivo, passando pela significação da parede na concepção arquitectónica do edifício, até a definição de alvenaria e em particular da alvenaria resistente.

Como verificação desses princípios, numa segunda fase, será feita uma leitura das principais tecnologias tradicionais portuguesas, olhando para a arquitectura popular como objecto de estudo, tentando entender as especificidades dos componentes, a construção dos elementos, para finalmente apontar as regras que estão implícitas na concepção arquitectónica.

Como resultado desta consciencialização construtiva na concepção arquitectónica serão abordados alguns projectos contemporâneos onde foram adoptadas tecnologias construtivas tradicionais de alvenarias resistentes com linguagens perfeitamente contemporâneas, desde a reabilitação, reconstrução e novas construções.

Palavras-chave: alvenarias, arquitectura, tecnologias, concepção arquitectónica

Abstract

After acknowledging the program, the site and the theoretical reflections, the first instants of conception of an architecture project bear an almost intuitive moment that sums up into the project idea both the information engaged and the paths to explore. For that moment to be accredited within the work method it is fundamental to dominate all the information and instruments whether they are the project drawing tools or the material the building will be made of.

Thus, the use of the material and its requisites to compose a building become as intuitive as drawing a line when composing a figure. This consciousness comes first of all from an intimate methodological reflection during the action of projecting in architecture while searching to know the material in order to build the idea, using the process of construction as a drawing tool. This research went beyond the search for ideal construction solutions or miracle technologies. Instead, it aimed at opening up a space for reflection on the importance of acknowledging the construction process in the early stages of the architecture conception. The object of study chosen to carry on that reflection was the structural masonry of traditional Portuguese constructions.

While looking at the significance of the wall in the architectural conception of the building, the first stage seeks to find the methodological principles inherent to architectural conception with structural masonry, from the understanding of the process, system and construction method to the definition of masonry, in particular the structural masonry.

As confirmation to such principles, the research undergoes a second stage, where a reading of the main traditional Portuguese technologies is done under the object of study of the vernacular architecture, in quest of understanding the specificities of its components and the construction of the elements, in order to, finally, outline the regulations and concepts that are inherent to architectural conception.

As a result of this construction consciousness in architectural conception some contemporary projects that adopted traditional construction technologies of solid masonry with contemporary language are looked upon, ranging from renewal, to reconstruction and new constructions.

Keywords: masonry, architecture, technologies, architectural conception

Índice Geral

Capítulo 1. A matéria como instrumento na linguagem arquitectónica	23
1.1. A consciencialização construtiva na concepção arquitectónica.....	25
1.2. A matéria na linguagem arquitectónica.....	27
1.3. A opção construtiva na actualidade.....	31
1.4. Abordagem do trabalho.....	32
1.5. Organização do trabalho.....	34
Capítulo 2. Alvenarias resistentes na arquitectura ocidental e na tradição construtiva portuguesa	37
2.1. Alvenarias resistentes – Continuidade e inovação.....	39
2.2. Alvenarias resistentes na História da Arquitectura Ocidental.....	41
2.3. A sensibilidade grega e o espírito científico romano.....	43
2.4. A refinação renascentista e a desmaterialização gótica.....	46
2.5. A industrialização de construção no séc. XX e o nascimento da arquitectura moderna – breve abordagem.....	48
2.6. Arquitectura moderna – tecnologia e linguagem.....	52
2.7. Arquitectura portuguesa e as tradições construtivas.....	54
Capítulo 3. Do processo construtivo à concepção arquitectónica	59
3.1. O projecto e o ciclo construtivo.....	61
3.2. O processo construtivo.....	63
3.3. O método construtivo.....	65
3.4. A parede.....	67
3.5. A alvenaria.....	69
3.6. As unidades de alvenaria.....	71
3.7. A Argamassa.....	75
3.7.1. Componentes.....	76
3.7.2. Traço.....	78
3.8. Alvenaria resistente.....	80
3.9. A concepção arquitectónica em alvenarias resistentes.....	82
3.10. Composição arquitectónica da alvenaria resistente.....	84
3.10.1. Aparelho.....	85
3.10.2. Junta.....	86
3.10.3. Estereotomia.....	87
3.11. Regras de composição arquitectónica.....	88
3.12. Informação e regulamentação.....	91
Capítulo 4. Os sistemas tradicionais portugueses	93
4.1. A arquitectura popular como reflexo das tradições construtivas.....	95
4.2. As tradições construtivas como reflexo do lugar.....	97
4.3. A matéria-prima.....	102
4.3.1. Rochas eruptivas.....	103
4.3.1.1. Granito.....	103
4.3.1.2. Xisto e Ardósia.....	104
4.3.2. Rochas Sedimentares.....	105
4.3.2.1. Calcários e arenitos.....	105
4.4. Alvenaria de pedra.....	107
4.4.1. Alvenaria de pedra seca ou alvenaria insossa.....	109
4.4.1.1. Sequência de montagem.....	111
4.4.1.2. Regras de composição.....	112
4.4.2. Alvenaria ordinária.....	116
4.4.2.1. Sequência de montagem.....	118
4.4.2.2. Regras de composição arquitectónica.....	119
4.4.3. Alvenaria de pedra aparelhada.....	122
4.4.3.1. Sequência de montagem.....	125
4.4.3.2. Regras de composição arquitectónica.....	126
4.5. Alvenaria “artificial”.....	131
4.5.1. Alvenaria de terra – adobe.....	133
4.5.1.1. Sequência de montagem.....	136

4.5.1.2.	Regras de composição arquitectónica.....	137
4.5.2.	Alvenaria cerâmica – tijolo maciço	140
4.5.2.1.	Sequência de montagem.....	142
4.5.2.2.	Regras de composição arquitectónica.....	143
Capítulo 5.	Reaprender com o passado para construir o presente	149
5.1.	(Re) inovação em arquitectura	151
5.2.	Reabilitação	153
5.3.	Reconstrução.....	154
5.4.	Nova construção.....	155
5.5.	Aplicação das alvenarias resistentes hoje.....	157
Capítulo 6.	Reflexões e desenvolvimentos futuros	161
6.1.	Reflexões.....	163
6.2.	Balanço final	165
6.3.	Desenvolvimentos futuros	166
	Lista de referências.....	167
	Bibliografia	171

Índice de Ilustrações

Ilu. 1 – Perspectiva da Casa de Nevogilde no Porto do Arq. Souto de Moura	21
Ilu. 2 - Corte construtivo das Adegas de vinho Dominus, Califórnia, EUA dos Arq Herzog & DeMuron	25
Ilu. 3 – Planta da Brick House do Arq. Mies Van der Roehé	37
Ilu. 4 – Perspectiva da Casa em Tavolue, Itália dos Arqs. Herzog & DeMuron	39
Ilu. 5 - Perspectiva do Coliseu de Roma	41
Ilu. 6 – Perspectiva de um Abrigo Primitivo	39
Ilu. 7 - Perspectiva de uma Pirâmide Azteca	40
Ilu. 8 - Perspectiva das portas de Ishtar de Babilónia	40
Ilu. 9 – Perspectiva de um Anfiteatro romano	41
Ilu. 10 - Perspectiva do Partenon	42
Ilu. 11 - Perspectiva da Catedral de Sta. Sofia	43
Ilu. 12 – Perspectiva da Biblioteca Laurenziana em Roma, Itália do Arq. Miguel Angelo	44
Ilu. 13 – Perspectiva de um arranha-céus de Nova Iorque em construção	46
Ilu. 14 - Perspectiva de Altes Museum em Berlim do Arq. Schinkel	47
Ilu. 15 - Balneário municipal em Hilversum do Arq. Willem Marinus Dudok	47
Ilu. 16 - Casas inglesas	48
Ilu. 17 - Perspectiva da Escola da Bauhaus em Dessau Alemanha do Arq. Walter Gropius	48
Ilu. 18 – Edifício da Administração para S C Johnson do Arq. Frank Lloyd Wright	50
Ilu. 19 - Laboratórios da Universidade da Pensilvânia do Arq. Louis Khan	50
Ilu. 20 - Câmara Municipal de Saynatsalo na Suécia do Arq. Alvar Aalto	50
Ilu. 21 - Igreja Paroquial de Atlântida, no Uruguai do Arq. Eládio Dieste	51
Ilu. 22 – Convento de Sta Marinha em Guimarães, Arq. Fernando Távora	52
Ilu. 23 - Casa Rangel de Lima em Lisboa do Arq. Maurício de Vasconcelos	53
Ilu. 24 - O processo construtivo	57
Ilu. 25 - Diagrama interpretativo do sistema construtivo	61
Ilu. 26 – Esquema interpretativo da constituição do corpo humano	62
Ilu. 27 – Esquema interpretativo da constituição de uma casa	62
Ilu. 28 – Diagrama interpretativo do método construtivo	63
Ilu. 29 – Pavilhão Carlos Ramos, Álvaro Siza	65
Ilu. 30 - Formalização da parede	65
Ilu. 31 - Configuração da parede	65
Ilu. 32 - Composição da parede	66
Ilu. 33 - Função espacial da parede	66
Ilu. 34 - Exigências de desempenho da parede	66
Ilu. 35 – Perspectiva de um muro de alvenaria	67
Ilu. 36 - Estereotomia de um muro inca e de um muro romano	67
Ilu. 37 - Funções estruturais da parede de alvenaria	68
Ilu. 38 - Funções estruturais da parede de alvenaria resistente	68
Ilu. 39 - Composição da parede de alvenaria	68
Ilu. 40 - Material da Unidade de alvenaria	68
Ilu. 41 – Unidades de alvenaria	69
Ilu. 42 - Adobe	70
Ilu. 43 - Tijolo cerâmico	71
Ilu. 44 - Blocos de betão de agregados leves	72
Ilu. 45 - Blocos de betão celular autoclavado	72
Ilu. 46 – Perspectiva interpretativa de um edifício de alvenaria resistente	78
Ilu. 47 - Constituintes da alvenaria	78
Ilu. 48 - Diferentes unidades de alvenaria	79
Ilu. 49 - Perspectiva de um Pedreiro a trabalhar uma pedra	80
Ilu. 50 - Perspectiva interpretativa do conceito de alvenaria resistente	81
Ilu. 51 - Perspectiva interpretativa do conceito unidade, matéria e forma	81
Ilu. 52 – Composição da alvenaria resistente	82
Ilu. 53 – Esquemas de aparelho de alvenaria	83
Ilu. 54 - Regras de composição da alvenaria	83
Ilu. 55 – Perspectiva de uma parede de alvenaria destacando as juntas	84

Ilu. 56 - Junta contínua, descontínua e seca	84
Ilu. 57 - Refundamento da junta	84
Ilu. 58 - Espessura da junta	84
Ilu. 59 - Definição da espessura da parede de alvenaria	86
Ilu. 60 - Articulação entre as paredes de alvenaria e os elementos estruturais horizontais	86
Ilu. 61 - Forma da parede de alvenaria	86
Ilu. 62 - Composição da fachada de alvenaria	87
Ilu. 63 - Área de influência de uma abertura na parede de alvenaria	87
Ilu. 64 - Fundação da parede de alvenaria	87
Ilu. 65 - Embasamento da parede de alvenaria	88
Ilu. 66 - Composição da planta de um edifício de alvenaria resistente	88
Ilu. 67 - Localização dos vazios na composição da planta de um edifício de alvenaria resistente	88
Ilu. 68 - Perspectiva de uma casa em alvenaria de xisto	91
Ilu. 69 - Perspectiva da aldeia de Piodão	93
Ilu. 70 - Perspectiva de uma casa rural em alvenaria seca de xisto	93
Ilu. 71 - Alçado da parede de uma casa rural em alvenaria seca de xisto	93
Ilu. 72 - Perspectiva de uma casa rural num monte alentejano	95
Ilu. 73 - Alçados de uma casa rural madeirense	95
Ilu. 74 - Perspectiva de uma casa rural minhota	95
Ilu. 75 - Perspectiva de uma casa rural algarvia	95
Ilu. 76 - Perspectiva da cozinha de uma casa rural minhota	97
Ilu. 77 - Perspectiva do pátio de uma casa rural alentejana	97
Ilu. 78 - Perspectiva de uma casa rural algarvia com açoteia	98
Ilu. 79 - Perspectiva de uma casa rural transmontana construída entre rochas	98
Ilu. 80 - Mapa de Portugal com a localização do granito	101
Ilu. 81 - Perspectiva interpretativa do granito como material isotrópico	101
Ilu. 82 - Mapa de Portugal com a localização do xisto	102
Ilu. 83 - Perspectiva interpretativa do granito como material anisotrópico	102
Ilu. 84 - Mapa de Portugal com a localização do calcário	103
Ilu. 85 - Perspectiva de uma casa rural em alvenaria de pedra	105
Ilu. 86 - Pormenor de uma parede de alvenaria seca de pedra	107
Ilu. 87 - Perspectiva interpretativa do encaixe das pedras numa parede de alvenaria seca de pedra	107
Ilu. 88 - Diferentes alçados de paredes de alvenaria seca de pedra	108
Ilu. 89 - Sequencia de montagem de uma parede de alvenaria seca de pedra	109
Ilu. 90 - Alçado de uma parede de alvenaria seca de xisto	110
Ilu. 91 - Forma de uma parede de alvenaria seca de xisto	110
Ilu. 92 - Perspectiva de uma casa de alvenaria seca de pedra	110
Ilu. 93 - Dimensionamento aconselhado duma parede de alvenaria seca de pedra	111
Ilu. 94 - Perspectiva do encastramento das vigas numa parede de alvenaria seca de pedra	111
Ilu. 95 - Corte construtivo de uma parede de alvenaria seca de pedra	111
Ilu. 96 - Remates com a cobertura de uma parede de alvenaria seca de pedra	111
Ilu. 97 - Vãos tipo de uma parede de alvenaria seca de pedra	112
Ilu. 98 - Distanciamento entre paredes resistentes de alvenaria seca de pedra	112
Ilu. 99 - Cunhal tipo de uma parede de alvenaria seca de pedra	113
Ilu. 100 - Pormenor de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	114
Ilu. 101 - Perspectiva interpretativa do encaixe das pedras numa parede de alvenaria ordinária de pedra	114
Ilu. 102 - Junta contínua ou descontínua numa parede de alvenaria ordinária de pedra	115
Ilu. 103 - Diferentes alçados de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	115
Ilu. 104 - Sequencia de montagem de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	116
Ilu. 105 - Alçado de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	117
Ilu. 106 - Fiadas de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	117
Ilu. 107 - Remates com a cobertura de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	118
Ilu. 108 - Corte construtivo de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	118
Ilu. 109 - Cunhal tipo de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	119
Ilu. 110 - Vãos tipo de uma parede de alvenaria ordinária de pedra	119
Ilu. 111 - Pormenor de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	120

llu. 112 – Pedra talhada nas faces que ficam à vista	121
llu. 113 - Exemplos de estereotomia de pedra aparelhada, regular e bujardão	121
llu. 114 – Definição da junta numa parede de alvenaria de pedra aparelhada	121
llu. 115 - Colocação de perpianhos no aparelhamento da parede de alvenaria de pedra aparelhada	122
llu. 116 - Sequencia de montagem de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	123
llu. 117 – Alçado de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	124
llu. 118 - Corte construtivo de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	124
llu. 119 – Espessura mínima de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	124
llu. 120 – Perfil de de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	125
llu. 121 - Varanda com lajes de pedra	125
llu. 122 - Remates com a cobertura de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	125
llu. 123 - Cunhal tipo de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	126
llu. 124 - Vãos tipo de uma parede de alvenaria de pedra aparelhada	126
llu. 125 – Perspectiva de uma construção em terra	129
llu. 126 – Pormenor de uma parede de alvenaria de adobe	131
llu. 127 - Produção do adobe	131
llu. 128 – Sequencia de montagem de uma parede de alvenaria de adobe	133
llu. 129 – Alçado de uma parede de alvenaria de adobe	135
llu. 130 – Início de construção de uma parede de alvenaria de adobe	135
llu. 131 – Remate com a cobertura de uma parede de alvenaria de adobe	135
llu. 132 - Corte construtivo de uma parede de alvenaria de adobe	135
llu. 133 –Cunhal tipo de uma parede de alvenaria de adobe	136
llu. 134 - Vãos tipo de uma parede de alvenaria de adobe	136
llu. 135 – Pormenor de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	138
llu. 136 – Relação da mão com o dimensionamento do tijolo	139
llu. 137 - Dimensionamento do tijolo comum em Portugal	139
llu. 138 – Sequencia de montagem de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	140
llu. 139 – Alçado de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	141
llu. 140 - Estereotomia de uma parede de alvenaria de tijolo maciço com cheios e vazios	141
llu. 141 - Colocação dos tijolos em relação à parede	141
llu. 142 - Posição relativa do tijolo em relação à parede, de soga de tição e a cutelo	141
llu. 143 - Parede a meia-vez, a uma-vez, a vez-e-meia, e a duas vezes segundo o aparelho corrente, inglês e flamengo	142
llu. 144 - Proporções de sobreposição dos tijolos	143
llu. 145 - Tipo de juntas de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	143
llu. 146 - Início de construção de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	144
llu. 147 - Corte construtivo de uma parede de alvenaria de tijolo maciço	144
llu. 148 – Composição geométrica dos vãos numa parede de alvenaria de tijolo maciço	145

NOTA: Todas as ilustrações foram realizadas pela autora

Índice de figuras

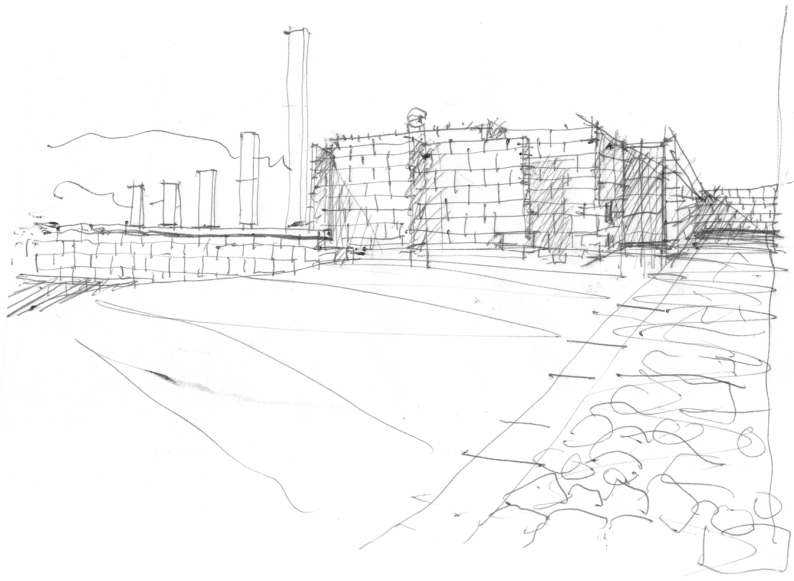
- Fig. 1** – Esquízo da Casa na Quinta da Batoca, Bom Jesus, Braga do Arq. Souto Moura. Origem da imagem: Leoni, Geovani; Esposito, Antonio; Eduardo Souto de Moura; Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2003, p. 124 **1**
- Fig. 2** – Esquízo da Casa Tavole em Itália do Arq. Jaques Herzog. Origem da imagem: Herzog & De Meuron; Natural History; Lars Muller Publishers, Montreal 2003, p.15 **23**
- Fig. 3** – Fotografia dos autores da Adega Dominus na California dos Arq. Herzog & de Meuron. Origem da imagem: Herzog & De Meuron; Natural History; Lars Muller Publishers, Montreal 2003, p. 17 **25**
- Fig. 4** - Corte tipo de um pavilhão para o parque junto ao rio integrado no projecto do novo distrito comercial, cultural e de entretenimento em Jinhua, China, dos Arq. Herzog & de Meuron. Origem da imagem Moreira, Paulo – 2 X Suiça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura. FAUP, Porto 2005, p. 190 **26**
- Fig. 5** - Maqueta de estudo do pavilhão para o parque junto ao rio integrado no projecto do novo distrito comercial, cultural e de entretenimento em Jinhua, China, dos Arq. Herzog & de Meuron. Origem da imagem Moreira, Paulo – 2 X Suiça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura. FAUP, Porto 2005, p. 177 **26**
- Fig. 6** - Protótipo de uma parede tipo do pavilhão para o parque junto ao rio integrado no projecto do novo distrito comercial, cultural e de entretenimento em Jinhua, China, dos Arq. Herzog & de Meuron. Origem da imagem Moreira, Paulo – 2 X Suiça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura. FAUP, Porto 2005, p. 181 **26**
- Fig. 7** -Estudo de composição da planta das Termas de Valls na Suíça do Arq. Peter Zumthor . Origem da imagem Zumthor, Peter; Peter Zumthor works, buildings and projects 1979-1997; Lars Muller Publishers, Baden 1998, p. 157 **27**
- Fig. 8** - Corte longitudinal do edifício das Termas de Valls na Suíça do Arq. Peter Zumthor . Origem da imagem Zumthor, Peter; Peter Zumthor works, buildings and projects 1979-1997; Lars Muller Publishers, Baden 1998, p.166 **27**
- Fig. 9** - Protótipo da parede do edifício do Museu Diocesano Kolumba do Arq. Peter Zumthor. Origem da imagem Moreira, Paulo – 2 X Suiça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura. FAUP, Porto 2005, p.122 **27**
- Fig. 10** - Esquízo da casa de Moledo do Arq. Souto Moura. Origem da imagem El Croquis 124; Eduardo Souto de Moura 1995 2005; El Croquis Editorial Madrid 2005, p. 22 **27**
- Fig. 11** - Esquízo das casas pátio de Matosinhos do Arq. Souto Moura. Origem da imagem El Croquis 124; Eduardo Souto de Moura 1995 2005; El Croquis Editorial Madrid 2005, p. 22 **27**
- Fig. 12** - Esquízo das casas pátio de Matosinhos do Arq. Souto Moura. Origem da imagem El Croquis 124; Eduardo Souto de Moura 1995 2005; El Croquis Editorial Madrid 2005, p. 62 **28**
- Fig. 13** – Tijolos em miniatura usados para fazer maquetes das paredes do Museu Diocesano Kolumba do Arq. Peter Zumthor. Origem da imagem Moreira, Paulo – 2 X Suiça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura. FAUP, Porto 2005, p.146 **29**
- Fig 14** - Catedral de Céfalu. Origem da imagem Norberg-Schulz, Christian; Lasignification dans l'architecture occidentale; Pierre Mardaga Éditeur, Liège 1977, p.171 **44**
- Fig. 15** - Igreja d'Orbais. Origem da imagem Norberg-Schulz, Christian; Lasignification dans l'architecture occidentale; Pierre Mardaga Éditeur, Liège 1977, p. 203 **44**
- Fig. 16** - Catedral de Origem da imagem Norberg-Schulz, Christian; Lasignification dans l'architecture occidentale; Pierre Mardaga Éditeur, Liège 1977, p. **45**
- Fig. 17** - Planta da fabrica Hoffmann . Origem da imagem Pfeifer, Gunter; Ramcke, Rolf; Achtziger, Joachim; Zilch, Konrad; Masonry Construction Manual. Munique, Birkhauser - Edition Detail 2001, p. 22 **47**
- Fig. 18** - Perspectiva da Brick house do Arq. Mies Van der Rohe. Origem da imagem Blasser, Werner – Mies Van der Rohe. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1987, p 22 e 23 **49**
- Fig. 19** - Maquete de trabalho no estudio do Gaudi. Origem da imagem: Martinell, César - Gaudi, su vida, su teoría, su obra. Edições do Colégio da Cataluña y Baleares, Barcelona 1967, p. 138 **49**

Fig. 20 - Axonometria explodida do refúgio Marquand, Yakimi Valley, Washington , EUA. Origem da imagem Galfetti, Gustau Gili; Casas Refugio; Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1995 p.123	51
Fig. 21 - Sistema Estrutural tipo Gaiola Pombalina. Origem da imagem Duarte, José Pinto; Tipo e Modulo; LNEC Lisboa 1995, p. 29	53
Fig. 22 - Corte longitudinal da Alfandega do Porto. Origem da imagem 2G Revista Internacioanl de Arquitectura; Eduardo Souto de Moura obra recente; Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1997, p. 36	53
Fig. 23 - Casa em Alvenaria de Pedra. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes I; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p. 56	54
Fig. 24 - Axonometria do Bairro de São Vitor. Origem da imagem Trigueiros, Luiz; Álvaro Siza; Editorial Balu, Ida, Lisboa 1997 p.185	54
Fig. 25 - Corte construtivo das casas da Bouça do Arq. Álvaro Siza. Origem da imagem Faria, Francisco – Análise dos sistemas construtivos Portugueses. FEUP, Porto 1993	55
Fig. 26 - Estereotomia da catedral de Chatres Pfeifer, Gunter; Ramcke, Rolf; Achtziger, Joachim; Zilch, Konrad; Masonry Construction Manual. Munique, Birkhauser - Edition Detail 2001, p. 17	85
Fig. 27 - Maquetes de estudo para a fachada principal do Ayuntamiento de Murcia, do Arq. Rafael Moneo. Origem da imagem El Croquis 98; Rafael Moneo 1995 2000; El Croquis Editorial Madrid 2000, p. 84	85
Fig. 28 - Carta Geológica da Península Ibérica. Origem da imagem Girão, A. De Amorim; Geografia de Portugal; Portucalense Editora; Porto 1941, p. 19	96
Fig. 29 – Aparelhos de Paredes de alvenaria de pedra e mistos. Origem da imagem Mateus, João Mascarenhas; Técnicas Tradicionais de construção de alvenarias, a literatura técnica de 1750 a 19000 e o seu contributo para a conservação dos edificios historicos; Livros Horizonte, Lisboa 2002, p. 97	105
Fig. 30 - Casa em alvenria seca de xisto. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes I; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p.133	113
Fig. 31 - Casa em alvenaria ordinária de xisto. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes II; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p.38	119
Fig. 32 – Casa em alvenria de pedra aparelhada. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes I; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p.80	127
Fig. 33 – Casa em alvenaria de adobe. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes II; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p.222	137
Fig. 34 – Casa em alvenaria de tijolo. Origem da imagem Sindicato Nacional dos Arquitectos; Arquitectura Popular em Portugal, volumes II; Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004, p.219	146
Fig. 35 - Estudo de alçado da casa de Manhufe do Arq. Nuno Brandão Costa. Origem da imagem arquivo do autor	147
Fig. 36 - Casa do Marco de Canavezes do Arq. Adalberto Dias. Origem da imagem, arquivo do autor , Fotografia de Luis Ferreira Alves	150
Fig. 37 – Cortes da casa do Marco de Canavezes do Arq. Adalberto Dias. Origem da imagem, arquivo do autor	150
Fig. 38 - Cortes construtivos da casa do Marco de Canavezes, do Arq. Adalberto Dias. Origem da imagem do arquivo do autor	150
Fig. 39 - Igreja da Aldeia da Luz dos Arq. Pedro Pacheco e Arq. Marie Clement. Origem da imagem, arquivo do autor	151
Fig. 40 - Planta da Igreja da Aldeia da Luz dos Arq. Pedro Pacheco e Arq. Marie Clement. Origem da imagem, arquivo do autor	151
Fig. 41 - Corte da Igreja da Aldeia da Luz dos Arq. Pedro Pacheco e Arq. Marie Clement. Origem da imagem, arquivo do autor	151
Fig. 42 - Casa de Manhufe do Arq. Nuno Brandão Costa. Origem da imagem arquivo do autor	152
Fig. 43 - Plantas da Casa de Manhufe do Arq. Nuno Brandão Costa. Origem da imagem arquivo do autor	152

- Fig. 44** - Corte da Casa de Manhufe do Arq. Nuno Brandão Costa. Origem da imagem arquivo do autor **152**
- Fig. 45** - Casa Celeiro em Guimarães dos Arq. José Gigante e o Arq. Vítor Silva. Origem da imagem arquivo do autor **153**
- Fig. 46** - Planta da Casa Celeiro em Guimarães dos Arq. José Gigante e o Arq. Vítor Silva. Origem da imagem arquivo do autor **153**
- Fig. 47** - Corte da Casa Celeiro em Guimarães dos Arq. José Gigante e o Arq. Vítor Silva. Origem da imagem arquivo do autor **153**
- Fig. 48** - Esquiço da Casa da Maia do Arq. Souto de Moura. Origem da imagem Leoni, Geovani; Esposito, Antonio; Eduardo Souto de Moura; Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2003, p. 143 **157**

“Es moral lo que lleva al logro final del hombre y para este logro es indispensable una utilización racional y respetuosa de los recursos de la naturaleza...Por eso está justificada la búsqueda de aquellas formas que adecuen de modo más íntimo lo que hacemos a las leyes que rigen la materia y teniendo además en cuenta que es el hombre el que debe trabajar sobre esa materia, elaborarla.”

Eládio Dieste ³¹



Ilu. 1

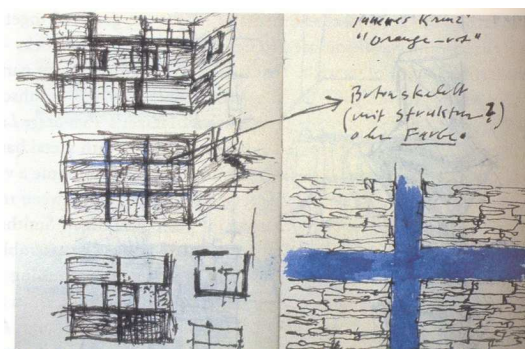


Fig.. 2

1.1. A consciencialização construtiva na concepção arquitectónica

“Arquitecto: aquele que exerce a arte de construir edifícios”¹

A arquitectura é uma disciplina da construção que reside no equilíbrio entre o raciocínio lógico, a concepção artística e a fundamentação científica. O equilíbrio entre estas três componentes da concepção arquitectónica não obedece a regras específicas nem a momentos determinados, mas sim a uma postura decorrente da consciencialização do valor e do contributo que cada uma delas pode oferecer nas diferentes fases do projecto.

Desde os primeiros momentos estes três valores estão presentes na organização programática do edifício, na criação de uma ideia de espaço e forma e finalmente na concretização tecnológica desse projecto. É impensável organizar um edifício sem a articulação racional de um programa que satisfaça os objectivos para que está a ser projectado. É inconcebível criar uma ideia de espaço sem entender as noções de proporção e escala apropriadas para o ambiente que se pretende. Tal como é impossível erguer um edifício sem o contributo científico de todas as disciplinas envolvidas na construção, desde a Física, à Química, etc.

Esta abrangência multidisciplinar da arquitectura é apenas possível se esse equilíbrio for produto de um raciocínio lógico e pragmático, de uma sensibilidade artística e evidentemente de uma fundamentação tecnológica. Conceito, desenho e construção caminham assim em conjunto na produção de um projecto de arquitectura. A opção construtiva surge paralelamente à concepção artística e à racionalização projectual na elaboração dos conceitos de projecto, na especificação dos seus princípios, na concepção formal e espacial e finalmente na sua concretização para a construção do edifício.

Com frequência estes princípios são esquecidos tentando-se encontrar uma impossível especialização, consequência talvez da desmultiplicação das equipas de projecto e do aumento de responsabilidades e da escala das obras. Actualmente ao arquitecto pede-se apenas que organiza o espaço e crie uma imagem de projecto capaz de “vender” determinado produto (evidentemente no prazo mais curto...) não dando tempo suficiente para digerir cada solução, para pensar em cada passo do projecto e reflectir nos princípios que distinguem a arquitectura das outras disciplinas envolvidas na construção.

Os projectistas afastam-se da obra e do conhecimento que este contacto pode oferecer, desde a aprendizagem com os artífices, ao entendimento das fases da obra e a sua articulação, ao reconhecimento dos materiais. Vai-se assim perdendo o tempo para entender a construção, as suas tecnologias e os seus métodos, as suas evoluções e possibilidades contemporâneas.

É pois fundamental voltar a encontrar essa consciencialização construtiva, para assim conhecer as diferentes fases do processo de construção, entender a importância de cada elemento no conjunto do edifício para que a definição construtiva seja mais um instrumento de desenho.

Para que essa consciencialização permita uma opção construtiva consciente em cada projecto, torna-se fundamental o conhecimento tecnológico que envolve cada sistema, desde a matéria-prima, ao material de construção produzido, até aos seus métodos de montagem, oferecendo aos projectistas as ferramentas necessárias para reinventarem os sistemas construtivos.

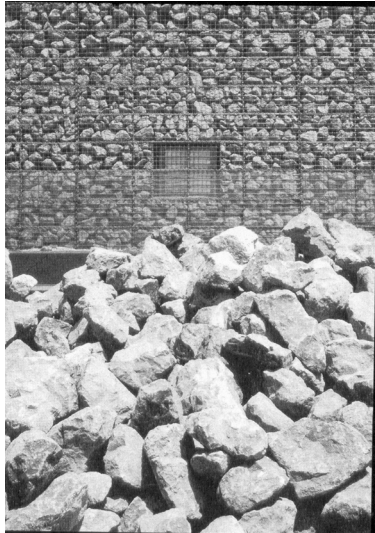


Fig.. 3

1.2. A matéria na linguagem arquitectónica

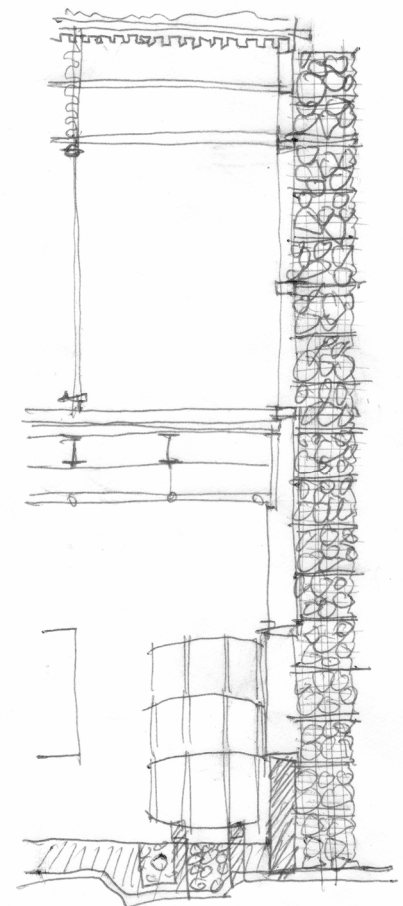
“Creo que, en el contexto de un objeto arquitectónico, los materiales pueden adquirir cualidades poéticas si se generan las pertinentes relaciones formales y de sentido en el propio objeto, pues los materiales no son de por si poéticos.”²

No processo de concepção, durante a passagem de métodos de representação abstractos duma ideia de projecto para documentos técnicos de apoio à construção do edifício, é fundamental o conhecimento da matéria conseguida pela referida consciencialização construtiva.

É neste momento que as ideias adquirem consistência física, peso, espessura, cor, textura. Os planos bidimensionais do desenho passam a ser paredes, coisas concretas que definem a ideia espacial de uma forma que parece ser a mais adequada para proteger um ambiente determinado. As tramas e as cores dos desenhos passam a ser texturas que reagem à luz, à água, etc.

A matéria não é por si só capaz de atribuir ao espaço e à forma a caracterização pretendida, tal como uma escala musical não é por si só uma melodia. Tem de se transformar num elemento capaz de satisfazer determinada função do elemento construtivo que compõe, seja essa função física, conforto, estabilidade, ou até mesmo compositiva.

Só com o domínio dos instrumentos de composição da construção, os materiais, através do conhecimento da matéria-prima, da sua origem e produção, será possível ordenar “melodicamente” os elementos de construção para a concretização do edifício.



Ilu. 2

Nos últimos anos tem-se vindo a assistir a um fenómeno interessante no trabalho de alguns arquitectos, principalmente naqueles em que quase todas as possibilidades tecnológicas são alcançáveis. O conceito da imagem como definição de um projecto, própria duma sociedade dependente da comunicação multimédia, corrente na linguagem arquitectónica dos anos 90, passa agora a procurar a concretização construtiva o espaço e a cultura onde cada obra se insere.

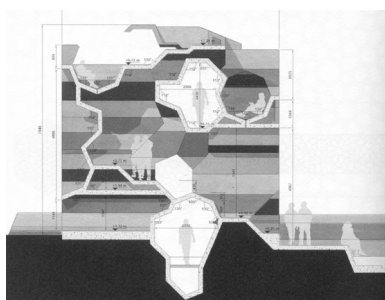


Fig.. 4



Fig.. 5



Fig.. 6

Veja-se como exemplo o trabalho dos arquitectos suíços Herzog & DeMuron. Com trabalho em todos os quadrantes do Globo, na Suíça, em Barcelona, em Tenerife, dos EUA à China, em cada um deles procura-se encontrar uma materialidade específica que o defina como objecto único, com uma imagem singular, através da procura da matéria de cada local e do método de construção dessa cultura.

No arquivo do Museu Schaulagen na Suíça utiliza-se a terra do local para revestir as paredes exteriores; no novo Fórum de Barcelona esse revestimento ganha uma grande escala e testa-se a cor azul; em Tenerife fecham-se os espaços exteriores do Centro Cultural Óscar Dominguez com muros de alvenaria da pedra vulcânica local; nas adegas de vinho Dominus (Califórnia, EUA) experimentam-se os gaviões de pedra para simular mais uma rocha no terreno deserto e para ventilar um espaço tão específico como um local de armazenagem de vinho (Fig. 3 e Ilu. 2).

Está actualmente em desenvolvimento um projecto de grandes dimensões na China, o novo distrito comercial, cultural e entretenimento de Jinhua com mais de 240.000m². Como a construção ainda é feita com tijolo tradicional fabricado na região (garantindo assim a viabilidade financeira do empreendimento), optou-se por explorar as potencialidades plásticas e físicas da alvenaria, atribuindo-lhe uma nova linguagem através da síntese dos ícones da arquitectura chinesa, os vãos rendilhados, os jogos de transparência, etc. (Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6)

Também na Suíça o arquitecto Peter Zumthor tem vindo a desenvolver ao longo da sua carreira uma linguagem assente na exploração da matéria-prima e do material como forma de expressão. Desde a madeira como revestimento e estrutura na capela Sogn Benedetg; à alvenaria de xisto para as paredes resistentes das Termas em Valls. Mais recentemente nas alvenarias de tijolo branco para a reconstrução do Museu Diocesano de Colónia. (Fig. 7, Fig. 8 e Fig. 9)

A exploração da matéria no desenvolvimento deste último projecto atingiu proporções particularmente interessantes. No gabinete testaram-se as melhores “receitas” para a fabricação do tijolo, procurando a melhor textura, a melhor cor e a melhor resistência; experimentaram-se as melhores composições do tijolo para estrutura das paredes resistentes e ao mesmo tempo coar a luz própria para um espaço litúrgico. Durante estas experiências foram-se dando os vários passos no projecto com a certeza da sua viabilidade construtiva.

Estes exemplos do panorama arquitectónico mundial representam uma transformação/evolução da concepção arquitectónica, onde a aproximação ao material como expressão de uma ideia espacial e/ou de uma significação arquitectónica é o ponto de partida para a caracterização de cada projecto. Procura-se encontrar em cada local e para cada programa a matéria que melhor o define e identifica trabalhando-o com os conhecimentos científicos mais avançados para fugir à globalização da linguagem arquitectónica.

