

CONSTRUÇÃO TRADICIONAL DO ALGARVE

CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA, ANÁLISE DE ANOMALIAS E PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Reabilitação de Edifícios

VANDA RUTE NAZÁRIO NEVES TRINDADE
(Licenciada em Engenharia Civil)

Orientador Científico: Prof.^a Doutora Paulina Faria

Outubro 2008

Resumo

A presente dissertação baseia-se no estudo efectuado a diferentes edificações de pequeno porte situadas no barrocal Algarvio, com o objectivo de proceder à caracterização das técnicas construtivas e materiais correntes na época da sua construção, e à descrição dos fenómenos de degradação, com vista à apresentação de propostas de reabilitação.

Como metodologia de trabalho foi efectuada uma análise bibliográfica sobre construções com materiais e técnicas tradicionais, procurando-se interligar os métodos usados nesta região específica com os aplicados em inúmeros locais do mundo. Seguiu-se a análise de casos de estudo, possível através do trabalho de campo, onde foram recolhidas amostras e efectuado registo fotográfico. As construções em estudo são representativas dos vários métodos construtivos usados com materiais tradicionais do Algarve, até ao início dos anos 50, antes da era do betão, concretamente em tijolos de adobe, blocos de taipa e alvenaria de pedra.

Nos casos de estudo foram descritos não só os elementos construtivos (fundações, paredes, revestimentos, vãos, reforços estruturais, pavimentos e coberturas), mas igualmente apresentadas as anomalias associadas e os processos de degradação, analisando a envolvimento desses elementos, a exposição aos agentes agressivos e o estado de abandono das construções, com vista à verificação das potencialidades da sua recuperação. De entre as inúmeras hipóteses possíveis de reabilitação, foram sugeridas as que se considerou serem mais indicadas para aumentar os níveis de qualidade da habitação seleccionada, adaptando a utilização inicial às exigências actuais, mas recorrendo a métodos pouco invasivos e que, dentro do possível, prevejam técnicas e materiais originais, conferindo-lhe uma nova funcionalidade.

É objectivo constante ao longo do presente estudo, a valorização da terra crua e da pedra natural, como materiais de construção usados em grande escala no passado e que continuam a ser aplicados no presente em todo o mundo, incentivando e valorizando o seu uso como material de construção.

Palavras-chave

Taipa; Alvenaria de Adobe; Alvenaria de pedra; Construções tradicionais Algarvias; Patologia; Reabilitação.

Abstract

This dissertation is based on the study realized to several small sized buildings located in the Barrocal, a hilly region located on the inland of the Algarve. The purpose of the work is to characterize the current construction techniques and materials at the time of construction and to describe the degradation phenomena in order to present rehabilitation proposals.

The applied methods included a bibliographic analysis about buildings with identical materials and construction techniques. They were used to make a connection between the methods used in this specific region with those used in many other locations in the world where people still build with and live on raw earth buildings. An analysis of real case studies followed, performed through field work where samples were gathered and a photographic record was made. The studied buildings are representative of the different construction techniques and traditional materials used in Algarve up to the beginning of the 50's, before the concrete era, when adobe brick, rammed earth or stone masonry were used.

For the case studies, not only the constructive elements (foundations, walls, coatings, spans, structural reinforcements, pavements and roofs) were described but also the pathologies associated to the degradation processes. The environment, exposure to weathering and abandonment state were analyzed in order to assess the buildings' recovery potential. Among the innumerable reconstruction and recovery possibilities, the suggested ones were those considered more suited to enhance the buildings' quality standard, giving it a new functionality adapted to nowadays utilization needs, yet recurring to the least invasive methods available and using the original materials whenever possible.

It's a constant objective throughout this study the valorization of raw earth as a large scale construction material in past and present all over the world, and to stimulate its usage in the future.

Key-words

Rammed earth; Adobe; Stone masonry; Algarve traditional constructions; Pathologies; Rehabilitations.

Índice

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Considerações iniciais	10
1.2	Objectivo e estrutura da dissertação	12
2	CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS	14
2.1	Enquadramento histórico	14
2.1.1	Classificação da terra como material de construção	18
2.1.2	Construções tradicionais em Portugal	22
2.2	Construção em terra: alvenaria de adobe e blocos de taipa	24
2.2.1	Seleção da matéria-prima	24
2.2.2	Processo de fabrico dos tijolos de adobe	30
2.2.3	Processo de fabrico dos blocos de taipa	33
2.2.4	Elementos construtivos e patologia associada	34
2.2.4.1	Fundações e embasamento	34
2.2.4.2	Paredes e revestimentos	36
2.2.4.3	Vãos de portas e janelas	43
2.2.4.4	Elementos de reforço estrutural	45
2.2.4.5	Cobertura	46
2.2.4.6	Pavimentos	47
2.2.5	Vantagens e desvantagens	48
2.2.5.1	Recurso disponível no meio	48
2.2.5.2	Desempenho térmico e acústico	48
2.2.5.3	Viabilidade económica	49
2.2.5.4	Resistência à acção da chuva	50
2.2.5.5	Resistência à acção sísmica	51
2.2.5.6	Resistência à acção do fogo	51
2.3	Construções em alvenaria de pedra	52
2.3.1	Seleção da matéria-prima	52
2.3.2	Elementos construtivos e patologia associada	53
2.3.2.1	Fundações	53
2.3.2.2	Paredes e revestimentos	54
2.3.2.3	Vãos de portas e janelas	59
2.3.2.4	Elementos de reforço estrutural	59
2.3.2.5	Cobertura	60
2.3.2.6	Pavimentos	61
3	CASOS DE ESTUDO	62
3.1	Construção em blocos de taipa e tijolos de adobe	62
3.1.1	Identificação da construção em análise	62
3.1.2	Elementos construtivos e sua degradação	64
3.1.2.1	Paredes e revestimentos	65
3.1.2.2	Vãos de portas e janelas	70
3.1.2.3	Cobertura	73
3.1.2.4	Pavimento	77
3.1.3	Ficha técnica da construção em estudo	79
3.2	Construção em alvenaria de pedra	81
3.2.1	Identificação da construção em análise	81
3.2.2	Elementos construtivos e sua degradação	85
3.2.2.1	Paredes e revestimentos	85

3.2.2.2	Vãos de portas e janelas	87
3.2.2.3	Cobertura.....	90
3.2.2.4	Pavimento.....	94
3.2.3	Ficha técnica da construção em estudo	96
3.3	Construção em alvenaria de pedra com paredes interiores em tijolo cerâmico maciço tradicional	98
3.3.1	Identificação da construção em análise	98
3.3.2	Elementos construtivos e sua degradação	99
3.3.2.1	Paredes e revestimentos	99
3.3.2.2	Vãos de portas e janelas	104
3.3.2.3	Cobertura.....	106
3.3.2.4	Pavimento.....	108
3.3.3	Ficha técnica da construção em estudo	110
4	SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO.....	112
4.1	Intervenção na construção em alvenaria de pedra	113
5	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	118
6	BIBLIOGRAFIA	119

Índice Figuras

Fig 1.1 – Construção típica Algarvia, no concelho de Albufeira.	11
Fig 1.2 – Construção actual, Hotel Sheraton Algarve.	11
Fig 2.1 – Sítio arqueológico de Jarmo, a mais antiga comunidade agrícola do mundo [1].....	15
Fig 2.2 – Local de vestígios da cidade mais antiga descoberta pelos arqueólogos, Jericó [2]	15
Fig 2.3 – Shibam, Iémen do Sul, cidade em terra no deserto, com vida cosmopolita actual [3]....	16
Fig 2.4 – Shibam, a cidade com os mais altos edifícios em terra do mundo [4]	16
Fig 2.5 – Ait Benhaddou, notável arquitectura do Sul de Marrocos [5]	16
Fig 2.6 – Ait Benhaddou, reconstruída com novas condições de habitabilidade [6]	16
Fig 2.7 – Cidade de Tebas, actualmente um local de culto do turismo do Egipto [7]	17
Fig 2.8 – Pormenor construtivo da cidade de Tebas, Egipto [8]	17
Fig 2.9 – Edifícios da cidade de Sanaa, construídos em adobe e decorados a branco [9].....	18
Fig 2.10 – Sanaa, uma das maiores cidades de terra do Iémen [10].....	18
Fig 2.11 – Terra escavada na vertical, para criação de pátio de entrada (China) [11]	19
Fig 2.12 – Terra modelada com as mãos, a mais básica técnica construtiva (Nigéria) [12]	19
Fig 2.13 – Terra empilhada, com reduzida mão obra e numerosas soluções (Costa Marfim) [13] 20	
Fig 2.14 – Taipa, solução de terra prensada usada em todo o mundo (Índia) [14].....	20
Fig 2.15 – Execução de blocos de adobe prensado, técnica ancestral (Haiti) [15]	21
Fig 2.16 – Tijolos de adobe moldado, fabrico manual com pouco equipamento (Nigéria) [16] ...	21
Fig 2.17 – Recolha de blocos de terra cortada, extraídos em locais específicos (Kari) [17].....	21
Fig 2.18 – Processo semi-industrial de obtenção de tijolos de terra extrudida (França) [18]	21
Fig 2.19 – Tabique, técnica de aplicação de terra sobre fasquiado em madeira (França) [19].....	22
Fig 2.20 – Aplicação de terra em revestimento de paredes e cobertura (Somália) [20]	22
Fig 2.21 – Técnica de apiloamento da terra entre taipais, para execução de taipa [21]	34
Fig 2.22 – Execução de parede em alvenaria de taipa [22]	34
Fig 2.23 – Parede exterior em adobe, não revestida, com fissura.	37
Fig 2.24 – Muro de vedação em taipa, com base de pedra.	37
Fig 2.25 – “Descolamento” entre paredes exteriores ortogonais.	38
Fig 2.26 – Fissuração em parede de taipa, com atravessamento dos blocos.	38
Fig 2.27 – Revestimento exterior pintado, com pigmentos coloridos.	38
Fig 2.28 – Revestimento exterior da fachada principal.	38
Fig 2.29 – Reparação com reboco à base de cimento, numa parede em terra.	41
Fig 2.30 - Destaque do revestimento, numa alvenaria de tijolos cerâmico maciço.	41
Fig 2.31 – Verga em tijolo cozido, sendo visível a pedra de fecho.	44
Fig 2.32 – Cantaria decorativa em vão exterior, com resistência estrutural.	44
Fig 2.33 – Alvenaria de pedra sem aparelhamento, com junta argamassada.	55
Fig 2.34 – Alvenaria de pedra aparelhada, muralhas do Castelo de Loulé.	55
Fig 3.1 – Fachada principal virada a Sudeste, da construção de taipa.	62
Fig 3.2 – Fachada lateral da edificação de pequeno porte em taipa.	62
Fig 3.3 - Entrada principal com cobertura em abóbada de arco simples.	63
Fig 3.4 – Celeiro com acesso pela cozinha, com cobertura em estrado de madeira.	63
Fig 3.5 – Chaminé da cozinha, onde os alimentos eram cozinhados a lenha.	63
Fig 3.6 - Vestígios de escada na cozinha, encastrada na parede exterior em taipa.	63
Fig 3.7 – Parede exterior das traseiras, com blocos de grande dimensão em taipa.	64
Fig 3.8 – Manjedoura em alvenaria de pedra, com estrutura da cobertura em madeira.	64
Fig 3.9 – Forno a lenha localizado nas traseiras, junto à pocilga.	64
Fig 3.10 – Anexo à habitação principal, que deveria servir de instalação sanitária.	64
Fig 3.11 - Parede exterior do lado Nordeste, executada em blocos de taipa.	65
Fig 3.12 - Parede exterior do lado Sudoeste em taipa, com embasamento de alvenaria de pedra. 65	
Fig 3.13 – Parede interior em adobe, actualmente sem cobertura.	66
Fig 3.14 – Parede interior em adobe, bastante degradada no topo.	66

Fig 3.15 – Embasamento de paredes exteriores, em pedra local, não aparelhada.....	66
Fig 3.16 – Paredes exteriores com execução dos blocos de taipa, sobre a base em pedra.....	66
Fig 3.17 – Parede interior em alvenaria de adobe assente directamente no pavimento.....	67
Fig 3.18 – Parede interior de adobe, assente em alvenaria de pedra.....	67
Fig 3.19 – Destacamento de revestimento numa parede exterior.....	68
Fig 3.20 – Escorrência de água no revestimento interior.....	68
Fig 3.21 - Paredes da cozinha de cor vermelha, devido aos pigmentos adicionados.....	68
Fig 3.22 – Aparentemente a cor vermelha das paredes da cozinha mantém-se original.....	68
Fig 3.23 – Fixação das extremidades dos tirantes de aço, com argamassas cimentícia.....	69
Fig 3.24 - Reforço estrutural recorrendo a tirantes em aço, em locais de elevada fissuração.....	69
Fig 3.25 - Destacamento entre parede exterior e interior, na fachada Nordeste.....	70
Fig 3.26 - Destacamento entre parede interior de taipa e adobe.....	70
Fig 3.27 - Verga com tijolos de barro vermelho maciços, em vão exterior.....	71
Fig 3.28 – Degradação de vergas interiores em madeira.....	71
Fig 3.29 - Vão interior em madeira, com bandeira para permitir a passagem de luz.....	72
Fig 3.30 - Vão exterior com destacamento das cantarias da verga e ombreiras.....	72
Fig 3.31 – Abertura de vão interior em parede de taipa, com pano de peito em adobe.....	72
Fig 3.32 – Abertura de vãos exteriores, em reduzido número e dimensão.....	72
Fig 3.33 - Reforço estrutural da cobertura em abóbada, na zona da entrada.....	73
Fig 3.34 - Reforço estrutural nos dois sentidos, na cobertura em abóbada da sala.....	73
Fig 3.35 – Elementos constituintes da cobertura em abóbada.....	74
Fig 3.36 – Cobertura da sala em abóbada de um arco abatido.....	74
Fig 3.37 - Cobertura da cozinha, em caniço sobre barrotes, com terras a revestir.....	75
Fig 3.38 – Degradação dos barrotes, com queda da esteira de canas e das telhas canudo.....	75
Fig 3.39 - Diversidade de telhas aplicadas, entre canudo e Marselha.....	75
Fig 3.40 – Vista geral da cobertura com aplicação de diferentes materiais de revestimento.....	75
Fig 3.41 - Reforço executado por lintel em betão, sobre a parede em taipa.....	76
Fig 3.42 – Substituição da esteira em canas por chapas metálicas.....	76
Fig 3.43 - Beirado da fachada principal, com as telhas argamassadas.....	76
Fig 3.44 - Beirado da fachada posterior, mais simples.....	76
Fig 3.45 – Pavimento interior, para criação de sobrado.....	77
Fig 3.46 – Estrado de madeira, com alguma degradação dos barrotes e das tábuas.....	77
Fig 3.47 - Pavimento interior, em zonas de ocupação corrente.....	78
Fig 3.48 – Pavimento em pedra, na zona de ocupação por animais.....	78
Fig 3.49 - Fachada principal da construção em pedra.....	81
Fig 3.50 - Chaminé datada de 1869, ano provável da edificação.....	81
Fig 3.51 – Cozinha localizada nas traseiras, situada ao fundo da entrada.....	82
Fig 3.52 – Chaminé da cozinha.....	82
Fig 3.53 - Divisão à esquerda da entrada.....	82
Fig 3.54 – Compartimento que se supõe destinar-se a armazém, devido aos utensílios.....	82
Fig 3.55 - Escada para piso superior.....	83
Fig 3.56 - Extremidade Nascente.....	83
Fig 3.57 - Pocilga das traseiras, em pedra como toda a habitação.....	83
Fig 3.58 – Estrumeira para despejar resíduos orgânicos e aproveitamento como adubo.....	83
Fig 3.59 – Manjedoura numa das divisões onde pernoitavam os animais.....	84
Fig 3.60 - Divisão para animais.....	84
Fig 3.61 - Valado a delimitar o terreno em todo o seu perímetro.....	84
Fig 3.62 - Muro com portão, nas traseiras.....	84
Fig 3.63 – Eira existente nas traseiras, para debulhar e secar os produtos da terra.....	85
Fig 3.64 – Existência de eira.....	85
Fig 3.65 - Cunhais de parede exterior localizada nas traseiras, sem revestimento.....	86
Fig 3.66 - Fachada em pedra não aparelhada, com degradação da argamassa de revestimento.....	86
Fig 3.67 - Heterogeneidade do revestimento da fachada, aplicado em diferentes épocas.....	86

Fig 3.68 – Fachada principal, com degradação provocada pelo Homem através de <i>graffitis</i>	86
Fig 3.69 - Destacamento da pintura amarela da cozinha, sendo visível a cor inicial branca.....	87
Fig 3.70 - Fissuração do revestimento, com degradação da caiação.	87
Fig 3.71 - Porta da fachada em madeira, com postigo.	88
Fig 3.72 – Vão da fachada principal com rede, sem vidro.....	88
Fig 3.73 – Verga de madeira em porta interior, com alguma perda de secção.....	89
Fig 3.74 – Verga de vão exterior, formada por pedras de maiores dimensões.....	89
Fig 3.75 - Arco em pedra, elemento construtivo único nesta edificação.....	89
Fig 3.76 - Reforço metálico do arco em pedra.	89
Fig 3.77 - Estrutura de suporte da cobertura, formada por barrotes e canas.	90
Fig 3.78 – Elemento de escoramento dos barrotes, devido à sua elevada flecha.....	90
Fig 3.79 – Encontros degradados devido à acumulação de humidade e fraca ventilação.....	91
Fig 3.80 – Perda de secção na madeira, causada por agentes biológicos.....	91
Fig 3.81 - Assentamento das telhas directamente na esteira de canas.....	91
Fig 3.82 - Aspecto exterior da cobertura, com algumas telhas partidas.....	91
Fig 3.83 – Rotura de barroto da cobertura, com queda das canas e telhas.....	92
Fig 3.84 – Degradação geral da estrutura em madeira da cobertura.	92
Fig 3.85 - Beirado saliente para permitir o afastamento da água da chuva da parede.	93
Fig 3.86 - Diferentes arquitecturas entre beirado do piso térreo e do piso superior.	93
Fig 3.87 – Aspecto da caleira na fachada posterior, para recolha da água da chuva.....	94
Fig 3.88 – Recolha e encaminhamento das águas, para longe das alvenarias.....	94
Fig 3.89 – Estereotomia de aplicação de mosaicos interiores aplicados em espiga.	95
Fig 3.90 – Aplicação do pavimento alinhado lado a lado, com juntas desencontradas.....	95
Fig 3.91 – Soleira da porta principal em pedra maciça.....	95
Fig 3.92 – Pavimento exterior, em material sem geometria, aproveitado de desperdícios.	95
Fig 3.93 – Sr. Casemiro na fachada principal da construção, na freguesia de Tôr.....	98
Fig 3.94 - Fachada de tardo virada a Norte, visivelmente em ruína.	98
Fig 3.95 – Parede exterior em pedra não aparelhada.....	99
Fig 3.96 – Alvenaria de pedra, apenas com revestimento na parte superior.....	99
Fig 3.97 – Embasamento em tijolo a “meia vez”, para assentamento das paredes interiores.....	100
Fig 3.98 – Ligação entre paredes interiores e exteriores.	100
Fig 3.99 – Parede interior em tijolo tradicional.	101
Fig 3.100 – Elevação de parede interior, com tijolos ao cutelo.	101
Fig 3.101 – Abertura deixada nas paredes interiores para apoio do estrado.....	102
Fig 3.102 – Locais de suporte da estrutura de madeira.	102
Fig 3.103 – Parede interior não revestida, em ambos os lados.	102
Fig 3.104 – Face interior de parede exterior com salpico em bruto.....	102
Fig 3.105 – Abertura para ventilação, lado exterior.....	103
Fig 3.106 – Aspecto interior da abertura para ventilação.....	103
Fig 3.107 – “Amparo” da fachada principal, com abertura para escoamento da água da chuva.	103
Fig 3.108 – Fissuração e acumulação de vegetação parasitária, junto à abertura.....	103
Fig 3.109 – Cantarias da fachada principal, no contorno dos vãos.	104
Fig 3.110 – Reforço da verga da porta, com recurso a tijolos em arco.....	104
Fig 3.111 – Tijolos cerâmicos da verga da porta das traseiras, que se mantêm.....	105
Fig 3.112 – Pormenor de ligação entre a verga e a ombreira.	105
Fig 3.113 – Guarnições de portas interiores, com bandeira.	105
Fig 3.114 - Encaixe da guarnição de porta interior, na alvenaria das paredes.....	105
Fig 3.115 – Malha de aço da cobertura, formada por cabos usados nas amarrações navais.	106
Fig 3.116 – Degradação da laje, verificando-se a geometria da malha de aço.	106
Fig 3.117 – Acabamento superior da cobertura, sem aplicação de revestimento sobre a laje.....	107
Fig 3.118 – Vista geral da queda da cobertura, na parte traseira da edificação.....	107
Fig 3.119 – Composição da cobertura, formada por cabos de aço e betão de seixo e areia.....	108
Fig 3.120 – Destacamento do recobrimento, ficando à vista a malha de aço.....	108

Fig 3.121 – Marcas da esteira de canas, verificadas nos tectos interiores.....	108
Fig 3.122 – Textura das sacas de cimento e da esteira, no tecto do quarto.....	108
Fig 3.123 – Assentamento de pavimento interior, em ladrilhos cerâmicos.....	109
Fig 3.124 – Pormenor do pavimento interior, em ladrilhos cerâmicos.	109

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A identidade das nações futuras dependerá do passado da humanidade e é construída no nosso presente. Para a continuidade e equilíbrio entre as várias épocas, são indispensáveis as acções decorrentes actualmente, de forma a promover a ligação e respeito entre culturas milenares e as que construiremos para o futuro. A cultura de um povo é afirmada através de inúmeros aspectos sócio culturais, entre eles as edificações, que muitas vezes são a imagem visível das sociedades, com um valor histórico sem igual. O património edificado é um testemunho portador de valores culturais e históricos de enorme importância, assumindo uma herança comum intemporal, sendo responsabilidade da nossa geração manter as condições necessárias para que seja usufruído no futuro.

O quotidiano das sociedades, como as conhecemos hoje, é cada vez mais exigentes em todos os aspectos que nos rodeiam. Naturalmente, as exigências funcionais das edificações evoluíram em simultâneo, sendo diferentes as necessidades actuais das existentes no passado, mesmo que recente. Deste modo, as construções sofreram uma evolução a vários níveis, sendo inquestionável a necessidade de melhorar os seus padrões actuais.

A questão poderá ser problemática devido às rápidas e, muitas vezes, descontroladas alterações dos hábitos e tradições, por vezes acompanhadas pelo desrespeito nas origens dos povos. A ruptura repentina com a tradição, com a passagem ao “modernismo” a todo o custo, leva à perda de identidade das gentes e dos sítios que durante décadas pareciam não notar o passar do tempo.

No caso particular das construções tradicionais do Algarve, essa diferença faz-se notar em grande escala, quando se confrontam as casas antigas com os exuberantes centros turísticos actuais. Note-se que o abandono quase por completo dos materiais tradicionais, que durante décadas foram a única alternativa disponível para edificar, deu-se apenas há cerca de 60 anos, nos anos 50 do século passado, época em que surgiu o betão e o aço como principais materiais estruturais, hoje usados quase em exclusividade.

A fase de transição em que materiais tradicionais e modernos poderiam ter sido usados em paralelo quase não existiu, sendo esse um dos motivos pelos quais os materiais mais antigos passaram a ser vistos como não tendo poder de resposta aos novos conceitos de arquitectura e exigências de engenharia. Esse abandono, pouco gradual, deve-se em grande parte à falta de

estudos e análises científicas sobre as potencialidades dos materiais tradicionais. Muitas vezes esses conhecimentos apenas eram transmitidos verbalmente através de gerações e por gentes que foram desaparecendo, sem que houvesse o registo para aplicação no futuro. Também foram pouco desenvolvidas as potencialidades do uso simultâneo dos vários materiais, tirando partido das melhores características de cada um individualmente, para otimizar o conjunto.

No entanto, a preocupação cada vez mais crescente da preservação do meio ambiente, leva à consciencialização de que se terá de actuar em diversas frentes para travar as constantes ameaças a que o planeta é sujeito. A área da construção, com todas as vertentes dela resultantes, é uma das actividades mais agressivas para o meio natural, devido à exploração exagerada, até quase ao esgotamento, das matérias-primas não recicláveis, aos gastos energéticos despendidos no seu fabrico, transformação e transporte, e à produção de resíduos proveniente de toda a indústria tanto na fase de construção, como após o seu tempo de vida útil.

Deverão os erros do passado servir de exemplo às atitudes futuras, pelo respeito e preservação do património cultural e natural que a todos pertence, pela preservação dos recursos disponíveis e esgotáveis, de forma a melhorar a qualidade de vida das gerações futuras. Neste sentido, o uso de terra crua e pedra natural como materiais de construção das tipologias construtivas tradicionais do Algarve, continuará a ser como sempre foi, uma opção ecologicamente eficaz, com vantagens e desvantagens conforme será analisado ao longo do presente estudo.

Apresentam-se dois exemplos bem elucidativos de construções visivelmente com inúmeros aspectos diferentes, mas que, no entanto, estão localizadas a pouca distância uma da outra, com poucos anos de diferença de construção e ambas habitadas.



Fig 1.1 – Construção típica Algarvia, no concelho de Albufeira.



Fig 1.2 – Construção actual, Hotel Sheraton Algarve.

1.2 Objectivo e estrutura da dissertação

O presente trabalho tem como objectivo a caracterização de construções tradicionais do Algarve, de pequeno porte, localizadas em zonas rurais. Pretendeu-se descrever as técnicas construtivas e os fenómenos de degradação, para os vários casos estudados. Para o caso que se entendeu ter maior potencialidade para uma nova funcionalidade, foram propostas soluções de reabilitação. Como materiais estruturais são analisados alvenarias de tijolos de adobe, blocos de taipa e alvenarias de pedra; como materiais de acabamento, a madeira, a cana, as argamassas, a cal e o barro. É também objectivo do presente trabalho, o reconhecimento das potencialidades que a aplicação de materiais tradicionais tem nas novas construções, em qualquer parte do mundo e em função da exigência funcional pretendida para a edificação.

Deste modo, e tendo em consideração os conhecimentos e experiências transmitidas ao longo de gerações, pode-se concluir que todos os materiais tradicionais poderão ser aplicados em construções novas, ainda que não na totalidade mas integrados com outros materiais recentes, desde que tomados os devidos cuidados necessários em todas as fases da obra. A reintrodução pouco a pouco de materiais tradicionais, principalmente da terra e da pedra, é fundamental nos tempos actuais em que os restantes recursos tendem a escassear e a poluição consequente do seu fabrico e entulhos produzidos, está-se a tornar cada vez mais insustentável.

No presente capítulo é definido o conjunto introdutório de considerações que se pretendem analisar no contexto geral da dissertação.

Após o enquadramento histórico ao tema geral de construções com materiais tradicional no mundo, são aprofundados no capítulo 2 os vários métodos construtivos de edificações, desde a selecção da matéria-prima, o seu processo de fabrico e aplicação. Também neste capítulo são descritos os elementos construtivos e a patologia associada. Cada anomalia é analisada individualmente, embora considerando a construção como um todo, pois só assim é possível compreender alguns dos fenómenos verificados. São ainda apresentadas as vantagens e desvantagens da aplicação de materiais tradicionais, em comparação com os mais modernos.

No capítulo 3 são apresentados casos práticos de pequenas habitações rurais, bastante representativas do que tradicionalmente era prática corrente construir no Algarve. Para cada um dos casos de estudo, são descritas as técnicas e os materiais tradicionais usados e as anomalias verificadas. O estudo de situações reais tem como objectivo a criação de uma base de informação

que poderá ser útil para aplicação em casos de reabilitação de construções degradadas, como o exemplo sugerido.

Como consequência do passar dos anos, e muitas vezes da falta de manutenção, verifica-se que grande parte das construções tradicionais chega aos nossos dias em elevado estado de abandono. O conhecimento dos principais agentes e fenómenos de degradação é fundamental para a escolha das metodologias de reabilitação e recuperação a adoptar, de forma a dar nova vida às construções tradicionais que actualmente ainda restam. Após o conhecimento profundo dos processos de degradação, são apresentadas soluções de reabilitação para um dos casos estudados, que se apresenta num estado avançado de degradação, situação discriminada no capítulo 4.

No entanto, o conjunto de princípios apresentado é apenas orientador e de carácter teórico, técnico e operacional, permitindo obter bases para a concepção de metodologias e acções com vista ao melhoramento da habitabilidade das edificações, não devendo de forma alguma serem assumidos como regras absolutas de actuação. Cada objecto intervencionado é um caso único, dependendo a sua actuação do conjugar de diversas áreas de conhecimento como seja a história, a arte, a arqueologia, a arquitectura, a engenharia, a química, a geologia e a mineralogia. Outros factores, como sejam ambientais, sociais, económicos, políticos, que ultrapassam o domínio técnico e científico da intervenção, também têm grande influência no tipo e dimensão das acções de conservação. No presente estudo, e uma vez que se trata de uma pequena edificação rural, sem classificação de património histórico, as soluções propostas são meramente de interesse do proprietário. É objectivo da intervenção conferir uma nova funcionalidade, como seja o turismo, e dar a conhecer uma edificação reabilitada com técnicas e materiais tradicionais.

