

Pedro Emanuel Cabrita Neves Bexiga

**A arquitectura de terra na Serra de Monchique  
Bases para a conservação futura**

Orientador: Maria da Conceição Lopes Aleixo Fernandes

Dissertação de Mestrado em  
Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico  
Universidade de Évora, 2007

Pedro Emanuel Cabrita Neves Bexiga

**A arquitectura de terra na Serra de Monchique  
Bases para a conservação futura**

163 3 41

Orientador: Maria da Conceição Lopes Aleixo Fernandes

Dissertação de Mestrado em  
Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico  
Universidade de Évora, 2007

*"Ninguém cuida o que não aprecia,  
Ninguém aprecia o que não conhece,  
Ninguém conhece o que não compreende."  
(Antoni Palau)*

Dedico este trabalho à minha esposa  
Sandra e à minha filha Matilde, o apoio  
e a inspiração para realizar esta tarefa

### **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a orientação prestada pela Orientadora Arq.<sup>a</sup> Prof. Maria da Conceição Lopes Aleixo Fernandes e a colaboração inestimável do Eng.<sup>o</sup> Alfredo Manuel Gonçalves da Silva Braga, professor da Universidade do Algarve pelo apoio e disponibilidade prestada durante todo o estudo de caracterização laboratorial dos solos da Serra de Monchique e determinação do comportamento mecânico da taipa.

Quero também prestar os meus agradecimentos à Câmara Municipal de Monchique, Arq.<sup>a</sup> Rosalina Correia e Eng.<sup>o</sup> José Montez, pela disponibilização de documentos e livros úteis ao trabalho de investigação. E ainda, ao Gabinete de Apoio Técnico de Faro ao Arq.<sup>o</sup> José Brito pelo apoio prestado.

Gostaria ainda de agradecer as pessoas de Monchique pelo modo afável como fui recebido, o interesse demonstrado nesta investigação e pela ajuda que me foi dada, muito especialmente a que foi prestada pelos Mestre taapeiros.

## **Resumo**

Este trabalho de investigação destina-se a conhecer a arquitectura em terra da Serra de Monchique, recolher informações que possam constituir as bases de um plano para a conservação futura deste património construído, assim como indicar métodos de conservação. São abordados aspectos arquitectónicos, como as tipologias e os métodos de construção mais especificamente a caracterização do solo, definição da capacidade resistente da taipa e métodos de estabilização da mesma.

A investigação incide ainda sobre o comportamento da arquitectura de terra face aos sismos e aos incêndios, neste campo foram aprofundados conhecimentos já desenvolvidos no estudo do “Inventário dos danos resultantes dos incêndios ocorridos de 8 a 16 de Agosto 2003 e de 11 a 18 de Setembro de 2004” e da informação regional existente sobre os danos do terramoto de 1755, do “Inquérito aos prejuízos causados pelo sismo de 28-2-69 em habitações no Algarve”.

**Palavra-chave:** arquitectura em terra, taipa; Serra de Monchique; técnicas de construção; patologias; conservação.

## **The earth architecture in Serra of Monchique - Gather information for a future conservation**

### **Abstract**

The aim of the research is the knowledge of rammed earth architecture in Serra of Monchique and gather information for a future conservation plan of such buildings, as well as describing conservation methods for their rehabilitation. Architectural aspects, as typologies and building techniques are treated as do engineering ones such as soil characterization, definition of the resistant capacity of rammed earth and methods earth stabilization.

The “survey of the resulting damages from the fires between 8 and 12 August 2003 and 11 to 18 September 2004” the information on the damages caused by the 1755 earthquake and from the “Inquiry of the damages caused by earthquake of 28-2-69 on households in the Algarve” as well as the most recent investigation on the subject were used to describe the behavior of rammed earth in situation of earthquakes.

**Keywords:** earth architecture; rammed earth; Serra of Monchique; building techniques; decay; conservation.

	<b>Índice</b>	<b>pág</b>
<b>1 Introdução</b>		<b>1</b>
<b>2 Caracterização da área de estudo</b>		<b>7</b>
2.1 Enquadramento histórico		7
2.2 Clima		22
2.3 Geologia da região		24
2.4 Caracterização sísmica da região		26
2.5 Caracterização da natureza dos solos		44
<b>3 Análise dos dados obtidos</b>		<b>47</b>
<b>3.1 Tipologia das construções</b>		<b>47</b>
3.1.1 Descrição das construções em terra mais características		47
3.1.2 Estudo da tipologia das construções, relativamente à planta, compartimentação e função dos espaços		67
3.1.3 Descrição das soluções construtivas utilizadas		81
<b>3.2 Processos construtivos</b>		<b>100</b>
3.2.1 Descrição dos processos construtivos empregues		100
<b>4 Diagnostico</b>		
<b>4.1 Caracterização do solo</b>		<b>115</b>
<b>4.2 Acção sísmica</b>		<b>138</b>
4.2.1 Análise dos antigos métodos, usados para a melhoria do comportamento sísmico e das técnicas de reparação de danos originados por terramotos		138
4.2.2 Avaliação dos esforços sísmicos por modelação matemática computadorizada		152
<b>4.3 Comportamentos da taipa face à acção do fogo</b>		<b>171</b>
<b>5 Técnicas de conservação e reforço, para a construção em terra</b>		<b>181</b>
<b>5.1 Fenómenos de degradação das construções de taipa, com origem climatológica</b>		<b>181</b>
<b>5.2 Técnicas de reabilitação de edifícios de taipa</b>		<b>192</b>
<b>6 Conclusão</b>		<b>220</b>
<b>Bibliografia</b>		

## **Anexos**

- Anexo I Levantamento fotográfico de algumas construções em taipa em Portimão, Silves, Albufeira, Faro e Tavira
- Anexo II Recortes de jornais e revistas relativos ao sismo de 1965
- Anexo III Cópia do dossier n.º2, correspondente a parte do inquérito dos Estragos causados ao Concelho de Monchique pelo Sismo de 28/2/69, realizado pela Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização de Faro em 1969
- Anexo IV Proposta de itinerários da arquitectura de terra na Serra de Monchique
- Anexo V Inventário de esquemas de pintura
- Anexo VI Inventário de tipos de carpintarias de portas e janelas
- Anexo VII Inventário de tipos de beirados
- Anexo VIII Inventário de tipos de chaminés e de rabos de pomba
- Anexo IX Entrevistas a mestres taapeiros
- Anexo X Demonstração de execução de taipa
- Anexo XI Resultados dos ensaios laboratoriais de caracterização dos solos
- Anexo XII Resultados dos ensaios laboratoriais de definição de capacidade resistente do solo 2 e 5, incluindo experimentação de vários métodos de estabilização de solos com vista ao aumento da resistência mecânica.
- Anexo XIII Resultados do cálculo automático em SAP2000
- Anexo XIV Fichas do Inventário da arquitectura de terra na Serra de Monchique

<b>Índice de figuras</b>	<b>Pág.</b>
Fig.1-Frente e verso de uma das moedas de ouro, encontradas.	7
Fig.2-A vista panorâmica do Algarve, desde o topo das ruínas do Castro de Alferce, comprovam a importância estratégico-militar do local.	8
Fig.3-Monchique	11
Fig.4-Caldas .	11
Fig.5-Brasão de Pedro da Silva, patente no Convento	12
Fig.6-Foto do Convento do sec.XVII, da N. <sup>a</sup> Sr. <sup>a</sup> do Desterro.	12
Fig.7-Termas de Monchique. Banho, foto de 1880.	14
Fig.8-Vista de Monchique, publicada na revista Ocidente em 1888	14
Fig.9-Mercado de Monchique. Postal de 1975.	15
Fig.10-Desde 1860, que Monchique produzia vime para o mercado exterior. Cesteiro de Monchique, postal de 1960.	15
Fig.11-As vastas áreas em patamares, que se observam na Serra de Monchique, são hoje os únicos testemunhos da área agrícola explorada no passado.	15
Fig.12-Porto de Portimão, um dos pontos de escoamento dos produtos de Monchique. Postal de 1910.	16
Fig.13-Exemplo dos meios utilizados para o transporte da cortiça. S.Brás de Alportel, foto de 1937	16
Fig.14-Vista parcial de Monchique. Postal de 1950.	21
Fig.15-Vista parcial de Monchique. Postal de 1950.	21
Fig.16-Valores climáticos do Algarve: I-Isoietas anuais (mm); II-Temperatura média do ar (ano) (°C); III-Temperatura média do ar (julho) (°C); IV-Temperatura média das máximas, em julho (°C); V-Amplitude média anual (°C); VI-Frequências anuais das direcções do vento (%).	22
Fig.17-Carta geológica da região, a vermelho a delimitação do concelho e a azul a rede viária	24
Fig.18-Regiões sísmogénicas na vizinhança do Algarve.	26
Fig.19-Localização das placas tectónicas responsáveis pela actividade sísmica do Algarve. (FG) Falha Gloria; (FAG) Açores-Gibraltar; (G) Guadalquivir; (V) Vilarica-Alentejo;(T) Vale inferior do Tejo; (N) Nazaré (topo). Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal (escala de Mercalli modificada); onde se observam valores de intensidade elevada para o Algarve e para a região de Lisboa até Benavente (direita). Carta de solos com localização das fracturas geológicas (a vermelho) e delimitação das zonas de máxima intensidade sísmica (canto inferior).	27
Fig.20-Zonamento sísmico consistente com a casualidade sísmica (zonas mais escuras correspondem a risco sísmico mais elevado).	28
Fig.21-Envolvente superior dos URS e espectros de resposta elásticos ajustados para período de retorno de 975 anos. A vermelho os resultados para zonas sísmicas idênticas à Serra de Monchique.	28
Fig.22-Isossistas do terramoto de 1722, segundo Moreira. (1984)	30
Fig.23-Isossistas do terramoto de 1755, segundo Moreira. (1984)	30
Fig.24-Isossistas do terramoto de 1885, segundo Moreira. (1984)	30
Fig.25-Isossistas do terramoto de 1969, segundo Moreira. (1984)	30
Fig.26-Exemplo de parede exterior realizada em adobe. Monchique.	33
Fig.27-Vista de ruína de casa, executada em taipa negra. Monchique.	33



Fig.28-Exemplo de casa de taipa. Monchique.	33
Fig.29-Taipa com solo de granulometria uniforme que evidencia falta de seixo. Monchique.	33
Fig.30-Foto de 1955 e de 2005, edificação de nova casa no local de casa térrea realizada em taipa. Monchique.	33
Fig.31-Pormenor de construção em taipa. É aqui bem visível uma prática corrente de construção, o recurso à edificação de parede meia, comuns as duas casas contíguas. Monchique.	33
Fig.32-Casa de alvenaria de pedra e terra. Foto de António Silva Carriço. Sola, Monchique 28/2/1969.	37
Fig.33-Vista de casa de alvenaria de pedra e terra. Foto de António Silva Carriço. Sola, Monchique 28/2/1969.	37
Fig.34-Vista do estábulo e da estrutura de madeira do palheiro, de uma casa de taipa. Foto de António Silva Carriço. Monchique 28/2/1969.	38
Fig.35-Vista d uma rua de Monchique, onde são visíveis dano estruturais em fachadas. Foto de António Silva Carriço, Rua dos Combatentes do Ultramar, Monchique 28/2/1969.	38
Fig.36-Danos em parede lateral de pequena espessura, demonstrando fragilidade na ligação à estrutura. Foto de António Silva Carriço. Rua Dr. Bernardino Monchique 28/2/1969.	39
Fig.37-Destruição parcial de casa de dois pisos em Monchique. Foto de António Silva Carriço. Rua da Igreja Monchique 28/2/1969.	39
Fig.38-Sismicidade histórica e intencidade, no período de 63 a.c.-1994.	41
Fig.39-Sismicidade instrumental 1994.	41
Fig.40-PGAs para a região do Algarve com probabilidade de excedencia de 5% em 50anos (em cima) e 200 anos (em baixo).	43
Fig.41-Intensidade na Escala de Mercalli para a região, com a probabilidade de excedencia de 5% em 50 anos (em cima) e 200 anos (em baixo).	43
Fig.42-Carta de solos; a vermelho a delimitação do concelho; a azul a rede viária.	44
Fig.43-Corte transversal da Serra de Monchique.	44
Fig.44-Foz do Carvalhoso, construção de apoio à actividade agrícola em taipa. Fotografias do exterior.	48
Fig.45-Pedros, construção de apoio à actividade agrícola em taipa. Fotografias do exterior.	48
Fig.46-Casas de Odelouca, casa em taipa. Planta, alçados e fotografias do exterior.	49
Fig.47-Cortes, casa em taipa e adobe. Planta, alçados e fotografias do exterior.	50
Fig.48-Cancino, casa em taipa. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior	51
Fig.49-Várgea da Eira, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	52
Fig.50-Passil, casa em taipa e adobe. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	53
Fig.51-Ladeira de Cima, casa em taipa e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	54
Fig.52-Monchicão de Baixo, monte em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	55

Fig.53-Foz do Besteiro, monte em taipa. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	56
Fig.54-Três Figos de Baixo, casa em taipa e adobe. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	57
Fig.55-Portela da Viúva, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	58
Fig.56-Três Figos de Baixo, casa em taipa e alvenaria de tijolo. Planta e alçados.	59
Fig.57-Tojeiro, monte de grande dimensão composto por casas dispersas em taipa, alvenaria de pedra e alvenaria de tijolo. Fotografias do exterior.	60
Fig.58-Tojeiro, monte de grande dimensão composto por casas dispersas em taipa, alvenaria de pedra e alvenaria de tijolo. Planta e alçados.	61
Fig.59-Caldas de Monchique, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	62
Fig.60-Portela da Viúva, casa de dois pisos em taipa e adobe. Planta, alçados e fotografias do exterior.	64
Fig.61-Funcho, casa de dois pisos em taipa. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	65
Fig.62-Caldas de Monchique, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.	66
Fig.63-Tipologia atribuída para a Serra de Monchique, pela obra “Etnografia Portuguesa” de 1975. a-casa de entrada, com luz do postigo da porta; b-Cozinha com janela; c-quarto sem luz; d-despensa com luz; e-cavalariça.	67
Fig.64-Tipologia atribuída para a vertente Norte da Serra de Monchique, conforme “Arquitetura popular em Portugal” de 1961.	68
Fig.65-Exemplos de algumas evoluções de planta.	70
Fig.66-Mapa Tipológico.	80
Fig.67-Pormenor de acilho em pedra numa construção na Foz do Açor, com aproximadamente 70cm de altura.	81
Fig.68-Diferença entre altura do acilho de uma construção da Foz do Açor (50cm) e da Foz do Besteiro (80cm).	81
Fig.69-Pormenor de acilho em pedra de xisto, numa construção na Perna da Negra.	81
Fig.70-Pormenor de reboco composto por duas finas camadas.	83
Fig.71-Pormenor de melhoramento da aderência ao reboco, por aplicação de juntas de cal entre taipais.	83
Fig.72-Pormenor da picagem da superfície de uma parede de taipa como preparação para rebocar.	83
Fig.73-Exemplo da preparação de uma verga de porta para aplicação de reboco, numa construção localizada em Monchique.	83
Fig.74-Pormenor de uma construção datada de 1940, onde se observa a textura irregular característica no reboco de cal, no revestimento da fachada principal.	84
Fig.75-Aspecto de um revestimento composto por inumares camadas de cal sobre reboco tradicional.	84
Fig.76-Pormenor de revestimento por caiação.	85
Fig.77-Os rebocos tradicionais são sempre de diminuta espessura.	85

Fig.78-Pormenor de revestimento com pasta de cal, exemplo de aplicação em interior e exterior.	85
Fig.79-Exemplos de rebocos de argamassa de cal e “foite”.	86
Fig.80-Dois exemplos de rebocos de cal e cascalho da ribeira.	86
Fig.81-Exemplos de rebocos com cal e solo. Estes rebocos destacam-se facilmente dos restantes exemplos, por a sua coloração natural ser igual à da terra usada na taipa.	87
Fig.82-Exemplos vários de aplicação da cor na decoração de fachadas.	88
Fig.83-Único exemplo encontrado de decoração de vão, com pequenos desenhos de pássaros, borboletas e flores. Foz do Besteiro.	89
Fig.84-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com beirado simples e duplo.	91
Fig.85-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com beirado recto.	92
Fig.86-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com cornija.	93
Fig.87-Comparação entre duas carpintaria de janela, uma de modelo com quatro vidros e outra inteiramente em madeira.	94
Fig.88-Pormenor de vão guarnecido com tijolo, em paredes de alvenaria de pedra. Vista de modelo de portas e janelas sem vidro.	94
Fig.89-Vão em casa de taipa. Vista de modelo de portas e janelas sem vidro.	94
Fig.90- Pormenor de vão guarnecido com alvenaria de pedra e argamassa de cal e areia.	95
Fig.91-Pormenor de vão com verga e peitoril em pedra.	95
Fig.92-Pormenor de execução de beirado duplo.	96
Fig.93-Pormenor de execução de beirado simples recente.	96
Fig.94-Exemplos de chaminés de casa rurais.	97
Fig.95-Exemplos de “rabos de pomba”.	98
Fig.96-Pormenor de uma parede interior em tabique. Observe-se o travamento da estrutura vertical de madeira, por viga de topo. Padescas, Monchique.	98
Fig.97-Pormenor da ligação de uma parede de adobe com as paredes resistentes. Observe-se a utilização de tijolos maciços cozidos. Passil, Monchique.	99
Fig.98-Carro para transportar pedras.	100
Fig.99-Alguns dos Mestres taapeiros que serviram de fontes orais para o presente trabalho de investigação.	101
Fig.100-Preparação da terra para uma obra em Troviscais, Odemira. Rega por regador, destorroamento e mistura mecânica com moto cultivador.	102
Fig.101-Pormenor de taipais utilizados recentemente na construção de casas de taipa nos Troviscais. Odemira.	104
Fig.102-Pormenor dos dois tipos de malhos utilizados na realização da taipa em Troviscais. Odemira.	104
Fig.103-Esquema da execução da primeira taipalada e arranque da seguinte.	104
Fig.104-Cada nova camada de terra é cuidadosamente espalhada com os pé, de modo a obter uma espessura uniforme e afastar as pedras da face dos taipais.	105

- Fig.105-Cada camada, é primeiro compactada junto aos taipais e só depois batida ao centro. 105
- Fig.106-Pormenor do desenvolvimento da compactação no centro do taipal. 105
- Fig.107-Agulhas e cadeias em ferro do mestre Manuel da Foz do Farelo, 106  
construídas por indicação do próprio, trata-se de um modelo único.
- Fig.108-Pormenor da marca dos malhetes na taipa (a traço vermelho grosso) e 106  
esquema do andamento da fiada nesses locais.
- Fig.109-Pormenor de duas fases de construção com recurso a agulhas de 107  
madeira na parte mais antiga (abaixo) e agulhas de ferro na ampliação (topo).  
Foz do Farelo, Monchique.
- Fig.110-Exemplo de aplicação de cordão de argamassa junto dos taipais. Corte 108  
da Pomba.
- Fig.111-Exemplo de junta de cal em toda a espessura da parede, observe-se a 108  
pequena espessura (+/-0.5cm) a meio da parede comparativamente com as  
faces exteriores da parede onde passa a 2.5cm de espessura.
- Fig.112-Constituindo exemplo único, foi observado no Monchicão, a aplicação de 108  
junta sobre cada camada de terra compactada.
- Fig.113-Exemplo de juntas de grande espessura (+/-5cm) em reforço estrutural 109  
de edifícios de dois pisos. Corte da Pomba.
- Fig.114-Pormenor de parede com vergas de madeira em vãos por abrir. 109  
Do lado esquerdo, apresenta-se esquematicamente a vermelho a estrutura das  
paredes e as vergas, e a verde a fissuração existente no cunhal. Corte da  
Pomba.
- Fig.115-Pormenor de verga de betão. Passil. 110
- Fig.116-Pormenor de verga de madeira. 110
- Fig.117-Exemplo de duas técnicas utilizadas para melhorar a aderência do 110  
reboco às vergas de madeira. Monchique.
- Fig.118-Vista exterior e interior de viga em betão armado em construção de taipa. 111  
Romeiras.
- Fig.119-Corte da viga em zona de parede e em zona de vão de porta. 111
- Fig.120-Pormenor da superfície de contacto com o reboco, de uma parede que 112  
ficou exposta à chuva. Corte.
- Fig.121-Observe-se a picagem de parede de taipa para melhoria da aderência do 112  
reboco de cal ao suporte. Vista de reboco a descolar de suporte de parede  
picada e sem juntas de cal e areia (direita). Passil.
- Fig.122-Pormenores de régua em tijoleira de barro, deixada numa habitação 112  
antiga em Monchique, esperando a execução do beirado.
- Fig.123-Pormenores de régua em tijoleira de barro, deixada em platibanda. Estói. 113
- Fig.124-Exemplos de moldes antigos de beirado utilizados pelo Sr.João Martins 113  
da Cruz. Estói.
- Fig.125-Pormenor da aplicação de pedras longitudinalmente ao longo das juntas. 113  
Aguas Belas.
- Fig.126-Pormenor da aplicação de pedras longitudinalmente ao longo das juntas, 114  
numa ramada. Segundo explicação do mestre Joaquim da Ladeira de Cima, esta  
solução era aplicada nas ramadas porque a palha apodrecia, quando ficava  
armazenada em contacto com a taipa.

Fig.127-Pormenor do uso de pedras para matar as juntas verticais da taipa. Tojeiro.	114
Fig.128-Pormenor de tapamento dos buracos das agulhas com madeira. Passil.	114
Fig.129-Pormenor do uso de pedras de grandes dimensões para enchimento das taipaladas. Tojeiro.	114
Fig.130-Equipamentos utilizados, maquina de CBR Triaxial-tester T4010 Electronic e maquina de ensaio de argamassas Form+Test Seidner, tipo 505/200/10DM.	117
Fig.131-Pormenor do molde e pilão utilizado na execução dos provetes de 12x7x6.5cm.	117
Fig.132-Pormenor do molde dos provetes 16x4x4cm.	117
Fig.133-Localização dos pontos de recolha de solo para análise. Sobreposição com a Carta de solos; a vermelho a delimitação do concelho; a azul a rede Viária.	119
Fig.134-Pormenor dos solos virgens, após recolha.	120
Fig.135-Vista do material passada no peneiro n.º40, onde se observa uma diferenciação de cor entre as várias amostras. Preparação das amostras para a análise granulométrica e determinação dos limites de consistência.	121
Fig.136-Amostras de solo preparadas para a análise granulométrica por via húmida.	121
Fig.137-Estabilizações recomendada pelo CRATerre, para os dois solo ensaiados. Indicado a vermelho o solo em estado virgem e a azul as fracções de solo ensaiadas em provetes.	122
Fig.138-Curvas granulométricas das cinco amostras estudadas. A preto, o fuso limite para taipa, segundo indicação do CRATerre.	123
Fig.139-Curvas granulométricas das cinco amostras estudadas, comparando com as curvas limites para estabilização de paredes determinadas pela Circular de Informação Técnica do LNEC-CIT n.º9/Série D-4 (linhas a preto, traço contínuo e a tracejado) e com a curva limite usada em obras de pavimentação (linha castanha a traço ponto).	124
Fig.140-Curvas granulométricas das amostras de solos 2 e 5 ensaiadas, correspondentes à parte dos solos passados pelo peneiro n.º4. Fuso limite recomendado pelo CRATerre, para a realização de taipa (a preto) e blocos comprimidos (a ponto grosso).	125
Fig.141-Eschema de leitura de deflectómetros. Ensaio dos provetes do Proctor.	126
Fig.142-Ensaio dos provetes 12.5x7.5x7cm.	126
Fig.143-Ensaio à Flexão de provetes 16x4x4cm.	126
Fig.144-Provetes de solo natural, após rotura.	135
Fig.145-Vista do estado do provete n.º17, armado com duas grelhas de fibra de vidro, após rotura.	135
Fig.146-Provetes de solo natural, após rotura.	135
Fig.147-Vista do estado do provete n.º17, armado com duas grelhas de fibra de vidro, após rotura.	135
Fig.148-Localidades a vermelho apresentam resistências à compressão inferiores às de Monchique.	136
Fig.149-Pormenor de um tipo de Ferrolho idêntico; a-chapa; o-olhal;c-chaveta.	138

Fig.150-Pormenor de Ferrolho à vista.Marmalete.	138
Fig.151-Esquema de ligação por ferrolho embebido e exterior à parede.	138
Fig.152-Exemplo de aplicação de ferrolhos na ligação da cobertura à parede. Monchicão.	139
Fig.153-Pormenor de fissuração típica em cunhal, provocada por deslizamento da cobertura ou por abalo sísmico. Portela da Viúva.	139
Fig.154-Vista de edificação onde se observa a inclinação dada durante a construção da parede da fachada principal. Panasqueira.	139
Fig.155-Vista de uma estrutura de taipa de dois níveis. Panasqueira.	140
Fig.156-Exemplo de aplicação de camada de argamassa a meia altura de cada taipalada, numa habitação de dois pisos. Pomba.	140
Fig.157-Exemplo da aplicação de camada de argamassa sobre cada camada de solo compactado, em reforço de um solo arenoso. Albufeira.	140
Fig.158-Exemplo de aplicação de camada de argamassa sobre cada camada de solo compactado. Fabrica de conservas Facho Limitada em Portimão.	141
Fig.159-Vista da altura das paredes da nave industrial da fabrica de conservas Facho Limitada em Portimão, onde a taipa foi executada intercalando alternadamente camada de terra e argamassa de cal e areia.	141
Fig.160-Pormenor de reforço de cunhais com troncos de madeira. As peças utilizadas têm 1m de comprimento em média.Três figos-Casa de Sr. Manuel da Conceição Cristina.	142
Fig.161-Caso de reforço de cunhais com barrote de madeira. Note-se que as paredes encontram-se aprumadas mas seriamente fissuradas no cunhal. Foz do Vale – Moinho de Baixo.	142
Fig.162-Além da madeira também pedras são muito utilizadas. Monchicão de Baixo.	142
Fig.163-A utilização de pedras de cantaria numa construção de apoio agrícola na Panasqueira constituiu um exemplo único de entre todos os observados. Panasqueira.	142
Fig.164-Pormenor de ligação em parede divisória (esquerda) e em cunhal (direita). No primeiro caso este reforço é realizado, em todas as taipaladas executadas a meia vez, que efectuam a ligação entre paredes. Nos cunhais o reforço é aplicado em todas as taipaladas. Ribeira das canas.	143
Fig.165-Vistas de uma construção junto à estrada para as Romeiras, onde se observa bem a existência de uma viga ao nível do topo dos vãos.	143
Fig.166-Pormenor da viga em parede (corte AA).	144
Fig.167-Pormenor da viga em zona de vão (corte BB).	144
Fig.168-Pormenor de reforço de edificação de dois pisos, com vigas em paredes-mestras e esticador. Três figos.	144
Fig.169-Exemplo de reforço de parede de taipa com estrutura de betão armado.	145
Fig.170-Localização de reforço a 1/3 da altura da parede com juntas armadas.	145
Fig.171-Tipos de esticadores encontrados e esquema de aplicação.	146
Fig.172-Exemplo de aplicação de esticador lateralmente à parede mestra central, para impedir a rotação das paredes laterais. Marmelete.	146
Fig.173-Solução estrutural comum em casas de dois pisos, para impedir o afastamento das paredes da fachada. Umbria.	146

Fig.174-Pormenorização de aplicação de linha numa casa em Casais. Esquema demonstrativo da diferença entre uma solução de viga e de linha.	146
Fig.175-Pormenor de uma aplicação pontual e de envolvimento completo de casa de habitação principal. Casas de Odelouca.	147
Fig.176-Pormenor de aplicação conjunta de linhas e esticadores junto das paredes divisórias (linhas a vermelho e fissuração a verde). Foz do Farelo.	147
Fig.177-Fora da área de estudo, encontrou-se um exemplo de aplicação de varão de aço para reforço estrutural com fixação por chapa aparafusada. Albufeira.	147
Fig.178-Pormenor de reforço da parede central em taipa, com aplicação de cabo de aço. Albufeira.	148
Fig.179-Reforço com cabo de aço, em topo de parede exterior. Albufeira.	148
Fig.180-Exemplo de contrafortes em fachada. Três figos.	148
Fig.181-Exemplo de contrafortes laterais em Casas de Odelouca.	148
Fig.182-Esquema de execução de um contra forte em reparação de cunhal. Casas de Odelouca.	149
Fig.183-Exemplo de reforço de parede com contrafortes e enchimento com alvenaria de pedra. Corte da Pomba.	149
Fig.184-Vista geral de uma reparação de uma habitação com recurso as três técnicas (Contrafortes, enchimento e reforço da base com poial alto). Pormenores da dimensão do poial e do contraforte, comparativamente com a estatura de um homem. Cancino.	150
Fig.185-Pormenor da execução de reforço da base e enchimento em alvenaria de pedra, para correcção do desnível exterior da parede de taipa. Cancino.	151
Fig.186-Poial de reforço de base de construção em Casais. Observe-se que a altura do poial é manifestamente desadequada para uma utilização como banco.	151
Fig.187-Exemplo do desprendimento de uma parede de taipa, após acção do temporal de Fevereiro de 1970, na praia de Quarteira.	153
Fig.188-Deslizamento da base da parede norte da maquete do modelo 2 do trabalho de investigação do Getty Conservation Institute e da Universidade Católica do Peru.	154
Fig.189-Planta do modelo estrutural.	155
Fig.190-Descrição da estrutura.	155
Fig.191-Deformações associadas aos modos de vibração, de maior contribuição.	156
Fig.192-Diagramas de tensões.	159
Fig.193-Do calculo, observa-se que nas zonas de vão, a fissuração com uma orientação de 45° com a vertical., têm origem em tensões de corte que surgem junto à base de portas e no topo junto a verga.	160
Fig.194-Diagramas de tensões.	161
Fig.195-Diagramas de tensões.	161
Fig.196-Fissuração em cunhais e a meio vão, por esforços de tracção no sentido horizontal da parede. Anomalias deste género, com o decorrer do tempo provocam a instabilidade da parede e a sua ruína.	161
Fig.197-Diagramas de tensões.	161
Fig.198-Diagramas de tensões.	162

Fig.199-Pormenor do desligamento entre paredes com maior incidência no topo das paredes, devido a tensões de tracção e de corte. Observe-se ainda, o efeito de tensões de corte $\sigma_{12}$ sobre os vãos.	162
Fig.200-Diagramas de tensões.	162
Fig.201-Diagramas de tensões.	163
Fig.202-Mais um exemplo de fissuração em cunhais e a meio vão, por esforços de tracção no sentido horizontal da parede.	163
Fig.203-Exemplo de reforço interior de construções em adobe.	166
Fig.204-Modelo ensaiado e diagrama de aceleração e deslocamentos reproduzidos nas simulações sísmicas.	167
Fig.205-O Modelo 1, foi reforçado exteriormente na verticalmente com canas fixas entre si horizontalmente, e presas à parede com corda de fibras naturais. O modelo ensaiado, foi parcialmente revestidos com reboco, para análise da influência da argamassa na resistência sísmica (foto à direita).	167
Fig.206-O Modelo 2, foi reforçado nas duas faces da parede com aplicação de rede de polietileno TENSAR BX 1200 fixa entre si com fitas plásticas. À direita observa-se a foto do modelo concluído e parcialmente rebocado, tal como foi ensaiado.	167
Fig.207-Vista dos danos resultantes da simulação sísmica nas paredes Norte, Oeste e Este, do Modelo1. Observe-se que a parede Norte sofreu maiores danos devido ao efeito de martelo produzido pelo reforço do lintel da janela, comparativamente com o vão da porta que não foi reforçado. Sendo visível uma maior gravidade dos danos no lado não rebocado.	168
Fig.208-Vista dos danos resultantes da simulação sísmica nas paredes Norte, Oeste e Este, do Modelo2.	168
Fig.209-Vista de um das casas danificadas pelo incêndio de Agosto de 2003.	172
Fig.210-Vista de zona de maior concentração do fogo.	172
Fig.211-Pormenor dos danos provocados numa parede.	172
Fig.212-Pormenor do processo de propagação do fogo, através de um vão de porta e conseqüente subida do fogo até à verga e desta à cobertura.	173
Fig.213-Pormenor do efeito do fogo, numa parede de taipa revestida a reboco de cal e areia com pintura de cal.	173
Fig.214-Pormenor da formação de fissuração numa parede de taipa e numa parede de tijolo, onde se visualiza facilmente a correlação entre a fissuração e a localização das juntas.	174
Fig.215-Pormenor do efeito da passagem de gases de combustão através das juntas de assentamento numa parede de adobe e numa outra de tijolo de barro furado.	175
Fig.216-Pormenor do desprendimento de reboco, devido à formação de grandes bolsas abaixo do reboco.	175
Fig.217-Pormenor da mudança de coloração, resultante do contacto com o fogo, sendo mesmo possível adivinhar a sequencia do desprendimento do reboco, em função do tom da taipa.	176