Na obra do Arq. Souto Moura a plasticidade e a funcionalidade do muro tem sido recorrente em vários projectos tanto em nos mais intimistas como casas , como na composição dos arranjos exteriores do metro do Porto. A matéria-prima é explorada como elemento de composição formal e como elemento de construção. Nas casas os muros que delimitam o terreno suportam também as lajes de cobertura, ou o terreno rico em pedra serve como imagem de fundo na composição espacial, como na casa de Moledo. (Fig. 10)

Na casa de Baião a ruína existente assume-se como tal e esconde a nova intervenção; nas casas de Matosinhos os muros de granito estabelecem a métrica de separação das casas e sobre eles pousam as lajes à volta dos diferentes pátios e na casa de Nevogilde os muros de granito estruturam a composição geométrica do edifício. (Fig. 11, Fig.12)



Fig.. 7



Fig.. 8

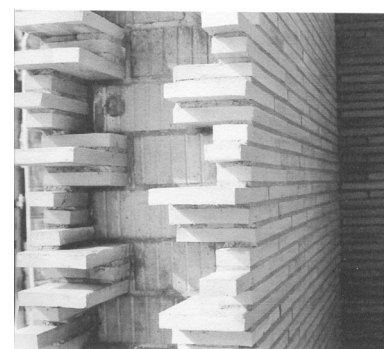


Fig.. 9

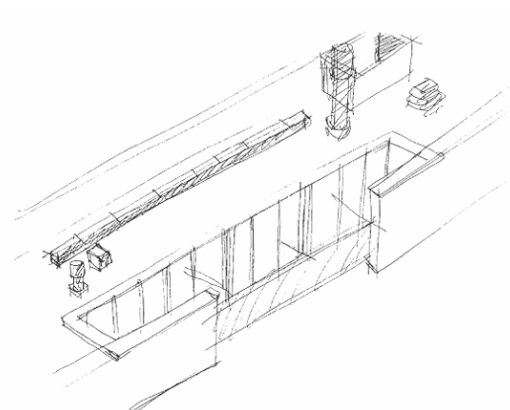


Fig.. 10

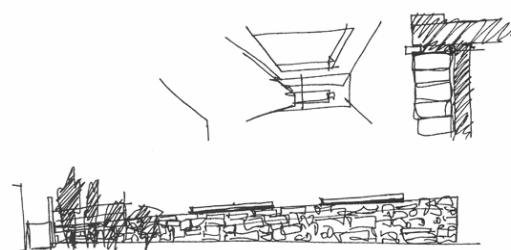


Fig.. 11

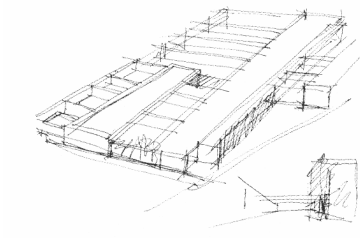


Fig.. 12

Conclui-se assim que esta linguagem se vai adaptando às regiões onde intervém. No Algarve os muros são caiados, em Braga o muro é de alvenaria seca de granito e em Alcanena os muros são de tijolo maciço, produzido na região.

Em todas estas situações é evidente o conhecimento que foi sendo adquirido de cada matéria-prima e das tecnologias tradicionais aplicadas a cada uma delas. É como esse conhecimento desenhasse os projectos tirando partido dessas texturas e da materialidade que cada uma delas oferece, contrastando-os como materiais tão contemporâneos como o vidro ou o aço inox.

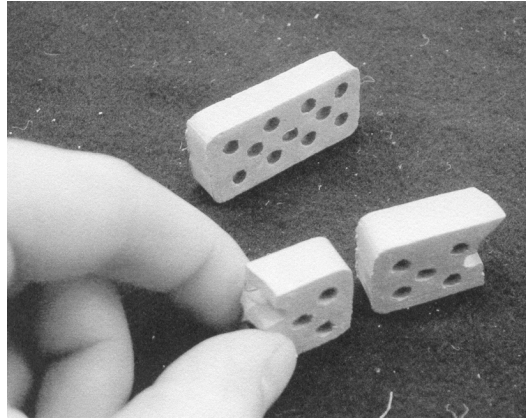


Fig.. 13

1.3. A opção construtiva na actualidade

Numa época onde um esforço significativo no sector da construção é orientado para a resolução das patologias consequentes das “novas tecnologias” banalizadas entre os projectistas nas décadas de 70 e 80, surge a necessidade de fazer uma profunda reflexão sobre a essência dos sistemas construtivos mais elementares. Procura-se reencontrar a cumplicidade entre sistema e matéria, arquitecto e artífice, desenho e obra, de forma a repensar a construção como alicerce de todo o processo projectual, desde o momento da concepção até à sua concretização.

Essa abundância de sistemas que prometem dar as soluções construtivas para a “imagem” pretendida de edifício, tem vindo a provocar um desinteresse tecnológico por parte dos projectistas, afastando a consciencialização construtiva do processo criativo e inevitavelmente do entendimento do sistema construtivo como uma ferramenta de desenho na concepção do edifício.

Mas quando se debatem temas como a sustentabilidade, a reabilitação do património edificado e a recuperação das técnicas tradicionais como forma de sustentar uma construção adaptada ao lugar e aos seus materiais, torna-se inevitável a procura de sistemas construtivos ancestrais que permitam (re) aprender os princípios elementares da construção, para assim fundamentar uma metodologia de projecto sustentada numa consciente opção construtiva.

1.4. Abordagem do trabalho

É precisamente nos sistemas mais elementares, onde o edifício responde a uma necessidade específica e a forma resulta das características do material que o local oferece, que se consegue entender os atributos formais, físicos e conceptuais que a matéria-prima confere à concepção do edifício.

Dos sistemas construtivos que pela sua simplicidade e eficácia atravessaram a História da Humanidade, destacam-se as alvenarias resistentes, um método elementar que utiliza as paredes, constituídas pela sobreposição de unidades do mesmo material, como elemento de resistência contínuo. Reflexo da cultura de cada região, dos seus recursos e dos seus conhecimentos tecnológicos, encontram-se por todo o país exemplos de construções tradicionais que pela sua observação e análise permitem decifrar os princípios construtivos deste sistema.

A simplicidade que caracteriza este sistema construtivo oferece ensinamentos singulares, não só no entendimento de todo o processo construtivo, mas também permite reconhecer a matéria para a poder utilizar como instrumento da linguagem arquitectónica.

Infelizmente a informação relativa à concepção arquitectónica deste sistema encontra-se dispersa em vários documentos, regulamentos e publicações como os levantamentos da arquitectura popular efectuada nos anos 60, artigos relativos especificações técnicas de reabilitação de paredes antigas, sendo difícil encontrar informação que possa fundamentar uma opção construtiva na concepção arquitectónica.

Assim, com o objectivo de (re) conhecer a matéria-prima como um instrumento de trabalho na concepção arquitectónica, procura-se neste trabalho encontrar as regras de concepção arquitectónica que determinam os vários sistemas tradicionais portugueses, desde o granito, ao xisto, ao calcário e mesmo à terra.

Tendo como principal objectivo entender de que forma essas matérias-primas condicionam ou potenciam os primeiros momentos da concepção, tentar-se-á encontrar e sistematizar as relações entre o sistema construtivo e as regras de composição que estes implicam, através da análise arquitectónica das alvenarias resistentes procurando responder às seguintes questões:

-que implicação tem o princípio de continuidade estrutural imposta pelas alvenarias resistentes na concepção formal do edifício?

-quais os princípios metodológicos que devem ser considerados quando se concebe um projecto de arquitectura com esta tecnologia?

1.5. Organização do trabalho

Para entender como o domínio do processo construtivo pode ser mais uma ferramenta de trabalho na concepção arquitectónica, propõe-se nesta dissertação uma análise das alvenarias resistentes através duma abordagem conceptual dos conceitos fundamentais da construção.

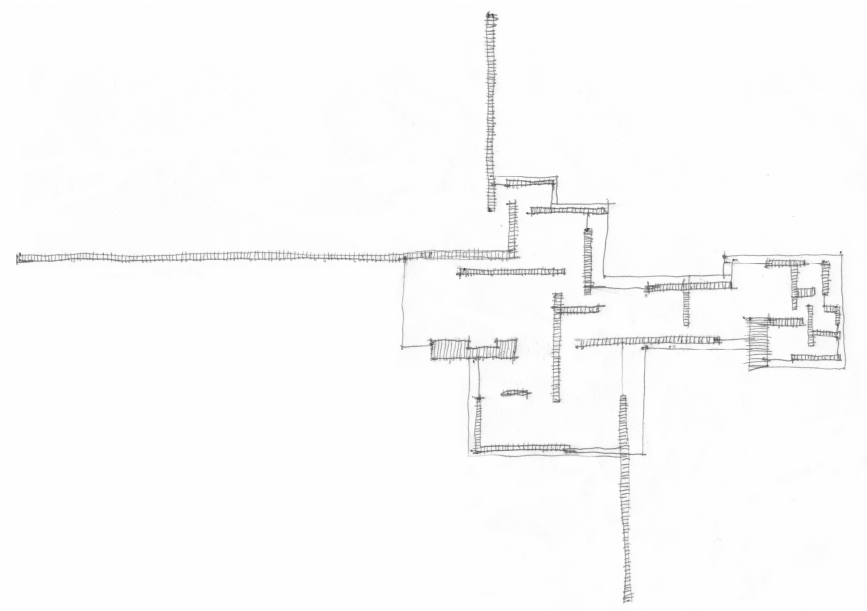
O trabalho será assim desenvolvido em três fases a que correspondem diferentes estágios de investigação e reflexão:

Numa primeira fase, a que corresponde o capítulo 2, será feita uma breve análise histórica da evolução tecnológica das alvenarias resistentes e o reflexo dessa evolução na história da arquitectura ocidental, de forma a entender a importância que a tecnologia foi determinado a linguagem arquitectónica ao longo dos tempos. Esta relação tecnologia/arquitectura será estudada mais particularmente no caso português, procurando compreender como a nossa tradição construtiva influenciou a arquitectura portuguesa das últimas décadas.

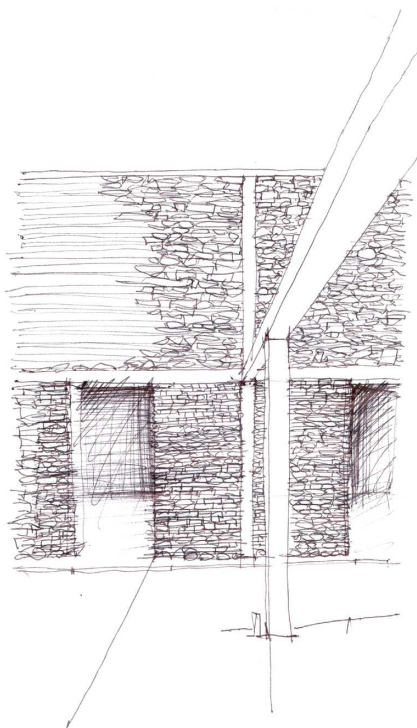
Na segunda fase do trabalho procurar-se-á fazer uma reflexão sobre a definição construtiva das alvenarias resistentes na concepção arquitectónica. No capítulo 3 será feita uma sistematização dos conceitos construtivos fundamentais para entender este processo construtivo segundo uma perspectiva arquitectónica. Do processo construtivo, ao sistema construtivo, à tecnologia, à parede, à alvenaria, à unidade de alvenaria até à argamassa de ligação. Interiorizados estes conceitos, tentar-se-á ainda encontrar então as regras de concepção arquitectónica que as alvenarias resistentes implicam. Antes de mais procurar-se-á a sua definição à luz da concepção arquitectónica, enumerar e definir os seus componentes e as respectivas funções nas alvenarias. Finalmente serão então abordadas as regras gerais fundamentais da concepção arquitectónica das alvenarias resistentes: os conceitos e princípios, as regras de composição da alvenaria e do edifício, bem como a informação e regulamentação existente de apoio à concepção arquitectónica.

Como verificação dos conceitos e regras encontrados nos capítulos anteriores, procurar-se-á no capítulo 4 fazer uma leitura dos sistemas construtivos tradicionais das alvenarias resistentes na arquitectura rural portuguesa, identificando as matérias-primas de cada região, analisando os sistemas para encontrar em cada uma delas as regras de composição arquitectónica.

Finalmente no capítulo 5, em jeito de conclusão, serão mostrados alguns projectos contemporâneos que demonstram esta relação entre matéria e forma, tecnologia construtiva e método projectual, testemunhando como esta técnica tradicional pode proporcionar uma abordagem sustentável com uma linguagem contemporânea.



Ilu. 3



llu. 4

2.1. Alvenarias resistentes – Continuidade e inovação

As alvenarias resistentes são uma tecnologia milenar que faz parte das tradições construtivas da História da Humanidade. Foi-se aperfeiçoando ao longo dos séculos, reinventando-se instrumentos e soluções de forma a responder às solicitações cada vez mais exigentes de cada civilização. Da Europa à Ásia, da África às Américas, encontram-se ainda hoje exemplos que ao longo dos séculos utilizaram o que a natureza ia oferecendo para erguer os abrigos das populações em sistemas construtivos baseados nas alvenarias resistentes, com pedra, com terra ou com elementos vegetais. São a prova da eficácia do sistema, da sua adaptação aos materiais disponíveis, do entendimento do verdadeiro sentido da construção. Mostram os legados culturais que foram sendo deixados ao longo da História, apurando as tecnologias e os instrumentos de construção quer na arquitectura vernacular quer na erudita.

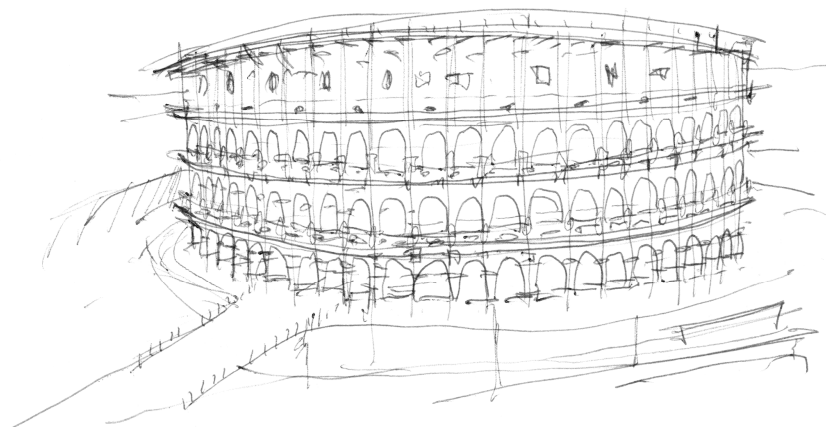
Em ambos, os princípios construtivos adoptados são os mesmos, a sobreposição de elementos unitários, diferenciando-se não só na qualidade

da matéria-prima utilizada e nos materiais adoptados, mas principalmente na forma como o sistema é “desenhado”.

Os elementos de construção são articulados com mais ou menos mestria, mais ou menos virtuosismo, mas ambos demonstram um profundo conhecimento do sistema construtivo, capaz de dominar a matéria e articular o material com uma sensibilidade quase intuitiva.

A continuidade e o aperfeiçoamento da tecnologia é oferecida pelo estreito contacto com todo o processo construtivo, permitindo assim ao longo dos séculos não só inovar a construção, como também e consequentemente reinventar a linguagem na história da arquitectura.

A leitura e a análise arquitectónica da evolução das alvenarias resistentes ao longo da história permitirão entender os princípios fundamentais do processo construtivo, oferecendo as pistas para a interiorização do sistema construtivo que fundamentarão as regras de composição arquitectónica.



Ilu. 5

2.2. Alvenarias resistentes na História da Arquitectura Ocidental³

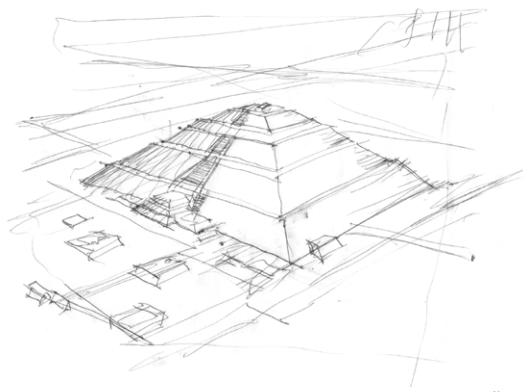
“Se a história da civilização é a história da arquitectura, esta é a história das alvenarias”⁴

Os primeiros abrigos criados pelo Homem surgem como resposta à necessidade de protecção imposta pela sua fixação, de forma a identificar o seu domínio e os seus limites, estabelecendo a fronteira entre interior e exterior, desenhando os diferentes espaços de acordo com a cultura de cada povo, as crenças e religiões. A construção destes limites, as paredes, recorrendo às matérias-primas disponíveis reflectiam a sua sabedoria pela tecnologia adoptada na transformação dos materiais oferecidos pela Natureza, em materiais de construção.

Comum a todas as civilizações e tecnologias era o sistema construtivo adoptado, as alvenarias resistentes. Sobrepunham-se unidades de alvenaria naturais (pedra) ou fabricadas pelo Homem (tijolo ou adobe), com medidas mais ou menos constantes, que quando associadas por um ligante, formavam um elemento capaz de resistir ao vento e estruturar o abrigo, a parede em alvenaria resistente. Na Pré-história erguiam-se dólmenes e menires e secavam-se tijolos ao sol já na época Babilónica.



Ilu. 6

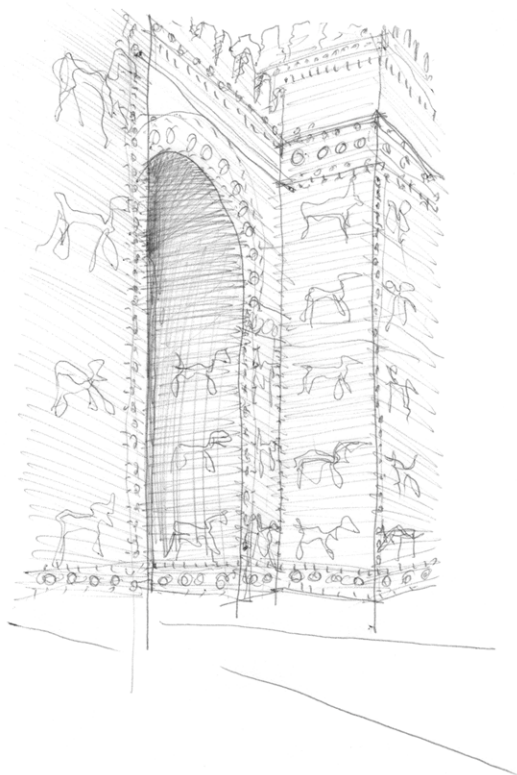


Ilu. 7

Com o aparecimento dos instrumentos da Idade do Bronze (2500ac), tornou-se possível reduzir as dimensões das unidades de alvenaria, nomeadamente os grandes blocos de pedra, facilitando assim o seu transporte e montagem. As pirâmides Egípcias ou os zigurates aztecas são um exemplo claro desse desenvolvimento, sendo a sua forma piramidal reflexo da sistematização da produção e da montagem. (Ilu. 7)

Como a construção em pedra implicava grandes esforços logísticos e financeiros justificados apenas para edifícios representativos, foram-se desenvolvendo outras tecnologias para a construção dos edifícios correntes, que envolvessem esforços menores, não só na sua produção, mas principalmente na sua montagem.

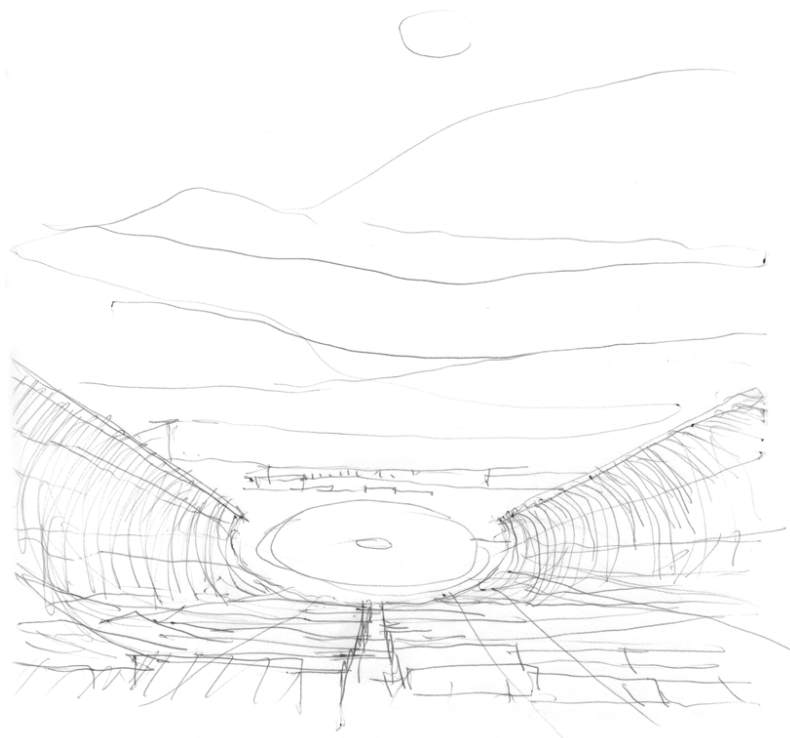
Através da criação de moldes em madeira cheios com uma mistura de terra argilosa, secavam-se os tijolos ao sol, junto aos locais de construção das cidades erguidas pelas civilizações mais antigas como a Babilónia ou o Egipto, milhares de anos antes de Cristo.



Ilu. 8

Foi na Mesopotâmia que esta tecnologia foi mais desenvolvida industrializando-se a sua produção. Começou-se a cozer os tijolos num forno de forma a acelerar o seu fabrico; explorou-se as potencialidades da matéria-prima, através da utilização de diferentes argilas de forma a criar tonalidades distintas; vitrificaram-se os tijolos, aumentando a sua durabilidade e resistência e inventaram-se outros materiais como tijoleiras ou ladrilhos para revestimento. Desta época existem exemplares surpreendentes, como as portas da Babilónia, construção monumental com tijolo vidrado e cozido, os já referidos Zigurates, construídos em forma de pirâmide escalonada; e evidentemente a torre de Babel de 90 m de base e 90m de altura. (Ilu. 8)

O grande passo que se seguiu no desenvolvimento das alvenarias e na construção foi a descoberta aproximadamente em 1000 ac pela civilização Etrusca da capacidade concêntrica das construções com pequenas unidades de pedra, permitindo aumentar os vãos entre os elementos de suporte e consequentemente os espaços interiores dos edifícios, as abóbadas. Esta descoberta veio revolucionar a construção e a arquitectura, pois com um esforço menor e com uma optimização do processo construtivo, foi possível acelerar a construção das cidades que se iam espalhando rapidamente por todo o mundo pelas mãos de Alexandre o Grande.



llu. 9

2.3. A sensibilidade grega e o espírito científico romano

Estas descobertas, aliadas ao espírito humanista da civilização grega vieram introduzir um novo conceito na concepção arquitectónica, a escala humana como parâmetro de referência e medida. ⁵ Desde a sua implantação até ao tratamento de cada componente, o edifício era estrategicamente concebido e proporcionado de forma a estabelecer uma relação directa com o indivíduo, transmitindo através dela as mensagens religiosas ou sociais pretendidas.

A obsessão pelo rigor filosófico e científico e o sentido estético consequente do Homem e da Natureza, próprios da cultura helénica, determinaram assim o início da cultura ocidental onde a abordagem da arquitectura surge como consequência do Homem e da sua relação com o lugar.

Um exemplar surpreendente da aplicação destes princípios é a Acrópole de Atenas. Ao longo do percurso que a define, vão-se encontrando uma série de edifícios e monumentos cuja dimensão e envolvimento com a paisagem vai crescendo proporcionalmente à ascensão da subida ao *Parténon*. Cada um dos componentes de cada edifício é trabalhado como uma escultura, desde a sua implantação no lugar, à importância da sua mensagem, ao seu dimensionamento, às cariátides, aos frontões e às unidades de alvenaria que o compõe, articulados e proporcionados de forma a criar uma relação de cumplicidade do Homem com a Natureza e com o edifício. Alguns teóricos e

investigadores chegam a defender a ideia de que as coordenadas definidas pela implantação destes edifícios tinham ainda o propósito de pronunciar canais perspécticos/visuais, à medida que o Homem ia progredindo no percurso de entrada na Acrópole. (Il. 10)

“The object we are looking upon is shaped by our interest in looking.”³

Este profundo conhecimento da Natureza através do entendimento dos limites e capacidades de cada material, permitiu compreender a Arquitectura como uma arte ao serviço do Homem e a Construção como uma ciência ao serviço da Arquitectura. Daqui nasceram uma série de descobertas fundamentais para a História da Construção, nomeadamente a relação estrutural da coluna e do lintel e o entendimento do material, da sua forma, cor e textura como instrumento de composição do edifício. Os edifícios, maioritariamente construídos em alvenaria resistente de pedra, eram assim entendidos como gigantes esculturas ao serviço do Homem.

Os Romanos, dada a sua necessidade de expansão imperial em diversos pontos do mundo, construindo novas cidades, estradas e caminhos por toda a Europa e Oriente continuaram a investir no desenvolvimento científico da construção deixado pelos gregos.

A nível estrutural entenderam que se juntassem o princípio etrusco da abóbada com o pórtico generalizado pelos gregos formado pelos pilares e um lintel, conseguiriam atingir ainda maiores dimensões: o lintel passaria a ser constituído por peças menores dispostas em forma de arco, descarregando assim as forças numa forma mais natural.

Esta simplificação do processo construtivo levou a que a civilização romana se destacasse também pela racionalização das tarefas que envolvem a arquitectura e a construção, desde conceitos urbanos, arquitectónicos, estéticos e científicos relacionados com o edifício.

Nos “10 livros de arquitectura”⁵ escritos por Vitruvius em meados do séc. I, são enumerados os seus princípios essenciais da arquitectura e da construção, desde a selecção do lugar, às necessidades e proporções de cada edifício e das cidades, à selecção dos materiais e ornamentos e mesmo do aproveitamento dos recursos naturais do edifício; dos sistemas construtivos até às tarefas da obra; etc., etc.



Il. 10

Esta postura permitiu a separação entre fabrico e montagem contribuindo para um grande desenvolvimento da “industrialização” dos materiais de construção, nomeadamente na produção de tijolo. As fábricas, montadas pertos dos estaleiros de obra, recorriam não só à matéria-prima da região, terra, minérios, etc., como à cultura e tradição de cada povo, otimizando e acelerando o processo de fabrico tirando partido das tradições e recursos de cada local. A tecnologia usada na construção da Muralha da China ensinou os romanos a construir estradas, pontes e viaduto; os arcos e abóbadas dos etruscos abriram caminho para o estudo e desenvolvimento dos grandes arcos que fizeram por exemplo o Coliseu de Roma e espalharam pontes nas estradas romanas.

Foram-se, assim, desenvolvendo sistemas construtivos que sintetizavam o conhecimento adquirido com os outros povos, particularmente nas alvenarias. Além de se (re) descobrir vários materiais para a composição das alvenarias, a ocidente a pedra, a norte a madeira e a oriente a terra, resumiram-se e sistematizaram-se as formas de construir: *opus incertus*, *opus cimenticius* (o precursor do betão armado) ou *opus implemium*, etc, que se difundiram por todo mundo ocidental

A Catedral de Sta. Sofia em Istambul, bizantina, é um exemplo claro da síntese destes ensinamentos, um complexo edifício composto por cúpulas e abóbadas assentes em paredes resistentes, onde a cultura árabe e ocidental estão harmoniosamente misturadas. (Ilu. 11)



Ilu. 11



llu. 12

2.4. A refinação renascentista e a desmaterialização gótica

Infelizmente o entendimento da Construção como ciência sofreu nos séculos seguintes uma estagnação que durou até ao Renascimento. As dificuldades culturais e sociais vividas na Idade Média abrandaram o ritmo de edificação, mas contribuíram para o depuramento e simplificação da linguagem arquitectónica adaptadas à escassez e dificuldades vividas pela sociedade.

Como o esforço de construção era elevado, a concepção arquitectónica do edifício tinha que obedecer a uma simplificação exaustiva não só da forma como também do espaço e dos materiais para assim minimizar o tempo e os recursos de construção. As alvenarias mostram a dimensão de cada pedra sem qualquer revestimento e as formas consequentes destes blocos de pedra obrigam a uma grande simplicidade formal.

Não obstante a esta estagnação, houve um particular progresso na construção em alvenarias resistentes, apenas possível com paredes de elevadas espessuras. A invenção das abóbadas de berço, uma consequência das abóbadas etruscas e dos arcos romanos. Só assim se conseguiam criar os grandes espaços das catedrais românicas, protegendo-as dos constantes fogos que se multiplicavam nas guerras frequentes entre as cidades. (Fig. 14)

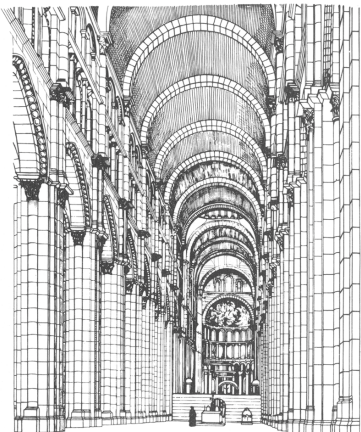


Fig.. 14

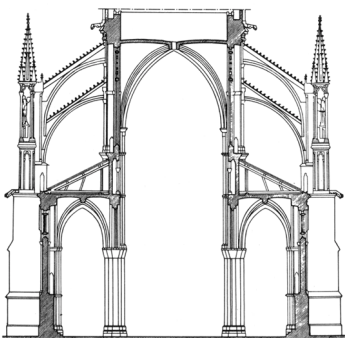


Fig.. 15

Nas catedrais góticas, pelo contrário, procurou-se desmaterializar o peso da parede, rasgando vãos e criando estruturas que permitissem novamente a entrada abundante de luz dentro dos espaços litúrgicos. A parede adquire um valor tridimensional, minimizando o material através dum rigoroso estudo geométrico das capacidades físicas da parede. Separam-se as duas funções principais da parede exterior, a vedação resumida às paredes “rendilhadas” pelos vitrais, e a estrutura destacada desse plano, os contrafortes e os arcobotantes. Esta complexidade geométrica e estrutural de desmaterialização da parede foi alcançada pela invenção dos arcos em ogiva potenciando a relação entre os vários componentes de composição da parede. (Fig. 15)

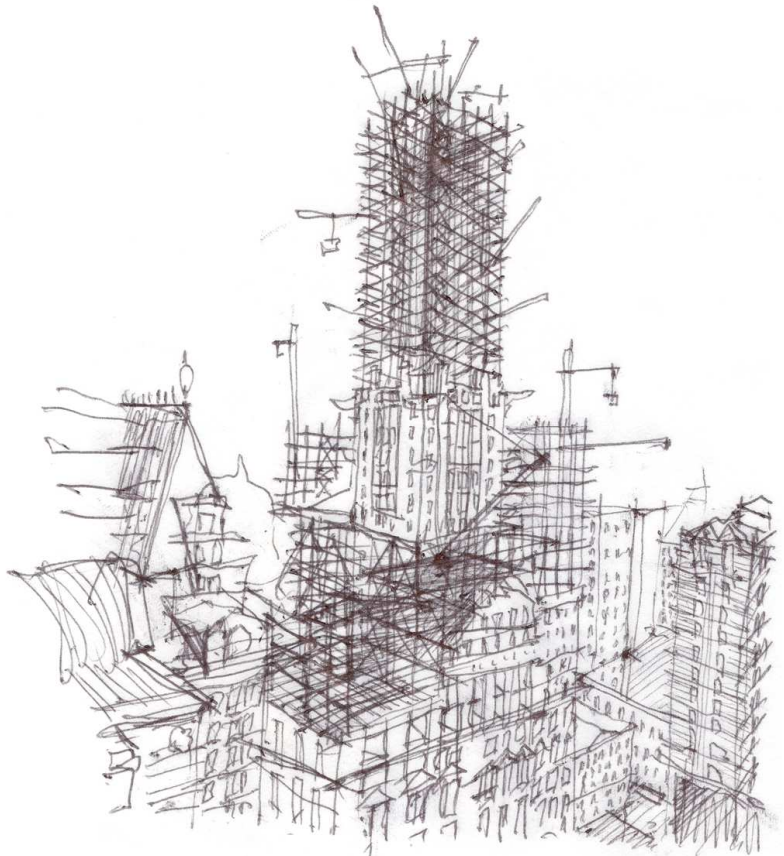
As descobertas científicas do Renascimento transformaram por completo o entendimento do mundo, e evidentemente a arquitectura e a forma de construir. Os edifícios, tal como na arquitectura Grega, voltaram a ser um suporte de uma composição perspectivada de vários cenários, conseguida através da exploração das capacidades plásticas dos revestimentos das alvenarias, por cores, texturas, espessuras, etc., simulando imagens e ambientes.

Estas capacidades cénicas foram exploradas também a nível formal, as espessas paredes e coberturas de pedra foram substituídas por paredes duplas, as abóbadas duplicadas em duas membranas ligadas por nervuras, permitindo obter formas diferentes no interior e exterior e resolver problemas físicos da construção que começaram então a ser importantes, as condições de conforto e eficiência do edifício, como protecção térmica, acústica, etc.

O carácter decorativo que a parede adquiriu no Renascimento foi ainda mais cultivado no período de luxúria barroca, as funções reais e físicas dos elementos de construção eram apenas suporte para uma veste que caracterizaria cada edifício. E assim foi entendida a arquitectura e a construção até ao final do séc. XVII. (Fig. 16)



Fig.. 16



llu. 13

2.5. A industrialização de construção no séc. XX e o nascimento da arquitectura moderna – breve abordagem

Só no séc. XIX se voltou a entender a construção como parte integrante da linguagem e do processo arquitectónico, o conceito científico para a exploração das máquinas como forma de aligeirar as tarefas humanas foi também transportada para a edificação. O edifício, entendido como uma máquina que responde às necessidades específicas de determinada função, é pensado de forma a diminuir o tempo e o esforço de todas as tarefas de construção, optimizando o desempenho de todas as componentes. O processo construtivo é uma cadeia de tarefas racionalmente organizada e o edifício um sistema de articulações de vários componentes que satisfazem uma série de funções. Assim, a função de cada componente do edifício é evidenciada na “máquina – edifício”, e a parede um envelope que esconde e protege as acções que se passam no interior dos edifícios.

Com a Revolução Industrial do séc. XIX e a globalização do espírito funcionalista, a construção e a arquitectura sofreram um novo e gigante impulso, não só a nível produtivo mas também de postura perante e o acto

de construir: o edifício é uma máquina de trabalhar ou habitar e as tarefas necessárias para a sua construção são quase totalmente industrializadas.

A vulgarização das construções em ferro, faz substituir as grandes espessuras de parede das alvenarias resistentes por uma estrutura ligeira de ferro preenchida por blocos de alvenaria com a função exclusiva de envolvente, permitindo a diminuição da espessura das paredes e acelerando o processo construtivo. Começam assim os edifícios a crescer em altura.

Esta industrialização fez crescer a pré-fabricação e também as alvenarias, particularmente as de tijolo, tiveram um franco desenvolvimento no que diz respeito à produção. Em 1854, inventa-se em Berlim uma máquina de extrusão do tijolo e em 1858 surge a primeira fábrica com uma produção em série. (Fig. 17)

A utilização do tijolo passou assim a ser corrente, mas a sua vulgarização gerou correntes arquitectónicas muito distintas na Europa e nos Estados Unidos.

Na Europa, Schinkel, influenciado por Vitruvius, escreve um tratado historicista de Arquitectura, estabelecendo regras formais e princípios construtivos da utilização da alvenaria. Este postulado influenciou de forma definitiva as escolas alemãs na segunda metade do séc. XIX, que embora não explorassem esta tecnologia numa forma inovadora do ponto de vista arquitectónico, induziram no entanto um franco desenvolvimento na investigação tecnológica. (Il. 14)

No início do século XX, em Viena, Paris, Bruxelas e Glasgow, surgiu o movimento Jugendstil, que tirando partido destes desenvolvimentos tecnológicos, explorou as potencialidades formais e ornamentais das alvenarias de tijolo à vista, pela sua coloração, forma, estereotomia, etc. (Il. 15) Esta corrente veio mais tarde a influenciar grandes arquitectos modernistas, desde Alvar Aalto na Suécia, a Louis Khan nos EUA, e mesmo Álvaro Siza.

Ao mesmo tempo em Chicago, procurava-se encontrar uma nova linguagem arquitectónica estandardizada adaptada à industrialização da construção e ao crescimento dos edifícios em altura.

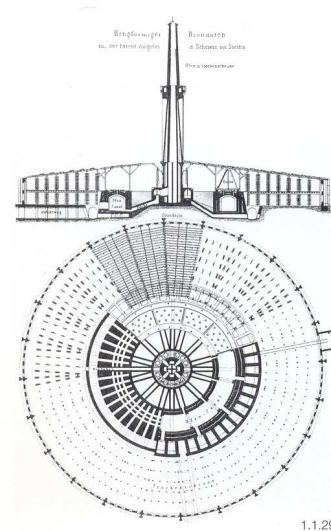
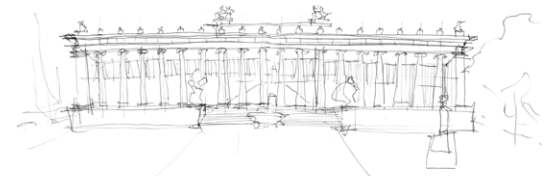
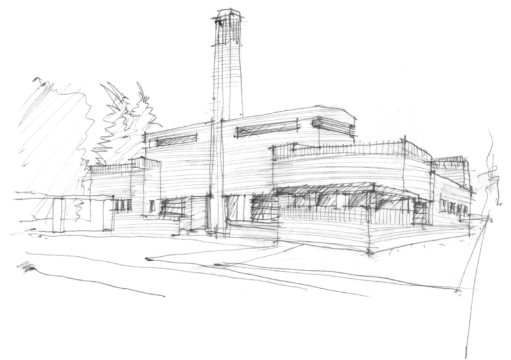


Fig. 17



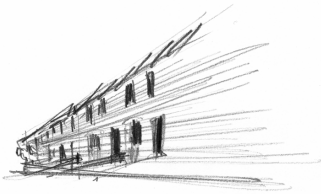
Il. 14



Il. 15

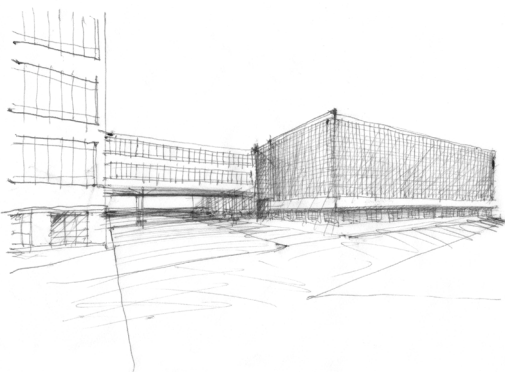
“Function is an organic face of expression, not inane fulfilment of purpose “- Robert
Luís Sullivan ³

O conceito de alvenaria resistente para a construção em massa é pela última vez usado no edifício Monadnock em 1890 e a partir do início do séc. XX o tijolo assume definitivamente uma função de preenchimento das grandes estruturas de ferro dos arranha-céus americanos.



Il. 16

A revolução industrial deixou a Europa do início do séc. XX, particularmente em Inglaterra, com problemas sociais e laborais resultantes dum crescimento demasiado rápido das grandes cidades. As cidades estavam superlotadas e as classes laborais habitavam em condições sub-humanas. Procurou-se nos novos complexos industriais introduzir um novo conceito de cidade zonificada, separando a área residencial da área industrial e do centro cívico com grandes massas vegetais, a cidade – jardim. Nestes bairros residências tentou-se assim aglutinar dois conceitos opostos, a pequena escala construtiva e a relação com o jardim, característica das pequenas cidades inglesas, e o apoio dos equipamentos urbanos próprios das grandes cidades. Como a construção em tijolo e em particular em alvenaria resistente continuava a ser a mais vulgarizada e a que tinha sofrido uma maior industrialização, adoptou-se como sistema construtivo para a construção destas novas cidades. Primeiro construía-se as fábricas de tijolo e seguindo um plano urbano muito detalhado e modular fazia-se crescer estas novas cidades, cada bairro e cada casa. (Il. 16)



Il. 17

Este papel social que a arte e arquitectura adquiriram foi impulsionando uma série de escolas por toda a Europa, onde a arte era entendida como uma solução para resolver os problemas da sociedade e do trabalho, sendo por isso eliminados da concepção artística e arquitectónica todo e qualquer elemento que não tivesse uma função determinada. Cada edifício ou objecto deve evidenciar a sua verdade, como é feita e a que se destina.

Na Áustria Adolf Loos, abre “guerra ao ornamento” e em Weimar, como contradição às escolas historicistas comuns na Alemanha surge a Bauhaus, escola com carácter de cooperativa que pretende acima de tudo libertar a sociedade de estilos, ensinando aos seus pupilos como a arte pode ser um instrumento de socialização duma comunidade. (Il. 17)

Esta procura da verdade na arte e no design é transposta para a arquitectura; Walter Gropius e Mies Van der Rohe, defendem que o edifício deve mostrar a sua nudez, para que se veja e como se constrói. Os sistemas construtivos deixam de servir de suporte para uma série de ornamentos, mas surgem como caracterizadores de uma nova linguagem arquitectónica, mostrando cada parte que compõe o edifício. (Fig. 18)

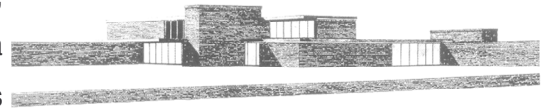


Fig.. 18

Neste contexto, a alvenaria resistente surge como um dos sistemas construtivos mais eficazes: a sua vulgarização no mercado da construção torna-a acessível a todos; o princípio resistente deste sistema e as características físicas do tijolo aparente mostram a sua verdade e resolvem os principais problemas da construção do edifício.