O capítulo 5 sintetiza as ilações decorrentes do estudo, procedendo-se à verificação do cumprimento dos objectivos previstos. Incluem-se também algumas perspectivas propostas para investigações futuras a nível de construções tradicionais do Algarve.

Por fim regista-se no capítulo 6 toda a bibliografia consultada, indispensável para a realização do presente estudo, e que de certo modo serviu para entender a dimensão e o crescente interesse em preservar o património cultural edificado e as constantes tentativas em reintroduzir técnicas ancestrais, como meio indispensável para a preservação de culturas e gentes.

2 CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS

2.1 Enquadramento histórico

A utilização de terra e pedra como materiais de construção remonta aos primórdios das civilizações, tendo sido utilizados um pouco por todo o mundo, em especial em climas secos e temperados, com pouca pluviosidade, com predominância no hemisfério Sul, em locais como África, Ásia e América Central e do Sul. Tendo em conta a vastidão destes territórios, comparativamente aos ditos países desenvolvidos, será compreensível estimar-se que cerca de 30 a 40 % da população do mundo habite em construções em terra. A sua alargada área de aplicação deve-se em grande parte à sua disponibilidade no meio natural, ao reduzido nível tecnológico e facilidade de aplicação. As técnicas construtivas são originais de culturas milenares, passadas de geração em geração. Este tipo de construções apresentam um elevado simbolismo a vários níveis, como sejam culturais, religiosos, regionais e temporais. Tem havido nos últimos tempos um crescente interesse em proteger, preservar e reabilitar lugares que constituem importantes patrimónios da humanidade. É o caso das classificações atribuídas pela UNESCO, em que cerca de 10 % dos sítios que figuram na lista de Património Mundial, referem-se a exemplares de arquitectura em terra. A *World Monuments Watch 2000 List of 100 Most Endangered Sites* refere como sendo 16 os locais em terra em risco de colapso e perda total ou parcial. Investigações apontam que 57 % dos locais identificados na *World Heritage List in Danger*, referem-se a zonas de construções com terra. A sustentabilidade é o impulso fundamental para a retoma do uso de materiais tradicionais, como se verifica em zonas secas dos Estados Unidos e Austrália, onde o uso destes materiais deve-se a preocupações ambientais aliadas às vantagens energéticas, devido à elevada inércia térmica da terra. Actualmente assiste-se ao abandono do preconceito em que a terra seria usada apenas em regiões pobres, para alojamento de povoações mais carenciadas em países subdesenvolvidos. Assume-se cada vez mais a sua aplicação em países desenvolvidos e mesmo com teores elevados de pluviosidade e humidade ambiente, como são os casos da Alemanha e do Reino Unido, onde a terra e a pedra são usadas com os devidos cuidados de protecção contra as agressões do meio.

São inúmeros os locais onde enormes cidades e aldeias foram edificadas e que ainda hoje são habitadas, tendo sido usados os materiais disponíveis, que se mantêm como única alternativa disponível até aos tempos actuais. No entanto, as cidades mais antigas chegaram aos nossos dias em estado de ruína. Como exemplo refere-se o sítio arqueológico de Jarmo, situado no norte do Iraque, que durante bastante tempo foi conhecido como a mais antiga comunidade agrícola do

mundo, onde se observam os primeiros testemunhos do modo de vida dos pastores e agricultores e que remonta a 7.000 a.C. A cidade de Jericó na Palestina, conhecida como a mais antiga cidade do mundo, apresenta vestígios da utilização de terra desde há 12.000 anos. As escavações arqueológicas permitiram a descoberta de uma grande parede em pedra, composta por grandes blocos, apoiando sobre ela uma estrutura em alvenaria de tijolo. Junto à base da parede de pedra verificou-se a existência do desmoronamento da alvenaria de tijolo, que permitiu aos investigadores datar a sua destruição no ano de 1.400 a.C. No entanto, os relatos mais antigos datam a cidade do décimo milénio a.C. As ruínas que chegaram aos nossos dias são o resultado de diversas ocupações em várias épocas, sendo formadas por escombros acumulados de várias cidades, muitas delas por si só milenares. Embora estes dois locais sejam apenas meramente históricos, referem-se de seguida, sucintamente, locais no mundo onde se vive e constrói em terra e pedra e onde se desconhecem quase por completo tecnologias e materiais diferentes.



Fig 2.1 – Sitio arqueológico de Jarmo, a mais antiga comunidade agrícola do mundo [1]



Fig 2.2 – Local de vestígios da cidade mais antiga descoberta pelos arqueólogos, Jericó [2]

A cidade de Shibam localiza-se no Iémen do Sul e foi considerada pela UNESCO como Património Mundial da Humanidade, em 1982. A maior parte das suas torres foram edificadas no século XVI. É conhecida como “a cidade dos aranha céus mais antiga do mundo” ou “Manhattan do Deserto”. Shibam deve a sua fama à arquitectura distinta, totalmente construída em terra, com edifícios que chegam a atingir 8 pisos de altura. A cidade tem os mais altos edifícios do mundo construídos em terra, alguns deles com 30 metros de altura. Situa-se nesta cidade do deserto o edifício mais alto do mundo em terra, com 53 metros de altura. Shibam é considerado o mais antigo exemplo de planeamento urbano, baseado no princípio da construção vertical, como forma de proteger os habitantes dos ataques de tribos nómadas. Para proteger as construções da acção das chuvas e da erosão causada pelo vento, as paredes exteriores são de elevada espessura,

que se vão reduzindo em altura. Os edifícios têm sido sucessivamente reconstruídos durante os últimos séculos, sendo particularmente os topos constantemente caiados de branco.



Fig 2.3 – Shibam, Iémen do Sul, cidade em terra no deserto, com vida cosmopolita actual [3]



Fig 2.4 – Shibam, a cidade com os mais altos edifícios em terra do mundo [4]

Também classificada pela UNESCO em 1987, a cidade de Ait Benhaddou é constituída por casas em pedra, taipa e adobe, rodeadas por muralhas defensivas, sendo um exemplo notável da arquitectura do Sul de Marrocos. Os edifícios têm cerca de quatro ou cinco pisos de altura, excepcionalmente mais um ou dois; as torres são normalmente decoradas com motivos geométricos, principalmente as mais nobres. Em cada época de chuvas há a preocupação da manutenção dos canais de drenagem de água. Após a classificação da UNESCO muitas das casas foram recuperadas, introduzindo infra-estruturas de electricidade e água, de forma a atrair moradores (que ao longo de anos tinham abandonado a cidade antiga), favorecendo deste modo a actividade sócio-económica da cidade antiga.



Fig 2.5 – Ait Benhaddou, notável arquitectura do Sul de Marrocos [5]



Fig 2.6 – Ait Benhaddou, reconstruída com novas condições de habitabilidade [6]

Tebas é uma cidade do antigo Egipto situada junto à margem do rio Nilo, tendo sido classificada como Património Mundial pela UNESCO, juntamente com a sua necrópole, em 1979. Actualmente a antiga cidade não é habitada, sendo um dos principais lugares de turismo da região. Tebas foi construída em terra, em especial recorrendo a blocos de adobe, com tecnologias construtivas inovadoras, como o uso de adobe em arcos. Posteriormente a cidade foi convertida a capital do antigo Egipto, sendo os vestígios mais remotos datados dessa época. Embora a cidade esteja dividida entre as duas margens do Nilo, a parte principal de Tebas situa-se na margem direita do rio, onde se situa o Vale dos Reis e o Vale das Rainhas. Devido à sua localização geográfica, o local foi escolhido para a construção de diversas câmaras funerárias, que eram escavadas nas profundezas da montanha. Conhecem-se mais de 60 destes locais de culto, onde foram esculpidas enormes galerias com pilastras e fossos profundos para impedir a pilhagem dos sarcófagos. Embora parte tenha sido danificada devido à acção do homem e aos efeitos do tempo, são ainda preservadas diversos destes testemunhos do tempo.



Fig 2.7 – Cidade de Tebas, actualmente um local de culto do turismo do Egipto [7]



Fig 2.8 – Pormenor construtivo da cidade de Tebas, Egipto [8]

A antiga cidade de Sanaa é apenas uma parte da actual cidade com o mesmo nome, tendo sido originalmente construída em edifícios de adobe decorados a branco, sendo habitada há mais de 2.500 anos. Também se verifica a construção de casas torre de múltiplos pisos em taipa. A cidade actual é a maior do Iémen, tendo a sua parte antiga, situada nas muralhas, sido classificada pela UNESCO como Património Mundial, em 1986.



Fig 2.9 – Edifícios da cidade de Sanaa, construídos em adobe e decorados a branco [9]



Fig 2.10 – Sanaa, uma das maiores cidades de terra do Iémen [10]

Os breves exemplos descritos são apenas referências das inúmeras povoações que existem espalhadas por todo mundo, e que mentes mais abertas tendem a investigar e a questionar-se sobre a sua existência, enquanto pensamentos mais retrógrados desvalorizam a aplicação destas técnicas, que só pela simples existência são testemunhos trazidos até aos nossos dias das potencialidades da terra e da pedra como materiais construtivos, que os seus habitantes preservam e valorizam.

Optou-se pela apresentação de mais exemplos de construções tradicionais em terra por estas técnicas serem menos conhecidas comparativamente às construções com alvenaria de pedra.

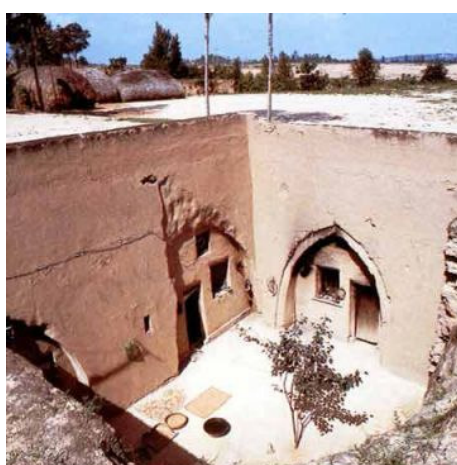
2.1.1 Classificação da terra como material de construção

A aplicação da matéria-prima terra como material de construção pode ser classificada de diversas formas, sendo que um dos primeiros modelos foi desenvolvido pelo grupo CRATerre. Segundo esta organização, a terra é classificada de acordo com a forma de aplicação, centrando-se na óptica do utilizador, em vez da preocupação na separação de acordo com as características mecânicas do material. De acordo com esta classificação, a utilização da terra está dividida em três grupos, sendo estes: utilização da terra sob a forma monolítica, utilização da terra sob a forma de alvenaria portante e utilização da terra como enchimento de uma estrutura de suporte. Embora existam diferentes classificações da terra como material de construção, elas são semelhantes nos aspectos que dizem respeito à metodologia de aplicação.

- Utilização da terra crua sob forma monolítica e portante

Neste grupo insere-se a técnica de escavar na rocha, tendo sido este um dos primeiros métodos de utilização da terra enquanto matéria-prima para a construção. Pode ser efectuada através da execução de grutas escavadas em taludes de maciços ou através da escavação na vertical, formando um pátio que servia de entrada para diversas habitações, igualmente escavadas na rocha. A principal vantagem destas habitações é o conforto térmico, sendo normalmente executadas em países quentes.

O uso da terra modelada é uma técnica que consiste em trabalhar com as mãos uma mistura adequada de matéria, elevando a partir do chão as mais diversas formas de construção. O trabalhar a terra com as mãos é inato de cada ser humano e confere uma ligação próxima entre o homem e o meio que o envolve. Embora este método também possa ser usado em pequenas construções para habitação, é mais frequente em exemplares de silos para armazenamento de cereais. As formas mais usuais são circulares com cúpulas também em terra, que podem ser cobertas com colmo. Esta forma é mais adequada para resistir ao peso próprio, não tendo elementos estruturais de reforço para além da própria terra.



China, Nxiang region - Han Jia Bao
Photo V. Dubourg

Fig 2.11 – Terra escavada na vertical, para criação de pátio de entrada (China) [11]



Nigeria, Joss - Shaping a granary
Photo CRA Terre-EAG

Fig 2.12 – Terra modelada com as mãos, a mais básica técnica construtiva (Nigéria) [12]

Para a execução de construções com terra empilhada podem ser usados diversos métodos. São eles a aplicação de torrões de terra empilhados manualmente em estado sólido ou a aplicação de terra em estado plástico, permitindo em ambos os casos a diversidade de soluções arquitectónicas, uma vez que não se limita à aplicação de terra em moldes pré-definidos. Em

ambos os casos, as paredes edificadas não apresentam geometria constante, devendo ser cortadas após concluídas, se se pretender uma forma plana.

No grupo da terra prensada inserem-se as construções em taipa, uma vez que segundo este método a terra é despejada entre taipais, sendo compactada no seu interior, para posteriormente ser desmoldada. Dependendo da mistura a colocar nos taipais, assim se pode ter terra palha, se a mistura for com elevada adição de palha ou terra plástica se a mesma for aplicada no estado plástico. O método construtivo em taipa foi largamente executado em Portugal, em particular no Sul, como será analisado nos casos de estudo desenvolvidos no presente estudo (Duarte, 2006).

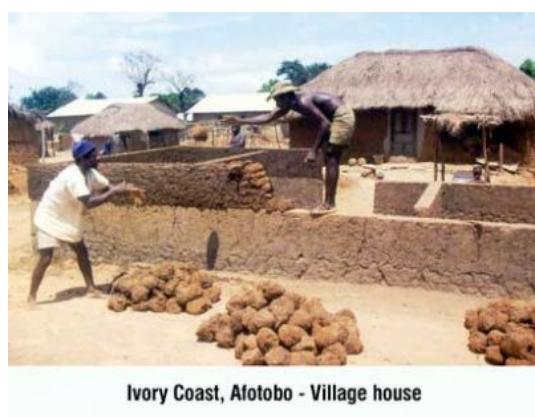


Fig 2.13 – Terra empilhada, com reduzida mão obra e numerosas soluções (Costa Marfim) [13]

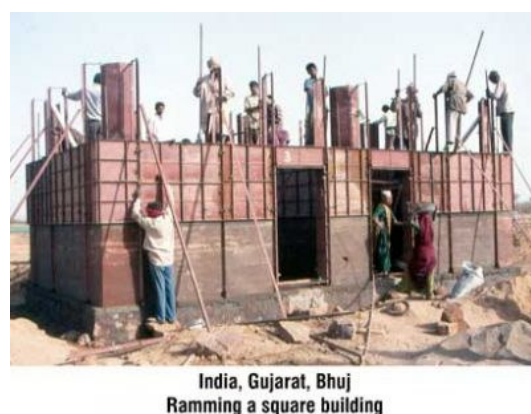


Fig 2.14 – Taipa, solução de terra prensada usada em todo o mundo (Índia) [14]

- Utilização da terra crua sobre a forma de alvenaria portante

Neste grupo inserem-se os blocos de terra, que podem ser apiloados, prensados ou cortados, sendo que, em qualquer dos casos, após a sua extracção ou fabrico, a técnica de aplicação é semelhante, como será mais adiante descrita nos casos de estudo do presente trabalho. Os blocos de terra são denominados de adobe, quando o seu processo de fabrico recorre ao apiloamento, prensagem ou apenas ao enchimento com terra previamente escolhida, em moldes de madeira com dimensões relativamente pequenas para permitir o seu fácil manuseamento. Após secos ao ar são desmoldados e ficam prontos para serem aplicados como tijolos de terra crua, sendo sobrepostos sucessivamente vários elementos para a formação de paredes. Este tipo de construção encontra-se praticamente em todo o mundo, sendo que em Portugal tem grande incidência no Sul.



Haiti
Photo CRATerre-EAG

Fig 2.15 – Execução de blocos de adobe prensado, técnica ancestral (Haiti) [15]



Niger, Kalandi

Fig 2.16 – Tijolos de adobe moldado, fabrico manual com pouco equipamento (Nigéria) [16]

Os blocos de terra cortados são retirados directamente de aglomerados de terra, em locais onde a sua compactação natural cumpra as condições necessárias para o seu uso como material de construção estrutural. Este método é semelhante ao corte da pedra, que actualmente continua a ser prática corrente. Consiste em cortar do solo blocos com a forma geométrica pretendida, com recurso a ferramentas de corte.

A elaboração de blocos de terra extrudida é semelhante ao processo de fabrico industrializado dos tijolos de cerâmica de barro vermelho, que consiste em forçar a terra a sair por orifícios de moldes em metal, sob a acção da força de pressão. É assim possível conferir as mais variadas formas e dimensões aos blocos, sendo para isso apenas necessário variar os moldes. Este método permite o fabrico em série de blocos de terra, não sendo necessária a sua cozedura (cerâmicos), mas apenas a secagem ao ar. Os tijolos de terra podem ser aplicados de forma corrente na elevação de estruturas de alvenaria, nas mais diversas formas arquitectónicas (Duarte, 2006).



Burkina Faso, Kari
Photo CRATerre-EAG

Fig 2.17 – Recolha de blocos de terra cortada, extraídos em locais específicos (Kari) [17]



France
Photo Unknown

Fig 2.18 – Processo semi-industrial de obtenção de tijolos de terra extrudida (França) [18]

- Utilização da terra crua como enchimento de uma estrutura portante

Na construção de paredes sob a forma de tabique, a estrutura, de qualquer tipo de engradado ou fasquiado de madeira, poderá ser revestida com terra. No caso do enchimento de elementos portantes, a terra contribui para a resistência da estrutura previamente construída. Este processo é especialmente utilizado quando se pretendem elementos estruturais de pequena espessura, mas com alguma resistência mecânica. Esta técnica foi bastante aplicada em todo o mundo e em especial na Europa.

A terra também pode ser usada como revestimento de paredes ou recobrimento de coberturas. É frequentemente utilizada como elemento de protecção de estruturas existentes, sendo de fácil aplicação. Em qualquer dos casos, é um material natural que funciona bem como isolamento térmico e acústico, embora possa ficar aquém das exigências actuais (Duarte, 2006).



France, Bresse, Saint Triviers de Court - Farm house



Somalia, Genale - Village huts

Fig 2.19 – Tabique, técnica de aplicação de terra sobre fasquiado em madeira (França) [19]

Fig 2.20 – Aplicação de terra em revestimento de paredes e cobertura (Somália) [20]

2.1.2 Construções tradicionais em Portugal

No Minho, Douro Litoral e Beira Litoral, como tipologias arquitectónicas típicas, contam-se vários exemplos de solares, casas de lavoura e habitações correntes. As paredes estruturais apresentam-se em alvenaria de pedra aparelhada à vista ou alvenaria de pedra ordinária, sendo frequente a aplicação de granito em cunhais, ombreiras e vergas de portas e janelas ou em xisto, uma vez que estas duas pedras naturais são bastante correntes na zona. As paredes divisórias interiores, não estruturais, são em geral executadas em tabique, técnica que consiste na aplicação de terra sobre um suporte (entrelaçado de madeiras, canas ou vime). As paredes podem ser

revestidas ou não com reboco ou estuque e caiadas. Embora o clima seja húmido, verifica-se a existência de adobe. Nas coberturas é corrente o uso de telha canudo cozida ou placas de xisto. A madeira, quando usada, apenas é aplicada em vergas de portas e janelas ou varandas, mas a sua aplicação é pouco frequente.

Nas zonas de Trás-os-Montes e Alto Douro, são frequentes as habitações rurais e semi-rurais, com paredes de alvenaria aparelhada ou não, em granito ou xisto, sendo a alvenaria ordinária pouco corrente nesta zona. Nesta região surge a lousa como pedra de revestimento de paredes ou aplicada em coberturas. Também nas coberturas verifica-se a aplicação de telha canudo cozida, xisto ou mesmo colmo. A madeira continua a ser uma opção e quando surge é apenas em vergas de portas e janelas ou varandas.

A Beira Interior é outra região do Norte de Portugal onde, à semelhança das regiões já descritas, o granito e o xisto são as rochas mais frequentes na execução de alvenaria, aparelhada ou não. O calhau rolado também é uma opção, embora pouco corrente. As telhas canudo, o xisto e o colmo continuam a ser os materiais correntes na execução da cobertura. A madeira surge nestas regiões, para além de aplicada em vergas e varandas, como reforço de pedras irregulares, na constituição de paredes.

Na Estremadura, Ribatejo e Beira Litoral, as tipologias construtivas variam bastante por se tratar de zonas com menor pluviosidade. Verifica-se a existência de edifícios em alvenaria de pedra natural à vista ou revestida, sendo a alvenaria ordinária muito típica nesta região. Existe também um número elevado de construções em madeira (apenas na zona litoral), taipa e adobe. As paredes são geralmente contraventadas com gigantes em pedra calcária, sendo esta a mais usada nestas regiões, embora se verifiquem em algumas situações o uso de granito, xisto e basalto em locais pontuais. A telha canudo é aplicada quase em exclusividade nesta região, existindo vestígios do uso de xisto ou colmo.

As regiões do Alentejo e Algarve são as mais secas do país, sendo as construções tradicionais em adobe, taipa ou alvenaria de pedra ordinária, geralmente rebocadas e caiadas, com gigantes em pedra calcária a contraventá-las. Na cobertura, o material de revestimento é a telha canudo cozida, por vezes colocadas sobre uma esteira de canas. O tijolo de barro vermelho cozido surge frequentemente na execução de abóbadas e de abobadilhas, claramente devido à influência árabe. A madeira é usada frequentemente em vergas de portas e janelas. É importante registar a

existência de açoteias, sobretudo no Algarve, caracterizada por ser uma cobertura acessível geralmente revestida a tijoleira sobre abóbadas ou abobadilhas também em tijolo (Brito, 2004).

2.2 Construção em terra: alvenaria de adobe e blocos de taipa

2.2.1 Selecção da matéria-prima

A matéria-prima solo define-se como um conjunto natural de partículas que são constituintes da crosta terrestre. Esses elementos estão em constante alteração, devido aos diversos fenómenos a que estão sujeitos, como sejam elevadas temperaturas e pressões no interior da crosta terrestre, fenómenos de erosão e sedimentação sujeitos à superfície da terra e factores químicos que modificam as partículas dos solos. Acresce-se a diversidade de resíduos vegetais e animais que os solos apresentam à superfície, bem como um teor de água que varia em profundidade.

As partículas que constituem um solo são resultantes de acções exercidas sobre as superfícies das rochas. São elas acções físicas (correntes de água, congelação da água ou acção do calor), acções químicas (oxidação provocada pelo transporte através do oxigénio de elementos de degradação para o interior da rocha ou devido à água que arrasta ácidos carbónicos que provocam a sua decomposição) e de acções biológicas (desagregação por acção de ácidos produzidos pelos seres vivos animais e vegetais).

Neste sentido, e dependendo do local onde ocorrem as referidas acções de degradação, assim se diferenciam os solos: estes podem ser formados no próprio local por desagregação da rocha-mãe, tendo neste caso detritos minerais de constituição semelhante à rocha de origem ou serem considerados solos de transporte, se são constituídos por partículas que foram arrastadas pelas águas, tendo-se depositado no fundo de vales, neste caso designados por aluviões.

Quanto à constituição da camada superficial dum solo, é geralmente formada por 50% de matéria sólida (partículas minerais provenientes da degradação da rocha-mãe e matéria orgânica resultantes da degradação por acção de fungos da matéria animal e vegetal), 25% de água (água de capilaridade, gravitacional ou higroscópica) e 25% de ar. A escolha do solo como matéria-prima de construção está directamente dependente das quantidades relativas dos seus constituintes, bem como das suas características físicas, químicas e mecânicas.

Na escolha da terra como material de construção é essencial que esta seja desprovida de matéria orgânica, devendo ser retirada da camada abaixo da superfície do solo. A matéria orgânica, principalmente formada por húmus de cor escura, é de natureza extremamente instável, retendo água, e de constituição complexa, com resíduos de plantas e organismos vivos em várias fases de decomposição e produtos originados por estes. Como consequência, apresenta um comportamento pouco resistente às acções mecânicas a que o material estará sujeito quando aplicado em estruturas. Também a presença de oxigénio favorece o desenvolvimento de micro-organismos e raízes, sendo que os espaços vazios diminuem a resistência estrutural (Sequeira, 2004).

O conhecimento da granulometria de um solo é indispensável para a selecção de uma mistura adequada de terra para o fabrico de tijolos de adobe ou de blocos de taipa. O solo é constituído por partículas que se agrupam de acordo com a dimensão dos grãos, apresentando cada grupo características particulares que indicam o seu comportamento como material de construção. São esses grupos formados por agregados grossos, areia, silte e argila. Para o estudo da composição de um solo é indispensável o traçado da respectiva curva de distribuição granulométrica, que relaciona a dimensão com a quantidade de partículas existentes. Existem dois tipos de ensaios complementares para a definição da curva granulométrica, sendo eles o processo de peneiração, usado para separação das partículas mais grossas do solo, e o ensaio de sedimentação, realizado com objectivo de separar as partículas mais finas. No ensaio de peneiração são determinadas as quantidades percentuais de partículas de solo que atravessam ou que são retidas numa série de peneiros com aberturas normalizadas. O ensaio de sedimentação é usado para agrupar as partículas de solo que atravessaram o peneiro de menor dimensão, com 0.075 mm. A sedimentação é determinada pela velocidade de decantação das partículas dispersas numa solução aquosa conhecida, calculando-se as suas dimensões percentuais em relação à totalidade da amostra ensaiada. Dos resultados obtidos é traçada a curva granulométrica, que é única para cada amostra ensaiada (Faria, 2005).

Da análise da curva granulométrica referente a um determinado solo, é possível quantificar percentualmente os seus vários constituintes e assim analisar-se a adequabilidade da matéria-prima como material de construção, uma vez que cada um dos seus grupos constituintes tem propriedades distintas.

Os agregados de maior dimensão são constituídos por material fragmentado da rocha original, com dimensões entre 2 e 60 mm. São elementos inertes e resistentes e não apresentam qualquer

alteração mineralógica quando em contacto com a água. Podem ter uma forma arredondada se no seu processo de fragmentação estiveram sujeitos à acção da água em movimento. Estes elementos são por vezes excluídos aquando da selecção da terra para a execução de blocos de adobe e parcialmente mantidos no caso da taipa.

Na areia distingue-se a olho nu o tamanho dos grãos, esta flui livremente entre os dedos quando seca e tem textura granular com diâmetro de dimensão de 0.06 a 2 mm (classificação segundo a norma ASTM AFNOR). A areia mais grossa confere resistência, enquanto os grãos mais finos funcionam como enchimento, travando os grãos de maior dimensão. Os grãos de areia têm uma forma mais esférica se transportados pela água ou mais bicuda se levados pelo vento, diferença que pode permitir analisar a sua origem. A vulgar areia é normalmente formada por grãos de quartzo, podendo no entanto estar contaminada por outros elementos, como óxidos de ferro e calcário, de acordo com as rochas de onde provêm e a sua meteorização. A areia no estado seco não apresenta coesão, diminuindo ainda mais esta característica quando molhada, devido às tensões exercidas pelas partículas de água existentes entre os grãos. Como principal característica da areia, refere-se o seu fraco poder de retenção de água, devido aos espaços vazios entre os grãos, que permitem a fácil circulação de ar e de partículas de água, não as retendo, pelo que é um material de construção bastante permeável.

O silte é formado por partículas minerais com dimensão entre 0.002 e 0.06 mm, que podem apresentar alguma coesão quando húmidas devido à sua elevada capacidade de retenção de água, o que provoca alterações de volume, manifestadas por expansão e contracção, que apenas são observadas na presença de água.

A argila é formada pelas partículas mais finas do solo, com dimensões inferiores a 0.002 mm, sendo o último elemento resultante da decomposição da rocha-mãe. Representa na mistura o elemento de ligação entre os restantes, com forte coesão entre as partículas. Tem elevado poder de retenção de água, expandindo na sua presença, pelo que apresenta baixa estabilidade volumétrica. É de difícil manuseamento e trabalhabilidade devido à sua consistência pastosa.

Do conhecimento da constituição dos vários solos, através do traçado da curva granulométrica, é possível alcançar a mistura adequada para a execução tanto de tijolos de adobe como blocos de taipa, adicionando componentes em falta até atingir a composição ideal. Antigamente a escolha da mistura ideal era efectuada através do conhecimento empírico dos mestres adobeiros e taapeiros que herdavam as técnicas transmitidas ao longo de várias gerações, apenas recorrendo à

análise visual, tacto e cheiro da terra, sem os ensaios laboratoriais e técnicas hoje disponíveis. Actualmente, as pesquisas e estudos das técnicas e materiais usados no passado, permitem definir um certo número de parâmetros como sendo os ideais para o uso da terra como material de construção, nas diversas aplicações actuais. Os ensaios laboratoriais são mais rigorosos que os ensaios de campo, mas estes últimos têm a vantagem de serem mais expeditos e de os respectivos resultados serem obtidos de forma rápida.

Do mesmo modo que o betão contém brita, areia e cimento, o solo natural contém uma mistura de areia, silte e argila. A areia e o silte da terra podem ser equiparados à brita e à areia constituintes do betão, enquanto a argila equipara-se ao cimento do betão. A grande diferença entre estes dois materiais de construção, um com séculos de aplicação e outro apenas com décadas, está precisamente na presença do componente aglutinador. Ambas as misturas secam na presença de ar, endurecendo. No entanto a terra pode voltar ao estado plástico após secagem, quando na presença de água, devido ao seu componente aglutinador ser a argila, que tem propriedades reversíveis. O betão após secagem não poderá ter novamente propriedade plástica, logo não é reutilizável. Esta grande diferença faz com que a terra possa ser repetidamente reciclada sem que perca as suas características e qualidades, conferindo-lhe uma vertente ecológica sem comparação.