- Fig.218-À esquerda, superfície da taipa após raspagem. A direita, pormenor do estado da superfície de taipa alterada pela acção directo das chamas, comparativamente com superfície de taipa que manteve o seu revestimento até à extinção do fogo. Exemplo da uma acção superficial por acção do fogo. 177
- Fig.219-Pormenor do efeito continuado da exposição da taipa ao fogo, observando-se a coloração em tons terracota da taipa, na zona mais exposta à fonte térmica, neste caso provocada pela combustão do tronco. Exemplo de acção térmica em profundidade numa parede de taipa. 177
- Fig.220-Vista de uma parede de taipa, atingida pelo fogo, onde se observam dois tons de taipa em função da acção do fogo, um tom semelhante a terracota, e no topo da parede um tom semelhante ao vermelho vivo. 178
- Fig.221-Outra vista de uma parede fortemente atingida pelo fogo, onde as chamas atingiram toda a altura da parede, resultando a numa coloração em tons rosa, com zonas de desprendimento de terras coincidentes com zonas de secagem de humidade. 178
- Fig.222-Pormenor de marcas superficiais resultantes da acção do fogo, no mato existente na proximidade da parede a Sul e Oeste. Este tipo de incêndio, caracteriza-se por uma propagação rapidamente, em virtude da disponibilidade de combustível existente no mato, distinguindo-se das situações anteriores por uma duração mais curta da acção térmica, razão pela qual neste caso os danos não são tão graves como os observados nas fotos anteriores. 179
- Fig.223-O desprendimento do reboco assinala de um modo geral os primeiros sinais de humidade localizada. Com o decorrer do tempo, e em situações continuada, de ascensão de humidade a taipa perde resistência e consistência, originando-se perdas consideráveis de taipa, que se liberta em sucessivas camadas da parede. 182
- Fig.224-Vista da ascensão capilar em paredes resistentes e interiores. Em paredes divisórias, em muitos dos casos o assentamento era realizado directamente sobre o terreno, pelo que é frequente este tipo de patologia nestes elementos. 182
- Fig.225-A origem deste tipo de patologia resulta do mau estado dos telhados e das caleiras dos telhados. 183
- Fig.226-Caso de degradação da taipa, por efeito de escorrência de água da chuva através do telhado. Na mesma parede, observa-se ainda o efeito num do canto da habitação, da proximidade de uma vala de recolha de águas pluviais que se localiza junto à mesma. 183
- Fig.227-Vista do efeito da chuva numa parede que perdeu a sua camada protectora em reboco. Observe-se a perda de material nas zonas com e sem reboco. 184
- Fig.228-Parede de taipa onde se observa o efeito da chuva numa parede que perdeu a sua camada protectora em reboco e uma zona de maior erosão junto à base da parede com aproximadamente 1.50m de altura que onde ocorre o efeito de impacto directo das gotas de chuva sobre a taipa. 184
- Fig.229-Pormenor da diferenciação de degradação entre duas zonas da parede em que uma delas é protegida da chuva pelo seu beirado. 185
- Fig.230-Exemplos de infestação liquénica. 187

Fig.231-Exemplos de eflorescências salinas por acção da urina animal.	188
Fig.232-Orifícios escavados por insectos, na parede norte.	191
Fig.233-Pormenor de colonização de uma parede de taipa, por insectos, vista do beirado da casa.	191
Fig.234-Exemplo da acção de abrasão de um animal no canto de uma parede num palheiro.	191
Fig.235-Exemplo/esquema de assentamentos e rotação de fundações e soluções de intervenção .	193
Fig.236-Esquema de substituição de fundação, com substituição faseada de pequenos troço, (primeira fase -execução dos troços A e posteriormente dos troços B)	194
Fig.237-Pormenor da execução de lintel de fundação em betão armado, numa casa em taipa, com a aplicação de membrana anti-capilarida em betume modificado (A). Observe-se que o nível do lintel de fundação (B), deverá ser sempre mantido acima da cota do pavimento interior e no mínimo 50cm acima do terreno exterior. Odemira, Troviscais.	194
Fig.238-Exemplo da aplicação de (C) tela em PEAD. Algoz, Calvos.	194
Fig.239-Exemplo/esquema de rotação de paredes e soluções de intervenção.	195
Fig.240-Exemplo de reforço da taipa, em zonas frágeis como na ligação entre paredes e cunhais.	196
Fig.241-Exemplo de execução de lintel de cobertura com aplicação de ligadores.	196
Fig.242-Exemplo de execução de esticadores em paredes divisórias. (A) Cabos de aço tencionados nas duas faces do paramento; (B) chapa de metal.	196
Fig.243-Esquemática da reparação de fissuração em cunhais e pontos de apoio de esticadores.	197
Fig.244-Exemplo/esquema de ascensão de humidade por capilaridade e soluções de intervenção.	199
Fig.245-Exemplo/esquema de sistemas para secagem do solo, por implementação de circuitos alternativos ao vapor de água e soluções de intervenção.	199
Fig.246-Esquema do um dreno.	200
Fig.247-Exemplo/esquema de degradação por fenómenos meteorológicos, efeito de abrasão pela água da chuva e pela acção do vento e soluções de intervenção	201
Fig.248-Pormenor construtivo do preenchimento de lacunas de grande dimensão, com aplicação de conectores metálicos.	202
Fig.249-Pormenor construtivo do preenchimento de lacunas de grande dimensão, usando tijoleiras como ligação entre a estrutura origina e o novo pano de adobe.	203
Fig.250-Exemplo dos maços utilizados. Castelo de Paderne 21/12/2004.	203
Fig.251-Exemplo da consolidação e tapamento de lacunas de grande dimensão, por execução de revestimento da taipa original por camada de revestimento também em taipa, nas muralhas do castelo de La Reina, Espanha 10/6/2003.	204
Fig.252-Exemplo da compactação manual com recurso a maço e exemplo de conectores em aço inoxidável, para interligação entre duas taipas. Castelo de Paderne 21/12/2004.	204

Fig.253- Terra projectada. Castelo de Paderne 5/5/2005.	204
Fig.254-Exemplo/esquema de tapamento de fissuras e soluções de intervenção.	205
Caso de aplicação de argamassas fluidas em fissuras de pequenas dimensões e tapamento de lacunas de grande dimensão com adobes.	
Desenhos do autor.	
Fig.255-Exemplo de reparação de fissura vertical de grande dimensão.	205
Fig.256-Exemplo/esquema de deposição de sais	206
(eflorescências/criptoflorescências) e soluções de intervenção. Desenhos do autor.	
Fig.257-Exemplo/esquema de reforço estrutural para melhoria do comportamento sísmico.	207
Fig.258-Exemplo de execução do revestimento de paredes de taipa com armaduras de polietileno.	207
Fig.259-Maquete executada com rede industrial de polietileno em ambas faces das paredes. Vista após ensaio (fase 6 e 7) em mesa sísmica com acelerações elevadas de 1.2g.	207
Fig.260-Exemplo de uma solução corrente de reforço estrutural com construção de uma estrutura de betão armado com taipa como enchimento estrutural. Odemira, Troviscais 28/76/2005.	208
Fig.261 Exemplo de reabilitação de um vão.	209
Fig.262-Esquema de reabilitação de um vão de porta.	209
Fig.263-Pormenor de reforço de vãos.	209
Fig.264-Exemplos de abertura e reforço de vãos em paredes existentes.	211
Fig.265-Pormenores de vãos. Exemplo dos cuidados a ter na execução de pontes térmicas e reforço de Janelas, protecção contra a erosão eólica e de fixação das carpintarias das portas interiores.	212
Fig.266-Esquema da distribuição de forças junto ao vão de uma janela exterior e pormenor de execução do vão para eliminar o surgimento de fissuras.	212
Fig.267-Pormenor de verga em betão.	212
Odemira, Troviscais 28/76/2005.	
Fig.268-Pormenor de solução de caixa-de-ar.	214
Fig.269-Exemplo de aplicação de subtelha em cartão asfáltico.	216
Fig.270-Pontos de infiltração de águas por gravidade.	216
Fig. 271-Ligação do telhado e do diagrama em estrutura de madeiras, em paredes que recebem cargas (paredes mestras).	217
Fig.272-Ligação do telhado e do diagrama em estrutura de madeiras, em paredes que não recebem cargas (exemplo de paredes divisórias).	217
Fig.273-Solução recomendada no estudo Getty adobe reserch estudo, consiste na amarração vertical e horizontal das paredes e da cobertura.	218
Fig.274-Pormenor de execução da fixação de pavimentos de madeira.	218
Fig.275-Esquema de execução de diafragma em madeira junto do topo das +paredes de taipa.	218
Fig.276-Exemplo de viga de coroamento.	218
Fig.277-Pormenores de execução do sistema. Exemplo de reabilitação do Rancho Camulos, California, depois de danificado em 1994 pelo sismo de Northridge.	219

Fig.278-Exemplo de reabilitação do Rancho Camulos, Califórnia, depois de 219 danificado em 1994 pelo sismo de Northridge.

### **Índice de gráficos**

Gráfico 1-Dados demográficos do n.º de habitantes Alferce / Marmeleite / Monchique entre 1732-1991	18
Gráfico 2-Dados demográficos do n.º de fogos Alferce / Marmeleite / Monchique entre 1732-1991	18
Gráfico 3-Relação de habitantes por fogo. Alferce / Marmeleite / Monchique entre 1732-1991	20
Gráfico 4-Resumo do inquérito dos estragos causados em Monchique pelo sismo de 28/2/1969	40
Gráfico 5-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 2	128
Gráfico 6-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 5	129
Gráfico 7-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 2	130
Gráfico 8-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 5	131

### **Índice de quadros**

Quadro 1-Diferenciação entre a Escala Modificada de Mercalli e Escala de Richter	29
Quadro 2-Graus de intensidade máxima sentidos em Monchique, por acção dos sismos históricos	31
Quadro 3-Registos encontrados de danos em casas de taipa no Inquérito aos prejuízos causados pelo sismo de 28-2-69 em habitações no Algarve	40
Quadro 4-Tipologia de construções de apoio à actividade agrícola	71
Quadro 5-Tipologia de Casa da serra de Monchique	72
Quadro 6-Tipologia de Monte isolado	73
Quadro 7-Tipologia de Monte agrupado	75
Quadro 8-Tipologia de Monte conjunto	76
Quadro 9-Tipologia de casa elementar de 2 pisos e de casas contemporâneas	77
Quadro 10-Legenda do Mapa tipológico	79
Quadro 11-Tipos de Cor	89
Quadro 12-Esquemas de pintura de casas com beirado	90
Quadro 13-Esquemas de pintura de casas com cornija	90
Quadro 14-Esquemas de pintura de casas com platibanda	90
Quadro 15-Characterização do solo	119
Quadro 16-Fracções granulométricas dos solos e Limites de Atterberg	123
Quadro 17-Comparação entre as fracções granulométricas dos solos e da fracção ensaiadas em provetes	125
Quadro 18-Comparação entre a resistência à compressão e Modulo de Elasticidade dos provetes de solo 2 e 5 com 12,5x7,5x7cm, pertencentes à 1ª série de ensaios	127
Quadro 19-Comparação entre tensões médias de compressão e a média dos Modulo de Elasticidade dos provetes de solo 2 e 5 com 12,5x7,5x7cm, pertencentes à 2ª série de ensaios	130
Quadro 20-Relação tracção/compressão em ensaios de provetes com 16x4x4cm, para solo 2 e 5	133
Quadro 21-Relação corte/compressão em ensaios de provetes com 16x4x4cm, para solo 2	134
Quadro 22-Valores de projecto da taipa à compressão e à tracção, para solo 2 e 5	135
Quadro 23-Referências de valores de resistência à compressão para algumas localidades do Alentejo	137
Quadro 24-Contribuição dos modos de vibração no comportamento dinâmico da estrutura	156
Quadro 25-Tensões máximas devidas a acções isoladas	158
Quadro 26-Tensões máximas devidas a combinações de acções	158
Quadro 27-Valores limite de tensão a considerar em projecto para verificação das condições de segurança, considerando critérios da Norma do Peru para adobe, para amostras de solo 2 e 5	165
Quadro 28-Comparação de cinco modelos de reforço	169
Quadro 29-Precipitação (mm). Valores médios dos meses e no ano (1941-1970)	185
Quadro 30-Número de dias de vento forte ( $f > 36\text{km/h}$ ) e muito forte ( $f > 55\text{km/h}$ ), em Monchique	186
Quadro 31-Patologias construtivas associadas à acção da pluviosidade e do vento	186

Quadro 32-Temperatura do ar. Amplitude média da variação diurna e da variação anual (°C) (1941-1970)	189
Quadro 33-Humidade relativa do ar (%).Valores médios às 9 horas e às 21 ou 18 horas (1941-1970)	189
Quadro 34-Número médio de dias de granizo/saraiva e neve, em Monchique	189
Quadro 35-Número médio mensal de dias com orvalho, nevoeiro e geada	190
Quadro 36-Patologias construtivas associadas à acção da temperatura, amplitude térmica e humidade relativa do ar	190





## **1 - Introdução**

A investigação realizada desenvolve-se no âmbito do estudo das técnicas construtivas tradicionais, que utilizam a terra como matéria-prima de construção. Este estudo é limitado geograficamente ao concelho de Monchique, e tem por objectivo principal, contribuir para a divulgação das técnicas tradicionais de construção e disponibilizar conhecimentos úteis, para a realização de acções de conservação deste património arquitectónico na região, assim como, contribuir para o estudo do comportamento face incêndios e sismos, que tantas questões levanta nesta região.

De um modo geral, a presente dissertação versa conhecer as técnicas de construção em terra usadas no concelho, onde existem, quais os modelos arquitectónicos adoptados, as patologias mais frequentes e suas origens, com especial ênfase nas anomalias resultantes da ocorrência de abalos sísmicos e de fortes acções térmicas.

A abordagem do comportamento sísmico das construções foi orientado numa fase inicial para a identificação dos mecanismos de deformação da taipa e para a caracterização das soluções tradicionais de reforço sísmico, tendo por base a recolha oral dos ensinamentos e experiências dos antigos mestres e a aferição da natureza dos danos estruturais ocorridos nas casas de taipa da região durante o sismo de 1969.

Esta parte do estudo teve também por fim tirar ilações das técnicas empíricas introduzidas na construção, com o intuito de melhorar a resistência à acção sísmica, assim como identificar soluções construtivas tradicionais usadas na recuperação das habitações de terra. Esta temática foi desenvolvida no sub capítulo 4.2.1.

Numa fase posterior, e no seguimento dos elementos recolhidos, foi definido o modelo estrutural de uma habitação em taipa a verificar à segurança por modelação matemática com recurso ao programa de cálculo estrutural SAP2000, sobre acção dos dois tipos de sismos definidos pelo "Regulamento de Segurança e Acções para estruturas de edifícios e pontes (Decreto-lei n.º235/83). Deste modo procurou-se dar resposta à questão do quanto podem ser seguras estas construções. Esta questão foi analisada no sub capítulo 4.2.2.

No que se refere ao estudo dos fenómenos induzidos na taipa face a acção térmica do fogo, a investigação baseou-se nas observações das anomalias das casas atingidas pelos fogos florestais, ocorridos no ano de 2003 e 2004 nesta região e referidos no sub capítulo 4.3.

A investigação desenvolvida tem por finalidade recolher ensinamentos resultantes das catástrofes naturais, no sentido de reunir dados suficientes para que se aprofunde o entendimento dos fenómenos de degradação induzido nas construções de taipa pela acção do fogo e acção sísmica, e assim contribuir para uma evolução das técnicas de conservação futuras. Sendo este o objectivo do presente estudo, e sem esquecer os processos naturais de degradação da taipa por agentes exteriores, são definidos no capítulo 5 os métodos mais adequados para acções de conservação, reforço estrutural e melhoramento das características resistentes.

## Referências

Na abordagem da problemática da resistência/comportamento sísmico das habitações, foram tidas em consideração algumas obras relevantes, tais como:

- O relatório final "*Agreement number 0600031872; Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra*" de Abril de 2005 de Daniel Torrealva.
- Norma Peruana de construção em adobe "*National Building standards; Technical building standard NTE E.080, Adobe*".
- As "*Generalidades y concetos básicos de la construccion antisismica*" e o estudo sobre "*Tapial sismo-resistente*" de Julio Vargas Neumann, professor principal da universidade católica do Peru.
- O "*Traité de construccion en terre- L'Encyclopedie de la construccion en terre-Vol 1*", de Hugo Houben e Hubert Guillaud.
- A dissertação para obtenção do grau de mestre de construção "*Reabilitação e melhoramento de paredes de terra crua - taipa*", da autoria de Eusébio António Paulo Jacinto.
- "*Overview of the Getty Adobe Research of the 1990's.*" de E.Leroy Tolles.
- "*Final report final-Shake table teste services for Getty seismic adobe and project terra*" da universidade católica do Peru e do Getty Conservation Institute, de Daniel E. Torrealva.

A fundamentação técnico/prática das técnicas de reabilitação apresentadas neste estudo, resultaram da selecção de entre diversos exemplos de intervenção em obras de conservação de edifícios históricos e/ou de reparação, estudos documentados e manuais de conservação de estruturas de terra, destacando-se das obras consultadas as seguintes obras:

- "*Adobe 90 Preprints*", actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra.
- "*Sismo Adobe 2005*", actas do seminário internacional de arquitectura que abordaram a construção de edifícios de adobe em áreas sísmicas.
- Actas da 7ª conferência internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra.
- "*IV SIACOT*", actas do 4º seminário Ibero-Americano de construção de terra.
- "*Brick, terracotta and earth - 2º volume*" da autoria de John Ashurst e Nicola Ashurst.
- "*Le Pisé - Patrimoine, Restauration, technique d'avenir*" dos autores Jacky Jeannet, Bruno Pignal, Gérard Pollet e Pascal Scarato.
- "*Arquitectura de terra em Portugal*" de vários autores reunidos pela associação centro de terra.
- "*Conservation of Earth Structures*" do autor John Warren.

## Justificação

A escolha deste tema resulta sobretudo de dois motivos:

- É uma área de interesse pessoal e profissional do autor, que sempre olhou a questão do comportamento sísmico destas construções com grande curiosidade,
- Oportunidade de aprofundar conhecimentos sobre intervenções de conservação do património construído em terra.

Considera-se ainda que a arquitectura de terra pode ser considerada uma técnica construtiva de futuro também em Portugal. Esta é uma temática que reúne cada vez mais adeptos, em encontros nacionais e internacionais sobre o tema. Em resultado deste movimento internacional, actualmente existem países onde se voltou a construir deste modo, existindo já um mercado comercial para estas habitações, como é o caso da Alemanha, Estados Unidos, França, Brasil, Austrália entre outros.

No caso português, não é dado grande valor a este tipo de construção, sendo usual considerá-la como uma técnica pobre, realizada por pobres para pobres, pelo que deve ser combatido este preconceito social, com origem na deficiente informação disponível sobre estas técnicas construtivas.

Esta investigação baseia-se nos estudos em arquitectura de terra que têm surgido ao nível universitário, nacional e internacional e ao nível institucional no âmbito dos projectos *Chaire Unesco*<sup>1</sup> e *Terra Project*<sup>2</sup>.

Espera-se assim contribuir com os conhecimentos adquiridos no decorrer do presente trabalho de investigação, para esta mudança de atitude nacional, assim como auxiliar outros técnicos, que dum maneira mais conscienciosa procurem, antes de iniciar qualquer projecto de intervenção no património arquitectónico, conhecer, estudar, investigar, para assim, com base em conhecimentos sólidos, projectar as suas acções de uma maneira fundamentada e adequada.

Pretende-se aqui contribuir também para uma evolução deste tipo de intervenções, no sentido das filosofias internacionais, orientadas para a necessidade de conhecer e estudar os sistemas tradicionais, como parte integrante de um processo de salvaguarda do património e da identidade sócio-cultural do próprio homem. Só através do conhecimento do nosso património arquitectónico, legado de gerações passadas e herança das futuras gerações, será possível promover verdadeiramente a sua protecção. Como de outro modo será possível proceder com rigor à sua interpretação, ao seu diagnóstico e à sua conservação?

---

<sup>1</sup> A Chaires Unesco promove o intercâmbio e a partilha de conhecimentos a nível mundial, entre países desenvolvidos a favor daqueles em vias de desenvolvimento, na perspectiva de desenvolvimento sustentável. Procuram promover à educação, à solidariedade e ao diálogo internacional. Perfazem 550 grupos em todo o mundo e estão descritos na obra "Chaires UNESCO et réseaux UNITWIN" editada pela UNESCO em 2003.

<sup>2</sup> O Terra project é um de muitos projectos fundados pela Comunidade Europeia, para o desenvolvimento de uma nova abordagem europeia de interligação entre estratégias de planeamento e economia, através do uso de critérios de sustentabilidade, que visam a preservação do futuro das gerações vindouras.

## **Problemática**

A arquitectura em terra no concelho de Monchique, embora tenha constituído até há pouco tempo uma prática corrente enraizada desde várias décadas, e da qual restam ainda hoje alguns bons exemplos de casas em taipa, encontra-se actualmente em risco de desaparecer. A investigação nesta área é hoje urgente, face a crescente desertificação humana, que se observa nas regiões do interior Algarvio. Também Monchique sofre os efeitos dos movimentos migratórios da população no sentido do litoral e dos centros urbanos, no entanto esta situação viu-se recentemente agravada pela ocorrência dos graves incêndios de Agosto e Outubro de 2003 e os incêndios de Agosto de 2004. São estas algumas das razões, que levam hoje a que este património construído se depre com um rápido desaparecimento resultante do contínuo abandono destas casas pelos seus moradores. Esta é uma situação que coloca em sério risco a arquitectura de terra, pois a falta de manutenção destas construções, iniciará o processo da sua transformação em terra, e inevitavelmente na sua destruição e desaparecimento.

## **Metodologia**

A metodologia adoptada para este trabalho consistiu de cinco fases distintas, nomeadamente:

### **I - Caracterização da área de estudo**

Um breve enquadramento histórico onde se dão a conhecer os modos de vida da população. As características da zona, relativamente ao clima, geologia, actividade sísmica e natureza dos solos. Dados estes imprescindíveis à aquisição de uma visão abrangente da região e sobre as possíveis origens de algumas patologias de construção.

### **II - Inventario**

Consta da recolha de informação necessária para a caracterização das construções quanto à sua tipologia e processos construtivos, baseando-se na realização do levantamento das construções mais características da Serra de Monchique, onde se recolheu o máximo de informação sobre o património construído do concelho. Nesta parte do trabalho realizaram-se levantamentos de construções existentes ao longo das vias e caminhos municipais do concelho, de modo a obter uma amostragem representativa para o inventário de campo.

Para todos os casos estudados procedeu-se a um exaustivo levantamento fotográfico, completado para as construções mais relevantes com a realização de desenhos das plantas e alçados, tudo constante do capítulo 3.

Este levantamento físico foi complementado por informações recolhidas de mestres construtores relativas aos materiais, processos construtivos, métodos, soluções e técnicas construtivas empregues. As entrevistas realizadas foram registadas em filme.

Para o estudo do efeito térmico do fogo na taipa recorreu-se ao trabalho de "*Inventario dos danos resultantes do incêndio ocorrido em 8 a 16 de Agosto e 11 a 18 de Setembro*", disponibilizado pela Câmara Municipal de Monchique.

### **III - Análise dos dados obtidos**

#### **a) Tipologia**

Com base na informação recolhida durante o inventário, realizou-se a descrição das construções em terra mais características e a definição das tipologias encontradas segundo a nomenclatura definida pelo trabalho de estudo da Arquitectura Tradicional Mediterrânica realizado pelo projecto *CORPUS*<sup>3</sup>, programa *Euromed Heritage* da Comissão Europeia. Unicamente nos exemplos que pelas suas características arquitectónicas não encontraram correspondência nessa classificação, se adoptaram novas designações.

A partir do trabalho de inventariação reuniram-se os elementos arquitectónicos que mais identificam a Arquitectura de Terra na Serra de Monchique, respectivamente, coberturas, molduras de janelas/portas, a ausência de chaminé, os grandes beirados, a diversidade de cor das fachadas, de forma a serem usadas na criação de um manual Municipal relativo às normas de conservação.

#### **b) Processos construtivos**

Neste capítulo realizou-se a caracterização e a descrição dos processos construtivos, tendo por base o inventário e os levantamentos recolhidos.

A riqueza da arte de construir nesta região ficou muito clara após esta caracterização e sistematização dos métodos construtivos.

### **IV - Diagnostico do comportamento aos sismos e ao fogo**

#### **a) Caracterização do solo**

Para possibilitar estudos mais avançados de determinação da capacidade resistente da taipa, foi realizada a caracterização de cinco amostras de solos existentes na região, com recurso a ensaios laboratoriais. Só depois da realização de ensaios CBR<sup>4</sup> das amostras não confinadas, foram escolhidos os solos correspondentes ao melhor e pior resultado à compressão. Estes serviriam como amostras no teste do seu comportamento face alguns métodos de estabilização de solos, visando avaliar as técnicas mais adequadas para estes solos e determinar qual o aumento da resistência da taipa que era possível obter.

Esta parte do trabalho teve como objectivo avaliar a qualidade e a adequabilidade dos solos da região para serem usados em taipa.

Os resultados obtidos foram depois comparados com os resultados do estudo "*Construção de terra crua no Baixo Alentejo-Portugal-Tecnologia e material apropriados para zonas rurais*" da Arq. Maria Mota e António Piedade, que versou sobre a resistência da taipa da região do Alentejo.

---

<sup>3</sup> *CORPUS* é um projecto europeu que procura despertar o interesse sobre a arquitectura tradicional Mediterrânica e promover o conhecimento sobre edifícios tradicionais e suas técnicas, através de um trabalho de identificação e classificação.

<sup>4</sup> O método CBR (sigla de Califórnia Bearing Ratio) é o método mais usado para dimensionamento de pavimentos, e corresponde a uma medida padrão aferida da capacidade de suporte dum solo.

## **b) Acção sísmica**

### **b.1) Análise dos antigos métodos usados para a melhoria do comportamento sísmico e das técnicas de reparação de danos originados por terramotos**

Aproveitando a experiência dos antigos mestres, foram tiradas ilações das técnicas observadas em construções existentes, que visavam um melhor comportamento sísmico, assim como, identificar algumas soluções construtivas usadas na recuperação das habitações quando danificadas no passado por terramotos

### **b.2) Avaliação dos esforços sísmicos por modelação matemática computadorizada**

Depois de caracterizada a taipa foi verificada a segurança de uma estrutura de uma habitação típica edificada em taipa, quando sujeita à acção sísmica tipo conforme estipulado no "*Regulamento de Segurança e Acções para estruturas de edifícios e pontes*" (Decreto-lei n.º235/83). A quantificação dos esforços actuantes foi determinada com recursos ao programa de cálculo computadorizado SAP2000, muito utilizada para o dimensionamento de estruturas correntes de betão armado.

### **c) Comportamento da taipa face à acção do fogo**

O estudo do comportamento face ao fogo, especificamente as ocorrências reais resultantes dos fogos de 2003 e 2004, tornaram possível identificar quais as anomalias resultantes de uma acção deste tipo, a elevada resistência ao fogo da taipa e as possibilidades posteriores de conservação destas estruturas.

## **V - Técnicas de conservação e reforço, para a construção em terra**

Com base nos fenómenos de deterioração patentes nos casos estudados são propostas varias soluções de reparação e de melhoria das características de resistência da taipa, que se enquadram nas recomendações internacionais e nas conclusões de diversos trabalhos sobre construções em terra sismo-resistente.

Com base nesta metodologia e em termos conclusivos foram apresentadas alternativas às soluções construtivas de conservação que são por vezes erradamente adoptadas, de forma a auxiliar o trabalho de todos aqueles que, directamente ou indirectamente, possam ser responsáveis quer por projectos de conservação quer por obras de construções contemporâneas.

## 2 - Caracterização da área de estudo

### 2.1 - Enquadramento histórico

#### 2.1.1 - Origens do povoamento da Serra de Monchique

As origens do povoamento desta região, apontam para formas de vida nómadas, acredita-se que o Algarve, “ager cuneus”, era habitado por uma população de ascendência pré-lusitana “Cunei, Cuneos”, que terá habitado “as duas vertentes dos montes que correm de este para oeste, terminando no promontório sacro”<sup>5</sup>. Sendo avançada por Pinho Leal<sup>6</sup> a hipótese de se ter localizado na região de Monchique, a capital do povo “Arannis, Arandis ou Aranditanos”, mas não substanciada. Dada a localização e características, é admissível que a Serra de Monchique tenha desde cedo, feito parte de algum sistema de defesa militar do Algarve Ocidental, e que tenha aqui havido alguma construção militar e algumas povoações.

Do período Romano, se crê originário o nome Monchique, pensando-se dever à evolução da expressão latina “Mons Ciccus”<sup>7</sup>, que corresponderia a uma leitura da paisagem, designando este território como Montes Pequenos (Mon - Mons(latin) - Monte/Serra/Montanha e Chique(Chico) - Ciccu(latim) - adj.Pequeno/coisa inútil e sem valor).

Embora não sejam conhecidas grandes edificações do período romano e visigodo<sup>8</sup>, os achados arqueológicos encontrados tais como, sepulturas romanas no Cerro da Vigia, o Castro de Alferce, moedas encontradas nas proximidades das termas das Caldas e da Vila, constituem testemunhos que apontam para o facto da qualidade terapêutica das suas águas e a localização estratégica, se terem então revelado determinantes na valorização da região.

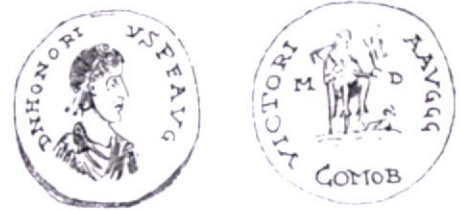


Fig.1-Frente e verso de uma das moedas de ouro, encontradas.

Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva - Memórias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p.14.

<sup>5</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 27.

<sup>6</sup> LEAL, Pinho - Portugal Antigo e Moderno. In Memórias para a história Eclesiástica do Bispado do Algarve. Lisboa : Tipografia da Academia das Ciências de Lisboa, vol. V. p.378.

<sup>7</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique: Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p.22-23.

<sup>8</sup> (Idem, p. 28.)



Fig.2-A vista panorâmica do Algarve, desde o topo das ruínas do Castro de Alferçe, comprovam a importância estratégico-militar do local.

Na sequência da conquista islâmica da península, segue-se um longo período de domínio Árabe, ao qual se deve à criação das principais localidades e fortificações na região Algarvia. Dos relatos do século XI e XIII, de Edrici e Almunine, sabe-se que o território administrativo de Silves, incluía uma montanha rica em água, onde a população se dedicava à criação de gado e ao comércio da madeira, que se vendia para toda a parte<sup>9</sup>.

Durante este domínio, Silves adquire grande importância e no século XII, passa a centralizar todo o poder político-religioso-militar, ao se tornar a capital meridional da província do Al-Faghar ou Chenchir do Al-Garb-al-Andaluz. Silves, transforma-se num importante entreposto entre o Norte cristão, o Ocidente e o Sul atlântico, o desenvolvimento económico atingido era então muito superior ao da capital do reino de Portugal. Segundo o geógrafo árabe-siciliano Al-Idrisi, a localização do caminho árabe de ligação entre Silves e Alcácer do Sal, seguiria por Lagos ou pela Serra de Monchique, passando por Alferçe, Ourique, Garvão, Alvalade, S.Romão e Várzea do Sado<sup>10</sup>.

A Serra de Monchique, maior elevação topográfica do Algarve, constituiu posto militar importante e a existência de povoados nesta região, é assinalada, na *Relação da Derrota Naval, Façanhas, e Sucessos dos Cruzados que partirão do Escalda para a Terra Santa no anno de 1189*<sup>11</sup>, esta é a fonte cristã mais antiga, a referir como sob a administração de Silves, os nomes dos castelos limítrofes do seu reino "*Carphanabal (Terçanabal/Sagres), Lagus (Lagos), Alvur (Alvor), Porcimun (Portimão), Munchite (Monchique?), Montaqut (Alferçe), Caboiere (Carvoeiro), Mussiene (Messines) e Paderne (Paderne)*"<sup>12</sup>.

<sup>9</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - *O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica*. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 28.

<sup>10</sup> MATOS, Jorge - A serra de Monchique e as suas rochas. In *I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000)*. Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.76-77.

<sup>11</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - *O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica*. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 29.

<sup>12</sup> (Idem , ibidem)



No caso do castelo de Monchique, persistem ainda hoje muitas dúvidas quanto à sua existência e localização, já as ruínas do Castelo de Alferce no Cerro do Castelo dos Mouros da Herdade da Pedra Branca, são bem conhecidas e provam a existência de um povoado fortificado, constituído por camponeses e pastores, que controlavam as pastagens de rebanhos transumantes na Serra, e que garantiam o fornecimento de lã e carne, à cidade de Silves e ao seu porto<sup>13</sup>.

Durante este domínio, são introduzidas técnicas de regadio, tais como a nora de tracção animal, levadas, aquedutos e canais. Sendo ainda atribuída aos árabes a aplicação da roda hidráulica das azenhas. Difundem-se as culturas de rega, como a horticultura intensiva, o pomar extensivo e a amendoeira. São introduzidas as culturas do trigo rijo, do arroz, o sorgo e a cevada santa, beringela, novos tipos de abóbora, a chila, a melancias, vários feijões e os espinafres.

Com a conquista das principais cidades, Tavira em 1242 por D.Sancho II e Silves em 1248 por D.Afonso III, é conquistado o Algarve aos mouros. Durante o reinado de D.Dinis, na segunda metade do século XIII, Rui de Azevedo refere que houve povoações "*fundadas ou repovoadas já no domínio português*", com a atribuição de forais, e "*outras vilas acasteladas,*" a que "*foi dada organização municipal*"<sup>14</sup>.