Na Holanda Michel de Klerk e Piet Kramer, exploraram a plasticidade da alvenaria aprofundando o seu conhecimento do sistema construtivo, percebendo as suas capacidades e potencialidades para responder à arquitectura moderna.

Em Espanha, Gaudi desafia as capacidades estruturais da alvenaria resistente, juntando o carácter intuitivo da construção da arquitectura com o conhecimento científico, resultando num efeito plástico surpreendente e inovador. (Fig. 19)

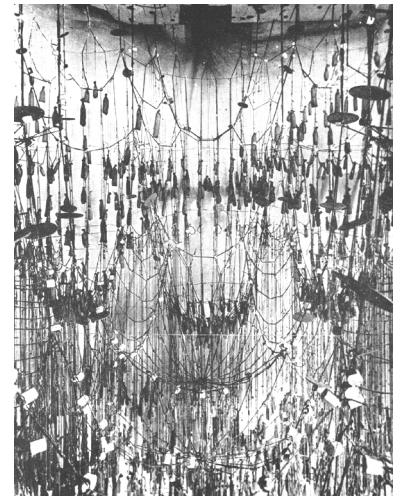
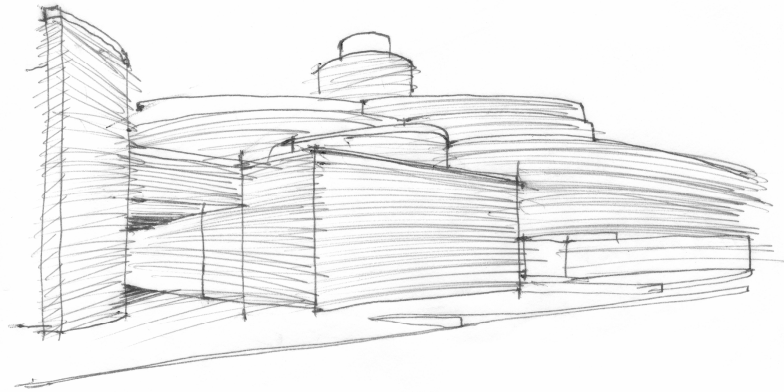


Fig.. 19

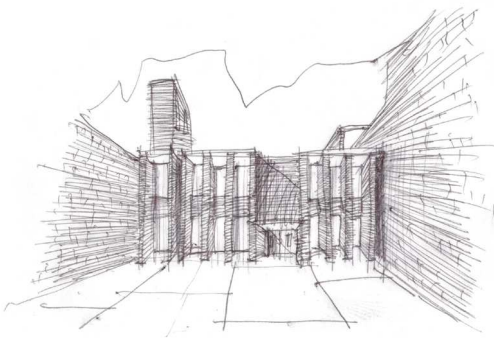


Ilu. 18

2.6. Arquitectura moderna – tecnologia e linguagem

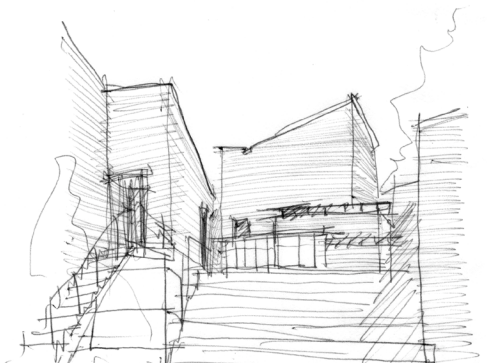
Como consequência do *boom* de construção de habitação após a 1ª Guerra Mundial e da produção em série permitida pela modernização do sector industrial, surgem na Europa uma série de estudos sobre a capacidade e eficácia das alvenarias resistentes. É explorada a modulação do bloco como disciplinador da composição formal e volumétrica, e na sua produção adicionam-se sedimentos silicó-calcários para otimizar a resistência térmica e higrométrica.

Este franco desenvolvimento tecnológico, associado aos parâmetros estabelecidos pela arquitectura moderna, permitiram o entendimento das alvenarias como um sistema racional expressivo e revelador da análise estrutural de cada edifício.



Ilu. 19

Nos Estados Unidos, Frank Lloyd Wright explora a expressividade da textura do material como caracterizador da geometrização primária da forma em projectos como Windsor House, 1893, Robbie House, 1909, etc. Louis Khan, enfatiza a capacidade estrutural do sistema, por exemplo na Graduate Theological Union Library em Berkley, Estados Unidos entre 1972 1974, revelando na construção cada elemento que o compõe e a função que tem no conjunto construído. (Ilu. 18 e Ilu. 19)

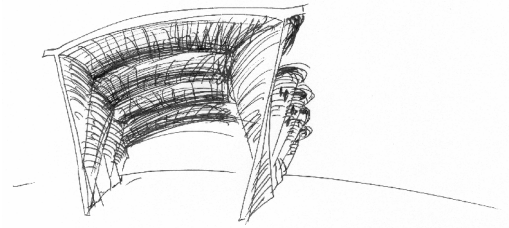


Ilu. 20

Nos países nórdicos, em meados dos anos 50, Alvar Aalto, junta a tradição construtiva da madeira e das alvenarias com os cânones da Bauhaus, explorando a forma como reveladora de cada função e as características plásticas do material como caracterizador de cada espaço. (Ilu. 20) Na Suécia, Lewerentz, fragmenta o edifício, fazendo com que a luz transforme os

espaços através da cor e da textura do tijolo, fazendo do material um instrumento do desenho arquitectónico.

No outro lado do Atlântico, outras experiências paradigmáticas da utilização do tijolo foram as obras e projectos desenvolvidos pelo engenheiro uruguaio Eládio Dieste. Nas suas obras foram exploradas as capacidades estruturais do tijolo na composição de formas sinusoidais e até mesmo hiperbólicas tendo como referência as construções incas, etc. Este trabalho desenvolvido durante as décadas de 50 e 60, teve um grande impacto na comunidade arquitectónica europeia e norte-americana dos anos 70, pois abriu uma nova perspectiva de linguagem obtida com este material. (Il. 21)



Il. 21

Os movimentos a que se assistia em toda a Europa consequentes das necessidades urgentes de realojamento deixados pela II Guerra Mundial, introduziram no pensamento arquitectónico um novo entendimento do edifício: o homem é parte integrante da “máquina – cidade” palco da vida moderna e a casa é agora uma “máquina de habitar” funcional e inteligente, cuja construção deve ser rápida e massificada. Esta visão modernista da cidade e da construção defendia uma internacionalização de arquitectura, sendo por isso pouco importante a relação com as tradições de cada lugar.

A globalização da arquitectura moderna e dos seus princípios, fez surgir a partir dos anos 40 em países como Suíça, Holanda, Canadá, EUA, Austrália e Reino Unido, um conjunto de normas e regulamentos de apoio à prática da construção, que vieram possibilitar mais tarde a experimentação arquitectónica das alvenarias resistentes em novos modelos de habitação que fervilhavam nos anos 60.

Estas construções modulares compostas por peças pré-fabricadas de tijolo, nomeadamente o Maxi-bloco holandês, permitiram desenvolver toda uma tecnologia construtiva das alvenarias resistentes, que se tornaram no alicerce para a regulamentação e normalização actuais da produção de todos os componentes fundamentais para um projecto integrado de alvenarias resistentes. (Fig. 20)

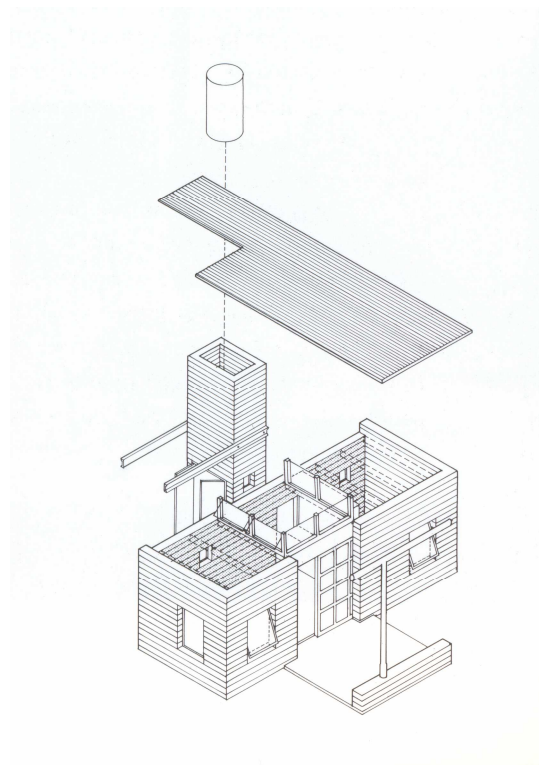


Fig.. 20



llu. 22

2.7. **Arquitetura portuguesa e as tradições construtivas**

A diversificação da arquitetura vernacular portuguesa é um reflexo da forma como o nosso povo se foi adaptando e aprendendo com a natureza de cada região.

A Norte os edifícios monolíticos que quase se confundem com a paisagem são consequência da rigidez do granito. Nas Beiras as paredes espessas e rebocadas escondem a fragilidade do calcário misturado com terra argilosa; e a sul as construções orgânicas moldadas nos montes alentejanos fruto da maleabilidade das paredes de terra e barro. O sistema construtivo adoptado é o mesmo, as alvenarias resistentes, mas desenvolvido em diferentes tecnologias, as alvenarias de pedra, as alvenarias de taipa, etc., etc., nascendo cada uma delas da matéria-prima disponível na região. Olhando para cada cidade consegue-se facilmente descobrir as suas características geológicas: Lisboa, cidade de luz onde predomina o calcário, no Porto, pelo contrário, a sua cor sombria nasce do granito e da sua topografia acidentada. Este princípio da adaptação do sistema construtivo às condições geográficas e culturais de cada região é também aplicado numa forma inigualável na época dos descobrimentos. Nos Açores a pedra vulcânica substitui o granito, no Brasil o mármore é utilizado para construir as igrejas e os palácios, na África e na Ásia as igrejas são construídas nas taipas tradicionais da região.

O entendimento da matéria-prima e das suas características físicas e plásticas fez crescer na tradição construtiva portuguesa uma agilidade de adaptação a diferentes condicionantes e solicitações, veja-se a tecnologia de gaiola desenvolvida na época do Marques do Pombal, para vencer as condições sísmicas adversas do centro de Lisboa. (Fig. 21)

Até ao século XIX as alvenarias resistentes eram o método corrente de construção de edifícios, pontes, etc., mas tal como no resto do mundo, a Revolução Industrial alterou definitivamente o panorama construtivo português. A industrialização da construção agilizou todo o processo construtivo, surgiram grandes fábricas de tijolos na zona centro do país e a já desenvolvida indústria naval incentivou a rápida construção das fábricas com estruturas de ferro. Contudo a tradição de construção não foi totalmente perdida, na Alfândega do Porto, por exemplo, utilizou-se um sistema misto em alvenarias de pedra e estrutura de ferro e abobadas de tijolo. Mais uma vez é evidente a importância da tradição construtiva, integrando as novas tecnologias com sistemas tradicionais. (Fig. 22)

Foi nos anos 20, com a introdução do betão na construção, que as alvenarias resistentes foram quase definitivamente abandonadas. A capacidade tecnológica que a construção em betão permitia, respondia numa forma eficaz à linguagem modernista que começava a aparecer na arquitectura portuguesa, os grandes vãos e consolas e mesmo a esbelteza dos elementos construtivos só poderiam ser alcançados com a eficácia das estruturas de betão armado. Estas inovações tecnológicas eram apenas utilizadas por uma camada restrita da população, pois as iniciativas que o governo ditatorial tomou nas décadas seguintes resumiram-se à construção de alguns bairros para os seus funcionários onde se fazia a apologia de uma pretensa arquitectura portuguesa que de tradicional apenas tinha os beirais.

Só nos anos 40 foram tomadas algumas iniciativas conjuntas entre Câmaras Municipais e a já extinta Caixa da Previdência para a promoção de bairros de habitação social onde se aplicaram novos princípios urbanos, como são exemplo o Bairro das Estacas em Lisboa. (Il. 23) Aplicaram-se os conceitos da Carta de Atenas, ou mesmo os conceitos *miesianos* da construção em altura de blocos da habitação da Avenida Estados Unidos da América, aclamando a democratização da arquitectura como inibidora das diferenças

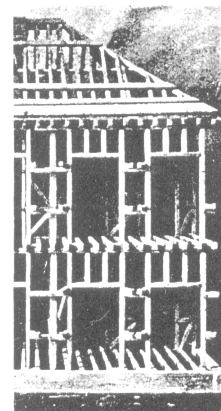


Fig.. 22

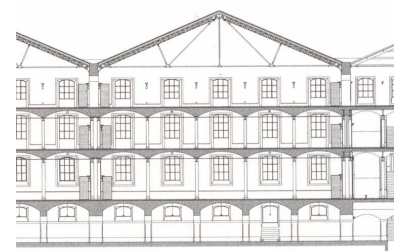
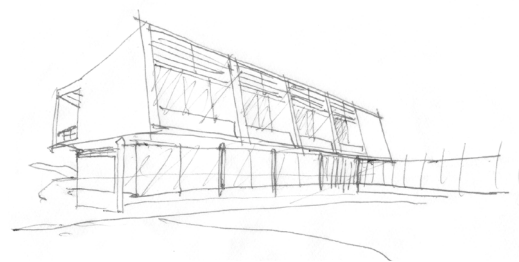


Fig.. 21



Il. 23

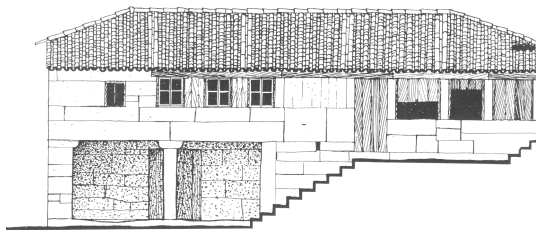
de classes sociais com a capacidade de mudar o mundo, desenhando não só habitação como as novas cidade. Fizeram-se algumas experiências a nível tecnológico tentando mais uma vez agregar o espírito moderno às tradições e tecnologias portuguesas, como por exemplo o Bloco das Águas Livres de Nuno Teotónio Pereira e Bartolomeu Costa Cabral de 1953-55 ⁷

Como essa tradição tinha um grande peso no meio académico e por outro lado a concepção artística era controlada pelo Estado, os conceitos modernistas foram perdendo a liderança na concepção arquitectónica e a inovação ia-se dando lentamente na análise dos princípios modernos que se podiam retirar da leitura da arquitectura tradicional. O Sindicato Nacional dos Arquitectos Portugueses iniciou uma pesquisa sobre a construção popular por todo o país, organizaram-se equipas de técnicos na pesquisa tipológica e construtiva da arquitectura popular, elaborando um precioso Inquérito Nacional da Arquitectura ⁸ que evidenciou e estabeleceu os caminhos para a produção arquitectónica consequente. (Fig. 23)

Como consequência deste precioso trabalho a arquitectura portuguesa tomou um novo impulso, que a veio a marcar definitivamente. Reactualizam-se materiais e reinterpretam-se formas de construir com uma linguagem moderna, adaptando tecnologias seculares a conceitos modernos de arquitectura. Um dos arquitectos que mais impulsionou esta postura foi Fernando Távora, enquanto arquitecto e professor da já famosa Escola do Porto. Aqui investia-se num profundo conhecimento da arquitectura portuguesa e nos princípios do espírito moderno fomentando uma nova interpretação da arquitectura que respeitasse o carácter do lugar e as suas tradições e as necessidades do Homem moderno.

Esta consciencialização cultural e social foi exponenciada nos anos 70, quando um grupo de arquitectos e estudantes de arquitectura se juntou aos moradores de bairros carenciados do Porto para a transformação e construção de mais e melhores habitações, criaram-se brigadas de técnicos e moradores para actuar em focos específicos da cidade. (Fig. 24)

Reinterpretaram-se as ilhas e construiu-se em terrenos já disponíveis, readaptaram-se edifícios desabitados para albergar em melhores condições os antigos “subaluga” e interviu-se no interior dos quarteirões, mantendo as ruínas e (re) criando percursos antigos.



MONTE. CARAPEÇOS. BARCELÓS. Casa do Monte. Alçada, esc. 1/75



Casa do monte, planta do 1.º piso, esc. 1/200

Casa do Monte, planta do 2.º piso, esc. 1/200



Casa do monte. Jarelas da varanda



Casa do monte. Empenadas da varanda do tear

Fig.. 23

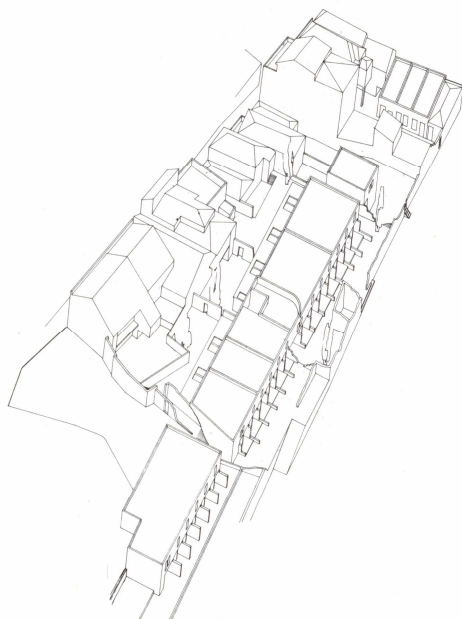


Fig.. 24

Estas novas pequenas aldeias foram o laboratório das diferentes tipologias que emergiam na Europa, casas em banda, em galeria, ou casas pátio privilegiando-se os espaços urbanos e equipamentos sociais. Testaram-se também novas metodologias construtivas visando uma economia de construção e uma sistematização do processo construtivo, controlando os custos e melhorando as condições de conforto. Foi então que ressurgiram as alvenarias resistentes, como um sistema construtivo eficaz e económico para solucionar problemas urgentes de habitação.

Em obras como o Bairro da Bouça ou mesmo da Malagueira em Évora, o Arq. Álvaro Siza adoptou este sistema, aplicando os “novos” blocos YTONG de betão na construção das paredes exteriores e divisórias entre as várias habitações. (Fig. 25)

Durante os anos 80, na construção das cooperativas de habitação, procurou-se aplicar esta tecnologia, mas o seu mau comportamento em serviço do edifício provocou o seu abandono, criando até um preconceito em relação à sua aplicação, associando-a a construções de baixa qualidade para extractos sociais mais baixos...

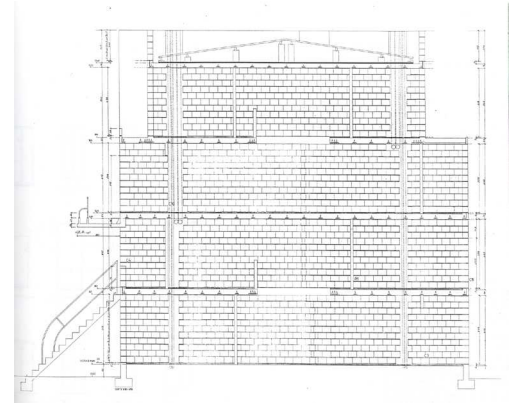
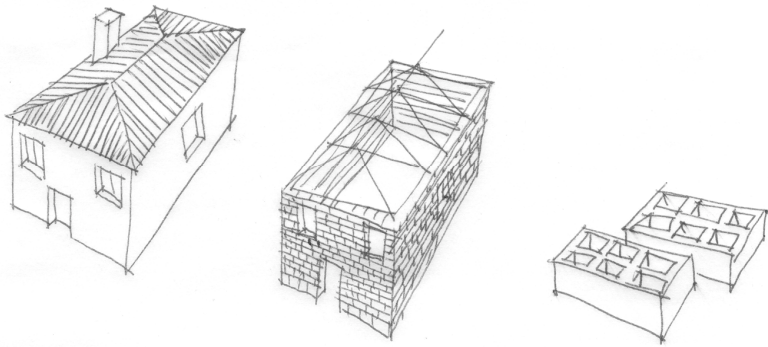


Fig. 25



Ilu. 24

3.1. O projecto e o ciclo construtivo

A construção de um edifício é a concretização de um ciclo que envolve várias etapas, habitualmente designada por ciclo de vida da construção. Constatada a necessidade de materializar um determinado espaço, estabelece-se o programa; esse programa é o ponto de partida para a ideia de projecto funcional e espacial, e o projecto materializa esses espaços pela definição construtiva dos elementos que o determinam.

No caso dos edifícios, é no projecto que se encontram as soluções para a articulação dos vários espaços que lhe irão dar forma, se escolhem as matérias-primas e os materiais que lhe vão dar consistência e se articulam todos os sistemas necessários para a sua construção.

Assim, para que o projecto tenha uma fundamentação sólida e estruturada é essencial entender a constituição do edifício, a importância de cada sistema, a tarefa de cada um dos seus componentes e o papel da matéria-prima de cada um deles, isto é, entender as diferentes etapas da construção, da parte para o todo e do todo para as partes.

Assim, para que este acto de concepção se torne eficaz e quase intuitivo torna-se inevitável o domínio dos elementos de composição dentro de todo o processo construtivo, conhecer o edifício, entender os elementos e dominar os materiais, para poder criar livremente.

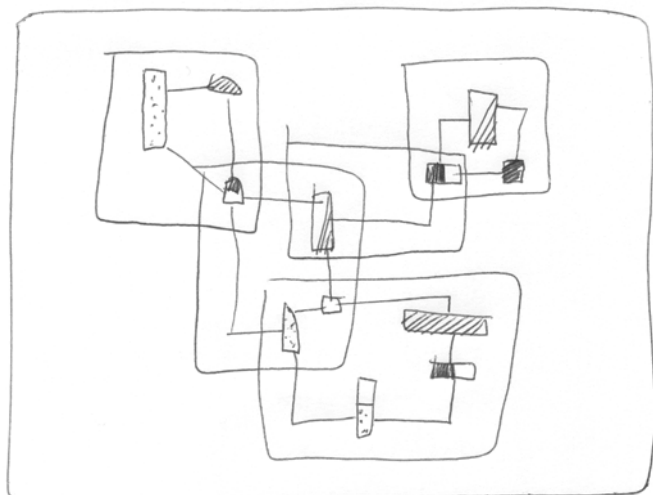
Como poderia um compositor compor uma sinfonia sem conhecer os sons de cada instrumento que compõe a orquestra?

As alvenarias resistentes, como sistema construtivo elementar e reflexo formal da matéria-prima adoptada, revelam-se um excelente exercício de compreensão dos factores determinantes do processo construtivo na concepção arquitectónica.

Para a interiorização desta lógica conceptual, que parte da matéria reveladora da forma e da forma como consequência da matéria é fundamental a compreensão dos princípios sequenciais que definem o processo construtivo.

Tendo a alvenaria resistente enquanto sistema, como princípio construtivo primordial a utilização das principais paredes do edifício como elementos resistentes contínuos, é essencial entender a capacidade da matéria, a importância da unidade na construção da parede, da parede como elemento estrutural do edifício, e da estrutura como determinante da forma.

Isto é, entender o processo construtivo do edifício do geral para o particular e do particular para o geral.



ilu. 25

3.2. O processo construtivo

A construção e constituição de um edifício assemelham-se ao que acontece na Natureza. A forma e constituição de cada organismo são consequência directa do papel que desempenha no ecossistema onde se insere:

- um organismo é formado por um conjunto articulado de sistemas que melhor respondem a uma determinada função;
- cada um desses sistemas é composto por elementos distintos com um ou mais papéis;
- e cada um desses elementos é constituído pelas matérias que melhor respondem à função para a qual esse elemento foi determinado.

É através da forma como se articulam os sistemas, como se coordenam os componentes e se proporcionam os materiais que se distinguem os diferentes organismos, se distingue uma árvore duma flor, um leão de um gato, um homem dum macaco. Isto é, a forma como se processa essa composição.

O processo construtivo assemelha-se em tudo a esta lógica de composição. Um edifício tem subjacente um método construtivo definido por uma complexa rede de interdependências entre sistemas, elementos e materiais:

- cada função é satisfeita por um conjunto de um ou mais sistemas, soluções para determinada necessidade;
- cada sistema construtivo é criado por um conjunto articulado de componentes;

-cada componente é construído por uma correcta proporção de materiais e com uma sequência específica de montagem, a tecnologia.

Este paralelismo entre a organização da Natureza e o processo construtivo é ainda mais evidente quando se compara o Homem e a casa: O Homem é um ser vertebrado que caminha na vertical, por isso tem pernas, tronco, braços, etc: (Il. 26)

- para estruturar este conjunto necessita de um esqueleto;
- para este se manter na vertical precisa da coluna vertebral;
- para que esta se articule tem de ser composta por uma sucessão de vértebras;

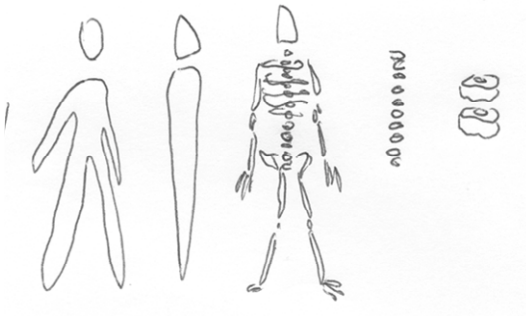
- e, finalmente, estas vértebras para resistirem ao peso e aos movimentos têm de ser compostas por uma matéria resistente, o cálcio.

Uma casa serve para proteger o Homem, limitar o seu espaço: (Il. 27)

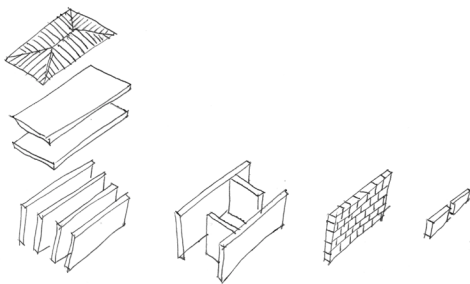
- para criar a sua forma é necessário um conjunto de elementos capazes e a estruturar horizontalmente (a cobertura, os pisos), e verticalmente (as paredes);

- estes suportes verticais, as paredes, são dispostos de uma determinada ordem estruturando a forma do edifício e definindo o espaço interior.

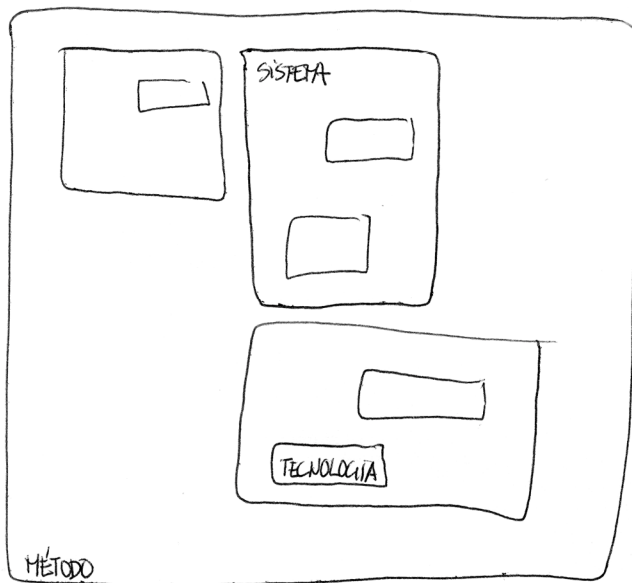
- as paredes são formadas por um conjunto de elementos sobrepostos, naturais ou artificiais, as unidades de alvenaria.



Il. 26



Il. 27



ilu. 28

3.3. O método construtivo

Esta lógica de aproximação ao particular para a definição do todo, está também presente no processo de concepção construtiva do edifício. A sequência das partes para o todo, dos subsistemas ao conjunto de sistemas, determina a sua lógica de composição, estabelecendo as regras de articulação entre eles dando resposta às exigências do edifício.

O método construtivo

É o conjunto das opções tomadas no desenvolvimento do projecto que definem os princípios e regras necessárias para construir a ideia, entendendo a importância de cada sistema e o desempenho de cada um deles no conjunto do edifício.

O sistema construtivo

A forma como se conjugam os componentes de cada sistema, as proporções e o papel que estabelece os princípios de reunião dos vários elementos necessários para a constituição e articulação dos componentes do edifício.

A tecnologia

A forma como os elementos se articulam para materializar a esse sistema, é o resultado da conjugação de vários procedimentos mais ou menos científicos, mais ou menos empíricos. Uma série de processos de transformação de um conjunto de materiais num componente construtivo que define a tecnologia.



Ilu. 29

3.4. A parede

Continuando a aproximação ao particular, passamos da definição da metodologia construtiva para o entendimento da parede.

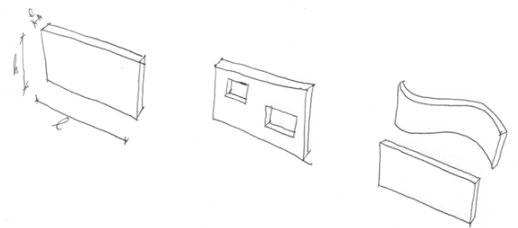
As paredes, limites verticais do edifício, são sem dúvida os elementos que melhor identificam a construção. São a cara do edifício e atribuem-lhe um significado específico, estabelecendo uma relação de cumplicidade entre ele e o Homem. É através delas que se entra, que se estabelece a fronteira entre dentro e fora, o limite interior e exterior. É através das suas aberturas que entendemos ou não o que esconde o interior, o cheio e vazio que caracterizam o edifício. Materializam os espaços interior através da definição volumétrica do vazio, formando a barreira que controla a luz, o conforto e o clima, vedando a intimidade.

A formalização da parede é estabelecida pela relação comparativa entre os vários elementos de construção: (Ilu. 30)

Dimensional – altura, comprimento, espessura;

Transparência – com mais ou menos aberturas;

Configuração geométrica – curva, plana, etc.



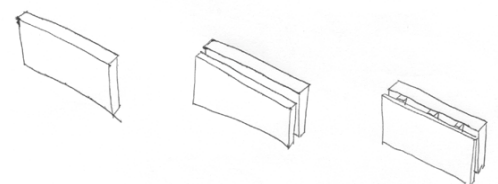
Ilu. 30

A sua configuração é determinada pela relação entre os planos que a formam: (Ilu. 31)

-é uma *parede simples* se for configurada por um único plano sem juntas verticais contínuas;

-uma *parede dupla*, quando existem dois planos paralelos ligados entre si;

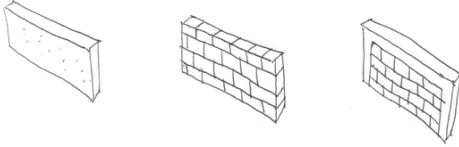
-ou *parede cortina*, quando um dos planos tem uma estrutura independente do edifício; ⁹



Ilu. 31

A composição desses planos pode ser:

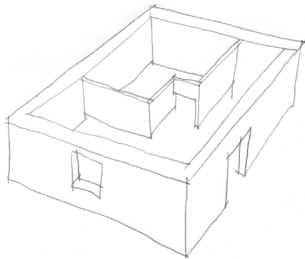
- maciça*, quando composta por um único elemento;
- de *Alvenaria*, quando se compõe por vários elementos unitários;
- ou *porticada*, quando composta por dois ou mais elementos construtivos distintos. (Il. 32)



As paredes podem também caracterizar-se pelas várias funções espaciais que desempenham no conjunto do edifício: (Il. 33)

Il. 32

- Exterior, de meação* – quando separa duas construções distintas;
- Interior, divisória* – quando separa dois espaços interiores.



A parede deve responder eficazmente à função para que está destinada e para isso devem ser satisfeitas uma série de exigências adaptadas à função do edifício.

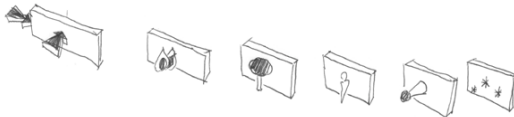
A parede deve oferecer no seu conjunto em bom comportamento perante os vários agentes que sobre ela actuam, como os mecânicos, térmicos, químicos, electromagnéticos e biológicos, sejam eles externos ou internos.

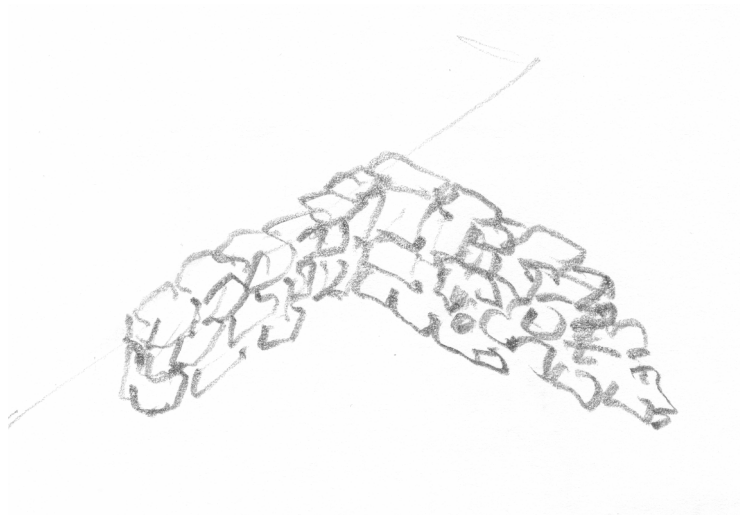
Il. 33

Este desempenho é expresso num comportamento adaptado ao destino do edifício expresso na sua: (Il. 34)

- resistência mecânica e estabilidade;
- segurança contra incêndios;
- higiene, saúde e ambiente*;
- segurança na utilização*;
- protecção contra o ruído*;
- economia de energia e isolamento térmico*.

Il. 34





Ilu. 35

3.5. A alvenaria

“Alvenaria – arte de construir em pedra e cal; associação de pedras ligadas por argamassa formando uma construção.”¹

Definida a parede entramos na sua composição, a alvenaria.

A alvenaria é um sistema de composição da parede que se caracteriza pela justaposição de elementos modulares, as *unidades de alvenaria*, dispostos segundo uma ordem determinada, o *aparelho de alvenaria*, e associados por uma *argamassa de ligação* ou travados por elementos de menor dimensão, os *escassilhos*.

É o aparelho de alvenaria que determinará a capacidade estrutural, construtiva e formal da parede definido pelas capacidades do material constituinte da unidade e da tecnologia utilizada. Existem inúmeros exemplos de aparelho de alvenaria que variam com a cultura e o conhecimento tecnológico de cada época. Veja-se a diferença entre um muro de pedra erguido pelos Incas em Cusco, no Peru ou um muro erguido pelos Romanos. (Ilu. 36)

Para que o conjunto constitua um elemento construtivo sólido os componentes de alvenaria, as unidades e a argamassa, devem ser constituídas por um material que tenha uma boa *resistência à compressão*, isto é, capazes de suportar esforços de compressão. O conjunto dos componentes deve oferecer uma boa *resistência ao tempo*, *durabilidade* adaptada às condições do local e ao tempo de vida previsto da duração do edifício e a aderência entre as unidades e a argamassa deve ser adequada à utilização da parede.¹⁰



Ilu. 36

Os tipos de alvenaria distinguem-se basicamente pela função estrutural, pela sua composição e pelo material constituinte.

Função estrutural

Alvenaria de preenchimento – se tiver apenas um papel de definição da forma à custa do preenchimento dos espaços deixados pela estrutura reticulada do edifício; (Il. 37)

Alvenaria estrutural ou resistente – se tiver um papel activo com estrutura principal do edifício, isto é, quando as unidades de alvenaria devem ter características capazes de satisfazer as necessidades de resistência mecânica, estrutural, a que a construção e a própria parede de alvenaria irão estar sujeitas.¹¹

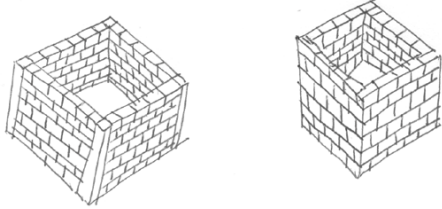
Dentro das alvenarias resistentes podem ainda distinguir-se: (Il. 38)

-as que têm um papel capital distribuindo em si a carga estrutural do edifício, as *paredes-mestras*;

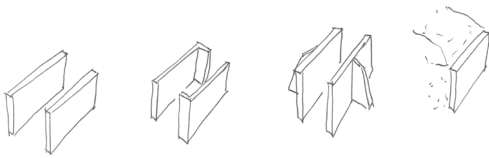
-as que são auxiliares às primeiras, as *paredes de contraventamento*, capaz de resistir a forças horizontais;

-as *paredes contraforte*, quando travam perpendicularmente uma outra parede de forma a aumentar a sua resistência transversal;

-as paredes de contenção, sempre que servem para conter terrenos ou vencer desníveis entre terraplanagens.⁹



Il. 37



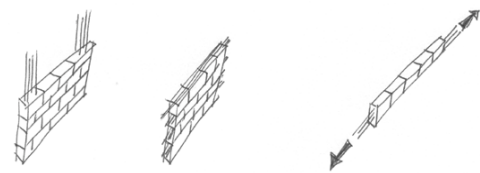
Il. 38

Composição

Outro factor diferenciador das alvenarias é a forma como é construída: (Il. 39)

-a *alvenaria armada*, quando são introduzidos armaduras no interior das unidades para reforçar resistência;

-a *alvenaria pré-esforçada*, quando essas armaduras são tencionadas à posteriori



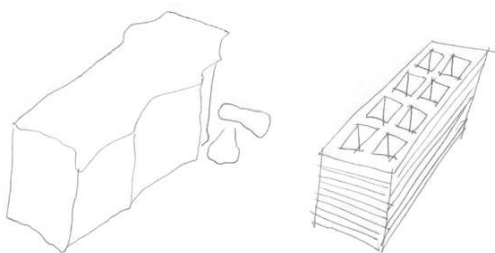
Il. 39

Material

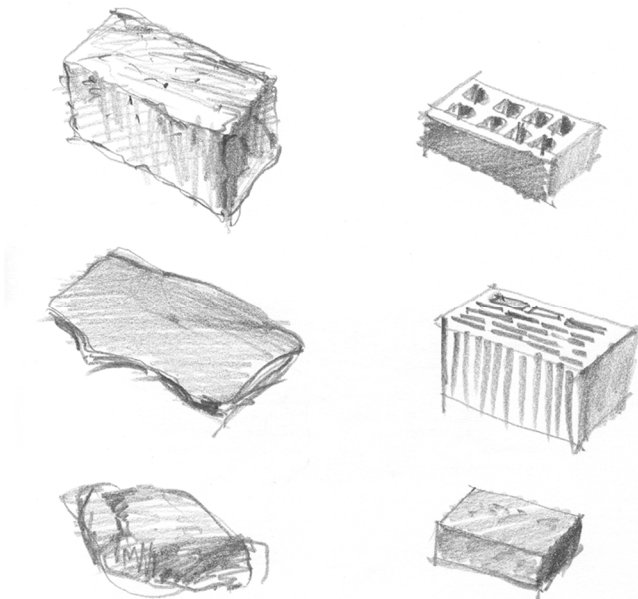
O material de constituição das unidades de alvenaria é também um factor caracterizador: (Il. 40)

-alvenaria de materiais naturais, diferentes pedras;

-alvenaria de materiais artificiais, como tijolo, etc.



Il. 40



Il. 41

3.6. As unidades de alvenaria

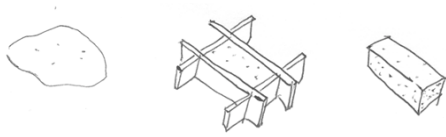
O que caracteriza a parede de alvenaria é a unidade utilizada.

As unidades de alvenaria são elementos modulares com dimensões mais ou menos regulares que compõem o pano de parede. O dimensionamento dessas unidades varia com o fabrico e a origem do material que a compõe, se é natural a alvenaria de pedra ou artificial a alvenaria de tijolo de bloco de betão, etc.