Para além da textura do solo acima referida, existem outras características físicas que é necessário conhecer, como sejam: o peso específico, a estrutura, a coesão, a tenacidade, a plasticidade, a permeabilidade, a capilaridade, a absorção, a exposição e a cor. O peso específico de um solo refere-se à sua massa por unidade de volume e está directamente relacionado com o grau de compactidade. A estrutura do solo diz respeito à forma como as partículas se agrupam, sendo evidente uma maior ligação entre partículas de solos argilosos, do que em solos arenosos. Como plasticidade entende-se a capacidade que um solo tem em ser deformado, sem prejuízo para a sua capacidade plástica, característica com grande influência na trabalhabilidade de um solo e identificativa do elevado teor de argila que possui. A coesão está relacionada com a plasticidade e é indicativa da capacidade que as partículas do solo têm em se manter ligadas entre si. Como consequência da coesão refere-se a tenacidade como sendo a resistência que o solo oferece à penetração de instrumentos. A permeabilidade diz respeito à maior ou menor capacidade que o solo apresenta em facilitar a passagem de água e de vapor de água, sendo através dos poros de elementos em terra que é possível estabelecer um equilíbrio de libertação e absorção de humidade, entre o interior e o exterior de uma habitação. A capilaridade é a propriedade pela qual os líquidos podem progredir através dos poros dos materiais, sendo normalmente tanto maior

quanto menor for a dimensão dos capilares do material. O poder de absorção de água que a terra tem está relacionado com a sua permeabilidade e capilaridade, sendo este aspecto caracterizado pela capacidade em armazenar água sobre a forma de humidade, para posteriormente ser libertada para a atmosfera (higroscopicidade). A exposição solar é responsável pela absorção de energia, com posterior libertação de calor, sendo que solos mais arenosos têm maior capacidade de absorção térmica que solos argilosos, devendo estes últimos serem escolhidos para aplicação em paredes mais expostas a elevadas temperaturas. A cor escura da terra identifica a presença de matéria orgânica, sendo que pigmentos vermelhos e amarelos são sinal da existência de óxido de ferro, existindo uma vasta gama de misturas de cores resultantes de combinações de outros produtos provenientes da evolução da rocha original (Duarte, 2006).

Para além da análise descrita em cima, que permite o conhecimento da composição de um solo através da determinação da sua granulometria, poderão ser efectuados ensaios para aferir a consistência e sensibilidade à retracção, ensaios de compactação Proctor (para determinar o grau de compactação e de humidade óptimos) e ensaio de resistência a compressão, caso se justifique a sua necessidade.

O estudo das propriedades referidas em cima é indispensável para o conhecimento e identificação generalizado da terra como material de construção, devendo a sua composição ser específica para cada tipo de método construtivo adoptado. Particularizando a composição da terra crua para aplicação em tijolos de adobe, a mistura ideal será formada por 55 a 75 % de areia, 10 a 28 % de silte e 15 a 18 % de argila, segundo o *Centre International de la Construction en Terre* (CRATerre). Esta constituição é facilmente encontrada em vales junto a rios e estuários, onde predominam os aluviões e onde naturalmente foram sendo depositados argilas, areias e siltes, principais constituintes dos adobes.

No entanto, quase todos os solos podem ser usados na construção de tijolos de adobe, devendo ser adicionados estabilizantes no caso do solo natural disponível não ser adequado. Para um solo pobre em argila, com teores entre 4 e 10 %, deverá adicionar-se à terra arenosa cal aérea, em percentagem entre 2 a 10 %. Este estabilizador químico melhora quatro a cinco vezes a resistência mecânica dos blocos, mas tem a desvantagem de prolongar o tempo de presa e de solidificação da terra. Se o teor de argila for superior a 18 %, tradicionalmente eram adicionados componentes orgânicos para estabilização da terra, como palha moída ou excrementos de animais ricos em fibras vegetais, responsáveis pela diminuição da retracção no processo de secagem. A adição de fibras é um tipo de estabilização física. Se o teor de argila for demasiado elevado, e

mesmo com adição de fibras vegetais a mistura continua a ser argilosa, deverá recorrer-se ao apiloamento da terra dentro dos moldes, denominando-se adobe apilado, sendo esta uma técnica mecânica de estabilização. A adição de estabilizantes permite tornar um solo que à partida não será muito indicado como matéria-prima, num solo adequado à construção, alargando a sua rentabilidade mesmo em locais com solos “pobres” (Fernandes, 2005).

Para preparar e trabalhar a terra dentro de moldes é fundamental a adição de elevadas quantidades de água, devendo a terra estar no seu estado plástico com a percentagem de água exacta que garanta a secagem equilibrada dos blocos, sem retracções destrutivas. Este é um factor negativo e condicionante do fabrico do adobe, pois requer a disponibilidade de elevada quantidade de água.

Tradicionalmente, tanto os tijolos de adobe como os blocos de taipa eram fabricados com terra recolhida perto do local da construção, sendo por esse motivo uma técnica rentável. Actualmente existem fábricas de tijolos de terra, sendo o processo de fabrico mais rápido e mecanizado, embora a matéria-prima se mantenha.

No caso da elevação de paredes em taipa, a selecção da terra a usar é fundamental para uma boa resistência da estrutura, sendo esta seleccionada escavando um local perto da construção. A camada superficial contendo matéria orgânica será removida, pois os organismos vegetais vão diminuir a resistência final do material. Abaixo da camada superficial, que varia em profundidade, a terra encontra-se com teor de humidade mais homogéneo, sendo essa camada virgem a usada para execução da taipa. Para se proceder à preparação da matéria-prima é necessário começar por se desfazer os torrões. Segue-se uma amassadura da terra, misturando-a com água ou não, dependendo do teor de humidade natural do terreno.

A amassadura poderá ser efectuada à mão, com os pés ou com enxada, sendo que o importante é a formação de uma massa homogénea, sem detritos e com teor constante de humidade. Para se conseguir que o teor de humidade seja homogéneo em toda a massa, esta poderá necessitar de ser mantida em repouso durante uma semana (Rocha, 2005).

É importante referir que o método de análise da adequabilidade da mistura para o fim pretendido, era empírico, não havendo um padrão estipulado, mas sim o conhecimento dos “taipeiros”, adquirido ao longo de gerações. Deste conhecimento sabe-se que terras muito argilosas ao secarem têm um elevado índice de retracção, podendo ocorrer fissuração por

retracção. No caso da terra existente ter estas propriedades é necessário a adição de areias, cascalho miúdo, ou pequenos pedaços de palha cortada. Terras arenosas (com excesso de sílica) e pouco argilosas são pouco coesas, uma vez que é a argila que mantém a coesão do solo, apresentando-se com as partículas pouco aglutinadas. Para a terra ser trabalhável é necessário a adição de aglutinante; tradicionalmente era usada a cal para esse fim.

Embora a análise das propriedades da terra possa ser realizada através de ensaios laboratoriais, normalmente são os métodos expeditos os mais usados para a sua selecção e controlo de execução, usados com razoável precisão desde tempos ancestrais. A análise das propriedades da terra, seja em laboratório ou empiricamente, é indispensável para determinar a necessidade de aplicar aditivos, sendo a sua natureza dependente da aplicação pretendida para a terra. No entanto, a terra não é um material de construção padronizado; a sua composição depende das características geológicas e climáticas da região; a sua resistência, cor, textura e comportamento são dependentes das regiões de extracção.

2.2.2 Processo de fabrico dos tijolos de adobe

As construções em adobe consistem em elevar paredes em alvenaria de tijolos maciços de terra, esculpidos manualmente aglomerando a terra ou executados em moldes, com ou sem compactação e sempre secos ao ar.

De um modo geral podem ser executados blocos de adobe com diversas dimensões e formas, sendo que as principais condicionantes à geometria dizem respeito à sua massa e manuseamento (para serem empilhados, levantados e transportados). As dimensões e formas dos tijolos de adobe dependem de região para região, sendo executados, na maior parte dos casos, em paralelepípedos, variando entre secções rectangulares (mais ou menos achatadas) e quadradas (formas cúbicas).

Após selecção da terra a usar, de acordo com o descrito, esta será trabalhada recorrendo-se a várias técnicas de moldagem dos blocos, que podem variar entre manuais ou mecânicas, dependendo, tal como o nome indica, do seu processo de fabrico. Poderá ser moldada manualmente, sem moldes, apenas com uso das mãos. No caso de se pretender a uniformização da dimensão e forma dos blocos, a terra será despejada em moldes, normalmente de madeira e com a dimensão pretendida. O adobe realizado em moldes recorre a uma técnica mais avançada dos originais blocos de terra moldados à mão. Estes últimos por vezes tinham formas mais cónicas e pouco ortogonais, pois dependiam das necessidades da construção. A diferença

consiste exclusivamente na quantidade de blocos que se pretende fabricar, numa produção que poderá ser manual ou semi-industrial. Em ambos os casos mantêm-se a qualidade, dimensões, massa e outras especificidades, que dependem somente da constituição da matéria-prima. Qualquer que seja a técnica, a terra deverá existir sempre na proximidade do local de fabrico e aplicação, para minimizar os custos de transporte e rentabilizar a sua produção (Sandeck, Humboldt, 2005).

Para a moldagem de blocos de adobe, a terra preparada é colocada nos moldes, tradicionalmente em madeira, embora actualmente se usem moldes em metal ou plástico. Os moldes são constituídos por um ou mais compartimentos, sendo que em obras de maior dimensão, cada molde servia para o fabrico de vários tijolos em simultâneo. O dimensionamento dos blocos dependia do critério dos mestres adobeiros e da tradição de fabrico na zona. Como regra de dimensionamento é sugerida a relação do comprimento ser igual a duas vezes a altura mais a espessura da junta. Contudo, as dimensões mais comuns de tijolos de adobe são de 0.3 m x 0.15 m x 0.06 m ou 0.35 m x 0.16 m x 0.08 m.

Não sendo os moldes elementos fechados no fundo, estes devem ser colocados numa superfície plana. É preenchido um compartimento de cada vez, devendo ser molhado ou mesmo submerso durante alguns minutos e polvilhado com areia grossa, antes de cheio, para facilitar a posterior desmoldagem. Após colocação da terra, a face exposta deve ser alisada e salpicada com água, como medida preventiva para evitar retracção excessiva do bloco durante a secagem. A desmoldagem será efectuada em seguida (após cerca de meia hora a secar) e os moldes rapidamente raspados e lavados.

Refere-se que o uso contínuo dos moldes, a fricção mecânica provocada pelos ciclos de enchimento e desmoldagem, a raspagem do barro, pulverização e submersão, poderão alterar a sua superfície e secção, pelo que é importante mantê-los nas devidas condições de funcionalidade. A superfície lisa do interior dos moldes é importante para garantir o acabamento perfeito dos blocos quando desmoldados.

O processo de secagem deverá ser o mais lento possível, pelo que nos dias seguintes à desmoldagem é conveniente que estes permaneçam à sombra, para evitar a secagem repentina do elevado teor de humidade que contêm, o que poderia causar fissuração por retracção e até mesmo a sua degradação. Num fabrico mais artesanal e familiar, os blocos eram virados à mão, de forma a que as várias faces secassem em simultâneo.

Em locais de construção mais quentes e expostos a um clima mais seco, o período de secagem natural poderá ser bastante reduzido, cerca de uma semana, devendo haver um cuidado especial de armazenamento em local mais fresco e arejado, sempre sem exposição directa ao Sol. Nesta fase o adobe também não poderá ficar à chuva, o que provocaria a desagregação da terra. Posteriormente os tijolos são secos ao Sol, preferencialmente nos meses de Verão, durante 3 a 6 semana. Após secagem devem ser empilhados, tendo o cuidado de garantir circulação de ar entre eles (Sandeck, Humboldt, 2005).

No caso da produção actual de blocos de terra compactada (BTC), é possível a sua uniformização, sendo estes com dimensões mais usuais de 0.29 m x 0.14 m x 0.09 m e uma massa de 7.5 kg. Nesta técnica, mais industrializada, os blocos são produzidos por um processo mecanizado e automatizado, em que a terra é seleccionada e tratada em equipamento que uniformiza a granulometria, adiciona água na quantidade adequada e verifica a necessidade de misturar aditivos e estabilizantes como a cal ou outros ligantes. Após a mistura ter sido preparada, a terra é despejada em moldes e compactada. A compactação ocorre geralmente numa prensa. Após compactação, os blocos são desmoldados, empilhados em paletes e resguardados pelo menos durante quinze dias, ao fim dos quais poderão ser armazenados ao ar livre, sem alteração das suas propriedades (Quintino, 2005).

Todas estas actividades poderão não ser viáveis de executar nos meses de Inverno, período em que a chuva constante e a humidade do ar, dificultam ou impossibilitam a secagem em zonas desabrigadas. Tradicionalmente não eram moldados blocos na época das chuvas, mas as técnicas mais modernas permitem o seu fabrico contínuo, com diferentes condições de trabalho.

Qualquer que seja o processo de fabrico dos blocos de adobe, a sua correcta execução deverá permitir que os mesmos não alterem a sua estabilidade, mesmo sujeitos a elevada humidade ou temperatura.

Para a elevação de paredes interiores em adobe, os blocos são normalmente sobrepostos a “meia vez”, ou seja, na horizontal no sentido do comprimento e com juntas verticais desencontradas. No entanto a disposição dos blocos dependia da espessura que os mestres adobeiros pretendiam dar à parede, podendo também serem aplicados a “uma vez”, “vez e meia” ou “duas vezes”. A argamassa de assentamento era de constituição semelhante aos próprios blocos, mas geralmente, em algumas regiões, com adição de cal, para lhe dar maior resistência. Sendo uma técnica com

consumo de água superior à da execução de paredes em taipa, as construções em adobe localizam-se mais frequentemente junto a linhas de água.

2.2.3 Processo de fabrico dos blocos de taipa

As construções em taipa caracterizam-se por utilizar taipais para a sua concepção, que têm a função de delimitar os volumes de terra a compactar. Sobre o embasamento executado, são colocados taipais lateralmente que servem de cofragens, os quais são preenchidos com terra, matéria-prima existente no local de implantação. Os taipais eram constituídos por duas pranchas laterais em madeira, formadas por várias tábuas unidas entre si por travessas pregadas nas extremidades. Como fecho dos taipais eram usados dois painéis de madeiras colocados transversalmente nos seus extremos, denominados de comportas. Era assim formado o molde para os blocos de taipa. O afastamento entre taipais ditava a espessura da parede. Esta estrutura era usada para a construção de várias habitações pelo que, na sua parte inferior existiam três barras em ferro dispostas transversalmente à parede, por baixo do taipal. Estas barras, denominadas de agulhas, possuíam numa das extremidades várias furações que permitiam ajustar a largura do taipal de acordo com a espessura pretendida para a parede. Para garantir a equidistância entre taipais, eram usados três conjuntos de dois barrotes cada, que serviam para amparar e apertar lateralmente os taipais. O sistema de amarração destes barrotes difere de uma região para outra, podendo realizar-se através de cordas.

Depois de montados, nivelados e aprumados os moldes, normalmente trabalho executado por dois homens, um terceiro homem transportava a terra para o local da construção, despejando-a em camadas sucessivas para dentro do molde. A terra, após ter sido removida do local de origem, preparada e até ser despejada nos taipais, já terá tido um período de descanso. Os mesmos homens que montavam o molde, espalhavam uniformemente a terra com os pés, em todas as áreas do bloco, procedendo em seguida a uma compactação vigorosa, camada a camada. Cada camada deveria ter cerca de 10 cm e ser forte e vigorosamente batida, em especial nas zonas junto às madeiras das pranchas laterais, recorrendo a pilões de madeira (malhos ou maços). A parte inferior do malho era em madeira maciça forte e pesada, com a base mais larga que o topo. O processo de compactação era assim sucessivamente repetido, sendo que o homem que carregava a terra apenas deveria despejar outra camada quando a anterior estivesse bem compactada. A operação era repetida diversas vezes até ser atingido o topo do taipal, estando assim formado um bloco.

Terminado um bloco desmontava-se o taipal para em seguida o deslocar lateralmente e montá-lo na posição seguinte para ser executado novo bloco. Após terminado todo o perímetro da construção e concluída a primeira fiada de blocos, procedia-se à execução de nova fiada sobreposta à primeira e com juntas verticais desalinhadas e assim sucessivamente, até se atingir a altura pretendida para a edificação. Após execução de cada camada de blocos, era necessário deixá-los endurecer por algum tempo. Sendo as juntas entre os blocos zonas pontuais de fragilidade mais expostas às intempéries e entrada de humidade, era normalmente aplicada nas arestas dos blocos subjacentes à camada a executar, uma argamassa de areia e cal ou, como alternativa, ser constituída uma camada de cal ou pedras. Para além de selagem, a camada permitia criar atrito entre os blocos (Rocha, 2005).



Morocco, North Atlas
Photo D. Pidance

Fig 2.21 – Técnica de apiloamento da terra entre taipais, para execução de taipa [21]



China - Ramming a wall
Photo unknown

Fig 2.22 – Execução de parede em alvenaria de taipa [22]

Como descrito, verifica-se que para a elevação de paredes em taipa eram necessários apenas quatro homens: um para a preparação da terra, outro para transportá-la e despejar no molde e outros dois para montar os taipais e compactar o solo.

2.2.4 Elementos construtivos e patologia associada

2.2.4.1 Fundações e embasamento

O principal agente de degradação da terra é a água, que poderá ser proveniente tanto da chuva como do terreno (ascendente ou devido a infiltrações adjacentes). Para evitar que a humidade atingisse por capilaridade a base das paredes de terra, as fundações de construções em adobe e taipa eram executadas com pedras pouco porosas, mais resistentes à acção da erosão do solo e

menos capilares. As pedras eram assente em argamassa de cal ou apenas aparelhadas à mão, criando uma barreira capilar entre o arranque da parede e o solo natural. Em construções novas podem ser executadas fundações em betão, sendo igualmente necessária a criação de uma barreira capilar ou corte hídrico entre o betão e o início da parede, para evitar a ascensão de água por capilaridade.

Dependendo das condições pluviais e da potencial absorção de água pelo solo no local da construção, assim pode variar a altura a que as pedras das fundações se elevavam acima do nível do terreno. Em regiões mais chuvosas é normal que essa altura seja de pelo menos 0.5 m, atingindo até 1.5 m, devendo ser suficiente para evitar que os salpicos dos beirados ou que a humidade ascendente por capilaridade do terreno, atingisse as paredes em terra construídas sobre elas. No entanto, em regiões com climas pouco chuvosos, é normal as paredes assentarem directamente nas fundações apenas existentes até ao nível do terreno. Quando as paredes interiores da habitação são em adobe, poderá também ser dispensável a elevação em altura das fundações nesses locais, uma vez que dificilmente a água da chuva as atingirá (e desde que o nível freático não seja elevado). Esta situação é bastante frequente em edificações onde as paredes interiores são em adobe e as exteriores em taipa, um método construtivo bastante usual. Em zonas secas, em que a precipitação seja baixa, o embasamento em pedra poderá não ser executado mesmo em paredes exteriores. Nesses casos pode-se adicionar uma maior quantidade de agregados grossos, nas camadas inferiores de blocos de terra.

Para além desta principal função, o embasamento serve também para delimitar a implantação das paredes, definindo uma base nivelada que servirá de suporte às alvenarias. Este deve ter uma profundidade suficiente para atingir o solo firme. Sendo as paredes os elementos resistentes da edificação, as fundações são contínuas, abrangendo todo o perímetro. No caso de existirem paredes-mestras no interior, estas também têm fundações semelhantes.

Podem existir erros de concepção ou execução que permitam o contacto entre a terra estrutural e a humidade do terreno, o que contribui para a fragilidade das alvenarias através da perda de coesão e de resistência entre partículas. É o caso da altura de embasamento não ser suficiente acima do solo ou situações em que haja alteração das condições de encaminhamento das águas pluviais para longe das paredes, como a execução posterior de taludes com pendente para a base das paredes. A presença de água nos poros da terra, que poderá ser devida à absorção capilar da humidade do terreno, pode resultar na sua destruição, caso o material esteja sujeito a ciclos repetidos de molhagem e secagem. Este fenómeno pode ainda ser mais gravoso se a água arrastar

no seu percurso substâncias dissolvidas como nitratos, cloretos e sulfatos, sais que ao cristalizarem expandem criando tensões internas que levam à rotura das ligações e consequente destacamento e queda de secções.

Outros aspectos que podem intervir com a estabilidade das fundações dizem respeito às várias acções que o homem pode provocar nas imediações das construções. É o caso de alterações no nível freático que podem arrastar as partículas mais finas das argamassas de assentamento das alvenarias das fundações ou a execução de escavações que provocam a descompressão lateral do terreno. Em qualquer dos casos, a principal patologia associada às fundações das construções, diz respeito à redução da secção de contacto entre o solo firme e a fundação, ou à degradação das características mecânicas das alvenarias. Estes fenómenos são quase inexistentes em zonas de construção rural dispersa, como as analisadas no presente estudo.

2.2.4.2 Paredes e revestimentos

As paredes executadas em terra crua, quer em taipa quer em adobe, são geralmente resistentes ou portantes. Como referido anteriormente, a taipa constitui uma estrutura monolítica que resulta no apiloamento de terra entre taipais em camadas delgadas. O adobe é resultado da elevação de paredes em blocos de terra moldados e secos ao ar, aglutinados por uma pasta com base na mesma terra utilizada para o seu fabrico. Tradicionalmente era prática corrente o uso de blocos de adobe em paredes interiores, sem função estrutural, apenas para compartimentação, em construções com paredes exteriores em taipa. É o caso de uma das habitações estudadas, como será descrito mais adiante. No entanto, existem construções executadas exclusivamente em adobe ou em taipa. Em Portugal ambas as técnicas foram aplicadas na elevação de paredes interiores e exteriores, em muros de vedação e anexos às construções. Para os elementos mais trabalhados como abóbadas ou arcos, coberturas e pavimentos, recorre-se a outros materiais como o tijolo de barro vermelho cozido ou a madeira (Fernandes, 2005).



Fig 2.23 – Parede exterior em adobe, não revestida, com fissura.



Fig 2.24 – Muro de vedação em taipa, com base de pedra.

A resistência dos blocos de terra compactada é bastante elevada desde que se mantenham as características originais, como a sua geometria e compacidade, necessárias à sua integridade estrutural. Quando estas são afectadas pelos agentes atmosféricos, como o vento e a chuva e pela ascensão de água do terreno, por não apresentarem protecção original ou devido à sua degradação ao longo do tempo, as paredes sofrem perda na sua resistência.

Nas ligações entre paredes perpendiculares podem ocorrer “descolamentos” nos casos em que essas ligações sejam frágeis, pelo que deverá ser dado particular cuidado na fase de construção. No caso de paredes em taipa ou adobe é indispensável que haja continuidade entre os blocos pertencentes às duas paredes. No caso da taipa executam-se os troços de forma às respectivas juntas verticais fiquem desencontradas. Os cunhais devem ser reforçados por exemplo através da aplicação de pedras de maiores dimensões. Para além da desagregação referida, a fendilhação é outra anomalia corrente em construções de alvenaria portante. As fissuras “procuram” os locais mais frágeis das paredes, normalmente “encontrando” o ponto mais fraco nas aberturas de vãos ou outros pontos de fragilidade construtiva. Também ocorrem em zonas correntes de paredes, não surgindo em exclusivo nas juntas mas podendo atravessar os próprios blocos. As fissuras podem ser causadas por assentamentos diferenciais de apoios, sendo o reforço em vãos e cunhais fundamental para permitir a transferência de esforços entre os vários elementos estruturais.



Fig 2.25 – “Descolamento” entre paredes exteriores ortogonais.



Fig 2.26 – Fissuração em parede de taipa, com atravessamento dos blocos.

As paredes em terra são na sua maioria rebocadas, sendo aplicada como acabamento uma simples caição branca ou decorações exuberantes e coloridas. Devido à aplicação de revestimento, as construções em terra são de difícil identificação uma vez que têm o sistema construtivo camuflado e, simultaneamente, protegido. Em contrapartida o tratamento mais decorativo é geralmente apenas aplicado na fachada que confina com o arruamento público, sendo que as empenas laterais são apenas caiadas ou podem mesmo não ser revestidas (Fernandes, 2005).

Por vezes as pinturas, para além da função decorativa, tinham a intenção de fazer com que a base parecesse de outro material, normalmente mais resistente ou nobre do que o que realmente servia de suporte. É o caso das imagens seguintes de fachadas de edificações que têm aspecto de pedra, mas que na realidade são pinturas em reboco tradicional.



Fig 2.27 – Revestimento exterior pintado, com pigmentos coloridos.



Fig 2.28 – Revestimento exterior da fachada principal.

A principal função dos revestimentos, tanto exteriores como interiores, é a de protecção das paredes de terra dos agentes agressivos, principalmente da água no caso dos paramentos exteriores. Mas nem todas as construções foram originalmente executadas com revestimentos, muitas vezes por motivos económicos ou porque as condições atmosféricas no local da construção permitiam que a mesma ficasse exposta às intempéries, com reduzida degradação. Poderá recorrer-se a elementos arquitectónicos, como beirais e alpendres, que afastam das paredes as águas da chuva, em substituição da aplicação de rebocos (Faria, 2005).

Para os revestimentos cumprirem as funções a que se destinam, para além de serem classificados como impermeáveis à água da chuva, devem também ser permeáveis ao vapor de água, o que em termos práticos significa que devem impedir a infiltração de água da chuva até ao interior da construção, mas devem permitir a evaporação de água, diminuindo a probabilidade de ocorrência de condensações no interior das habitações. Assim, uma das funções principais dos rebocos é minimizar a absorção de água proveniente do exterior, optimizando a evaporação da humidade produzida no interior da habitação e existente nas paredes (Faria, 2005).

Outro requisito necessário para a eficácia de um revestimento, é a sua correcta aderência ao suporte, que poderá passar pela compatibilidade química, física e mecânica entre materiais. A aderência do revestimento ao suporte é um fenómeno mecânico que se deve à penetração nos interstícios da parede, das partículas finas e água proveniente da leitada da argamassa do reboco, que ao cristalizarem no interior dos poros, promovem a sua colagem. Assim, a aderência está directamente relacionada com a percentagem de ligante. Essa aderência deve resistir a esforços de tracção e compressão provocados por variações diferenciais entre materiais, sem contribuir para a ocorrência de tensões internas em pontos fracos. Caso a resistência dos seus constituintes seja mecanicamente mais forte que a base, poderão ocorrer tensões internas na ligação entre elementos, com a sua consequente fragilidade, visível através do aparecimento de fissuração e destacamento em situações extremas.

Os principais motivos de anomalias de revestimentos em paredes executadas em terra devem-se à errada escolha do material a aplicar, que concilie os requisitos referidos, ou a deficiente confecção ou aplicação. No entanto, mesmo que a camada de protecção tenha de ser reparada diversas vezes ao longo da vida útil da construção, entende-se que a mesma cumpriu os requisitos a que se destina (protecção da alvenaria), se a parede se manteve em boas condições, mesmo que para isso o revestimento tenha servido como camada de sacrifício. Sendo um dos objectivos principais dos revestimentos, a protecção das paredes de terra dos agentes agressivos do meio, essa função tem

de ter maior relevância que a necessidade de manter um reboco intacto. No entanto, a remoção com carácter permanente de revestimentos de paredes deve ser evitada, pois tem como consequência a perturbação das condições de equilíbrio higrotérmico entre o ambiente e a parede, que pode desencadear e acelerar a degradação e os processos de erosão superficiais.

É preferível a reposição integral ou de parte de um revestimento periodicamente, que a aplicação de uma protecção mais resistente, mas que coloque em causa a durabilidade da terra. A resistência mecânica das argamassas de revestimento, não deve ser superior à do suporte. Isso acontece nas aplicações de argamassas de cimento sobre bases de terra, que têm maior resistência mecânica que a terra, transmitindo às paredes tensões para as quais estas não foram concebidas. Por outro lado, argamassas à base de cimento têm menor permeabilidade ao vapor de água que os revestimentos tradicionais. Ao dificultarem a evaporação da humidade do interior da habitação ou da água infiltrada nas paredes, fazem com que os sais transportados pela água fiquem retidos sob a camada de revestimento. Após ciclos repetidos de molhagem e secagem, traduzidos numa cristalização e dissolução dos sais, começam a surgir ao fim de algum tempo fenómenos de eflorescências ou criptoflorescências, com a alternância entre o estado anidro e o estado hidratado dos sais. O destacamento do revestimento acontece quando este deixa de ter resistência suficiente para suportar a tensão de cristalização dos sais higroscópicos.

As argamassas dos revestimentos devem ter elevada resistência aos sais higroscópicos solúveis. Este fenómeno não é exclusivo à aplicação de argamassas à base de ligantes hidráulicos; pode ocorrer sempre que haja uma barreira à evaporação da água do interior das construções, como também é o caso da aplicação de pinturas impermeáveis em paramentos exteriores (Faria, 2004).