Monchique terá continuado a pertencer a Silves, mas viria a destacar-se dos outros povoados existentes na serra, tornando-se um importante centro político-administrativo. Em grande parte, devido aos grandes rendimentos obtidos pela cultura dos cereais, cujo preços sobem assustadoramente ao longo do século XVI, devido a interesses de mercado internacional. É por esta razão que se dá na serra algarvia a destruição da vegetação existente para criação de áreas para cultivo do trigo, da cevada e do centeio. A área desflorestada, na serra é tal, que em 1546, o rei acede ao requerimento dos mareantes de Lagos, para não se doarem terras na serra de Monchique para agricultura em locais onde houvesse madeira para naus, bateis ou caravelas.

### 2.1.2 - Referência a Monchique quinhentista

Já em 1495, o povoado de Monchique era suficientemente importante para servir de ponto de paragem a D.João II, onde pernoitou dois dias, antes de seguir para banhos nas Caldas<sup>15</sup>. Por motivos de saúde o Rei procurou nestas termas, tratamento para os seus males, este facto contribuiu ainda hoje para a fama destas águas.

---

<sup>13</sup> MATOS, Jorge - A serra de Monchique e as suas rochas. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.77.

<sup>14</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 30.

<sup>15</sup> TELO, Américo - Da economia agrícola de Monchique alguns elementos da sua evolução até ao século XX. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.139.

Mais tarde, no século XVI, João Cascão, refere em “*Relação da Jornada de El-Rei D. Sebastião quando partiu da cidade de Évora*”, o relato mais preciso e por isso mais credível, nele conta que em 26 de Janeiro de 1573, El-Rei terá partido de Vila Nova de Portimão para Monchique, e que El-Rei a fez Vila, nessa data<sup>16</sup>.  
Devido a forte pressão de Silves esta decisão não teve efeito.

Segundo vários autores, a importância deste lugar e as razões da subida a Vila, resultavam dos seguintes aspectos<sup>17</sup>:

- Carácter estratégico-militar, a sua localização geográfica constituía um ponto de observação privilegiado, em caso de novos ataques por parte dos mouros;
- Importância das termas, e a sua grande procura, mesmo no verão esta localidade, constituía estância de veraneio, devido à frescura do clima providenciada pela viçosa vegetação e abundância de água desta serra
- Existência de igreja matriz, bastante antiga, e cuja sua data de constituição se desconhece;
- Existência de uma população de trezentos moradores, que se dedicavam à agricultura, pecuária, caça, apicultura, tecelagem e tinturaria.

### 2.1.3 - Referência a Monchique no século XVI

No século XVI, já constituía freguesia, no interior do Termo de Silves, pertencendo à Casa da Rainha. Era também morgadio, criado pelo bispo de Silves, D.Fernando Coutinho, para a sua filha bastarda Isabel da Silva, casada com Rui Pereira da Silva alcaide-mor de Silves<sup>18</sup>.

Desta freguesia fazia parte a Fóia, doada como baldio, segundo a tradição, por D.João II ao povo de Monchique<sup>18</sup>, em 1495, aquando da sua estadia nas Caldas.

### 2.1.4 - Referência a Monchique no século XVII e XVIII

Continuando a pertencer a Silves, ganhou autonomia administrativa só em 10 de Novembro de 1606, quando D.Filipe Ihe atribui por alvará uma verba de “*dez cruzados por ano para gastar nas serventias e calçadas delle*”.

Em 1652, Henrique Fernandes Sarrão<sup>19</sup>, refere como população os mesmos 300 moradores anteriormente mencionados. Constatando-se em 1671, um aumento para 500 habitantes.

---

<sup>16</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 35.

<sup>17</sup> (Idem, p. 36-38.)

<sup>18</sup> (Idem, p. 32.)

<sup>19</sup> (Idem, p. 40.)

Henrique Fernandes Serrão, relata ainda o tipo de economia agrícola da região, dizendo que à volta de Monchique existem “pomares deleitosos, em que há castanhas e nozes, peras, maçãs e outras muitas frutas, tem vinhas, muita criação de gado, muito mel e cera e pão, e frescos bosques, regados de perenes fontes e saudosas ribeiras, em que estão muitos moinhos, e pisões”<sup>20</sup>.

Sobre a Fóia refere “vêm de todas as partes os gados pascor e fazer grandes criações, e se houve dos reis que ela fosse para pastos” tendo proibido a construção de casas e a constituição de quintas. Relativamente a outras localidades, refere que em Alferce, existiam ali “sessenta moradores e muito fresco de águas, tem pão, muito gado e mel e cera”. Informação também sobre a existência de 25 moradores em Marmelete (então pertença de Lagos), 10 moradores em Pereira e 15 moradores em Gralhos.

Os fundos dos vales seriam cada vez mais usados, devido as facilidades de irrigação, no final do século XVIII, a prosperidade económica resultou de próspera agricultura e de uma exploração de madeiras de castanheiro e sobreiro exportada para outras partes do país e importação de cereais.

É durante este período de crescimento socio-económico, que surge situado em um tabuleiro de terras entre serras o Convento de N.<sup>a</sup> Sr.<sup>a</sup> do Desterro, fundado por Pedro da Silva vice-rei da Índia, e confiado, em 16 de Março de 1632, à Ordem Franciscana Terceira<sup>21</sup>.



Fig.3-Monchique.

Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva - Memórias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p. 71.



Fig.4-Caldas.

Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva - Memórias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p. 43.

<sup>20</sup> TELO, Américo - Da economia agrícola de Monchique alguns elementos da sua evolução até ao século XX. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda., 2000. p.140.

<sup>21</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 41.



Fig.5-Brasão de Pedro da Silva, patente no Convento. Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva - Memorias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. Da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p. 71.



Fig.6-Foto do Convento do sec.XVII, da N.ª Sr.ª do Desterro.

No século XVIII, mais concretamente em 1758, o padre António de Figueiredo Aragão, dá resposta ao inquérito de Marquês de Pombal por consequência do terramoto de 1755, revela grandes danos na Igreja Matriz e no Convento, indica ainda que aquela data Monchique e Casais, tinham 590 fogos e 1700 habitantes<sup>22</sup>.

As actividades económicas consistiam na agricultura, abundando “castanhas, peras e peros, e mais frutas deste género, havendo falta de trigo azeite e vinho<sup>22</sup>”, sendo de grande importância o comércio da madeira, “*que he a mayor utilidade que recebe este lugar, por ser a mayor fabrica que se trata*<sup>22</sup>”.

Este comércio revelar-se-ia imprescindível para o fornecimento da madeira para as obras de reconstrução de Vila Real de Santo António, pois a quase totalidade das madeiras usadas terão saído desta Serra.

O crescimento de Monchique ter-se-á reforçado durante a maior parte do século XVIII, acompanhando o aumento demográfico do resto do Algarve, mas infelizmente sem o desejável crescimento económico<sup>23</sup>.

Depois, instalou-se uma grave crise social e económica, resultante do fraco desenvolvimento produtivo, da concorrência estrangeira, ao monopólio estrangeiro, do fraco comércio algarvio e à ineficácia da fiscalização. Situação que obrigou D.José I e Marquês de Pombal, a tomarem medidas de reorganização política-administrativa, por meio do Alvará de 16 de Janeiro de 1773, e que culmina com a elevação da Monchique a Vila, chamada então “*Villa Nova de Monchique*”.

<sup>22</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 42.

<sup>23</sup> (Idem, p. 45-47.)

É referido neste documento a inexistência de vias de comunicação entre o litoral (Vila Nova de Portimão) e a Serra de Monchique, o que dificultava a circulação do tráfego de bens e o acesso a mais de mil pessoas que ali afluíam por ano em busca de banhos termais. O comércio das madeiras de castanho, o comércio de frutas e demais produções agrícolas era feito com grande dificuldade e insegurança, o estado dos acessos valeu a classificação neste mesmo Alvará com “*caminhos escabrozos, e quasi inacessíveis*.”<sup>24</sup>

### 2.1.5 - Referência a Monchique no século XIX e XX

Esta é uma época importante para a história administrativa da região, pois sucedem-se várias reorganizações do território nacional com o Liberalismo, que resultam no ganho e a conseqüente perda de freguesias. Neste período, Monchique chega a pertencer à Comarca de Lagos, Silves e Vila Nova de Portimão. Em 1837, fica reduzido a duas freguesias (Alferce e Marmelete), as mesmas que hoje possui. Mas só em 14 de Agosto de 1895, o concelho de Monchique adquire autonomia municipal.<sup>25</sup>

No âmbito agrícola, Monchique em 1813, “*abunda em castanha, limões, laranjas, e madeira de castanheiro. Colhe-se milho, feijão, ervilhas, ameixas e peros, maçãs de várias figuras e espécies, algum azeite, nozes e vinho, algumas hortaliças, ainda que serôdias, trigo e cevada pouca*.”<sup>26</sup>

O sustento dos seus moradores consistia nos seus frutos, “*legumes, papas de milho, castanhas e couves. Não abundando em carne*.”<sup>26</sup>

Em 1824, a floresta então existente nas encostas da Fóia, desaparece em conseqüência do Rei ter cedido o direito à terra aos habitantes de Monchique. Estes rapidamente transformaram aquela área em courelas de terras de cultivo, fazendo desaparecer toda a mata aí existente em queimadas.

Américo Costa<sup>27</sup>, autor do *Dicionário Chorográfico de Portugal Continental e Insular*, relata de modo exaustivo a vida rural do século XIX, o seu Relatório de 1860 é uma verdadeira crónica da época, não faltando informações relativas à região e aos costumes do povo que a habitava. A falta de acessos e o seu mau estado, continuaram a penalizar as trocas comerciais com concelhos vizinhos e o acesso daqueles que vinham a banhos desde o Algarve, Lisboa e Espanha. Sendo deficitária na produção de cereais<sup>28</sup>, a fruta, batata, milho, feijão, hortaliças eram em tal abundância que eram exportadas diariamente para os mercados de Lagos, Portimão e Silves<sup>27</sup>.

<sup>24</sup> CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - *O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica*. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. p. 45-47.

<sup>25</sup> (Idem, p. 52.)

<sup>26</sup> GASCO, José António - *Subsídios para a monografia de Monchique*. 2ª ed. Fac-similada. Faro: Algarve em Foco Editora, 1993. p. 88.

<sup>27</sup> COSTA, Américo - Vila de Monchique. In *Dicionário Chorográfico de Portugal Continental e Insular*; Vila do Conde : Tipografia privativa do dicionário chorográfico Azurara, 1943. vol.VIII. p. 203-208.

<sup>28</sup> GASCO, José António - *Subsídios para a monografia de Monchique*. 2ª ed. Fac-similada. Faro: Algarve em Foco Editora, 1993. p. 88.

A actividade mais rentável, consistia no comércio da madeira de castanho e nogueira, era este o único sítio no Algarve onde havia castanheiros para corte e em tal abundância que abasteciam não só o Algarve e o baixo Alentejo, como ainda era exportada pelo porto de Portimão. Esta era a actividade que ocupava a maior parte da população.

Quanto a hábitos e costumes, é dito (Américo Costa, 1943) que o *“homem de monchique não usa o chapeirão de largas abas, como no resto da provincia, mas quase sempre o barrete dos estremenhos e beirões, muitos deles são almocreves, e é frequente vê-los passar ao longo das estrada “transportando o carvão, o peixe, a alfarroba e a aguardente de medronho, nos seus machos possantes e nos seus carros de tódo, tantas vezes, tantas vezes engrinaldado de mimosas ou de giestas em flor.”*<sup>29</sup>

*“As mulheres empregando-se no trabalho dos campos e preparo de frutos. Aproveitando a excelência das águas para embranquecer o linho e estopa, trabalham em teias, nas quais consomem 100 arrobas de linho, que importam, afora o que se colhe nos arredores. Fabricam fazendas grosseiras de lã, saragoças, surianos, estamenhas, e cobertores, listrados alguns de azul, branco ou vermelho, para cujas cores usam da ruiva, que por ali não falta, e outras preparações com verdete, as quaes muito melhoramento poderiam adquirir, se lhes fosse fornecido a instrução necessária.”*<sup>30</sup>

O seu carácter é considerado oposto ao *“do Algarvio do litoral, o Monchicano fala alto, ri, canta,”* e *“junto às casas, nas eiras ou nos campos, nas fiadas do linho, nas descascas do milho ou nas cremeias da lã, a cada momento se desgarram as mulheres a cantar”*<sup>30</sup>.



Fig.7-Termas de Monchique. Banho, foto de 1880.

Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva- Memo-rias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p. 21.



Fig.8-Vista de Monchique, publicada na revista Ocidente em 1888.

Fonte: COSTA, Alexandre [et al.] - 1755-Terramoto no Algarve. Faro : Centro de ciência viva, 2005. p. 70.

<sup>29</sup> COSTA, Américo - Vila de Monchique. In Dicionário Chorografico de Portugal Continental e Insular; Vila do Conde : Tipografia privativa do dicionario chorografico Azurara, 1943.vol.VIII. p.203-208.

<sup>30</sup> GASCO, José António - Subsidios para a monografia de Monchique. 2ª ed. Fac-similada. Faro: Algarve em Foco Editora, 1993. p.88-91.

Entre o século XVIII e a década de cinquenta, observam-se algumas alterações da paisagem da Serra de Monchique, da comparação das descrições de vários autores, deparamo-nos com o desaparecimento dos vinhedos atacados pelo mildio e pela phylloxera. Constata-se ainda, *“que os terraços não são mencionados como sendo usados pelos agricultores, o que leva a crer que a exploração agrícola se restringiria principalmente aos vales.”*<sup>31</sup> Embora a agricultura em terraços existisse há muito, até então era pouco importante e em pequeno número. Prova da existência anterior dos terraços indique-se uma proibição de 1793, que interditava à população de retirar pedras dos muros e valados.

A importância dos terraços na exploração agrícola, dá-se no século XIX, quando grande parte da floresta de castanheiros é arruinada pela doença da tinta, segundo é contado por pedreiros do Algarve, seus familiares tinham vindo do Minho, onde as técnicas da construção em terraços é antiga.<sup>31</sup> A procura pelos proprietários de novos modos de rentabilizar as suas terras, face ao desaparecimento da madeira, estará na origem do ganho em área cultivadas, talvez numa maior ocupação dos terrenos mais elevados. O trabalho da terra não é feito na sua grande maioria pelos seus donos (moradores em Monchique e Lisboa), mas sim por famílias de meeiros.

A expansão da construção em socalcos, ocorreu entre os anos vinte até à década de sessenta, os custos destas construções viu-se rapidamente amortizado pelo rápido aumento dos produtos agrícolas em resultado das duas guerras mundiais e da crise de alimentos <sup>31</sup>, esta terá sido mesmo uma época de ouro da agricultura de Monchique.



Fig.9-Mercado de Monchique. Postal de 1975.



Fig.10-Desde 1860, que Monchique produzia vime para o mercado exterior. Cesteiro de Monchique, postal de 1960.



Fig.11-As vastas áreas em patamares, que se observam na Serra de Monchique, são hoje os únicos testemunhos da área agrícola explorada no passado.

<sup>31</sup> TELO, Américo - Da economia agrícola de Monchique alguns elementos da sua evolução até ao século XX. In *I Jornadas de Monchique-Actas* (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda., 2000. p.142-143.

A agricultura era um excelente investimento, plantava-se batata e abóboras, na primavera seguia-se o milho e o feijão, no Inverno cultivava-se vegetais e forragens, as couves plantavam-se todo o ano. Tanto o litoral Algarvio, o Alentejo, como os mercados de Lisboa careciam da produção desta região.

Além dos rendimentos obtidos com as produções atrás mencionadas, também os lucros da tiragem da cortiça, da destila do medronho, assim como da venda do carvão permitiam adquirir no exterior, os produtos que não abundavam na Serra, como por exemplo o peixe de Portimão entre outros produtos.

A produção de cortiça é até à década de cinquenta, e provavelmente ainda nos dias de hoje, uma das actividades económicas mais relevantes, uma vez que quase um terço dos sobreiros do Algarve crescia neste concelho<sup>32</sup>.

Segue-se a decadência da economia rural, quando os empresários partem para investir noutros lugares, consequências de uma economia de mercado, os custos de produção em terraços torna-se inviável quando comparados com os baixos custos da produção mecanizada e modernização agrícola no litoral. Consequentemente os homens e mulheres emigram, passando a trabalhar na construção civil e na produção agrícola intensiva no litoral, situação que ocorre desde o início do século XX.

As terras são abandonadas por falta de mão-de-obra, e a nova actividade económica escolhida é a produção de madeira e a florestação da serra com espécies como o eucalipto, que garante um rápido retorno do investimento em poucos anos.

Esta cultura rapidamente domina a flora local, alterando para sempre o aspecto da região. A exploração das terras passa a ser dos proprietários (68%), meeiros e arrendatários (22%)<sup>32</sup>.

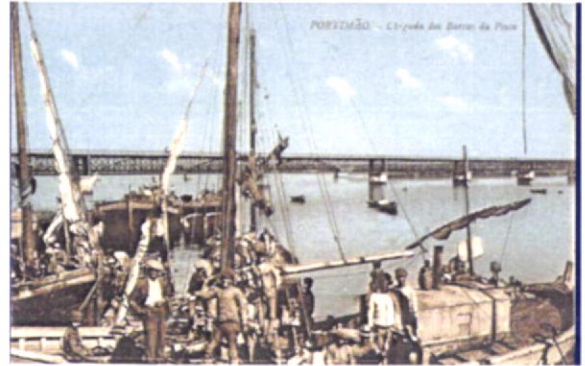


Fig.12-Porto de Portimão, um dos pontos de escoamento dos produtos de Monchique. Postal de 1910.



Fig.13-Exemplo dos meios utilizados para o transporte da cortiça. S.Brás de Alportel, foto de1937 . MARQUES, Maria da G. M. - O ALGARVE da antiguidade aos nossos dias. Faro : Gabinete do planeamento da Região do Algarve, 1976. p. 541

<sup>32</sup> TELO, Américo - Da economia agrícola de Monchique alguns elementos da sua evolução até ao século XX. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.145-148.



No século XX, já a partir da década de sessenta a economia local vira-se para a pequena e média empresa florestal, esta mudança justifica-se pelo desaparecimento da actividade agrícola e pela pequena dimensão das parcelas.

A par da produção florestal, (para madeira e principalmente para pasta de papel), onde foram investidas vastas somas dos fundos comunitários desde 1987, surge secundariamente a criação de carne suína como actividade económica rentável. Actualmente a produção de carne suína, conta na serra de Monchique com o maior número de suiniculturas do Algarve.

Comparativamente com os anos anteriores, constata-se uma diminuição significativa da população residente, sendo Marmelete o caso mais grave de desertificação. A falta de oportunidades de emprego contribui para o forte abandono das famílias jovens, enquanto que as gerações de maior idade, pelo apego que têm as suas terras, ficam para trás. Os dados demográficos existentes (Gráfico 1) são alarmantes, demonstram que a tendência de decréscimo populacional evidenciada na década de setenta, se tem agravado nos anos oitenta e seguintes, para se deparar na actualidade com uma forte desertificação da população.

Quanto à evolução da construção civil na região (Gráfico 2), também se observa uma tendência para a diminuição, em termos globais este fenómeno só é parcialmente compensado com o aumento de edifícios nas Caldas de Monchique, Meia Viana, Monchique e Nave. No entanto, os dados populacionais do concelho<sup>33,34</sup>, apontam para o facto destas novas habitações, corresponderem ao surgimento de casas de segunda habitação destinada a uma ocupação sazonal, e não a uma inversão das tendências de desertificação populacional.

### **2.1.6 - Evolução da construção**

O estudo das referências bibliográficas que os diversos autores recolheram no passado histórico da Serra de Monchique<sup>33,34</sup>, e que atrás se fez menção, infelizmente não são reveladoras dos hábitos construtivos utilizados pela população, no entanto, os dados demográficos existentes desde 1732 permitem correlacionar a evolução demográfica com o crescimento habitacional nas freguesias de Alferce, Marmelete e Monchique.

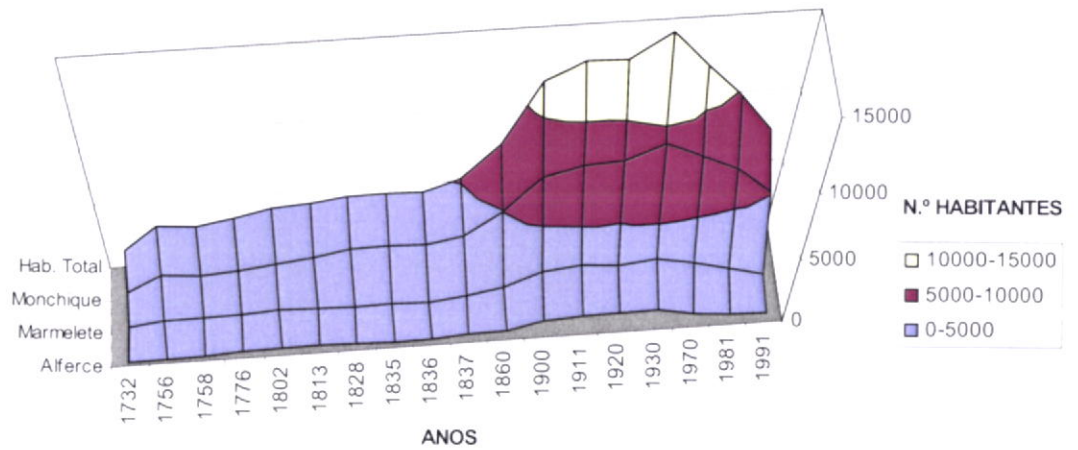
---

<sup>33</sup> GASCO, José António - Subsídios para a monografia de Monchique (2ª ed.Fac-similada). Faro : Algarve em Foco Editora, 1993, p. 313-314.

<sup>34</sup> GABINETE DE ESTUDOS E PROJECTOS, Lda. - Câmara Municipal de Monchique/Plano Director Municipal. Lisboa : GITAP, 2000. vol. 4.

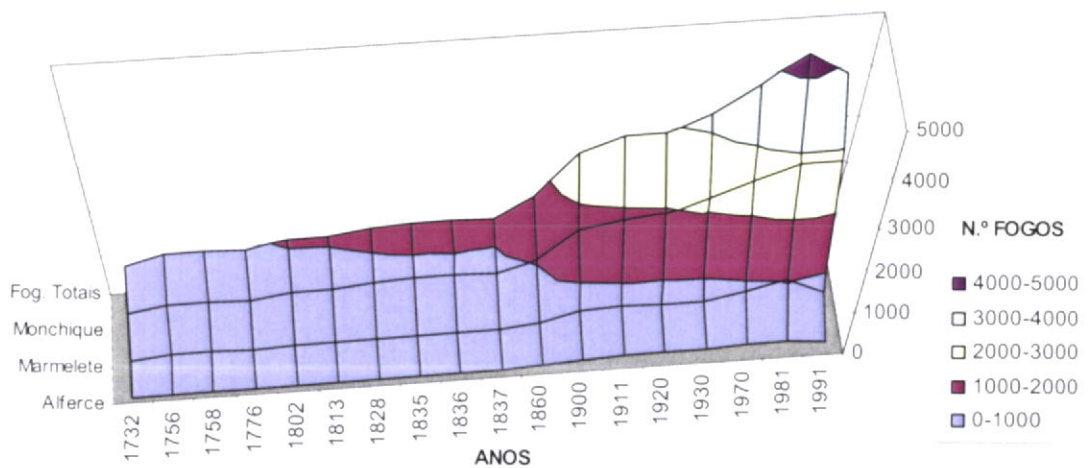
Toda a informação foi convenientemente convertida em três gráficos de superfície, que representam a evolução do número de fogos, evolução da população e do número de habitantes por fogo. Embora existam alguns anos para os quais não se dispõe de informação, os dados disponíveis permitem algumas ilações.

**Gráfico 1-Dados demográficos do n.º de habitantes  
Alferce / Marmeleite / Monchique entre 1732-1991**



Nota: Foi considerada uma progressão linear para os anos em que não existiam censos. Este foi o caso do ano de 1776 e 1813.

**Gráfico 2-Dados demográficos do n.º de fogos  
Alferce / Marmeleite / Monchique entre 1732-1991**



Nota: Foi considerada uma progressão linear para os anos em que não existiam censos. Este foi o caso do ano de 1813 e 1970.

Do estudo destes dados, destacam-se quatro intervalos temporais que correspondem a patamares distintos da actividade construtiva no concelho. Desta análise observa-se uma relação directa entre a progressão da construção civil e a relação socio-económica dos seguintes períodos:

- No período compreendido entre 1732 e 1837, a construção de novos fogos é feita a um ritmo muito lento, observa-se uma relação directa entre a fraca evolução populacional e a construção civil.

Durante este período, embora Monchique acompanhe as tendências de crescimento demográfico do resto do Algarve, este crescimento não é sustentável em termos económicos. O comércio da madeira constituía a actividade mais rentável e com maior peso na balança comercial da região.

Apesar de não se observar um decréscimo do número de fogos, nem do número de habitantes, após a ocorrência do grande sismo de 1755, é visível que resultou um período de estagnação na construção de fogos nos 6 anos seguintes.

- Entre os anos de 1837 e 1911, a freguesia de Monchique verifica um fortíssimo crescimento do número de casas, relacionado com o rápido crescimento populacional, que aumenta para mais do dobro. Corresponde a um período de forte desenvolvimento da actividade comercial com os mercados do Algarve, em especial Lagos, Portimão e Silves, para onde se escoavam os produtos hortícolas. Esta tendência de crescimento também se observa para as freguesias de Alferce e Marmelete, mas em muito menor índice.

Este período de desenvolvimento socio-económico surge com a exploração agrícola em terraços, em alternativa ao comércio da madeira, quando da ruína de grande parte da floresta de castanheiros pela doença da tinta.

- À actividade agrícola na Serra de Monchique revelar-se-ia bastante rentável até à ocorrência da modernização da agricultura no litoral Algarvio, onde se cultivava em parcelas maiores e com a ajuda de máquinas.

No início do século XX, entre 1911 e 1920, constata-se um novo período de estagnação da construção civil, que coincide com um período de paragem do crescimento da população, mantendo-se praticamente o mesmo número de fogos durante estes 9 anos. A exploração agrícola torna-se pouco rentável, quando comparada com as modernas explorações do litoral, maiores mais mecanizadas e com custos de produção mais baixos.

- Entre 1920 e 1991, observa-se um período inicial de forte incremento da população até 1930, altura em que é atingido o máximo na população do concelho. A seguir a esta data, vê-se quebrada a relação de reciprocidade existente entre a evolução populacional e o aumento do número de fogos que se observava até então.

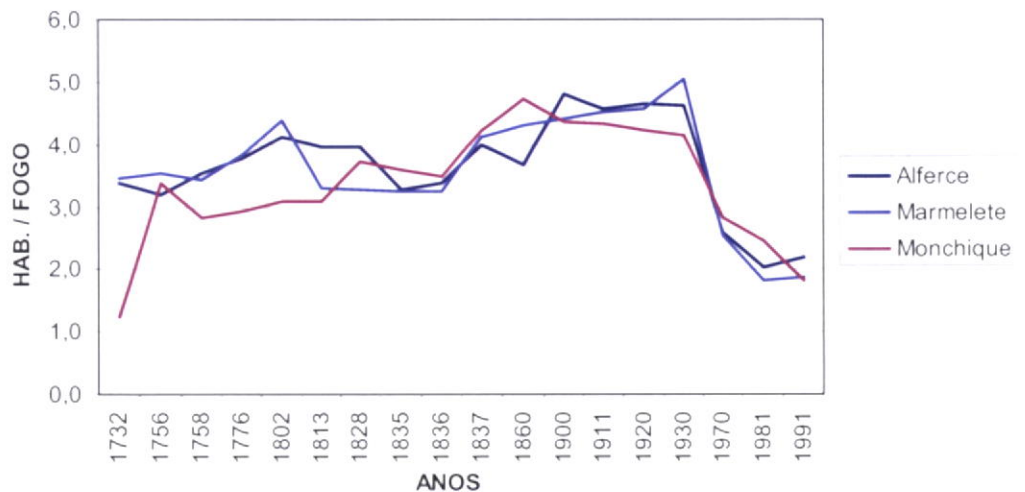
Embora neste período se atinja o maior número de fogos na região, a Serra de Monchique depara-se com grandes problemas de desertificação populacional, iniciando-se um fortíssimo movimento migratório de abandono da Serra de Monchique a partir de 1930.

Com o fim da agricultura, ocorre uma profunda transformação da imagem da Serra. A vegetação natural e as pequenas courelas cultivadas em grande número, são substituídas pela plantação de eucalipto em grandes áreas, para produção da pasta de papel e de alguma madeira.

A par da produção florestal, mas num lugar secundário a criação de carne suína constituem as únicas actividades económicas rentáveis, razão pela qual ainda persistem na região.

Por observação da progressão gráfica, estima-se que no ano de 1970, se tenha atingido o número máximo de fogos construídos, em oposição à mais baixa taxa de habitantes/fogo, (+/-2) o que demonstra que o crescimento habitacional se terá passado a fazer sem existir uma necessidade real de habitações para residência.

**Gráfico 3-Relação de habitantes por fogo  
Alferce / Marmelete / Monchique entre 1732-1991**



Nota: Foi considerada uma progressão linear para os anos em que não existiam censos.  
Este foi o caso do ano de 1776, 1813 e 1970.

Entre 1732 e 1836, regista-se o facto do tamanho médio de uma família ser muito pequeno não chegando a quatro indivíduos, valor que só será ultrapassado pela população entre os anos de 1836 e 1970.

Depois de 1970, iniciasse o abandono da região pela população, passando esta média abruptamente para dois habitantes por fogo, o que demonstra o forte abandono a que as habitações ficaram sujeitas desde então.



Fig. 14-Vista parcial de Monchique.  
Postal de 1950.



Fig. 15-Vista parcial de Monchique.  
Postal de 1950.

No caso da Serra de Monchique, acredita-se que esta tendência tenha sido ainda mais agravada, recentemente pela ocorrência dos incêndios de Agosto e Outubro de 2003 e de Agosto de 2004, em que muitas famílias perderam os seus bens, e os seus meios de rendimento. A problemática da desertificação populacional das regiões do interior, é um problema que não se afigura de fácil resolução, nem que tenha ainda mobilizado a necessária atenção do Governo, não só pelos problemas que incute nos centros urbanos que assim vêm aumentadas as suas populações e os problemas sociais, como também pela perda do património produtivo e cultural.

Dir-se-ia património produtivo, porque foram precisas várias décadas de investimento para transformar terrenos outrora inadequados à agricultura em terrenos produtivos, onde houve todo um processo de conquista, que foi necessariamente percorrido, e que presentemente se perde. Perde-se também uma importante capacidade produtiva primária da sociedade, que constitui também ela património de Portugal coloca-se em risco a capacidade de auto-suficiência do país.

Também património cultural, porque o desaparecimento das gerações mais antigas vai encerrar para sempre tradições culturais e saberes que são particulares daqueles lugares. Não se atribui valor aquilo que não se conhece. Estas são algumas das razões, que levam a que hoje o património construído, e a arquitectura de terra em especial se deparem com um rápido desaparecimento, resultado do contínuo abandono destas construções.

## 2.2 - Clima

Em termos meteorológicos, esta região caracteriza-se pela coexistência de duas regiões climatológicas distintas<sup>35</sup>, que resultam das características morfológicas da formação montanhosa em que se insere.

Nas cotas menos elevadas, existe uma região de clima temperado, com valores elevados de humidade e calor, favorecendo a agricultura e o desenvolvimento da vegetação. Aqui, os Verões são amenizados pelas elevadas cotas a que se localiza toda a região. Os Invernos são marcados por chuvas intensas e nevoeiros frequentes, isto deve-se ao facto dos ventos predominantes, provirem do oceano e apresentarem uma elevada humidade, estas massas de ar ao entrarem pela costa em direcção à serra de Monchique deparam com uma barreira topográfica natural, constituída por serras e montes, que obrigam a uma subida desta massa de ar, o que origina a ocorrência de fenómenos de condensação e precipitação durante este período do ano.

Existe ainda uma segunda região de clima subalpino, que se restringe às cotas mais altas da região, e que se limita aos cumes da Fóia e da Picota, onde ocorre frequentemente nevoeiros persistentes, queda de granizo e ainda ocasionalmente fortes nevões nos Invernos mais rigorosos.