As unidades naturais têm como material constituinte pedra natural mais ou menos moldada de forma a constituir um material para a construção da parede de alvenaria e a dimensão e forma dessas unidades dependem do tipo de pedra adoptado, do tipo de sistema construtivo e da função que exerce no conjunto da parede.

As unidades artificiais são constituídas por uma mistura de matérias-primas seca ao sol ou cozido em moldes concebidos especificamente para as medidas que se pretende. Na actualidade a matéria que está na origem dos materiais mais correntes em alvenaria tem por base a argila, no caso dos cerâmicos e betões de vários tipos para os restantes.

A geometria actual das peças é o resultado duma melhoria progressiva que procura em simultâneo o melhor desempenho da parede construída com essas e uma maior facilidade de aplicação.



Il. 42

Terra – adobe

Esta é a forma mais antiga provavelmente uma das mais sustentáveis de produzir unidades de alvenaria. Utilizando a matéria-prima disponível no local de construção, a terra, produzem-se as unidades usando moldes e deixam-se as unidades a secar ao sol. (Il. 42)

Em países com graves carências económicas em África, Índia e mesmo nalguns países da América Latina ainda hoje se constrói com esta tecnologia. Os recursos necessários para a produção são mínimos, terra argilosa e água, moldes e calor para secar o adobe ao sol.

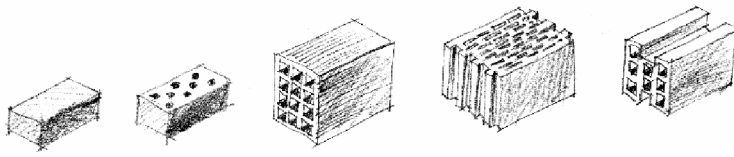
Nos países mais desenvolvidos têm-se vindo a apostar no desenvolvimento desta tecnologia, em países como a Austrália e mesmo na Alemanha ou na Áustria surgem algumas experiências de (re) utilização da terra como material de construção, tanto na técnica de taipal como na produção de adobe.

Consequência deste renascimento no mundo mais desenvolvido surgiram várias áreas de investigação que alimentariam uma nova vertente que a construção tem vindo a tomar, a construção sustentável. Daqui nasceram novas técnicas de produção de adobe de que se referem com exemplos soluções com recurso à industrialização, a produção de unidades com base numa mistura de barro, palha e aparas de madeira e outra que continua a utilizar a terra do local de construção, a BTC.

Este último sistema, BTC “briques de terre comprimés” consiste na maquinaria em obra da produção dos adobes segundo moldes predefinidos.

Ambos os sistemas, o tradicional e o mais desenvolvido, têm condições para serem aplicados em alvenarias resistentes, apresentando-se como soluções construtiva no que se refere à sua sustentabilidade e eficiência energética. A produção e aplicação podem ser compatíveis com abordagens actuais à construção, tanto a nível de produção como de aplicação e mesmo no desempenho futuro do edifício.

Argila – tijolo cerâmico



Il. 43

A utilização da argila na produção das unidades foi a evolução natural do adobe. Escolheu-se a terra que apresentava as melhores características para a produção e a que tinha um tempo de secagem mais curto para produzir as unidades, a argila, rapidamente se percebeu que com um forno se aceleraria o tempo de secagem para a produção dos tijolos. (Il. 43)

Tradicionalmente em Portugal a normalização NP80 definia três tipos de tijolo, maciço, furado ou perfurado, embora a normalização tenha evoluído esta distinção continua a fazer sentido.

Para a construção das alvenarias resistentes são utilizados nas tecnologias mais tradicionais os tijolos maciços e na actualidade os tijolos perfurados de furacão vertical, os blocos de termo-argila.

Em alguns países, onde a tradição de construção em tijolo aparente é muito forte, tem-se apostado na melhoria destes tijolos, quer complementando os elementos correntes com unidades modulares singulares apropriadas para situações particulares, como passagens de infra-estruturas, cunhais, soleiras, padieiras, etc., bem como na melhoria do seu desempenho em múltiplas perspectivas: térmica, mecânica e acústica.

Os tijolos de termo-argila foram especificamente concebidos para potenciar o desempenho estrutural e térmico. A sua constituição com várias paredes internas, aumenta a sua massa e consecutivamente a inércia

Blocos de betão

Os desenvolvimentos decorrentes da produção industrial do cimento vieram proporcionar o desenvolvimento de materiais para alvenaria tendo por base o betão, como concorrentes importantes do cerâmico.

Em meados do século XX foi introduzida na indústria da construção um novo material que veio competir com argila na produção das unidades de alvenaria. Sendo mais leve e mais resistente oferece às unidades uma

produção mais rápida e uma aplicação em obra mais facilitada. Os blocos utilizados para a construção de alvenarias resistentes distinguem-se principalmente pelo tipo de material usado na sua produção:

Blocos de betão de agregados correntes

Os blocos de betão de agregados correntes são os mais comuns. Produzidos por vibro-compressão podem ter formas muito diversas e razoável resistência mecânica para a quantidade de material empregue. Apresentam, além da resistência mecânica, bom comportamento acústico e a o fogo.

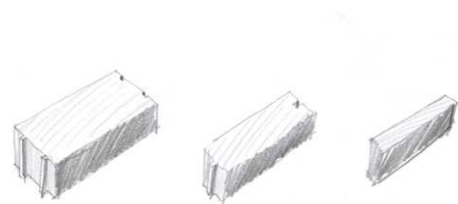
Este blocos podem ser utilizados à vista ou rebocado. A sua forma modular pode ser bastante otimizada na concepção da parede e consequentemente no edifício.



Il. 44

Blocos de betão de agregados leves

Os blocos de betão de agregados leves são uma alternativa aos blocos de agregados correntes, com agregados mais leves com melhor comportamento térmico e resistência mecânica ainda aceitável. Podem também ser aplicados à vista ou rebocados. (Il. 44)



Il. 45

Blocos de betão celular autoclavado

Os blocos de betão celular autoclavado são maciços, mas têm uma estrutura celular o que os torna muito leves facilmente transportáveis e manejáveis, e a sua consistência apresenta boas condições no que se refere à inércia térmica, ao isolamento térmico e à resistência ao fogo. (Il. 45)

3.7. A Argamassa ¹¹

As unidades de alvenaria sobrepostas têm dificuldade em assegurar por si só a estabilidade da parede de alvenaria e a existência de um segundo componente, a argamassa de assentamento, garante a solidez da parede.

Nas alvenarias de pedra ditas mais pobres recorre-se a utilização de pequenas pedras ou pedaços de tijolo menores para fazer a travacção das pedras e assegurar a estabilidade que correntemente é garantida pela argamassa.

As funções destes elementos no conjunto da parede de alvenaria são: amortecer os movimentos da alvenaria, corrigir as irregularidades das unidades de alvenaria, proporcionar uma transmissão equilibrada das cargas verticais da parede, facilitando a sua homogeneização ao longo da parede. Devem também oferecer uma boa resistência à flexão e à compressão, garantindo uma boa aderência entre as unidades de alvenaria e melhorando a resistência da parede aos agentes atmosféricos. ³

A sua aplicação reforça as seguintes características da parede de alvenaria a resistência à compressão, flexão e corte, a estanquidade em relação à água, a resistência à acção do gelo e adaptação da parede aos movimentos termo-higrométricas.

No caso particular das alvenarias resistentes a argamassa deve ser objecto de cuidados especiais pois tem de funcionar de forma coordenada com as unidades de alvenaria, garantindo a resistência contínua ao longo de toda a parede.

3.7.1. Componentes

A argamassa é um material plástico baseado na mistura de dois ou três materiais. Tanto nas argamassas, como nos betões é a reacção química que transforma os três elementos, agregados, ligante e água numa massa fácil de trabalhar enquanto fresca, mas muito resistente quando endurece assegurando uma ligação de todos os seus componentes.

Cada um desses constituintes da argamassa tem funções distintas:

- o ligante tem como função aglutinar os constituintes;
- os agregados oferecem consistência à mistura final;
- os adjuvantes optimizam as qualidades do ligante;
- o reactor, a água desencadeia o processo químico.

Ligante

Os ligantes utilizados nas argamassas tradicionais são a cal aérea, a cal hidráulica e actualmente o cimento é o ligante mais utilizado.

A cal aérea como ligante da argamassa favorece a sua trabalhabilidade e a capacidade de retenção de água, diminui a retracção no período de secagem evitando assim a fissuração.

O emprego da cal tem sobretudo expressão em obras de recuperação de alvenarias ou na construção de novos elementos contíguos a paredes antigas em especial em enterradas ou semienterradas. A sua presença na constituição da argamassa atribui à mistura uma capacidade de protecção da humidade, apresentando um bom comportamento mecânico, sendo por isso muito utilizada na construção tradicional de alvenarias resistentes.

Agregados

A areia é a matéria-prima que desempenha o papel do agregado da mistura da argamassa. Para ser usada na argamassa o grão deve ter uma forma arredondada, a sua granulometria deve ser bem graduada e os elementos finos devem existir em pouca quantidade. Deve ainda ter um baixo teor de água para garantir o volume pretendido da mistura.

É a granulometria da areia, que irá esta a definir o traço da argamassa. O grão deverá sempre ser adaptado à espessura da junta pretendida, isto é:

- o grão deve ter $1/3$ ou $1/2$ da espessura da junta mas nunca superior a 5 mm.

Reactor

O que desencadeia a reacção e une os vários componentes da argamassa é a água. A principal exigência que se aplica à água utilizada para a produção de argamassa é a sua salubridade, isto é, deve ser limpa de impurezas e de organismos vivos ou vegetais.

3.7.2. Traço

O traço da argamassa é a “receita” que quantifica os componentes a utilizar. Essa “receita” determina as relações de volume que os diferentes componentes devem ter na composição final.

Na proporção dos vários componentes deve-se ter em atenção que o volume da areia deve ser aproximadamente três vezes superior ao volume dos ligantes.

Quando se trata de alvenarias resistentes deve ter-se em consideração que o ligante com maior resistência mecânica deve prevalecer.

Tipos de Argamassa

As argamassas podem ser pré-doseadas, misturadas em fábrica ou prepara em obra.

Estas últimas são evidentemente as utilizadas nos sistemas tradicionais das alvenarias resistentes e distinguem-se pelo ligante principal utilizado. A cada uma delas correspondem situações específicas no conjunto do edifício:

- argamassa de cal aérea, utilizada em paredes que não estejam sujeitas a grandes variações climáticas nem alterações do grau de humidade;
- argamassa de cal hidráulica, utilizada quando a alvenaria está sujeita a situações de elevados graus de humidade;
- argamassa de cimento, utilizada actualmente quando se pretende uma elevada resistência à compressão.

A argamassa deve ser cuidadosamente seleccionada de forma a ser compatível com a unidade de alvenaria, verificando adequadamente o grau de absorção da água e a retracção que sofre com a aplicação da argamassa.

As características da argamassa podem ser determinante para a sua eficácia, a consistência, a capacidade de retenção de água e a resistência à compressão são as que se deve ter especial atenção.

Consistência

A forma como o ligante envolve a areia determina a consistência da argamassa:

- seca, quando o ligante preenche apenas os vazios entre os grãos de areia, é áspera e difícil trabalhar;

-plástica, quando o ligante molha a superfície dos grãos de areia, é a consistência mais fácil de trabalhar;

-fluida, quando o ligante submerge os grãos de areia não fazendo a devida coesão o que a torna pouco resistente ao deslizamento, evitável assim para o assentamento.

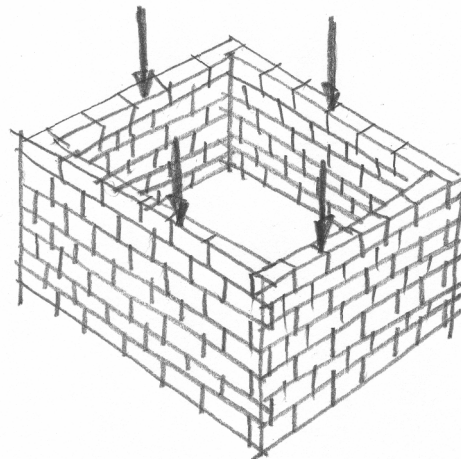
Outro factor que determina a consistência é a quantidade de água adicionada à mistura bem como a capacidade de sucção das unidades de alvenaria.

Capacidade de retenção de água

Esta característica da argamassa identifica a facilidade que a argamassa tem de perder parte da água utilizada no seu fabrico quando em contacto com a superfície da unidade ou de um outro material absorvente. Se apresentar uma boa capacidade permanecerá com uma consistência plástica durante o assentamento e garantirá uma melhor cura.

Resistência à compressão

Para as argamassas das alvenarias resistentes, esta é a característica que deve ser tratada com mais atenção. Como a argamassa está dependente da base onde assenta é fundamental entender que uma argamassa com uma elevada resistência à compressão pode restringir os movimentos da parede provocando a fissuração e que a resistência da argamassa deve considerar o grau de absorção e a sensibilidade da unidade de alvenaria.



Il. 46

3.8. Alvenaria resistente

A construção em alvenarias resistentes é um método particular da construção em alvenaria, onde as paredes do edifício são utilizadas em toda a sua extensão como elementos resistentes contínuos.

A constituição da parede e a capacidade dos seus componentes adquirem assim uma importância fundamental, pois o seu conjunto irá compor não só a estrutura como a forma do edifício.

As exigências estruturais a que a parede de alvenaria irá estar sujeita, obrigam a que tenham um bom desempenho mecânico e físico, no que se refere aos esforços de flexão e compressão, conferido pelas características específicas dos componentes da alvenaria e pela forma como se associam, o aparelho. (Il. 47)



Il. 47

A unidade de alvenaria deve ser constituída por uma matéria-prima com uma resistência à compressão mínima compreendida entre 5 e 10 N/m², valor de referência para a capacidade resistente de uma parede sujeita a este tipo de esforços. Para potenciar essa resistência deverá também ser pouco permeável para permitir uma boa aderência com a argamassa de ligação.

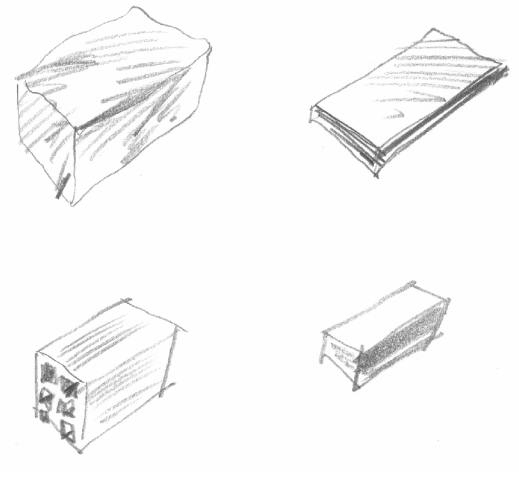
A matéria-prima da unidade deve ainda garantir uma durabilidade suficiente, que não ponha em causa a constituição da parede de alvenaria nem o seu desempenho perante o clima, agentes atmosféricos e condições do local, nomeadamente a humidade, os raios solares e a acção química e biológica, das chuvas e ventos, etc. ³

No caso da alvenaria aparente as características plásticas da matéria-prima ganham especial importância particularmente na sua textura,

variação cromática e na sua composição, sendo por isso essencial uma escolha criteriosa da matéria – prima da unidade de alvenaria. Cada matéria-prima oferece capacidades de resistência distintas, o que determinará as dimensões da unidade.

Esse rigor dimensional deve ser controlado pela geometria da forma e pelo desempenho da junta entre as unidades. No caso das pedras naturais depende da consistência da pedra utilizada, no caso das unidades fabricadas deve ser controlada não só a sua consistência como também a relação entre a forma e a percentagem de furacão de cada peça.

Veja-se a diferença de dimensionamento e desempenho das unidades de alvenaria de granito e as de xisto, ou mesmo entre um tijolo cerâmico maciço e um vazado. (Ilu. 48)



Ilu. 48



llu. 49

3.9. A concepção arquitectónica em alvenarias resistentes

Esta tecnologia envolve no entanto uma série de especificidades no que se refere à concepção arquitectónica, desde a escolha da matéria-prima, ao dimensionamento da unidade o que interferirá não só concepção da parede de alvenaria como marcará irrefutavelmente a forma do edifício.

Na concepção arquitectónica em alvenarias resistentes o trabalho do arquitecto implica uma maior aproximação à matéria-prima, tendo para isso necessidade de a conhecer para saber quais as suas potencialidades.

Tal como um escultor um arquitecto deve sentir a matéria com que trabalha a forma. Quando um escultor trabalha uma pedra deve antes de mais saber quais as suas características, se é dura, se é facilmente trabalhável, para poder escolher os instrumentos apropriados para a esculpir. Quanto maior for o conhecimento que tem da matéria e a forma como a dominar maior liberdade terá para conceber livremente.

Embora o arquitecto não tenha esta relação de proximidade física de execução com a obra que concebe, também poderá desde os primeiros momentos da concepção consolidar uma ideia de projecto se desde cedo interiorizar a forma como a concretizar, ou seja os dominar os sistemas construtivos.

No caso particular das alvenarias resistentes, esta consciencialização construtiva é particularmente importante, pois o conhecimento que tiver da matéria, das suas potencialidades e características irá determinar definitivamente a forma de projectar o edifício. Seja pelas suas características plásticas, mecânicas, ou dimensionais.

São essas características que irão “desenhar” o edifício, estabelecer as regras de composição, os seus limites e as suas potencialidades.

Conhecendo as partes compõe o todo.

O sistema construtivo em alvenarias resistentes distingue-se de outros sistemas pelo entendimento globalizante do edifício, estabelecido pela cumplicidade entre os elementos de composição estrutural e formal:

-o esqueleto do edifício é formado pelas paredes portantes, travadas pelos elementos horizontais, pavimentos e coberturas, articulando-se em conjunto numa unidade resistente.

-a forma e a estrutura compõem-se num mesmo elemento resistente contínuo, a parede de alvenaria;

-a constituição unitária das paredes de alvenaria oferece ao edifício uma uniformidade construtiva. (Ilu. 50)

Esta simplicidade conceptual oferecida pela conjugação entre a constituição unitária das paredes e a utilização das paredes como elementos resistentes contínuos é evidentemente reflectida na concepção arquitectónica. A constituição unitária impõe uma composição modular do edifício, obrigando a um controlo da composição formal da própria parede resistente, em particular na distribuição das aberturas.

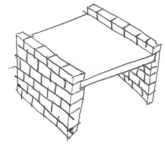
O edifício é assim a consequência da relação entre matéria, estrutura e forma, e o sistema construtivo a projectar é resultado do processo de construção: (Ilu. 51)

-a *matéria determina a unidade*;

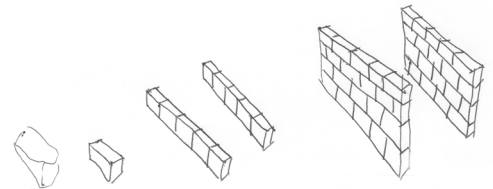
-a *unidade determina o módulo*;

-o *módulo determina a estrutura*;

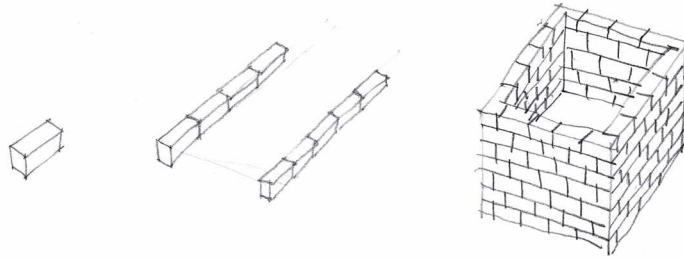
-a *estrutura determina os espaços e a forma*.



Ilu. 50



Ilu. 51



Ilu. 52

3.10. Composição arquitectónica da alvenaria resistente

A composição arquitectónica envolve assim um maior rigor no que se refere ao controlo dimensional dos espaços, dos elementos construtivos e à articulação infraestrutural.

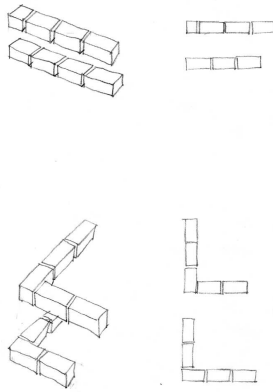
O sistema construtivo em alvenarias resistentes baseia-se na composição modular partindo do módulo de composição mínimo, a unidade de alvenaria, unidade essa que irá determinar a módulo compositivo da forma.

Na escolha deste módulo base pesarão naturalmente a relação entre as dimensões, a função, exigências e desempenho da parede, mas também critérios plásticos como cor, textura e a forma das unidades particularmente importantes nas alvenarias à vista. Numa perspectiva de coordenação e compatibilização dos vários sistemas pesarão também os aspectos associados à facilidade de abrir roços, integrar e ser compatível com outros elementos e naturalmente também os aspectos associados ao custo e à facilidade ou dificuldade de execução dos trabalhos.

O elemento construtivo que é uma parede de alvenaria tem como base de composição a sobreposição dessas unidades singulares, dispostas de uma determinada forma, o *aparelho*, e travadas/ligadas entre si ou por elementos análogos de menor dimensão (alvenaria seca) ou mais correntemente por uma *argamassa de ligação*.

Para que tenha capacidade resistente é necessário que esse conjunto permita uma perfeita interacção entre os componentes, garantindo uma perfeita distribuição das forças horizontais e uma transferência uniforme das forças verticais. ¹⁰

Estes factores impõem algumas regras tanto no que se à sua constituição formal, o *aparelho*, como na sua composição geométrica, a estereotomia.



Il. 53

3.10.1. Aparelho

As regras de composição da parede de alvenaria, desde a distribuição das unidades, a definição das fiadas, a relação entre a espessura da junta e das unidades, etc, designam-se por aparelho de alvenaria.

O aparelho garante a estabilidade da parede e do conjunto das paredes no edifício. Assim, no caso das alvenarias resistentes, como a estabilidade do edifício depende da parede de alvenaria, o aparelho adquire uma importância fulcral na definição estrutural e formal do edifício.

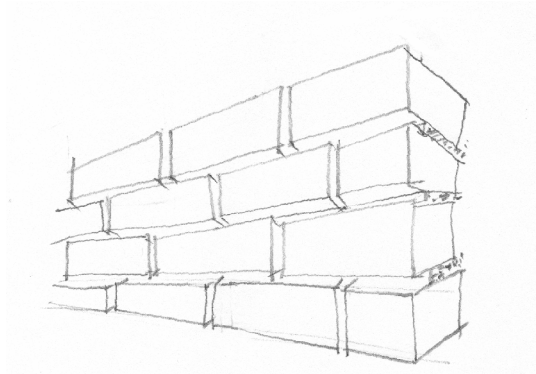
Cada matéria e cada tecnologia definem as diferentes formas de compor o aparelho, composições essas que foram evoluindo com as tradições, procurando encontrar a melhor disposição das peças, as espessuras das juntas entre elas para garantir a travação horizontal e vertical da parede.



Il. 54

Para garantir essa travação deve-se procurar cumprir as seguintes regras: (Il. 54)

- a sobreposição das unidades deve ser descontínua, isto é, as juntas verticais devem ser desencontradas;
- a sobreposição das unidades nunca deve ser inferior a 0,4 vezes a altura da unidade ou a 40 mm;
- nos cantos ou cruzamento de paredes essa sobreposição não deve ser menor que a espessura das unidades;
- devem ser evitadas juntas contínuas por mais de três fiadas



Ilu. 55

3.10.2. Junta ¹²

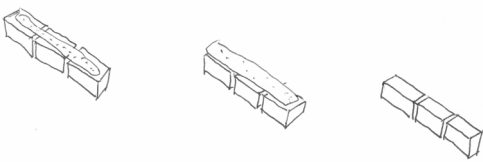
A eficácia do aparelho reside também na relação entre o tijolo e a argamassa, proporcionada pela travação oferecida pelo aparelho da parede de alvenaria e pelo desempenho da junta como amortecedora e ligação entre as unidades.

As juntas são os espaços existentes entre dois elementos que podem ou não ser preenchidos por argamassa antes ou após a montagem da parede: (Ilu. 56)

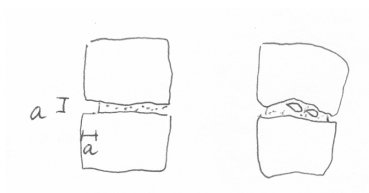
-quando é preenchida por argamassa e se estende entre as duas faces da parede designa-se por *junta contínua*;

-quando o preenchimento por argamassa não é completo, designa-se *junta descontínua*;

-finalmente quando a não é preenchida por qualquer argamassa designa-se por *junta seca*.



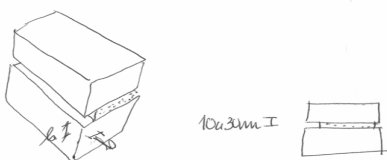
Ilu. 56



Ilu. 57

Na alvenaria à vista deve-se ter cuidados adicionais, a junta deve ser refundada com uma profundidade maior ou igual à sua altura e garantindo assim um escoamento rápido da água pela fachada. Caso não se consigam evitar os vazios entre as unidades, devem-se ser preencher com pedras menores envoltas em argamassa. (Ilu. 57)

Na aplicação da argamassa nas juntas deve-se ter em atenção que juntas demasiadamente impermeáveis não permitem uma boa transferência de vapor entre as duas faces da parede.



Ilu. 58

No caso das juntas entre unidades artificiais a sua espessura deve estar compreendida entre 3 e 10 mm, sendo que a adopção de juntas delgadas é recomendável mas obriga a unidades com uma grande precisão dimensional. (Ilu. 58)

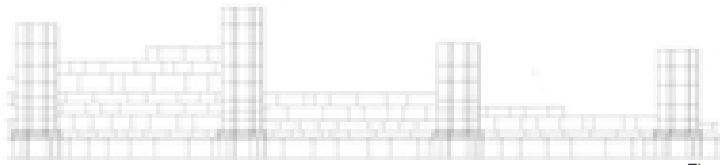


Fig.. 29

3.10.3. Estereotomia

Designa-se por estereotomia a composição geométrica dos paramentos das paredes oferecida pela articulação das juntas verticais e horizontais.

É importante distinguir o conceito de estereotomia quando se fala de unidades naturais como as pedras, em que geralmente as suas dimensões faciais são natural e intencionalmente diferentes, das unidades artificiais com as mesmas dimensões faciais.

No primeiro caso há regras de estabilidade que influenciam a composição, por exemplo tradicionalmente cada perpiano não deve ultrapassar em altura mais do que duas fiadas. No segundo caso embora a medida de referência seja dada pela unidade adoptada, consegue-se uma multiplicidade de soluções de que se refere como exemplo as diferenças entre o aparelho inglês e o holandês.

Na alvenaria de pedra a estereotomia da parede dependerá da tecnologia adoptada, se for a alvenaria seca ou a alvenaria ordinária o desenho da parede vai surgindo com a construção da parede, no caso da alvenaria aparelhada a estereotomia é concebida antes da montagem da parede. Essa composição será portanto consequência da linguagem arquitectónica adoptada.

Fazendo uma leitura da história da arquitectura é possível perceber que a estereotomia revela a destreza tecnológica e a sensibilidade artística de quem a compõe. Veja-se, por exemplo, a estereotomia de uma catedral medieval com blocos de grandes dimensões ou as catedrais góticas onde o desenho da pedra além de ser mais elaborado envolve até pormenores escultóricos.

Ainda hoje essa plasticidade é explorada por vários arquitectos, como por exemplo no Ayuntamiento de Múrcia, onde Rafael Moneo utiliza a pedra como peças que compõem um ritmo de cheio e vazio no desenho da estereotomia na composição da fachada principal. (Fig. 30)

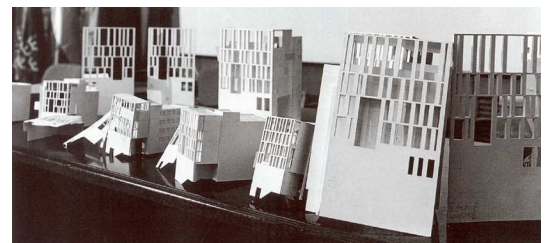


Fig.. 30

3.11. Regras de composição arquitectónica

A parede de alvenaria resistente está sujeita a um conjunto de exigências impostas pelas características da unidade adoptada, que se reflectem na caracterização da parede, na sua espessura, no aparelho e na estereotomia, isto é na sua composição arquitectónica.

A parede deve ter um desempenho adequado à função que irá ter no edifício, satisfazendo as exigências estruturais, higrotérmicas, acústicas e de estanquidade à água.

Um dos factores que determinam o seu desempenho é a espessura da parede. Essa espessura é estabelecida pela unidade a utilizar e pelos factores climáticos da região, pois a sua massa será determinante no comportamento do edifício, particularmente na relação entre interior e exterior. Em climas amenos não é exigida uma parede muito espessa, mas em climas rigorosos frios ou quentes, a parede funciona como uma barreira à transferência de calor, humidade, etc.

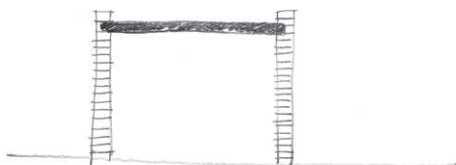
Quando se trata de alvenarias resistentes as espessuras mínimas são estabelecidas pelas características mecânicas do material adoptado para a unidade de alvenaria. No tijolo, por exemplo, pode-se utilizar mais do que uma unidade para fazer a espessura da parede, e na alvenaria de pedra aparelhada um bloco de granito de 40 cm é suficiente para atribuir a resistência necessária à parede. (Ilu. 59)

Outro princípio físico fundamental que deve ser considerado no caso das alvenarias resistentes é a articulação elástica entre as paredes estruturais e os elementos horizontais que realizam os pavimentos e as coberturas. As cargas provenientes dos elementos horizontais são transmitidas às paredes numa forma homogénea em toda a sua extensão. Quando se escolhem o aparelho e se desenha a estereotomia deve-se garantir que a entrega destes elementos é convenientemente resolvida e pormenorizada.¹³ (Ilu. 60)

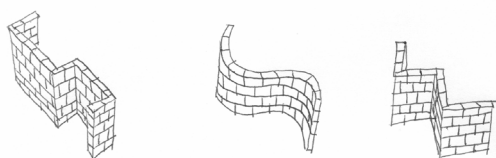
A forma da parede pode também ser determinante para o seu comportamento como alvenaria resistente, tanto no que se refere ao seu desenvolvimento horizontal e vertical, como no conjunto do edifício. Sabe-se por exemplo que as formas não planares são mais favoráveis na estabilidade do edifício. (Ilu. 61)



Ilu. 59



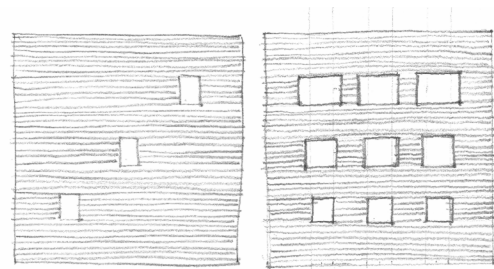
Ilu. 60



Ilu. 61

Na composição formal da parede, em particular no desenho da fachada, deve-se ter presente que para que a sua capacidade resistente seja maior deve ter maior massa na sua base, o que implica colocar aberturas menores nos pisos inferiores e alinhar as aberturas para aumentar a rigidez da parede.

Em edifícios com mais de um piso devem-se manter os panos de parede contínuos nos diferentes pisos. (Il. 62)

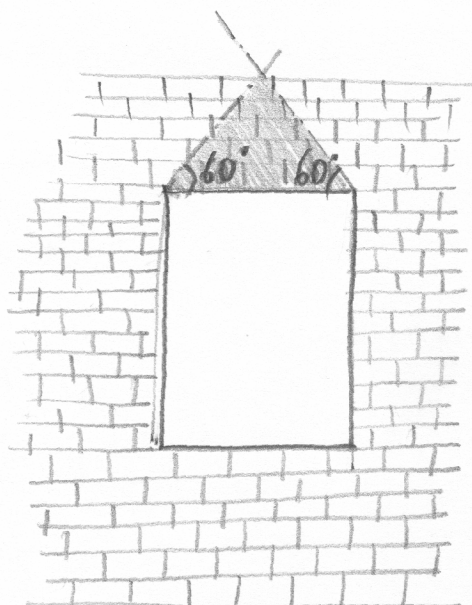


Il. 62

As aberturas são áreas críticas das paredes e os vértices são correntemente as zonas onde se manifestam defeitos quer de índole estrutural quer associados à humidade. Quando se estabelece o dimensionamento e a localização dos vãos na parede deve-se considerar não só a capacidade da unidade no dimensionamento das aberturas, como na escolha dos elementos que a compõe, a padieria, as ombreiras, o peitoril ou a soleira.

Em países onde as alvenarias resistentes são correntemente usadas e o conhecimento está sistematizado, há referência a regras a respeitar nas situações correntes principalmente para alvenaria de tijolo, as dimensões das janelas variam entre 1,0 m a 1,3 m de largura e de altura 2,0 m a 2,7 m e as portas variam entre 0,75 m, 0,90 m de uma folha e 1,30 m de duas folhas.

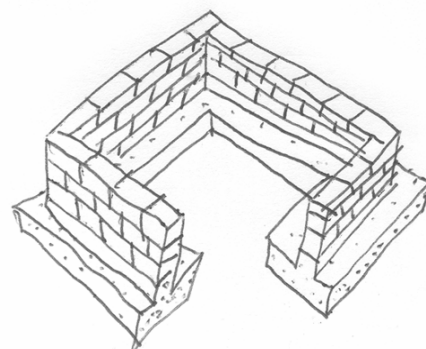
Na distribuição dos vãos na fachada deve-se ter em atenção a proximidade entre as aberturas pois estruturalmente a área de influencia do vão corresponde a um triângulo de 60° . (Il. 63)



Il. 63

Um dos factores diferenciadores das alvenarias resistentes é a forma como a parede assenta, a transmissão das cargas da parede ao solo é efectuada de forma contínua ao longo da sua extensão.

Este princípio de dispersão das cargas no terreno é mais eficaz do que os sistemas em que há concentração, tornando-o particularmente interessante em solos menos resistentes permitindo adoptar fundações com menores profundidades. (Il. 64)

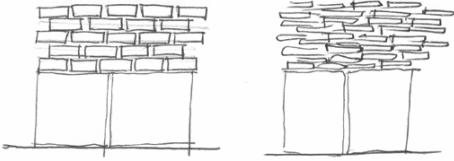


Il. 64

Como a generalidade das unidades para alvenaria são porosas e absorvem a humidade é necessário intercalar na transição da fundação

para a parede barreiras impermeáveis que impeçam a ascensão de água.¹³

Nos sistemas tradicionais esta barreira pode ser preconizada por um material diferente das unidades de alvenaria ou mesmo assumindo um soco no pano de parede. É comum ver-se na arquitectura tradicional paredes de alvenaria de tijolo com socos em calcário, ou paredes de alvenaria ordinária de xisto com embasamento em alvenaria de granito aparelhado. (Il. 65)



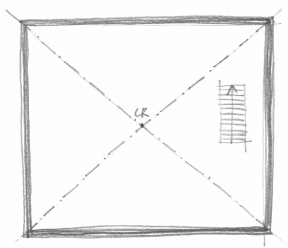
Il. 65

Para a distribuição equilibrada dos elementos verticais é fundamental um equilíbrio geométrico na composição bidimensional do edifício, favorecida por uma composição simétrica em planta.

Essa simetria estrutural é conseguida se o centro de rigidez do edifício se aproximar do seu centro geométrico, evitando assim a torção do edifício. Se a composição simétrica não for possível deverão ser criados subsistemas também simétricos separados por juntas de dilatação devidamente protegidas. (Il. 66)



Il. 66



Il. 67

A localização dos vazios interiores necessários como escadas, elevadores ou pés-direitos duplos nunca deverão comprometer a relação entre o centro de rigidez e o centro geométrico, devendo por isso estes vazios estar em pontos onde não afectem a simetria. (Il. 67)

Assim na composição geométrica da planta deve-se procurar não ultrapassar a proporção ideal da planta, um rectângulo com uma relação de 1 para 3.¹⁴

No caso das paredes estarem distribuídas ortogonalmente travam-se entre si, se obedecerem a uma métrica unidireccional, as lajes e as paredes de contraventamento terão a função de contraventar as paredes principais.¹⁴

3.12. Informação e regulamentação

Como a construção em alvenarias resistentes tem por base um princípio modular determinado pelos elementos de alvenaria com dimensões específicas e características particulares, cada sistema pressupõe um domínio formal e construtivo a nível projectual que só com uma fundamentação tecnológica profunda se poderá determinar.

Em países com esta tradição construtiva desenvolveram-se estudos aprofundados sobre a concepção em alvenarias resistentes, em particular o tijolo. A investigação desenvolvida em países como os EUA, Reino Unido, França e nos Países Nórdicos, possibilitou um elevado grau de desenvolvimento desta tecnologia, não só na sua produção, mas também na articulação com as necessidades projectuais, concebendo peças capazes de resolver os pontos críticos da construção, como integração das infra-estruturas, situações de remate, etc.

Por outro lado a vulgarização da adopção desta tecnologia em países de vários quadrantes, desde os países mais desenvolvidos do Norte da Europa até ao Brasil e mesmo em África, comprovam a viabilidade deste sistema, atingindo em cada obra uma considerável economia construtiva, otimizando as tarefas, e tornado cada vez mais o edifício num sistema auto-suficiente e ambientalmente sustentável.

Na sequência desses estudos elaborou-se uma série de documentação de apoio à produção das unidades de alvenaria e de regulamentação para o projecto de alvenarias resistentes.

O interesse por este sistema e o conhecimento existente fizeram com que o mesmo faça parte da normalização em produção pelo CEN no âmbito da Directiva dos Produtos da Construção e dos Eurocódigos.

Para o projecto em alvenarias resistentes encontra-se informação no Eurocódigo 6¹⁰ para o cálculo estrutural e o Eurocódigo 8¹⁵ para o comportamento sísmico. A informação dirige-se apenas para o seu cálculo, havendo poucas pistas para a concepção arquitectónica deste sistema. O projectista de arquitectura pode retirar apenas algumas indicações nas disposições construtivas apresentadas, nomeadamente nas definições, terminologias e características de cada material específico, mas poucos indicadores para a concepção arquitectónica.

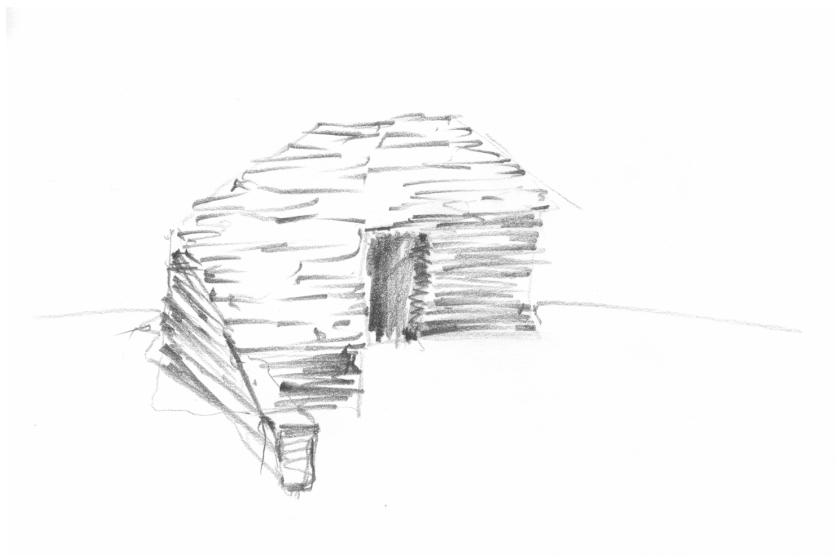
Portugal não é excepção nesta ausência de informação para arquitectura, embora tenham já sido desenvolvidos estudos sobre esta tecnologia,

tanto a nível da produção das unidades como no sistema e no seu desempenho, a regulamentação relativa às alvenarias resistentes está de todo ultrapassada. No Regulamento de Segurança Contra os Sismos de 1958¹⁶, apontam-se algumas disposições construtivas para assegurar as alvenarias e no Regulamento Geral das Edificações Urbanas de 1961¹⁷ regulamentam-se apenas as alvenarias de tijolo e como alvenaria confinada.

No que se refere aos sistemas tradicionais, por se tratarem de métodos empíricos é ainda mais difícil estabelecer uma normalização.