Os sais solúveis higroscópicos existem em maior ou menos quantidade na maior parte dos materiais de construção, inclusive na terra. São três os principais tipos de sais, sendo eles os cloretos, os sulfatos e os nitratos. Os cloretos surgem com maior frequência em edifícios situados perto do mar, em que o ambiente marítimo transporta os sais provenientes do mar que penetram nos materiais por difusão na água, contaminando as construções circundantes. Os sulfatos surgem em zonas com elevada poluição atmosférica, sendo provenientes da combustão nos veículos automóveis e que penetram nos materiais por difusão gasosa. Mas também existem em alguns materiais, como por exemplo, nos cimentos e gessos. Os nitratos são provenientes de contaminação animal e podem ser depositados por estes perto das bases das paredes.

Qualquer um dos sais referidos pode cristalizar à superfície da parede, dando origem às eflorescências ou em camadas mais interiores (por exemplo sob o revestimento), cristalizando-se antes de atingirem a superfície das paredes. Neste caso denominam-se criptoflorescências. No primeiro caso a cristalização pode apenas provocar uma erosão superficial, sem degradação da parede em terra. Os sais podem ser removidos por limpeza da superfície afectada, sendo esta, no entanto, apenas uma medida temporária. Se não forem tomadas medidas complementares, como eliminação da fonte de água ou controlo da humidade relativa interior, a evaporação voltará a trazer os sais à superfície ao fim de pouco tempo, repetindo-se o processo. Quando a cristalização ocorre no interior das próprias paredes de terra ou entre estas e o revestimento, o desenvolvimento de tensões de cristalização pode provocar a rotura das ligações entre os diferentes materiais e o destacamento do revestimento. Esta situação é tanto mais gravosa se houver incompatibilidade química entre a argamassa de revestimento e o suporte. Mais cedo ou mais tarde as camadas superficiais acabam por se destacar, ficando a descoberto e sujeitos às intempéries, elementos estruturais que foram concebidos para serem revestidos. Ocorre a degradação do suporte, facilitando as vias de penetração de água.



Fig 2.29 – Reparação com reboco à base de cimento, numa parede em terra.



Fig 2.30 - Destaque do revestimento, numa alvenaria de tijolos cerâmico maciço.

A infiltração e absorção de água nos paramentos, para além de diminuir as resistências mecânicas e promover o transporte de sais solúveis, com as consequentes anomalias referidas, têm ainda como aspecto negativo o humedecimento dos materiais, a diminuição do isolamento térmico e o desenvolvimento de vegetação parasitária, fungos e bolores, que contribuem para o desconforto dos ocupantes da edificação.

Tradicionalmente, no caso de construções em taipa, era usual deixar-se as paredes exteriores expostas à incidência directa da água da chuva durante um ou dois Invernos, de modo a que fosse efectuada uma lavagem natural da superfície, eliminando-se os finos e permitindo que os grossos da terra ficassem mais expostos. São estes elementos que conferem maior rugosidade, logo maior aderência ao reboco. Tendo o material grosso menor capacidade de absorção de água, quanto maior a sua quantidade subjacente ao revestimento, menor a absorção de água da parede em caso de fissuração. No entanto, a lavagem deve ser terminada antes da integridade do paramento ser posta em causa, devendo este ser revestido atempadamente (Mateus, 2005).

Uma escolha adequada do material de revestimento não dispensa a sua correcta aplicação. Os revestimentos tradicionais eram executados recorrendo-se à cal aérea e/ou barro, misturada com areia. Os traços volumétricos mais correntes eram de 1:2 ou 1:3 o que significa que para um volume de cal aérea correspondiam duas ou três partes de areia. Em termos práticos o volume de cal da mistura deverá ocupar os espaços vazios do volume de areia. Estas argamassas têm elevada trabalhabilidade, pelo que deve ser adicionada pouca água (Faria, 2005).

Os revestimentos devem ser aplicados manualmente, por aperto enérgico contra o suporte à força de braços, em três camadas sucessivas, com espessura controlada. Antes da aplicação da primeira camada, a terra deverá ser molhada sem saturação de água, por forma a que esta não absorva grande parte da água da mistura. As camadas vão sendo sucessivamente aplicadas sobre a base, cada uma delas com espessura própria, sendo que cada uma deverá ser aplicada após ocorrência das retracções por secagem da camada anterior, permitindo assim que a fendilhação inevitável de cada camada seja desencontrada da sobrejacente, dificultando a entrada de água. A primeira camada aplicada sobre a parede é denominada de salpico (chapisco ou crespido), segue-se a camada de base (ou de enchimento) e o acabamento. O salpico é de espessura irregular, apresentando-se como a primeira camada de regularização da superfície e de interface com a camada adjacente. A camada de base tem espessura mais regular e com maior expressão. O acabamento é de espessura regular mas inferior à camada anterior, de forma a ter fraca tendência para a retracção.

Mesmo cumprindo os melhores requisitos na selecção e aplicação dos materiais, os rebocos exteriores estão particularmente sujeitos às acções dos agentes climáticos, em especial à acção abrasiva e mecânica do vento que transporta poeiras e areia, à acção da chuva que poderá entrar na parede através de fissuras e às variações acentuadas de temperatura. O impacto contínuo da chuva e do vento vai alterando a superfície exterior dos elementos de protecção, provocando o

seu desgaste. A própria escorrência da água da chuva vai arrastando as partículas finas, contribuindo para a erosão superficial. As fissuras são causadas por acções mecânicas exercidas nas paredes ou nos revestimentos, surgem pelos mais variados motivos e criam uma passagem preferencial para o trajecto da água. Também acções acidentais de pessoas ou animais podem danificar os revestimentos.

Sobre o revestimento poderá ser aplicado ou não protecção por caiação, dependendo das necessidades estéticas. Embora esta seja a principal função da caiação, quando aplicada contribui para a consolidação global do revestimento. A caiação consiste na aplicação em várias demãos cruzadas de leite de cal, que solidifica por cristalização dos componentes, conferindo protecção ao próprio revestimento. A caiação é permeável ao vapor de água e resistente aos sais. A caiação também era aplicada directamente sobre as paredes de terra, mas neste caso apenas por questões financeiras. Na caiação podiam ser adicionados corantes orgânicos ou inorgânicos, naturais ou artificiais, sendo aplicados por questões estéticas mas que aumentavam a resistência da base. O método de caiação também é importante, devendo ser aplicado de forma rápida para não dar tempo à evaporação repentina da água da mistura (Faria, 2005).

2.2.4.3 Vãos de portas e janelas

A abertura de vãos de portas e janelas em paredes resistentes é sempre uma operação delicada, uma vez que interferem na estabilidade estrutural das paredes, interrompendo a sua continuidade. Nessas zonas singulares ocorrem grandes concentrações de esforços, possíveis de se verificar em situações reais de colapso. São vários os materiais de reforço das vergas e as técnicas da sua aplicação, mas o princípio é semelhante e consiste na introdução, na fase de construção, de um elemento horizontal de elevada resistência, que atravessa a abertura e é apoiado nas suas extremidades, na parede resistente. Este lintel permite distribuir as cargas verticais aplicadas sobre ele para as paredes laterais. Era normalmente de material disponível no local, como pedra, troncos de madeira ou tijolos cerâmicos cozidos.

As janelas e portas das pequenas edificações rurais construídas em terra são de pequena dimensão e em número reduzido. Este facto deve-se à limitação da capacidade resistente e do dimensionamento dos materiais estruturais disponíveis para reforço das vergas. Nos vãos exteriores é frequente recorrer-se a elementos de cantaria trabalhados que, para além de serem decorativos, serviam como elementos estruturais, tanto horizontais como verticais. Em vãos de maior dimensão recorria-se à aplicação de técnicas mais evoluídas, como os arcos de descarga

lateral em pedra talhado de forma a encaixarem por justaposição ou em tijolos maciços iguais entre si e de secção paralelepípedica.



Fig 2.31 – Verga em tijolo cozido, sendo visível a pedra de fecho.



Fig 2.32 – Cantaria decorativa em vão exterior, com resistência estrutural.

A degradação dos lintéis em madeira pode dever-se ao seu apodrecimento por ataque de fungos ou bolores, que ocorre geralmente devido à presença regular mas não permanente de humidade, em ciclos de secagem e humedecimento, que podem coincidir com as estações do ano. A degradação da pedra pode dever-se à sua fragilidade, aparecendo normalmente fissuras verticais a meio vão, indicativas de excessivos esforços de flexão a que estão sujeitas. Os cantos das aberturas de portas e janelas são zonas onde ocorrem elevadas concentrações de tensões, sendo vulgar o colapso com origem nesses pontos, inicialmente visível através da abertura de fissuras. Uma medida a adoptar será a colocação de pedras de grandes dimensões concentradas nos cantos das aberturas, correspondendo a uma alvenaria de elevada resistência nesses locais singulares.

Como fecho de vãos eram geralmente usadas janelas e portas em madeira, com ou sem vidro, com as mais diversas configurações e tamanhos. As caixilharias exteriores são particularmente importantes no que se refere à protecção interior da edificação, sendo muitas vezes um dos primeiros elementos a degradar-se, permitindo a exposição do seu interior ao ambiente externo. São várias as exigências a que as caixilharias exteriores deverão cumprir, como sejam a estanquidade à água de precipitação, ao vapor de água do interior para o exterior, às partículas sólidas transportadas pelo vento, ao isolamento térmico e acústico. A existência de bandeiras em portas e janelas interiores ou exteriores, são um aspecto arquitectónico mas que assegura a entrada de iluminação natural.

2.2.4.4 Elementos de reforço estrutural

São vários os elementos estruturais integrados nas paredes de terra que têm como principal função o aumento da sua resistência estrutural. Sendo os cunhais pontos fracos nas ligações das paredes, os blocos de taipa eram moldados cruzados entre si nesses locais e por vezes assentes em argamassa de cal. A perícia e habilidade na colocação dos blocos de adobe, condiciona a resistência da estrutura, principalmente nos cunhais onde meios adobes e terços de adobes, serviam para travar as paredes. Era usual recorrer-se à colocação de elementos de reforço e travamento dos ângulos rectos, como peças triangulares em madeira, blocos de pedra ou tijolo.

Entre fiadas de blocos de taipa é usual verificar-se a existência de pedaços de tijoleira ou pedra que, por terem maior resistência que a própria taipa, confere uma ligação mais sólida entre as várias camadas. Por vezes as juntas verticais, podem ser executadas obliquamente para garantir uma melhor aderência. Refere-se ainda outro elemento estrutural diversas vezes usado como reforço, denunciado pela cruzeta visível no exterior da habitação, que evidencia a colocação de tirantes de aço.

A taipa é um material construtivo pouco resistente a esforços de tracção, pelo que em casos onde estes esforços exercidos pela cobertura nas paredes laterais sejam demasiado acentuados, era usual recorrer-se a elementos pesados de alvenaria denominados de gigantes. Os típicos bancos em pedra encostados às paredes exteriores das construções tradicionais denominados de poial, são outros elementos construtivos que consolidam as respectivas paredes (Motta, 1997).

A degradação de elementos de reforço está directamente ligada à própria degradação da estrutura, uma vez que os materiais são semelhantes. Em elementos metálicos, pode surgir corrosão quando a passividade química do aço é alterada, o que pode ser causado pela penetração de dióxido de carbono por via de difusão gasosa (carbonatação) ou de iões cloreto por absorção em água, transportados através da espessura do material envolvente até atingir o elemento metálico. A velocidade de propagação em profundidade dos agentes agressivos depende das características do próprio material, como a sua porosidade, sendo também fundamental a presença de oxigénio. A existência de fissuração promove a penetração dos agentes agressivos até atingir os elementos metálicos de reforço. O fenómeno de corrosão manifesta-se pela formação de óxido de ferro (ferrugem), que tem como consequência a perda de secção, e em situações extremas, a sua rotura, deixando de cumprir a função a que se destina. Em elementos metálicos também é frequente a degradação por deformações resultantes por movimentos térmicos, quando expostos.

2.2.4.5 Cobertura

Em termos de durabilidade, a principal função da cobertura é a de impedir que a água da chuva atinja as paredes de terra, pelo que são várias as exigências construtivas que deverão ser seguidas para a sua correcta funcionalidade. Os elementos constituintes da cobertura devem ser leves, para minimizar os efeitos dos esforços nas paredes onde assentam (normalmente as exteriores). Tradicionalmente as coberturas eram executadas utilizando barrotes de madeira apoiados nas paredes laterais, sobre os quais era assente uma esteira feita com canas. As canas ocas têm o efeito de forro da cobertura, servindo como um ligeiro isolamento térmico. Sobre esta estrutura era colocado um revestimento em telhas canudo cerâmicas de barro vermelho, com ou sem aplicação de argamassa de assentamento. As telhas deverão ser sobrepostas de modo a permitir a sua ventilação inferior e a dos elementos em madeira subjacentes.

No caso das coberturas inclinadas, as pendentes devem ter declive suficiente para permitir a escorrência livre das águas, sem obstáculos que permitam a sua acumulação. As telhas devem estar correctamente sobrepostas umas nas outras, de forma a impedir a entrada de água, mas permitindo a ventilação da sua superfície inferior, para que haja uma secagem rápida e eficaz. As coberturas inclinadas normalmente terminam num beirado, que serve para desviar a queda de água nas paredes, pelo que este deve ser suficientemente saliente. Nas coberturas planas, como é o caso das típicas açoteias Algarvias, é fundamental a execução de uma pendente adequada, permitindo que a água escoe rapidamente, sem que haja acumulação. Nestes casos de pendentes com ligeira inclinação é necessário uma execução cuidada, em especial quando a área da açoteia é relativamente grande, de forma a garantir a planeza e regularidade da superfície, para que toda a água tenha um caminho de drenagem preferencial, sem empoçamentos e com pontos de drenagem desobstruídos e dimensionados para a quantidade de água escoada.

As anomalias associadas às coberturas podem ter diversas origens, como deformações em elementos estruturais devido ao deficiente dimensionamento das suas secções ou quantidades, apodrecimento por ataque de agentes biológicos em elementos de madeira, como insectos ou fungos, sendo que estes últimos atacam preferencialmente zonas pouco ventiladas, especialmente em encontros encastrados. Podem também ocorrer redistribuições de tensões resultantes da perda de capacidade resistente de um ou vários elementos, alterações das condições de apoio dos elementos estruturais devido a movimentações de terreno ou qualquer outra acção imprevisível que altere o equilíbrio do conjunto, com prejuízo para a cobertura, que é um elemento bastante vulnerável.

Independentemente do tipo de cobertura, é extremamente importante a sua manutenção para que seja mantida em perfeito estado de conservação, uma vez que uma simples telha partida pode permitir o acesso da água à construção. A maioria das anomalias, quando detectadas atempadamente, são de simples resolução, mas podem rapidamente afectar outros elementos, tornando a reparação mais complexa e problemática.

2.2.4.6 Pavimentos

O tipo de pavimento das edificações de terra difere bastante do local da edificação onde é aplicado. No caso de pavimentos em pisos elevados estes podem ser formados por elementos de madeira encastrados nas paredes laterais ou simplesmente apoiados, por arcos, abóbadas ou abobadilhas, em elementos cerâmicos ou pétreos. A degradação dos elementos em madeira poderá ocorrer nas zonas de ligações entre peças, entregas de vigas ou barrotes em paredes, devido ao apodrecimento por ataque de parasitas ou fungos, principalmente em zonas pouco ventiladas e propícias à acumulação de humidade, visíveis pela ocorrência de condensações. As alterações de ocupação e funcionalidade ou a aplicação de cargas excessivas não previstas no dimensionamento, podem provocar deformações irreversíveis com perda de estabilidade nos pavimentos de madeira.

Em pavimentos de alvenaria de pedra ou cerâmicos, a degradação poderá manifestar-se pelo aparecimento de fissuração, fendilhação ou deformação excessiva, que ocorre devido a movimentos das paredes que apoiam a estrutura, a concentrações excessiva de cargas ou a movimentos térmicos dos materiais aplicados.

Os pavimentos térreos são geralmente de constituição bastante simples, sendo aplicados ladrilhos de cerâmica cozida sobre terra batida, ou por vezes apresentam-se sem qualquer acabamento, só em terra compactada. Em pavimentos térreos é mais provável o surgimento de degradações devido à presença de humidade por ascensão de água do terreno, e por vezes com a acção de sais solúveis, com os consequentes fenómenos de cristalização e consequente degradação, já referidos anteriormente.

2.2.5 Vantagens e desvantagens

2.2.5.1 Recurso disponível no meio

A matéria-prima terra é abundante no meio natural, inesgotável, facilmente disponível na natureza em quase todo o mundo, logo é vantajoso o seu uso em locais onde os outros recursos são escassos, como a pedra ou a madeira. É um material ecológico, composto exclusivamente por elementos naturais, bio-degradáveis e 100% recicláveis, não dando origem a entulhos e logo não sendo poluente. As construções em terra podem ser demolidas e alguns materiais reaproveitados diversas vezes, bastando desfragmentar-se e voltar ao processo de preparação de nova mistura, não provocando contaminação ambiental.

Se a terra for extraída perto do local da habitação, o que acontece quando o processo de construção é executado tradicionalmente, o sistema de construção é bastante económico, com baixos custos em transporte e energéticos, (segundo as técnicas ancestrais, a terra era recolhida perto do local da nova edificação, não havendo gastos energéticos no seu transporte, mas força animal). A terra trabalhada à mão, apenas com recurso ao esforço humano, não tem qualquer tipo de consumo de energia poluente. A matéria-prima terra é facilmente moldada à mão, endurecendo naturalmente apenas por secagem ao ar e uma vez endurecida apresenta aceitável resistência à compressão. Também em termos ambientais, a recolha da terra não contribui para a desflorestação, nem para a exploração de inertes, o que altera grandemente a paisagem. Por ser natural, garante a ausência de efeitos secundários aos ocupantes, com benefícios para a sua saúde.

Sendo os blocos de adobe elementos físicos transportáveis, poderão ser levados para locais onde a terra existente não seja a mais adequada para o seu fabrico, o que permite alargar ainda mais a sua aplicação, embora tendo em conta os respectivos custos de transporte e energia.

2.2.5.2 Desempenho térmico e acústico

A elevada massa dos blocos de terra, através da inércia térmica, permite estabilizar o diferencial térmico do exterior para o interior das habitações com que são construídas, tanto no Verão como no Inverno, embora seja mais relevante nas estações quentes. Os blocos contribuem para o armazenamento de calor, estabilizando a temperatura interior e propiciando um elevado conforto térmico. A eficácia térmica será maior se forem usados elementos arquitectónicos

complementares, como cobertura adequada, sombreamentos (alpendres e terraços) e ventilação natural termicamente estabilizada (Quintino, 2005).

Quanto maior a capacidade térmica da envolvente da habitação, formada pelas paredes exteriores e cobertura, maior será o tempo necessário para a temperatura exterior atingir o ambiente interior e maior será o amortecimento dessa diferença de temperatura. Uma parede de terra com 40 cm de espessura poderá proporcionar um atraso térmico de cerca de 10 horas da temperatura exterior para a interior e um amortecimento térmico de cerca de 10%. Deste modo, edifícios com paredes em terra têm maior capacidade de armazenamento do calor e pequena amplitude térmica no seu interior, permitindo manter as condições de temperatura e humidade interior em níveis de conforto para os ocupantes. Para além do referido, ainda há inúmeros mecanismos de funcionamento bioclimático a explorar, de forma a rentabilizar a sua utilização (Neves, 2005).

Devido à elevada massa da terra, as paredes têm um bom comportamento acústico, principalmente perante os sons aéreos.

2.2.5.3 Viabilidade económica

Nos países de terceiro mundo, a disponibilidade da terra como matéria-prima de construção é a única hipótese que os nativos têm para construir uma habitação. Em diversas regiões do mundo não existem alternativas à construção em terra ou, no caso de existirem, não são acessíveis a todos. O facto de se poder construir com material recolhido do próprio local, permite que cada família tenha acesso a uma habitação, sem depender de verbas monetárias. Do ponto de vista cultural e humano, podem ser seguidas as arquitecturas tradicionais, respeitando o património e mantendo os traços típicos de cada região, sem alterações significativas da imagem visual do conjunto, mantendo-se a caracterização das aldeias e cidades, em harmonia com o habitat envolvente. A longevidade de uma construção em terra é prolongada, desde que periodicamente sejam sujeitas a intervenções de manutenção.

Nos países industrializados, a viabilidade económica mantém-se um obstáculo ao uso corrente de adobe e taipa em construções actuais, pelo facto de não ser um método convencional que facilmente se possa comparar com outras técnicas construtivas. Actualmente, mesmo os construtores mais preocupados com o meio ambiente e informados sobre materiais alternativos, ficam indecisos pelo seu uso, devido às dúvidas com que se deparam em termos de planeamento e financiamento do projecto. Neste sentido, as decisões acabam maioritariamente por convergir

para o uso de materiais ditos correntes. A solução para superar esta dificuldade, passaria pela criação de normas definidas no fabrico do adobe e na sua mão-de-obra especializada, tornando-se um método convencional devidamente estruturado e possível de ser calculado. Se a terra fosse usada como material de construção moderno à escala mundial, seria um factor importante para a resolução de problemas referentes aos consumos energéticos e de recursos, contribuindo para a diminuição dos consequentes prejuízos ambientais que actualmente afectam o planeta. A sustentabilidade ambiental do uso da terra como material de construção é sem dúvida um aspecto indiscutível. O impacto das construções modernas no meio ambiente põe em causa factores que estão na linha da frente dos protocolos ambientais, como consumo de recursos energéticos, de água, exploração da terra, erosão dos solos, poluição, desperdícios (Sandeck, Humboldt, 2005).

As opiniões divergem entre profissionais que defendem de forma convicta posições opostas entre a economia de construir em terra versus materiais correntes. No entanto, há um conceito menos controverso que refere a sustentabilidade ambiental como a principal vantagem em construir em terra. Tendo sido as razões económicas o principal motivo do abandono da terra como material de construção, a retoma deste método construtivo não pode ignorar esse facto.

A par dos aspectos de impacto ambiental, existe uma limitação elevada quanto à construção em altura com terra, sendo necessário paredes bastante espessas para garantir a estabilidade, uma vez que a terra tem resistência mecânica limitada. Este aspecto poderá ser ultrapassado combinando elementos estruturais mais resistentes a esforços de tracção e flexão, executados com materiais mais modernos, com elementos de compartimentação executados em terra. Uma das principais vantagens dos tijolos de adobe deve-se à sua fácil combinação com quase todos os materiais de construção disponíveis no mercado actual, o que permite usá-los actualmente em simultâneo com outros materiais, sendo mais fácil a sua incorporação em novas construções. Este aspecto, permite contornar uma das principais desvantagens nas construções em adobe, que diz respeito à limitação do número de pisos possíveis de elevar nas construções. Sendo assim, será possível conjugar estes blocos com outros materiais que apresentem resistências complementares, permitindo uma combinação eficaz das diferentes propriedades (Sandeck, Humboldt, 2005).

2.2.5.4 Resistência à acção da chuva

O facto da terra e dos seus aditivos serem elementos naturais, traduz-se numa desvantagem no que se refere à presença de água, pelo que o seu uso é mais corrente em países pouco chuvosos. O que se verifica na prática em relação aos resultados dos ensaios laboratoriais clássicos

efectuados a diversos materiais, é que não apresentam resultados fiáveis quando efectuados ao adobe. Um bloco de adobe sujeito a ciclos de molhagem-secagem, aspersão, imersão, gelo e degelo, não tem a mesma resistência que o mesmo bloco apresenta quando integrado numa parede de alvenaria, desfazendo-se com relativa rapidez nos ensaios. Daí se concluir que os resultados obtidos em laboratório, nem sempre estão de acordo com os verificados em construções reais. No entanto, é necessária a quantificação das características da terra e os ensaios laboratoriais são as únicas referências disponíveis, para análise por parte dos construtores e investidores no mercado (Sequeira, 2004).

Como referido, a execução de barreiras que evitem o contacto da água com as paredes de terra são indispensáveis.

2.2.5.5 Resistência à acção sísmica

As construções em terra têm deficiente resistência sísmica, provocada pela sua elevada massa, pela reduzida resistência mecânica, principalmente a esforços horizontais, e pelo seu comportamento frágil. É recomendado o uso de elementos de reforço estrutural, específicos para conferir maior estabilidade, que podem ser aplicados em construções já existentes. É o caso de ligações metálicas entre elementos como paredes e cobertura ou entre paredes adjacentes, execução de lintéis e vigas de coroamento; podem também ser executados contrafortes, pilastras ou contraventamentos, bem como efectuado o reforço das fundações. Em síntese, existe um conjunto de intervenções que podem ser acrescidas a estruturas em terra para melhorar o seu comportamento face à acção sísmica (Lourenço, 2005).

2.2.5.6 Resistência à acção do fogo

Sendo a terra um material incombustível, as paredes executadas com tijolos de adobe ou blocos de taipa, são de um modo geral resistentes à acção do fogo. No entanto, nas construções tradicionais as portas, janelas e coberturas são geralmente executados em madeira, sendo estes os pontos fracos e os primeiros elementos a serem atacados pelo fogo e a ceder. Sem estes elementos de protecção, a terra fica mais susceptível às elevadas temperaturas, aumentando a carga térmica no interior da edificação e em particular até meia altura das paredes interiores. No entanto, mesmo após um longo período de tempo exposta à acção directa do fogo, a terra apresenta apenas degradação superficial. As zonas mais frágeis destes elementos são as juntas

entre tijolos e blocos, que no caso do adobe são em elevada quantidade, aumentando assim a sua fragilidade estrutural, comparativamente com as construções em taipa, de maior dimensão e com menor percentagem de juntas. As juntas entre os blocos de terra, por serem zonas fragilizadas irão permitir a passagem preferencial dos gases provenientes da combustão o que origina a formação de bolhas ocas entre a parede e o revestimento, provocando o seu desprendimento. A degradação das juntas pode provocar a perda de ligação entre elementos, soltando-os, com risco de colapso da estrutura.

Os rebocos e a caiação, por estarem em contacto directo com o fogo, sofrem maiores danos do que as paredes que revestem. A caiação, na presença de elevadas temperaturas, começa a retrair fissurando em quadrículas cujas extremidades se desprendem, acabando por cair. No caso de paredes revestidas por reboco, a acção do fogo também irá provocar a sua retracção e consequente desprendimento. Como consequência da perda de revestimento, as paredes de terra ficam desprotegidas. No caso da acção do fogo ser pouco intensiva sobre as paredes, estas apenas apresentam alguma fragilidade superficial, verificada pela tonalidade de vermelhão que atinge apenas alguns milímetros à superfície. Apenas em situações excepcionalmente longas de exposição térmica elevada, a terra coze em profundidade apresentando uma cor terracota, sendo afectada a sua resistência mecânica.

Conclui-se que, mesmo em condições adversas de exposição ao fogo, as paredes em terra apresentam-se estruturalmente estáveis, principalmente as de taipa, e poderão ser reaproveitadas. No caso do adobe, a degradação das juntas entre blocos fragiliza a alvenaria, tornando o conjunto menos resistente. Em ambos os casos, mesmo em cenários extremos onde as paredes percam a sua funcionalidade resistente, o material com que são constituídas poderá ser reutilizado, o que não acontece com outros materiais (Bexiga, 2005).

2.3 Construções em alvenaria de pedra

2.3.1 Selecção da matéria-prima

Para as construções tradicionais em pedra, tal como para a maioria das técnicas construtivas antigas, usam-se como materiais de construção os existentes nas proximidades do local da edificação a construir, variando a pedra típica de uma região para outra. Por vezes as construções em pedra apresentam integrados elementos de outra origem, como cerâmicos, de madeira ou metal, normalmente usados como reforços.

2.3.2 Elementos construtivos e patologia associada

2.3.2.1 Fundações

As fundações das construções em pedra são geralmente efectuadas com o mesmo material que a parede em si, mas com espessura ligeiramente superior. Essa sobre-largura serve para aumentar a área de contacto entre as fundações e o terreno, de forma a reduzir as tensões transmitidas pela super-estrutura, introduzidas no terreno. Em teoria, a largura das fundações é tanto maior quanto menor a resistência natural do terreno, que deve ser conhecida, dependendo também da natureza e dimensão da construção a executar. Para solos resistentes as fundações poderão ter apenas a largura equivalente à das paredes ou ser salientes apenas 10 a 15 cm em casos de edifícios de pequeno porte. Também se podem verificar situações em que as fundações são prolongamentos das paredes, mas enterradas, com a mesma espessura e características.

Para se dar início à execução das fundações é necessário marcar a sua implantação, recorrendo-se ao uso de cordéis e estacas de madeira que indicam o local da abertura dos caboucos. Depois de abertas as valas, segue-se o enchimento com pedras de grande dimensão e elevada resistência, com ou sem argamassa, cujos vazios são preenchidos com diverso material de menor dimensão.

Como referido para o caso de edifícios em terra, também nas construções em pedra as fundações podem ter anomalias provenientes de erros de “projecto”, má execução ou alterações das condições de uso ao longo da sua vida útil. A perda de capacidade resistente do solo pode ser consequência de movimentos do terreno proveniente de actividade natural ou de intervenção humana, devido à alteração do nível freático, à introdução de cargas excessivas não previstas em projecto, a fenómenos que alteram a degradação dos seus materiais constituintes, alterações dos padrões de utilização ou qualquer outro agente exterior à construção que perturbe o seu equilíbrio, como é o caso de raízes das árvores.