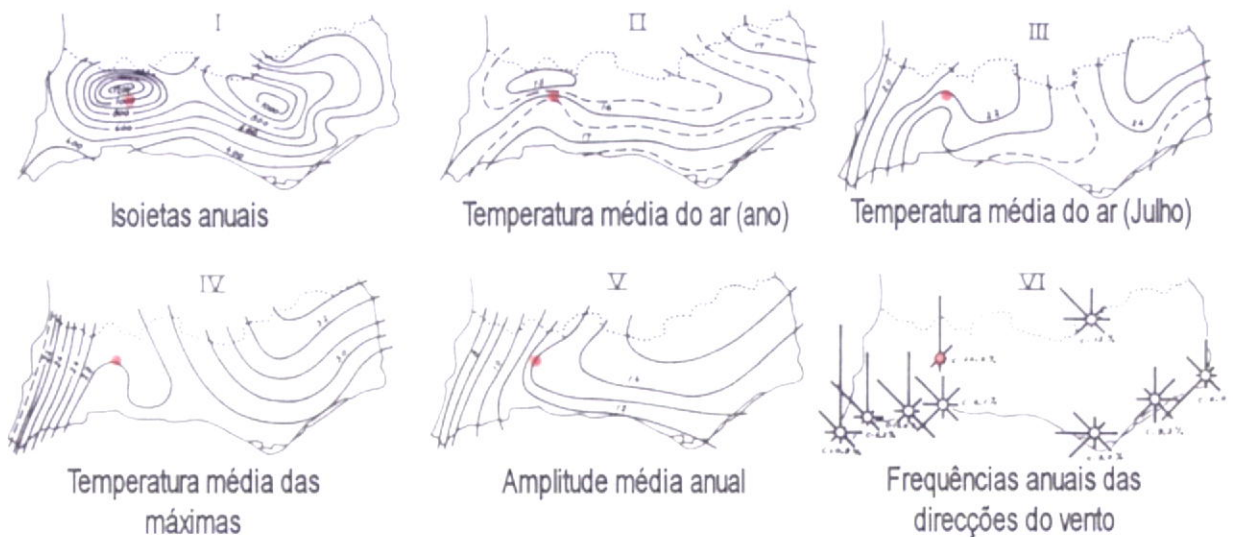


Fig.16-Valores climáticos do Algarve: I-Isoietas anuais (mm); II-Temperatura média do ar (ano) (°C); III-Temperatura média do ar (julho) (°C); IV-Temperatura média das máximas, em julho (°C); V-Amplitude média anual (°C); VI-Frequências anuais das direcções do vento (%). (extraído de Mariano Feio, 1951).

Fonte: CAVACO, Carminda - *O Algarve Oriental – As vilas, o campo e o mar*. Faro : Gabinete do planeamento da Região do Algarve, 1976. p.15.

<sup>35</sup> GASCO, José António - *Subsídios para a monografia de Monchique*. 2ª ed. Fac-similada. Faro: Algarve em Foco Editora, 1993. p.138-139

De um modo geral, o clima da Serra de Monchique distingue-se do resto do Algarve pelos seus Verões amenos e Invernos chuvosos, caracterizando-se pelos seguintes valores (Fig.16) <sup>36,37</sup>:

- Precipitação anual entre 800 a1200mm, uma das mais altas do Algarve.
- Humidade relativa do ar que pode variar ente 58 e 91%.
- Temperatura média anual do ar variável entre 12 e 17°C, com máximas anuais de 42°C durante o verão e mínimas de -6°C em Inverno.
- Uma amplitude térmica média anual de 12 a 14°C.
- Ventos fortes de ocorrência regular no Inverno, predominantes nas direcções Norte e Noroeste.

---

<sup>36</sup> FARIA. J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p.37-91

<sup>37</sup> CUNHA. Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo apresentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.

### 2.3 - Geologia da região

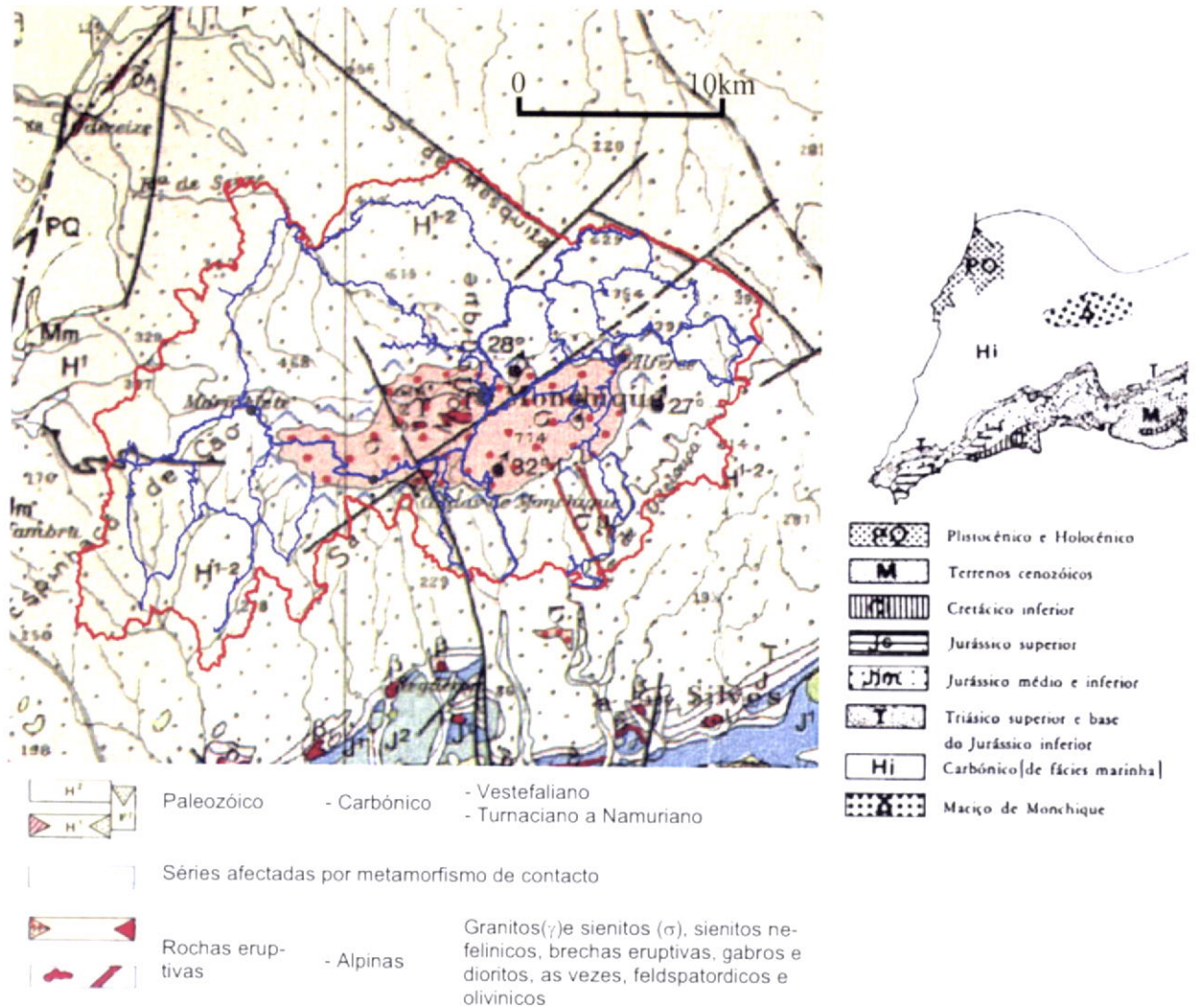


Fig.17-Carta geológica da região, a vermelho a delimitação do concelho e a azul a rede viária. Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - Carta de solos de Portugal Esc.1/1.000.000. Lisboa : Serviços de reconhecimento e de ordenamento agrário, 1968 (imagem à esquerda); CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve. Faro : Ministério da agricultura e pescas e alimentação, 1989. p. 27(imagem à direita);

Em termos geológicos, encontram-se no local de estudo, duas zonas petrográficas predominantes<sup>38</sup>.

- A zona mais extensa data do período Carbónico e é geologicamente idêntica à que existente na maior parte da região Algarvia, nela predominam essencialmente os xistos e grauaques, de natureza sedimentar, ligeiramente metamorfisados. É nesta área do concelho onde predominam as construções em terra, devido as boas características dos solos para se construir em taipa.

<sup>38</sup> CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo aprentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.



- Localizado bem no centro do concelho, encontra-se o maciço eruptivo da Serra de Monchique, de constituição mais recente que as formações envolventes. *“Este afloramento rochoso é composto principalmente por sienito nefelínico (95%), brechas eruptivas (4.5%) e rochas básicas (0.5%). Em termos de composição química, existem neste local, dois tipos de sienito, o foiaito e o pulasquito.”*<sup>39</sup> Sendo a maior parte do maciço composto por foiaito, uma rocha de grão grosseiro a médio, e a restante, por pulasquito uma rocha de granulométrica mais fina.

*“As brechas, encontram-se sobretudo em zonas depressivas e relativamente fracturadas mas próximas dos limites do maciço. Existem ainda quatro afloramentos de rochas básicas, nas zonas marginais ao maciço e ainda na próxima das Caldas de Monchique.”*<sup>39</sup>

*“Na zona envolvente ao maciço, mais concretamente na superfície de contacto, encontram-se ainda várias rochas metamórficas. Destas destacam-se as corneanas, uma rocha bastante dura de cor negra.”*<sup>39</sup>

As características morfológicas mais relevantes consistem na existência de três alinhamentos de falhas geológica na região (Fig.17 e 19).

- A linha de fractura Bordeira-Aljezur-Odeceixe com a direcção do afloramento do Miocénico marino, com direcção Norte-Sul e de vários vales, tais como parte da ribeira de Aljezur.

- Uma linha de fractura entre S.Teotónio-S.Marcos da Serra-S.Bartolomeu de Messines, que é coincide em grande parte com a delimitação norte do concelho de Monchique com Odemira.

- A fractura de Senhora do Verde-Monchique, cuja implantação geográfica coincide com o caminho municipal da Ribeira das Canas e com a linha de água que lhe dá nome.

<sup>39</sup> ÁGUAS, Ana Sofia. - A serra de Monchique e as suas rochas. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã: Tipografia Lousanense Lda, 2000. p. 57-59.

## 2.4 - Caracterização sísmica da região

A observação da actividade macro sísmica do continente enquadra o Algarve na zona de risco mais elevado. No caso do concelho de Monchique, estima-se que a maior intensidade sísmica registada neste local, tenha sido de grau IX (escala de Mercalli) em resultado do sismo de 1755 (Fig.19 lateral e inferior).

Esta maior perigosidade deve-se à ocorrência de sismos catastróficos que muito afectaram a região no passado. Mas também, pela frequente existência de actividade sísmica em três regiões sismogénicas muito próximas, (AL) Algarve, (GO) Goringe e (MA) Margem Alentejana (Fig.18).

Este panorama sísmico, resulta do enquadramento tectónico de Portugal, do qual se destaca um maior risco sísmico da região do Algarve, em resultado da proximidade com a zona de confluência de três placas, a falha Açores-Gibraltar (FAG) que corresponde à fronteira entre as placas Euro-asiática e Africana e a oeste pela falha dorsal do oceano Atlântico (fig.19 Topo).<sup>40</sup> O movimento das placas caracteriza-se pelo deslocamento para Norte da Placa Africana e pelo movimento divergente de direcção E-W na dorsal Atlântica. Na zona mais ocidental da fractura Açores-Gibraltar (FAG), encontra-se a junção tripla dos Açores e a Sudeste da ilha de S. Miguel a fractura toma uma direcção E-W, com movimento de desligamento sendo conhecida por Falha da Glória (FG). Um pouco mais para oriente, na zona do Banco de Goringe, o movimento de desligamento passa a cavalgamento da placa Euro-asiática sobre a placa Africana. Para oriente abandona-se o domínio oceânico e entra-se no domínio continental com convergência continente-continente (Fig.19 topo)<sup>40</sup>. Na zona mais ocidental da fractura Açores-Gibraltar, na junção tripla dos Açores, a sismicidade que se faz sentir está relacionada quer com o vulcanismo quer com a movimentação interplacas. Na zona de cavalgamento (a oriente do Banco de Goringe) a sismicidade é difusa, não delimitando bem uma zona de fronteira, evidenciando um mecanismo complexo de fronteira de placas.

No interior do território continental são também identificadas falhas activas, algumas com extensão para o mar, e que correspondem a zonas de geração sísmica importante, nomeadamente a falha do Vale Inferior do Tejo (T), a falha de Portimão, a falha de Loulé, a falha de Nazaré (N) e a falha da Vilariça-Alentejo (V) (Fig.19 topo e canto inferior).<sup>41</sup>



Fig.18-Regiões sismogénicas na vizinhança do Algarve.

Fonte: AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.105.

<sup>40</sup> AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999.p.105.

<sup>41</sup> SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via [www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF](http://www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF)] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

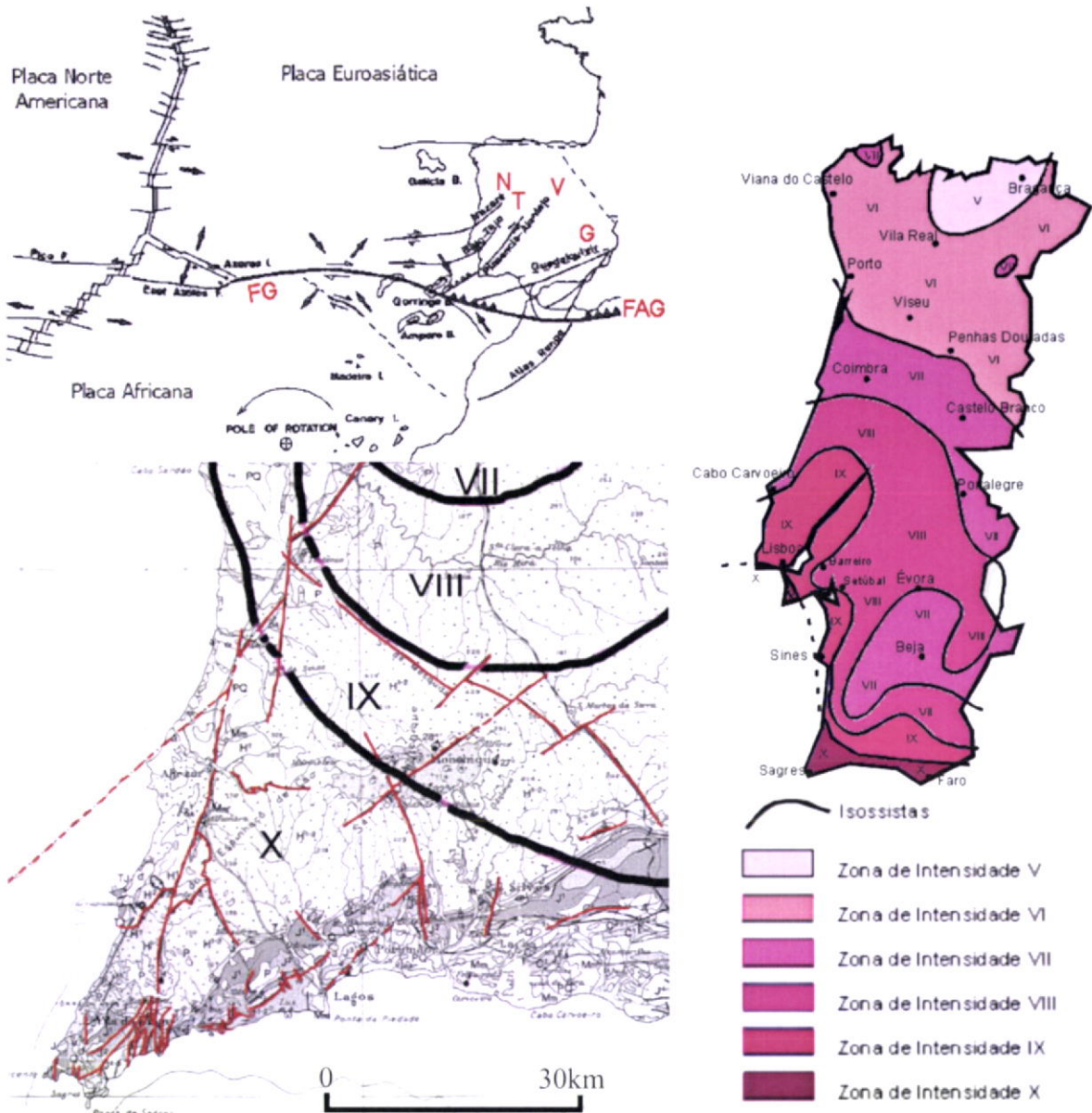


Fig.19-Localização das placas tectónicas responsáveis pela actividade sísmica do Algarve. (FG) Falha Gloria; (FAG) Açores-Gibraltar; (G) Gualdalquivir; (V) Vilariça-Alentejo;(T) Vale inferior do Tejo; (N) Nazaré (topo).

Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal (escala de Mercalli modificada); onde se observam valores de intensidade elevada para o Algarve e para a região de Lisboa até Benavente (direita). Carta de solos com localização das fracturas geológicas (a vermelho) e delimitação das zonas de máxima intensidade sísmica (canto inferior).

Fonte: Departamento de estruturas do LNEC. *Localização das placas tectónicas responsáveis pela actividade sísmica do Algarve* [[http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/mede\\_sismo.html](http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/mede_sismo.html)] (2005/4/18) (imagem em topo); Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. *Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal* [<http://www.spes-sismica.org/p1755.htm>] (2004/10/1), (imagem à direita); SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - *Carta de solos de Portugal Esc.1/1.000.000*. Lisboa : Serviços de reconhecimento e de ordenamento agrário, 1968 (imagem à esquerda)

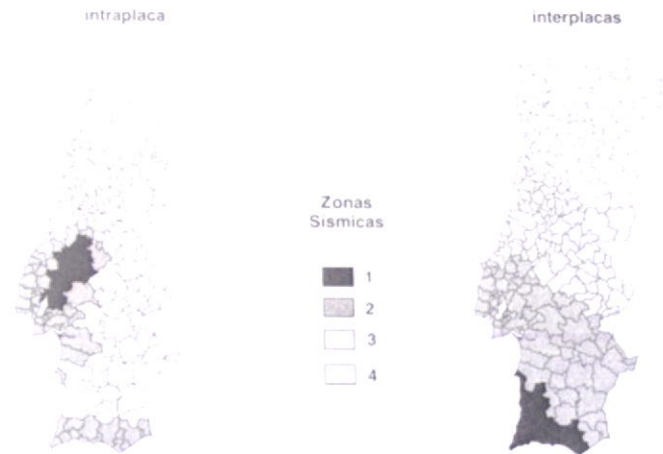


Fig.20-Zonamento sísmico consistente com a casualidade sísmica (zonas mais escuras correspondem a risco sísmico mais elevado).

Fonte: OLIVEIRA, Carlos [et al.] - Contribuição para a revisão da acção sísmica em Portugal Continental no contexto do Eurocódigo 8. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.160.

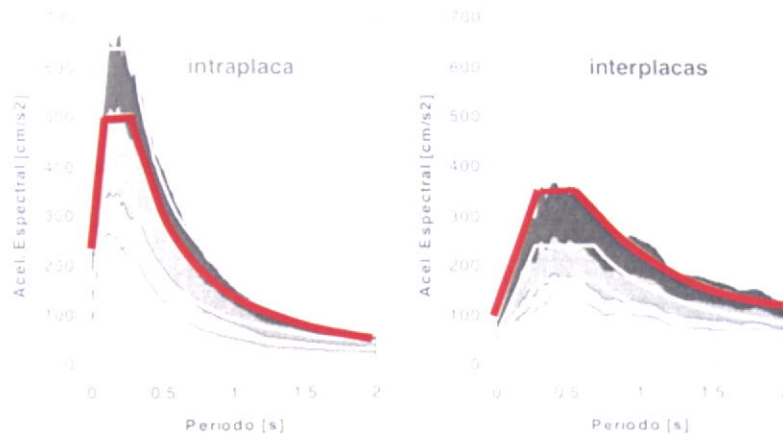


Fig.21-Envoltura superior dos URSs e espectros de resposta elástica ajustados para período de retorno de 975 anos. A vermelho os resultados para zonas sísmicas idênticas à Serra de Monchique.

Fonte: OLIVEIRA, Carlos [et al.] - Contribuição para a revisão da acção sísmica em Portugal Continental no contexto do Eurocódigo 8. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.161.

A actividade sísmica do território português resulta assim de fenómenos interplacas e de fenómenos localizados no interior da placa (sísmica intraplacas). Estes dois tipos de sismos diferenciam-se por, no primeiro caso originarem-se sismos de magnitude elevada, enquanto que para o segundo caso originar uma sísmica baixa a moderada.<sup>42</sup> Devido à diferente tipologia sísmica destes dois casos, o actual Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes de 1983, contempla dois cenários de acções sísmicas a ter em conta quando se projecta.

<sup>42</sup> OLIVEIRA, Carlos [et al.] - Contribuição para a revisão da acção sísmica em Portugal Continental no contexto do Eurocódigo 8. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. [156-162].

O primeiro é representativo dos sismos de magnitude moderada, a pequena distância focal, com conteúdo de frequências elevadas e de curta duração (acção sísmica do tipo 1) e o segundo é representativo de sismos de maior magnitude, a maior distancia focal e com conteúdo de frequências mais baixas e de longa duração (acção sísmica do tipo 2) (Fig.21).

### a) Principais sismos históricos

Neste contexto, os sismos de origem interplacas que mais afectaram o Algarve ocorreram nas proximidades do Banco de Gorringe, respectivamente:

- Em 1 de Novembro de 1755, quando ocorreu o sismo mais destruidor da história de Portugal, com uma magnitude estimada em 8.75. Em termos destrutivos em Monchique atingiu o grau IX na escala de Mercalli. Este abalo chegou a ser considerado um dos mais energéticos de todo o globo.<sup>43</sup> Foi sentido em toda a Península Ibérica, onde causam milhares de mortes. Provocou ainda estragos em vários países da Europa e da África. As regiões mais danificadas foram a do Algarve e a de Lisboa, onde provocou estragos muito importantes. Além disso originou o maior tsunami que atingiu a costa portuguesa, tendo-se feito sentir em maior grau no Algarve e em Lisboa, e em menor grau ao longo da costa ocidental até Peniche (Fig.23).

Quadro 1-Diferenciação entre a Escala Modificada de Mercalli e Escala de Richter

Graus de intensidade	Escala Modificada de Mercalli (MK)		Escala de Richter	
	Designação	Efeitos	Magnitude	Efeitos
I	Imperceptível	Não é sentido pelas pessoas. Apenas detectado pelos sismógrafos.	2,5	Em geral não é sentido pelas pessoas, mas detectado pelos sismógrafos
II	Muito fraco	Sentido nos andares superiores dos edifícios		
III	Fraco	Sentido por um pequeno número de habitantes, no solo e nos prédios.	3,5	Sentido por muita gente.
IV	Médio	Abalo perceptível pela maioria das pessoas. Nota-se a vibração de portas e janelas e das loiças dentro dos armários		
V	Pouco forte	Sentido por toda a população. Os objectos caem.	4,5	Pode produzir pequenos danos locais.
VI	Forte	Sismo sentido por todas as pessoas, que entram em pânico, sinos tocam.		
VII	Muito forte	Pânico na população. As pessoas têm dificuldade em permanecer em pé durante o abalo. Queda de chaminés.	6,0	Terramoto destrutivo.
VIII	Ruidoso	Danos acentuados em construções sólidas. Caiem campanários e chaminés de fábricas.		
IX	Desastroso	Desmoronamento de alguns edifícios. Ruptura de canalizações.	7	Terramoto importante
X	Muito desastroso	Destruição da maior parte dos edifícios. Ruptura de estradas, barragens e vias-féreas.		
XI	Catastrófico	Destruição da quase totalidade dos edifícios e estruturas	8,0 ou maior	Grande terramoto
XII	Cataclismo	Destruição total e topografia alterada.		

Fonte: Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal [<http://www.spes-sismica.org/Escalas/pMMI.pdf>] (2004/10/1)

<sup>43</sup> SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

Embora durante muitos anos a origem deste evento tenha sido atribuída ao Banco de Gorringe, estudos recentes apontam para movimentos simultâneos em estruturas geológicas bastante mais próximas do continente, como a falha do Marquês de Pombal.

- Em 28 de Fevereiro de 1969, tendo por origem o também o banco de Gorringe fez-se sentir um sismo que abalou novamente todo o País, causando prejuízos consideráveis no sul do continente desde o Cabo de S. Vicente até Castro Marim e na zona costeira ocidental até Setúbal. No Algarve registou-se uma intensidade média de VII (Fig.25).

Os sismos locais, originados no interior da própria tectónica do território, embora apresentem intensidade mais reduzida, geralmente devido à proximidade a vibração vertical resultante da força sísmica é mais elevada, comparativamente com os casos de sismos interplacas, o que os torna especialmente destrutivos para as construções imediatamente próximas. Os sismos intraplacas, mais sentidos no Sul do País, foram:

- Os sismos de Novembro de 1587 e de 12 de Janeiro de 1856. Este último, teve como origem provável a falha de Loulé, tendo provocado grandes estragos no sotavento algarvio, em particular em Loulé, Tavira e Faro.

- E ainda o sismo de 27 de Dezembro de 1722, de origem no mar próximo de Tavira, que provocou grandes estragos materiais e humanos desde o Cabo de S. Vicente a Castro Marim, tendo arrasado a cidade de Loulé (Fig.22).<sup>44</sup>



Fig.22-Isossistas do terramoto de 1722, segundo Moreira. (1984)

Fig.23-Isossistas do terramoto de 1755, segundo Moreira. (1984)

Fig.24-Isossistas do terramoto de 1885, segundo Moreira. (1984)

Fig.25-Isossistas do terramoto de 1969, segundo Moreira. (1984)

Fonte: Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Sismicidade Histórica [<http://www.spes-sismica.org/pSismHist.htm>] (2005/4/18)

<sup>44</sup> SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCEM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

**Quadro 2-Graus de intensidade máxima sentidos em Monchique, por acção dos sismos históricos**

Sismos	1722	1755	1885	1969
Grau de intensidade (Mercalli)	VI	IX	VII	VII

Fonte: Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Sismicidade Histórica [<http://www.spes-sismica.org/pSismHist.htm>] (2005/4/18)

**a.1) Danos registados, em resultado dos sismos de 1755 e 1969**

**a.1.1) Sismos de 1 de Novembro de 1755**

O terramoto de 1755 foi a maior catástrofe natural que há memória na região Algarvia, os registos históricos referem que o Barlavento Algarvio foi praticamente todo destruído e que no Sotavento apesar de ter sofrido menor destruição, também ocorreram danos graves nas localidades litorais. O concelho de Monchique, contrariamente ao que sucedeu no lado Ocidental do Algarve, não se viu seriamente afectado. As respostas ao inquérito nacional, constituído por três questionários, enviados a todas as paróquias pelo então primeiro-ministro Marquês de Pombal, são disso testemunho.

As “*Memórias Paroquias*” de Monchique, redigidas pelo Padre António de Figueiredo Aragão, em 3 de Agosto de 1758, informam que do “*terramoto de 1 de Novembro de 1755, foi a igreja deste lugar barbaramente arruinada, caindo a abobada da Capela Mor a Tribuna e a Torre e Sacristia da mesma, e arruinou com a sua caída muita parte dos seus telhados, mas em parte já se acha reparada, e nela se fazem já os Ofícios Divinos e só se estão para fazerem a torre e sacristia. O convento dos religiosos terceiros lhe caiu parte das abóbadas da Igreja e Capela Mor, os campanários, sinos e frontispício em cujas ruínas morreram duas pessoas, ficando algumas mais feridas e entulhadas e ainda juntamente uma parte do Dormitório e claustros e casas do comum ficando tudo o mais arruinado e os muros todos por terra. Padeceram também ruínas as Ermidas de São João, São Pedro, Santo André, Santa Brígida e São Sebastião, em cujo reparo se está actualmente cuidando e ainda que caíram várias casas deste povo e freguesia contudo se acham já quase todas reparadas.*”<sup>45</sup>

A intensidade sísmica que se estima que tenha assolado este local é de graus IX (MK).

Também em resposta ao inquérito, Silva Lopes<sup>46</sup> escreve em 1758, que em Monchique “*O mosteiro de frades da terceira Ordem de S.Francisco, fundado em 1631 e designado por mosteiro da Nossa Senhora do Desterro está hoje completamente abandonado. Pelo terramoto ficaram rachadas a maior parte das casas, a igreja matriz muito arruinada, e de todo arrasada a do convento, morreram só três pessoas.*”<sup>46</sup>

<sup>45</sup> IANTT - *Dicionário Geográfico*, Lisboa : Freguesia de Monchique, 1758. Vol. 23, rolo 456 pp. 1411.

<sup>46</sup> COSTA, Alexandre [et al.] - *1755-Terramoto no Algarve*, Faro : Centro de ciência viva, 2005. p. 71.

É ainda dito que a “Igreja Paroquial padeceu grande ruína no terramoto, porém a maior, está reparada, algumas casas particulares estão também reparadas e outras estão no mesmo estado em que ficaram”<sup>47</sup>

“Tem-se reparado muitas casas, e formando outras que fazem hoje a vila grande, rica, e farta, menos mal calçada, posto que em ladeiras.”<sup>48</sup>

Confirmando estes estragos e relatando dos danos sofridos nas habitações do pequeno aglomerado na “Relaçam” (1756, fl.163), pode-se ler que “outro [convento] dos mesmos Padres Terceyros no Lugar de Monxique se arrazou totalmente. Semelhante foi neste Lugar o estrago da sua Parrochia, e de cincoenta moradas de cazas, com morte de trez pessoas.”<sup>49</sup>

Nas Caldas de Monchique o “terramoto não se sentiu rijamente neste sitio”<sup>50</sup>

Sobre Alferce (S.Romão) as Memórias paroquiais e Perreira de Sousa, referem que só “padeceu ruína a Paróquia, que no presente está reparada”

O grau de intensidade sísmica estimado foi de VIII.

Marmeleite (N.S.<sup>a</sup> da Encarnação) pouco sofreu com o terramoto, pois “padeceu esta freguesia e lugar mui pouca ruína, porque nas casas e paroquial se abriu somente umas pequenas fendas, que logo se repararam.”<sup>49</sup>

A intensidade sísmica local terá sido de grau VII.

Nestes relatos não são feitas indicações sobre o tipo de materiais usados na construção, existe uma única referencia sobre este tema em 1850 por Charles Bonnet, que refere que em Monchique “As suas construções são de alvenaria ordinária, em que empregam a sienite extraída na própria localidade e uma areia de grão médio, resultante da degradação da rocha eruptiva e extraída nos arredores de Monchique.”<sup>50</sup>

Do trabalho de campo de inventariação constatou-se também que aqui já foi frequente construir pequenas habitações em taipa negra e adobe. Construções que a população tem vindo a substituir ao longo dos anos, por casas novas em alvenaria de tijolo e betão armado. Existem por isso pouquíssimos testemunhos destas construções (Fig. 26 até 31).

<sup>47</sup> IANTT - Dicionário Geográfico, Lisboa : Freguesia de Monchique, 1758. Vol. 23, rolo 456 pp.1411.

<sup>48</sup> COSTA, Américo - Vila de Monchique. In Dicionário Chorografico de Portugal Continental e Insular: Vila do Conde : Tipografia privativa do dicionario chorografico Azurara, 1943. p.203-208. vol.VIII.

<sup>49</sup> COSTA, Alexandre [et al.] - 1755-Terramoto no Algarve, Faro : Centro de ciência viva, 2005. p. 71

<sup>50</sup> GASCO, José António - Subsídios para a monografia de Monchique (2ª ed.Fac-similada). Faro : Algarve em Foco Editora, 1993, p. 64-66.





Fig.26-Exemplo de parede exterior realizada em adobe. Monchique.



Fig.27-Vista de ruína de casa, executada em taipa negra. Monchique.



Fig.28-Exemplo de casa de taipa. Monchique.



Fig.29-Taipa com solo de granulometria uniforme que evidencia falta de seixo. Monchique.



Fig.30-Foto de 1955 e de 2005, edificação de nova casa no local de casa térrea realizada em taipa. Monchique.



Fig.31-Pormenor de construção em taipa. É aqui uma prática corrente de construção, o recurso à edificação com parede meia, assim designada por as paredes contíguas serem comum e pertencentes aos donos das duas casas contíguas. Monchique.

Embora os relatos das “*Memórias Paroquiais*”, não façam uma apreciação sobre o modo como se comportaram as construções de taipa face o grande terramoto de 1755, as informações recolhidas permitem retirar algumas ilações sobre esta questão se compararmos os danos registados em Faro, Silves, Albufeira, Loulé e Tavira e a natureza dos solos locais. Nestas localidades a tradição de construir em taipa, ter-se-á mantido até ao século passado, podendo-se encontrar ainda hoje um bom número de exemplos destas estruturas de taipa (Anexo I), o que leva a pressupor que à data de 1755 nestas mesmas localidades a taipa representaria muito provavelmente a quase totalidade das construções existentes.

Por outro lado sabe-se pela carta de solos que, os solos com pior aptidão para taipa podem ser encontrados em Faro (*Rg-regossolos psamíticos não calcários, normais; Vt-solos litólicos não-húmidos pouco insaturados normais de arenitos grosseiros; Assa-solos salinos de salinidade elevada de aluviões*), Portimão (*Sb-solos de baixas (coluviossolos) não calcários*) e Silves (*Cbc-Barros castanhos-avermelhados calcários não descarbonatados; Aac-aluviosolos modernos calcários; As-Solos salinos de salinidade moderada de aluviões*)<sup>51, 52</sup>.

Sendo de classe média os solos de Albufeira (*Ps-Planossolos (solos hidromórficos c/horz.eluvial)*), Tavira e Loulé (*Pc-solos calcários pardos dos climas de regime xérico normais de calcários não compactos; Vtc-solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de materiais calcários, normais de arenitos*)<sup>51, 52</sup>.