No caso da pedra um material natural cujas características variam de pedra para pedra é mais difícil avaliar cada componente segundo os parâmetros actuais para as alvenarias resistentes. No entanto, algumas normas de outros países como a norma DIN 1053 ou DIN 52100 oferecem uma série de recomendações que devem ser consideradas no projecto e na selecção da matéria-prima para a alvenaria.¹⁸

Pela observação e análise construtiva da arquitectura popular consegue-se no entanto apreender de que modo cada matéria-prima determina a concepção formal do edifício e interfere na concepção arquitectónica das alvenarias resistentes.



Ilu. 68



Ilu. 69

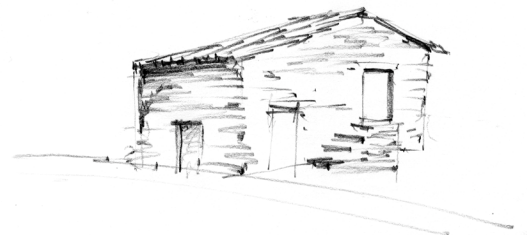
4.1. A arquitectura popular como reflexo das tradições construtivas

“As arquitecturas de tradição são hoje apreciadas como importantes legados culturais, indispensáveis para decifrar o longo caminho do Homem na arte de construir espaços para seu abrigo, para o de animais, para arrumos, e, também para resguardo de alfaías destinadas à transformação dos produtos da lavoura e da natureza.”¹⁹

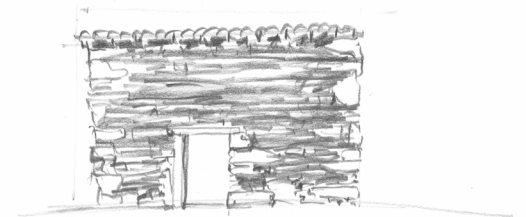
A arquitectura popular é o espelho da origem de um povo, da sua história, da sua cultura, das suas evoluções e conquistas. A casa rural, o reflexo mais puro da forma como este cresceu na Natureza, como a foi usando para se defender, para se refugiar, para se proteger do clima, adaptando-se às suas formas, usufruindo das suas condições e recorrendo aos materiais que esta lhe oferecia para construir os abrigos mais elementares.

O modo como se processou esse crescimento oferece assim pistas fundamentais para entender como o Homem foi construindo a paisagem, não só pela forma como se foi diluindo ou concentrando no território, mas pelos princípios e métodos que adoptou para construir as suas casas. Desde a escolha do lugar, à adaptação ao terreno, à organização das suas actividades, até aos materiais que recorreu para a edificar. Como os utilizou, como os transformou, como os organizou para formar cada elemento construtivo, registando soluções que foram sendo testadas e aperfeiçoadas por várias gerações na evolução de cada tecnologia. (Ilu. 70)

A construção em alvenaria resistente, pela sua elementaridade, evidencia o conhecimento que o Homem tem de cada material utilizado, das suas



Ilu. 70



Ilu. 71

capacidades e características e do engenho em metamorfoseá-los revelando a sua sensibilidade na concepção dos seus abrigos, onde a função determina a forma e a forma é determinada pelo material. (Il. 71)

Observando estas construções consegue-se entender a simplicidade conceptual do sistema construtivo, os seus princípios, a função de cada constituinte na parede, para assim apreender o que cada material impõe no modo de “fazer arquitectura”:

-como se transforma a matéria-prima em material de construção, com que dimensões e com que características?

-como se compõe esses materiais para formar um elemento construtivo?



Ilu. 72

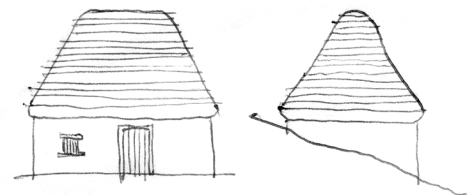
4.2. As tradições construtivas como reflexo do lugar

“As casas emergem do solo onde assentam, construídas do mesmo material do solo, e com ele se confundem.”²⁰

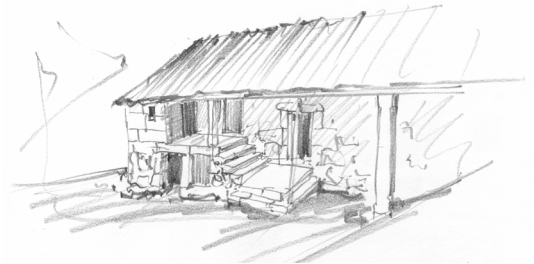
A ocupação de um território dá-se pela associação de uma série de factores de ordem geográfica e natural que proporcionam condições de habitabilidade próprias para a fixação de uma população, fixação essa preconizada pelas construções que o Homem ergueu para o seu abrigo e pelas transformações que produz na Natureza para o desenvolvimento das suas actividades de subsistência. Esses factores vão desde as condições geológicas e topográficas do terreno, às condições climáticas do local e à fertilidade do terreno que determinam de forma inequívoca não só a forma de se fixar no território, como também a forma de fazer e “construir a arquitectura”.

A diversidade natural e geográfica característica da paisagem rural do nosso país, fez surgir uma valiosa multiplicidade arquitectónica de casas rurais. Da paisagem granítica das montanhas de Trás-os-Montes e dos montes argilosos do Alentejo surgem exemplares muito diversos: as casas bloco transmontanas construídas em alvenaria de pedra com grandes paralelepípedos de granito; em contraste com as casas pátio alentejanas moldadas por uma orgânica parede construída com a terra argilosa do próprio terreno. (Ilu. 73, Ilu. 74 e Ilu. 75))

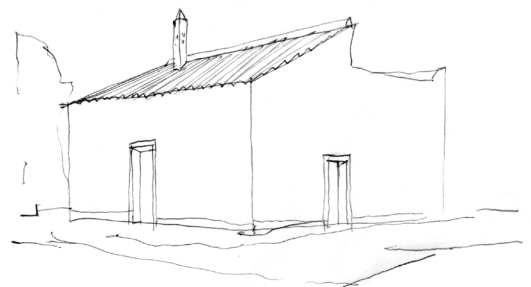
Estas “arquitecturas” tão distintas Ilustram duma forma clara a variedade de sistemas construtivos que as alvenarias resistentes alcançam, oferecendo condições excepcionais para a compreensão do processo de transformação de uma matéria-prima numa parede de alvenaria de uma casa rural.



Ilu. 73



Ilu. 74



Ilu. 75

A variedade paisagística resulta da associação entre uma grande diversidade geológica e climática que determina uma grande multiplicidade topográfica proporcionando ocupações muito distintas:

A diversidade geológica oferece uma grande variedade de matéria-prima, formando terrenos com topografias muito distintas mais ou menos protegidos das condições climáticas vindas tanto do mar como do interior da Península, factor que proporcionou diferentes ocupações adaptadas a civilizações tão distintas como a Celta ou a Árabe.

Esta diversidade geológica corresponde a uma grande variedade de matéria-prima consequência da sua localização relativamente ao promontório formado pela Meseta Ibérica. Situado no extremo ocidental da Península, Portugal assenta sobre três grandes unidades geológicas: no final do chamado Maciço Antigo e nas Orlas Sedimentares Ocidental e Meridional a que correspondem constituições geológicas muito diversas:²⁰ (Fig. 31)

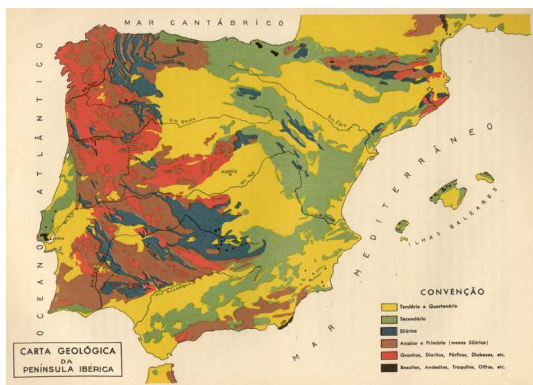


Fig. 31

Ao Maciço Antigo (que ocupa quase sete décimos do território) correspondem rochas metamórficas, eruptivas e sedimentares que oferecem uma grande variedade de matéria-prima excelente para a construção. Nas formações mais antigas, particularmente no interior do Alentejo e em Trás-os-Montes, encontram-se pedras muito duras como os gneisses, micaxistos, quartzitos e calcários metamórficos, pedras duras e difíceis de aparelhar para a construção. Na área restante do Maciço Antigo, Alto Alentejo, Minho e Beiras, encontram-se pedras de constituição mais branda como os granitos e os dioritos, com excelentes condições para aplicação na construção, em particular para paredes de alvenaria resistente.²¹

Nas zonas de transição entre o Maciço Antigo e as Orlas Sedimentares, e nos vales rasgados no Maciço Antigo, encontram-se rochas de constituição laminar, os xistos, ardósias e basaltos também usadas nas casas rurais.

Finalmente nas Orlas Ocidental e Meridional, na costa sul atlântica e algarvia, os terrenos são arenitos ou argilosos, próprios de zonas sedimentares e aluvionares, onde abundam vários tipos de calcário e grés.

A cada uma destas áreas correspondem topografias e paisagens diversas consequentes das suas características geológicas de cada região: às

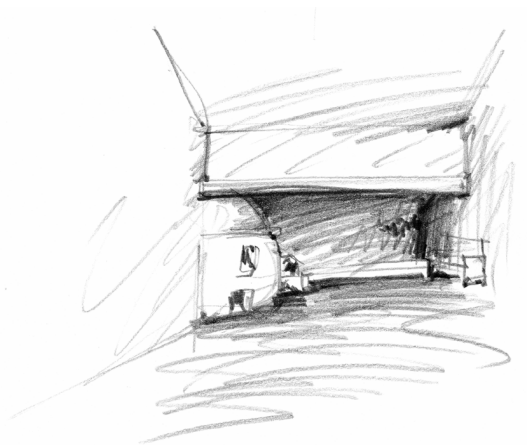
zonas das formações mais antigas do Maciço Antigo, paisagens áridas de pedra quase sem vegetação; à paisagem granítica, pedra de fácil sedimentação, paisagens rasgadas por amplos vales verdes; aos terrenos xistosos, paisagens cinzentas e agrestes, rasgadas pelas plantações; e aos terrenos argilosos do Alentejo, uma paisagem pautada por uma topografia suave.²¹

Por outro lado as influências climatéricas atlânticas e peninsulares, associadas às condições topográficas dos terrenos vão determinar as condições de fixação das povoações, ora procurando ou afastando-se do sol, dos ventos, das chuvas e do frio, ora procurando terras mais férteis e acessíveis, junto aos rios ou lagos e nas zonas mais protegidas. Talvez por estas razões exista uma maior concentração populacional no Norte do país em oposição ao sul quase deserto: no Minho as povoações dispersam-se pelas paisagens férteis banhadas pelas amenas brisas e chuvas atlânticas; em Trás-os-Montes e na Beira Interior as povoações escondem-se nas rochas dos vales rasgados dos ventos frios e secos do interior da Península; na Beira Litoral e Estremadura procuram os terrenos mais férteis dos estuários do Tejo e do Sado; a Sul, no Alentejo e no Algarve, concentram-se nos escassos montes, procurando fugir à secura estival do interior do deserto Andaluz.

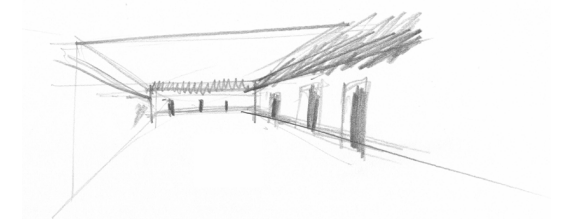
Da associação de todos os factores, geológicos, topográficos, climatéricos, que determinam a fixação de um povo, surge a Arquitectura Popular. Estes espaços construídos reflectem a sua história, crenças e tradições, através da forma como organizam os programas, definem as tipologias e concebem as formas das casas rurais.

No Minho as casas levantam-se do chão para fugir da água abundante das chuvas e aproveitar o calor dos animais; em Trás-os-Montes as pequenas casa bloco, distribuem-se à volta da lareira para aquecer todos os compartimentos (Ilu. 76); nas aldeias das Serras Beirãs as casas de xisto distribuem-se por pequenos volumes reflectindo o sentido de comunidade e a plasticidade que o xisto oferece; finalmente no Alentejo e no Algarve as casas distribuem-se ao redor do pátio onde se procuram as sombras e nas coberturas planas se armazena a escassa água da chuva. (Ilu. 77)

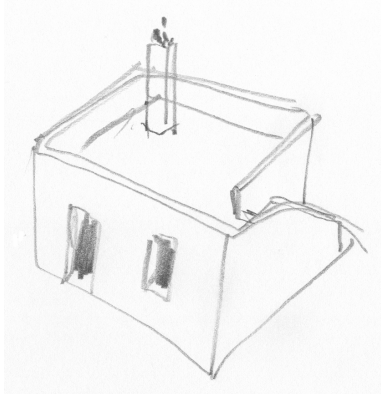
O método de construção destas casas demonstra o engenho do Homem em transformar e adaptar-se às condições naturais e à matéria-prima que



Ilu. 76



Ilu. 77



Ilu. 78

a Natureza lhe oferece: no Minho as casas são construídas com fortes paredes de alvenaria de granito donde se suspendem as solarengas varandas; em Trás-os-Montes as casas bloco construídas paredes-meias com as rochas reflectem a fusão do Homem na Natureza (Ilu. 79); nas Serras Beirãs as pequenas casas de xisto, confundem-se com o terreno, e no Alentejo com a terra argilosa construiu-se as paredes espessas de taipa ou adobe das casas pátio que se protegem do clima agreste. (Ilu. 78) Constrói-se em pedra ou em terra, inventando e reinventando sistemas e tradições para montar as paredes de alvenaria, utilizando a matéria-prima existente no local para dar forma ao edifício, para construir a arquitectura de cada lugar.

A distinção entre os vários sistemas de alvenarias resistentes faz-se pela origem e produção das unidades de alvenaria, se natural, a pedra, se artificial, o tijolo ou o adobe. A cada um deles correspondem métodos construtivos específicos que se adaptam às condições da matéria-prima utilizada. Estes métodos implicarão diferentes especificidades tanto na composição da parede de alvenaria como na concepção do edifício.

No caso dos sistemas tradicionais estas regras de composição, montagem e concepção foram sendo testadas ao longo de séculos pelas tradições que passaram de geração em geração, baseado num empirismo e cumplicidade que se foi estabelecendo entre o Homem e a Natureza. Foram-se encontrando regras e modos de fazer arquitectura que perduraram até hoje, servindo muitas vezes de alicerce para o conhecimento científico mais actual.

A leitura arquitectónica e construtiva das paredes de alvenaria resistente nas suas versões mais correntes na arquitectura popular, poderá dar resposta à questão levantada neste estudo:

“Como a matéria-prima determina a concepção arquitectónica?”

Para tal, neste capítulo será feita uma abordagem dos principais sistemas construtivos de alvenaria resistente usados na construção das casas rurais, procurando encontrar os aspectos que podem influenciar a concepção formal do edifício através da configuração da parede de alvenaria.

Numa primeira fase serão estudadas as matérias-primas existentes em Portugal para a construção em alvenaria resistente, quais as suas



Ilu. 79

características físicas e plásticas fundamentais para a concepção formal da parede.

Numa segunda fase serão estudados segundo uma perspectiva arquitectónica os sistemas construtivos tradicionais mais correntes. Aqui serão abordados os princípios construtivos de cada uma delas, quais as características fundamentais dos componentes de alvenaria, quais as regras de composição da alvenaria, desde o processo construtivo ao aparelho, as regras de composição da parede de alvenaria para finalmente entender quais as regras de composição arquitectónica que a composição da parede impõe.

Em cada uma destas partes serão feitos esquiços esquemáticos baseados ou na observação de alguns exemplares, ou na bibliografia apresentada que possam ilustrar os princípios enumerados apontando possíveis regras de composição arquitectónica de cada sistema.

4.3. A matéria-prima

A matéria-prima utilizada nas unidades de alvenaria tem na generalidade origem mineral, seja utilizada em bruto, no caso da alvenaria de pedra, seja produzida por uma mistura de minerais no caso da alvenaria artificial. Contudo nem todas as pedras podem ser utilizadas na construção de alvenaria resistente. A estabilidade da parede depende directamente das capacidades da matéria-prima utilizada, particularmente da sua resistência mecânica à compressão, da sua resistência mecânica a acções externas, como ventos, sismos, fogo, etc. e na durabilidade ao longo do tempo. Além disso as pedras utilizadas em paredes de alvenaria resistente devem facilitar a montagem da parede, uma boa trabalhabilidade na execução das unidades e que sejam compatíveis com as argamassas de ligação e com os rebocos que assentarão sobre a parede.²²

As rochas mais frequentemente utilizadas em Portugal na construção das casas rurais são as rochas eruptivas, de origem vulcânica e as sedimentares resultantes da sedimentação das areias marinhas.

4.3.1. Rochas eruptivas

Das rochas eruptivas utilizadas em paredes de alvenaria resistente destacam-se os granitos e os xistos. São pedras com uma estrutura geológica muito consistente com um elevado grau de dureza, ótimas para satisfazer as solicitações impostas às unidades de parede de alvenaria.

4.3.1.1. Granito

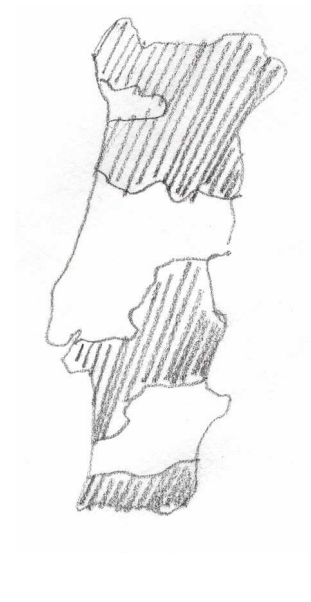
Encontram-se principalmente na zona norte do país, no alto Alentejo e no Algarve. (Il. 80)

O granito é um material isotrópico, isto é, tem resistência idêntica em todas as direcções. Esta propriedade oferece às unidades de alvenaria um excelente comportamento mecânico no conjunto da parede, o que possibilita a utilização de grandes blocos e garante que mesmo depois de talhados não percam as suas características principais. (Il. 81)

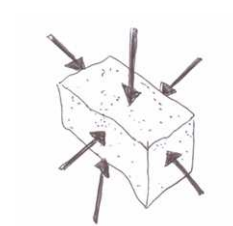
A sua estrutura densa à base de cristais, micas e quartzos faz com que estas paredes tenham uma grande inércia térmica, o que garante uma estabilidade higrotérmica no interior do edifício e uma boa resistência à compressão, tanto na estruturação da parede, como no suporte dos restantes elementos construtivos.

Como existe uma numerosa variedade de granitos em Portugal, deve-se procurar que as pedras utilizadas nas paredes de alvenaria resistente garantam alguns dos seguintes parâmetros ³²:

Massa específica (Kg/m ³)	aparente 2600 a 2800	absoluta 2620 a 2850
Porosidade total (%)	0,4 a 1,5	
Absorção de água (%) DIN 52103	em relação ao peso 0,2 a 0,5	em relação ao volume 0,4 a 1,4
Resistência à compressão (MPa)	160 a 240	
Resistência à tracção na flexão (MPa)	10 a 20	



Il. 80



Il. 81

4.3.1.2. Xisto e Ardósia

Os xistos encontram-se nas zonas de transição dos terrenos graníticos do Maciço Antigo para os terrenos arenitos das Orlas Marítimas, nomeadamente no Douro e Alentejo. (Il. 82)

A sua estrutura geológica é, ao contrário do granito, estratificada segundo uma composição laminar, é por isso um material anisotrópico, isto é, tem resistências à compressão muito diferentes nas duas direcções principais. (Il. 83)

Esta característica é determinante na sua aplicação nas paredes de alvenaria resistente, pois além das pedras não poderem ser demasiado grandes, devem ser sempre colocadas segundo o leito horizontal, o que determina a inequívoca plasticidade da parede de alvenaria.

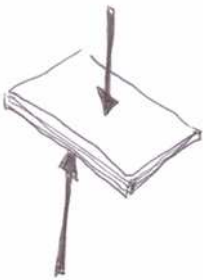
No entanto esta composição estratificada torna as pedras muito impermeáveis, sendo vulgar até à sua utilização como revestimento de coberturas.

Para o xisto ser utilizado numa parede de alvenaria resistente deve obedecer aos seguintes parâmetros ³²:

Massa específica (Kg/m ³)	aparente 2700 a 2800	absoluta 2820 a 2900
Porosidade total (%)	1,6 a 2,5	
Absorção de água (%)	em relação ao peso 0,5 a 0,6	em relação ao volume 1,4 a 1,8
DIN 52103		
Resistência à compressão (MPa)		
Resistência à tracção na flexão (MPa)	50 a 80	



Il. 82



Il. 83

4.3.2. Rochas Sedimentares

A consistência das rochas sedimentares varia muito de pedra para pedra e nem todas têm as condições necessárias para serem utilizadas em alvenaria resistente, ou por não cumprir em os requisitos mecânicos necessários ou mesmo por serem demasiado dispendiosas para serem utilizadas na constituição da parede como por exemplo os mármore. Para as paredes de alvenaria resistente, as mais correntes são os calcários e alguns arenitos, como o grés.²³

4.3.2.1. Calcários e arenitos

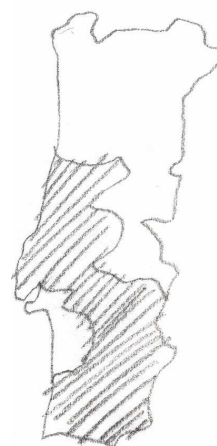
O calcário tem uma característica que se apresenta positiva e negativa na sua aplicação na construção das paredes de alvenaria resistente. Positiva porque como é uma pedra mole é facilmente talhada e negativa porque sendo mole torna-a muito débil em relação aos agentes externos, como o clima, humidade e mesmo o desgaste pelo tempo. Por essa razão nas alvenarias resistentes de calcário a argamassa tem um papel fundamental, devendo ser elaborada com um cuidado especial no que se refere não só à sua absorção pela pedra como na própria protecção da parede.

Os calcários utilizados como unidades de alvenaria em paredes resistentes são do tipo calcário compacto e devem obedecer às seguintes especificações³²:

Massa específica (Kg/m ³)	aparente 2650 a 2850	absoluta 2700 a 2900
Porosidade total (%)	0,5 a 2,0	
Absorção de água (%)	em relação ao peso 0,2 a 0,6	em relação ao volume 0,4 a 1,8
DIN 52103		
Resistência à compressão (MPa)	80 a 180	
Resistência à tracção na flexão (MPa)	6 a 15	

O arenito mais vulgarmente utilizado na construção de alvenarias resistentes em Portugal é o grés, em particular na zona do Algarve como por exemplo o Castelo de Silves.

A sua constituição baseia-se numa estrutura granular formada essencialmente por grãos de areia travados por um cimento argiloso ou calço, muito susceptível à presença da água. Por esta razão é apenas utilizada em climas e terrenos muito secos.



llu. 84

As considerações que devem ser tomadas para a sua aplicação em paredes de alvenaria resistente deve ter em atenção:

-o grau de dureza deste tipo de pedra é tanto maior quanto maior for a quantidade de elementos silíceos da areia e quanto menos estratificada for.²³

-como esta pedra tem um fraco comportamento no que refere a esforços de flexão as pedras devem ser de dimensões reduzidas.

O arenito deve preferencialmente ser do tipo silicioso e as suas características devem obedecer aos seguintes valores de referência³²:

Massa específica (Kg/m ³)	aparente 2600 a 2650	absoluta 2640 a 2680
Porosidade total (%)	0,4 a 2,0	
Absorção de água (%)	em relação ao peso 0,2 a 0,5	em relação ao volume 0,4 a 1,3
DIN 52103		
Resistência à compressão (MPa)	120 a 20	
Resistência à tracção na flexão (MPa)	12 a 20	



Ilu. 85

4.4. Alvenaria de pedra ^{3, 23, 24, 22}

Dos sistemas tradicionais de construção em alvenaria resistente a alvenaria de pedra é o que mais perdurou em quase todas as civilizações, talvez pela longevidade que a pedra oferece à parede e consequentemente ao edifício. As pirâmides do Egípto mantêm a sua estrutura pétreo ou mesmo as construções mais primitivas com pedra sobre pedra estão ainda hoje intactas. Na sua evolução até à actualidade foi-se aprimorando a forma de trabalhar a pedra para minimizar o trabalho e facilitar a montagem da parede, tirando partido das capacidades plásticas do material.

Foi na construção do vasto império romano que a pedra foi sobejamente utilizada, ainda hoje a composição do aparelho das paredes de pedra obedece à tecnologia romana, o *opus incertus*, *opus cimenticius*, etc. E são ainda as regras da estereotomia romana que sustentam a composição actual. (Fig. 29)

Cada matéria-prima, cada aparelho e cada tecnologia oferecem características plásticas muito distintas, seja pela cor da pedra, pela sua textura ou pela estereotomia da parede. Estes factores são determinados pelas características mecânicas e plásticas da pedra utilizada: quando é possível talhar a pedra utiliza-se a alvenaria de pedra aparelhada; quando a pedra é de constituição estratificada ou de dimensões variáveis, a alvenaria ordinária, e finalmente quando as pedras têm dimensões

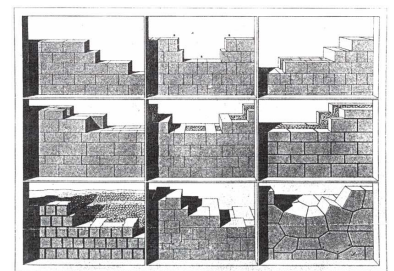


Fig.. 29

irregulares e não se utiliza sequer argamassa para consolidar a parede, a alvenaria seca.

Evidentemente que nem todos os tipos de pedras podem ser utilizadas em todos os sistemas, deve ser feita uma ponderação entre as características das pedras e as exigências construtivas de cada tecnologia. O xisto, por exemplo, não é aplicado em alvenaria de pedra aparelhada, pois como é de composição laminar é difícil de talhar em blocos de grandes dimensões.

Como as características da pedra variam bastante com a sua origem, deve-se ter em atenção a argamassa utilizada, de forma a que a sua constituição esteja perfeitamente adaptada ao tipo de pedra, principalmente no que se refere ao grau de porosidade das unidades e à compatibilidade química entre os componentes da argamassa e da pedra utilizada.



Il. 86

4.4.1. Alvenaria de pedra seca ou alvenaria insossa

Este é talvez o sistema de alvenaria resistente mais antigo e o mais elementar, o precursor dos restantes sistemas construtivos.

Foi o método adoptado nas construções celtas, romanas das regiões montanhosas do Douro, Trás-os-Montes e nas serras alentejanas e Beirãs. Ainda hoje é muito comum nessas regiões na construção muraria, ou mesmo na construção de paredes exteriores em granito e em xisto.

Denomina-se seca pela ausência de argamassa na consolidação da parede. As unidades são consolidadas com o auxílio de elementos menores, os escassilhos.

As pedras, de dimensões variáveis, encaixam-se entre si ou são travadas por elementos menores, os escassilhos. Quando se trata de alvenarias resistentes esta aparente simplicidade construtiva exige um maior rigor tanto na selecção das pedras como na montagem da parede.

As pedras como vão estar aparentes devem ser cuidadosamente escolhidas, além de terem uma boa aparência no que se refere à sua cor, textura, devem também ter uma constituição estabilizada não apresentando organismos estranhos tais como algas, escorrências ou fissuras. As que apresentam melhores condições para este sistema, seja pela sua dureza e estabilidade do trabalho da pedra são o granito e o xisto.

Em geral as pedras, não muito grandes, são apenas ligeiramente talhadas para permitirem um bom assentamento, nas pedras de constituição mais débil deve-se ter em atenção o dimensionamento da unidade, o comprimento deve ser inferior a 4 ou 5 vezes a sua altura.

Esta montagem “por encaixe” vai determinar a formalização da parede, tanto no que se refere à sua forma e dimensões, como à estereotomia



Il. 87



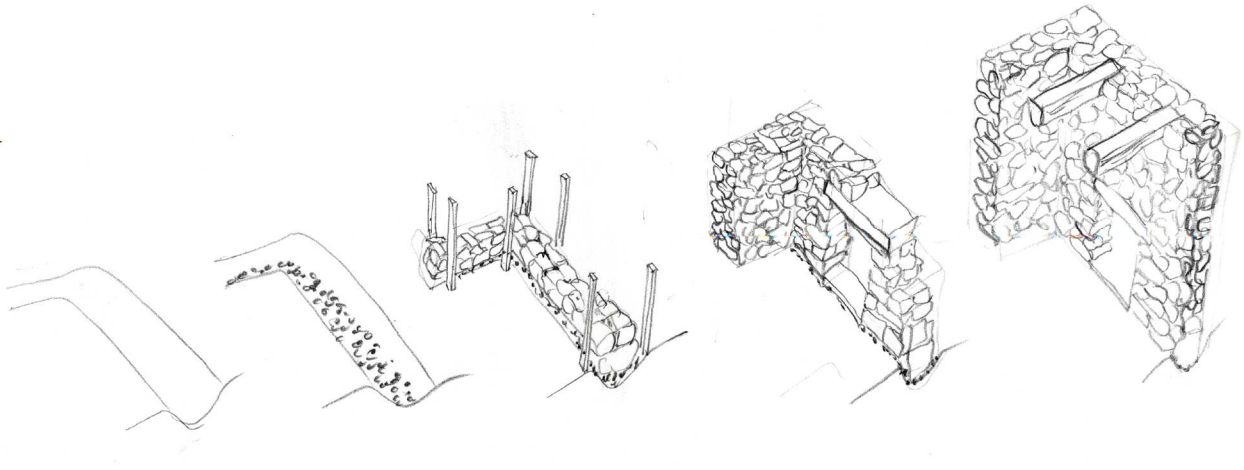
Ilu. 88

pois o tamanho e forma das pedras utilizadas é que irão caracterizar a parede.

A composição do aparelho dependerá da sensibilidade de quem a constrói, será assim consequência do conhecimento empírico e dos legados deixados pelas várias gerações do tipo de unidade utilizada (Ilu. 88) É pois difícil com esta tecnologia desenhar previamente a estereotomia da parede, mas existem no entanto uma série de regras elementares para o aparelhamento da parede que poderão determinar a sua concepção formal.

Antes de mais é importante saber que para garantir a união das pedras, tanto vertical como horizontalmente, as pedras devem ser colocadas segundo o seu leito natural bem encaixadas entre si ou travadas pelos escassilhos, devendo evitar-se que as fiadas fiquem perfeitamente horizontais. Quando as paredes são espessas, no caso das alvenarias resistentes, é essencial intercalar perpianhos nas fiadas para unir as duas faces da parede.

Assim, o controlo do desenho da parede, isto é, da estereotomia, só pode ser meramente orientador, pois é durante a construção que se vai percebendo quais as pedras que se devem utilizar de forma a estabilizar a parede.

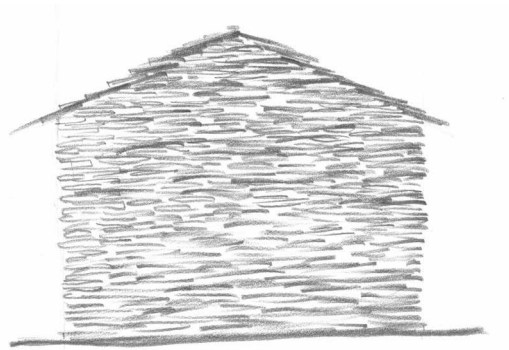


Il. 89

4.4.1.1. Sequência de montagem ²²

O conhecimento da sequência de montagem da parede pode no entanto ajudar a entender o processo construtivo relativo a esta tecnologia, oferecendo assim pistas para a concepção formal da parede e do edifício. Tradicionalmente a sequência de montagem adoptada é a seguinte: (Il. 89)

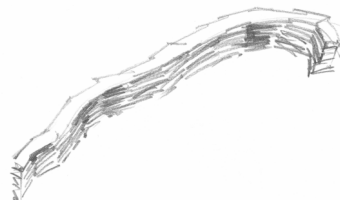
1. Escolher as pedras considerando a sua forma e dimensão;
2. Abrir uma vala com a largura da parede no pavimento, deixando uma folga lateral de 10 cm em ambos os lados;
3. A profundidade dessa vala deve ser pelo menos igual a 1/5 da altura da parede;
4. Fazer uma regularização com uma argamassa de cal e barro para fortalecer a ligação entre a pedra e o terreno;
5. Encher a vala com enrocamento compacto;
6. Colocar as primeiras pedras perpendicularmente à direcção da parede;
7. Levantar a parede com o auxílio do fio-de-prumo, do esquadro e duma régua de nível;
8. Rachear a parede, isto é, colocar escassilhos entre as pedras maiores;
9. Colocar vigas de madeira ou de pedra para orlar os vãos;
10. Encaixar as vigas nas paredes durante a sua construção.



Ilu. 90

4.4.1.2. Regras de composição

A constituição das paredes com pedras de dimensões variáveis permite uma maior liberdade no que se refere à configuração da parede, tanto na sua forma como na estereotomia. (Ilu. 91)



Ilu. 91



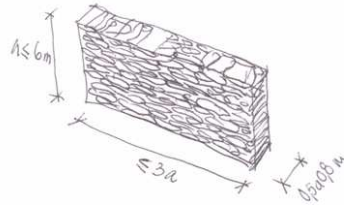
Ilu. 92

Daqui podem resultar formas de paredes bastante orgânicas. A montagem da parede com unidades de pequenas dimensões favorece estas formas menos rígidas que se vão adaptando ao terreno e mesmo a rochas aí existentes. Vejam-se as formas orgânicas das casas de xisto ou as casas transmontanas de granito adoçadas ao terreno. (Ilu. 92)

No entanto esta aparente liberdade formal da parede de alvenaria é condicionada pela debilidade construtiva que lhe é característica o que impõe limitações na concepção do edifício.

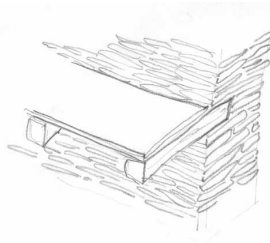
No desenvolvimento da parede deve-se ter em atenção os pontos críticos em contacto com o solo, com a cobertura e com elementos salientes como alpendres ou cobertos.

Como é uma montagem mais ou menos débil, a parede deve ter uma espessura compreendida entre os 50 e os 80 cm não ultrapassando os 6 m de altura, e o pano de parede não deve ultrapassar uma proporção aproximada a um rectângulo de 1 para 3. (Il. 93)



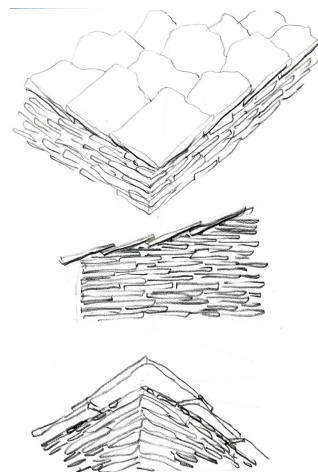
Il. 93

Na sua fundação devem ser colocadas pedras maiores para fazer a base da parede. Essas pedras poderão preconizar um embasamento do mesmo ou de outro material, é comum ver-se paredes de xisto com um soco de granito. (Il. 95)

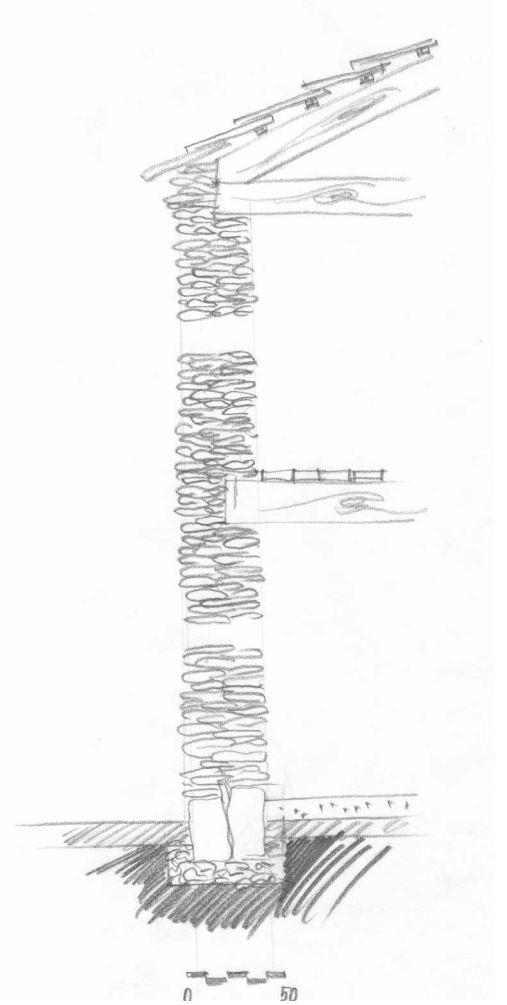


Il. 94

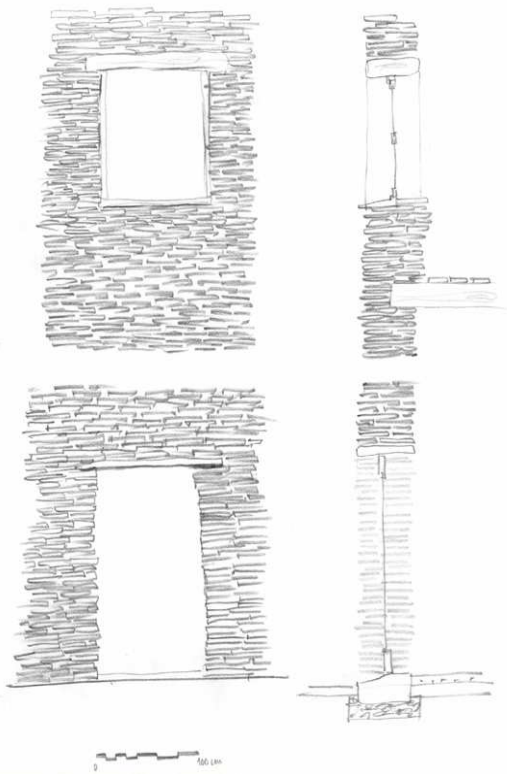
Os elementos salientes da parede como varandas ou telheiros devem ter um balanço relativamente pequeno, pois a parede não tem constituição capaz de aguentar consolas de grandes dimensões. A estrutura destes elementos, habitualmente em madeira, não tem balanços superiores a 80 ou 90 cm e são colocadas durante a execução da parede presa por escassilhos para que fiquem perfeitamente encastrados no conjunto da parede. (Il. 94)



Il. 96



Il. 95



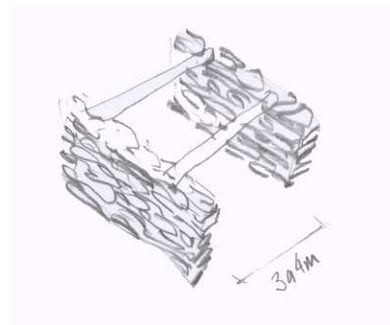
Ilu. 97

No remate superior da parede deve ser feita uma protecção redobrada relativamente à estanquidade à água e à sua consolidação com a estrutura da cobertura. Para isso são colocadas no topo da parede lajetas maiores, assentes em argamassa hidrófuga e as vigas da cobertura colocadas durante a execução da parede, travadas por escassilhos. (Il. 96)

Na concepção da parede é fundamental entender de que forma podem ser distribuídas as aberturas. Deve-se antes de mais entender que capacidades as unidades apresentam para realizar os vãos. Como se utilizam pedras relativamente pequenas, é necessário recorrer a elementos de maiores dimensões para executar as aberturas, como por exemplo a cantaria de granito ou em algumas situações mais raras a madeira. (Il. 97)

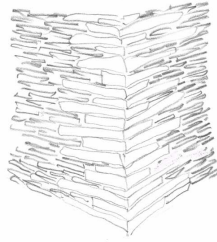
Nas paredes de xisto por exemplo, para se obter aberturas maiores que 80 ou 90 cm recorre-se a outros materiais para fazer a padieira, como granito ou madeira, pois as lajetas de xisto não apresentam condições de estabilidade suficiente para funcionar como uma viga com dimensões maiores.