Os sinais visíveis das degradações nas fundações manifestam-se pelo aparecimento de fissurações, deformações, desalinhamentos, desaprumos nas alvenarias e nos seus elementos constituintes, como vãos de portas e janelas. As anomalias referidas não são exclusivas de deficiências nas fundações; no entanto muitas delas são mais prováveis como resultantes dos problemas referidos.

2.3.2.2 Paredes e revestimentos

Nas construções tradicionais em pedra, geralmente as paredes exteriores e a parede central longitudinal, são resistentes. Existem várias técnicas de elevação deste tipo de paredes, sendo que entre as mais correntes encontram-se as alvenarias de pedra argamassada ou ordinária, alvenaria de pedra mais ou menos aparelhada e alvenaria de pedra de duas faces. No primeiro caso, as alvenarias são executadas pelo assentamento de pedras toscas, angulosas, com geometria e tamanho irregular, sendo apenas necessário o cuidado em manter as faces exteriores planas, pelo que as pedras deverão ser talhadas numa das faces, caso a sua geometria natural não tenha a configuração pretendida. Devem ser assentes nas duas direcções, para conferirem um melhor travamento à parede. O interior das paredes e as juntas são preenchidos com pedaços de pedras mais pequenos, embutidos em argamassa, sendo necessário evitar o seu uso em excesso. Nas alvenarias de pedras aparelhadas, os blocos a aplicar são desbastados e talhados com geometria constante, para que o seu acabamento seja o mais plano possível. No entanto, como são pedras naturais retirada de pedreiras ou mesmo das terras perto da construção, a sua geometria não é perfeita como no caso dos tijolos ou blocos executados em fábrica. Mesmo em edificações em alvenaria de pedra ordinária é frequente verificar-se a existência de elementos aparelhados nos cantos e cunhais, como reforço nesses locais.

As alvenarias de pedra de duas faces são executadas através da elevação de dois panos, um interior e outro exterior, ambos com pedras de forma irregular. O espaço criado no seu interior é preenchido com fragmentos de pedras de menores dimensões e argamassa ou terra ou entulho. O travamento é garantido pela colocação de perpianhos, que são elementos em pedra rija, metálicos ou em madeira, que atravessam toda a espessura da alvenaria, permitindo a ligação entre o pano interior e o exterior. Em qualquer tipo de alvenarias, as juntas são definidas como os espaços existentes entre blocos, podendo ser preenchidas com argamassas, designando-se nesse caso alvenarias de junta argamassada ou serem de juntas secas, quando não são aplicadas argamassas entre pedras.



Fig 2.33 – Alvenaria de pedra sem aparelhamento, com junta argamassada.



Fig 2.34 – Alvenaria de pedra aparelhada, muralhas do Castelo de Loulé.

Em qualquer dos casos, como método construtivo deve-se começar pela execução dos cunhais e vãos, seguindo-se para o interior dos paramentos. É importante um especial cuidado na execução dos cunhais, sendo indispensável para a estabilidade, a colocação de pedras de maior dimensão. Nas ligações entre paredes de alvenaria deverão ser deixadas reentrâncias ou pedras salientes, de forma a encaixar as paredes perpendiculares. Quando as paredes de alvenaria têm elevada altura em relação à sua largura ou quando a argamassa de ligação é fraca, pode haver perda de verticalidade. Nestas situações é aconselhada a colocação de ligadores entre os dois panos de alvenaria, que podem ser executados com pedaços de madeira ou pedras com a largura total da parede, elementos que iram suportar e distribuir as cargas, caso dos anteriormente já referidos perpianos.

De uma forma geral, todas as paredes de um edifício antigo desempenham funções estruturais importantes, tanto em termos de acções horizontais como verticais. Para além das paredes resistentes, chamadas de “paredes mestras”, as habitações são também formadas por paredes de compartimentação, localizadas no interior e que têm a função de dividir os espaços. No entanto, as paredes de compartimentação vão adquirindo uma maior expressão resistente, ao longo da vida útil da habitação. As alterações das condições de equilíbrio estático causado pela fluência e envelhecimento dos materiais, os movimentos diferenciais das fundações, as degradações resultantes de acções sísmicas, o aumento de sobrecargas e a própria arquitectura, são factores que resultam em acréscimos de solicitações a estes elementos. Embora as paredes divisórias não tenham sido projectadas para resistirem a cargas verticais, são extremamente importantes como elementos de travamento geral das estruturas, uma vez que fazem a ligação entre paredes,

pavimentos e coberturas. As forças horizontais provocadas pela acção sísmica são dissipadas através dessas ligações (Pinho, 2004).

Para a elevação de paredes de pedra começa-se por fazer marcações sobre as fundações já executadas, recorrendo-se a prumos e cordéis, formando as linhas mestras com a dimensão e configuração referente à parede pretendida, que serão alteradas à medida que a construção vai avançando. A verticalidade e planeza dos paramentos são definidas pelo correcto posicionamento dos alinhamentos. A marcação referida irá definir os vãos e cunhais, sendo por estes elementos que se inicia a colocação das pedras, prosseguindo daí para a zona central. Nas primeiras fiadas devem ser colocados os blocos de maior dimensão, de forma a resistir às forças de esmagamento das camadas sobrejacentes. No caso da alvenaria ser argamassada, as pedras são assentes sobre uma camada de argamassa com cerca de 1.0 a 1.5 cm, geralmente não superior a 4 cm. Refere-se que não deverá haver exagero nos aglomerados de argamassa nem serem deixados espaços vazios, preenchendo-se, tanto quanto possível, os espaços de maior dimensão entre pedras, com pedras de menor tamanho.

Se a alvenaria for do tipo não aparelhada, deve assegurar-se que a parte superior de cada camada não seja regular, com pedras de alturas desiguais, de forma a criar uma base com bastante aderência para assentamento da camada superior. A face mais plana dos blocos será aplicada à vista ou, caso não haja planeza natural suficiente para o efeito, a mesma deverá ser talhada antes de aplicada. No caso de se pretender rebocar o paramento após concluído, não haverá necessidade de deixar superfícies extremamente lisas porque, por um lado, ficarão ocultas, e por outro, a própria aspereza facilita a aderência do revestimento. Caso as paredes exteriores não sejam rebocadas, as juntas deverão ser tratadas de forma a não permitir a entrada de água no paramento e a permitir a livre escorrência da chuva. As fiadas seguintes serão executadas desencontrando-se as juntas verticais e encaixando as pedras nos lugares deixados livres. De forma a evitar que a pedra absorva rapidamente a água da argamassa de assentamento com prejuízo para as propriedades desta, os blocos de pedra deverão ser molhados antes de aplicados. É frequente verificar-se em paredes de edifícios com vários pisos, a diminuição da sua espessura em altura, devido à redução das cargas aplicadas. Esse ressalto deverá ser efectuado no paramento interior e ao nível do pavimento.

Os revestimentos tradicionais são constituídos por argamassas à base de ligantes minerais, nomeadamente a cal aérea. A desagregação do revestimento é uma anomalia frequente nas construções de alvenaria de pedra antigas e deve-se directamente aos agentes climáticos, como a

acção da chuva, o efeito abrasivo do vento como agente transportador de poeiras e areias que provocam um desgaste contínuo e as variações de temperatura. Mas o principal agente de degradação deste tipo de estruturas é sem dúvida a acção da água, que pode surgir de diversas formas como precipitação, infiltrações, condensações, humidade do terreno e acções acidentais. As humidades infiltradas procuram pontos fracos em qualquer local da estrutura, como fendas e espaços vazios, e alastram-se numa rede de percursos preferenciais, afectando todos os elementos que atingem. As juntas de argamassa entre as pedras são locais críticos de desgaste causado pela precipitação. Quando as paredes se apresentam fendilhadas e desagregadas, a entrada de água é facilitada, o que provocará o agravamento da degradação, que culminará no colapso, se não se interromper o ciclo.

O acabamento mais comum sobre revestimentos de argamassas de cal e mais compatível com a base é a caiação, devendo as paredes exteriores levar várias demãos, uma por ano. A caiação confere à parede alguma impermeabilidade à chuva incidente e permeabilidade ao vapor de água produzido no interior ou que tem de se evaporar da parede.

A fissuração, uma das principais anomalias que ocorre neste tipo de estruturas, pode ter origem em diversos fenómenos, como assentamentos diferenciais das fundações que provocam fendas em paramentos correntes das paredes, junto a aberturas de vãos ou na ligação entre paredes ortogonais, sendo relativamente fácil identificar a origem devido à sua inclinação característica. Podem também surgir devido ao deficiente isolamento térmico da cobertura ou terraços, que provocará diferentes variações dimensionais na estrutura entre os vários materiais existentes ou entre o suporte e a base no caso de revestimentos. Erros construtivos são outro factor que permitem a ocorrência de fendilhação, como é o caso da inexistência de elementos em pedra que ocupam toda a espessura da parede (perpianhos) e que permitem uma melhor redistribuição dos esforços entre todos os elementos estruturais, diminuindo os efeitos dos assentamentos diferenciais. Sendo as paredes de alvenaria pouco resistentes a esforços horizontais, a acção sísmica contribui para a ocorrência de fissuração, em especial nas zonas dos vãos, que são pontos fracos da construção e com elevada concentração de esforços. Embora estas anomalias sejam mais prejudiciais em paredes de alvenaria estruturais, as paredes interiores de compartimentação sofrem o mesmo tipo de degradação, uma vez que, ao longo da sua vida útil, acabam por ter comportamento resistente semelhante ao das paredes mestras, devido às alterações das várias solicitações a que estão sujeitas (Pinho, 2004).

A humidade ascendente do terreno por capilaridade ou as infiltrações de água da chuva em fissuras existentes vão dissolvendo, ao longo dos seus percursos, os sais solúveis provenientes do solo ou dos materiais usados. Os sais solúveis vão-se acumulando nas paredes, alterando a sua estrutura, dando origem às típicas eflorescências ou criptoflorescências. Os fenómenos descritos anteriormente para as paredes de terra, referentes à degradação dos revestimentos provocada pelas acções de sais solúveis, são igualmente verificados em paredes de pedra.

Em construções habitadas poderá ainda ser manifestada humidade por condensação, proveniente do vapor de água produzido pelos ocupantes no interior (especialmente em cozinhas e casas de banho), que irá condensar em qualquer paramento interior, quando a temperatura superficial das paredes em contacto com o ar húmido atinge o ponto de orvalho. As condensações manifestam-se pelo aparecimento de fungos e bolores, podendo aparecer cogumelos em zonas de ligação entre elementos em madeira com alvenaria. Quando a situação se torna mais gravosa, o aparecimento de vegetação parasitária superficial poderá promover o crescimento de raízes de vegetação, que se infiltram nos vários elementos onde encontrem um ambiente favorável ao seu desenvolvimento.

Outra origem frequente da degradação de alvenarias em pedra deve-se ao esmagamento causado pela aplicação de cargas concentradas excessivas, devido a diversos fenómenos de reajustamento e redistribuição de tensões. É o caso de zonas de contacto lateral entre vigas de madeira e paredes, em que o processo repetido de secagem da madeira provoca nesses elementos esforços de torção, que por sua vez transmitem às alvenarias forças de esmagamento local. São também bastante vulneráveis a esmagamento os cantos de vãos de portas e janelas, por nesses locais se concentrarem elevados esforços. As anomalias nos revestimentos normalmente acompanham a fendilhação ocorrida no suporte. O destacamento do revestimento deve-se também à sua perda de aderência ao suporte, à desagregação da argamassa de reboco, fissuração superficial e empolamento.

Importa salientar que todas as anomalias apresentadas têm origem em causas que se interligam, devendo ser encaradas como um conjunto de fenómenos e alterações que se agravam mutuamente e que são consequências umas das outras.

2.3.2.3 Vãos de portas e janelas

Nos locais de interrupção das paredes em pedra, para a abertura de portas e janelas, é necessário garantir a continuidade da rigidez dos elementos, sendo para tal necessário efectuar travamentos como reforço. É prática corrente reforçar-se a verga, através da aplicação de uma pedra de maior dimensão, ou de um barrote em madeira, com dimensão suficiente para vencer todo o vão existente, encastrado nas extremidades. Este elemento de reforço poderá ser protegido através da aplicação superiormente de um arco executado geralmente em alvenaria de tijolo maciço, que irá transferir as cargas actuates sobre os vãos, para os elementos nas extremidades onde se apoiam. Nos locais de ligação das vergas com as ombreiras poderão ser aplicados elementos metálicos de fixação, como gatos (Freitas, 2004).

As anomalias associadas aos vãos ocorrem geralmente nas vergas, devido à perda de aderência entre elementos (no caso de serem executadas em alvenaria), degradação da madeira ou fissuração da pedra, dependente do material aplicado.

As portas e janelas são normalmente executadas em madeira, com ou sem vidro. O maior problema de degradação destes elementos de madeira deve-se à concepção deficiente dos perfis de elementos expostos, que permitem a entrada e permanência de água durante tempo suficiente para o desenvolvimento de podridão e fungos. A acumulação de água é também responsável pelas variações dimensionais e na geometria, caso dos empenos, associadas ao mau desempenho e funcionamento. À semelhança das madeiras da cobertura, também a degradação precoce de vãos permite um acesso preferencial da água ao interior das edificações, com a acelerada proliferação de anomalias daí resultantes (Cruz, 1994).

2.3.2.4 Elementos de reforço estrutural

Sendo os encontros entre paredes e os cunhais zonas de elevadas concentrações de esforços, a sua ligação é extremamente importante, principalmente para resistência à acção sísmica. Deste modo deverão ser executados reforços nestes locais, como sendo a aplicação de elementos metálicos para a sua fixação (gateamento), execução de negativos e pedras salientes de forma a permitir o encaixe entre paramentos ou aplicação de pedras aparelhadas em forma de paralelepípedos de grande dimensão e elevada resistência em cunhais. No caso da aplicação de elementos metálicos como reforço, o seu fenómeno de degradação é semelhante ao referido anteriormente para as construções em terra.

Como referido, um dos elementos de reforço estrutural mais aplicado são os perpianhos, que são pedras com a dimensão de toda a largura da parede, de maior rigidez e talhadas de acordo com a dimensão e forma necessária, normalmente em paralelepípedos.

Os gigantes ou contrafortes são elementos pesados de pedra, usados como reforço de paredes com fraca resistência à tracção, sendo colocados de forma a equilibrar os impulsos laterais provocados pelo peso da cobertura nas paredes onde assentam. Sendo estes elementos com a mesma constituição que as próprias alvenarias em pedra, têm o mesmo tipo de patologia que estas, nomeadamente em termos de desagregação dos elementos e do revestimento.

2.3.2.5 Cobertura

A cobertura de construções tradicionais em pedra é de constituição semelhante ao descrito para as aplicadas em edificações em terra, ou seja, formadas por uma estrutura em barrotes de madeira assentes nas paredes resistentes, com uma esteira de canas na parte superior, sobre as quais são aplicadas telhas de barro, com ou sem argamassa de assentamento.

Quando, por fenómenos naturais ou provocado por algum acidente ou acessibilidade, alguma das telhas é partida, inicia-se nesse local a penetração de água. Assim, geralmente o início da degradação da cobertura ocorre devido à degradação das telhas, uma vez que é a primeira barreira à entrada de água. Se não for efectuada uma reparação de substituição do material danificado, a água continuará a entrar com consequências nefastas num maior ou menor período de tempo. A acumulação de resíduos que provoque o entupimento de caleiras e algerozes é também responsável por infiltrações severas a nível dos beirados. Na fase de construção é também indispensável a correcta execução de pendentes, para evitar acumulação de água, como descrito para as coberturas de construções em terra. Uma manutenção periódica é fundamental para detectar anomalias que, quanto mais cedo forem reparadas, menores serão os danos causados, e mais fácil e rápida será a sua resolução.

Quando a incidência directa da chuva ou a humidade ambiente atinge elementos em madeira, poderá ocorrer a sua deterioração. De entre as anomalias mais correntes na madeira, as mais críticas e vulgares são as provocadas por variações de humidade e pela degradação devido a agentes biológicos. As variações de humidade podem-se manifestar em várias alturas da vida útil da estrutura onde são aplicadas. Numa fase inicial da construção, a utilização de elementos em madeira com teor de água inadequado às condições de serviço ou a aplicação antes da sua

estabilização ambiental, podem ter como consequências o surgimento de variações dimensionais e deformações dos elementos, provocando fendas e empenos. Este tipo de anomalias também poderá ocorrer ao longo da vida útil da construção, se a determinada altura da sua utilização houver alguma modificação severa das condições ambientais a que o material está sujeito.

Quanto à degradação por agentes biológicos, a sua proliferação é regulada pelas condições higrotérmicas ambientais. São diversos os agentes biológicos. Entre eles existem bactérias, algas, fungos de podridão, insectos e xilófagos marinhos, sendo os fungos e os insectos os principais agentes de degradação estrutural. Os fungos são responsáveis pela degradação de elementos em madeira com teor de humidade superior a 20-25%. Este tipo de podridão é facilmente identificado pela perda de massa e de resistência do elemento, acompanhada com mudanças de coloração (azulada) e aspecto. Quanto aos insectos podem ser de dois tipos: os de ciclo larvar (carunchos), que atacam a madeira seca, abrindo galerias à medida que se vão alimentando, e os insectos sociais (térmitas), que atacam madeira húmida, principalmente em contacto com o solo, local onde constroem abrigos (Cruz, 2004).

O risco de ataque e consequente degradação dependem do local de aplicação do material. Este poderá ser no interior sem qualquer contacto com ambiente húmido (risco nulo de ataque por fungos e maior risco de ataque por insectos), em ambientes interiores com humidade (risco de ataque por térmitas), em ambientes exteriores expostos a qualquer fonte de humidade permanente (elevado risco de ataque por fungos) ou exterior em contacto com o solo (elevado risco de podridão por fungos e térmitas) (Nunes, 1990).

Para além da degradação da própria estrutura da cobertura, a sua perda de funcionalidade permitirá o contacto da humidade com os restantes elementos construtivos existentes no interior da edificação, o que implicará a redução da sua resistência estrutural, bem como dos níveis de conforto e habitabilidade.

2.3.2.6 Pavimentos

Os aspectos construtivos descritos para pavimentos de construções em terra são também aplicados no caso de alvenaria de pedra.

3 CASOS DE ESTUDO

3.1 Construção em blocos de taipa e tijolos de adobe

3.1.1 Identificação da construção em análise

A habitação em análise localiza-se no Concelho de Albufeira, freguesia da Guia, num ambiente de planície semi-rural, rodeada por terras de semear, em especial laranjeiras. Não existe indicação da data de construção, mas prevê-se que seja do final do séc. XIX, estando actualmente desabitada, em estado de ruína avançado. A fachada principal é virada a Sudeste. A tipologia é característica das construções em taipa, com desenvolvimento rectangular. Esta geometria tem duas funções principais, como seja a nível estrutural, pois a fraca resistência da taipa à flexão e à torção impede uma maior diversidade de geometrias e formas. Por outro lado a própria técnica construtiva em fiadas sucessivas é facilitada pela regularidade em planta e pela continuidade das paredes exteriores.



Fig 3.1 – Fachada principal virada a Sudeste, da construção de taipa.



Fig 3.2 – Fachada lateral da edificação de pequeno porte em taipa.

Na entrada principal da habitação existe ligação à direita para uma zona que seria a sala, uma vez que é a única área, para além do espaço de entrada, com o tecto em forma de abóbada. À esquerda da entrada existe uma passagem para o celeiro e ao fundo há acesso a uma outra divisão com saída para as traseiras (ficha técnica na página 79).



Fig 3.3 - Entrada principal com cobertura em abóbada de arco simples.



Fig 3.4 - Celeiro com acesso pela cozinha, com cobertura em estrado de madeira.

A cozinha tem ligação directa para a rua, sendo que pelo interior apenas há seguimento para o celeiro. Existia uma escada na cozinha para uma divisão que ficaria por cima do celeiro, onde possivelmente eram armazenadas as colheitas da terra.



Fig 3.5 - Chaminé da cozinha, onde os alimentos eram cozinhados a lenha.



Fig 3.6 - Vestígios de escada na cozinha, encastrada na parede exterior em taipa.

Da entrada principal para as traseiras existem mais dois compartimentos, um em cada lado, que supostamente seriam os quartos. No quarto da direita há uma passagem para a manjedoura, que

se apresenta como uma divisão de grande dimensão, onde eram alimentados e pernoitavam os animais.



Fig 3.7 – Parede exterior das traseiras, com blocos de grande dimensão em taipa.



Fig 3.8 – Manjedoura em alvenaria de pedra, com estrutura da cobertura em madeira.

Nas traseiras da habitação encontram-se vários anexos em alvenaria de pedra, como é o caso de uma pocilga, um forno de pão e outra divisão que se supõe ter servido de instalação sanitária.



Fig 3.9 – Forno a lenha localizado nas traseiras, junto à pocilga.



Fig 3.10 – Anexo à habitação principal, que deveria servir de instalação sanitária.

3.1.2 Elementos construtivos e sua degradação

Como verificado, a construção em estudo apresenta elevado grau de degradação, estando mesmo em estado de ruína. Por outro lado verificou-se a existência de diversos trabalhos de melhoramento efectuados mais recentemente e com materiais diferentes dos usados na construção original, como sejam elementos metálicos e em betão.

3.1.2.1 Paredes e revestimentos

As paredes exteriores foram todas executadas em blocos de taipa com altura de 0.47 m, espessura de 0.45 a 0.50 m e comprimento variável entre 1.5 e 1.8 m. A maioria das paredes interiores também são em taipa, incluindo parte da parede mestra localizada no sentido longitudinal e têm menor espessura, com cerca de 0.35 m. Os blocos de taipa apresentam pouca degradação ao toque, com as pedras de maior dimensão bem visíveis à superfície, uma vez que a chuva de Invernos sucessivos já terá efectuado a lavagem dos finos, após a queda do revestimento exterior. As juntas de assentamento entre blocos apresentam-se pouco definidas do lado exterior dos paramentos, sendo que na face interior é mais fácil a identificação da sua localização.



Fig 3.11 - Pared exterior do lado Nordeste, executada em blocos de taipa.



Fig 3.12 - Pared exterior do lado Sudoeste em taipa, com embasamento de alvenaria de pedra.

Verificou-se que algumas das paredes interiores foram elevadas em blocos de adobe, concretamente a parede de separação da sala com o estábulo, a parede entre o celeiro e o quarto das traseiras e a parede divisória entre a zona de entrada pelas traseiras e o outro quarto. Os blocos aplicados têm dimensão de 0.29 m x 0.15 m x 0.14 m e de 0.29 m x 0.10 m x 0.10 m dependendo da alvenaria onde são usados. Foram assentes com argamassa de constituição semelhante ao material dos próprios blocos de adobe. Tendo a cobertura ruído há tempo indeterminado, os blocos superiores encontram-se mais expostos e apresentam maior grau de degradação.



Fig 3.13 – Parede interior em adobe, actualmente sem cobertura.



Fig 3.14 – Parede interior em adobe, bastante degradada no topo.

Em todo o perímetro da construção, até cerca de 1.3 a 1.5 m de altura, é bem visível a execução de embasamento de alvenaria de pedra não aparelhada, constituindo a continuidade das fundações. Sobre a base foram moldados os blocos de taipa, evitando-se deste modo o contacto entre a terra e o pavimento exterior, exposto à chuva e humidade do terreno. Nos cunhais foram colocadas pedras de maior dimensão, para aumentar a estabilidade em zonas de maiores solicitações. Nas paredes exteriores ainda é possível observar vestígios da aplicação de reboco, enquanto que no interior de alguns paramentos exteriores já não se observa a sua aplicação original. Nos locais onde a cobertura continua a cumprir as suas funções, as paredes mantêm um grau satisfatório de resistência, sem fissuração aparente.



Fig 3.15 – Embasamento de paredes exteriores, em pedra local, não aparelhada.



Fig 3.16 – Paredes exteriores com execução dos blocos de taipa, sobre a base em pedra.

Em paredes interiores de adobe verificou-se que os blocos foram assentes directamente no pavimento, situação usual por se tratar de paredes sem contacto directo com a água da chuva.

Neste caso particular, verificou-se que a argamassa de ligação entre blocos parece ser de resistência superior ao próprio adobe, uma vez que é maior o desgaste na superfície dos blocos que nas juntas entre eles, ficando as mesmas bem definidas. Numa outra situação no interior, o adobe foi assente sobre uma base de alvenaria de pedra, como é o caso da parede de separação entre a sala e a manjedoura, onde a alvenaria de pedra se eleva acima do solo até ao nível do pavimento do piso superior. Nesse local de transição entre pedra e terra, há vestígios de ter existido um pavimento suportado por uma estrutura constituída por barrotes de madeira encastrados na parede, que assentavam sobre a base da alvenaria de pedra. Por se tratar de uma parede interior supõe-se que a base em pedra serviria como suporte do pavimento superior, sendo a função de corte de capilaridade menos significativa.



Fig 3.17 – Parede interior em alvenaria de adobe assente directamente no pavimento.



Fig 3.18 – Parede interior de adobe, assente em alvenaria de pedra.

Todas as paredes do contorno no lado exterior e a maioria do interior mostram sinais de terem sido revestidas com argamassa de cal com 2 cm de espessura, embora em diversas zonas os revestimentos já se tenham destacado completamente do suporte ou encontram-se em perigo eminente de queda. A degradação do revestimento é mais acentuada nas paredes exteriores e nas interiores onde a queda da cobertura ocorreu aparentemente há bastante tempo. Verificou-se também que a exposição à chuva provocou a escorrência de finos ao longo dos paramentos, tanto de taipa como de adobe, situação que não é de todo prejudicial à estabilidade dos blocos, mas acelera o destacamento do revestimento. Também se verificou que a perda de secção dos blocos de adobe é mais acentuada na parte superior das respectivas paredes, por ser esse o local mais exposto aos agentes climáticos.



Fig 3.19 – Destacamento de revestimento numa parede exterior.

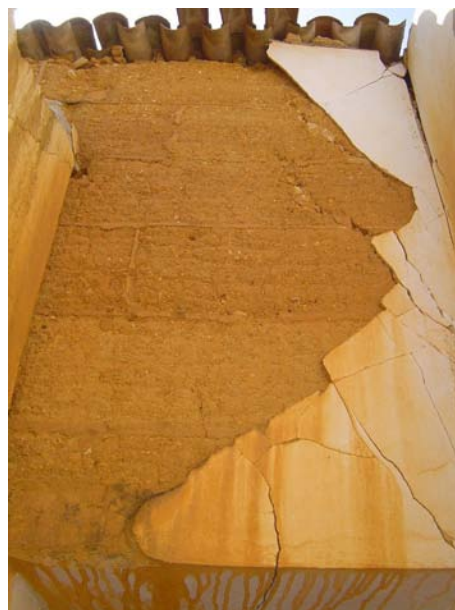


Fig 3.20 – Escorrência de água no revestimento interior.

Todas as paredes são caiadas a branco excepto as da cozinha, que a partir de meia altura apresentam uma cor vermelha intensa. A finalidade seria para ocultar a tonalidade escura que os fumos do fogo provocavam nas paredes brancas. A cor é obtida pela adição de pigmentos naturais ao leite de cal, que serviu para a caição. Embora com algumas manchas, aparentemente a tonalidade pouco mudou desde a aplicação original.



Fig 3.21 - Paredes da cozinha de cor vermelha, devido aos pigmentos adicionados.



Fig 3.22 – Aparentemente a cor vermelha das paredes da cozinha mantém-se original.

Constatou-se terem sido efectuados vários trabalhos de reforço estrutural em diversos locais da habitação, como medida de evitar o desmoronamento das paredes e tectos, em especial na cozinha e sala. Como elementos de reforço foram colocados tirantes em aço, nas paredes com fissuração mais gravosa. Os varões foram fixos nas extremidades, recorrendo-se ao uso de argamassas à base de cimento, o que demonstra que a sua aplicação é relativamente recente. Embora os varões de aço não apresentem protecção à corrosão, a aparente ineficiência dos reforços aplicados poderá dever-se às diferentes resistências mecânica existentes entre a argamassa cimentícia e a base em terra. Na ligação entre estes dois elementos poderão ocorrer elevados esforços internos, provocando a sua rotura.



Fig 3.23 – Fixação das extremidades dos tirantes de aço, com argamassas cimentícia



Fig 3.24 - Reforço estrutural recorrendo a tirantes em aço, em locais de elevada fissuração.

Verificou-se que várias das paredes estão destacadas das adjacentes, como é o caso da parede exterior do lado Nordeste e da parede interior de ligação entre a zona de entrada e um dos quartos. As causas prováveis da parede exterior apresentar destacamento das restantes, deve-se ao seu próprio peso e à falta de elementos de contraventamento, uma vez que a estrutura de madeira do pavimento interior apodreceu, deixando de fazer essa ligação. Uma parte significativa de toda a parede original da empena lateral desmoronou, bem como a cobertura nessa zona, o que também contribuiu para a redução de travamentos horizontais. Noutra situação verificou-se não ter sido efectuada a ligação entre a parede de adobe e de taipa, aquando da construção. Os blocos de adobe aparentam ter apenas sido encostados à parede de taipa efectuada primeiro, sem haver ligação entre paramentos. Inicialmente esta separação física poderia não apresentar risco estrutural devido à parede em adobe servir apenas para compartimentação. No entanto, com a redistribuição de esforços ocorrida devido à evolução do desempenho de ambos os paramentos,

qualquer uma das paredes interiores poderá ter passado a ter maior ou menos grau de resistência estrutural, sendo que para este caso o seu travamento passou a ser fundamental.