Os melhores solos são precisamente os de Monchique, e os compreendidos entre Aljezur e o lado norte de Silves, onde se podem encontrar solos argilosos com origem em xistos e grauvaques (*Vx-solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de materiais não calcários (de xisto ou grauvaques); Px-solos mediterrâneos pardos de materiais não calcários, normais*)<sup>51, 52</sup>.

Correlacionando estes dados com o facto da resistência da taipa depender directamente da aptidão dos solos, propõe-se como explicação para o elevado grau de destruição registado pelo sismo de 1755 a seguinte hipótese:

- Deverão existir factores geológicos e morfológicos, que influenciam regionalmente a Serra de Monchique e que terão contribuído para minimizar os danos nesta Região.

Uma vez que comparando os estragos ocorridos entre Aljezur (*Sr-solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de materiais não calcários*)<sup>51, 52</sup> e Monchique, geograficamente localizados à mesma distância do epicentro, Aljezur ficou completamente arruinada enquanto que Monchique não foi severamente afectado.

- Nas localidades de Albufeira, Loulé e Faro, locais onde ainda hoje se encontra um número considerável de edifícios de taipa, também a maioria das habitações terá sido destruída. Facto que poderá ser explicado pelo tipo do solo ali existente apresentar uma constituição muito mais fina e conseqüentemente com menor resistência da taipa.

<sup>51</sup> Classificação de solo de Portugal segundo o Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (S.R.O.A).

<sup>52</sup> AAVV - *Os solos do Algarve e as suas características-vista geral*. Faro : Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação-DGHEA, 1898. p.22-28.

Faro e Portimão apresentam exemplos de taipa de fraquíssima qualidade, onde se empregam solos de origem aluvionar e de deposição de vasas.

Por outro lado, encontram-se ainda hoje na capital Algarvia, exemplos de edifícios antigos, cuja constituição da taipa compreende entulho, cal e solo, provavelmente, o resultado da acção de reconstrução da cidade com recurso ao material de entulhos que resultaram da ruína das casas pelo sismo.

- Também para Portimão, onde os relatos históricos apontam para a destruição de 24% do património construído<sup>53</sup>, pode-se nos dias de hoje ainda observar algumas taipas negras de fraca resistência na zona ribeirinha mais antigas, o que aponta para a existência nessa localidade de taipas pouco resistentes, o que poderá explicar o grau de destruição registado.

- Embora os danos tenham sido menores no Sotavento, existem também aqui exemplos da utilização de solos desadequados para construir em taipa. Os danos ocorridos em Tavira apontam nesse sentido, o facto da maioria dos estragos se concentrar nas imediações do Bairro da Ribeira onde ruíram 42 casas<sup>53</sup>, apontam para a utilização de solos sedimentares (arenitos; solos de aluviões) que podem ser encontrados nessa zona.

Atendendo a estas considerações, pode-se concluir que a boa capacidade resistente da taipa do concelho de Monchique, muito terá contribuído para que a região da Serra de Monchique não tenha sofrido grande prejuízo durante o terramoto de 1755. A única referência explícita ao comportamento das construções de taipa, encontra-se nos relatos históricos da Vila Nova de Mil Fontes, localidade mais afastada do epicentro que Monchique, que informam que "*as casas da vila, em geral térreas e construídas de taipa*" de cobertura de colmo ou telha "*suportaram bem o terramoto de 1755*"<sup>53</sup> tendo causado poucos danos no castelo e igreja<sup>54</sup>.

---

<sup>53</sup> COSTA, Alexandre et all - 1755-Terramoto no Algarve, Faro: Centro de ciência viva, 2005. 71 p.

<sup>54</sup> QUARESMA, António Martins - Vila Nova de Mil Fontes-Historia. Porto : Ed.Junta de Freguesia de V.N. de Milfontes, 2003. p. 50.

### **a.1.2) Sismos de 28 de Fevereiro de 1969**

Aquando da data de ocorrência deste abalo, embora já se construísse há algum tempo em betão armado, o parque habitacional era ainda na sua grande maioria constituído por construções de alvenaria de pedra e de taipa. Pela fraca capacidade sísmo-resistente das construções no Algarve, este foi novamente muito afectado pelo terramoto ocorrido em 1969, os estragos registados pelos jornais da época (Anexo II), indicam que houve povoações em que todas as habitações foram seriamente afectadas.

No caso de Bensafrim, Fontes dos Lozeiros tudo ficou destruído. Em Vila do Bispo, 70% dos prédios ficaram danificados. Enquanto que nas localidades de Barão de São Miguel e Barão de São João, Lagos e Portimão, dezenas de casas necessitaram de ser escoradas. Enquanto que em Boliqueime, Fuzeta, Tavira e Castro Marim as construções sofreram prejuízos consideráveis.

Em resultado da vasta destruição provocada pelo terramoto, o Ministério das Obras Públicas do Estado Novo, ordenou à Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização de Faro, a realização do "*Inquérito aos prejuízos causados pelo sismo de 28-2-69 em habitações no Algarve*"<sup>55</sup> (Anexo III), para quantificação dos estragos e posterior atribuição de subsídios.

Este trabalho de inquérito, constituiria uma importante base para a análise do comportamento das edificações em taipa da região, assim como para estudo do tipo de danos provocados por um sismo de magnitude conhecida, mas infelizmente, para a região de Monchique a informação existente encontra-se incompleta, só se conhecendo a existência do dossier n.º2 (dum total de 2 processos).

No entanto, do estudo dos elementos existentes constata-se que não existe nenhum caso registado de danos em casas de taipa, o que é confirmado pela informação dos populares que não se recordam de terem existido fora das povoações casos de casas danificadas pelo sismo de 1969. No entanto dos registos fotográficos facultados pelo Sr. António Silva Carriço, (Fig.34) um deles poderá corresponder ao desmoronamento de um estábulo e palheiro em taipa.

À semelhança de Monchique também no concelho vizinho de Silves, no processo de inquérito não existem registos de danos em casas de taipa.

<sup>55</sup> DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO - Câmara Municipal de Monchique. In *Inquérito dos Estragos causados ao Concelho de Monchique pelo Sismo de 28/2/69*. Faro : Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização. 1969.



Fig.32-Casa de alvenaria de pedra e terra.  
Foto de António Silva Carriço. Sola, Monchique 28/2/1969.



Fig.33-Vista de casa de alvenaria de pedra e terra.  
Foto de António Silva Carriço. Sola, Monchique 28/2/1969.



Fig.34-Vista do estábulo e da estrutura de madeira do palheiro, de uma casa de taipa.  
Foto de António Silva Carriço. Monchique 28/2/1969.

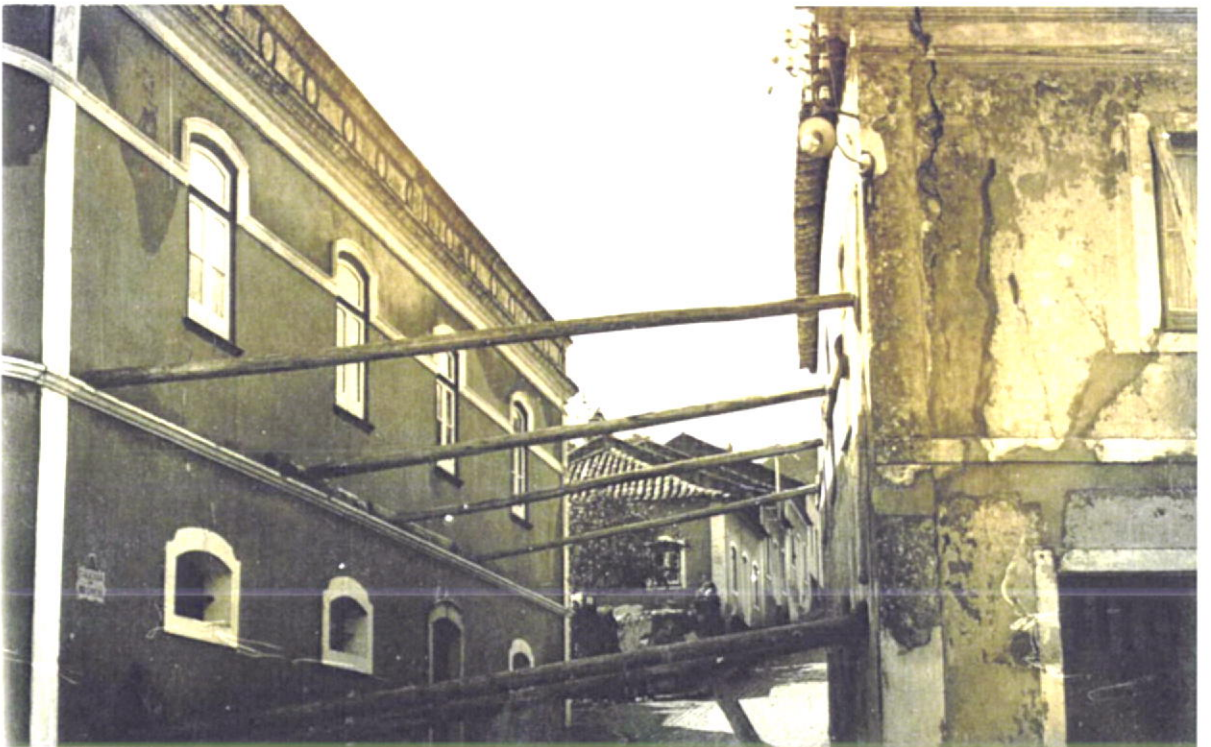


Fig.35-Vista d uma rua de Monchique, onde são visíveis dano estruturais em fachadas.  
Foto de António Silva Carriço, Rua dos Combatentes do Ultramar, Monchique 28/2/1969.

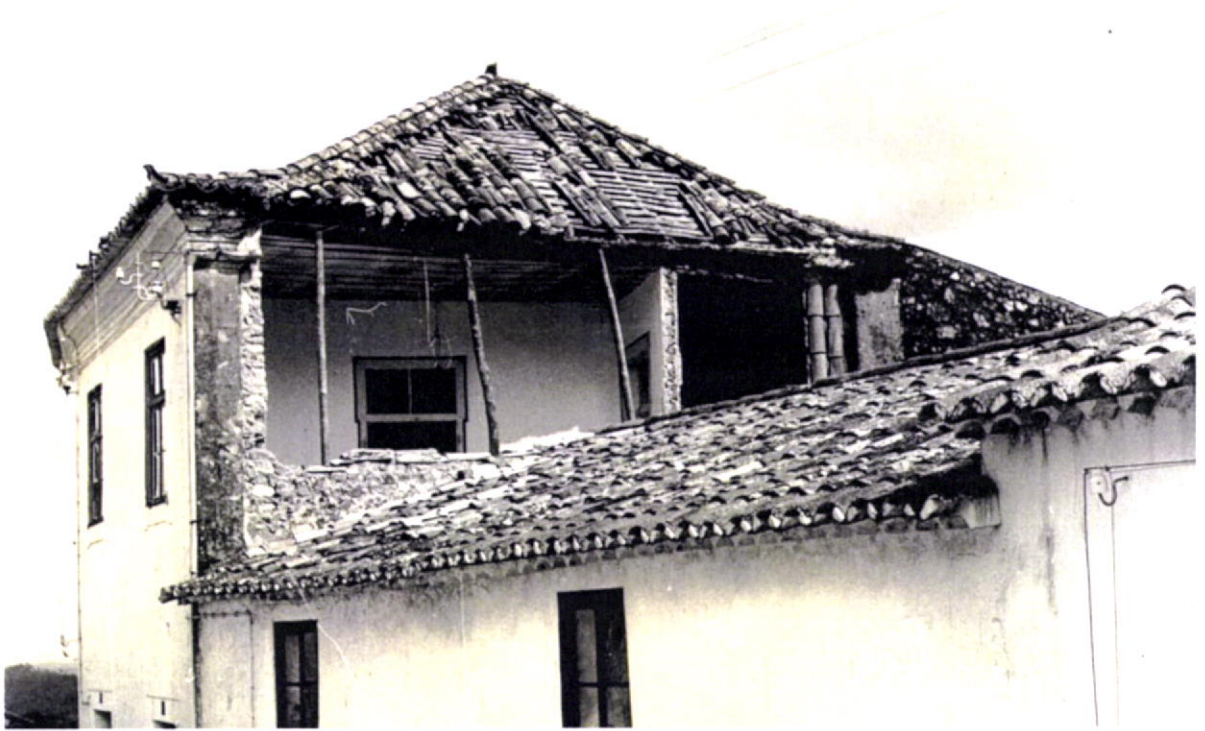


Fig.36-Danos em parede lateral de pequena espessura, demonstrando fragilidade na ligação à estrutura.  
Foto de António Silva Carriço. Rua Dr. Bernardino Monchique 28/2/1969.

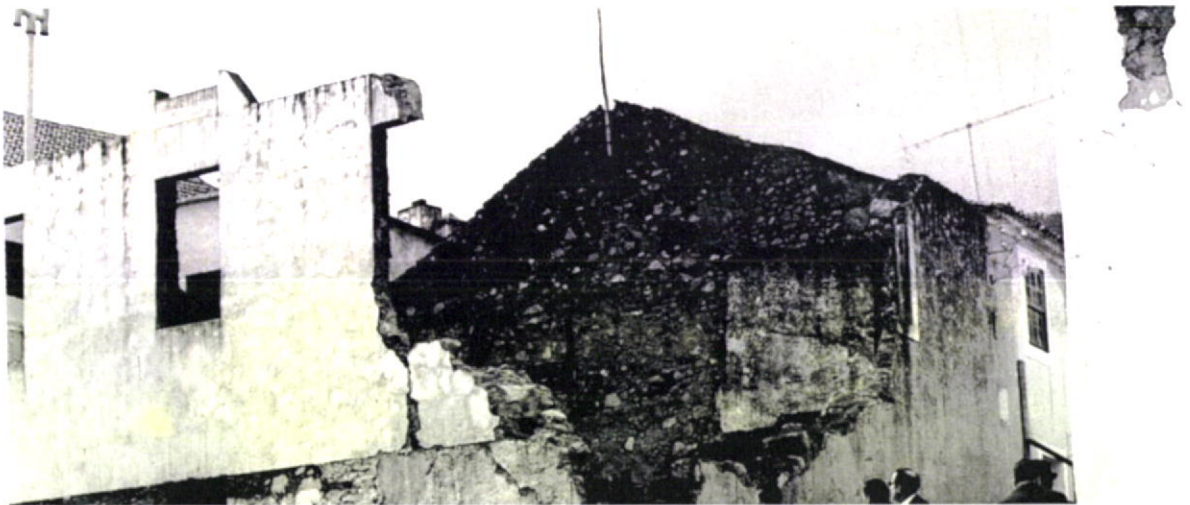
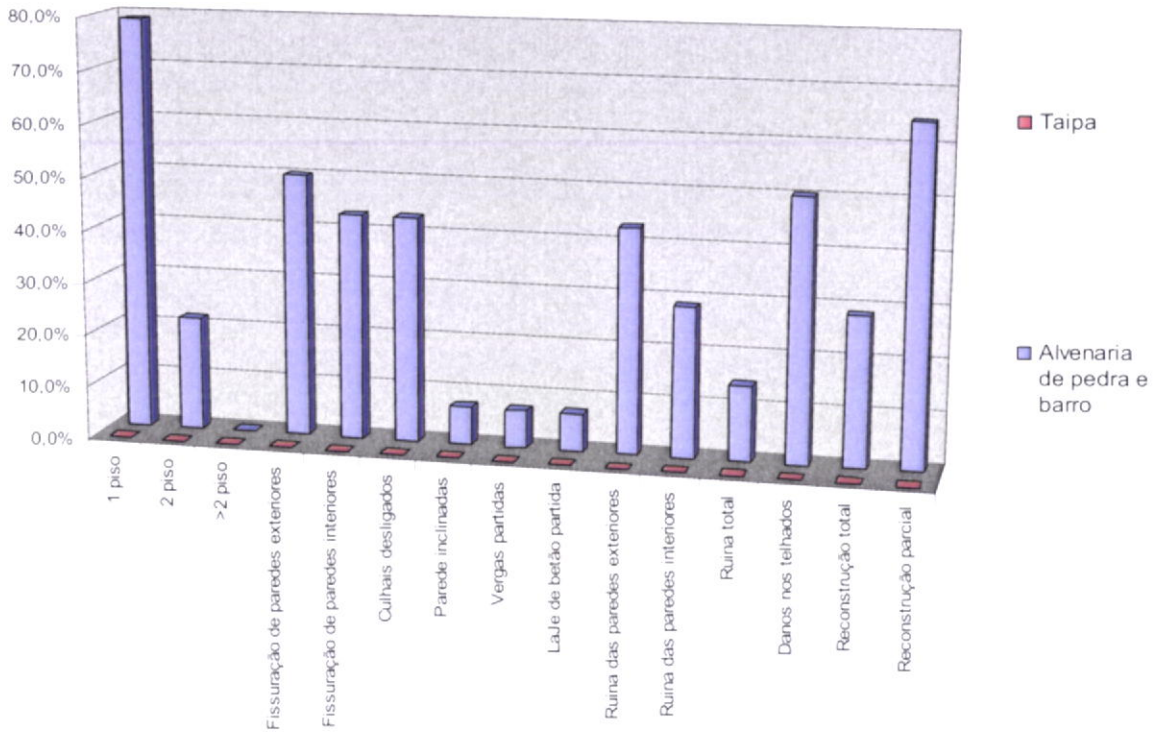


Fig.37-Destruição parcial de casa de dois pisos em Monchique.  
Foto de António Silva Carriço. Rua da Igreja Monchique 28/2/1969.

**Gráfico 4-Resumo do inquérito dos estragos causados em Monchique pelo sismo de 28/2/1969**

Dossie n.º2 - Ficha 16 até à 29



Do estudo da parte do Inquérito consultada, encontraram-se unicamente cinco referências a danos em casas de taipa, que ocorreram no concelho de Tavira. A descrição dos danos corresponde a situações de fissuração das paredes exteriores em 80% e a 100% de danos em telhados.

**Quadro 3-Registos encontrados de danos em casas de taipa no Inquérito aos prejuízos causados pelo sismo de 28-2-69 em habitações no Algarve**

Proprietários	Morada
João Correia Peres	Tavira-Rua da Silva,n.º29
Isabel Matos Figueira	Asseca
António dos Santos Mansinho	Santa Luzia-Rua João António das Chagas Ferreira,n.º5
José Luiz Mates	Santa Luzia-Rua Capitão Jorge Ribeiro,n.º13
Tereza de Jesus Mansinho	Santa Luzia-Rua Capitão Jorge Ribeiro,n.º66



b) Sismos recentes

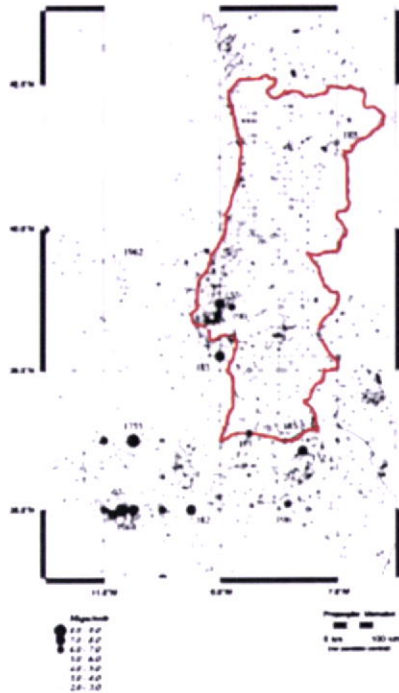


Fig.38-Sismicidade histórica e intensidade, no período de 63a.c.-1994.  
 Fonte: SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

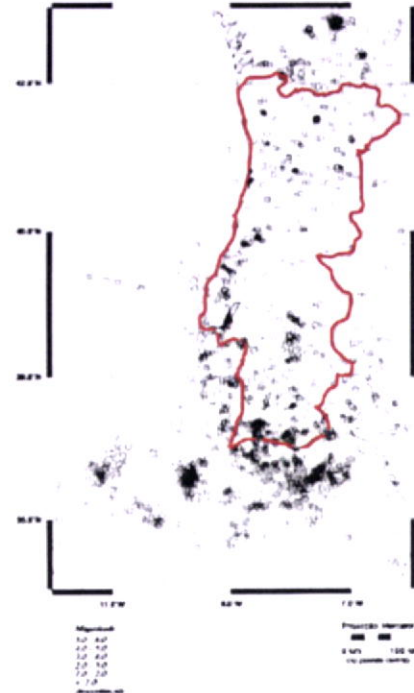


Fig.39-Sismicidade instrumental 1994.  
 Fonte: SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

Mais recentemente, entre o período de 1995 e 2004, continua-se a observar uma concentração de eventos na região sul do País, destacando-se algumas zonas de maior concentração de ocorrência de sismos:

- Concentração de sismos desde a Serra de Monchique até ao mar, desenvolvendo-se paralelamente ao traçado da falha de Portimão (Fig.17 e 19) onde o maior sismo registado teve magnitude de 3.6 ML<sup>56</sup>.
- Golfo de Cádiz, essencialmente na zona do Banco de Guadalquivir, onde há um alinhamento de epicentros identificáveis, numa área bem delimitada ao longo da direcção SE-NW, desde o referido Banco até ao Cabo de S.Vicente, dentro do qual se identifica um alinhamento de epicentros com terra (prolongamento aparente da falha de Portimão), os maiores sismos desta área tiveram magnitude 4.4ML<sup>56</sup>.

<sup>56</sup> SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

- Grande concentração de eventos a SW do Cabo da S.Vicente, correspondendo possivelmente a actividade relacionada com a falha do Marquês de Pombal, onde se terá originado o sismo de 1755.

Ainda muito recentemente, em 13 de Dezembro de 2004, ocorreu aqui um forte sismo de 5.4M.L(Richeter) de magnitude, com epicentro a 117km do cabo de S.Vicente, O abalo foi sentido em Guimarães, Leiria, Figueira da Foz, Lisboa, Évora, Beja, Lagos, Portimão, Faro, Vila Real de Santo António e Tavira.

- Região do Banco de Gorringe e da planície abissal da Ferradura, com epicentro próximo do de 1969, ocorreu em 29 de Julho de 2003, sismo de magnitude de 5.4M.L.

### c) Previsão do risco sísmico na região do Algarve

Um estudo recente sobre a perigosidade e risco sísmico na região do Algarve<sup>57</sup>, que correlaciona dados do Catálogo sísmico do IGIDL e do CENCUS/91 (INE), estima que:

- A acção da actividade sísmica da zona de Gorringe, das três regiões sismogénicas é a mais gravosa para a região do Algarve, a ela se devem as maiores forças de aceleração gravítica.

Os maiores sismos, para um intervalo de tempo de 200 anos (Fig.40), poderão atingir acelerações da ordem de 0.65g no barlavento e 0.3g no sotavento (0.5g para Monchique). Para um período de 50 anos, os valores de aceleração variarão entre 0.35g a 0.15g (0.275g para Monchique).

- A intensidade sísmica esperada será de VIII para um período de retorno de 50 anos e entre IX a VIII para os maiores sismos com ocorrência de 200 anos de intervalo.

- No caso de ocorrência de um forte abalo, num intervalo de 50 anos (Fig.41), o referido estudo refere que a região do Algarve, será a mais prejudicada do país. Os danos esperados corresponderão a percentagens superiores a 4% de edifícios colapsados e superiores a 25% de severamente danificados. Prevendo-se que Monchique e Castro Marim, sejam as localidades mais afectadas.

Para uma periodicidade de 200 anos, além da percentagem de estragos aumentar, podendo ser atingidos danos superiores a 30% de edifícios severamente danificados e superiores a 65% de habitações colapsadas. Todo o Algarve ficará severamente danificado, prevendo-se que os maiores estragos ocorram em Faro e Monchique.

Como se pode depreender, pela ocorrência de abalos no passados assim como pelos recentes estudos, o Algarve é a região do país mais sensível à ocorrência de sismos de forte intensidade<sup>58</sup>. Perante este panorama, a questão sísmica deve ser ponderada em todas as construções, pelo que deverá ser prevista a implementação de medidas mitigadoras do efeito destrutivo das forças sísmicas também nas construções de terra.

<sup>57</sup> A AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p. 105.

<sup>58</sup> (Idem, ibidem)

Por esta razão, considera-se necessário exigir a regulamentação deste processo construtivo.

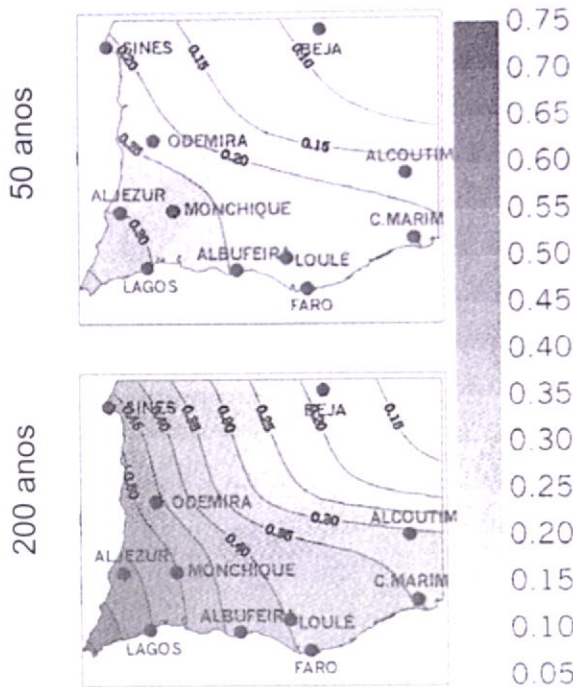


Fig.40-PGAs para a região do Algarve com probabilidade de excedência de 5% em 50anos (em cima) e 200 anos (em baixo).

Fonte: AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p. 105.

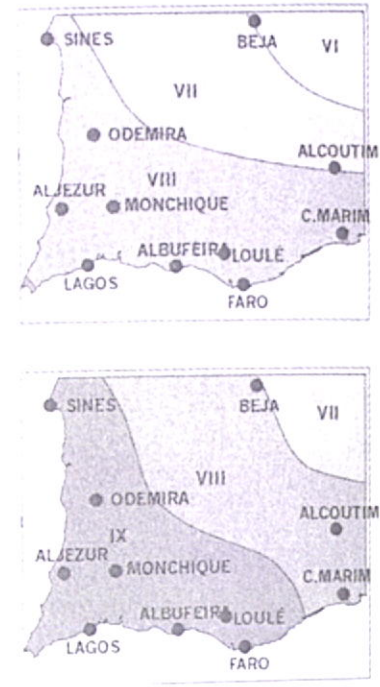


Fig.41-Intensidade na Escala de Mercalli para a região, com a probabilidade de excedência de 5% em 50 anos (em cima) e 200 anos (em baixo).

Fonte: AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In *Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica*. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p. 105.

## 2.5 - Caracterização da natureza dos solos

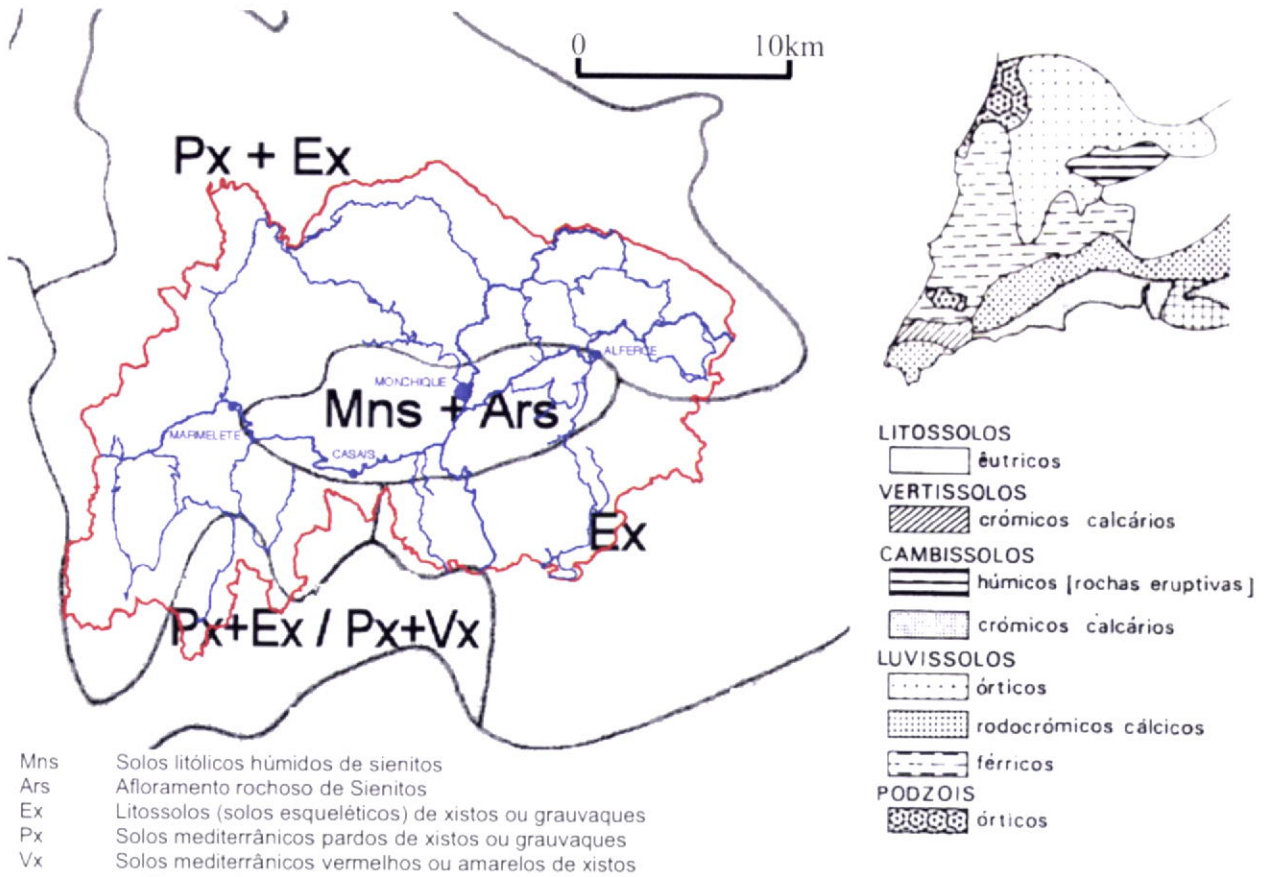


Fig.42-Carta de solos; a vermelho a delimitação do concelho; a azul a rede viária.  
 Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - Carta de solos de Portugal  
 Esc.1/1.000.000. Lisboa : Serviços de reconhecimento e de ordenamento agrário, 1968

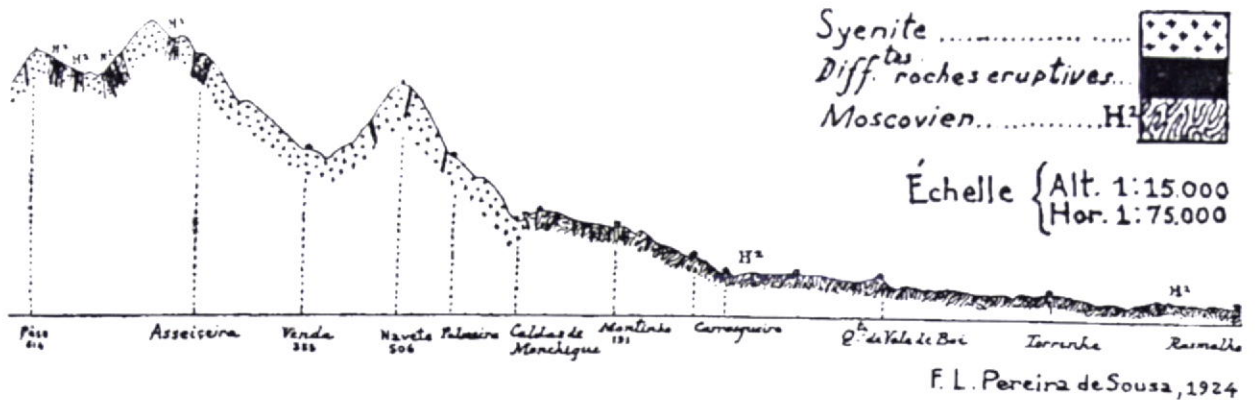


Fig.43-Corte transversal da Serra de Monchique.  
 Fonte: CARVALHO, Augusto da Silva - Memórias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed.  
 da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. p. 184.

No passado, a escolha dos materiais utilizados na construção era condicionada localmente pela disponibilidade dos materiais, assim edificava-se em alvenaria de pedra e terra onde existia abundância de pedra, ou se recorria à terra para a construção em taipa e adobe na sua falta.

No caso do concelho de Monchique, embora existam as duas técnicas construtivas, a taipa predomina onde os solos são de xistos e grauvaque (Px,Vx,Ex). Enquanto que as construções de granito, só podem ser encontradas mais para o interior do concelho, no centro da área ocupada por solos litólicos, aproximadamente acima dos 190m de altitude onde o afloramento rochoso de Sienitos (Ars) se localiza. Aqui, a paisagem é marcada pelos grandes afloramentos rochosos, postos a descoberto pela acção das fortes precipitações características da região (1000mm/ano) que lavaram parcialmente o cume do maciço rochoso até à rocha mãe.