Nas janelas é comum fazer-se a sua base com pedras maiores colocadas verticalmente para poder suportar melhor os esforços. A distribuição das aberturas na fachada deve-se seguir as recomendações estabelecidas anteriormente, para evitar a desmassificação da parede.



Il. 98

Na concepção formal e espacial do edifício é importante também entender as capacidades do material que compõe a unidade e como se realiza a estrutura horizontal, pois irá determinar os afastamentos das paredes portantes, isto é, o módulo formal do edifício. Como as paredes não suportam pesos demasiado elevados não podem ser usadas grandes vigas o que impõe módulos relativamente pequenos entre 3 a 4 m. (Il. 98)



Ilu. 99

Nas esquinas, no cruzamento das paredes e nos seus extremos utilizam-se as pedras maiores e mais regulares para garantir o travamento do edifício. (Ilu. 99)

Esses remates são muitas vezes executados com outros materiais, é muito comum encontrar paredes de xisto com os cunhais em granito muitas vezes até aparelhados.

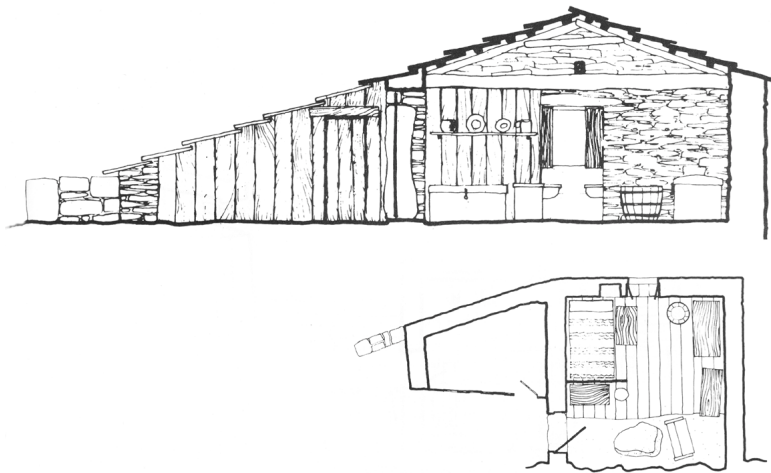
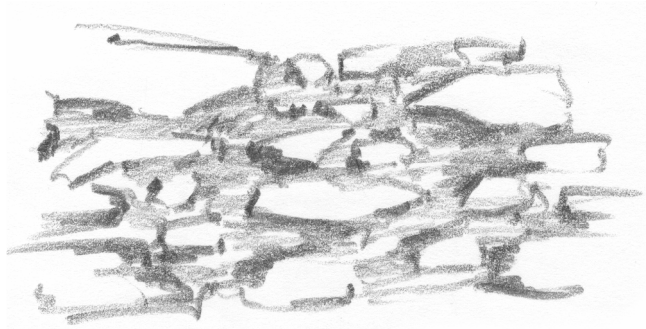


Fig.. 30

As especificidades inerentes a este sistema, não permitem assim edifícios com grandes dimensões, particularmente no que se refere aos vãos entre paredes de suporte, mas estas limitações, fazem com que a procura de apoios nas paredes resistentes crie formas que espontaneamente se vão adaptando ao terreno tentando tirar dele a estabilidade necessária. Os edifícios adquirem assim formas com grande organicidade. (Fig. 30)



llu. 100

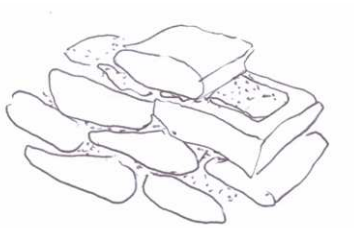
4.4.2. Alvenaria ordinária

A maior parte das construções rurais de alvenaria de pedra são construídas em alvenaria ordinária, pois é o que oferece melhores relações entre facilidade de execução, rentabilidade do material e desempenho da parede.

As paredes de alvenaria são compostas por pedras de dimensões variadas consolidadas por uma argamassa de ligação.

A introdução da argamassa permite por um lado executar a parede duma forma mais expedita, pois os vazios entre as pedras são colmatados com a argamassa, oferecendo à parede uma maior solidarização e mais resistência, permitindo vãos maiores entre paredes e paredes menos espessas. Assim a argamassa e as juntas entre as pedras passam a ser mais um elemento de composição. Antes de mais é fundamental que a argamassa seja perfeitamente compatível com a pedra utilizada e com o aspecto final que se pretende e quando se utilizam pedras rígidas, como granito ou xisto, essa argamassa de ligação é muitas vezes assumida no aspecto final da parede, em situações de pedras moles como alguns calcários e arenitos a parede deve ser rebocada.

A constituição da argamassa é nas situações mais tradicionais composta por barro ou cal para a tornar consistente. Nas situações em que a parede está sujeita a humidades é utilizada argamassa hidráulica. No caso do xisto, como é uma pedra impermeável, a argamassa deve ter uma elevada capacidade de retenção de água, deve ser mais seca e com alguma textura para evitar o deslizamento das unidades durante o assentamento. Para isso é comum introduzir no traço da argamassa mais cal, mais areias finas ou introduzir mais ar.



llu. 101

No caso da alvenaria aparente deve-se ter algum cuidado na aplicação da argamassa e na definição da junta, se é contínua ou refundida isto é, se está à face ou se tem alguma profundidade. (Ilu. 102)

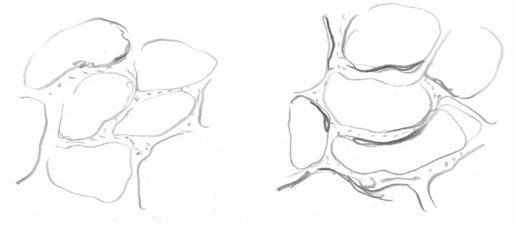
Os cuidados na selecção das pedras é semelhante ao da alvenaria seca, deve-se procurar que tenham uma forma aproximadamente horizontal, podendo para isso ser ligeiramente moldadas para que tenha pelo menos duas faces paralelas.

O melhor dimensionamento dessas lajetas varia evidentemente com as pedras: para as pedras moles, como o grés, devem ter uma proporção de 1/1; para as estratificadas, como o xisto, a proporção deve ser de 1/5 e para as eruptivas como o granito pode ser de 1/10. Como estas pedras são transportadas à mão, o factor peso será também determinante para as dimensões de pedra utilizada.

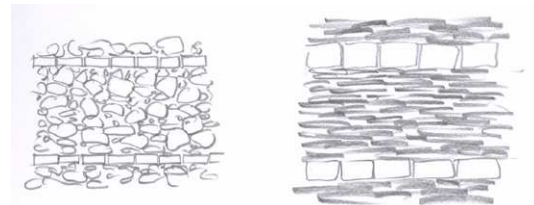
Para oferecer maior estabilidade à parede as pedras devem ser colocadas preferencialmente segundo o seu leito natural evitando grandes vazios entre elas. Os vazios que subsistirem devem ser preenchidos com pedras de pequenas dimensões, os escassilhos, ou mesmo com lascas de tijolos envoltos em argamassa. Isto facilita o aparelho da parede, pois é esta que colmata os vazios entre as unidades e faz a ligação entre eles.

Como estas paredes são constituídas por pedras de várias dimensões (o que pode afectar a integridade da parede) e podem adquirir alturas consideráveis, colocam-se em fiadas de nivelamento de 1,5 m em 1,5 m de perpianhos para unir as duas faces da parede. Muitas vezes essas fiadas são realizadas com outro material, numa parede de xisto podem ser de granito, numa parede de calcário podem ser de tijolo. (Ilu. 103)

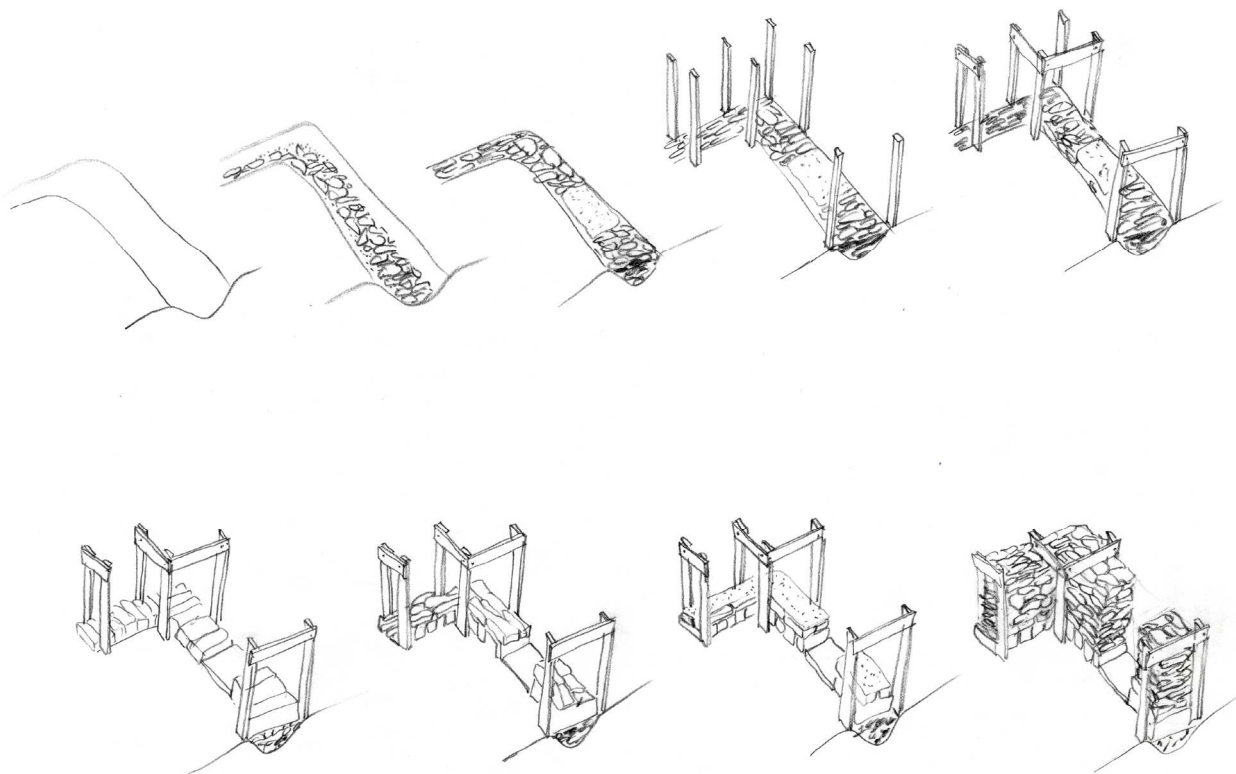
Este factor determinará assim uma métrica compositiva no desenho da fachada seja na sua estereotomia seja na abertura dos vãos.



Ilu. 102



Ilu. 103

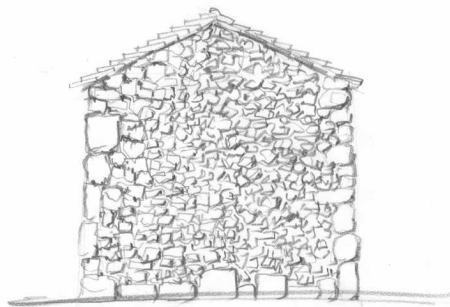


Ilu. 104

4.4.2.1. Sequência de montagem ²²

Para entender a sua constituição deve-se antes de mais entender a sua sequência de montagem da parede: (Ilu. 104)

1. Abrem-se os caboucos;
2. Enchem-se com alvenaria envolta em argamassa hidrófuga até atingir o nível do terreno, estabelecendo o ensoleiramento;
3. Marcam-se os vãos com o riscador sobre as lajes ou espalhando uma pequena porção de argamassa;
4. Colocam-se fasquias verticais para controlar a verticalidade da parede;
5. Sobre as fasquias colocam-se as cruzetas para delimitar a espessura da parede;
6. Executa-se a base da parede com pedras maiores dispostas com a maior dimensão perpendicularmente à direcção da parede, colocando-as de uma forma estável;
7. Executa-se a parede colocando as pedras com a sua maior dimensão no sentido horizontal;
8. Depois de humedecer as pedras coloca-se uma camada de argamassa, retirando a excedente;
9. Chegando à altura das faixas, a parede deve ser nivelada horizontalmente, o meio-fio.

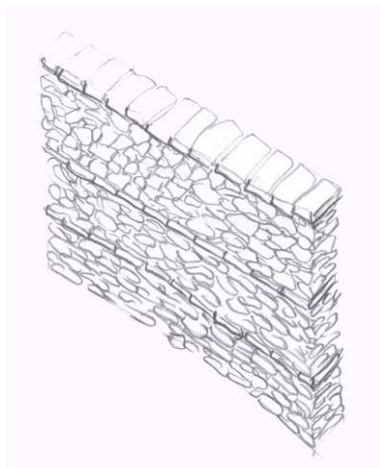


Ilu. 105

4.4.2.2. Regras de composição arquitectónica

A introdução da argamassa de ligação no aparelho da alvenaria ordinária oferece à parede uma constituição mais coesa o que permite também formas orgânicas e com maiores dimensões. Como a parede está mais consolidada pode ter espessuras menores (a partir de 40 cm) com uma boa capacidade resistente, e a travação oferecida pelas fiadas de perpianhos de 1,5 permite atingir alturas maiores.

Estas fiadas vão estabelecer as regras de composição da estereotomia. Muitas vezes é utilizado um material diferente para reforçar esta composição, em paredes de granito é comum ter fiadas de xisto ou mesmo de tijolo. (Ilu. 106)



Ilu. 106

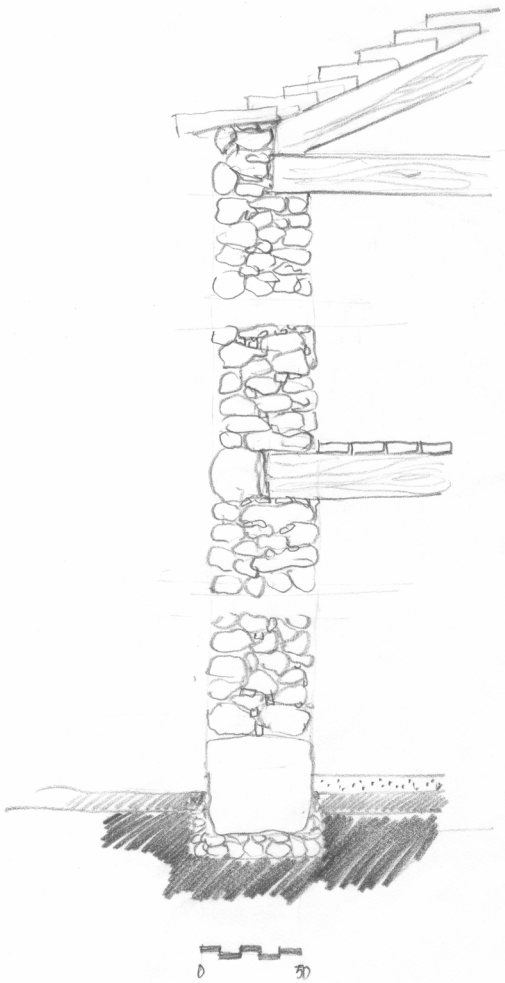
Estes princípios permitem uma maior liberdade formal na concepção do edifício, como as paredes são mais fortes, aguentam cargas maiores das estruturas horizontais o que permite maiores vãos entre as paredes resistentes.

Prova disso são as construções deixadas pelos romanos e a forma como eles foram explorando esta tecnologia, pois garantida que estava a coesão das unidades, houve espaço para descobrir que por exemplo o arco aumentaria as aberturas nas paredes sem afectar a sua coesão.

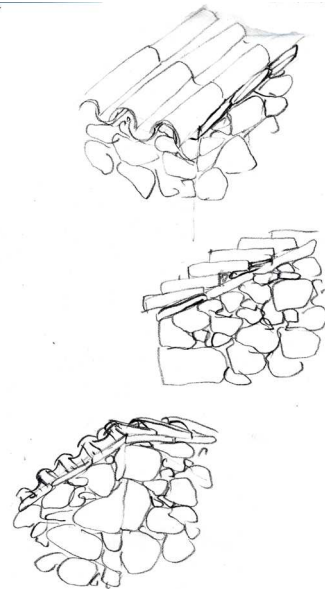
As várias composições da estereotomia da alvenaria ordinária foram precisamente deixadas pelos romanos, cada uma delas é adaptada ou conseqüente da pedra usada, da forma das pedras e da função e localização da parede no edifício, o já referido *opus incertus*.

Relativamente ao desenvolvimento da parede deve-se ter em atenção os pontos críticos. A fundação deve preferencialmente ser realizada com uma pedra que realize também o embasamento da parede.

Seguindo o princípio de unificação construtiva, as estruturas de suporte da cobertura, dos pisos e dos elementos salientes devem ser introduzidas na parede ainda durante a construção com a ajuda de escassilhos. Nalguns casos já se encontram varandas compostas por lajes de pedra em consola consolidadas na parede. (Il. 108)

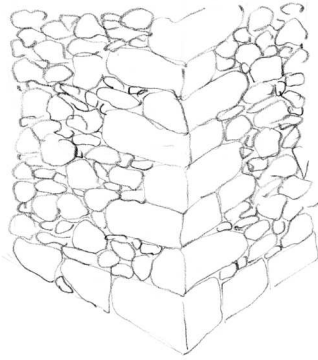


Il. 108



Il. 107

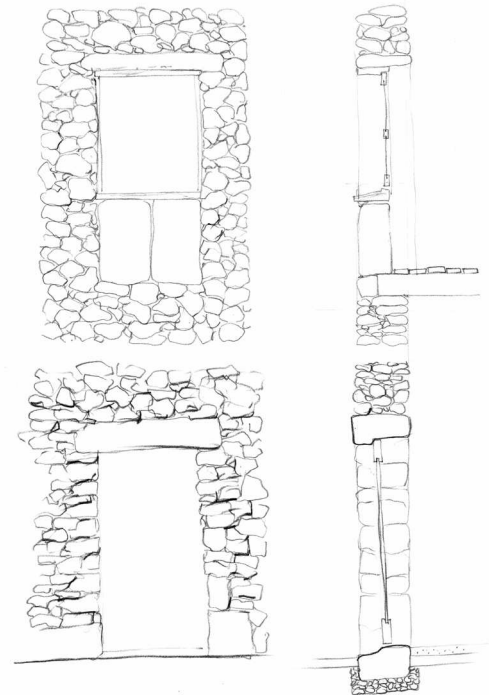
O topo superior da parede deve ser especialmente cuidado, protegendo-se da água, através da colocação de argamassa hidrófuga e cobrindo-se com o material de revestimento da cobertura, telhas ou lajetas de pedra e na consolidação com a estrutura horizontal. (Il. 107)



Ilu. 109

Tal como nas fiadas, nos cunhais podem-se juntar materiais distintos, é comum encontrar paredes de alvenaria que misturem materiais distintos, não só tipos de pedras, xisto com granito ou mesmo calcário com tijolo. Nos cunhais são utilizadas pedras de cantaria quer se trate de alvenaria de granito, xisto ou mesmo o calcário. (Ilu. 109)

O desenho da fachada, embora não possa descurar a desmassificação da parede, pode ter uma maior liberdade compositiva na distribuição dos vãos. As aberturas são realizadas ou por peças de cantaria ou então por arcos que permitem, com a utilização de peças pequenas, executar vãos maiores. (Ilu. 110)



Ilu. 110

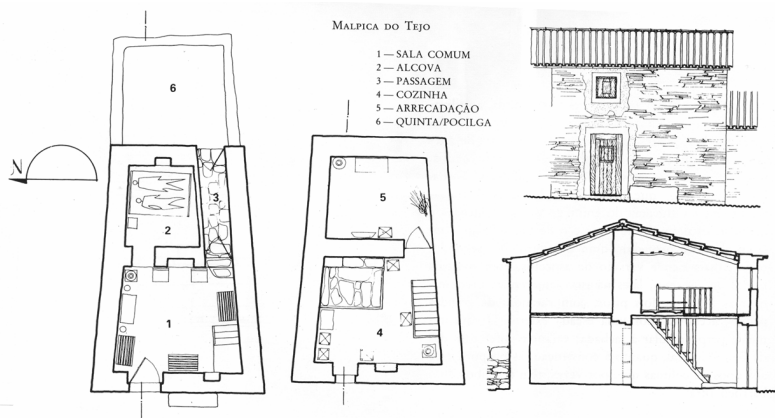
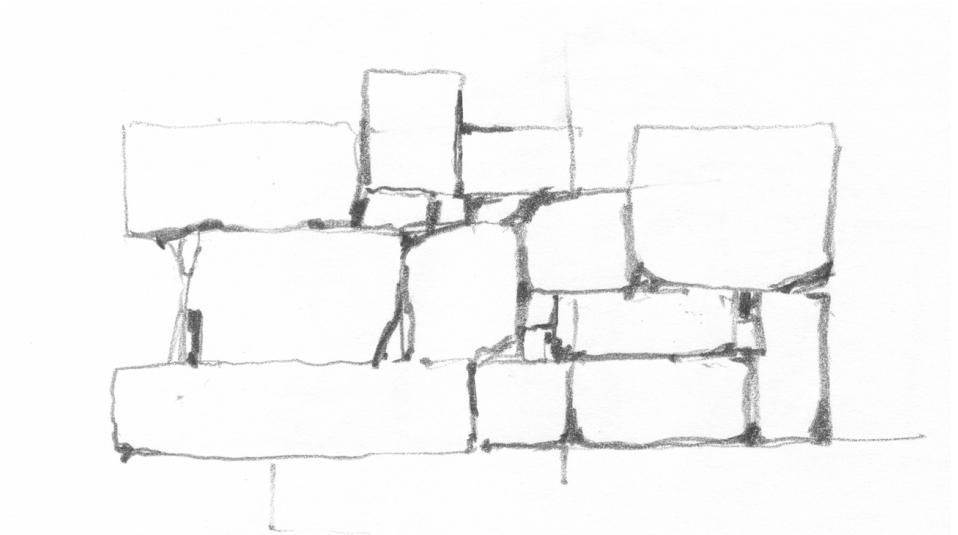


fig. 31

A estabilização que a argamassa oferece à parede permite, tal como foi referido, que a parede possa alcançar maiores dimensões, tanto em altura como em comprimento, oferecendo assim maior liberdade formal na concepção do edifício. O edifício pode facilmente ter mais de um piso e a distância entre alas pode ser maior, pois têm mais capacidade resistente e oferecem assim ao edifício uma maior liberdade formal. (Fig. 31)



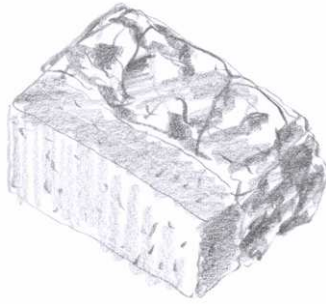
llu. 111

4.4.3. Alvenaria de pedra aparelhada

A alvenaria de pedra aparelhada distingue-se das restantes alvenarias de pedra pela forma como são trabalhadas as unidades. Os blocos de pedra são talhadas pelo menos nas faces que ficam à vista e na parede são solidarizadas por uma argamassa de ligação.

Esta tecnologia é frequente nas zonas onde a pedra é abundante pois as pedras são transportadas para o local com as dimensões aproximadas à forma que se pretende.

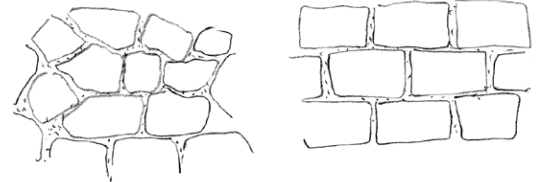
No entanto apenas no Minho e em Trás-os-Montes se construíam as casas rurais com esta tecnologia, pois era esta a tecnologia que reunia as melhores condições na relação recurso/viabilidade construtiva/desempenho de edifício. Ao contrário, nas regiões beirãs, onde existe bastante calcário, não era esta a tecnologia eleita pois a construção em terra e mesmo em tijolo apresentavam-se como soluções mais viáveis, envolvendo menos mão-de-obra, menos recursos e as mais adaptadas às condições climáticas menos agrestes. A alvenaria de calcário aparelhada utilizava-se em casas apalaçadas. Apenas as casas apalaçadas utilizavam a alvenaria de calcário aparelhada para a construção de paredes resistentes.



llu. 112

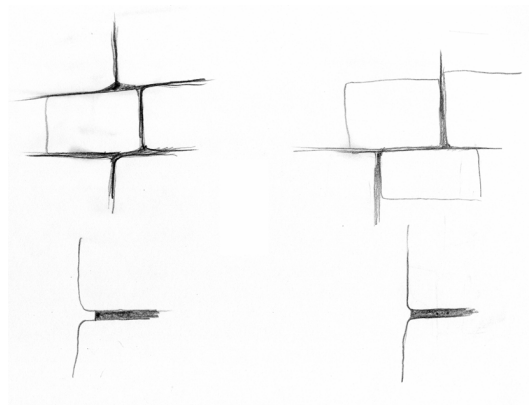
A pedra ideal para esta tecnologia deve permitir o aparelhamento em todas as direcções sem perder as suas características, como o granito ou o calcário. Normalmente o aparelhamento da pedra é feito nas faces que ficam à vista e nas faces contíguas até uma profundidade de 12 a 15 cm. (llu. 112)

A forma como a pedra é talhada, o dimensionamento das pedras e a definição da junta são determinantes na concepção formal da parede de alvenaria. A textura, cor e volumetria de cada uma delas no conjunto da parede irá caracterizar a parede.



llu. 113

Na construção das casas rurais portuguesas são comuns, o aparelho rústico e o regular ou bujardão. No primeiro as pedras têm uma forma poligonal irregular e no bujardão têm uma forma paralelipipédica. Em ambos os casos é muito importante a relação de proporção que estabelecem, devendo por isso a dimensão das pedras ser múltipla entre si. (llu. 113)



llu. 114

No estabelecimento da junta deve-se antes de mais definir o objectivo formal da parede, se a junta é contínua ou descontínua, pois isso irá afectar a formalização da parede, em ambos os casos a sua espessura deverá estar compreendida entre 4 a 30 mm. No desenho da junta deve-

se ter cuidado em não alinhar juntas verticais por mais de três fiadas, garantir a perpendicularidade entre as juntas verticais e horizontais. (Ilustração 114)

A argamassa utilizada nas paredes de alvenaria resistente é uma argamassa comum do tipo ordinária, adaptada às características da pedra. Em situações de presença constante de humidade, nas paredes enterradas por exemplo, é frequente a utilização de argamassa hidráulica. No aparelhamento da parede devem ser tomados também alguns cuidados para garantir a estabilidade da alvenaria, para isso devem ser colocados perpianhos a cada duas pedras colocadas longitudinalmente ou alternar uma fiada de pedras colocada longitudinalmente por uma fiada de perpianhos. (Ilustração 115)

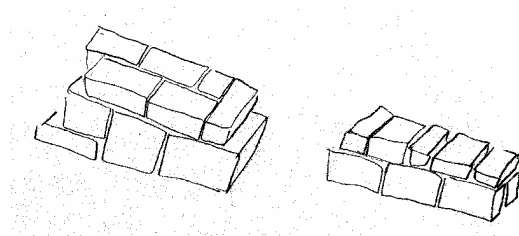
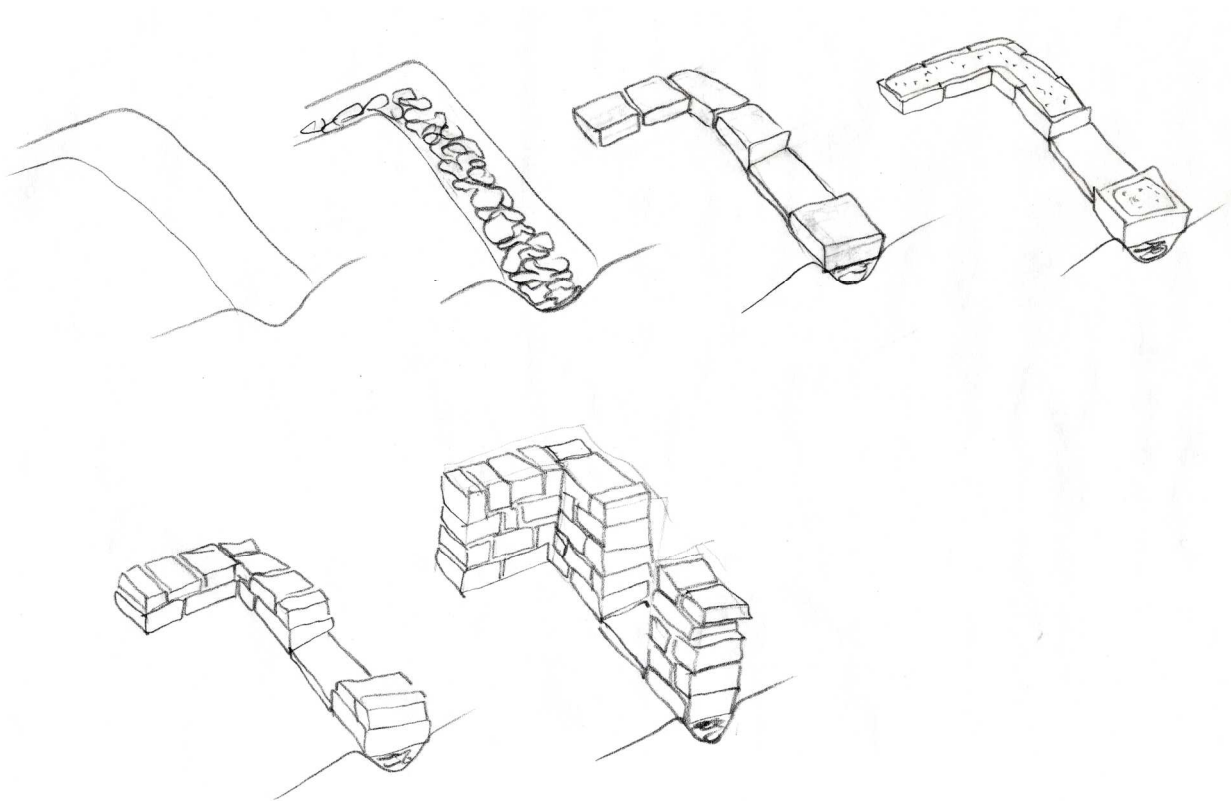


Ilustração 115

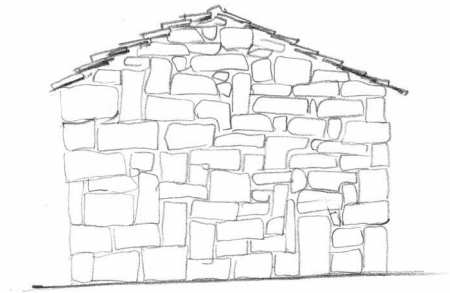


llu. 116

4.4.3.1. Sequência de montagem ²²

Depois de estudada a melhor composição transportam-se as pedras em bruto para a obra e dá-se início à montagem da parede segundo a seguinte ordem: (llu. 116)

1. Abrem-se os caboucos.
2. Enchem-se com alvenaria até atingirem o nível do terreno, estabelecendo o ensoleiramento;
3. Encontrada a cota de ensoleiramento deve ser construída a primeira faixa assente numa argamassa hidrófuga;
4. Marcam-se os vãos com o riscador sobre as lajes ou espalhando uma pequena porção de argamassa;
5. Inicia-se a montagem da alvenaria, colocando as pedras maiores na base;
6. Cobre-se com uma camada de argamassa;
7. Coloca-se outra fiada;
8. Bate-se com o maço até que saia o excedente de argamassa;
9. Tomam-se as juntas seguindo o contorno da unidade.



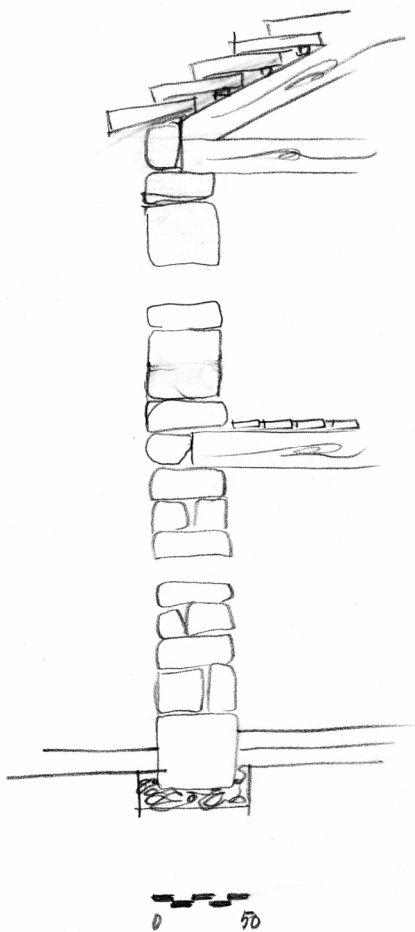
llu. 117

4.4.3.2. Regras de composição arquitectónica

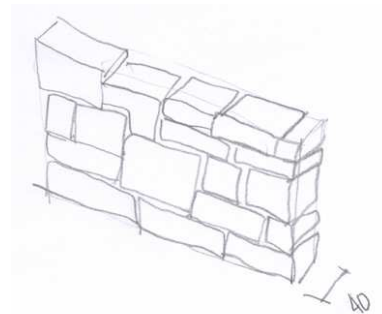
Os edifícios consequentes desta tecnologia são habitualmente monolíticos, obedecendo a uma composição ortogonal consequente da utilização de blocos de grandes dimensões. O dimensionamento das unidades é concebido especificamente para cada parede, é possível intervir na composição gráfica da parede antes da sua execução. Habitualmente esta composição era concebida pelo pedreiro que a iria executar segundo o estilo pretendido para o aparelho, o rústico, o bujardão, etc.

Como se utilizam pedras de grandes dimensões é fundamental estabelecer um planeamento orientador da organização das unidades no pano de parede. Essa organização será determinada pelo tamanho das pedras disponíveis e pelo aparelho adoptado. A sensibilidade do pedreiro que irá executar a parede será revelada não só na execução da parede mas na forma como concebe a estereotomia da mesma antes de a executar. (llu. 118)

No desenho da estereotomia deve-se ter cuidado na distribuição das juntas, as juntas horizontais não devem ultrapassar 5 a 6 cm de profundidade e as verticais 3 a 4 cm.²⁵ (llu. 119)

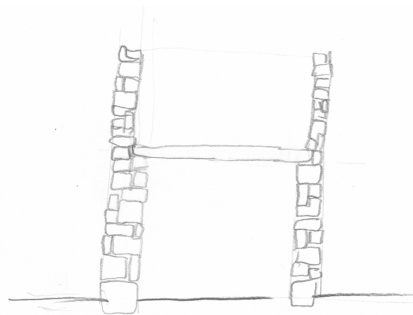


llu. 118



llu. 119

O dimensionamento da parede dependerá obviamente da dimensão das pedras utilizadas, e no caso da alvenaria de pedra aparelhada pode atingir maiores dimensões, pois a estabilidade da parede é maior do que nas outras tecnologias. Para oferecer resistência a parede deve ter no mínimo 40 cm de espessura para garantir estabilidade ao edifício. Esta espessura diminui proporcionalmente à altura que a parede vai adquirindo, dependendo sempre da dimensão das pedras utilizadas. Habitualmente essa diferença de espessura era utilizada para assentar as vigas dos pisos superiores. (Ilu. 120)



Ilu. 120

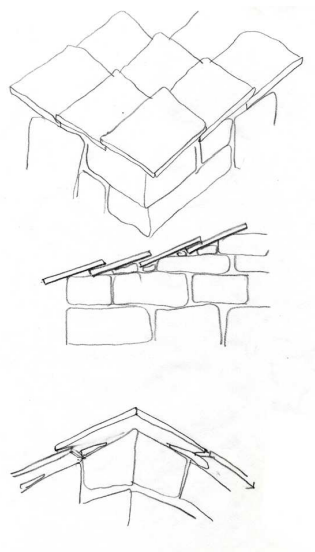
No caso da alvenaria de pedra aparelhada as vigas dos pavimentos e da cobertura podem ser colocadas posteriormente. Nos blocos são moldados os negativos para introduzir as vigas quando a parede já está erguida e mais uma vez são usados escassilhos para fixar as vigas.

A estrutura das varandas e alpendres é feita da mesma forma, quando se encontram em consola.

No Minho são comuns as varandas, construídas em grandes lajes de pedra, assentam numa arcada inferior. (Ilu. 122)

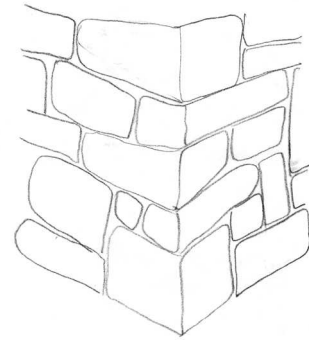


Ilu. 121



Ilu. 122

O remate superior da parede é feito com pedras menores e os espaços triangulares sobrantes entre as pedras e a cobertura são preenchidos com escassilhos envoltos em argamassa hidrófuga. (Il. 122)



Il. 123

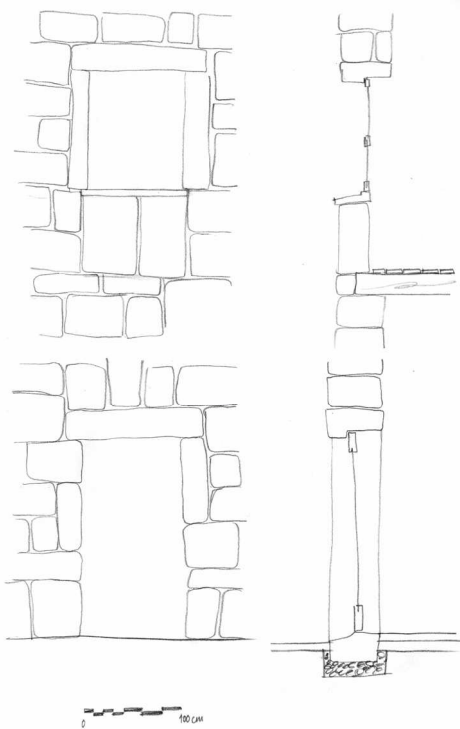
Na construção das esquinas e no cruzamento de paredes devem ser usadas as pedras de maiores dimensões, devidamente contra-fiadas para agarrar os dois planos da parede. (Il. 123)

Os cunhais em particular são sempre alvo de um especial cuidado de execução, tanto no que se refere à estabilidade da parede como formalmente, pois evidenciam a mestria do executante.

As aberturas são executadas em peças de cantaria, muitas vezes lavrada nas próprias unidades de alvenaria. Estas pedras são muitas vezes sobras de construções maiores como casas apalaçadas, é muito comum ver-se casas rurais com elementos de cantaria muito trabalhados.