Fig 3.25 - Destacamento entre parede exterior e interior, na fachada Nordeste.



Fig 3.26 - Destacamento entre parede interior de taipa e adobe.

3.1.2.2 Vãos de portas e janelas

Como referido, neste tipo de construção, aquando da elevação das paredes, eram deixadas as aberturas para vãos de portas e janelas, sendo necessário a colocação de um elemento resistente, na parte superior. Verificou-se só existirem vãos na fachada principal e tardoz. Na porta principal desta habitação foi executada a verga colocando tijolos cerâmicos maciços na vertical, de forma a criar sustentação aos blocos de taipa. Noutros casos de portas interiores, foram aplicados barrotes de madeira ou apenas um reforço com argamassa mais resistente e pedra. As vergas em madeira apresentam perda de resistência devido ao ataque por agentes biológicos, enquanto as de pedra mantêm a sua resistência, embora com alguma perda de ligação nas juntas entre blocos. Como referido, as vergas deverão assentar nas suas extremidades nas ombreiras ou serem encastradas na alvenaria de pedra ou terra, permitindo a redistribuição de esforços nesses locais críticos. Esta situação não se verifica num dos exemplos apresentados, podendo-se constatar que a deficiente aplicação desse reforço propiciou a fragilidade do local, com a consequente rotura da ligação entre blocos sobrejacentes e sua queda eminente. Mesmo tendo um encastramento da verga correctamente executado, verifica-se noutro vão, a ocorrência de fissura obliqua bastante aberta no ponto de ligação entre verga e ombreira.



Fig 3.27 - Verga com tijolos de barro vermelho maciços, em vão exterior.



Fig 3.28 – Degradação de vergas interiores em madeira.

As portas e janelas da habitação são em madeira, existindo em tamanho e número reduzido e apenas nos locais estritamente necessários, como ligações entre compartimentos e com o exterior. Uma das portas interiores apresenta bandeira na parte superior, elemento decorativo e que servia para permitir a passagem de luz para a divisão interior. A única janela exterior existente tem dois postigos, sem vidros, que serviam para ventilar e para se poder espreitar para a rua. A porta da cozinha para o exterior tinha originalmente cantarias decorativas e com funções estruturais, que há muito se desprenderam, sendo visível vestígios dos pernos metálicos de fixação. Em muitas edificações dispersas situadas em locais recônditos, verificou-se terem sido retirados conjuntos completos de cantarias de portas e janelas, provavelmente para serem vendidos para colocação em obras novas, devido ao seu elevado valor arquitectónico e histórico. Poderá ter sido o caso da habitação em estudo, pois não existem vestígios da sua deposição perto do local. No caso do vão exterior apresentado, sob a cantaria removida é possível verificar a existência de reforço com pedras assentes em argamassa, em todo o perímetro.



Fig 3.29 - Vão interior em madeira, com bandeira para permitir a passagem de luz.



Fig 3.30 - Vão exterior com destacamento das cantarias da verga e ombreiras.

Verificou-se que uma das janelas entre espaços interiores, não apresenta qualquer tipo de reforço nem na verga nem nas ombreiras ou este terá caído ou sido retirado posteriormente. No peitoril da janela é claramente visível o acréscimo de duas fiadas de blocos de adobe, reduzindo a área útil de passagem, alterando a funcionalidade da abertura de porta para janela. Aparentemente este acréscimo foi efectuado na mesma altura da construção.



Fig 3.31 – Abertura de vão interior em parede de taipa, com pano de peito em adobe.



Fig 3.32 – Abertura de vãos exteriores, em reduzido número e dimensão.

3.1.2.3 Cobertura

A cobertura desta habitação é bastante diversificada, variando entre abóbada de tijolo maciço, estrado de madeira e estrutura em madeira com forra de caniço coberto a telhas cerâmicas. Os tectos da entrada e da sala foram construídos em abóbada, encontrando-se reforçadas por tirantes metálicos, uma vez que se apresentam bastante fissurados. As fissuras desenvolvem-se no sentido longitudinal do corredor da entrada, devido à componente horizontal do esforço exercido pelo peso próprio da cobertura nas paredes laterais. Neste caso, o reforço metálico foi aplicado na direcção transversal do compartimento, a fim de contrariar a força derrubante e tentar “puxar” as paredes para o interior, mantendo a sua verticalidade. Na cobertura em abóbada da sala o espaço tem geometria em planta com configuração quase quadrada, sendo que as fissuras desenvolvem-se nos dois sentidos. Os reforços aplicados através de varões metálicos, encastrados nas alvenarias com argamassas de constituição diferente das originais, têm sentidos perpendiculares, de forma a resistir a esforços nas duas direcções. No entanto, o varão fixo à parede exterior Sudeste da sala deixou de cumprir as suas funções uma vez que esta se encontra desmoronada quase por completo, estando a ponta do tirante solta. A inexistência de parte da parede exterior permite a entrada de água, o que acelera o processo de degradação geral do interior.



Fig 3.33 - Reforço estrutural da cobertura em abóbada, na zona da entrada.



Fig 3.34 - Reforço estrutural nos dois sentidos, na cobertura em abóbada da sala.

A queda da parede exterior permite poder analisar-se a constituição interior da abóbada. Esta consiste na execução de um arco abatido formado por tijolos maciços cerâmicos encostados na sua menor face, sobre o qual é aplicado um enchimento de pedra envolvida em argamassa. A estrutura é revestida na parte superior, com uma camada horizontal de mosaicos a formar um pavimento não acessível. Na parte inferior foi aplicada uma fina camada de revestimento caiado a branco. Por cima da abóbada encontra-se uma estrutura em barrotes e travessas de madeira para

assentamento das telhas, apoiados apenas nas extremidades sobre as paredes em terra. Este tipo de solução é de difícil execução, devido ao tipo de ligação entre blocos, que tem a área mais reduzida possível. São raros os casos deste tipo de abóbadas que ainda se verificam, uma vez que a queda de parte dos blocos geralmente origina o colapso integral da cobertura. Para além das fissuras referidas e do destacamento de parte do revestimento, verifica-se nesta cobertura a degradação da argamassa de ligação entre tijolos, o que poderá provocar a curto prazo a ruína da cobertura. Nestes dois locais da habitação, as tradicionais telhas canudo foram substituídas por telhas de barro vermelho mais recentes, provavelmente colocadas aquando dos trabalhos de reforço com tirantes.



Fig 3.35 – Elementos constituintes da cobertura em abóbada.



Fig 3.36 – Cobertura da sala em abóbada de um arco abatido.

Nas restantes divisões a cobertura é em madeira, com duas águas, tendo sido aplicadas as tradicionais esteiras de canas assentes sobre barrotes, com telhas canudo a revestir. A cobertura da cozinha encontra-se em perfeitas condições, enquanto que nos compartimentos das traseiras ruiu quase na totalidade. O motivo provável terá sido a quebra dos barrotes causada pela perda de rigidez, devido à actuação de agentes biológicos. A exposição das paredes interiores aos agentes climáticos, em especial à chuva e ao vento que atingem principalmente o topo e a acumulação de água no pavimento em contacto com a base das paredes, aceleram os fenómenos de degradação.



Fig 3.37 - Cobertura da cozinha, em caniço sobre barrotes, com terras a revestir.



Fig 3.38 – Degradação dos barrotes, com queda da esteira de canas e das telhas canudo.

Como referido, em parte da cobertura mantém-se o revestimento de telhas canudo originais, havendo locais onde estas foram substituídas por telhas Marselha mais recentes.



Fig 3.39 - Diversidade de telhas aplicadas, entre canudo e Marselha.



Fig 3.40 – Vista geral da cobertura com aplicação de diferentes materiais de revestimento.

Um outro exemplo de reforço estrutural aplicado à cobertura verifica-se pela execução de um lintel em betão, possivelmente armado, executado sobre a parede exterior em taipa, do alçado posterior. Sobre o lintel foram assentes barrotes semelhantes aos originais, tendo sido a esteira de canas substituída por chapas metálicas, sobre as quais foram aplicadas as telhas canudo. Devido ao peso das chapas ser superior ao das canas, verifica-se que os barrotes apresentam uma acentuada flecha, sendo que alguns já fissuraram a meio vão. Na ligação entre o lintel e a terra constata-se a falta de aderência entre os diferentes materiais, através de uma separação física entre elementos.



Fig 3.41 - Reforço executado por lintel em betão, sobre a parede em taipa.



Fig 3.42 – Substituição da esteira em canas por chapas metálicas.

Os beirados são elementos de extrema importância para o encaminhamento das águas da chuva para longe das paredes de terra. Verifica-se uma diferença construtiva entre os beirados da fachada principal e posterior, sendo os primeiros mais elaborados, com colocação de uma fiada de ladrilhos como base para assentamento das telhas. Para além do aspecto arquitectónico, o importante é que este seja funcional e cumpra os requisitos pretendidos. No caso em estudo, as primeiras duas fiadas de telhas foram fixadas com argamassa, que por um lado impede o retorno da água da chuva para baixo do beirado, e por outro impede que os pássaros façam ninho por baixo, podendo soltar ou deslocar as telhas, criando uma entrada preferencial de água.



Fig 3.43 - Beirado da fachada principal, com as telhas argamassadas.



Fig 3.44 - Beirado da fachada posterior, mais simples.

3.1.2.4 Pavimento

Sobre a divisão do celeiro e da manjedoura foram executados pavimentos, com estrado em tábuas de madeiras, apenas com a finalidade da criação de um sobrado, que servia de armazenamento de cereais. A estrutura é bastante simples, formada por elementos de madeira encastrados na parede, sobre os quais são assentes as tábuas. A fissuração longitudinal dos barrotes, a perfuração de galerias pelos agentes biológicos e a flexão ligeira, mostram a fragilidade destes elementos de madeira. As tábuas são apenas apoiadas nos barrotes, sem fixação, e apresentam-se com algumas falhas.



Fig 3.45 – Pavimento interior, para criação de sobrado.



Fig 3.46 – Estrado de madeira, com alguma degradação dos barrotes e das tábuas.

Todo o pavimento interior da habitação é executado em ladrilhos cerâmicos, assentes numa base plana de terra ligeiramente compactada. Este método é bastante corrente neste tipo de habitações, mas tem a desvantagem de se soltar com alguma facilidade com a passagem contínua dos ocupantes, o que sucedeu no caso em análise. Na zona da manjedoura foram aplicadas lajetas de pedra sem geometria constante, assentes com argamassa, para melhor resistência ao desgaste e movimentos contínuos provocados pelos animais.



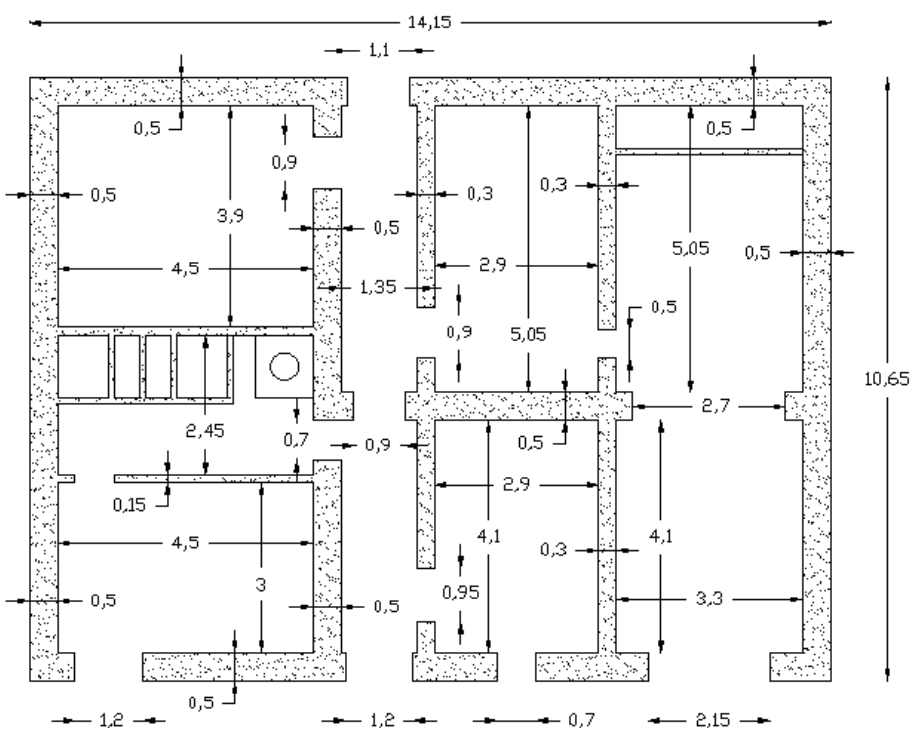
Fig 3.47 - Pavimento interior, em zonas de ocupação corrente.



Fig 3.48 – Pavimento em pedra, na zona de ocupação por animais.

3.1.3 Ficha técnica da construção em estudo

Identificação	Casa de habitação privada, sem identificação da data de construção. Situa-se isolada em ambiente rural de planície entre o barrocal e o mar, rodeada por campos agrícolas, em particular laranjeiras. Encontra-se abandonada há tempo indeterminado e em estado de ruína avançado. Verifica-se a existência de diversas zonas no interior concebidas para a ocupação animal e de armazenamento de produtos da terra.
Localização	Concelho de Albufeira, Freguesia da Guia. Coordenadas N 37° 07' 24,87" e W 8° 15' 28,37" Altitude de 75 m Fachada principal virada a Sudeste
Mapa [23]	
Elementos construtivos	Edificação constituída por paredes exteriores em taipa e interiores em taipa e em adobe. Taipa revestida com reboco e blocos de adobe sem revestimento. O revestimento é caiado de branco, excepto na cozinha que tem cor vermelha. Fundações e embasamento das paredes exteriores em pedra. Divisórias de adobe interiores assentes directamente no pavimento. Cobertura geral em esteira de canas assentes sobre barrotes de madeira, revestida a telhas canudo. Tecto da sala em abóbada formada por tijolos de barro maciços, revestida com telhas no exterior e reboco pelo interior. Pavimento em ladrilhos sobre terra batida, excepto na área reservada a animais, em lajetas de pedra. Estábulo para permanência e alimentação de animais, com ligação interior à restante habitação. Estrado em madeira no piso superior, para armazenamento de produtos agrícolas.

Planta	
Análise visual dos materiais	Reboco exterior em argamassa de cal, com cerca de 0.5 cm de espessura e superfície muito irregular. Reboco interior em argamassa de cal, com cerca de 1.5 cm de espessura e uma camada delgada de caição branca. Pavimento interior em ladrilhos homogêneos e planos em barro vermelho claro, aparentando uma cozedura a temperaturas relativamente altas. Telha cerâmica em barro vermelho claro com superfície com alguma irregularidade.
Especificidades	Execução de lintel em betão sobre a parede de tardo em taipa. Fissuras e destacamento de paredes exteriores. Execução de elementos de reforço com tirantes metálicos na abóboda e paredes exteriores. Substituição de parte do caniço da cobertura por chapas de aço.

3.2 Construção em alvenaria de pedra

3.2.1 Identificação da construção em análise

A habitação de pedra em estudo localiza-se no Concelho de Loulé, freguesia de Boliqueime, num ambiente rural semi-isolado, rodeada por terras de semear. Pela data indicada na chaminé, foi construída no ano de 1869. Actualmente encontra-se desabitada, em estado de ruína avançado. A fachada principal da habitação é virada a Sul.



Fig 3.49 - Fachada principal da construção em pedra.



Fig 3.50 - Chaminé datada de 1869, ano provável da edificação.

Pela tipologia e dimensão da habitação, pressupõe-se ter pertencido a uma família com algum poder financeiro. A tipologia desenvolve-se em planta rectangular, havendo ligação directa entre os vários compartimentos. A entrada principal tem ligação com a cozinha ao fundo e com uma divisão para cada lado (ficha técnica na página 96).



Fig 3.51 – Cozinha localizada nas traseiras, situada ao fundo da entrada.



Fig 3.52 – Chaminé da cozinha.

A divisão do lado Poente tem ligação interior, através de uma passagem estreita, a um outro compartimento com portão largo de acesso à rua. Este local supõe-se ter servido de armazém, pelos vestígios de objectos de comércio como garrafas antigas, vários utensílios e ferramentas.



Fig 3.53 - Divisão à esquerda da entrada.



Fig 3.54 – Compartimento que se supõe destinar-se a armazém, devido aos utensílios.

Da cozinha há acesso a um compartimento localizado a Poente, que por sua vez liga a uma outra zona de confecção de alimentos, visível pela existência de outra chaminé, com dimensões bastante superiores. Essa divisão tem ligação a um compartimento com acesso directo à rua, supondo-se ser uma zona de entrada desta parte da casa. Esse espaço tem ligação a um pequeno compartimento a Nascente de quem entra e a uma outra divisão maior onde existe uma escada

para o piso superior, de acesso a um sobrado, único local da habitação com dois pisos. Por baixo dessa estrutura de madeira existe um outro compartimento.



Fig 3.55 - Escada para piso superior.



Fig 3.56 - Extremidade Nascente.

Nas traseiras são ainda visíveis as ruínas de uma pocilga no terreno e de uma estrumeira para onde eram deitados os restos orgânicos, que após se decomporem serviriam de adubo para a terra.



Fig 3.57 - Pocilga das traseiras, em pedra como toda a habitação.



Fig 3.58 – Estrumeira para despejar resíduos orgânicos e aproveitamento como adubo.

Com acesso exclusivo pelas traseiras encontram-se duas divisões independentes da restante habitação, ambas destinadas ao abrigo de animais durante a noite, visíveis pela existência de manjedouras, imprescindível para a prática da agricultura.



Fig 3.59 – Manjedoura numa das divisões onde pernoitavam os animais.



Fig 3.60 - Divisão para animais.

O limite do terreno é marcado pela existência de valados que delimitam a propriedade. No muro que dá acesso ao terreno das traseiras existe um portão.



Fig 3.61 - Valado a delimitar o terreno em todo o seu perímetro.



Fig 3.62 - Muro com portão, nas traseiras.

No terreno a Norte da construção verificou-se a existência de uma eira, sinal que a casa seria de uma classe social mais abastada, pois nem todos os pedaços de terra de cultivo possuíam eira privada para debulhar os cereais. Como não se verificou a existência de outra eira na zona circundante, supõe-se que esta possa ter servido para uso de várias famílias rurais das proximidades.



Fig 3.63 – Eira existente nas traseiras, para debulhar e secar os produtos da terra.



Fig 3.64 – Existência de eira.

3.2.2 Elementos construtivos e sua degradação

Como verificado, a construção em estudo apresenta elevado grau de degradação, estando mesmo em estado de ruína. Por outro lado verificou-se a existência de diversos trabalhos de melhoramento efectuados em época indeterminada, mas mais recentemente que a própria construção, e com materiais diferentes dos usados originalmente.

3.2.2.1 Paredes e revestimentos

As paredes interiores e exteriores foram executadas em alvenaria de pedra ordinária (não aparelhada), proveniente da zona, assente com argamassa de cal. Nos cunhais foram colocadas pedras de maior dimensão para aumentar a resistência, uma vez que se tratam de locais mais sujeitos a esforços. Verificou-se a existência de paramentos interiores que se desmoronaram; no entanto, embora a habitação se encontre em estado de ruína, estes foram os elementos que melhor resistiram ao passar do tempo. Como se verifica, as paredes exteriores no tardo e nas laterais não foram revestidas, apenas a fachada principal é rebocada com argamassas de cal, com acabamento através da aplicação de várias camadas de caição. Nos paramentos não rebocados, com pedra à vista, verifica-se que houve uma lavagem dos finos da argamassa das juntas entre blocos, ficando à vista apenas os elementos de maior dimensão e com elevada solidez. Numa das fachadas exteriores rebocadas verifica-se a queda do revestimento desde o pavimento até meia altura. Este fenómeno de degradação aparenta dever-se à ascensão de água por capilaridade devido ao contacto directo da alvenaria com o terreno.



Fig 3.65 - Cunhais de parede exterior localizada nas traseiras, sem revestimento.



Fig 3.66 - Fachada em pedra não aparelhada, com degradação da argamassa de revestimento.

A fachada principal apresenta bastante diversidade de revestimentos, visivelmente aplicados em diversas épocas e sem ligação arquitectónica entre eles, nem do tipo de materiais aplicados. Verifica-se a existência de locais com reboco original e camadas de caição intactas; noutras áreas é visível o destacamento do revestimento; por vezes em locais com reboco este apresenta um rendilhado de fissuração; noutras zonas procedeu-se à reparação do revestimento com argamassas de base cimentícia ou com adição de fragmentos de pedra; são também visíveis acções de degradação provocadas propositadamente pelo Homem, como sejam *graffitis*.



Fig 3.67 - Heterogeneidade do revestimento da fachada, aplicado em diferentes épocas.



Fig 3.68 – Fachada principal, com degradação provocada pelo Homem através de *graffitis*.

As paredes interiores são todas rebocadas e caiadas, com exceção da área referida como provável armazém, onde apenas foi aplicado um salpico até meia altura e em redor da porta. As paredes revestidas, foram também caiadas de branco excepto as da cozinha que se encontram pintadas de amarelo, embora não seja a cor original, uma vez que se verifica a existência de branco por baixo. Também nas paredes interiores se verifica o destacamento da camada de caiação, embora menos acentuado que no exterior, devido à menor exposição aos agentes climáticos. O fenómeno de degradação é diferente entre os vários tipos de material aplicado e local de exposição. Enquanto a tinta amarela se destaca em fragmentos finos, soltando-se às lascas, a camada de caiação branca aplicada no exterior como que se desfaz em simultâneo com a própria argamassa do revestimento. Pode-se analisar que a aderência entre a cor amarela e a base é mais fraca devido à reduzida compatibilidade química e física entre materiais.



Fig 3.69 - Destacamento da pintura amarela da cozinha, sendo visível a cor inicial branca.



Fig 3.70 - Fissuração do revestimento, com degradação da caiação.

3.2.2.2 Vãos de portas e janelas

As aberturas destinadas às janelas e portas são de reduzida dimensão e apenas nos locais de estrita necessidade, para limitar a exposição solar da habitação, sendo que no tardo virado a Norte, são ligeiramente maiores. Como o vidro era um material caro e pouco usado nas construções rurais na época, as janelas principais tinham apenas uma “rede galinheira” que permitia a entrada de iluminação, servindo em simultâneo de ventilação natural. Possuíam portadas interiores que seriam fechadas, criando um ambiente de escuridão do espaço e com maior segurança. As portas exteriores têm postigo, que permitem aos ocupantes espreitar a ver quem se aproximava, sem ter de abrir a totalidade da porta. Também servia para ventilar a casa, uma vez que não tinha vidro nem qualquer isolamento. Embora seja muito corrente neste local a aplicação de pedras de

cantaria trabalhadas, como guarnecimento e elemento consolidante de vãos, na habitação estudada não se optou pela sua aplicação, talvez pelo carácter mais rural da envolvente.



Fig 3.71 - Porta da fachada em madeira, com postigo.



Fig 3.72 – Vão da fachada principal com rede, sem vidro.

Para além dos aspectos funcionais dos vãos, eram indispensáveis várias medidas construtivas de reforço, como sendo a aplicação de vergas de maior rigidez, aplicadas aquando da elevação das paredes. Nesta habitação foram usados barrotes em madeira nalguns vãos, sendo que noutros se verificou a colocação de pedras de grande dimensão nos cantos superiores, com outras encostadas lateralmente até fazer o fecho ao centro. Neste caso concreto, ambas as soluções foram correctamente aplicadas e resistirão às agressões do tempo, cumprindo a sua funcionalidade. Apenas a verga de madeira encontra-se perfurada por agentes biológicos, com perda de secção.



Fig 3.73 – Verga de madeira em porta interior, com alguma perda de secção.



Fig 3.74 – Verga de vão exterior, formada por pedras de maiores dimensões.

Um elemento único nesta construção é marcado pelo arco totalmente em pedra, com cerca de 4.5m de diâmetro, que pode ser observado ao nível do piso superior. Este é formado pela colocação lateralmente de pedras talhadas à medida, com geometrias muito semelhantes. Para a sua elevação, provavelmente recorreu-se à execução de um molde em madeira (cimbre) com a forma que se pretendia dar ao elemento, sobre o qual foram assentes as pedras consolidadas com argamassa. Actualmente encontra-se atirantado através da aplicação de um tirante encastrado nos encontros do arco e que fixa as extremidades, evitando o seu afastamento. A zona de fecho do arco está consolidada através da aplicação de dois perfis em aço fixos ao tirante. Este é o único local com sinais de fragilidade, visíveis pelo surgimento de uma fissura vertical, com alguma expressão.



Fig 3.75 - Arco em pedra, elemento construtivo único nesta edificação.



Fig 3.76 - Reforço metálico do arco em pedra.

3.2.2.3 Cobertura

A habitação estudada é um exemplo bem representativo de como normalmente o primeiro elemento estrutural a degradar-se com o passar do tempo é a cobertura. A estrutura da cobertura da edificação analisada, bem como da maioria das edificações em pedra, tem duas águas e é constituída por barrotes de madeira dispostos longitudinalmente no sentido da inclinação, sobre os quais é assente uma esteira de canas. As telhas canudo em cerâmica de barro vermelho são a primeira protecção da estrutura em madeira e assentes sobre ela. No caso em estudo a cobertura mantém-se em bom estado de conservação apenas em duas divisões, ao contrário da maior parte dos compartimentos, onde ruiu. É possível verificar-se que no local de encastramento dos barrotes na pedra, foi executado um orifício de dimensões suficientes para que a madeira não fique confinada e possa movimentar-se à vontade, se necessário. Por outro lado, esse espaço deve permitir a ventilação dos encontros, local normalmente com acumulação de humidade. No exemplo analisado pode-se verificar a escorrência de água nesses pontos críticos; no entanto a mesma não parece ficar acumulada, uma vez que não é visível uma degradação mais crítica nesses locais. Numa das divisões, a principal anomalia deve-se à elevada flecha a meio vão de um dos barrotes transversais, o qual foi escorado numa tentativa provisória de suporte. Verifica-se a elevada flexibilidade da madeira, que mesmo bastante deformada em relação à sua forma original, manteve uma resistência residual.



Fig 3.77 - Estrutura de suporte da cobertura, formada por barrotes e canas.



Fig 3.78 – Elemento de escoramento dos barrotes, devido à sua elevada flecha.

Noutro local da habitação é bastante visível a degradação por perda de secção dos barrotes de suporte do pavimento do piso superior, o que teve como consequência a queda do estrado de madeira e a inutilização desse espaço. Neste local verificam-se dois tipos bem distintos de degradação, sendo a água o principal agente causador de ambos. Por um lado, a acumulação de

humidade nos encontros e a sua fraca ventilação, provocou uma perda de secção bastante gravosa e que levou mesmo à queda de vários barrotes. Por outro lado, a acção de agentes biológicos que atacaram a madeira deixou-a oca e com reduzida resistência.



Fig 3.79 – Encontro degradado devido à acumulação de humidade e fraca ventilação.



Fig 3.80 – Perda de secção na madeira, causada por agentes biológicos.

A impermeabilidade da cobertura é garantida pelo modo com as telhas são sobrepostas, encaixadas umas nas outras, de modo a que toda a água das chuvas seja encaminhada para o beirado, sem retorno para baixo das telhas. Qualquer anomalia a nível dos encaixes entre elementos, como telhas partidas ou deslocadas, manifesta-se como um ponto preferencial de entrada de água, que poderá infiltrar-se até locais distantes. Assim se compreende a elevada importância que tem a manutenção periódica deste espaço, devendo ser reparada qualquer anomalia, antes que torne proporções nefastas para a degradação do conjunto.



Fig 3.81 - Assentamento das telhas directamente na esteira de canas.



Fig 3.82 - Aspecto exterior da cobertura, com algumas telhas partidas.

Em situações onde a protecção das telhas não foi eficaz, geralmente ocorre uma degradação generalizada, que em último caso provoca a sua queda, como se verificou na habitação estudada. Geralmente os barrotes são os primeiros elementos a ceder que, devido à sua fragilidade por perda de secção, não têm capacidade de suportar o restante peso do revestimento e acabam por se partir a meio vão. Neste tipo de coberturas é geral verificar-se um aspecto exterior ondulado das telhas antes da rotura. Esse formato evidencia que alguns dos barrotes já cederam enquanto outros ainda resistem. A rotura ocorrerá quando a estrutura deixar de conseguir resistir à carga dos elementos. Verifica-se também que nas zonas dos beirados e cumeeira por vezes se mantêm as telhas, uma vez que estas são aplicadas com argamassa sobre as alvenarias de pedra.



Fig 3.83 – Rotura de barrote da cobertura, com queda das canas e telhas.



Fig 3.84 – Degradação geral da estrutura em madeira da cobertura.