Entre o limite do maciço e a fronteira dos solos litólicos (Mns), existe uma região de transição, onde se encontram as duas técnicas de construções, embora seja mais frequente a utilização da pedra e do adobe. Os solos são constituídos por materiais de desagregação superficial arrastados pela erosão, dispostos em fundos férteis e ricos em húmus (3%) com alguns metros de profundidade. Nestes locais, o limite do horizonte A variar entre os 20-40cm de espessura, e pela maior presença de materiais arenosos incoerentes, pelo que os solo não apresenta em regra, características para taipa, surge aqui frequentemente o adobe mas só na compartimentação interior das habitações.

Nas áreas circundantes, a taipa representa a maioria senão a totalidade das construções, facto que se deve à existência de solos de natureza xistosa com pouquíssima matéria orgânica, de muito boa qualidade.

Superficialmente estes solos são muito alterados, caracterizam-se por praticamente não apresentarem um horizonte A, devido à forte acção de lexiviação superficial provocada pelas águas pluviais. Este fenómeno é responsável pela existência de uma camada superior de solo (horizonte A1-2), mais alterada que as camadas mais profundas, e que se caracteriza quimicamente pela eluviação de argila, do ferro, do alumínio ou de todos estes constituintes, com a conseqüente concentração dos minerais mais resistentes à meteorização<sup>59</sup>. Estes solos são quimicamente mais estáveis, e resistem melhor aos fenómenos associados à presença de água e à acção da chuva.

Isto explicaria também, o facto dos mestres taapeiros, só recolherem o solo entre os 15 e os 30cm de profundidade, já que, a utilização de solos a maiores profundidades, com elevados teores de sais solúveis, resultam em taipas mais susceptíveis à presença de água.

---

<sup>59</sup> COSTA, Joaquim - *Caracterização e constituição do solo* . 4ª ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. 1991. P. 175.

Por outro lado, são também de evitar solos de cultivo, onde a presença de matéria orgânica, contribui significativamente para a diminuição da resistência mecânica, mesmo nos casos em que se recorre a estabilização com cimento ou cal. Também a adubação a que estes solos estão sujeitos, provocam a adição de sais e químicos indesejados, responsáveis pelo aparecimento de eflorescências salinas.

Das entrevistas realizadas a alguns destes mestres, ficou-se a saber que a escolha da terra a utilizar na construção, era feita nas proximidades do local de construção da obra, os meios de transporte eram reduzidos e não era possível trazê-la de longe. Numa delas, foi dito que, nos casos em a terra existente era de ruim qualidade, procedia-se a uma selecção da menos má para que fosse aplicada nas paredes mais fustigadas pela chuva e pelo vento.

### **3 - Análise dos dados obtidos**

#### **3.1 - Tipologia das construções**

##### **3.1.1 - Descrição das construções em terra mais características**

Percorridos os caminhos que servem as localidades com o maior número de habitantes da Monchique, procedeu-se ao estudo das construções existentes. A informação assim recolhida serviu como amostragem de toda a área de estudo, quanto às tipologias das habitações da Serra de Monchique e técnicas construtivas locais.

A escolha dos itinerários utilizados, recaiu sobre os acessos implantados em zonas de vale servidas por linhas de água naturais, onde se pode encontrar solos mais ricos e produtivos. Dada a interligação da arquitectura popular com a exploração agrícola, reduziu-se deste modo a área de estudo, a zonas onde existem melhores condições para a exploração da terra e respectivamente para a implantação das populações.

Todas as construções em terra encontradas ao longo desses percursos foram registadas fotograficamente, sempre que surgiu uma construção que pela sua arquitectura se distinguisse das demais ou correspondesse a uma tipologia mais frequente na zona, procedeu-se a um registo fotográfico detalhado e ao levantamento da planta e alçado.

Dos casos estudados, apresentam-se neste capítulo muito sintetizadamente alguns exemplos das tipologias mais representativas, encontrando-se no anexo III uma descrição mais completa e descritiva dos itinerários realizados.

A arquitectura desta região expressa-se por uma grande diversidade de tipologias e cores, que superou as expectativas inicialmente previstas, para uma região do interior Algarvio. Existe aqui a possibilidade de realizar estudos mais aprofundados sobre taipa, assim como realizar roteiros destinados à divulgação e valorização deste património. O que consistiria um importante passo na motivação dos populares e da autarquia, no sentido de conservar estas casas.

### a) Construções de apoio à actividade agrícola



Fig.44-Foz do Carvalho, construção de apoio à actividade agrícola em taipa.  
Fotografias do exterior.



Fig.45-Pedros, construção de apoio à actividade agrícola em taipa.  
Fotografias do exterior.

Encontram-se alguns exemplos de construções de apoio à actividade agrícola. Os casos apresentados são de estruturas construídas destacadas das construções de habitação, que funcionam como armazéns de alfaias, destilaria e arramada para a guarda do gado. O exemplo localizado em Pedros, refere-se a uma arramada e o da Foz do Carvalho é composto por duas divisões uma para o gado e outra para a guarda de alfaias e utensílios usados para trabalhar a terra.



## b) Casa da Serra de Monchique

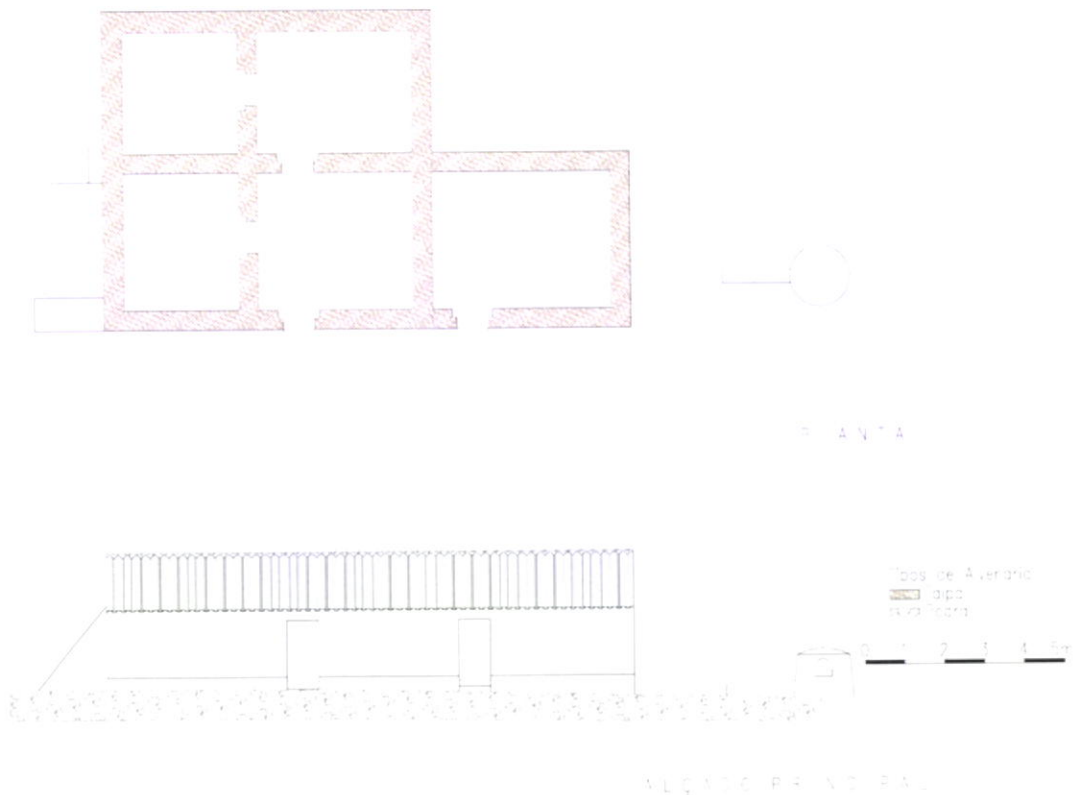


Fig.46-Casas de Odelouca, casa em taipa.  
Planta, alçados e fotografias do exterior.

Subindo em direcção a Casas de Odelouca, do lado esquerdo da estrada, existe uma casa característica da Serra de Monchique, com pocilga e forno exterior com poial. Neste exemplar observa-se a execução de algumas técnicas de reparação como contrafortes e linhas.



Fig.47-Cortes, casa em taipa e adobe.  
Planta, alçados e fotografias do exterior.

Antes de chegar às Cortes, pode ser visitada uma casa de planta rectangular de seis compartimentos, com estábulo lateral, de construção relativamente recente. Os materiais usados embora tradicionais recorrem já ao betão armado para realizarem as vergas das janelas. Recentemente, esta casa terá sido reforçada com a aplicação de uma linha de aço para segurar as paredes que ameaçam desligar-se entre si, pelos cunhais.

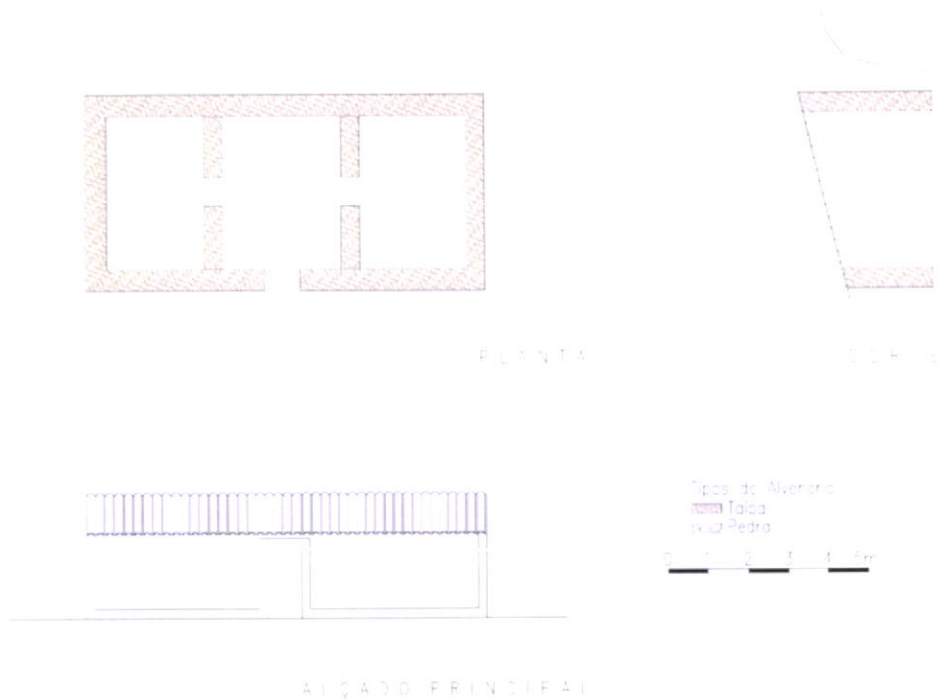


Fig.48-Cancino, casa em taipa.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Na estrada de acesso para o Cancino, junto ao primeiro entroncamento, encontra-se uma casa de pequeno lavrador, muito típica na Serra de Monchique, a planta é composta unicamente por três divisões, casa de fora ao centro e lateralmente cozinha do lado Este e quarto. Encostado à construção existe ainda a estrutura de uma pocilga em alvenaria de pedra.

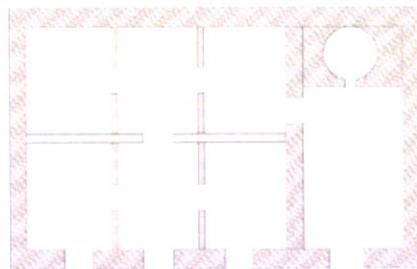
O revestimento das paredes é realizado unicamente por caição em cor branca, com delimitação de barra em azulão na moldura do vão e dos cunhais.



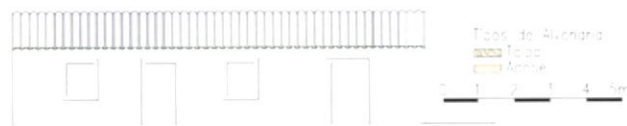
Fig.49-Várzea da Eira, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Ao longo da Várzea da Eira, junto ao leito do Ribeiro do Carvalho, voltamos a encontrar uma grande concentração de montes próximos que agrupam duas ou mais casas de habitação, assim como algumas pequenas casas de isoladas. A planta desta casa é aqui apresentada por diferir ligeiramente das tipologias de planta de casa de Serra com seis compartimentos, pois engloba dois desses compartimentos para formar um grande quarto nas traseiras da casa. A distribuição dos compartimentos é composta neste caso por casa de fora, quarto grande, quarto pequeno, cozinha e despensa. A poucos metros desta casa, existe uma outra de alçado idêntico mas de construção mais moderna.

c) Monte simples



PLANTA



ALÇADOS (TINHA)

Fig.50-Passil, casa em taipa e adobe.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

A planta deste monte isolado apresenta uma casa de habitação de seis compartimentos com casa de forno. No monte, pode ainda ser observada a execução das vergas em betão e a picagem das paredes exteriores para melhorar a aderência ao reboco. A taipa desta construção foi analisada, no presente trabalho e é referenciada como amostra de solo S3.

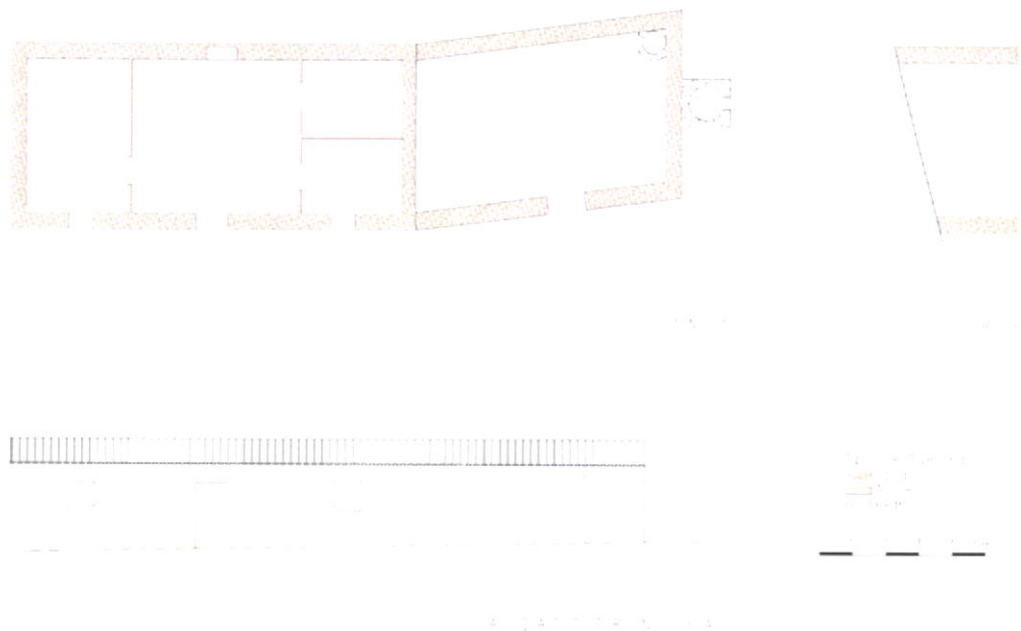


Fig.51-Ladeira de Cima, casa em taipa e tabique.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Ladeira de Cima, este é um exemplo relativamente bem preservado, de casa simples que foi posteriormente ampliada para albergar uma destilaria.

O núcleo destinado a habitação tem uma planta que é muito comum na área de estudo. A distribuição dos espaços difere unicamente da casa de três compartimentos, por uma das divisões estar subdividida para formar dois quartos em vez de um único. Neste caso a planta é composta por casa de fora ao centro, cozinha de um dos lados e dois quartos no extremo oposto.

d) Monte agrupado

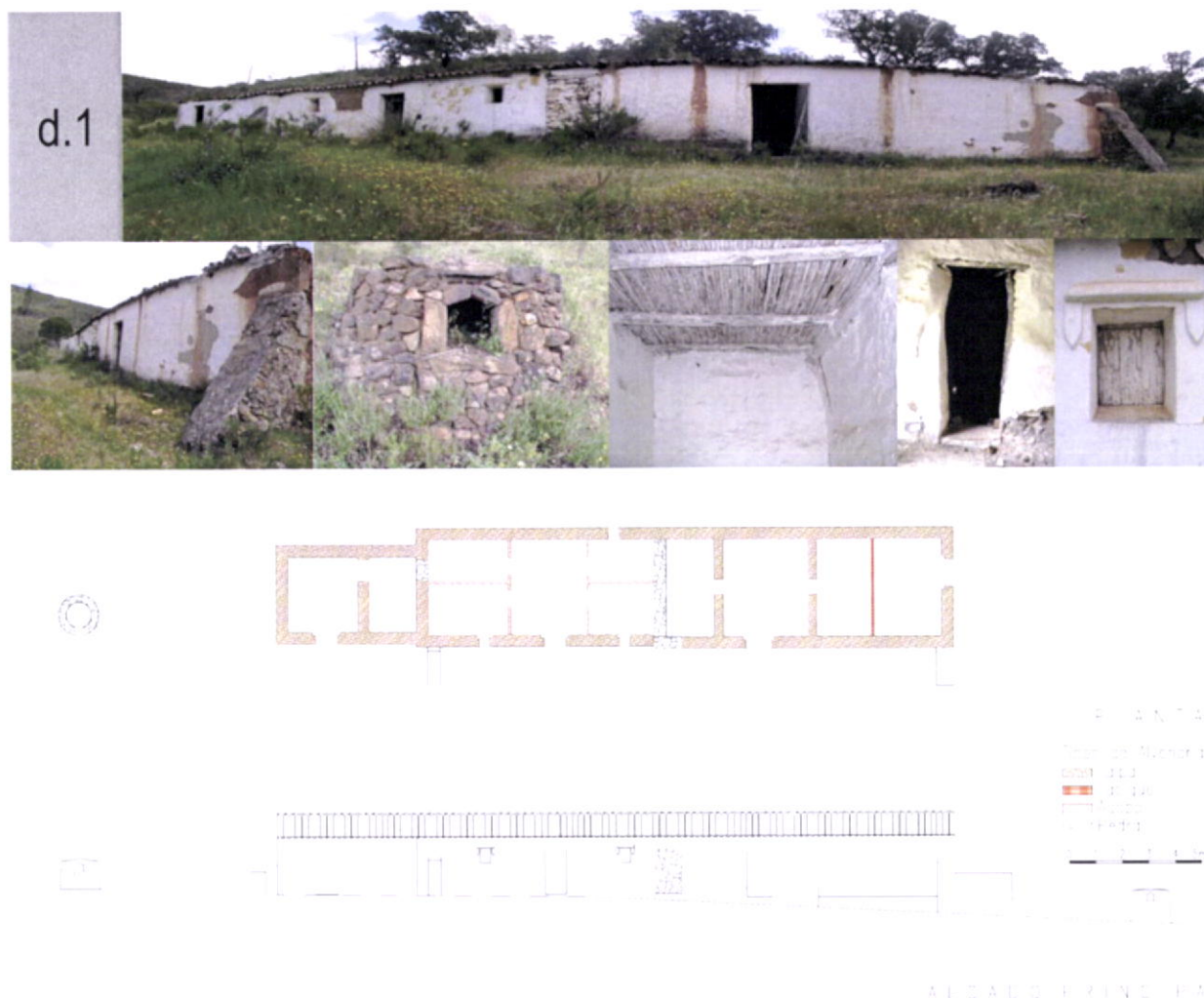


Fig.52-Monchicão de Baixo, monte em taipa, alvenaria de pedra e tabique.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Em Monchicão de Baixo, encontra-se um monte de disposição longitudinal com pocilga e dois fornos exteriores, que engloba duas habitações, cada uma com estábulo.

A parte mais antiga deste monte localiza-se no extremo Sul, ali existiu uma primeira casa de taipa, de três compartimentos, onde as juntas patentes nas paredes e o tapamento do vão na actual cozinha, indicia que embora a planta tenha se mantido parcialmente, a disposição da cozinha e da despensa estariam originalmente invertidas. Também a parede divisória em tabique, no compartimento de maiores dimensões não existiria.

Da taipa existente, retirou-se umas amostras de solo para análise, que é referenciada neste trabalho como solo S4. A amostra de solo S5, foi retirada do talude do CM1073, aproximadamente a 1km a Sul deste local.



Fig.53-Foz do Besteiro, monte em taipa.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Na Foz do Besteiro, existe um grande monte, que constitui o único caso visitado em que os vãos são cuidadosamente decorados com pequenos desenhos de pássaros, borboleta, rosas e cravos, motivos muito semelhantes aos encontrados nas antigas painéis de esmalte.

Distingue-se aqui a existência de duas construções de habitação e um acrescento do lado norte de um provável estábulo.

Da parte que foi possível aferir a planta, existe o estábulo, uma cozinha com acesso único pelo exterior que poderá ter sido antigamente a despensa da casa.

Originalmente, a casa deveria ser composta pelas três divisões que se encontram interligadas, e que se deveria organizar em casa de fora, quarto e cozinha.



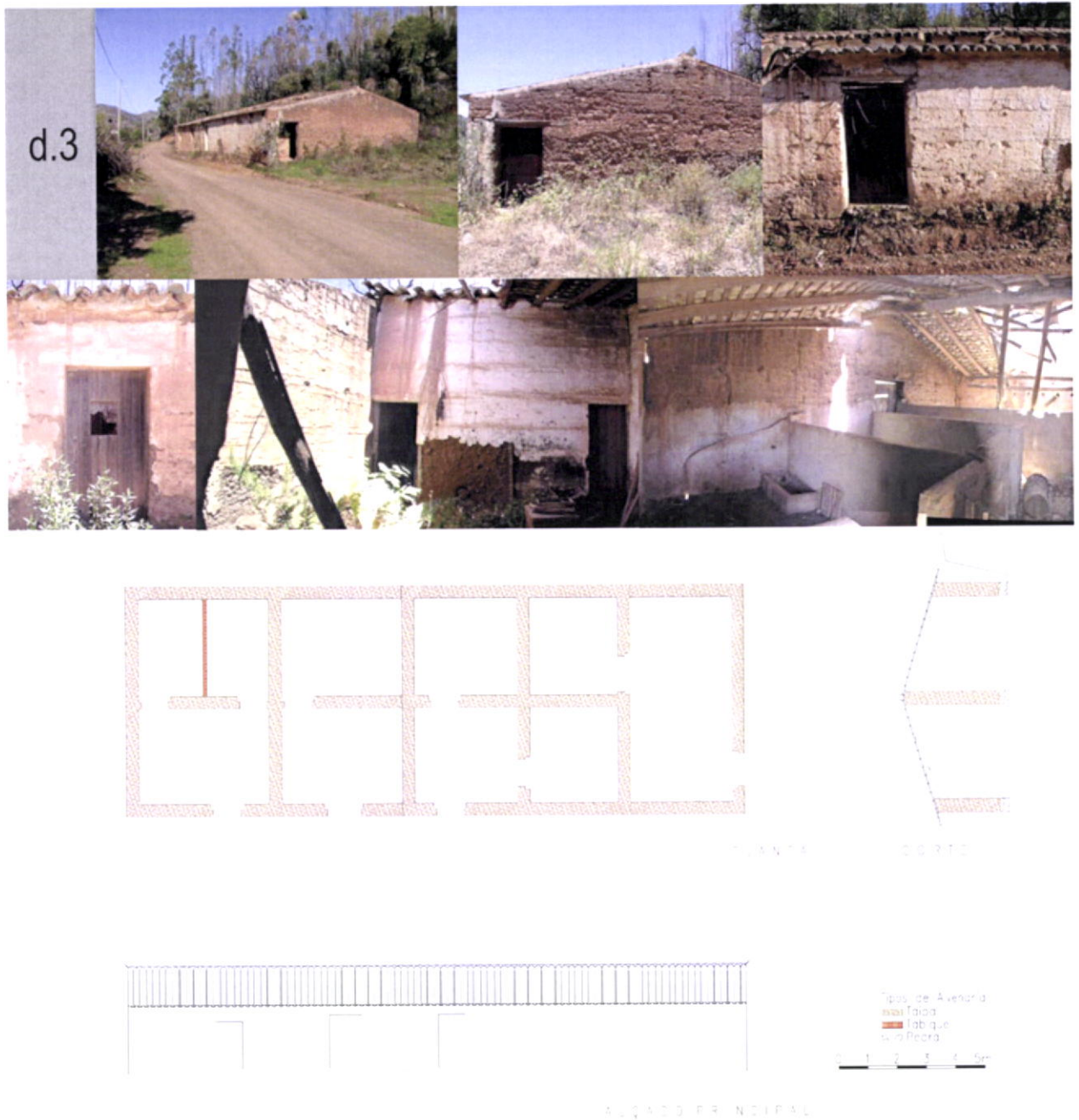


Fig.54-Três Figs de Baixo, casa em taipa e adobe.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Em Três Figs de Baixo, encontra-se um monte com duas habitações agrupadas, separadas por despensa e zona de arrumos.

As juntas de construção existentes na fachada principal, permitem interpretar o faseamento da construção, como sendo originalmente composta por uma única casa de planta quadrada e quatro divisões (corpo central), junto ao qual foi construída uma parte para arramada ou estábulo do lado direito (actuais pocilgas) e uma pequena casa para albergar trabalhadores do lado esquerdo.

A qualidade da taipa é excelente, mesmo com parte das coberturas degradadas, as paredes persistem em bom estado.

e) Monte conjunto

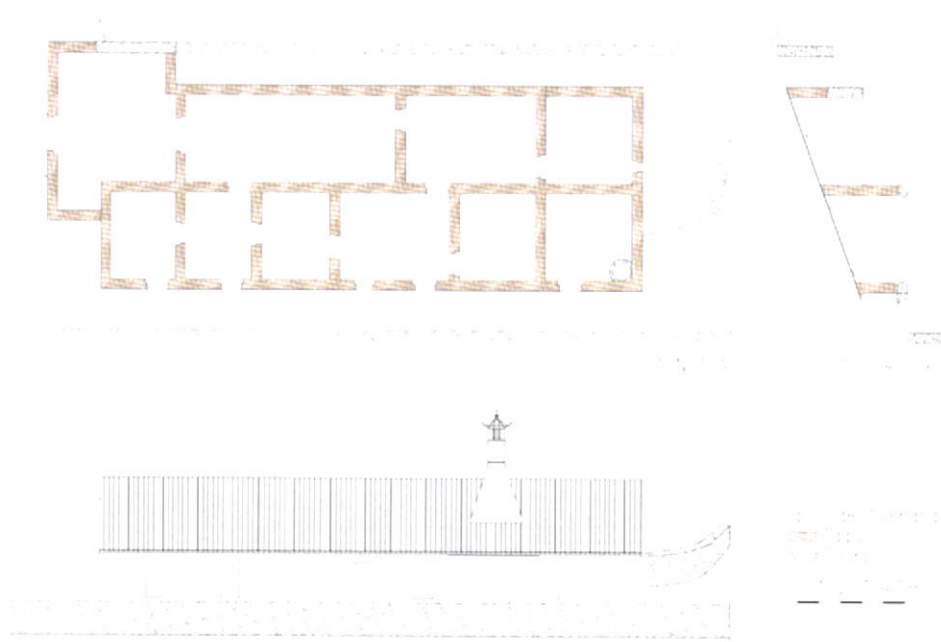


Fig.55-Portela da Viúva, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Portela da Viúva, monte de proprietário rico, é um exemplo de uma arquitectura marcada por uma enorme chaminé de desenho relativamente recente quando comparado com os restantes aspectos arquitectónicos da fachada principal, onde é marcante o reduzido pé direito, uma característica das casas mais antigas da região. Por altura da realização do inventário decorriam obras de recuperação e adaptação para turismo rural.



e.2

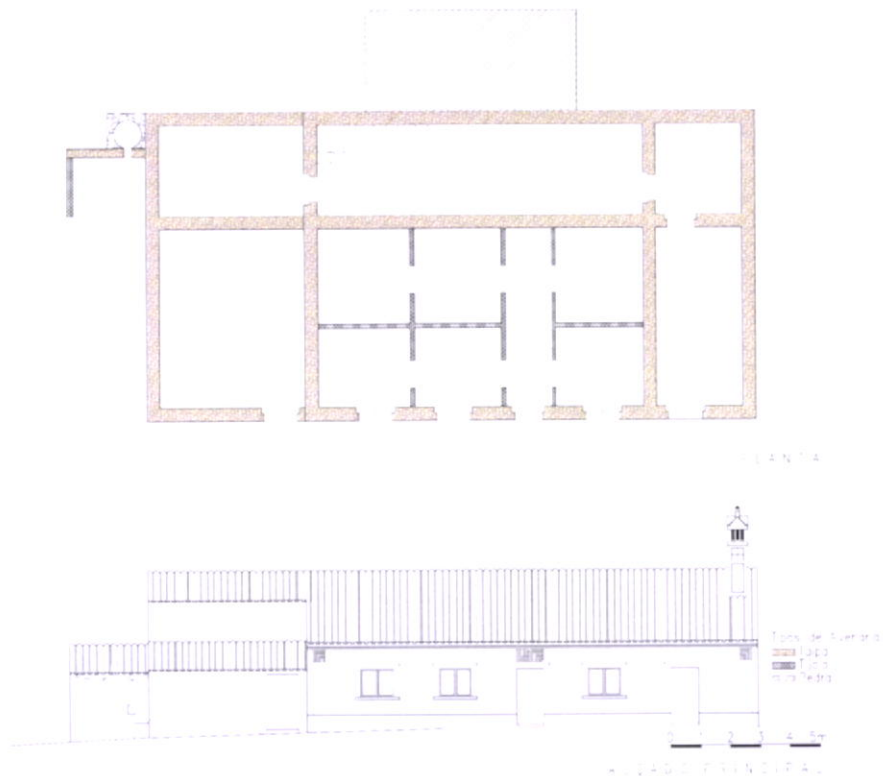


Fig.56-Três Figs de Baixo, casa em taipa e alvenaria de tijolo.  
Planta e alçados.

Em Três Figs de Baixo, na herdade pertença Sr. Manuel da Conceição Cristina e herdeiros, existe um dos maiores montes do concelho, dele fazem parte duas grandes construções que se encontram afastadas. Localizado mais a Sul a morada de casas do proprietário e a Norte o monte dos trabalhadores e compartimentos para a guarda dos animais.

A casa principal apresenta um alçado e uma planta em que as divisões se encontram orientadas a partir de um corredor. À volta da casa recente, encontra-se uma divisão idêntica a uma casa de fora, que acede à cozinha localizada num dos cantos da construção, a partir da qual se chega a duas grandes despensas. Este é um monte invulgar, pela sua dimensão e pelos motivos usados na fachada. No monte para alojamento dos trabalhadores é possível observar na fachada parcialmente rebocado com reboco de cal e calhau da ribeira, enquanto que a zona de arramada apresenta a taipa à vista.



Fig.57-Tojeiro, monte de grande dimensão composto por casas dispersas em taipa, alvenaria de pedra e alvenaria de tijolo. Fotografias do exterior.

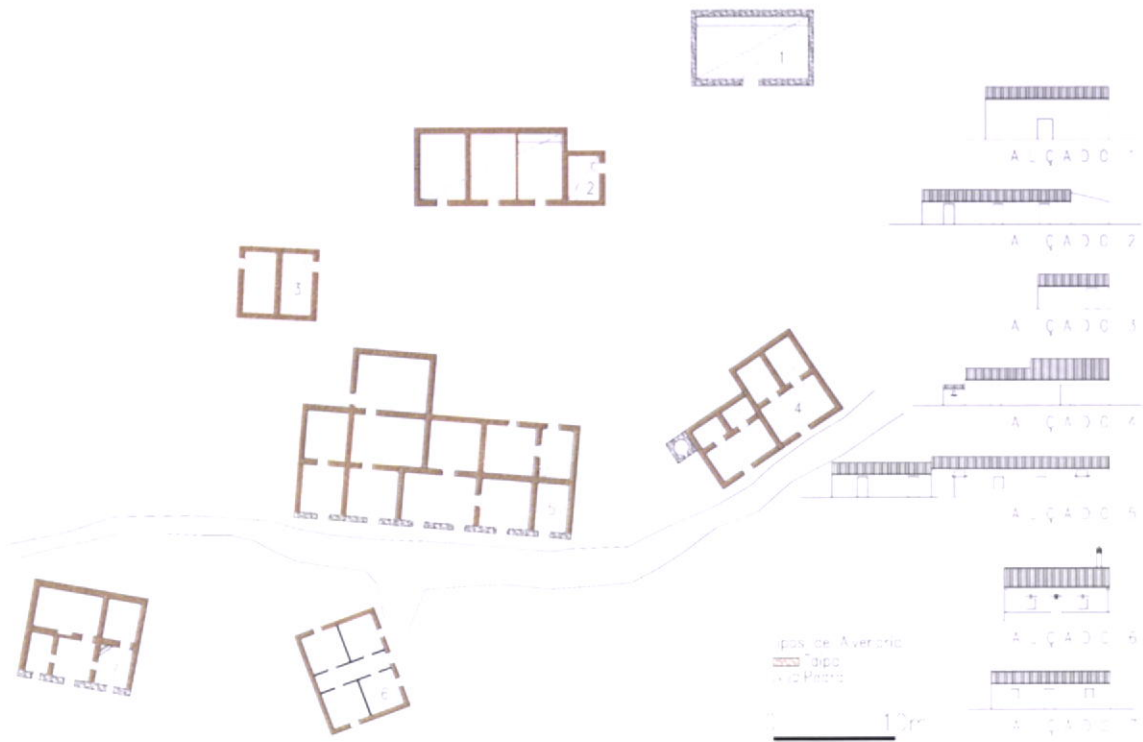


Fig.58-Tojeiro, monte de grande dimensão composto por casas dispersas em taipa, alvenaria de pedra e alvenaria de tijolo. Planta e alçados.