No caso da alvenaria aparelhada de granito são conseguidos vãos com grandes dimensões, pois esta pedra garante a estabilidade mecânica em qualquer dimensão. Assim, o dimensionamento dos vãos depende apenas das pedras conseguidas e da possibilidade de as montar no pano de parede. (Il. 124)

Il. 124



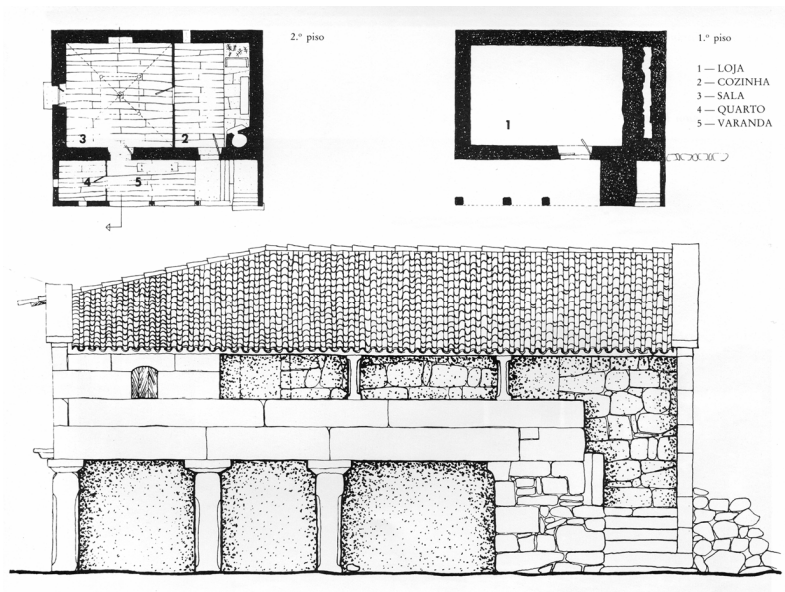
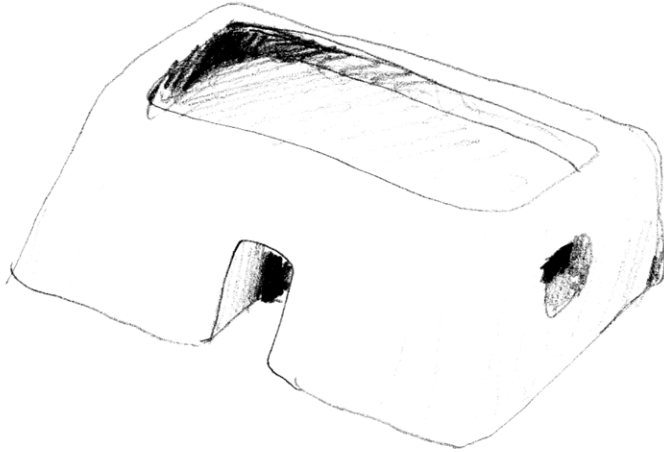


Fig. 32

A utilização de pedras de grandes dimensões com formas mais ou menos paralelepípedicas obriga, ao contrário das outras tecnologias de pedra, a uma planificação da forma que irá ser encontrada para o edifício. Essa planificação implica uma modulação baseada no dimensionamento estabelecido pelas pedras utilizadas. Assim, os edifícios de alvenaria de pedra aparelhada são consequentes dessa modulação, criando edifícios com formas rígidas respondendo a uma composição geométrica ortogonal. (Fig. 32)



llu. 125

4.5. Alvenaria “artificial”^{3, 23, 24, 22}

Nas situações onde a pedra é escassa, a construção em terra surge como necessidade de simplificar o processo construtivo dos abrigos do Homem. Seguindo os mesmos princípios de construção em pedra procurou-se criar com a matéria-prima disponível um material de construção que se assemelhasse às unidades de alvenaria de pedra, simplificando as suas formas e dimensões, rentabilizando a sua produção e melhorando o seu desempenho na construção das alvenarias, daí o termo de “Artificial” parecer tão adequado a este método.²³

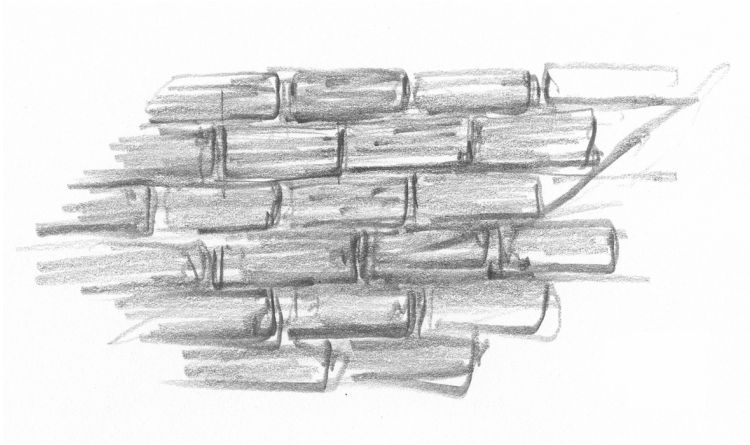
A experiência da construção em alvenaria de pedra, as facilidades e dificuldades que daí adinham, promoveram as regras dos sistemas construtivos tanto em adobe como em tijolo, adaptando as dimensões das unidades adaptaram-se às necessidades de cada construção e resolvendo os problemas que se encontravam com os blocos de pedra tanto no transporte como na montagem da alvenaria.

Em Portugal a construção em alvenaria de terra encontra-se principalmente nas orlas marítimas e nas regiões onde é escassa a pedra como no Alentejo ou no Algarve. Netas regiões recorreu-se desde sempre à terra para criar os materiais de construção para as alvenarias para a construção das casas rurais, ou se secava a terra ao sol, o adobe, ou cozida em fornos, o tijolo maciço.

O que as diferencia é essencialmente o processo de transformação da matéria-prima em material de construção e método de produção das unidades de alvenaria pois a montagem das mesmas é muito semelhante nos dois casos.

Os princípios gerais da construção em alvenaria de “Pedra Artificial” são a otimização dos princípios de construção usados na alvenaria de pedra, sendo até eventualmente mais simplificado visto que as unidades são especificamente concebidas para o efeito pretendido. Com essa experiência aperfeiçoou-se não só a produção como o processo de montagem.

Na construção das casas rurais utilizou-se a terra em várias tecnologias e sistemas desde a taipa, o adobe e o tijolo maciço, mas apenas as duas últimas serão abordadas neste estudo pois só nestas são utilizadas unidades de alvenaria para a construção das alvenarias resistentes.



llu. 126

4.5.1. Alvenaria de terra – adobe ²⁶

A construção em adobe foi, até meados do séc. XX a construção corrente das casas rurais das zonas mais secas do país. A forma como se desenvolveu, partindo da única matéria de que dispunha, a terra, mostrou o engenho que o povo alcançou na concepção de edifícios com poucos recursos.

Nas zonas fluviais mais argilosas principalmente no Alentejo, Algarve e na Beira Litoral encontram-se inúmeros exemplares de construções em adobe, desde as casas construídas na Estremadura até aos montes alentejanos ou mesmo as casa-pátio algarvias. São exemplares que demonstram como estas paredes espessas são capazes de criar um excelente conforto ambiental proporcionado pelas características da terra e pela perfeita integração ambiental que estas construções possuem.

Hoje em dia encontram-se nestas regiões casos pontuais de empresas de construção a investir neste sistema construtivo. Incrivelmente, a tecnologia de fabrico do adobe é nestes casos importada de países mais desenvolvidos como França e mesmo a Alemanha, onde se está cada vez mais a apostar em tecnologias sustentáveis.

As principais características do terreno, acumular a temperatura, regular a humidade e regular a ventilação natural são as mais valias da construção em adobe. Tal como a terra, o adobe acumula 30% mais de humidade do que um tijolo normal, como é um elemento mais ou menos permeável permite filtrar o ar, a densidade dos blocos permite não só acumular calor mas oferece também um bom isolamento acústico.

A estrutura geológica do terreno, o clima da região, a hidrologia, a flora e a fauna do local, bem como o grau de transformação que o terreno sofreu nas mãos do Homem, determinam a qualidade da terra extraída para a

produção do adobe. Estes factores indicam o grau de permeabilidade da terra, a facilidade ou dificuldade de retenção de água, a presença de sais minerais e adulteração que sofreu ao longo dos tempos.

A terra que apresenta melhores condições encontra-se nas margens das ribeiras, pois é uma terra crua com uma boa granulometria, rica em areia e cascalhos garantindo uma boa coesão e facilmente moldável. Deve ter no máximo 30% de argila na sua composição e ter uma boa compressibilidade, isto é, deve ser facilmente reduzida o pó e ter a possibilidade de ser densificada.

Esta terra encontra-se no nível imediatamente inferior à terra arável. Quando se extrai a terra para o adobe, a terra arável deve ser cuidadosamente levantada para não se misturar com a terra que se vai utilizar.



llu. 127

Depois de devidamente seleccionada e misturada enchem-se os moldes de madeira e secam-se ao sol durante pelo menos 15 dias, podendo este tempo evidentemente variar de região para região, do grau de humidade do ar e da estação do ano. Essa mistura, que varia com as tradições de cada região, é essencialmente composta por terra, argila, areias, cascalhos e água e por vezes palha para fortalecer a sua consistência.

As dimensões dos moldes variam conforme as necessidades da construção sendo os mais vulgares de 8 x 16 x 35 cm. (llu. 127)

A argamassa utilizada para o assentamento do adobe é normalmente à base de cal e areia, mas nalgumas regiões como por exemplo no Alentejo utilizam-se na composição da argamassa e dos rebocos, misturas de barro, areia, palha fina e água.

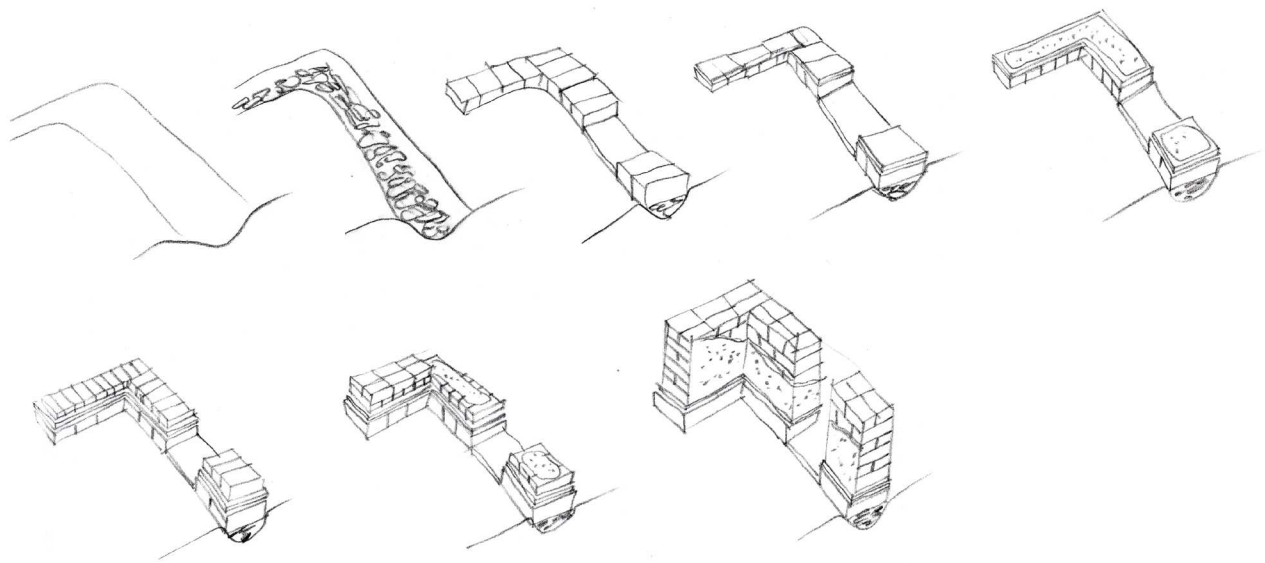
Este é um dos factores que destaca esta tecnologia da alvenaria de tijolo, pois a utilização de uma argamassa composta com a mesma matéria-prima da unidade não só unifica materialmente a parede como uniformiza a sua cor e textura.

Como o adobe é composto por matérias-primas sujeitas à humidade, não é comum a sua utilização em paredes de alvenaria aparente, salvo em

espaços interiores ou protegidos das águas e chuvas. Por isso as paredes são habitualmente rebocadas com rebocos de barro pintados com tintas de composição mineral.

Os princípios de composição da alvenaria de adobe são semelhantes aos do tijolo. Como as peças têm dimensões reduzidas deve-se garantir que durante a execução da alvenaria a parede esteja bem nivelada, bem alinhada e bem aprumada, para que as fiadas fiquem perfeitamente horizontais.

Essas fiadas devem preferencialmente ser alternadas, evitando continuidade vertical das juntas, e as juntas horizontais não devem exceder 1 cm.

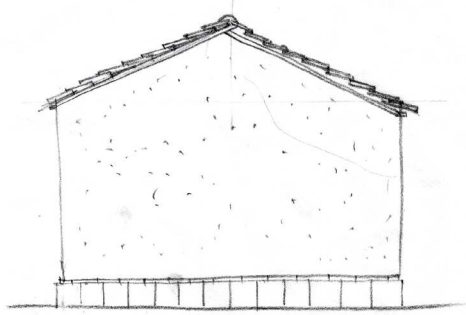


ilu. 128

4.5.1.1. Sequência de montagem ²²

A execução da parede segue os seguintes passos: (Ilu. 128)

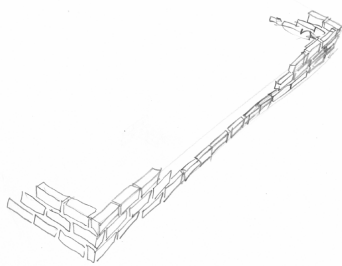
1. Abrem-se os caboucos;
2. Executa-se a fundação em alvenaria de pedra (actualmente em betão) ligada com argamassa hidráulica, até atingir a cota mais alta do terreno para evitar a capilaridade;
3. Depois de atingir 30 a 60 cm de altura acima do limite do terreno, remata-se a fundação com um coroamento de lajetas de xisto, salientes da parede conforme o beirado;
4. Aplica-se argamassa hidrófuga sobre a fundação;
5. Montam-se as fiadas de adobe a meia-vez, isto é, perpendicularmente à direcção da parede, até atingir uma espessura mínima de 40 cm;
6. Preenchem-se as juntas com argamassa de barro;
7. Coloca-se a fiada seguinte e retira-se a argamassa excedente;
8. Monta-se a parede com o aparelho escolhido;
9. Reboca-se a face interior da parede com reboco à base de barro;
10. Depois de seco deve-se proceder à aplicação do reboco exterior enriquecido com cal.



Ilu. 129

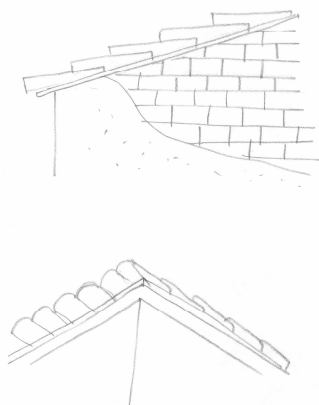
4.5.1.2. Regras de composição arquitectónica

As formas obtidas com esta tecnologia devem ser consequentes da dimensão do adobe para assim evitar cortes de material, o que impõe uma composição arquitectónica modular, tanto na concepção formal e espacial do edifício como na definição da parede. (Ilu. 132)



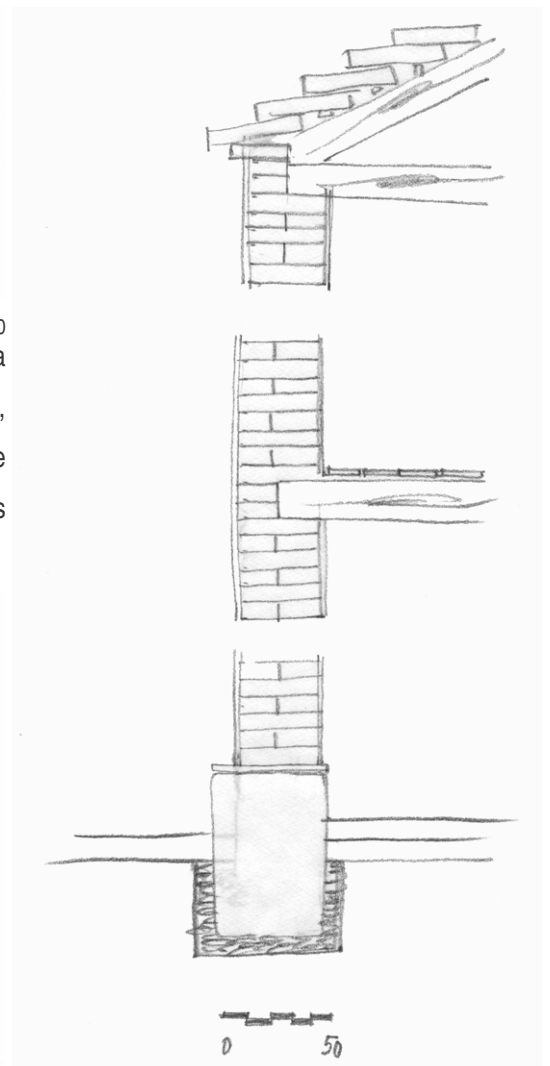
Ilu. 130

A sobreposição das unidades obedece às mesmas regras que a alvenaria de tijolo, segundo as seguintes proporções, 1/2, 1/3, 2/3, 1/4 ou 3/4, procurando no dimensionamento da parede utilizar tijolo inteiros. Deve-se ter o cuidado de começar a composição nas esquinas, os ângulos e as aberturas para garantir a estabilidade da parede. (Ilu. 130)



Ilu. 131

No remate superior da parede é necessária uma protecção eficaz contra a água e a humidade pois o adobe é uma material bastante permeável.

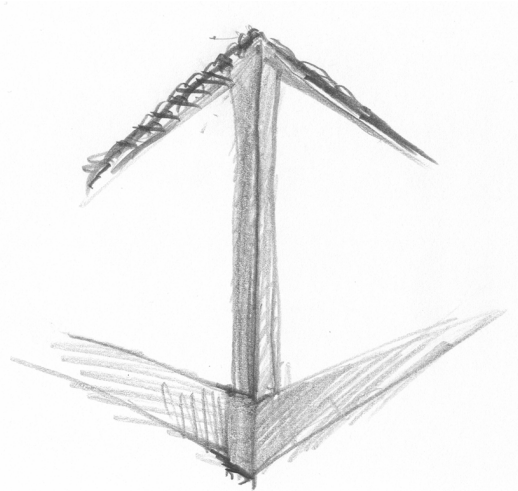


Ilu. 132

Para isso remate-se a parede com uma lajeta de pedra, em xisto ou calcário assente em argamassa hidráulica. (Il. 131)

O telhado tem habitualmente beirado precisamente para proteger a parede contra a absorção de humidade.

Quando não tem, os tubos de queda e algerozes devem ser cuidadosamente vedados e na própria parede deve ser executado um beirado saliente para que as águas das chuvas não escoram pela parede. (Il. 133)



Il. 133

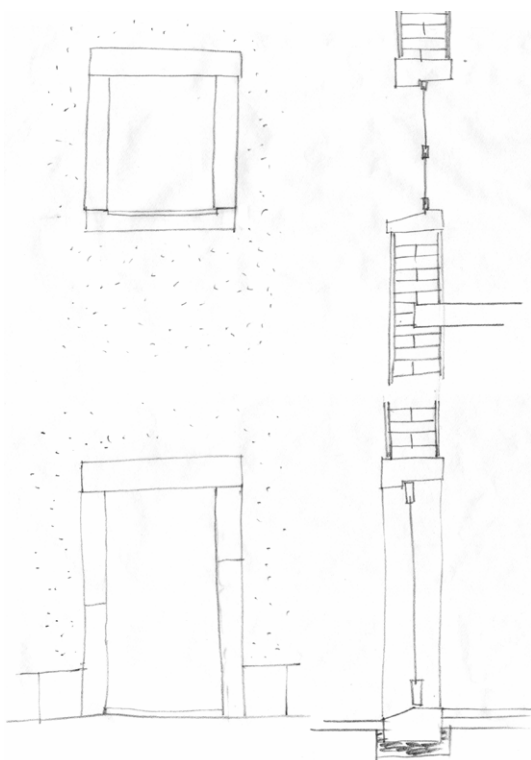
Estas situações surgem normalmente em cunhais e muitas vezes essa área da parede é executada em pedra, ou como revestimento ou como elemento estruturante da parede.

As vigas de cobertura e dos pisos devem ser de madeira e encaixadas nas paredes ainda em construção.

No Alentejo, por exemplo, o espaçamento das vigas é ditado pelas dimensões das baldosas, tijoleiras cerâmicas aplicadas em pavimentos.

Nos pisos térreos colocam-se as baldosas depois da terra devidamente e alisada e protegida por uma betonilha de cal e areia.

Os vãos são quase sempre em cantaria de calcário. No Alentejo são rebocados e caiados com uma cor distinta da parede. As paredes são brancas e os vãos identificam-se a azul ou amarelo. Nas beiras nas paredes caiadas de ocre, assumem-se os vãos com a cantaria de pedra. (Il. 134)



Il. 134

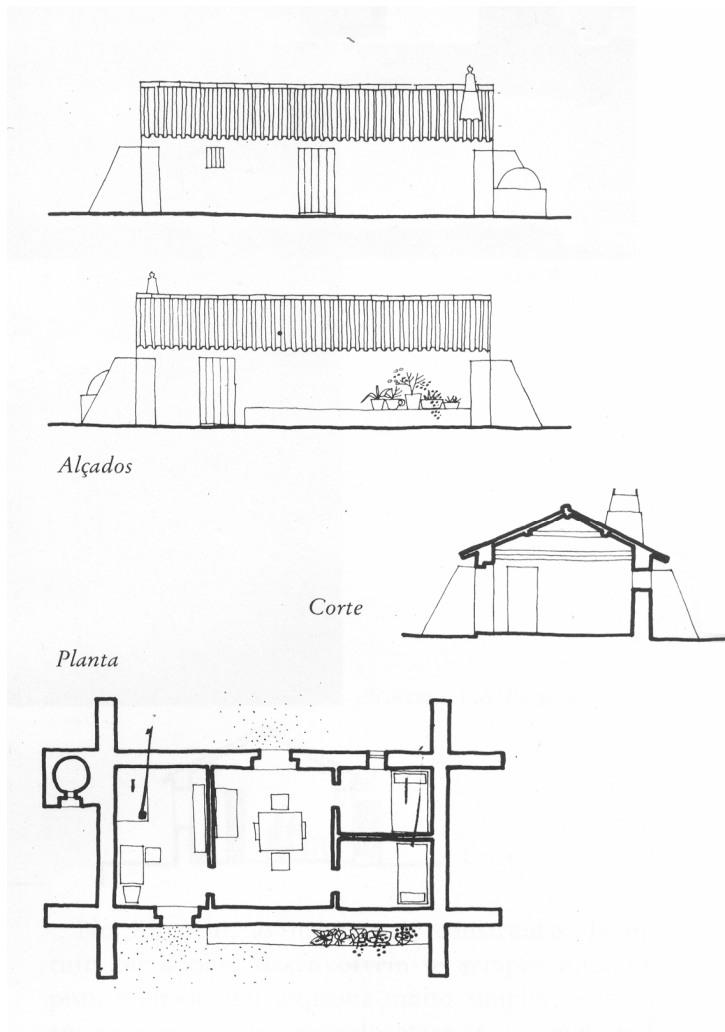
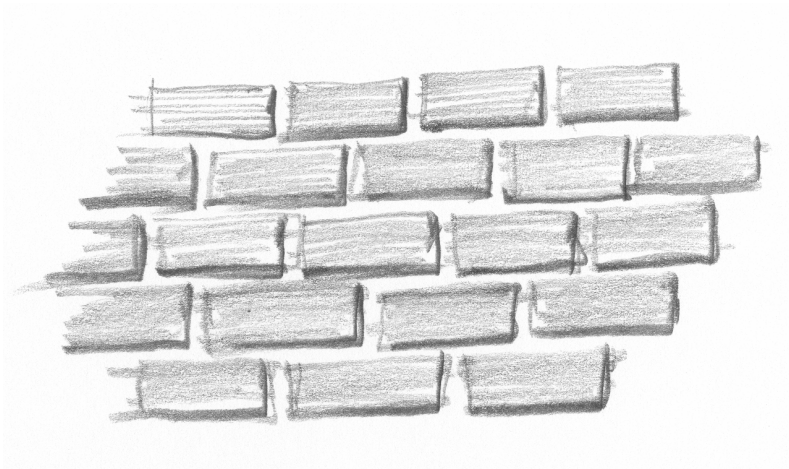


Fig.. 33

Os edifícios construídos em adobe, mais comuns no Alentejo, podem adquirir formas bastantes orgânicas oferecidas pelas elevadas espessuras da parede. Como a unidade de alvenaria é pequena a concepção formal da parede é facilitada.

Nesta tecnologia, no entanto, a abertura de vãos é mais condicionada. Por um lado os locais os climas das regiões onde é comum, são habitualmente quentes e secos, logo as aberturas devem ser especialmente controladas. Por outro a escassez da pedra para realizar os vãos deixa apenas como alternativa a madeira para criar as padieiras dos vãos maiores, condicionada ainda pela capacidade da parede de suportar essas peças. (Fig. 33)



llu. 135

4.5.2. Alvenaria cerâmica – tijolo maciço²⁷

Quando as populações depois de fixadas começaram a ter necessidade de se expandir rapidamente, houve a necessidade de encontrar e inventar novos métodos e sistemas construtivos que acelerassem o processo de construção, surge assim, o tijolo surgiu como evolução natural do adobe. A produção do adobe era limitada a determinadas condições climáticas, secas e quentes e a sua produção demorava demasiado tempo para dar a resposta que necessária às cidades em crescimento.

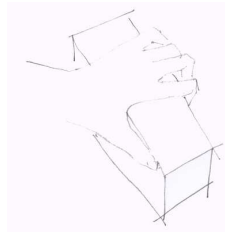
Com o conhecimento que se foi acumulando com a construção em adobe, desde a escolha da matéria-prima, ao fabrico dos blocos, até à prática da construção, rapidamente se entendeu que acelerando a produção dos blocos se iria otimizar todo o processo construtivo. Escolheu-se a melhor matéria-prima para a produção das novas unidades, terra com mais argila para aumentar a plasticidade das peças, e utilizou-se o forno para abreviar o tempo de secagem. Conseguiu-se assim separar os locais de produção dos locais da obra, permitindo construir em zonas pobres em pedra e com graus de humidade que não permitiam construir em adobe.

Em Portugal, foi na Beira Litoral, região com crescimento acelerado pela necessidade de desenvolvimento e fixação das populações, que surgiram as primeiras casas rurais em tijolo maciço. Rapidamente se vulgarizou por todo o país, pois a rapidez de construção que proporcionava e eficácia construtiva que permitia fez abandonar, mesmo em algumas regiões ricas

em pedra, os sistemas mais tradicionais, tanto em adobe como em alvenaria de pedra.

Tradicionalmente o tijolo utilizado para as paredes de alvenaria resistente é o tijolo maciço, que oferece à parede uma grande resistência à compressão e um bom desempenho higrótermico. Estas unidades têm uma grande estabilidade mecânica evitando contracções e dilatações, não só da peça como da própria parede.

A densidade e massa de cada unidade permitem uma excelente acumulação térmica oferecendo ao interior do edifício uma grande estabilidade da temperatura interior, um bom isolamento acústico, um excelente comportamento perante o fogo e permite ainda um equilíbrio natural da humidade entre o exterior e o interior.



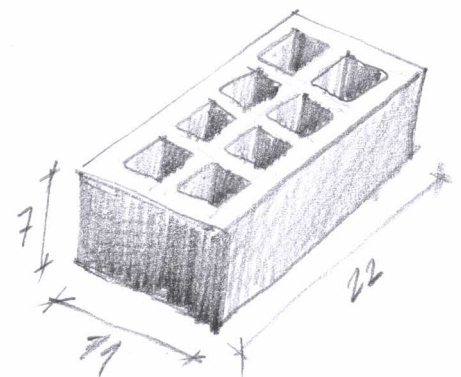
Il. 136

A forma e a dimensão do tijolo são consequência da adaptação ergonómica das unidades ao processo construtivo, isto é da peça à mão. (Il. 136)

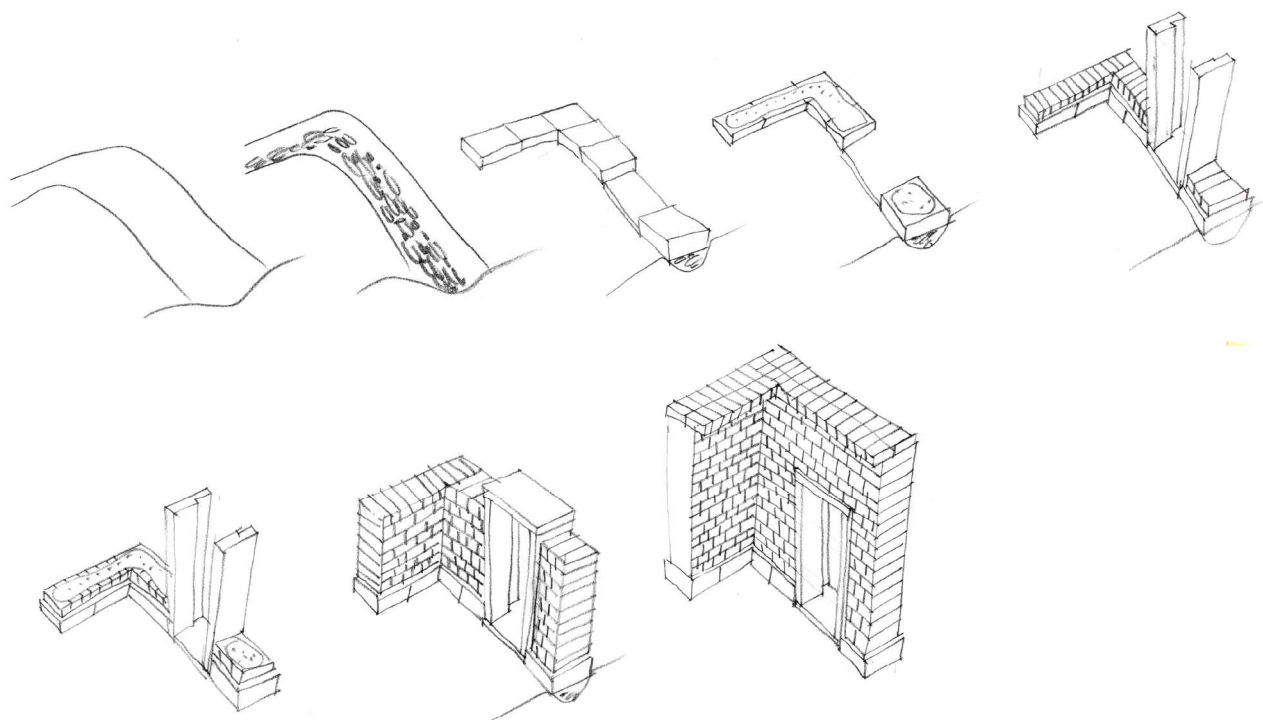
Esta relação determina o seu peso e as suas dimensões, onde o comprimento deve ser igual ao dobro da sua largura mais a espessura da junta.²⁴

Em Portugal as dimensões mais vulgares do tijolo maciço são as ainda hoje utilizadas: 7 x 11 x 23 cm, com 15% de perfurações verticais não excedendo essas perfurações mais do que 6 cm², para assim reduzir o seu peso.²⁴ (Il. 137)

Na execução da parede de alvenaria de tijolo maciço deve-se procurar que a parede fique bem alinhada e aprumada para que as fiadas fiquem perfeitamente niveladas, verificando constantemente a sua verticalidade. Na composição das fiadas devem, sempre que possível, ser colocados perpianos a unir as duas faces da parede.



Il. 137

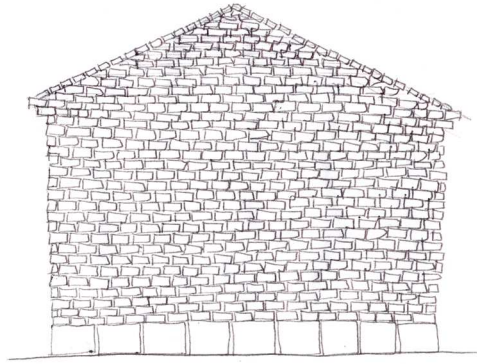


llu. 138

4.5.2.1. Sequência de montagem ²²

O processo de construção tradicional da parede de alvenaria em tijolo maciço segue os seguintes passos: (llu. 138)

1. Abrem-se os caboucos;
2. Executa-se a fundação em alvenaria de pedra envolta em argamassa hidrófuga;
3. Prolonga-se a fundação até a um embasamento de pedra até a uma altura mínima de 30 ou 60 cm acima do solo, conforme a saliência do beirado;
4. Antes de começar a construir a parede, colocam-se os tijolos sem argamassa para contabilizar o número exacto de unidades a aplicar;
5. Aplica-se a argamassa hidrófuga na face superior da fundação;
6. Começa-se a montar a parede pelos extremos do edifício, pelas esquinas, ângulos e aberturas e colocando as soleiras das portas
7. Depois de humedecer o tijolo coloca-se a primeira fiada, verificando a cada fiada o seu aprumo e verticalidade pela colocação de uma régua de nível e um frio de prumo;
8. Sobre essa fiada coloca-se a argamassa retirando a excedente;
9. Depois de colocar a fiada seguinte, refunda-se a junta horizontal;
10. Chegados às aberturas dos vãos devem ser colocadas os respectivos peitoris, seguidos pelas ombreiras e finalmente da padieira
11. Ao chegar ao topo da parede executa-se o beirado.



Il. 139

4.5.2.2. Regras de composição arquitectónica

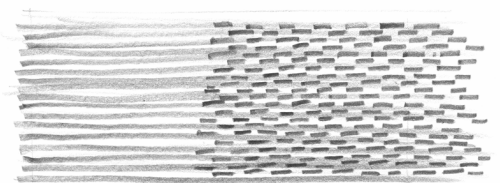
Antes de mais é importante entender que a construção com alvenaria de tijolo maciço pressupõe uma concepção arquitectónica modular. Este factor é determinante na forma do edifício e no seu dimensionamento pois a utilização de tijolos maciços obriga a um rigor dimensional imposto pela tolerância do tijolo e da junta e pelas capacidades resistentes dos panos de parede.

Este rigor no entanto, não é sinónimo de rigidez formal pois, como a unidade tem dimensões reduzidas as formas das paredes podem ser variadas, desde que garantam as condições mínimas de estabilidade. Vejam-se as construções dos silos ou de alguns armazéns tradicionais nas zonas das Beiras.

Existem inúmeras variações na composição do aparelho de alvenaria de tijolo, que com a mesma unidade solucionam de formas distintas os mesmos problemas construtivos, como os remates, as espessuras das paredes, etc. Esses diferentes aparelhos oferecem à parede caracterizações distintas dadas pela composição da estereotomia, isto é a composição gráfica que a distribuição das unidades oferece.

Nas regiões mais quentes, encontram-se exemplos interessantes da utilização do tijolo para a ventilação natural dos edifícios, criando um ritmo de cheio vazio na composição da estereotomia. (Il. 140)

Para oferecer estabilidade à parede o tijolo deve ser sempre colocado segundo o seu leito horizontal, mas a sua posição relativa à face da parede pode variar. Pode ser colocada longitudinalmente, posição de meia - vez, pode ser colocada perpendicularmente à parede, a uma - vez, caso seja colocado sobre a sua face mais curta denomina-se de posição



Il. 140

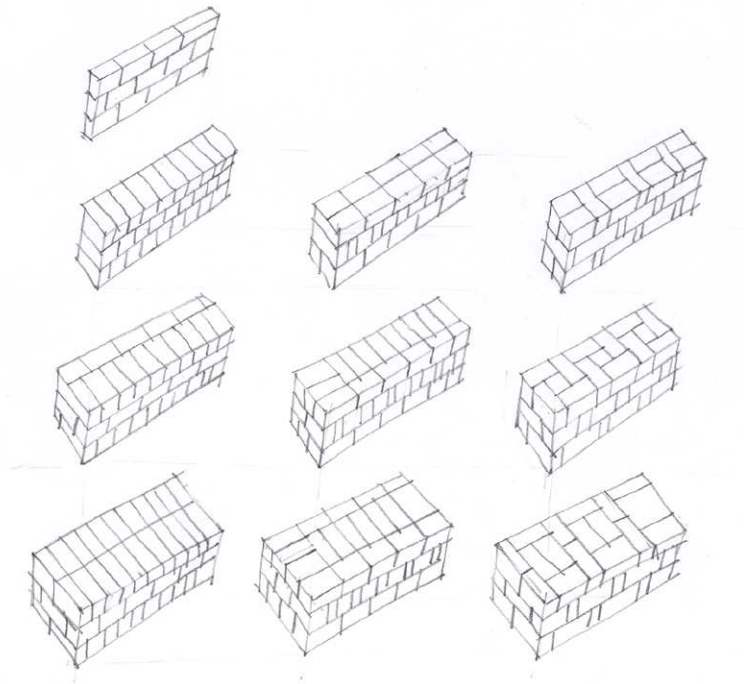


Il. 141



Il. 142

ao cutelo. Cada uma destas posições oferece diferentes resistências à parede. (llu. 141, llu. 142)



llu. 144

A espessura da parede é determinada pela posição relativa do tijolo, e em cada aparelho essa posição pode ser realizada de formas distintas: (llu. 143)

- se a parede tem uma espessura igual à largura do tijolo, parede a meia vez;
- se é igual ao comprimento do tijolo, parede a uma vez;
- se a parede é igual ao comprimento e à largura, parede a vez e meia
- se compõe com dois tijolos dispostos segundo a sua largura, parede a duas vezes;
- etc.

Estes diferentes tipos de parede têm funções e características distintas:

- a parede a meia vez é comum em tabiques ou na construção de chaminés;
- a parede a uma vez, colocando o tijolo a cutelo é frequentemente utilizada em paredes de planta circular;
- a parede a vez e meia, com 35 cm de espessura, a soma do comprimento e da largura do tijolo, de execução mais meticulosa, pois envolve maior rigor na colocação das peças, apresenta ótimas condições para compor uma parede estrutural;

-a parede a duas vezes ou mesmo três, são mais frequentes na construção de muros.

A forma como elas se compõe nos vário aparelhos oferece estereotomias muito distintas, veja-se a diferença de composição de uma parede a uma vez em aparelhos tão diferentes como o inglês, o flamengo, etc. ²⁸

Seja qual for o aparelho adoptado existem, no entanto, algumas regras que devem ser respeitadas, quando as fiadas são compostas por tijolos a cutelo a face visível deve ser a menor. ^{10, 28}



Ilu. 145

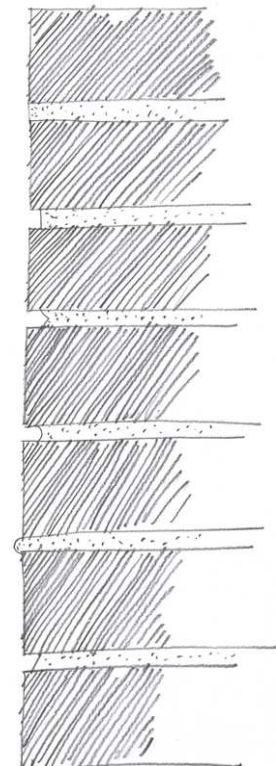
Na composição da estereotomia da parede, deve-se obedecer a regras de sobreposição das unidades, pois esta relação irá garantir a estabilidade e solidez do conjunto da parede. Essas proporções devem compor-se a 1/2, 1/3, 2/3, 1/4 ou 3/4, tal como acontece na alvenaria de adobe. (Ilu. 144)

No caso da alvenaria de tijolo a junta têm um papel determinante não só na estruturação da parede como na composição da estereotomia, pois como as unidades têm dimensões reduzidas a junta um elemento compositivo muito forte tanto gráfico como de textura.

Esta relação entre unidade e tijolo não pode ser arbitrária pois isso poderá condicionar a estabilidade do conjunto, abrindo fendilhações por entre as juntas. Para evitar estas debilidades deve se procurar não fazer coincidir as juntas verticais em fiadas consecutivas, evitar espessuras de junta superiores a 1 cm

Tal como na alvenaria de pedra, a junta pode-se caracterizar de formas distintas. Pode ser contínua, quando se estende até às duas faces do tijolo, ou descontínua quando não atravessa as duas faces do tijolo. Cada uma delas oferece à parede características formais distintas, a primeira uniformiza a parede, a segunda destaca cada tijolo no conjunto. (Ilu. 145)

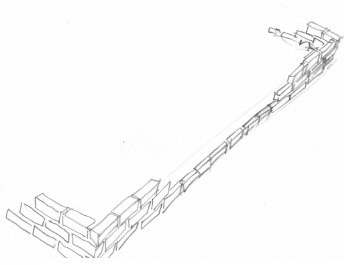
Para oferecer maior estabilidade à parede deve-se procurar que o maior número de juntas verticais deve atravesse a parede, fazendo com que as juntas verticais nunca coincidam.



Ilu. 146

Na alvenaria de tijolo a argamassa têm uma importância redobrada, pois como as unidades são de dimensão reduzida e relativamente leves, a

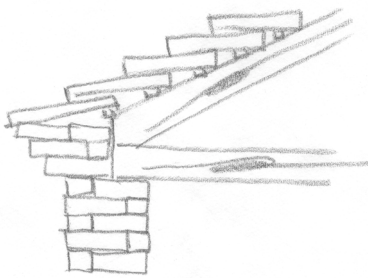
argamassa de ligação tem um papel fundamental na solidificação do pano da parede resistente. Na sua aplicação deve ter-se em especial atenção a quantidade de argamassa nas juntas horizontais e um perfeito espalhamento sobre as fiadas, para que seja garantida uma perfeita aderência entre as unidades, principalmente quando se trata de alvenaria aparente.