Um elemento fundamental que a cobertura deverá ter para encaminhar as águas provenientes da chuva para longe das paredes, são os beirados. A cobertura da habitação estudada é de duas águas, sendo que cada uma delas termina num beirado suficientemente saliente em relação às paredes exteriores, que permite a queda da água da chuva afastada da alvenaria de pedra. Nesta construção verificou-se existir uma diferença entre os dois tipos de beirados executados. Enquanto o beirado principal tem um acabamento inferior em forma de meia cana, no beirado do piso superior foi aplicado um elemento cerâmico plano como assentamento das telhas. Esta diferença em nada altera a sua eficácia, sendo apenas um elemento arquitectónico que poderá indicar a importância dada a este elementos. A eficácia é comprovada pela constatação do relativo bom estado de preservação do revestimento logo em baixo do beirado, sinal visível que a água não incide directamente neste local, nem escorre pelo paramento.



Fig 3.85 - Beirado saliente para permitir o afastamento da água da chuva da parede.



Fig 3.86 - Diferentes arquitecturas entre beirado do piso térreo e do piso superior.

Enquanto na fachada principal as águas da chuva caem livremente para o chão, no tardo são encaminhadas através de uma caleira que as recolhe, com descarga na extremidade. Esta diferença deve-se ao facto das paredes da traseira serem enterradas, com a terra directamente encostada nelas. No caso da água da chuva não ser desviada para outro local, esta iria infiltrar-se entre o terreno e a alvenaria, provocando possivelmente o aparecimento de humidade no interior. Este facto não se verifica na fachada principal, onde a água cai num terraço, com escoamento para o terreno frontal.

O método construtivo da caleira é bastantes simples, sendo executado com as próprias telhas da cobertura encaixadas topo a topo, com a concavidade voltada para cima. Esse encaminhamento é efectuado na face exterior das paredes exteriores, sendo que para isso é efectuado um ressalto na própria alvenaria. A pendente é direccionada para o local onde é menos gravosa a drenagem final das águas. Uma vez que não existe qualquer orifício por onde a água tenha que passar, estas dificilmente se entopem, e mesmo que sejam acumuladas folhas ou outros elementos sólidos, facilmente são removidos manualmente ou mesmo empurrados pela água.



Fig 3.87 – Aspecto da caleira na fachada posterior, para recolha da água da chuva.



Fig 3.88 – Recolha e encaminhamento das águas, para longe das alvenarias.

3.2.2.4 Pavimento

O pavimento interior de toda a habitação é revestido com ladrilhos, assentes sobre uma base de terra compactada. Verificou-se que o mesmo material foi aplicado de diversas formas. Nos compartimentos principais, como na entrada e nos quartos, os ladrilhos foram dispostos com estereotomia em espiga. Nas zonas menos nobres da casa, como a cozinha e os espaços de serviço, foram aplicados com juntas desencontradas, sempre no sentido transversal da divisão, com início a partir da entrada exterior. Verificou-se que o revestimento do pavimento das áreas de serviço encontra-se mais partido, possivelmente devido ao tipo de ocupação que deveria ser com material mais pesado, como ferramentas agrícolas. Nos terraços exteriores foram aproveitados pedaços de ladrilhos partidos, assentes com pouca precisão ou foi efectuada uma reparação recente do pavimento original, uma vez que se verifica o uso de argamassa de cimento para o seu assentamento. Pela geometria e dimensão dos ladrilhos usados, percebe-se que foram aplicadas peças aproveitadas de outros locais.



Fig 3.89 – Estereotomia de aplicação de mosaicos interiores aplicados em espiga.



Fig 3.90 – Aplicação do pavimento alinhado lado a lado, com juntas desencontradas.

Uma situação corrente em construções tradicionais é a colocação de uma soleira na porta principal, constituída por uma pedra de elevada resistência ao desgaste e com largura ligeiramente superior ao vão. No caso estudado essa pedra apresenta-se bastante firme.

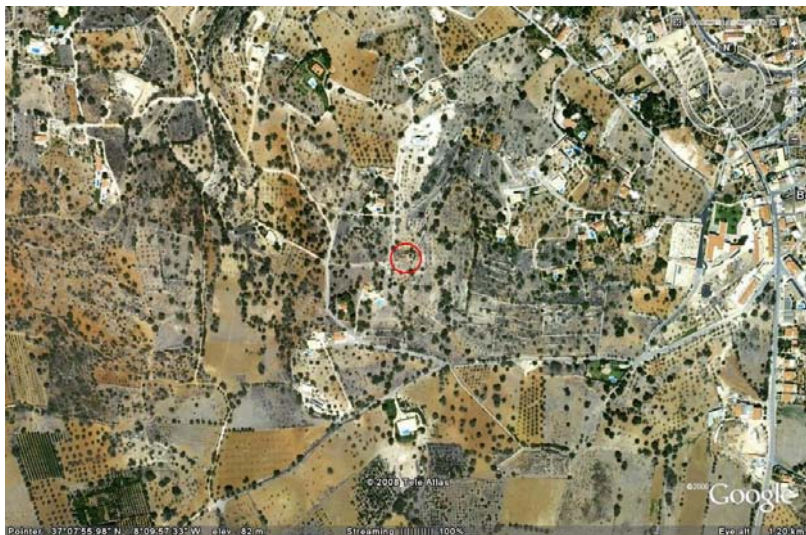


Fig 3.91 – Soleira da porta principal em pedra maciça.



Fig 3.92 – Pavimento exterior, em material sem geometria, aproveitado de desperdícios.

3.2.3 Ficha técnica da construção em estudo

Identificação	Casa de habitação privada, com data de construção indicada na chaminé, no ano de 1869. Situa-se perto da aldeia de Boliqueime, em ambiente semi-rural rodeada por campos agrícolas, em particular amendoeiras, figueiras e alfarrobeiras. Encontra-se abandonada há tempo indeterminado e em estado de ruína avançado. A arquitectura contempla espaços para ocupação de animais e armazenamento de produtos agrícolas. No terreno adjacente existe uma eira, o que demonstra o carácter rural da edificação.
Localização	Concelho de Loulé, Freguesia de Boliqueime. Coordenadas N 37° 07' 56,72" e W 8° 09' 57,76" Altitude de 88 m Fachada principal virada a Sul
Mapa [24]	
Elementos construtivos	Edificação constituída por paredes exteriores e interiores em alvenaria de pedra não aparelhada rebocada nas fachadas principal e laterais e à vista no tardoz. Onde existe revestimento, este é caiado de branco, excepto na cozinha, que tem cor amarela. Fundações também em alvenaria de pedra. Estrutura da cobertura em barrotes de madeira e com forro de revestimento a telhas canudo. Arco em pedra de grande dimensão, para separação de espaços. Pavimento em ladrilhos cerâmicos, excepto na área reservada a animais, em pedra. Estábulo para permanência e alimentação de animais, sem ligação interior à restante habitação. Estrado em madeira no piso superior para armazenamento de produtos agrícolas.

Planta	
Análise visual dos materiais	Reboco exterior de cal com grânulos de cal viva, com cerca de 2 cm de espessura e uma camada de 0.5 cm de várias caições sucessivas. Reboco interior em cal e terra com uma camada superficial de caição de cor branca. Reboco das paredes da cozinha em terra e cal com uma camada de caição branca e outra pigmentada de cor ocre. Telha cerâmica de canudo em barro vermelho artesanal pouco cozido e aparentemente a baixas temperaturas. Com irregularidade superficial. Pavimento interior em ladrilhos cerâmicos tradicionais em material pouco homogêneo e aparentemente cozido a baixas temperaturas. São visíveis as marcas dos dedos ao passar para alisar a superfície superior.
Especificidades	Edificação com diversos compartimentos sem cobertura, no entanto as paredes em pedra mantêm bastante estabilidade. Tirante em aço como reforço do arco.

3.3 Construção em alvenaria de pedra com paredes interiores em tijolo cerâmico maciço tradicional

3.3.1 Identificação da construção em análise

A construção em análise situa-se no lugar de Funchais, freguesia de Tôr do Concelho de Loulé, num ambiente de serra, rodeada por campos agrícolas. Embora não haja indicação escrita da data de construção, sabe-se que a mesma foi erguida no ano de 1958, informação prestada pelo Sr. Casemino, familiar dos donos da habitação e que esteve presente nessa época, participando na sua construção. O testemunho real deste senhor de 84 anos de idade, nascido e criado na freguesia de Tôr, é uma memória viva e inigualável da vivência da época, tendo sido o seu relato indispensável para a compreensão de vários aspectos construtivos particulares desta habitação.



Fig 3.93 – Sr. Casemiro na fachada principal da construção, na freguesia de Tôr.



Fig 3.94 - Fachada de tardo virada a Norte, visivelmente em ruína.

A construção encontra-se em estado avançado de degradação, não tendo sido sujeita a nenhum tipo de intervenção de manutenção ou reparação durante a sua vida útil. Sabe-se pelo Sr. Casemiro que os donos emigraram poucos anos após estar concluída, tendo sido pouco utilizada. Pela porta principal entra-se para uma divisão central que tem ligação, através de uma porta em cada lado, para dois compartimentos que seriam os quartos. Ao fundo da zona de entrada encontra-se apenas mais uma divisão com toda a largura da casa, que se supõe ter sido usada como cozinha e zona de refeições, embora não se identificasse chaminé nem qualquer outro lugar de confecção de alimentos.

A habitação teve interesse no presente estudo pelas técnicas construtivas aplicadas, principalmente ao nível das paredes interiores e cobertura, como será descrito em seguida. Segundo o Sr. Casemiro, esta habitação encontra-se intacta, sem alterações, desde os tempos em que foi abandonada e embora esteja em ruína, é possível observar na íntegra os princípios usados na época da construção, sem intervenção de qualquer material ou tentativa de recuperação recente. É mesmo, segundo as suas palavras, o último exemplar construtivo que conhece que não foi vendido para recuperação ou mesmo demolição, para dar lugar a nova edificação (ficha técnica na página 110).

3.3.2 Elementos construtivos e sua degradação

3.3.2.1 Paredes e revestimentos

As paredes exteriores, com 55 cm de espessura, foram executadas em pedra não aparelhada em toda a largura, assente com argamassa de barro, sem adição de cimento nem cal. Segundo o Sr. Casemiro, que também participou na execução das alvenarias, as pedras foram escolhidas no próprio terreno do proprietário da casa. As de maior dimensão, que serviam de travamento dos cunhais, eram talhadas à medida, através de ferramentas manuais e à força de braços. Na elevação das paredes exteriores apenas se recorria a prumos para garantir a sua verticalidade, sem o uso de taipais de madeira nem outros elementos auxiliares. Segundo o próprio senhor, “não havia frio que atravessasse estas espessas paredes”, mantendo-se a temperatura interior sempre agradável, tanto no Verão como de Inverno.



Fig 3.95 – Paredes exterior em pedra não aparelhada.



Fig 3.96 – Alvenaria de pedra, apenas com revestimento na parte superior.

Uma das particularidades desta habitação refere-se ao método construtivo original das paredes interiores, que foram executadas em tijolos cerâmicos maciços tradicionais em barro, com dimensão de 21 cm x 11 cm x 5 cm, aplicados a cutelo ou “empinados” como lhe chama o Sr. Casemiro. Para a execução dos paramentos interiores era efectuado um pequeno embasamento, usando uma fileira de tijolos deitados, assentes em argamassa de cimento, areia e cascalho do rio numa camada com cerca de 10 cm de altura, sobre os quais se iam elevando as paredes. Estas eram formadas por peças de tijolos dispostas ao cutelo até ao topo, apenas encostadas lateralmente nas paredes exteriores, executadas em primeiro lugar. Eram assim elevadas as paredes interiores, que não tinham mais que os 5 cm de espessura, correspondentes à altura dos tijolos. Embora sejam paramentos com aspecto frágil devido à sua reduzida espessura e com elevada quantidade de juntas, constatou-se que se mantêm com enorme resistência, possivelmente devido à qualidade do ligante da argamassa de assentamento. Apenas numa área localizada da alvenaria se verificou a queda de alguns blocos.



Fig 3.97 – Embasamento em tijolo a “meia vez”, para assentamento das paredes interiores.



Fig 3.98 – Ligação entre paredes interiores e exteriores.

Relatou o Sr. Casemiro que os tijolos eram cozidos no “forno de telha”, a lenha e com cascas de amêndoa, existentes em fábricas no concelho de Loulé. Segundo o senhor, que também conheceu e assistiu ao fabrico de blocos de adobe, o método era semelhante com a grande diferença de que os tijolos de adobe eram cozidos ao ar e os tijolos em fornos. Em ambos os materiais a terra era seleccionada de acordo com o conhecimento dos mestres-de-obras, sendo colocada em moldes de madeira durante pouco tempo. Ao fim de alguns minutos podiam ser retirados os moldes, que ficavam disponíveis para serem novamente cheios com mais mistura, criando-se assim fileiras de blocos, normalmente executados no chão. Os blocos de adobe tinham dimensões superiores e eram executados no local, ficando a secar cerca de 15 a 20 dias, se as

condições de temperatura fossem favoráveis. Os tijolos tradicionais eram cozidos em fornos. No caso de estudo é mesmo possível visualizar as marcas dos dedos dos trabalhadores da fábrica de cerâmica (reentrâncias longitudinais), deixadas ao passar das mãos que alisavam a mistura de terra e removiam o excesso de material sobrando no topo do molde, criando uma superfície com boa aderência aos rebocos de acabamento.



Fig 3.99 – Parede interior em tijolo tradicional.



Fig 3.100 – Elevação de parede interior, com tijolos ao cutelo.

Segundo as explicações bastante elucidativas do Sr. Casemiro, registou-se que as paredes interiores eram elevadas até cerca de 1,60 m de altura, sendo que a esse nível eram deixadas aberturas nos paramentos verticais, que serviam para fixação de traves em madeira, no sentido transversal da divisão. Após colocação desses apoios transversais eram aplicados, ao longo do comprimento da divisão, outros barrotes de madeira formando uma estrutura, permitindo a criação de um estrado que possibilitasse a continuação dos trabalhos em altura. Essas aberturas ainda se encontram visíveis. Como reforço do vigamento de madeira eram colocados prumos verticais ao chão. As várias madeiras do estrado eram amarradas com cordas trazidas de Marrocos ou com fibras vegetais recolhidas das plantas da zona, como a piteira. Sobre esse estrado os homens podiam continuar a execução da parede, em altura.



Fig 3.101 – Abertura deixada nas paredes interiores para apoio do estrado.



Fig 3.102 – Locais de suporte da estrutura de madeira.

Possivelmente devido à pouca ocupação que a habitação teve, as paredes interiores nunca foram revestidas e as exteriores apresentam apenas salpico em bruto, não chegando a levar o “cafelo”, designação que usa para descrever o acabamento mais fino, também aplicado na época.

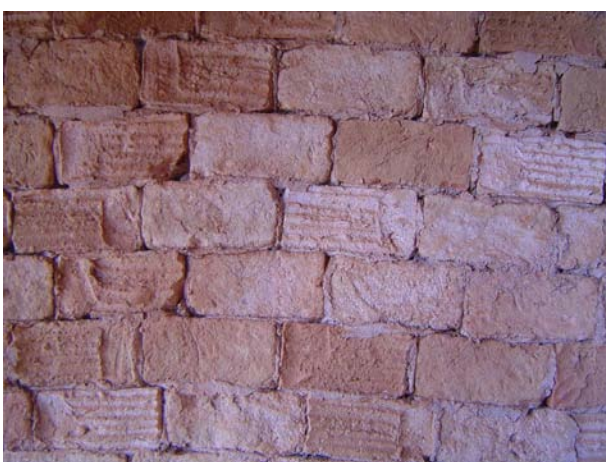


Fig 3.103 – Parede interior não revestida, em ambos os lados.



Fig 3.104 – Face interior de parede exterior com salpico em bruto.

É visível a preocupação na ventilação das divisões, existindo na parte superior das paredes exteriores do quarto e da entrada (possivelmente também havia na parede que desmoronou), aberturas para renovação do ar ambiente interior, por ar proveniente da rua. A renovação de ar é fundamental para o equilíbrio de humidade no interior. Do lado exterior o acabamento da abertura era efectuado em cantaria, à imagem das usadas em portas e janelas. Na parte interior eram aplicadas duas telhas, uma invertida sobre a outra a formar um orifício.



Fig 3.105 – Abertura para ventilação, lado exterior.



Fig 3.106 – Aspecto interior da abertura para ventilação.

Como prolongamento das paredes acima do nível da cobertura eram executados os “amparos” ou platibandas na fachada principal, neste caso com 0,9 m de altura, que serviam para amparar a água da chuva, encaminhando-a para as traseiras da habitação, onde escoava livremente para o solo. Verifica-se a existência de uma abertura ao nível da base dessa parede, que servia também para a drenagem da água, sendo que neste local não havia o encaminhamento para longe da parede. São assim visíveis marcas de escorrência de água na fachada, tendo provocado a abertura de uma fissura vertical nesse local e manchas mais escuras provenientes do surgimento de vegetação parasitária.



Fig 3.107 – “Amparo” da fachada principal, com abertura para escoamento da água da chuva.



Fig 3.108 – Fissuração e acumulação de vegetação parasitária, junto à abertura.

A areia é um dos principais materiais usados tradicionalmente, servindo no caso estudado para execução de revestimentos, argamassa de assentamentos de pedras e tijolos e como material de enchimento da cobertura. De acordo com a lembrança da época, o Sr. Casemiro recorda que a

areia usada na construção desta casa foi trazida da ribeira a cerca de um quilómetro de distância. A mistura levada até ao local foi depois passada por um “arneiro” para peneirar as pedras maiores. Esse acessório era fabricado usando uma estrutura quadrada em madeira, com cerca de um metro em cada lado e que era segurada por dois homens, enquanto um terceiro despejava a mistura para a malha metálica fina, fixa à estrutura. Os homens abanavam o “arneiro”, peneirando a areia fina para o chão e pondo de lado as pedras mais gradas, que não atravessavam a malha. Como alternativa ao “arneiro” descrito, eram também usadas esteiras de canas, através das quais era despejada a areia, deixando passar apenas os elementos mais finos, separando as pedras de maior dimensão, que eram postas de lado.

3.3.2.2 Vãos de portas e janelas

Embora a habitação estudada seja de dimensão e acabamentos modestos, sobressaem na fachada as pedras de cantaria em torno da porta principal e da janela restante, aspecto arquitectónico típico de toda a região algarvia e que, de certo modo, demonstrava o poder económico do proprietário. Segundo a memória do Sr. Casemiro as cantarias, com dimensão 9 cm x 13 cm e comprimento variável, foram carregadas em carros de bestas desde as pedreiras até ao local. Verificou-se mesmo que em grande parte das construções vizinhas foram aplicadas pedras de material e configuração idênticas. As pedras eram encomendadas, sendo necessário a deslocação do mestre da pedreira para tirar medidas para o seu fabrico. Também a soleira da porta principal é em pedra, embora com aspecto mais tosco, não trabalhada. Na parte superior dos vãos foram aplicados mosaicos em arco sobre a cantaria, de forma a distribuir as cargas verticais exercidas pelo peso próprio da parede e da cobertura, para os apoios laterais. Mesmo com esse reforço de distribuição de cargas laterais, a verga de pedra da porta principal encontra-se partida a meio vão.



Fig 3.109 – Cantarias da fachada principal, no contorno dos vãos.



Fig 3.110 – Reforço da verga da porta, com recurso a tijolos em arco.

Nos vãos de portas e janelas da fachada tardoz, também se verificou a existência de tijolos aplicados lado a lado em arco (com 22 cm x 11 cm x 5 cm), de forma a suportar as cargas verticais e a distribuí-las lateralmente. Verifica-se a existência de uma peça de fecho, localizada ao centro e que servia de apoio central. É notável observar-se como se manteve “em pé” até aos dias de hoje a verga da porta das traseiras, tendo caído toda a restante estrutura, incluindo a cobertura. Este facto deve-se à força exercida lateralmente entre os vários tijolos ser superior ao seu peso próprio, sendo a peça de fecho fundamental para o equilíbrio do conjunto.



Fig 3.111 – Tijolos cerâmicos da verga da porta das traseiras, que se mantêm.



Fig 3.112 – Pormenor de ligação entre a verga e a ombreira.

Das portas interiores apenas restam vestígios de terem sido em madeira, tendo o Sr. Casemiro confirmado a sua existência. Nas bandeiras dessas portas nunca foram aplicados vidros, embora fosse corrente o seu uso na época. As duas únicas portas interiores existentes eram as que ligavam a entrada aos quartos, sendo ainda visíveis as suas guarnições, fabricadas à medida, por encomenda, para encaixarem nos tijolos com que foram elevadas as paredes interiores.



Fig 3.113 – Guarnições de portas interiores, com bandeira.



Fig 3.114 - Encaixe da guarnição de porta interior, na alvenaria das paredes.

3.3.2.3 Cobertura

Outra particularidade desta habitação, e que o próprio Sr. Casemiro falava com conhecimento de causa, foi a construção da cobertura. A estrutura em madeira construída para auxílio na elevação das paredes interiores até à altura pretendida era também usada para execução da cobertura. Como cofragem da cobertura eram aplicados barrotes, apoiados no topo das paredes após a sua conclusão, no sentido longitudinal do espaço, que serviam de apoio e fixação de uma esteira de canas da ribeira. Com bastante trabalho e habilidade era tecida a esteira no próprio local, amarrando-se lateralmente com cordas as várias canas, formando uma estrutura cerrada. Sobre essa esteira eram colocadas as sacas de papel do cimento vazias. Segundo o relato do Sr. Casemiro, cada saca era mais cara que um dia de trabalho na obra e tinham de ser trazidas da zona centro do país, pois ainda não havia produção local.

Esta estrutura de canas forradas com as sacas em papel do cimento abrangia toda a área da cobertura e era sobre ela que se estendia uma malha de cabos de aço. O aço aplicado nesta habitação, como nas existentes nas imediações, segundo testemunho do Sr. Casemiro, era trazido em rolos das embarcações do porto de pesca de Quarteira. Não era um aço específico para a construção, mas sim usado em amarrações de barcos de pesca, por vezes até com elevada salinidade, uma vez que, na maior parte dos casos, eram os desperdícios e as pontas pequenas vendidas a retalho, que eram aproveitados para a construção. Os cabos de fios de aço enrolados, com 6 mm de diâmetro, eram aplicados numa malha quadrada com dimensão entre 10 por 10 cm a 15 por 15 cm de lado, assentes directamente na estrutura de suporte. Na habitação estudada, a parte da cobertura que cobria a zona traseira da habitação ruiu, permitindo observar a sua constituição com bastante pormenor.



Fig 3.115 – Malha de aço da cobertura, formada por cabos usados nas amarrações navais.



Fig 3.116 – Degradação da laje, verificando-se a geometria da malha de aço.

Relata o Sr. Casemiro que era executado no chão o betão, misturando cimento, areia, seixo da ribeira e água e que de seguida era elevado à custa da força de braços, para ser despejado e espalhado sobre a malha de aço assente no caniço. O seixo rolado do rio tem dimensão entre 2 a 8 cm. Com o despejar com baldes de enchimento a malha subia ligeiramente, criando um afastamento necessário à estrutura de caniço. A cobertura tem uma espessura entre 7 e 10 cm, é plana e não acessível. Sobre esta cobertura não era aplicado nenhum acabamento. A construção da laje era o trabalho mais árduo de toda a obra e que envolvia mais meios humanos, pelo que no final era motivo de frstejo. Nos dias seguintes a cobertura era molhada diariamente com água trazida em cântaros da ribeira, sendo que ao fim de 15 dias era removido o caniço, que tinha apenas a função de cofragem perdida.



Fig 3.117 – Acabamento superior da cobertura, sem aplicação de revestimento sobre a laje.



Fig 3.118 – Vista geral da queda da cobertura, na parte traseira da edificação.

O princípio de utilização do aço era o mesmo que o usado actualmente, como sendo elemento de resistência aos esforços de tracção e flexão a que a estrutura está sujeita. É visível a sua corrosão embora não tenha sido esse o fenómeno que levou à queda de parte de cobertura. Esta ruiu mais provavelmente devido à débil amarração da malha às alvenarias exteriores, principalmente na fachada tardo, onde não só não há vestígio da ligação entre a cobertura e as paredes, como também parte da alvenaria desmoronou. Nos compartimentos da habitação onde a laje de cobertura não ruiu, verifica-se o destacamento do recobrimento do aço, principalmente na parte inferior. Este aspecto deve-se à degradação da argamassa devido ao fenómeno de corrosão do aço, com o consequente aumento de volume e criação de tensões internas que destacam o recobrimento. O próprio aço de proveniência marítima estaria contaminado com cloretos, contribuindo com o aumento de volume proveniente da sua cristalização, para o destacamento

do recobrimento. A própria acção gravítica exercida ao longo de décadas, também tem o seu contributo desfavorável na aderência do recobrimento.



Fig 3.119 – Composição da cobertura, formada por cabos de aço e betão de seixo e areia.



Fig 3.120 – Destacamento do recobrimento, ficando à vista a malha de aço.

Observando-se o tecto dos vários compartimentos, ainda podem ser analisadas as marcas das canas, bem como a textura das sacas de cimento aplicadas sobre elas, o que mostra que as mesmas foram arrancadas e possivelmente não ficaram em condições de serem usadas para outra finalidade.



Fig 3.121 – Marcas da esteira de canas, verificadas nos tectos interiores.



Fig 3.122 – Textura das sacas de cimento e da esteira, no tecto do quarto.

3.3.2.4 Pavimento

O pavimento de toda a habitação é em ladrilhos quadrados, com 20 x 20 cm, assentes sobre uma camada de terra compactada com areia e cal. A mesma mistura era aplicada no preenchimento

das juntas entre mosaicos. O Sr. Casemiro recorda que também era usual os pavimentos serem apenas em terra compactada, o que necessitava de manutenção constante, uma vez que, devido à circulação dos ocupantes, a terra ia-se soltando. No assentamento dos ladrilhos não era usado ligante pelo que estes actualmente apresentam-se soltos, podendo mesmo serem levantados à mão. Na zona de entrada foram colocados oblíquos em relação à entrada, enquanto que nos quartos foram colocados paralelos aos paramentos exteriores, diferenciando e limitando os diferentes espaços.

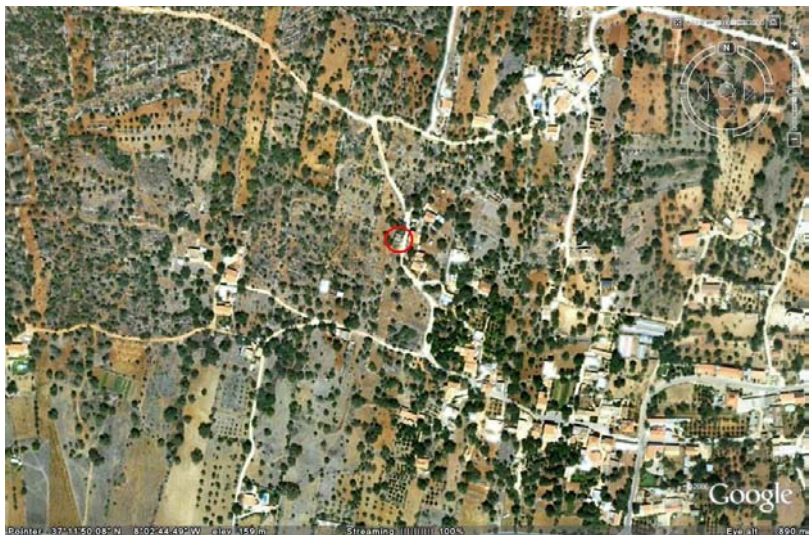


Fig 3.123 – Assentamento de pavimento interior, em ladrilhos cerâmicos.



Fig 3.124 – Pormenor do pavimento interior, em ladrilhos cerâmicos.

3.3.3 Ficha técnica da construção em estudo

Identificação	Casa de habitação privada, construída no ano de 1958, segundo testemunho da época. Situa-se isolada em ambiente rural no barrocal algarvio, rodeada por campos agrícolas, em particular alfarrobeiras, amendoeiras e figueiras. Encontra-se em estado de ruína avançado, tendo sido desocupada desde cedo, devido à emigração dos proprietários.
Localização	Concelho de Loulé, Freguesia de Tôr. Coordenadas N 37° 11' 51,18" e W 08° 02' 44,85" Altitude de 159 m Fachada principal virada a Sul
Mapa [25]	
Elementos construtivos	Edificação constituída por paredes exteriores em pedra e interiores em tijolos cerâmicos maciços tradicionais em barro e em pedra. Sem revestimento nem nas paredes nem na cobertura, apenas com aplicação de salpico em alguns paramentos, sem acabamento fino nem caiação. Fundações das paredes exteriores também em alvenaria de pedra. Paredes interiores em tijolos maciços ao cutelo assentes num ligeiro embasamento de tijolo a "meia vez". Cobertura em malha quadrada de cabos de aço, argamassada com seixo do rio, inertes e cimento. Pavimento em mosaicos em toda a edificação. Vãos exteriores em cantaria e madeira.

Planta	
Análise visual dos materiais	Paredes exteriores em pedra avermelhada devido à existência de óxido de ferro. Cobertura em betão com cimento natural dos anos 50, com agregado de areia e seixo rolado e cabos de aço. Tijolo maciço artesanal em barro cozido com parte interior avermelhada e superfície exterior com tonalidade esverdeada. Ladrilho do pavimento em barro vermelho escuro com aspecto regular. Argamassa de assentamento da alvenaria de pedra exterior em terra vermelha e cal com pequenos grânulos de cal viva.
Especificidades	Edificação sem nenhum tipo de intervenções de reparação ou melhoramento, nem aplicação de qualquer elemento de reforço nem material não original, aplicado após a construção.