No Tojeiro, existe uma das mais raras tipologias que ocorrem na área de estudo, trata-se de um monte composto por vários conjuntos de dependências que se encontram destacadas entre si e da casa do proprietário. Esta tipologia de grande monte, é pouco frequente e só foi encontrada em Três Figos, Monchicão de Baixo, Panasqueira, Moinhos de Baixo, Carvalho de Baixo e Foz do Carvalho.

Tal como referido este encontra-se subdividido em vários conjuntos de casas, cada uma agrupada segundo a sua função e escalonamento social dos trabalhadores, compõe-se de casa do proprietário, casas para trabalhadores sazonais, duas casas para empregados, destilaria, arrumos, galinheiros, pocilgas, arramada para vacas e arramada para gado miúdo.

A taipa desta construção foi analisada, no presente trabalho e é referenciada como amostra de solo S1.



Fig.59-Caldas de Monchique, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique. Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

A estrutura deste monte é mista, tanto emprega paredes de alvenaria de pedra como taipa para as paredes interiores e exteriores. No entanto é também utilizado o tabique para as divisórias da habitação localizada do lado Oeste.

Esta grande construção, constitui um monte conjunto, que existe junto à ER266 antes de chegar às Caldas de Monchique, este exemplar apresenta uma inscrição de uma data numa das chaminés, sendo aí indicado o ano de 1956.

No entanto esta indicação pode referir-se unicamente à data de edificação das duas chaminés, e de algumas reparações interiores realizadas na mesma altura.

A compartimentação da construção compõe-se de duas casas de habitação, um grande armazém que também serve de palheiro, arramada para animais miúdos com palheiro, forno e pocilgas separadas do edifício.

Já em estado avançado de degradação, existem ainda varias ruínas de casa de trabalhadores e trabalhadores sazonais, refeitório e destila.

### f) Casa elementar de dois pisos

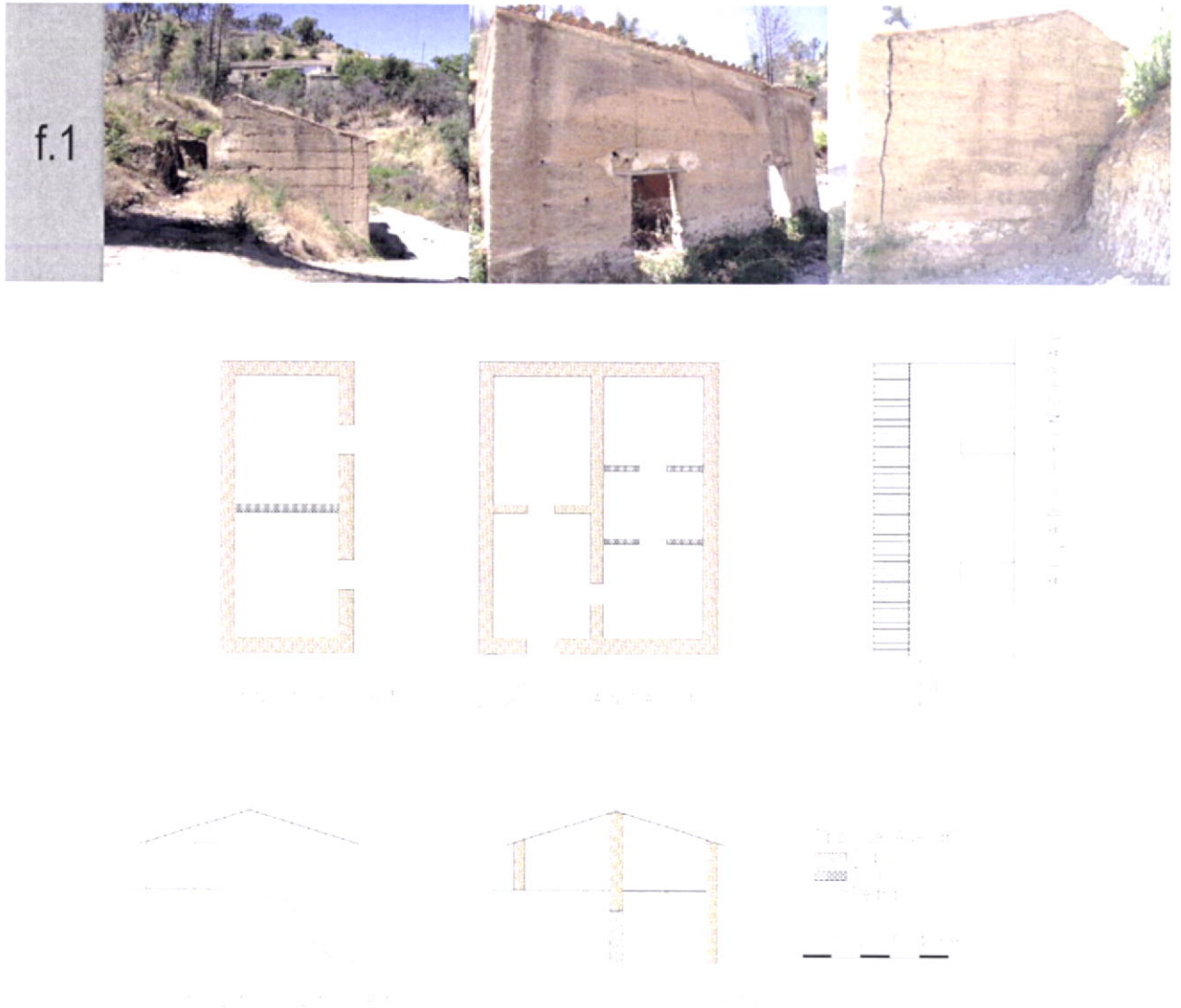


Fig.60-Portela da Viúva, casa de dois pisos em taipa e adobe.  
Planta, alçados e fotografias do exterior.

De modo a aproveitar o relevo muito acentuado, constrói-se em dois níveis, reduzindo-se assim a movimentação de terras e aumentando-se a área coberta de construção. A casa de habitação é sempre no primeiro piso enquanto que no piso térreo ficam os animais e as zonas de arrumos e despensa, à semelhança do que sucede no norte do país nas regiões mais montanhosas.

O acesso à habitação é feito lateralmente para o piso superior existindo junto a este o forno. Existe por vezes, uma pequena abertura na estrutura de pavimento, do tipo alçapão, para acesso até ao piso térreo por meio de escada rudimentar em madeira colocada quase na vertical junto a uma das paredes.

Esta construção apresenta uma característica pouco comum neste tipo de habitações, uma vez que a parede de taipa apresenta a mesma espessura nos dois níveis, o que não é habitual.





Fig.61-Funcho, casa de dois pisos em taipa.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Este é um exemplo de construção que pode ser encontrado do lado Norte da Serra, onde a topografia existente apresenta maiores declives. Aqui no Funcho, encontram-se varias casas de dois pisos todas construídas em taipa. O presente caso, trata-se de uma ruína de uma desta construções, onde se pode observar a existência de junta de argamassa a meia altura de cada taipal e a diferença de espessura entre as paredes do piso térreo e do nível superior.

### g) Monte recente



Fig.62-Caldas de Monchique, casa em taipa, alvenaria de pedra e tabique.  
Planta, alçados e fotografias do exterior e interior.

Ainda em plena serra sinuosa onde o vale é estreito e não permite grande aproveitamento agrícola das suas terras, próximo do Monte de Valverde no topo, encontra-se um monte pintado de azulão com molduras brancas, parcialmente destruído. A planta adoptada por esta construção distingue-se das plantas mais tradicionais, por possuir um corredor central que permite o acesso entre divisões na casa do proprietário.

A construção inclui ainda, uma habitação para trabalhadores, com cozinha lateral executada em alvenaria de pedra, enquanto que as duas habitações e a despensa são inteiramente em taipa. Um explicação para este facto, poderá dever-se à estrutura inicial desta pequena habitação, ter sido destinada a trabalhadores sazonais que não necessitavam de condições de permanência. Posteriormente, terá passado a casa de rendeiros, altura em que terá sido construída a cozinha. Esta pequena habitação, apresenta compartimentos de reduzidas dimensões para os quartos, uma característica comum que se repete em outras tipologias destinadas à permanência dos trabalhadores.

### 3.1.2 - Estudo da tipologia das construções, relativamente à planta, compartimentação e função dos espaços

O trabalho de enquadramento tipológico apresentado adopta a mesma nomenclatura definida pelo trabalho de estudo da Arquitectura Tradicional Mediterrânica realizado pelo projecto CORPUS, que integra o programa Euromed Heritage da Comissão Europeia. Unicamente nos casos que pelas suas características arquitectónicas não encontraram correspondência nessa classificação, se adoptou novas designações, tais como construção de apoio, casa contemporânea, monte contemporâneo ou casa de 2 pisos recente.

Do levantamento de campo realizado, procedeu-se ao ordenamento das construções por tipologias, apresentando-se em quadros resumo as plantas mais usuais para cada uma delas. Como resumo desta parte do trabalho e para uma fácil percepção da distribuição geográfica das tipologias encontradas, apresenta-se o mapa tipológico da Serra de Monchique, onde se indicam as tipologias arquitectónicas mais representativas de cada uma das zonas levantadas.

Embora este seja um tema que já foi abordado anteriormente em duas importantes obras portuguesas<sup>60,61</sup>, onde foi feita a caracterização da casa da Serra de Monchique, analisam-se neste capítulos com maior rigor as várias tipologias existentes e a sua classificação segundo critérios tipológicos utilizados na caracterização da arquitectura mediterrânea.

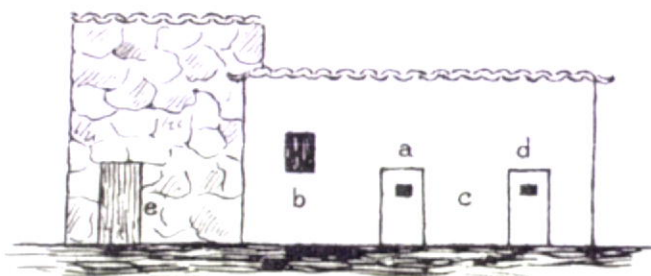


Fig.63-Tipologia atribuída para a Serra de Monchique, pela obra "Etnografia Portuguesa"<sup>62</sup> de 1975.

a-casa de entrada, com luz do postigo da porta; b-Cozinha com janela; c-quarto sem luz; d-despensa com luz; e-cavalariça.

Fonte: VASCONCELOS, J.Leite - Etnografia Portuguesa. Lisboa : Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1975. vol.VI

<sup>60</sup> AAVV - Arquitectura popular em Portugal. 3ª ed. Lisboa : Ed.Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. vol.III

<sup>61</sup> VASCONCELOS, J.Leite - Etnografia Portuguesa. Lisboa : Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1975. vol.VI

<sup>62</sup> (Idem, ibidem. p. 287.)

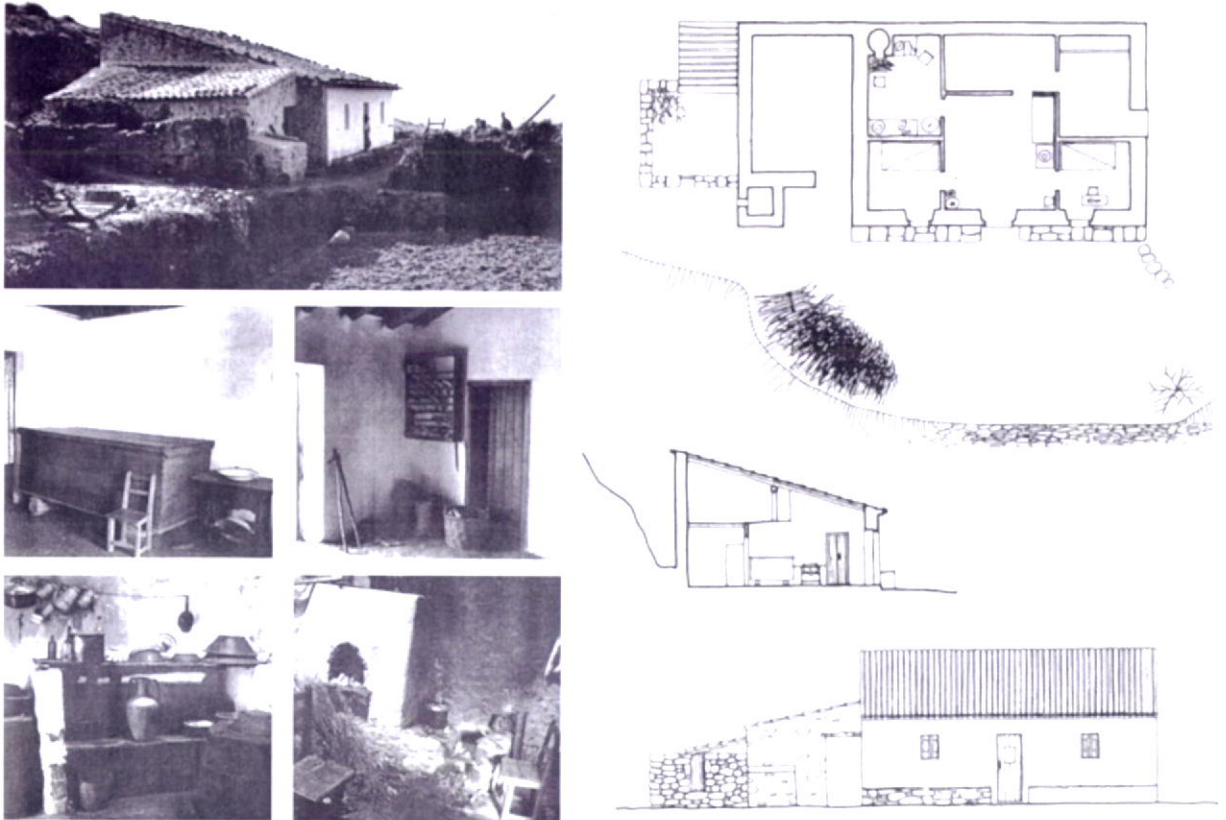


Fig.64-Tipologia atribuída para a vertente Norte da Serra de Monchique, conforme "Arquitectura popular em Portugal"<sup>63</sup> de 1961.

Fonte: AAVV - Arquitectura popular em Portugal. 3ª ed. Lisboa : Ed.Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. vol.III

Assim, foram definidos cinco grandes grupos de estruturas edificadas, uma de apoio à exploração e quatro de construções de habitação, respectivamente:

- A- Construções sem carácter habitacional que servem para apoio à actividade agrícola.
- B- Casas rurais que servem unicamente para habitação, eventualmente com telheiro ou alpendre para a besta, mas sem dependências para guarda de gado. Constituem casas de lavradores pobres a remediados.
- C- Montes rurais de lavradores remediados a abastados, cujas casas englobam dependências para o gado.
- D- Casas sem corredor com dois pisos.
- E- Casas ou montes que integram na sua planta um corredor para acesso entre divisões.

<sup>63</sup> AAVV - Arquitectura popular em Portugal. 3ª ed. Lisboa : Ed.Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. p. 214-215. vol.III

Na região de estudo, designa-se habitualmente de “monte” a habitação rústica, enquanto que as habitações urbanas se chamam de casas, moradas ou “preidos”<sup>64</sup>. Na Serra de Monchique, o monte é uma construção modesta e sem grandes comodidades, mesmo quando os proprietários possam viver desafogados.<sup>65</sup>

Segundo a recolha oral sobre usos e costumes da autora Gloria Maria Marreiros, sabe-se que até ainda há poucos anos um monte de lavrador médio, era composto de <sup>65</sup> *uma ampla sala de entrada que dá pelo nome de “casa de fora”, onde se podiam encontrar enormes arcas de castanho “caixas” encostadas às quatro paredes, algumas cadeira altas, ao centro uma mesa rectangular onde se serviam as refeições e a um canto a maquina de costura, a “cantoneira”<sup>66</sup> onde se arrumavam os pratos e a “barranhita” de água fresca, tapada com um pano branco e tendo ao lado um copo e um cocharro de cortiça, emborcados.*

*Nas paredes não se encontravam nem adornos, nem fotografias, apenas a meio numa das paredes, pequenas prateleiras com o candeeiro a petróleo, substituindo a mais antiga candeia de azeite.*

*Segue-se a cozinha, com o “lar”<sup>67</sup>, a salgadeira, a cantareira, o lavatório de ferro com espelho acoplado. À volta do “lar”; varias cadeiras pequenas de castanho, bancos e cepos para toda a família e as visitas se sentarem à noite, ao serão. Nas paredes, a “espeteira” para os tachos e panelas, “a pilheira”<sup>68</sup> do sabão, ao lado dum banquinho com o alquidar para a loiça suja. Na parede fronteira ao lar outra pilheira destinada ao candeeiro de lata sem chaminé e alimentado a petróleo.*

Ligando da casa de fora e da cozinha, encontravam-se os quartos, habitualmente um para o casal, outro para as filhas e um terceiro para os filhos.

Ao lado e sem comunicar interiormente, estava o celeiro onde se guardam os cereais e arrumavam as alfaias. Nas paredes, em espeques de madeira, penduravam-se em traves os utensílios do dia a dia e os apetrechos da besta, barrigueiras, peias, molins, albardas, cangas, foices, réstias de cebolas e de alhos, tamiças para fins diversos

Os criados dormiam no palheiro, situado um pouco atrás da construção principal. A arramada do gado, o curral das cabras, a pocilga dos porcos, o galinheiro dos bicos, a alpendrada das bestas e das vacas, o forno, o telheiro da lenha, a adega embora geralmente fizessem parte do monte, outras vezes encontravam-se destacados deste.

---

<sup>64</sup> Termo local para Prédio

<sup>65</sup> MARREIROS, Glória - Um Algarve outro contado de boca em boca, Livros Horizonte.Lda, Lisboa, 1999, p. 40.

<sup>66</sup> Prateleira que se adapta ao canto de uma casa ou de uma sala;

<sup>67</sup> Local onde se acende o fogo, na cozinha.

<sup>68</sup> Cantareira aberta na parede;

Um lavrador de menos posses<sup>69</sup>, mas ainda desafogado poderia ter um monte de apenas quatro “casas”, sala de entrada (casa de fora), cozinha, quarto do casal e quarto das filhas. Nos quartos encontrava-se as “caixas pequenas”<sup>70</sup> onde se guardava a roupa branca e o enxoval das raparigas. O tampo servia de mesinha de cabeceira.

Os bebés, nem sempre tinham berço e dormiam ao lado dos pais, na mesma cama. Quando nascia outra criança, a mais velha passava a dormir atravessada, aos pés da cama, depois com mais idade ia para o quarto das irmãs, e caso fosse um rapaz, à volta dos dez anos, começava a dormir no palheiro com os irmãos mais velhos ou com os criados.

Pelo trabalho de campo, a análise da planta e da estrutura das casas visitadas, permitiu por um lado detectar um grande número de variações de planta dentro de cada um dos grupos tipológicos, e por outro concluir que muitas das tipologias existentes actualmente, tiveram origem em tipologias distintas. Algumas das plantas estudadas, resultaram de um processo evolutivo de construção faseada e ampliações sucessivas.

Por exemplo, dentro da classificação “B” de casa da Serra de Monchique, onde se incluíram todas as construções composta por um único núcleo de habitação independentemente da compartimentação, observaram-se diversas ampliações de uma planta de duas divisões, para uma de três divisões e desta posteriormente para casas com seis compartimentos. Encontraram-se também exemplares de plantas originalmente de duas divisões, que foram ampliadas para quatro, criando uma casa de planta quadrada também muito frequente em Monchique.

Foram também encontrados exemplos de casas de habitação da classe B, que serviram de base a alguns montes isolados (C1) e montes agrupados (C2), actuais.

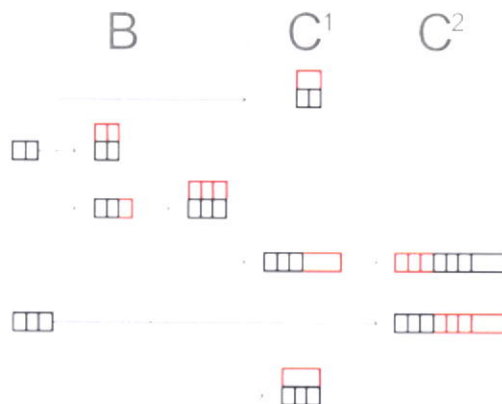


Fig.65-Exemplos de algumas evoluções de planta.

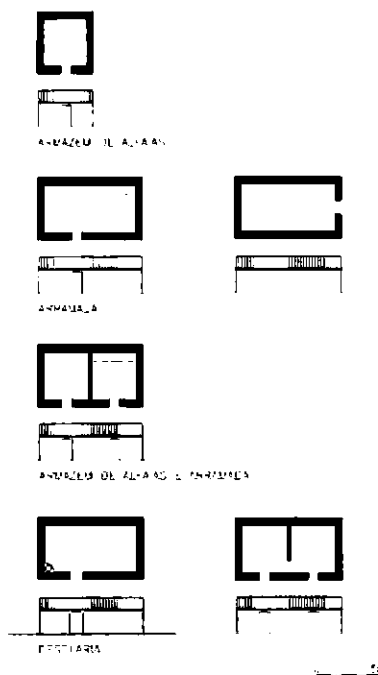
<sup>69</sup> MARREIROS, Glória - Um Algarve outro contado de boca em boca. Lisboa : Livros Horizonte.Lda,1999. p. 41

<sup>70</sup> Arcas pequenas de castanho

As construções estudadas, testemunham ainda um período de grande ligação à terra resultante de uma forte economia agrícola, onde era possível sustentar explorações de pequena, média e grande escala. As habitações características deste período são desde pequenas casas rudimentares sem luxos até grandes montes com casas de habitação para o proprietário e seus trabalhadores.

Existiam construções de pequena e média dimensão, destinadas a apoio da actividade agrícola e que serviam como armazéns de alfaias, para guardar gado ou como destilarias. Em parte devido ao relevo à falta de acessos, e também pela distância entre a habitação principais e as parcelas de terra onde se trabalhava. As primeiras localizavam-se no cerro ou a meia encosta e as segundas no vale. Estas construções de apoio à exploração agrícola são independentes do monte e encontram-se na proximidade da horta ou das vias de comunicação existentes.

**Quadro 4-Tipologia de construções de apoio à actividade agrícola**

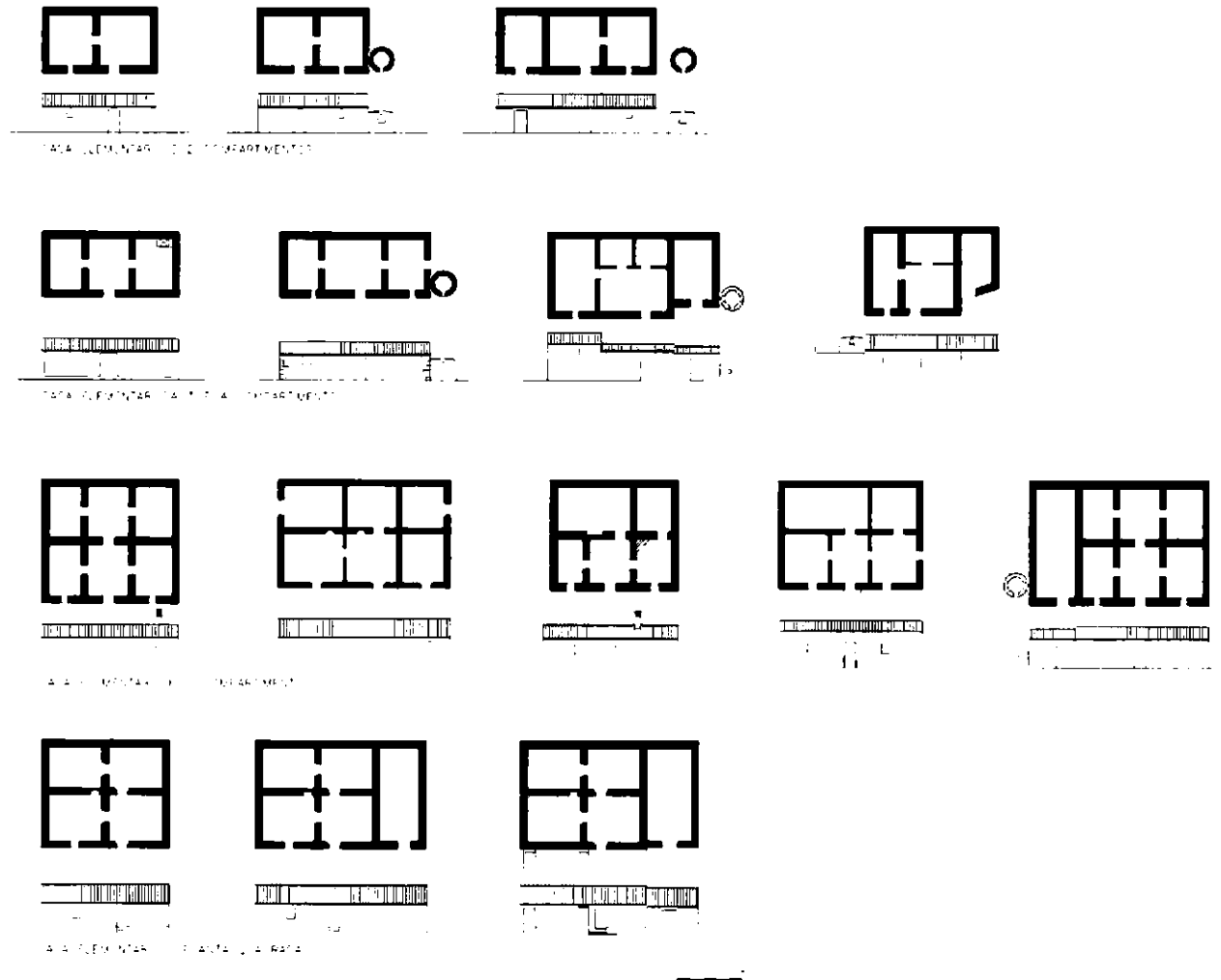


As construções destinadas à guarda do gado, localmente conhecidas como arramadas, são mais frequentes do lado Sul da Serra pois existe aí maior quantidade de pastagens. Estas construções integram a própria habitação tal como sucede nas tipologias das regiões serranas da Beira e Norte do País<sup>71</sup>, mas podem ser também encontradas separadas destas, tal como é habitual nas regiões mediterrâneas de climas mais quentes onde é necessário afastar o cheiro dos resíduos produzidos pelos animais.

<sup>71</sup> AAVV - *Arquitectura popular em Portugal*, 3ª ed. Lisboa : Ed.Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. p.215 vol.III

As destilarias podem ser encontradas na encosta Norte da Serra, local onde mais abunda o medronheiro e os alambiques que produzem a melhor aguardente do Algarve.

Quadro 5-Tipologia de Casa da serra de Monchique



A arquitectura típica de uma habitação na Serra de Monchique caracteriza-se por uma planta rectangular, constituída ao centro pela casa de fora para onde dão todas as restantes divisões da casa, desempenhando a função de sala. A principal divisão da habitação é a cozinha é aqui que se passa a maior parte da actividade doméstica e onde se juntam os amigos durante as noites frias de Inverno. Em regra não existe chaminé, o calor do fogo propaga-se assim pela casa enquanto que o fumo sai por entre as telhas. Os telhados são em regra de uma água para casa com planta elementar de 2 a 3 compartimentos e de duas águas para casa com mais compartimentos e forno exterior. São servidas por um a dois quartos, ocasionalmente



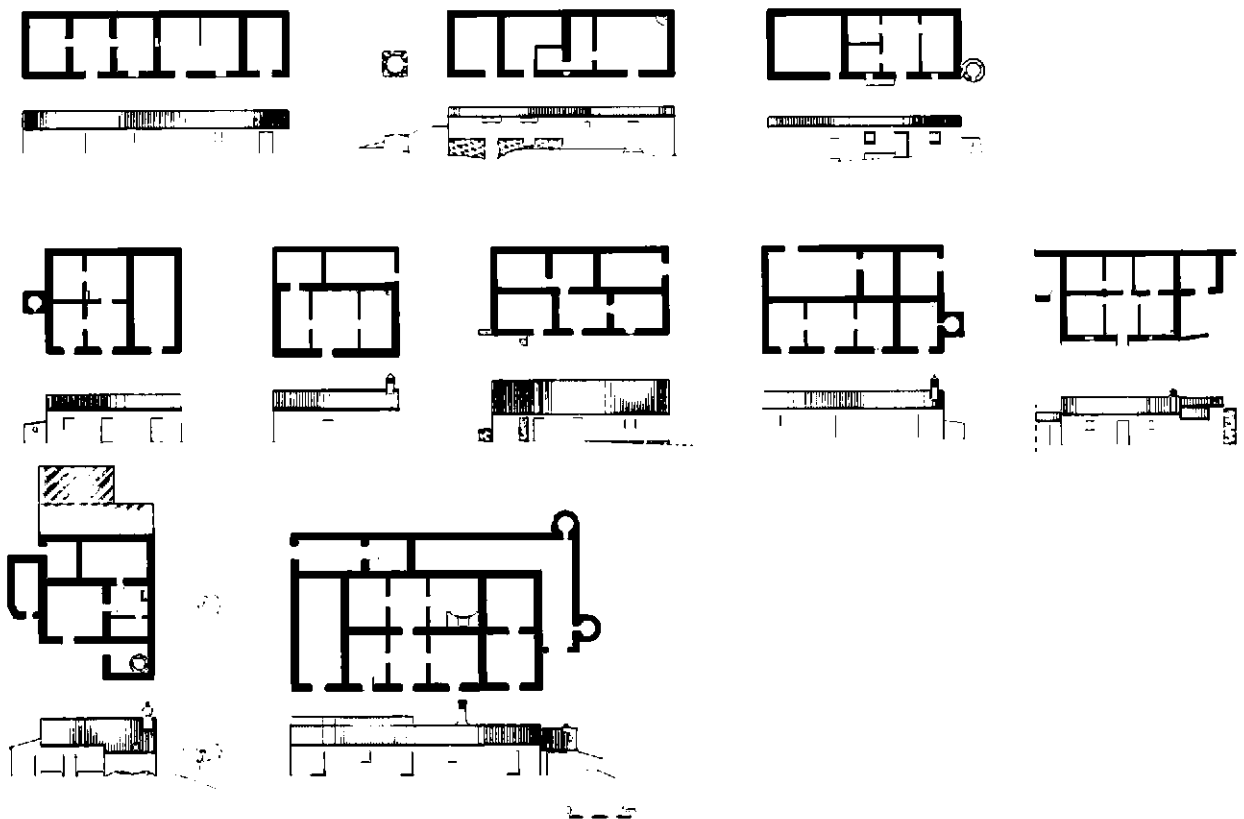
três, a cobertura destas divisões é a mais cuidada da casa pois dispõem de guarda pó para evitar a perda do calor interior e a queda de lixo da cobertura.

As casas por vezes incluem ainda cavaliçã para guardar o animal que ajuda no trabalho da terra e uma despensa.

As paredes exteriores são de taipa, as divisórias de adobe ou tabique e raramente também em taipa, os telhados são de vigamento e ripado de madeira e os pavimentos em terra batida ou tijoleira.

Embora possam adoptar muitos tipos de plantas, as mais comuns são as de casas elementares de 3 compartimentos e de montes isolados, na encosta Norte predominam as casas de habitação de 6 compartimentos.

**Quadro 6-Tipologia de Monte isolado**



Quando a actividade agrícola integra uma estrutura produtiva de média escala as tipologias atrás descritas passam a integrar a arramada para o gado e palheiro num nível superior a este, despensa e eventualmente celeiro. Adoptando a tipologia de monte isolado, com um único corpo de habitação de rendeiros ou trabalhadores, com planta de distribuição longitudinal, incluindo arramada, forno exterior, ausência de

chaminé, telhados de uma ou duas águas, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões.

Incluem-se nesta categoria as casas isoladas com arramadas de gado separadas da habitação principal mas que delas são dependentes.

Quando a estrutura produtiva é de maior escala a tipologia dos montes agrícolas cresce, alojando proprietário e trabalhadores, razão pela qual adoptam por vezes mais de um corpo para habitação e um maior número de dependências, arramada, celeiro, forno, estábulo, chaminé, telhados de uma ou duas águas, rebocada nas fachadas principais, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões.

Adopta-se então a tipologia de monte agrupado e conjunto. No primeiro caso, as casas possuem um ou mais corpos de habitação e distingue-se esta tipologia de casa da serra por alojarem conjuntamente o proprietário e aos seus empregados, mesmo quando só existe um núcleo habitacional.