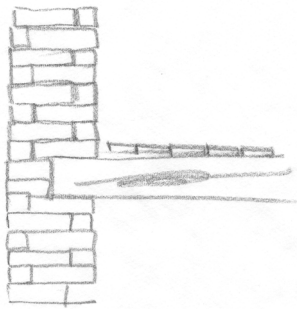
Il. 147

Quando se desenha a estereotomia, deve-se ter o cuidado de iniciar a composição da estereotomia pelas esquinas, ângulos e aberturas, utilizando o maior número de tijolos inteiros, para assim evitar desperdícios e evitar a quebra de unidades.

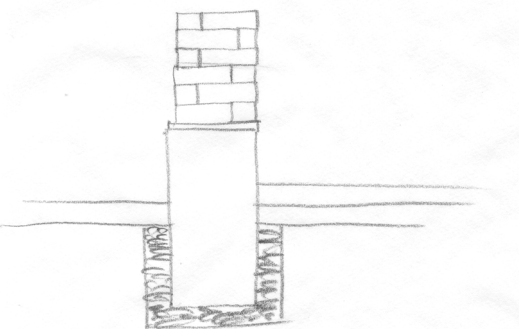
Nos extremos a composição da parede deve começar com o mesmo número de peças a $\frac{3}{4}$ que perpianhos que irão compor a parede. Estes perpianhos devem ser adoptados nas paredes de espessuras maiores para “agarrar” as duas faces da parede. (Il. 146)



Em Portugal, nas construções tradicionais das casas rurais, a base da parede é feita com um material impermeável que impede a subida de água por capilaridade, ou em alvenaria de granito ou colocando uma fiada de xisto antes de iniciar a alvenaria de tijolo. (Il. 147)



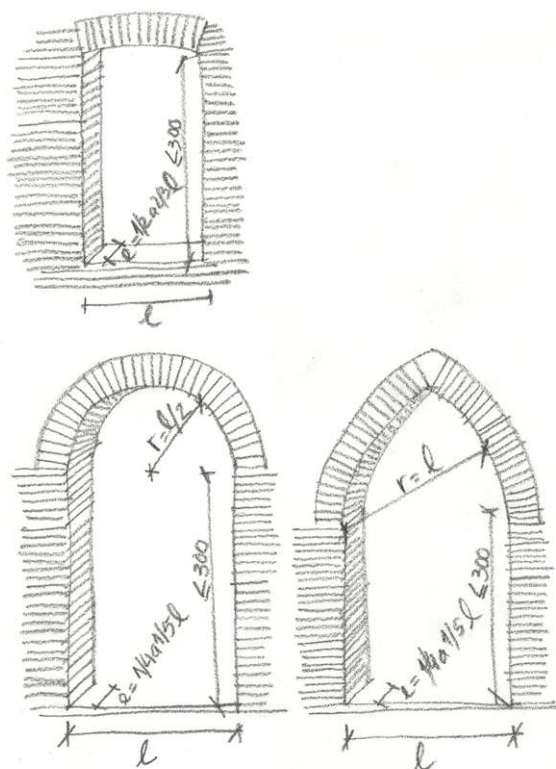
Para garantir a união da estrutura horizontal com as paredes de alvenaria, as vigas dos pisos e da cobertura são colocados durante a construção da parede. Como o dimensionamento da forma do edificio se baseia numa concepção modular estabelecida pelo tijolo, a medida dessas vigas será evidentemente múltipla dessa medida.



Il. 148

O remate superior da parede deve garantir um bom apoio para a cobertura bem como uma boa protecção para os escorrimentos das águas, para isso devem ser protegidos com argamassas hidrófugas ou mesmo criar um beirado saliente do plano da parede.

No caso de não existir beirado e a cobertura não cobrir o topo da parede deve ser aplicada uma lajeta de pedra, xisto ou calcário para preconizar a protecção à absorção da água pela parede.



Ilu. 149

As vergas dos vãos podem ser realizados com cantaria de pedra ou mesmo com tijolos. Neste último caso a melhor disposição dos tijolos será em arco, pois assim permitirá vãos maiores. A forma de realizar esse arco varia de aparelho para aparelho, mas o principio é sempre o mesmo, formar um arco. (Ilu. 148)

No caso da pedra formar todo o vão, as peças de cantaria são concebidas com as dimensões necessárias para encaixar a caixilharia. Quando os vãos são realizados em tijolo compõe-se este encaixe com a disposição das peças, de topo ou longitudinalmente tentando sempre minimizar o número de peças partidas.

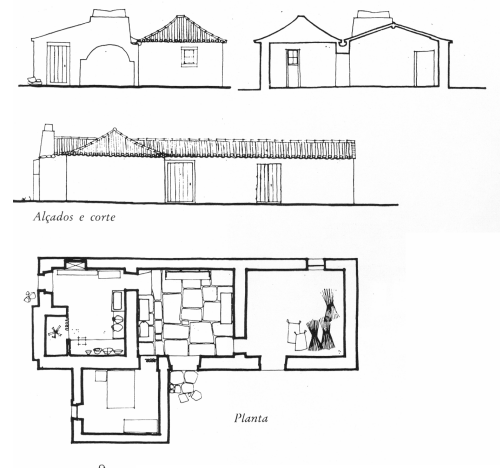


Fig.. 34

As características formais das construções em alvenaria de tijolo maciço são muito semelhantes às de adobe, paredes espessas e com grande liberdade formal atribuída pela pequena dimensão da unidade de alvenaria.

Comparativamente com a construção em adobe, o tijolo maciço oferece novos parâmetros na concepção, como pode ficar à vista a cor e a textura do material adquirem um papel fundamental.

Neste caso os vãos podem ter maiores dimensões, pois o tijolo tem maior capacidade resistente, não só para suportar padieiras como tem capacidade de se compor para formar os vãos.

No entanto, as construções rurais portuguesas em alvenaria de tijolo maciço são predominantemente rebocadas. (Fig. 34)

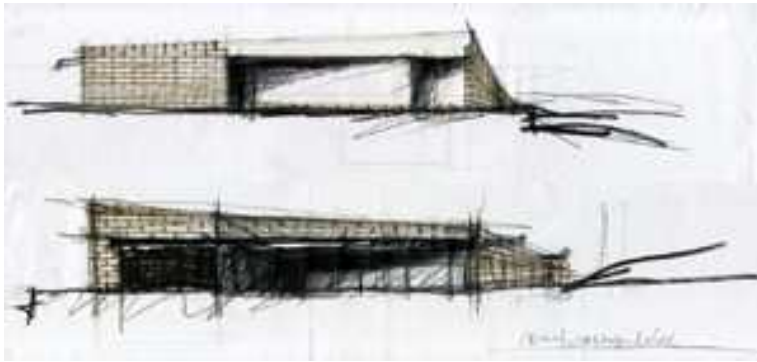


Fig.. 35

5.1. (Re) inovação em arquitectura

Numa tentativa de contrariar a crescente globalização que se tem desenrolado a nível cultural, económico, e mesmo social, torna-se cada vez mais importante a afirmação da identidade de cada país e cada região através da divulgação e continuidade das tradições de cada cultura. Por outro lado esta globalização veio também incutir uma maior exigência de qualidade, apontando para uma massificação de soluções para responder aos parâmetros estabelecidos.

Esta dicotomia entre tradição e globalização, empirismo e tecnologia tem no entanto sido um factor chave para a investigação arquitectónica de alguns projectos contemporâneos realizados em Portugal. Procura-se entender e aprender com os sistemas tradicionais introduzindo conceitos e exigências contemporâneas.

Na Suíça, tal como já foi referido, desenvolvem-se projectos de grande escala em vários pontos do mundo, estudando as tecnologias de cada cultura e usando esses conhecimentos na procura de uma nova linguagem. Em Portugal, numa escala inferior, têm-se desenvolvido projectos de pequenas dimensões onde se aposta na procura das tecnologias mais antigas.

As alvenarias resistentes têm sido uma das tecnologias adoptadas nas reconstruções, reabilitações e até mesmo em casos mais pontuais em novas construções.

Estes projectos são conseguidos através da investigação bibliográfica dessas tecnologias ou pelo trabalho directo com os artífices de cada região, estabelecendo assim uma cumplicidade entre projectista e mestre-de-obras apenas possível nesta escala de trabalho e num país onde ainda é viável trabalhar com sistemas e materiais tradicionais. Evidentemente que esta proximidade só pode ser conseguida em projectos de pequena escala onde ainda haja tempo para pensar em conjunto no projecto e na obra como um único momento.

São estas experiências estreitas de projecto e obra, projectista/construtor que vão incutindo nos projectistas uma profunda consciencialização construtiva oferecida pelo conhecimento que vão adquirindo da matéria como instrumento de trabalho.

É graças a este trabalho de equipa que envolve os projectistas e os artífices que estas tecnologias não se têm perdido ao longo dos tempos.

Os projectos apresentados seguidamente foram desenvolvidos e surgiram em situações muito distintas e demonstram claramente como com um trabalho

paciente e dialogante se conseguiram resultados excelentes de continuidade do tradicional com uma linguagem e metodologia actual e contemporânea.

5.2. Reabilitação ³⁰

Depois de várias experiências frustradas de introduzir sistemas construtivos modernos em construções antigas houve uma mudança de atitude perante estes projectos. Agora aposta-se na continuidade do sistema construtivo existente, através do entendimento da sua lógica de articulação dos vários componentes, desde a concepção formal à definição construtiva.

No caso de reabilitação, particularmente em situações de ruínas, os projectistas são confrontados com essa questão: como garantir as exigências de conforto e estabilidade, sem desvirtuar o edifício existente, introduzir um novo sistema construtivo ou continuar o existente?

Na reconversão de uma ruína em casa de férias, da autoria do Arq. Adalberto Dias essa questão foi dominante: as paredes existentes apresentavam-se consolidadas e aparentemente estabilizadas com o terreno e as reduzidas áreas interiores não permitiam a introdução de uma nova estrutura. (Fig. 36)

Depois de reunir o arquitecto o engenheiro civil e o construtor, conclui-se que se deveria aproveitar a alvenaria existente para suportar as novas lajes, reforçando-a e consolidando-as.

Nas ruínas o perfil das paredes existentes, com aproximadamente 80 cm no piso térreo e 40 cm no piso superior, permitiu “pousar” a nova laje de betão e a cobertura foi resolvida através da colocação de uma cinta também em betão segundo o sentido longitudinal da ruína, descarregando na face interior da parede. O remate com a nova caixilharia de madeira foi preconizado por uma viga de ferro de suporte da laje de cobertura. (Fig. 37 e Fig. 38)

O novo elemento, foi ainda projectado como uma estrutura porticada de betão, mas no decorrer da obra o construtor sugeriu a utilização do granito (abundante no local) para a construção das paredes exteriores. Esta solução apresentou-se economicamente mais viável e construtivamente mais eficaz.

O perfeito conhecimento do construtor desta tecnologia, associada a abundância de matéria-prima, permitiram a utilização de um único material na constituição de todas as paredes exteriores, possibilitando não só uma optimização da obra como também uma sistematização construtiva, garantindo um perfeito funcionamento higrotérmico, reaproveitando e reinterpretando o sistema construtivo existente.



Fig.. 36

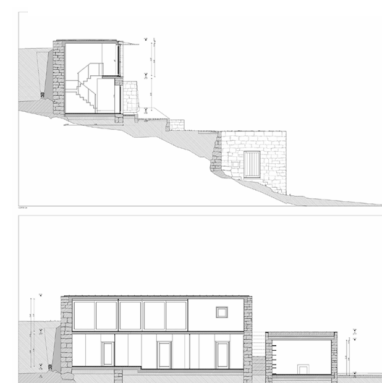


Fig.. 37

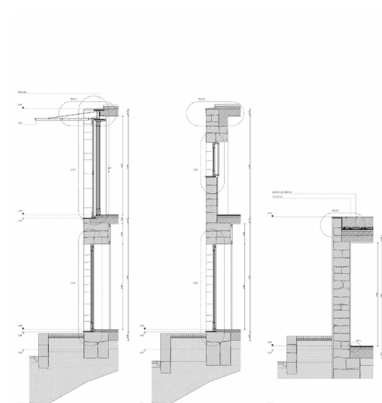


Fig.. 38

5.3. Reconstrução ³⁰



Fig.. 39

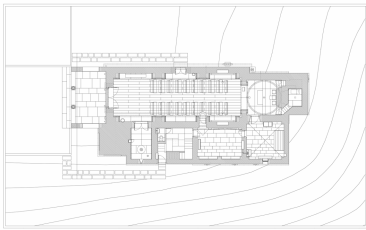


Fig.. 40

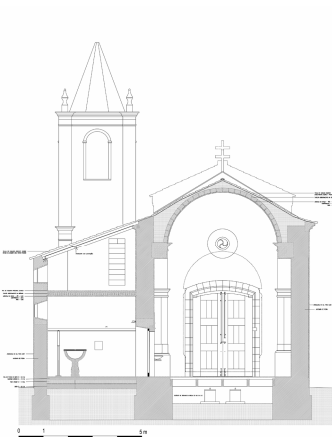


Fig.. 41

Quando são necessárias trasladações de edifícios de alvenaria, podem seguir-se pelo menos dois caminhos: ou se utiliza um sistema construtivo corrente dissimulado pelo acabamento final, ou se opta pela manutenção do sistema construtivo original, seja com novos materiais ou reaproveitando o material existente.

Quando se reconstruiu a Igreja da Nova Aldeia da Luz, a equipe de arquitectos Pedro Pacheco e Marie Clement, optaram pela reconstrução fiel da antiga Igreja, tanto a nível formal e espacial, como também no seu sistema construtivo, alvenaria resistente de xisto.

Esta tecnologia utiliza pedras de pequena dimensão e as suas características físicas apresentam alguma fragilidade tornando inviável a reutilização exacta dos mesmos elementos. Mas como a região do Alqueva é rica em xisto foi possível obter a matéria-prima e optou-se por construir as novas paredes com a mesma tecnologia. Na cobertura adoptou-se o sistema da Igreja antiga, abóbadas em tijolo cerâmico maciço fabricado no Alentejo. (Fig. 39)

O bom desenvolvimento de todo o projecto e a eficácia da obra foram alcançados através duma estreita ligação entre todos os projectistas e os construtores. Utilizando o conhecimento tecnológico dos executantes e a matéria-prima da região associados ao rigor científico e teórico dos projectistas. Antes de iniciar o projecto encontraram-se com os pedreiros as soluções estruturais e construtivas dos pontos críticos, como espessuras mínimas das pedras a utilizar nas paredes, fundações, cunhais, remates de cobertura e vãos, soluções estas que foram desenvolvidas e testadas na execução do projecto. (Fig. 40 e Fig. 41)

Conseguiu-se assim construir segundo um sistema construtivo secular com o apoio dos processos técnico-científicos contemporâneos.

5.4. Nova construção ³⁰

Esta casa, projectada pelo Arq. Nuno Brandão Costa, localiza-se em Manhufe, concelho de Amarante, zona onde o granito é abundante e construir em pedra ainda é economicamente viável.

A utilização do granito na construção da habitação e na modelagem do terreno foi uma das premissas do projecto impostas não só pelo cliente como também pelas características do local. Os edifícios circundantes são predominantemente em pedra e o dono de obra tinha bastante material proveniente de algumas demolições. O desafio era assim projectar uma casa com uma distribuição espacial que respondessem a uma vivência actual e usar uma matéria-prima utilizada na construção tradicional da região.

Esta aparente contradição entre a leveza pretendida na distribuição espacial e a materialidade da pedra foram os pontos de partida para a concepção do projecto, desde a implantação do edifício, à concepção espacial e volumétrica até à especificação do sistema construtivo.

O terreno, com uma inclinação acentuada e acesso pela cota mais alta, desenvolve-se em leiras plantadas com vinhas, tal como é característico na zona. É na cota mais baixa que se opta por implantar a construção, procurando assim a zona mais íntima e menos exposta do terreno, criando uma nova plataforma em granito para assentar a casa e sobre a qual se localiza a garagem. (Fig. 42)

Na volumetria do edifício é também evidente a dualidade referida. Os espaços interiores seguem uma rígida composição ortogonal e são cobertos por uma grande pala poligonal, assente em duas grandes paredes de alvenaria de granito. Esta composição corresponde à concepção estrutural do edifício, as paredes interiores de tijolo e as exteriores de pedra de granito com 40 cm são elementos resistentes contínuos. Com esta partição ritmada dos apoios conseguiu-se assim utilizar uma laje aligeirada. (Fig. 43 e Fig. 44)

Este edifício é assim um exemplo interessante de aplicação de materiais como participando em simultâneo na estrutura e na envolvente do edifício, com uma linguagem contemporânea.



Fig.. 42



Fig.. 43

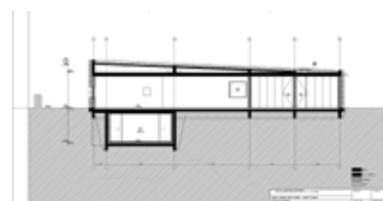


Fig.. 44



fig. 45

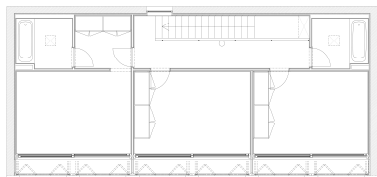


fig. 46

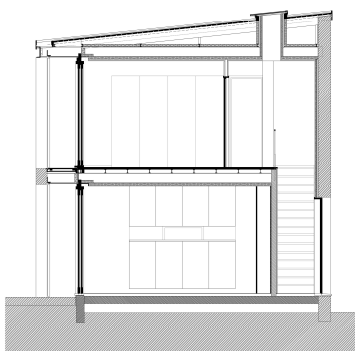


fig. 47

Outro exemplo de nova construção em alvenarias resistentes em pedra aparelhada é a casa/celeiro em Guimarães, projectada pelos Arq. José Gigante e o Arq. Vítor Silva.

Foi pedido aos arquitectos a trasladação de um celeiro de alvenaria de granito existente. Como a sua localização não era a melhor nem a sua dimensão era suficiente para habitação, os arquitectos propuseram a sua reconstrução no local onde havia melhor exposição solar. Como existia bastante pedra proveniente de construções demolidas, sugeriram a sua reutilização para a construção das paredes exteriores. (Fig. 45)

O sistema construtivo adoptado teve por base a utilização das paredes exteriores de alvenaria de granito como função resistente e de suporte para a estrutura do piso em perfis de ferro encastrados, e de forma a tornar o edifício termicamente eficiente, todas as paredes e a cobertura, foram revestidas pelo interior com isolamento térmico. Tanto as paredes exteriores como todas as paredes divisórias foram construídas em gesso cartonado, tornando assim a obra mais rápida envolvendo menos mão-de-obra e por isso mais eficaz. (Fig. 46 e Fig. 47)

Este edifício é pois exemplar na forma como consegue conjugar uma tecnologia tradicional, reutilizando a matéria-prima existente, e a eficácia da construção de sistemas pré-fabricados, garantindo um perfeito funcionamento de todo edifício como um sistema integrado.

5.5. Aplicação das alvenarias resistentes hoje

Hoje em dia, tanto nos países mais desenvolvidos do norte da Europa como nalguns países latinos em fase de desenvolvimento com problemas graves de habitação, tem-se vindo a apostar no desenvolvimento tecnológico das alvenarias resistentes. É a solução construtiva adoptada para a construção corrente de habitações singulares ou colectivas de pequeno porte, pois é um método construtivo simples e de fácil montagem.

Em Portugal as experiências menos felizes de utilização de novos materiais na construção em alvenarias resistentes provocaram um abandono quase total da sua aplicação na construção corrente, mas nos países nórdicos e em países com esta tradição construtiva como o Reino Unido, EUA, Holanda, etc. continuou-se a investir na investigação para contribuir para o desenvolvimento da eficácia deste sistema construtivo. Apostou-se na melhoria do material constituinte de cada unidade desenvolveu-se o desenho da sua forma, articulou-se o seu desempenho com os outros sistemas que constituem a parede, para assim otimizar a metodologia de aplicação em obra e melhorar o desempenho futuro do edifício.

Este é o sistema construtivo mais corrente nos edifícios residências de pequeno porte, prova que esta tecnologia milenar continua a responder eficazmente às solicitações das construções contemporâneas, tanto nos climas rigorosos, frios e secos, das sociedades mais abastadas do Norte da Europa e EUA, como em climas quentes e húmidos das sociedades em vias de desenvolvimento da América Latina ou dos países martirizados pela guerra em África.

São muitas as vantagens que este sistema oferece aos vários agentes participantes na construção, tornando-se bastante competitivo e eficaz não só para os seus utilizadores, os seus produtores, os seus construtores e particularmente para os projectistas.

Os produtores, com a ajuda da profunda investigação feita nesta área, conseguiram nas últimas décadas fabricar componentes cada vez mais eficazes procurando satisfazer não só a facilidade de montagem do sistema como em cada peça solucionar os vários problemas de desempenho na construção. Desenvolveu-se a melhor geometria para cada peça, inventou-se a melhor composição para a argila a utilizar.

Este esforço permitiu reduzir o tempo de construção através da facilidade de montagem da parede e da sua conjugação com os outros sistemas, acompanhado a tendência de standardização pela concepção modular

coordenada com os outros componentes da parede, os revestimentos, as caixilharias, as infra-estruturas, etc.

A optimização de todo o sistema, desde a produção até à construção contribuiu definitivamente não só para uma redução do tempo de construção em obra, tornando-o assim mais económico, mas principalmente para uma melhoria no desempenho do edifício. A qualidade dos produtos utilizados actualmente e a eficácia do funcionamento da parede reduzem também as necessidades de manutenção e todos os custos que esta envolve.

No que diz respeito ao projecto do edifício, todas estas evoluções transformaram-se em mais valias do sistema, tornando-o mais competitivo relativamente a outros sistemas correntes, principalmente na redução do número de materiais constituintes da parede, e na estreita relação com todas as infra-estruturas, simplificando assim o projecto e a sua coordenação e mesmo o controle de qualidade do desenvolvimento da obra.

Num estudo desenvolvido nos EUA foram criados dois parâmetros de classificação dos projectos para estabelecer o grau de integração do conhecimento tecnológico e experiência de obra na execução do projecto e no planeamento da obra, “buildability” e “constructability”. Após a análise de vários sistemas construtivos, “The Masonry Society Boulder” concluiu que a construção em alvenarias resistentes é um dos métodos construtivos mais eficientes, no que se refere particularmente à articulação projecto/obra.¹³

Essa conclusão decorreu da própria metodologia de projecto desenvolvida para a optimização da sequência das fases da obra, implicando assim uma maior especificação documental e pormenorização construtiva. Por outro lado a utilização de elementos modulares, obriga a uma maior coordenação dimensional durante a obra e a uma standardização e repetição dos pormenores construtivos.

O investimento depositado na evolução das alvenarias resistentes através da continuidade dos princípios elementares da construção e na inovação dos materiais e soluções, asseguram a este sistema um futuro quer na construção nova, quer na reabilitação garantindo princípios de sustentabilidade, simplicidade e inovação

Para que este sistema volte a ser adoptado no nosso país é fundamental o envolvimento de todos os agentes da construção, desde os produtores, investindo na inovação e evolução dos produtos, aos construtores permitindo a implementação de outros sistemas além da estrutura porticada de betão; ao dono de obra arriscando o seu investimento em soluções menos correntes; e

finalmente aos projectistas aprofundando não só o conhecimento deste sistema mas principalmente voltando a apreender os princípios elementares da construção para que a opção construtiva seja um instrumento de desenho da linguagem arquitectónica.

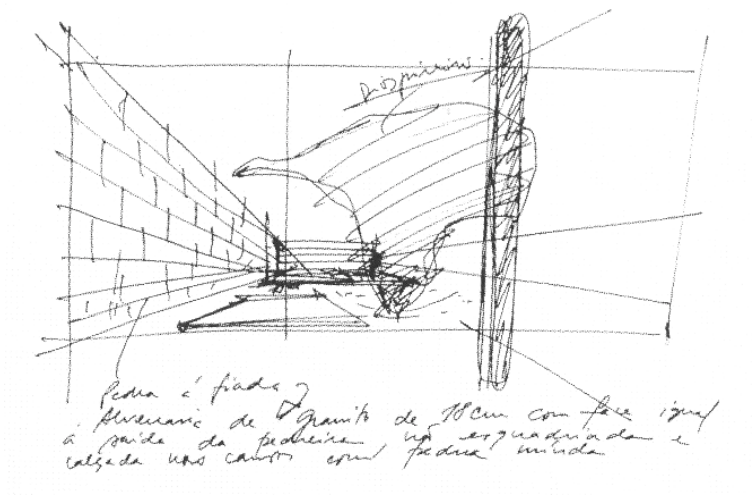


Fig.. 48

6.1. Reflexões

A leitura das alvenarias resistentes nas construções populares permitiu identificar as regras de composição que cada matéria-prima e cada sistema proporcionam na concepção da parede de alvenaria, desde o seu dimensionamento, à sua forma, aberturas, etc.

Com esta reflexão pretendeu-se interiorizar as regras de composição e de construção que cada um dos sistemas tradicionais envolve na formalização da parede, para assim apontar os caminhos da concepção formal do edifício, entendendo as diferenças entre as várias tecnologias.

A alvenaria de granito aparelhada, usando blocos de grandes dimensões, implica uma maior rigidez formal, as unidades de alvenaria de xisto de formas lamelares oferecem uma maior liberdade formal e finalmente a alvenaria de terra, produzida com adobes de pequenas dimensões possibilita uma grande organicidade formal.

O conhecimento tecnológico destes sistemas poderá permitir ao arquitecto que a escolha da matéria surja a par das primeiras ideias do projecto, e a forma concebida seja naturalmente consequente da matéria-prima.

No entanto esta relação não pode ser directa, pois esta liberdade conceptual está condicionada pelas várias exigências a que os edifícios devem responder, quer a nível do seu desempenho construtivo, quer à sustentabilidade ambiental e mesmo à sua viabilidade económica.

Assim, quando o projectista de arquitectura concebe o edifício e o sistema construtivo deve saber articular e gerir estes dois instrumentos aparentemente contraditórios, a plasticidade que a matéria-prima permite na concepção formal do edifício e as exigências e características desses produtos impostas pela Directiva de Produtos de Construção.²⁹ É no domínio destes instrumentos que se poderão encontrar os meios para projectar com a matéria-prima numa forma “construtivamente consciente” e assim poder (re) inovar em arquitectura.

Mas como nesta actividade, além do conhecimento científico e tecnológico o factor criativo é determinante, não se podem estabelecer fórmulas nem metodologias universais de actuação. O projectista deve equilibrar em cada caso as doses necessárias de cada um destes ingredientes, e para o conseguir deve conhecer cada um deles. Conseguirá assim reinterpretar os sistemas tradicionais obedecendo às exigências contemporâneas.

Para alcançar este equilíbrio entre ciência, criação e intuição é fundamental uma estreita relação entre os vários intervenientes no processo construtivo, o arquitecto, os engenheiros das especialidades necessárias e se possível o construtor que irá executar a obra.

Deste sentido de equipa poderá nascer o projecto integral em que o arquitecto concebe a ideia, o engenheiro responde às exigências técnicas e o construtor oferece o conhecimento da tecnologia. A informação oferecida por cada um deles poderá assim contribuir para voltar ao entendimento do processo construtivo que se tem vindo a perder, onde todos os intervenientes participam desde o primeiro momento da concepção.

Assim, no desenvolvimento das várias fases do projecto, desde a concepção até à concretização do edifício, a contribuição de cada interveniente poderá “apurar” e enriquecer o produto final, tornando o projecto mais consistente, consequentemente a obra mais eficaz e o edifício mais eficiente.

Os projectistas poderão conhecer melhor as matérias que constroem o edifício e os construtores os conceitos e princípios que determinam o projecto.

Nesta estreita relação entre as várias fases do ciclo construtivo e da cumplicidade estabelecida pelos vários intervenientes é possível que idealmente se consiga num único caminho levar a concepção de uma ideia à concretização do edifício.

Conhecendo os sons, *matérias-primas*, de cada instrumento, *material de construção*, é possível compor a melodia para cada instrumento, *alvenaria*, orquestrando os para a melhor sinfonia, *o edifício*.

Como poderia um compositor compor uma sinfonia sem conhecer os sons de cada instrumento que a compõe?

6.2. Balanço final

Depois de feita esta reflexão sobre a consciencialização construtiva no acto de projectar em arquitectura, mais do que conclusões abrem-se perspectivas para utilizar o processo construtivo como mais um instrumento de desenho. Para que esse instrumento seja utilizado inteiramente deve o “instrumentista” interiorizar a técnica e as particularidades da sua execução. Conhecer a mataria para fazer a forma.

As alvenarias resistentes mostraram ser neste trabalho um excelente exercício para essa interiorização, pois a sua aplicação pressupõe não só o entendimento do processo, do sistema e do método construtivo, como também compreender o papel de cada elemento no conjunto do edifício, a parede, de cada componente na estruturação do elemento, a unidade de alvenaria, e na matéria-prima na produção de cada componente. Este conhecimento da constituição do edifício permite uma maior aproximação do projectista ao edifício, conhecendo-o das partes para o todo e do todo para as partes.

A abordagem das tecnologias tradicionais portuguesas na arquitectura popular em particular nas casas rurais pretendeu demonstrar a simplicidade conceptual deste sistema na concepção formal do edifício. Identificaram-se as matérias-primas e as características das regiões para entender as grandes diferenças de linguagem arquitectónica em cada uma delas para finalmente entender como cada tecnologia oferece condições formais tão distintas. Pela observação e consulta bibliográfica tentou-se encontrar para cada sistema as principais características dos componentes da alvenaria, entender a sequência de montagem da parede para finalmente enumerar as regras de composição arquitectónica implícitas em cada uma delas.

Não se encontraram formas únicas de “fazer arquitectura” em cada tecnologia, mas sim regras e princípios distintos que são o ponto de partida para a concepção formal do edifício.

Esta abordagem e aproximação da concepção arquitectónica à fundamentação tecnológica são comprovadas nos projectos apresentados, onde se demonstra em vários tipos de projecto, desde a reconstrução, passando pela reabilitação e até à nova construção como uma mesma tecnologia, a alvenaria de pedra pode ser abordada com linguagens tão distintas.

Assim, mais do que tirar conclusões esta leitura “arquitectónica” das tecnologias tradicionais poderá ser o início de uma (re) aproximação tecnológica à concepção arquitectónica através do encontro deste novo instrumento de concepção, o processo construtivo com alvenarias resistentes.

6.3. Desenvolvimentos futuros

Um dos caminhos possíveis de investigação que este trabalho pode sugerir é a confirmação e observação das regras de composição arquitectónica encontradas em exemplos concretos na Arquitectura Popular Portuguesa.

Poderia ser feita uma investigação mais profunda sobre a relação entre a matéria e a forma na arquitectura popular, através da observação e levantamento de tipologias construtivas portuguesas, continuando no fundo o trabalho iniciado nos anos 70 com o Inquérito à Arquitectura Popular, incidindo especialmente nas alvenarias resistentes e na forma como cada material determina o edifício.

Poderia assim ser elaborado um novo inquérito, nas mesmas regiões, tentando encontrar as relações entre a matéria e a forma. Para isso seria feito um enquadramento geográfico, social e económico de cada região e escolhidos exemplares representativos das tipologias habitacionais adoptadas. Escolhidos os exemplares seria feita uma análise arquitectónica do edifício procurando encontrar as relações geométricas e volumétricas da forma, para assim identificar quais as paredes estruturais do edifício e as formas que provocam no edifício. A análise dessas paredes portantes passaria também pelo estudo do seu desenvolvimento tridimensional, desde a sua configuração à sua relação com os outros elementos construtivos, até à sua constituição. Na sua constituição seria então abordada a tecnologia utilizada, a unidade adoptada e a matéria-prima escolhida.

Talvez se pudesse assim obter um espectro das relações entre matéria e forma.

Lista de referências

- ¹ Costa, J. Almeida e Melo, A. Sampaio - **Dicionário da Língua Portuguesa 2004**. Porto Editora
- ² Zumthor, Peter – **Pensar la arquitectura**; Editorial Gustavo Gili. Barcelona 2004
- ³ Pfeifer, Gunter; Ramcke, Rolf; Achtziger, Joachim; Zilch, Konrad - **Masonry Construction Manual**. Munique, Birkhauser - Edition Detail 2001
- ⁴ Sousa, Hipólito – **Construções em Alvenaria, Capítulo I, Referencia histórica; Apontamentos do Mestrado de Construção de Edifícios**. FEUP 2002
- ⁵ Zevi, Bruno – **Saber ver a arquitectura**. Edições Martins Fontes, São Paulo 1978
- ⁶ Vitruvius – **Los diez libros de arquitectura**. Editorial Ibérica, SA. Barcelona, 1995
- ⁷ IPPAR – **Arquitectura Moderna Portuguesa 1920-1970**; Edição IPPAR, Ministério da Cultura. Lisboa, 2004
- ⁸ Sindicato Nacional dos Arquitectos – **Arquitectura Popular em Portugal, volumes I e II**. Edição da Ordem dos Arquitectos, Lisboa 2004
- ⁹ Sousa, Hipólito – **Construções em Alvenaria, Capítulo III, Conceitos e terminologia relativos a construções em alvenaria; Apontamentos do Mestrado de Construção de Edifícios**. FEUP, Porto 2002
- ¹⁰ CEN - **Eurocódigo 6: projecto de estruturas de alvenaria**. CT115, LNEC; Lisboa 1995
- ¹¹ LNEC, argamassa
- ¹² Alves, Sérgio e Sousa, Hipólito – **Paredes exteriores de edifícios em pano simples**. Lidel, Abril 2003
- ¹³ Robert g. Drysdale, Ahmad A. Hamid, Lawrie R. Baker - **Masonry structures behaviour and design, 2nd edition**. The masonry Society Boulder; Colorado 1999
- ¹⁴ G. Righetti e L. Bari - **L'edificio in muratura**; Edizioni Lmabda. Padova 1993
- ¹⁵ CEN - Eurocódigo 8 – Design of masonry Structures. CT115, LNEC; Lisboa 1995
- ¹⁶ Portugal, Leis, Decretos, etc. **Regulamento de Segurança de construções contra os sismos**. Decreto-Lei n.º 41658 de 31 de Maio de 1958
- ¹⁷ Portugal, Leis, Decretos – **Regulamento Geral das Edificações Urbanas**. Decreto-Lei n.º 38382 de 7 de Agosto de 1951
- ¹⁸ DIN 1053

- ¹⁹ Mestre, Vítor – **Arquitectura Popular da Madeira**. Argumentum; Lisboa 2002
- ²⁰ Girão, A. De Amorim - **Geografia de Portugal**; Portucalense Editora. Porto 1941
- ²¹ Moutinho, Mário - **A Arquitectura Popular Portuguesa**. Editorial Estampa, Lisboa 1995
- ²² Teixeira, Gabriela Barbosa e Belém, Margarida da Cunha - **Diálogos da Edificação; CRAT**. Porto 1998
- ²³ Esselborn, Carlos - **Tratado General de Construcción**. Gustavo Gili; Barcelona 1928
- ²⁴ Scmitt, H - **Tratado de construccion**. Gustavo Gili, Barcelona 1978
- ²⁵ Rei, João Carlos Martins - **Edifícios de pequeno porte em alvenaria resistente viabilidade técnico-económica**. FEUP; Porto 1999
- ²⁶ Dethier, Jean – **Arquitecturas de Terra**. Fundação Calouste Gulbenkian; Lisboa 1993
- ²⁷ Alves, Sérgio e Sousa, Hipólito – **Paredes exteriores de edifícios em pano simples**. Lidel, Abril 2003
- ²⁸ Mascarenhas, Jorge – **Sistemas de Construção III – Paredes (2º parte) e materiais básicos (1º parte)**. Livros Horizonte, Lisboa 2003
- ²⁹ DL nº 113/93 de 10/4 e portaria 566/93 02/06
- ³⁰ Carvalho, Bárbara Rangel; Sousa, Hipólito; Alves, Fernando Brandão – **Alvenarias resistentes: reaprender o passado concebendo o presente. 2º Congresso Nacional de Construção, volume I. FEUP**, Porto 2004
- ³¹ Tectonica15 Cerâmica; ATC Ediciones, Madrid 1995
- ³² DIN 52100

Livros

- Barros, Luís Aires – ***As rochas dos monumentos portugueses, Volume I.*** IPAAR, Lisboa 2001
- Barros, Luís Aires – ***As rochas dos monumentos portugueses, Volume II.*** IPAAR, Lisboa 2001
- Barry - ***The construction of buildings.*** Blackwell Science, Londres 2001
- Benevolo, Leonardo – ***Diseño de la ciudad - 2 El arte y la ciudad antiga.*** Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1981
- Blasser, Werner – ***Mies Van der Rohe.*** Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1987
- Branco, J. Paz – ***Infraestruturas, estruturas, alvenarias e cantarias em edifícios;*** E P Gustave Eifel,
- Cassela, Gisela – ***Gramática da Pedra, Levantamento de Tipologias de construção muraria.*** CRAT, Porto 2003
- Corrêa, Márcio R S; Ramalho, Marcio A – ***Projeto de edificios em alvenaria estrutural;*** Pini, São Paulo,
- Cunha, Rui Maneira – ***As medidas na Arquitectura.*** Edições Caleidoscópio, Casal de Cambra 2003
- Duarte, José Pinto – ***Tipo e Modulo.*** LNEC Lisboa 1995
- Herzog & De Meuron - ***Natural History.*** Lars Muller Publishers, Montreal 2003
- Iwers, Forssman – ***Karl Firedrich Schinkel, Siene Bauten heute.*** Harenberg Edition, Dortmund 1991
- Janson, H W – ***História da Arte.*** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa 1989
- Martinell, César – ***Gaudí, su vida, su teoría, su obra.*** Edições do Colégio da Cataluña y Baleares, Barcelona 1967
- Mascarenhas, Jorge – ***Sistemas de Construção V - O edificio de rendimento da Baixa Pombalina de Lisbo.*** Livros Horizonte, Lisboa 2004
- Mateus, João Mascarenhas – ***Técnicas Tradicionais de construção de alvenarias, a literatura técnica de 1750 a 19000 e o seu contributo para a conservação dos edificios históricos.*** Livros Horizonte, Lisboa 2002
- Norberg-Schulz, Christian - ***Lasignification dans l'architecture occidentale.*** Pierre Mardaga Éditeur, Liège 1977
- Oliveira, Ernesto Veiga; Galhano, Fernando; Pereira, Benjamim - ***Construções Primitivas em Portugal.*** Instituto de Alta Cultura, Centro de Estudos de Etnologia, Lisboa 1969
- Oliveira, Ernesto Veiga; Galhano, Fernando – ***Portugal de perto, Arquitectura tradicional Portuguesa.*** Edições Dom Quixote, Lisboa 2003

Pfeiffer, Bruce Brooks - **Frank Lloyd Wright Drawings**. Harry N. Abrams, Incorporated, New York 1990

Santos, José Paulo – **Álvaro Siza, obras y proyectos 1954 – 1992**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1993

Segurado, João Emílio dos Santos – **Alvenaria e Cantaria**. Livraria Bertrand, Lisboa, 5ª edição

Serra, Rafael – **Arquitectura e climas**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1999

Silveira, Ângelo Costa – **A casa pátio de Goa**. FAUP, Porto 1999

Trigueiros, Luiz - **Fernando Távora**. Editorial Balu, Ida, Lisboa 1993

Weston, Richard - **Alvar Aalto**. Phaidon Press Limited London 1995

Teses e relatórios

Faria, Francisco – **Análise dos sistemas construtivos Portugueses**. FEUP, Porto 1993

Lourenço, Paulo B – **Dimensionamento de alvenarias estruturais**. Universidade do Minho, Guimarães 1999

Moreira, Paulo – **2 X Suíça – Prova final de Licenciatura em Arquitectura**. FAUP, Porto 2005

Rei, João Carlos Martins – **Edifícios de pequeno porte em alvenaria resistente, viabilidade técnico-económica**. FEUP, Porto 1999

Sousa, Hipólito – **Melhoria do comportamento térmico e mecânico das alvenarias por actuação na geometria dos elementos, aplicação a blocos de betão de argila expandida**. FEUP, Porto 1996