4 SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

Por reabilitação entende-se o conjunto de acções efectuadas numa edificação, com o objectivo de aumentar os níveis de qualidade para valores superiores aos que inicialmente o edifício foi concebido e garantir a satisfação de exigências funcionais activas. A reabilitação faz parte de uma das possíveis medidas de intervenção a efectuar em edifícios, que engloba vários graus de acções destinadas a prolongar o tempo de vida útil das edificações onde são executadas. O tipo de intervenções a adoptar depende dos objectivos preconizados para o espaço a intervir, que podem ser de diversos níveis dependendo de vários factores, entre eles o valor histórico. Os vários níveis que a intervenção abrange vão desde simples acções de manutenção até alterações a nível de reconstrução com maior ou menos dimensão.

Como medida básica de intervenção é indispensável a realização de manutenção periódica, para prevenção de potenciais anomalias que possam surgir, devendo estas ser corrigidas antes que tomem dimensões elevadas e a simples manutenção não seja eficaz. Este tipo de intervenções, quando executado na fase inicial em que são detectadas as anomalias, podem ser de extrema simplicidade, como o caso de limpezas, pinturas, afinações entre outros. Se não houver uma actuação atempada, o grau de deterioração poderá avançar rapidamente, com consequências bastante mais gravosas. Esta situação pode ser facilmente compreendida para o exemplo corrente de infiltrações de água pela cobertura ou pelas paredes exteriores. No caso de não serem tomadas medidas imediatas para estancar a infiltração, que pode passar por uma simples pintura, a acção contínua deste fenómeno poderá levar à degradação de inúmeros materiais e até atingir elementos distantes do local de entrada de água, o que dificultará um futuro diagnóstico.

Existe outro tipo de acções que uma intervenções deve abranger como sejam as reparações, e que deverão ser efectuadas em situações em que as características com que as construções foram concebidas, projectadas e construídas, deixaram de se verificar. Reparções são o conjunto de acções que deverão ser tomadas para corrigir anomalias existentes, de forma a manter a edificação como se encontrava antes da sua ocorrência. As acções de reforço são outro tipo de intervenções que poderá ser necessário efectuar e têm como objectivo melhorar as características dos elementos de construção individuais ou no seu todo. É o caso do reforço ou aplicação de isolamento térmico ou de isolamento acústico, a melhoria das condições de segurança contra risco de incêndio, o reforço estrutural incluindo das fundações, a consolidação de terrenos junto às fundações, entre outros.

O restauro é um tipo de intervenção de conservação que tem como objectivo particular o de restabelecer à edificação os aspectos originais e deverá ser baseado em investigações históricas que permitam conhecer e conferir os aspectos originais com que a edificação foi concebida. Neste tipo de intervenções é importante manter a distinção visual quando observado de perto, entre os elementos originais e as partes intervencionadas, no caso de ser um edifício de elevado valor histórico ou pode ser efectuado com carácter mais privado se for esse o objectivo.

A medida com maior nível de intervenção em acções de conservação, passa pela reconstrução de nova edificação ou parte dela. Estes elementos podem ter ruído por diversos motivos como acções sísmicas, incêndios, destruição pela guerra, ou simplesmente devido a patologia construtiva e fragilidade estrutural, originadas pelo passar dos anos ou devido a alterações das solicitações iniciais. A decisão desta medida passa pelo valor que a edificação tem a nível nacional, internacional ou apenas pelo interesse particular do proprietário (Henriques, 1991).

4.1 Intervenção na construção em alvenaria de pedra

Optou-se por analisar e apresentar uma proposta de intervenção para a construção em alvenaria de pedra localizada no Concelho de Loulé, freguesia de Boliqueime. A construção estudada evidenciou-se pelas potencialidades que apresenta, para uma nova ocupação diferente da qual foi concebida, indo ao encontro das tendências actuais. A sua localização privilegiada na zona central do Algarve, com bons acessos, situada em ambiente rural rodeada por moradias dispersas, com uma vasta e desafogada vista mar, perto das praias e dos principais centros turísticos, fazem dela uma excelente oportunidade de aproveitamento para nova ocupação. A solução proposta valoriza a ocupação para fins turísticos, propondo-se que seja mantido o aspecto e os materiais originais ou semelhantes sempre que possível, mas conferindo-lhe as condições de habitabilidade adequadas às exigências actuais. A exploração turística poderá ser uma excelente oportunidade de divulgar e dar a conhecer por dentro a tradição de uma habitação com 140 anos de construção, não só a quem procure estadia ou serviços como restauração, venda de artesanato, actividades lúdicas, mas também a quem tenha interesse em conhecer um exemplo de reabilitação efectuado com a finalidade de valorizar as técnicas tradicionais.

São vários os exemplos de habitações privadas que foram adquiridas e reabilitadas para residência ou férias mas, devido ao carácter privado, será difícil darem-se a conhecer ao público em geral. Por outro lado as técnicas usadas nem sempre foram as mais adequadas e menos invasivas, muitas vezes tendo em conta apenas os aspectos arquitectónicos, sem o devido cuidado em tirar

o máximo proveito das vantagens dos materiais aplicados. Considera-se assim que a reabilitação do caso de estudo e a sua exploração para fins turísticos ou de serviços poderá ser técnica e economicamente viável.

A fim de se adaptar às exigências funcionais actuais, o edifício terá de sofrer intervenções a vários níveis. Como exigências prioritárias que o edifício terá de satisfazer contam-se, para além de questões relativas à segurança (de estabilidade em situação de incêndio, a intrusões), questões de habitabilidade (como sejam por exemplo os casos de conforto térmico e de higiene e limpeza). Para verificação desses requisitos será fundamental proceder ao reforço, reparação e substituição de alguns elementos estruturais e construtivos, à execução de instalações sanitárias, de redes de abastecimento de água quente e fria, de rede de drenagem de águas residuais e de rede de energia eléctrica. Será ainda fundamental proceder à avaliação do comportamento térmico dos elementos da envolvente e, pelo menos na cobertura, implementar uma camada de isolamento térmico.

Embora seja tradicional nesta região a execução de cisterna, nesta habitação em particular não se detectou a sua existência. De qualquer maneira, será bastante vantajoso a colocação de um depósito, para aproveitamento das águas da chuva para uso doméstico, como o caso de banhos e outras lavagens ou mesmo para rega. Independentemente de execução futura de rede de abastecimento de água pública, que actualmente ainda não existe, será sempre uma maior valia a recolha da água da chuva através de caleiras devidamente tratadas. Embora a pluviosidade seja reduzida, a experiência das pessoas da terra confirma que a água recolhida nos telhados e açoteias durante o Inverno era suficiente para encher uma cisterna de dimensões significativas, água com que se governavam durante o resto do ano. No entanto, as mentes actuais não estão sensibilizadas para a necessidade de poupança e consumo reduzido de água, pelo que à partida essa quantidade não será suficiente para os exagerados gastos durante a ocupação. Também aqui se poderia ter a oportunidade de adoptar medidas de sensibilização para os consumos, através de diversas acções.

Não foi detectada a existência de fossa séptica, que provavelmente nem existiu. As instalações sanitárias eram muito pouco funcionais e quando existiam não passavam de anexos, sem sanita, apenas com um buraco na terra. Em simultâneo com um projecto de arquitectura que defina as diversas ocupações pretendidas para as áreas existentes, poderão ser traçadas as redes de abastecimento de água e de saneamento.

Sendo as alvenarias desta habitação em pedra não aparelhada, como foi descrito anteriormente, será de todo prejudicial, para a sua estabilidade, a abertura de roços para passagem de tubagens. Assim recomenda-se a sua execução à vista, no caso do abastecimento de água, em paredes e sob o pavimento que terá de ser refeito, para o saneamento. O impacto estético da instalação de tubagens à vista poderá ser minimizado pela colocação de armários de casa de banho, de cozinha ou outros elementos arquitectónicos, que em parte as ocultem. No entanto existem diversas soluções de tubagens com aspectos concebidos para se integrarem esteticamente no ambiente criado, sendo que têm a maior valia de não danificar as paredes existentes. A execução de fossa estanque será uma necessidade para recolha dos resíduos domésticos e única alternativa neste local, sem rede de saneamento.

Durante toda a ocupação da habitação não foi executada qualquer instalação eléctrica, tendo a iluminação sido efectuada através de candeeiros a petróleo. As instalações eléctricas actuais são demasiado complexas, com diversos pontos de iluminação, tomadas, interruptores, telecomunicações (telefone, televisão, intercomunicadores, internet, sistemas de vigilância), em todos os compartimentos, de acordo com os regulamentos em vigor. Para a habitação estudada pretende-se valorizar um clima confortável, com iluminação ambiente, sem necessidades de iluminação exagerada. Preconiza-se a execução de focos de luz incidentes sobre os elementos estruturais reabilitados, como a cobertura em caniço, algumas paredes interiores em pedra à vista e o arco de pedra. Em locais onde as paredes apresentem falta de revestimento ou perda de secções e que haja necessidade da sua reconstrução, as instalações eléctricas poderão ser embutidas. No entanto se tal situação não for possível, dá-se preferência à sua execução através de calhas à vista, como prioridade em manter as alvenarias originais intactas.

O aproveitamento de energia solar será outra medida indispensável para que a habitação desempenhe a função a que se destina, em equilíbrio com o ambiente envolvente. De entre as diversas soluções disponíveis, deverá ser adoptada uma que se incorpore discretamente no terreno adjacente sem agredir visualmente a cobertura. Existem ramais eléctricos na zona que poderão ser utilizados como solução alternativa.

Para além da execução de instalações sanitárias, também deverá ser projectado um novo espaço para a cozinha. O local original não passa de uma pequena divisão, com a chaminé a ocupar grande parte da área, uma vez que a vivência da casa ocorria em redor desse espaço. Com a quantidade de electrodomésticos indispensáveis nos tempos actuais, esse espaço deverá ter área

significativamente maior, pelo que a definição da nova arquitectura deverá ter esse aspecto em conta.

As alvenarias em pedra apresentam diversas anomalias, conforme descrito, sendo as mais relevantes a queda de revestimento, perda de secção com queda de blocos e fissuração. Será importante refazer os rebocos danificados, uma vez que as paredes foram concebidas para estarem protegidas. Nos locais onde não foi aplicado reboco original, como o caso de parte da alvenaria exterior, não haverá necessidade de aplicação de revestimento novo. Poderá ser deixada alguma parede interior à vista, com intenção de permitir aos ocupantes uma observação da constituição da parede. Para a reconstituição das alvenarias deverá ser usada pedra da zona, aparelhada com semelhante técnica, embora com recurso a ferramentas e meios de elevação modernos. Os rebocos deverão ser refeitos com material de idêntica constituição que os originais, com acabamento por caiação. O espaço que originalmente servia para ocupação de animais e de armazém de palha apresenta um arco em pedra à vista com 4.5 m de diâmetro, que se encontra em bom estado de conservação. Este local serviria perfeitamente para a criação de um ambiente comum de convívio, onde o elemento arco seria o centro das atenções.

Estrutura fundamental e com elevada relevância nesta edificação, a cobertura é sem duvida um dos elementos a reconstruir com materiais originais. Os barrotes da estrutura que apresentem perda significativa de secção deverão ser substituídos por outros novos, facilmente encontrados no comércio local. Nos casos em que apenas parte da secção de madeira se encontra fragilizada, poderá ser substituída localmente ou reforçada com elementos metálicos. A execução manual do forro de tecto em esteira de canas é trabalhosa e demorada, mas a técnica é simples e perfeitamente executável, pelo que deverá ser refeita. A principal melhoria a efectuar na nova cobertura passará pela colocação de isolamento térmico sobre o caniço. O material aplicado que é leve e por isso não sobrecarrega demasiado a estrutura, deve ser de fácil aplicação. Sobre o isolamento térmico podem aplicar-se chapas onduladas de subtelha, que facilita a posterior aplicação do revestimento em telha de canudo, assegurando a sua conveniente ventilação inferior para garantir uma secagem rápida. Parte das telhas encontram-se inteiras podendo ser aproveitadas após limpeza. A quantidade em falta será facilmente adquirida, uma vez que os telhados de canudo continuam a ser uma opção muito aceite em novas construções.

Uma observação atenta conclui que a tendência actual na zona leva à execução de vãos com elevada dimensão em moradias novas. Esta solução não será a mais adequada para este tipo de construção, pelo que se propõe que sejam mantidas as dimensões originais. Em contrapartida

deverão ser criados espaços exteriores que completem o ambiente interior, permitindo a ocupação em todo o redor da habitação. Esta continuidade poderá ser concebida com a transformação de vãos de janelas para portas, de forma a aumentar o espaço interior e permitir o acesso directo aos alpendres. A maioria das janelas e portas em madeira mantêm-se montadas, embora nenhuma funcione. Os elementos existentes permitem a execução de novos vãos também em madeira, à imagem dos originais.

O pavimento em ladrilhos cerâmicos tradicionais encontra-se em parte oculto por baixo de terra e dos restos de caniço e telhas partidas no chão, não sendo possível aferir com rigor o seu estado de conservação. No entanto, e para manter a técnica e imagem tradicional poderão ser adquiridos novos ladrilhos fabricados tradicionalmente numa cerâmica situada bastante perto da edificação. A colocação dos ladrilhos em espiga, na diagonal, transversais ou com outras configurações geométricas, poderá ser explorada como forma de chamar a atenção para a geometria do conjunto, com uma configuração actual usando material antigo. Com o objectivo de efectuar o corte de capilaridade da humidade proveniente do terreno e melhorar o conforto interior, propõe-se a remoção de parte da terra de assentamento dos ladrilhos, colocação de enrocamento em brita grossa e execução de um massame sobre os quais são aplicados os novos ladrilhos.

Outra maior valia neste projecto, será a valorização do espaço envolvente de forma a se poder usufruir da excelente localização. Essa intervenção passará pela limpeza e reconstrução dos elementos exteriores, que embora possam não ter nova funcionalidade, servirão como referência histórica do uso original. Refere-se principalmente a eira, que se encontra igualmente abandonada e que é sem duvida um elemento raro, que valoriza todo o conjunto. O valado de vedação deverá ser preservado, pois continua a cumprir em excelentes condições a função de delimitar a propriedade. Os restantes anexos como os vestígios de uma pocilga e uma área de vinha, também bastante característica desta habitação rural, são igualmente elementos a preservar.

5 CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O trabalho de investigação realizado, pretendeu contribuir como complemento a trabalhos já efectuados, embora não tão desenvolvidos como se suponha, principalmente a nível das construções Algarvias. Pretendeu-se analisar e divulgar as técnicas e materiais tradicionais utilizadas no passado, em especial no Algarve, e que por diversas imposições tiveram de ser abandonadas. No entanto existe a perfeita consciência que não será viável, nem é essa a intenção, que se retomem na íntegra os métodos de construção tradicionais, porque as imposições económicas e de exigências das diversas culturas, não o permitem. Foi intenção a sensibilização da potencialidade do uso de materiais tradicionais, em harmonia com outros de aplicação mais recente, em prol da qualidade de vida das gerações futuras.

Foi de extrema valorização pessoal e que se pretendeu transmitir a quem tem interesse pelo tema, a descrição dos casos de estudo analisados. O trabalho de campo é sem dúvida bastante mais elucidativo da realidade do que qualquer documento escrito, por mais detalhado que seja. A simples observação e permanência calma no interior e o contacto com o ambiente circundante de qualquer uma das edificações estudadas, é por si só uma viagem no tempo. É claramente transmitida a sensação de que aquele abandono é como que um quebrar entre o nosso passado recente e quem somos actualmente. Por vezes houve a sensação que o desaparecer das gerações passadas ocorreu de forma a nos deixarem intactas edificações que pretendem alertar para o facto que também podemos viver em harmonia e respeito pela envolvência e meio ambiente. É neste âmbito que se fica com a certeza que muito mais há para descrever e muito mais caminhos existem para percorrer e descobrir no Algarve desconhecido. Seria de bom grado ver edificações que já tiveram vida, voltarem a serem habitadas e valorizadas, com as necessárias adaptações ao modo de vida moderno.

Para que os estudos teóricos tenham fundamento e continuidade é indispensável que se apliquem em casos reais. Por mais análises teóricas que sejam desenvolvidas, estas necessitam da vertente prática para terem continuidade. Deste modo é fundamental que se ponha em prática os estudos, tendo como principal impulso a criação de legislação que permita, a quem pretenda seguir os conceitos, uma base de trabalho legal para dar sustentabilidade aos seus projectos arrojados. Tem-se a noção que há um longo caminho a percorrer até se mudarem as mentalidades, mas também se tem a perfeita consciência que, uma vez que se retome o uso de materiais tradicionais, será para continuar por mais décadas.

6 BIBLIOGRAFIA

Appleton, João (2003) – *Reabilitação de Edifícios Antigos - Patologias e Tecnologias de Intervenção*, 1.^a Edição. Lisboa, Edições Orion.

Appleton, João (2005) – *Reabilitação de Edifícios “Gaioleiros”*, 1.^a Edição. Lisboa, Edições Orion.

Beirão, Teresa (2005) – *Projecto do Castelo de Paderne*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.^a Edição. Lisboa, Argumentum.

Bexiga, Pedro (2005) – *O Comportamento dos Edifícios em Terra Face aos Incêndios na Serra de Monchique*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.^a Edição. Lisboa, Argumentum.

Brazão Farinha, Manuel (2004) – *Construções de Alvenaria*. In Curso de Especialização em Conservação, Reabilitação e Reforço de Edifícios, Volume 1. Lisboa, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Brito, Jorge (2004) – *Construção Tradicional Rural em Portugal*. In Curso de Construções e Reabilitação com Materiais Tradicionais, Fundação para a Formação Continua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Cabaça, Sónia (2004) – *Reabilitação de Construções em Terra Aditivada*. In Curso de Construções e Reabilitação com Materiais Tradicionais, Fundação para a Formação Continua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Correia, Mariana (s.d.) – *Universalidade e Diversidade da Arquitectura de Terra*, Escola Superior Gallaecia, Vila Nova de Cerveira. (www.aldeia.org; Março 2008)

Correia, Mariana; Merten, Jacob (s.d.) – *A taipa Alentejana: Sistemas Tradicionais de Protecção*. Escola Superior de Gallaecia, Centro de Investigação de Construção Rural e Ambiente, Vila Nova de Cerveira. (www.esgallaecia.com; Março 2008)

Corrêa, Andréa; Teixeira, Vítor; Lopes, Sebastião; Oliveira, Marcelo (2006) – *Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas do Adobe (Tijolo de Terra Crua)*. Brasil. (www.scielo.br; Março 2008)

Cruz, Helena (1994) – *Problemas de Conservação de Madeira em Edifícios*. In 2º Encore - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, LNEC.

Cruz, Helena; Machado, José; Nunes, Lina (1999) – *Inspecção e Avaliação de Estruturas de Madeira*. In Seminário Estruturas de Madeira: Reabilitação e Inovação. Lisboa, LNEC.

Cruz, Helena; Machado, José; Nunes, Lina (2000) – *Inspecção de Elementos Estruturais em Madeira. Selecção das Técnicas não Destrutivas a Aplicar In Situ*. In Encontro Nacional sobre Conservação e Reabilitação de Estruturas. Lisboa, LNEC.

Faria, Obede (2005) – *Caracterização de Solos para uso na Arquitectura e Construção em Terra*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Faria, Paulina (1999) – *A Problemática dos Revestimentos de Paredes em Construções de Terra Crua*. In Jornadas sobre Construção com Terra Aditivada. A Terra como Material de Construção de Edifícios, Fundação para a Formação Contínua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Faria, Paulina (2003) – *Argamassas para Construção em Terra Crua. Patologias Associadas e Formas de as Minorar*. Grupo de Estudos sobre o Património. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Sines.

Faria, Paulina (2004) – *Técnicas de Construção em Terra – Aplicações, Patologia e Conservação*, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Faria, Paulina (2004) - *Paredes de Terra Crua. Condicionantes Associadas aos seus Revestimentos*. GECORPA. Pedra e Cal, Ano VI, nº 24, p.14-15.

Faria, Paulina (2004) – *Técnicas de Construção em Terra Crua – Aplicações e Patologias*. In *Arquitectura em Terra. Arqueologia, Técnicas e Aplicações*. Setúbal, MAEDS.

Faria, Paulina (2004) – *Compatibilidade entre as Paredes e Respectivos Revestimentos*. In 2.º Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Faria, Paulina (2005) – *Revestimentos de Paredes em Terra*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.^a Edição. Lisboa, Argumentum.

Faria, Paulina (2005) - *As Superfícies e o Comportamento das Paredes de Terra Crua*. In IV SIACOT – Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Monsaraz, PROTERRA, (CD-rom).

Faria, Paulina; Henrique, Fernando (2005) – *Condicionantes da Conservação de Construções em Terra*. In IV SIACOT – Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Monsaraz, PROTERRA, (CD-rom).

Faria, Paulina (2006)- *Earth Construction Conservation: Pathologies due to Water*. In *Houses and Cities Built With Earth: Conservation, Significance and Urban Quality* (M. Achenza, M. Correia, M. Cadinu, A. Serra, eds.). Lisboa, Argumentum.

Faria, Paulina; Henriques, Fernando (2006) - *Construções em Terra Crua: Conservação do Património existente e Perspectivas Futuras*. In PATORREB 2006 - 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, p. 273-282. Porto, FEUP.

Faria, Paulina (2007) – *Construções em Terra Crua. Tecnologias, Potencialidades e Patologias*. Revista MUSA, n.º2, p.149-155. Forum Museológico do Distrito de Setúbal.

Faria, Paulina (2007) – *Argamassas de Cal Aérea para Construções em Terra*. In *Terra em Seminário – V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Universidade de Aveiro.

Fernandes, Maria (2005) – *O Adobe Moldado*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.^a Edição. Lisboa, Argumentum.

Ferreira, Ana Luísa (2003) – *Causas e Classificações de Patologias em Paredes de Alvenaria de Pedra*. Construlink Press, n.º 17, Lisboa.

Freitas, Ana Cristina (2004) – *Construção Nova em Pedra*. In *Curso de Construções e Reabilitação com Materiais Tradicionais*, Fundação para a Formação Contínua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

González, Filipe Duarte (2006) - *Geometrias da Arquitectura de Terra – A Sustentabilidade Geométrica das Construções em Terra Crua*. Lisboa, Universidade Lusíada Editora.

Henriques, Fernando (1991) – *A Conservação do Património Histórico Edificado*, Memória n.º 775. Lisboa, LNEC.

Henriques, Fernando (2000) – *A Conservação em Portugal: Balanço e Perspectivas*. Monumentos - Revista da Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, n.º 12.

Henriques, Fernando; Charola, Elena (2000) – *Fundamentos Teóricos da Intervenção na Torre de Belém*, In Torre de Belém. Intervenção de Conservação Exterior. Lisboa, IPPAR.

Henriques, Fernando (2001) – *Humidade em Paredes*, 3.ª Edição. Lisboa, LNEC.

Henriques, Fernando (2002) – *Conservação dos Revestimentos Exteriores do Palácio Nacional de Sintra*. Caderno de Edifícios, n.º 2. Lisboa, LNEC.

Henriques, Fernando (2003) – *A Conservação do Património: Teoria e Prática*, In 3.º Encore. Lisboa, LNEC.

Lamego, Paula (2005) – *Reforço Sísmico em Paredes de Alvenaria de Pedra Argamassada. Reabilitação de Edifícios*. Construlink Press, n.º 24, Lisboa.

Lourenço, Patrícia (2005) – *Construção em Terra – Viabilidade Económica*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Lourenço, Patrícia (2004) – *Construção Nova em Terra Aditivada*. In Curso de Construções e Reabilitação com Materiais Tradicionais, Fundação para a Formação Continua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Lourenço, Patrícia; Brito, Jorge; Branco, Fernando (s.d.) – *Novas Tecnologias na Aplicação de Terra Crua na Construção*, Companhia de Arquitectura e Design. (www.ikaza.com.pt; Março 2008)

Lourenço, Paulo (2005) – *As Estruturas de Terra e os Sismos*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Marques, José (2002) – *Paredes de Taipa*. Construlink Press, n.º 3, Lisboa.

Mateus, Luís Pedro (2005) – *Caracterização de Revestimentos Usados em Construções de Taipa no Barlavento Algarvio*. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Construção pelo Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Motta, Maria (1997) – *Construções Rurais em Alvenaria de Terra Crua no Baixo Alentejo*. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Construção pelo Instituto Superior Técnico. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Neves, Célia (2005) – *O Desempenho Térmico da Edificação de Terra*. In *Arquitetura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Nunes, Lina; Cruz, Helena; Machado, Saporiti (1990) – *Patologias e Reabilitação de Estruturas de Madeira. Avaliação da Degradação Causada por Agentes Biológicos*. In 2ª Jornadas de Engenharia de Estruturas, Vol B e C, p.C187-C198. Lisboa, LNEC.

Oliveira, Carlos; Cabrita, Reis, (1985) – *Tipificação do Parque Habitacional*. In 1º Encontro Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação. Lisboa, LNEC.

Oliveira, Leila (s.d.) – *Introdução ao Estudo do Adobe: Construções de Alvenaria*. Universidade Paulista. Brasil. (www.unb.br; Julho 2008)

Paiva, Vasconcelos; Carvalho, Cansado; Silva, Cavaleiro (1985) – *Patologia da Construção*. In 1º Encontro Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação. Lisboa, LNEC.

Parreira, Daniel (2007) – *Análise Sísmica de uma Construção em Taipa*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Pinho, Fernando (2004) – *Reabilitação de Construções em Alvenaria de Pedra Tradicional*. In Curso de Construções e Reabilitação com Materiais Tradicionais, Fundação para a Formação Continua em Engenharia Civil. Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Pinto, Bessa (2004) – *Técnicas Tradicionais de Reabilitação de Revestimentos*. In Curso de Especialização em Conservação, Reabilitação e Reforço de Edifícios – Módulo 4. Lisboa, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Pisani, Maria Augusta (s.d.) – *Taipa: A Arquitectura de Terra*. Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro Universitário Belas Artes e São Paulo. (www.lapetus.uchile.cl; Março 2008)

Quintino, Guilherme (2005) – *Blocos de Terra Compactada (BTC)*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Ramos, Luís; Oliveira, Daniel; Lourenço, Paulo (s.d.) – *Ensaio Cíclico de Corte em Alvenaria de Pedra com Junta Seca*. Universidade do Minho. (www.civil.uminho.pt; Julho 2008)

Rato, Vasco (2003) – *Conservação do Património Histórico Edificado – Princípios de Intervenção*. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Construção pelo Instituto Superior Técnico. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Rocha, Miguel; Faria, Paulina (2005) – *Contribuição para a Caracterização de Paredes de Terra Crua*. In IV SIACOT – Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra. Monsaraz, PROTERRA/CdT, (CD-rom).

Rocha, Miguel (2005) – *Taipa na Arquitectura Tradicional: Técnica Construtiva*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Sandeck, Juergen; Humboldt, Constantin (2005) – *Adobe Mecânico*. In *Arquitectura de Terra em Portugal*, 1.ª Edição. Lisboa, Argumentum.

Sequeira, Isa (2004) – *O adobe na Arquitectura do Barlavento Algarvio. Um estudo para a sua recuperação como material de construção*. Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico pela Universidade de Évora.

Sousa, Vítor; Meireles, Inês; Almeida, Nuno; Brito, Jorge (2008) *Construções em Terra – Principais Anomalias e Mecanismos de Degradação*. In 4.º CINPAR, Universidade Aveiro. (www.ua.pt; Julho 2008)

Vicente, R.; Varum, H.; Mendes, J. (2008) *Anomalias Estruturais Correntes em Edifícios Antigos*. In 4.º CINPAR, Universidade de Aveiro. (www.ua.pt; Julho 2008)

Endereços electrónicos:

- [1] http://www.mnsu.edu/emuseum/archaeology/sites/middle_east/jarmosite.html
- [2] <http://melodiasdacb.kit.net/cidade%20de%20jerico.htm>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Shibam_Wadi_Hadhramaut_Yemen.jpg
- [4] http://www.trekearth.com/gallery/Middle_East/Yemen/East/Hadramawt/Shibam/photo393953.htm
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Image:A%C3%Aft_Benhaddou2_\(js\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:A%C3%Aft_Benhaddou2_(js).jpg)
- [6] http://photosbymartin.com/africa/morocco_ait_benhaddou_pictures.htm
- [7] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Tebas_\(Egipto\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Tebas_(Egipto))
- [8] http://www.geocities.com/antigoegito/abu_simbel_situado_a_280_km_a_su.htm
- [9] <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=264377>
- [10] <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=264377>
- [11] <http://www.earth-auroville.com/index.php?nav=menu&pg=earthworld&id1=2>
- [12] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=9>
- [13] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=10>
- [14] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=7>
- [15] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=11>
- [16] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=11>
- [17] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=3>
- [18] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=13>
- [19] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=14>
- [20] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=14>
- [21] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=6>
- [22] <http://www.earth-auroville.com/?nav=menu&pg=earthworld&id1=6>
- [23] Google Earth
- [24] Google Earth
- [25] Google Earth