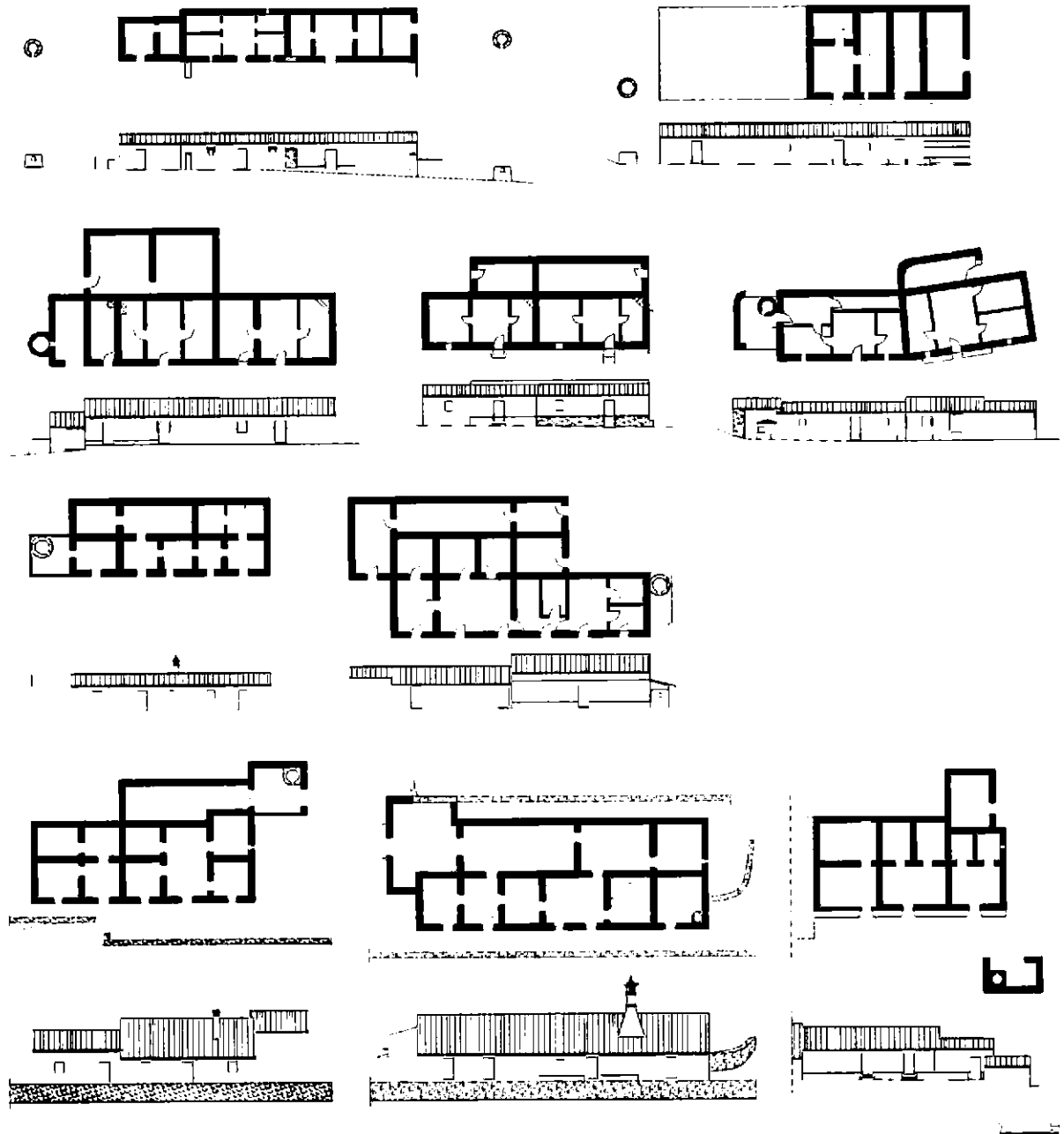
A planta destes dois tipos de montes é de forma rectangular, longitudinalmente e paralelamente, pelo que formam grelhas regulares.

O Monte conjunto ocorre unicamente em explorações de grandes dimensões, onde é habitual o emprego de trabalhadores sazonais além dos empregados próprios da propriedade. As construções têm mais de um corpo de habitação, cada um corresponde a uma classe social diferenciada (proprietário, empregados assalariados e trabalhadores sazonais), casa dos rapazes ou da malta, armazém, arramada, celeiro, por vezes destilaria, forno coberto, um ou dois estábulos (gado miúdo e graúdo), chaminé, telhados de uma ou duas águas, rebocada nas fachadas principais ou em todas, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões. Ocasionalmente existem também montes com esta tipologia, mas cuja distribuição do vários corpos é espacialmente dispersa entre si.

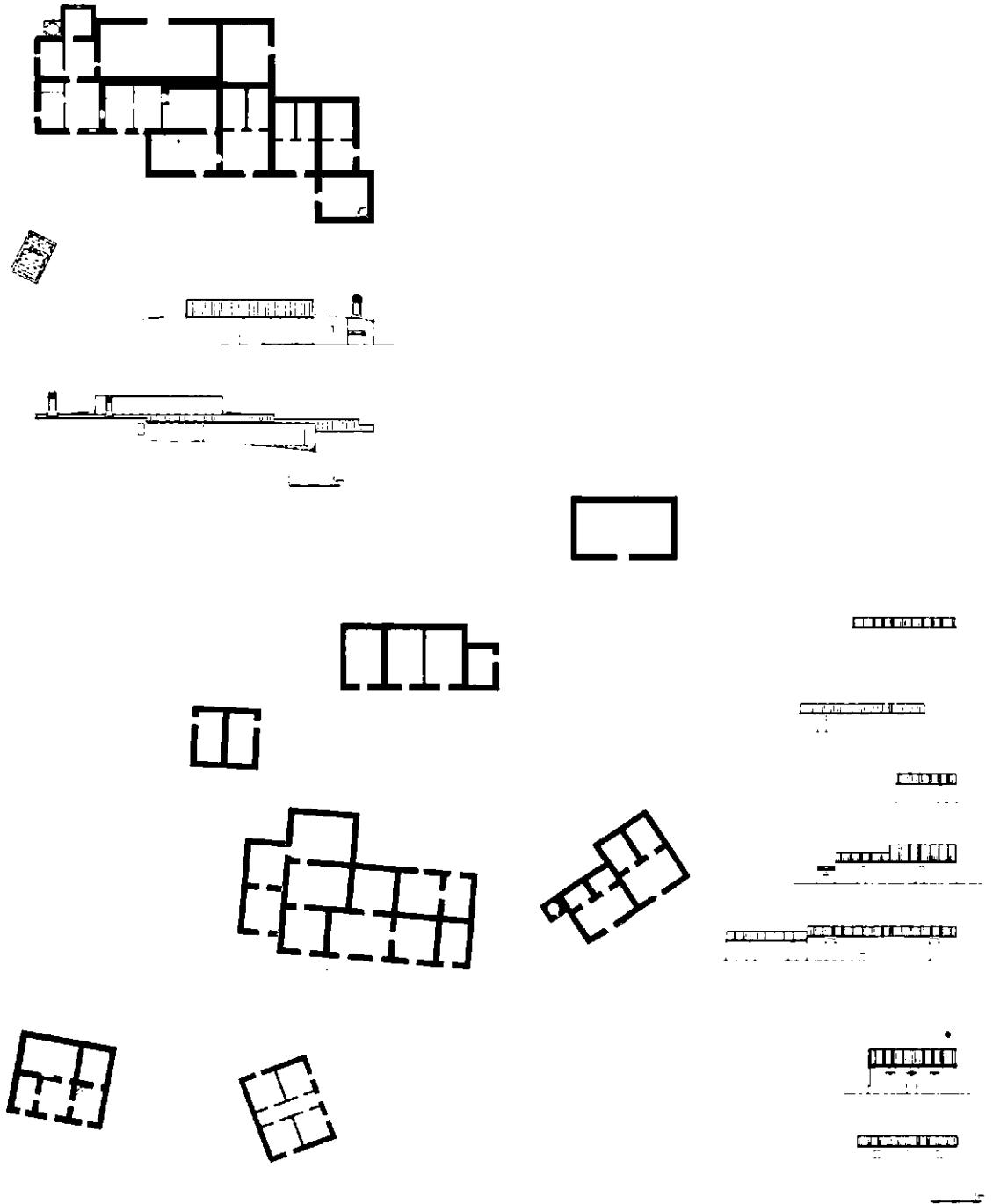
Longe do vale, nas encostas Norte da Serra onde o relevo é mais acidentado, ocorre o aproveitamento do desnível do terreno com a construção de casas de dois pisos, e onde o nível térreo é realizado parcialmente enterrado e destinado a loja, estabulo e celeiro ou arramada. O piso elevado funciona como núcleo de habitação e apresenta uma planta rectangular de 4 a 6 compartimentos.

A construção destes edifícios recorre à alvenaria de pedra e à taipa para executarem as paredes resistentes (exteriores) executadas sempre com algum arrasto para o interior, no nível térreo tem 90cm de espessura e 45-50cm no superior, o pavimento que divide os dois níveis é em estrutura de madeira, telhados de duas águas, chaminé e forno exterior.

Quadro 7-Tipologia de Monte agrupado

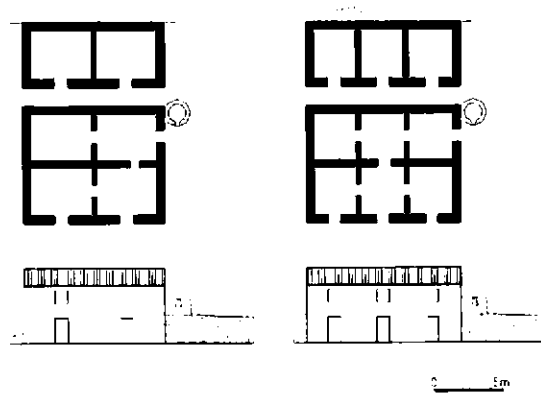


Quadro 8-Tipologia de Monte conjunto



**Quadro 9-Tipologia  
de casa elementar de 2 pisos e de casas contemporâneas**

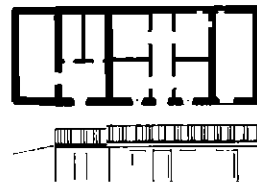
CASA ELEMENTAR DE 2 PISOS



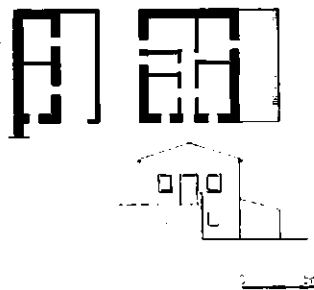
CASA CONTEMPORÂNEA



MONTE RESENTE



CASA DE 2 PISOS CONTEMPORÂNEO



Após o início do século XX, ocorre a decadência da economia rural, os empresários partem para investir noutros lugares, perde-se em competitividade com os baixos custos de produção da agrícola do litoral, mais moderna e mecanizada.

Consequentemente os habitantes da Serra de Monchique emigram, as terras são abandonadas por falta de mão-de-obra, e a nova actividade económica escolhida na região passa a ser a produção de madeira. Como resultado a serra é florestada com eucalipto.

Com o desaparecimento da actividade agrícola a partir da década de sessenta, a economia local vira-se para a pequena e média empresa florestal.

O trabalho passa a ser realizado pelos proprietários da terra, meeiros e arrendatários.

Os grandes montes são divididos e vendidos. As parcelas de terra passam a ser de pequena dimensão. As construções deste período abandonam a tipologia de grandes montes adoptam dimensões modestas com plantas mais contemporâneas, ordenadas espacialmente por meio de corredor central. As construções perdem os estábulos e cavalariças, em sua substituição surgem os armazéns e garagens.

A construção em taipa terá ocorrido em Monchique, até aproximadamente à década de cinquenta, altura em que existem exemplares construídos destinados a escolas e casas de habitação social em Marmeleite.

Os materiais tradicionais são substituídos pelo tijolo e o betão armado, a sua implementação será maior nos aglomerados populacionais do que no campo onde não existe grande interesse para construir. Serão deste período, as remodelações de construções mais antigas, onde se utilizam os novos materiais e alguns revestimentos cerâmicos.

Arquitectonicamente encontraram-se estas características em construções de casas, montes e edifícios de dois pisos, razão pela qual se adiciona este tipo de tipologia às definidas pelo projecto CORPUS<sup>72</sup>.

---

<sup>72</sup> MEDA-CORPUS - *Typologies* [online], CORPUS, [disponível na Internet via WWW URL:<http://www.meda-corpus.net/frn/index.asp?op=40201265>] Arquivo capturado em 19 de Junho de 2006

**Quadro 10-Legenda do Mapa tipológico**

<b>A</b>	CONSTRUÇÕES DE APOIO A ACTIVIDADE AGRÍCOLA		Construções de pequena e média dimensão que servem de armazéns de alfaias, guarda de gado (arramadas) ou destilarias. Não são rebocadas e o chão é de terra batida.
<b>B</b>	CASA DA SERRA DE MONCHIQUE		Habitação constituída por casa de fora, cozinha, um ou dois quartos com guarda pó em madeira, ausência de chaminé, telhados de uma ou duas águas, por vezes com cavaliça e forno, pavimentos em terra batida ou tijoleira.
<b>C<sup>1</sup></b>	MONTE SO AZO		Monte com um único corpo de habitação de rendeiros ou trabalhadores, com planta de distribuição longitudinal, arramada, forno, ausência de chaminé, telhados de uma ou duas águas, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões.
<b>2</b>	MONTE AGRUPADO		Monte com um ou mais corpos de habitação (para proprietário, filhos ou empregados) com planta de distribuição rectangular formando grelha, arramada, celeiro, forno, estabulo, chaminé, telhados de uma ou duas águas, rebocada nas fachadas principais, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões.
<b>3</b>	MONTE CONJUNTO		Monte com mais de um corpos de habitação socialmente diferenciada (para proprietário, empregados e trabalhadores sazonais), casa dos rapazes ou da maita, armazém, arramada, celeiro, por vezes destilaria, forno, um ou dois estábulos (gado miúdo e graúdo), chaminé, telhados de uma ou duas águas, rebocada nas fachadas principais ou em todas, pavimentos em terra batida, tijoleira ou cascões. Ocasionalmente existem também montes com esta tipologia, mas cuja distribuição do vários corpos é espacialmente dispersa entre si.
<b>D</b>	CASA ELEMENTAR DE 2 PISOS		Habitação de dois pisos, com função de habitação no piso elevado e de lojas ou arramada no piso térreo, forno, telhado de duas águas, fachada principal ou totalidade rebocada, pavimento do piso elevado em madeira e pedra ou terra no piso térreo.
<b>E<sup>1</sup></b>	CASA CONTEMPORÁNEA		Habitação relativamente recente, com corredor, cozinha, dois ou três quartos, chaminé, telhados de duas águas, pavimentos em cerâmica ou tijoleira.
<b>2</b>	MONTE RECENTE		Idêntico aos montes de tipologia isolada ou agrupada, mas com casa principal com corredor central.
<b>3</b>	CASA DE 2 PISOS CONTEMPORÁNEA		Idênticas as habitações de dois pisos mas com corredor central no piso superior e por vezes garagem.

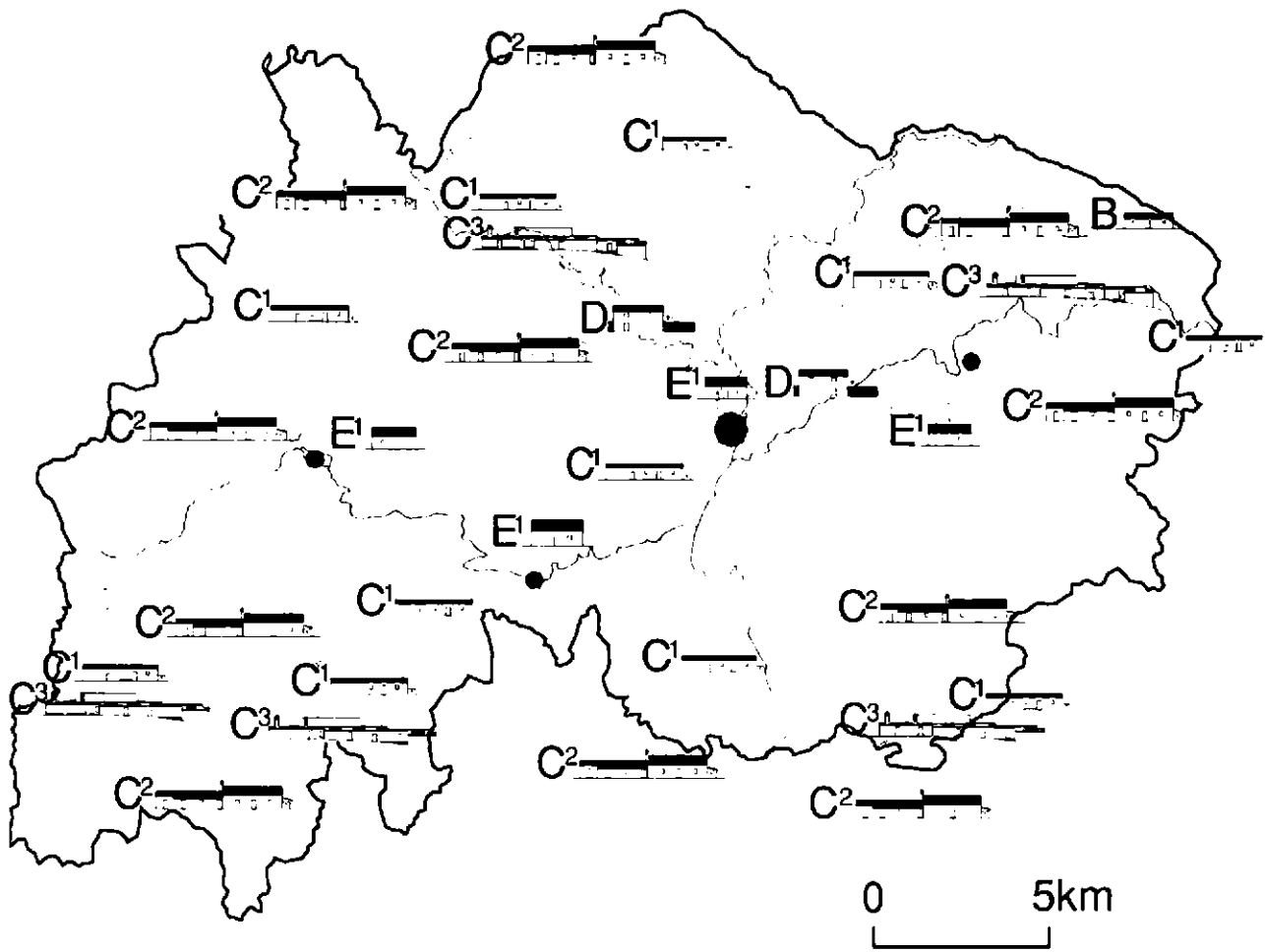


Fig.66-Mapa Tipológico.



### 3.1.3 - Descrição das soluções construtivas utilizadas.

São aqui enumeradas as características dos materiais utilizados, as técnicas construtivas, a composição das fachadas e os elementos decorativos mais marcantes da arquitectura de terra da Serra de Monchique.

#### a) Fundações



Fig.67-Pormenor de acilho em pedra numa construção na Foz do Açor, com aproximadamente 70cm de altura.



Fig.68-Diferença entre altura do acilho de uma construção da Foz do Açor (50cm) e da Foz do Besteiro (80cm).



Fig.69-Pormenor de acilho em pedra de xisto, numa construção na Perna da Negra.

As estruturas de taipa por apresentarem uma massa muito elevada, carecem de fundações sólidas que permitam suportar o peso próprio das paredes e das coberturas, sem que ocorram danos por assentamentos ou deslocamentos. Por outro lado, a construção em terra necessita de um bom sistema de impermeabilização que evite a ascensão da humidade proveniente do terreno de fundação.

Os mestres taapeiros solucionavam esta questão, executando a abertura de uma vala que enchiam com enrocamento, no local de assentamento das paredes e com a profundidade necessária para atingir a camada de solo resistente. Depois iniciava-se a execução da base da parede de taipa, ainda em alvenaria de pedra e terra até uma altura mínima de 50cm, para proteger a taipa do efeito de ricochete da água da chuva e isolar da humidade do solo.

Regionalmente, a natureza da pedra e as condições de pluviosidade dos locais de edificação das casas, fazem com que existam algumas diferenças no aspecto visual e dimensional na execução do acilho<sup>73</sup> de localidade para localidade.

Durante o trabalho de campo constataram-se exemplos de acilhos<sup>73</sup> com alturas de 20, 50, 70 cm e 1m, acima do terreno natural.

<sup>73</sup> Cabouco, fundação da parede de taipa.

## **b) Rebocos**

Um dos traços comuns entre a arquitetura de terra da Serra de Monchique e do vizinho Alentejo, diz respeito ao costume de rebocar unicamente a fachada pela qual se procede ao acesso à casa. A razão deste hábito pode estar relacionado com a fraca capacidade económica dos lavradores e talvez com a boa qualidade da taipa, já que as paredes menos expostas às intempéries resistem largos anos expostas à chuva e ao vento.

Tal como indicado na caracterização climatérica da região a forte intensidade e orientação dos ventos predominantes, assim como a forte precipitação que marca o clima da Serra de Monchique entre os meses de Novembro a Março, tornam necessário o revestimento superficial das paredes menos abrigadas e as orientadas a sul e sudoeste.

Da recolha realizada, sabe-se que os revestimentos de reboco de cal, apresentam uma única camada de pequena espessura, a execução de reboco composto por duas camadas é raro. Em regra as paredes eram revestidas só depois de serem lavadas pela chuva, aproximadamente um ano após a execução da construção, para aumentar a rugosidade e favorecer a aderência entre reboco e o suporte. Para a melhoria da ligação do reboco, recorria-se ainda ao preenchimento das juntas da taipa com argamassa de cal que adere melhor ao reboco do que a terra, picagem da taipa e ao tratamento das vergas de madeira nos vãos.

Com base no reconhecimento “in situ” e nas entrevistas realizadas, soube-se ainda que eram utilizadas três soluções construtivas para o revestimento das paredes, a caiação, a aplicação de reboco de cal e areia e a aplicação de pasta de cal.

Na região da Serra de Monchique não existe disponibilidade local de extracção de areia, por isso este seria um material mais caro que só podia ser adquirido em Portimão. Os lavradores menos abastados eram limitados ao uso dos inertes locais para proceder ao reboco das suas casas.

Em alternativa à areia, Monchique dispõe ainda hoje e tal como no passado, de depósitos naturais de “foiaíte”<sup>74</sup> um produto resultante da degradação da foiaíto, uma rocha que compõe a maior parte do maciço da Serra de Monchique. Esta rocha apresenta um grão grosseiro a médio, que por degradação natural os cristais desagregam-se, resultando num material de granulometria semelhante à da areia grossa, mas de aresta viva. Os mestres entrevistados recordam a existência de um grande areeiro de “foiaíte” onde hoje se localiza o estacionamento de São Sebastião, em Monchique.

Outro processo de execução de reboco observado, consiste na adição de terras predominantemente arenosas à cal, o revestimento assim conseguido, distingue-se dos exemplos atrás mencionados por uma coloração de tom amarelo a vermelho, que é coincidente com a cor da própria taipa.

---

<sup>74</sup> Termo local para designar um tipo de solo que se assemelha a areia grossa, que resulta da decomposição de rocha de Foiaite.

A facilidade de recolha local destes materiais (foiaíte, calhau miúdo e solo arenoso) na região terá sido responsável pela grande disseminação da utilização destes processos de construção na região.

Nas construções de campo não foi observado qualquer processo de preparação das vergas dos vãos para a aplicação do reboco.



Fig.70-Pormenor de reboco composto por duas finas camadas.



Fig.71-Pormenor de melhoramento da aderência ao reboco, por aplicação de juntas de cal entre taipais.



Fig.72-Pormenor da picagem da superfície de uma parede de taipa como preparação para rebocar.



Fig.73-Exemplo da preparação de uma verga de porta para aplicação de reboco, numa construção localizada em Monchique.



Fig.74-Pormenor de uma construção datada de 1940, onde se observa a textura irregular característica no reboco de cal, no revestimento da fachada principal.



Fig.75-Aspecto de um revestimento composto por inúmeras camadas de cal sobre reboco tradicional.

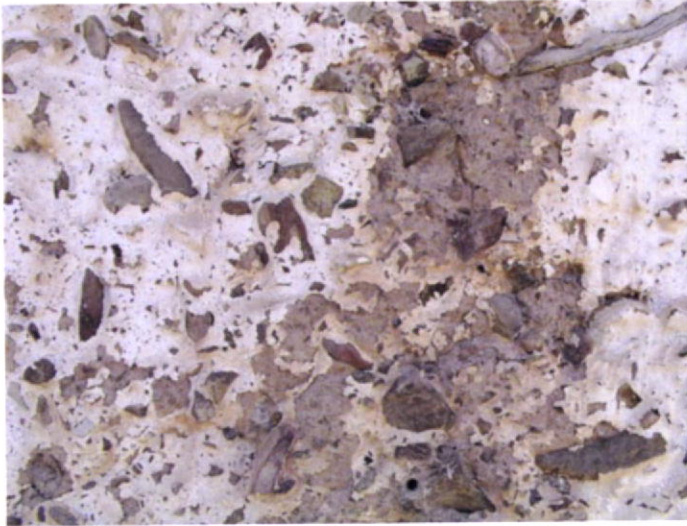


Fig.76-Pormenor de revestimento por caiação.



Fig.77-Os rebocos tradicionais são sempre de diminuta espessura.



Fig.78-Pormenor de revestimento com pasta de cal, exemplo de aplicação em interior e exterior.

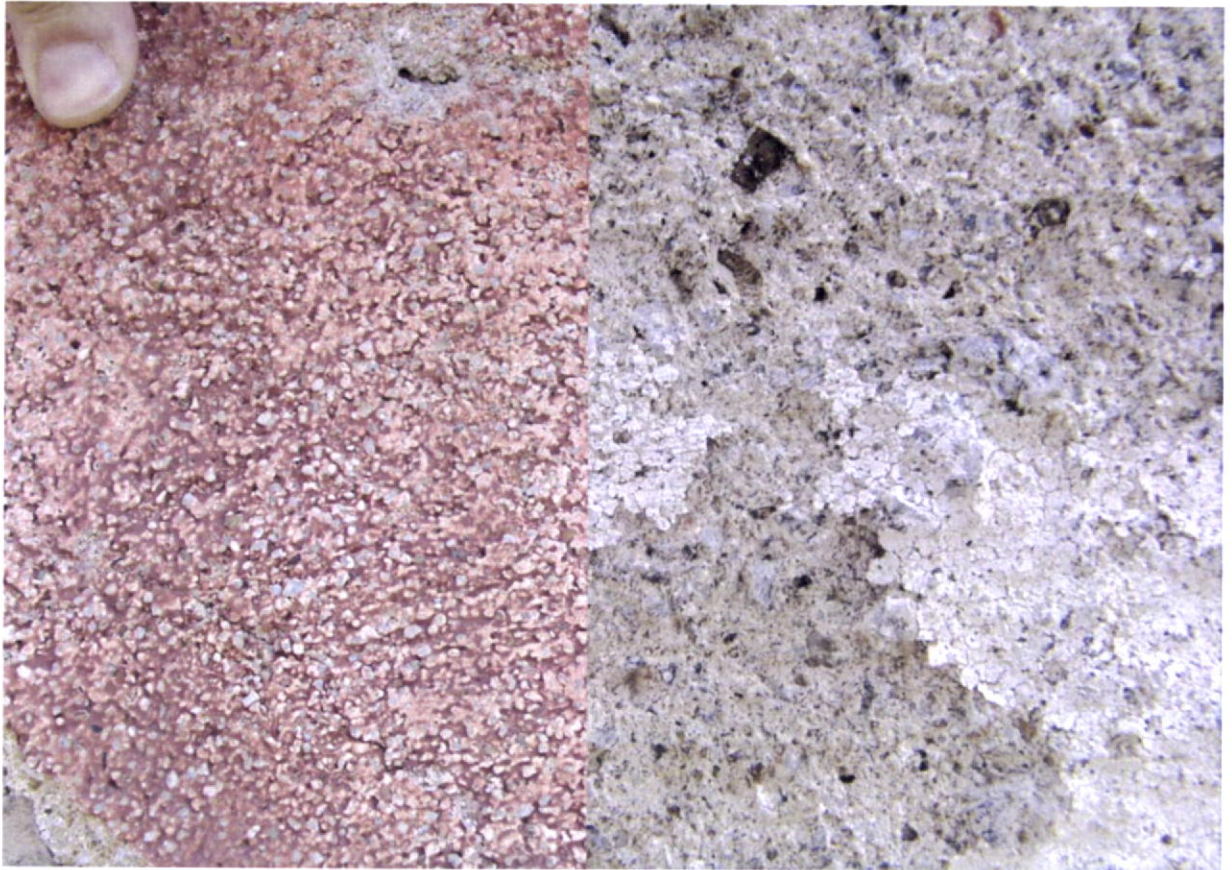


Fig.79-Exemplos de rebocos de argamassa de cal e "foiaite".



Fig.80-Dois exemplos de rebocos de cal e cascalho da ribeira.

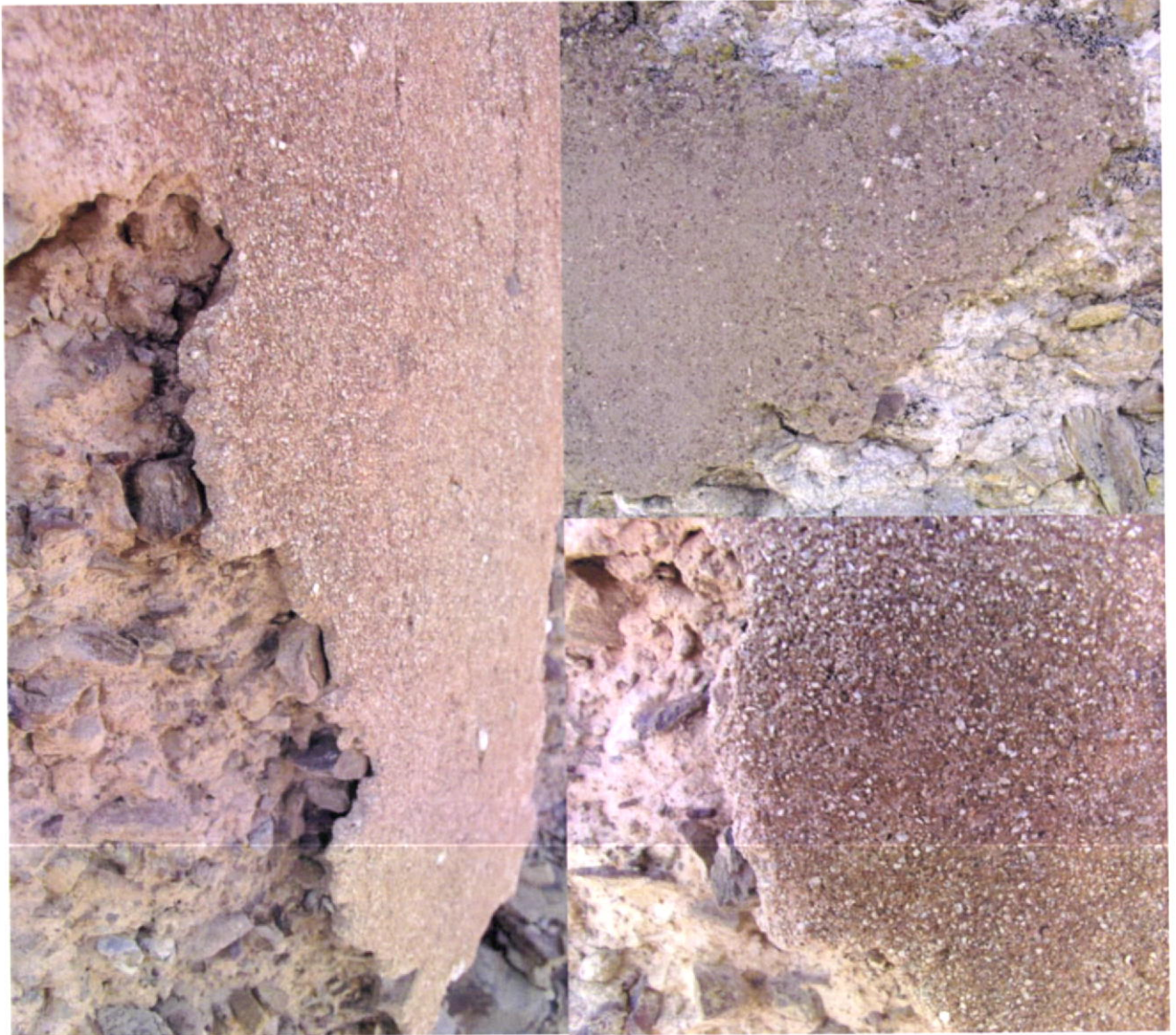


Fig.81-Exemplos de rebocos com cal e solo. Estes rebocos destacam-se facilmente dos restantes exemplos, por a sua coloração natural ser igual à da terra usada na taipa.

### c) Cor

Embora seja o branco que mais se avista na Serra de Monchique, a cor surge com bastante frequência, muitas vezes unicamente para marcar um beirado ou um vão. Encontraram-se também alguns casos interessantes do uso da cor, em parte ou partes da fachada, por exemplo para marcar unicamente os vãos com molduras brancas numa parede não rebocada ou de caiação de parte de parede na frente da casa de habitação.

As cores predominantes do espaço rural variam entre o branco, o azulão, o ocre (amarelo), o vermelhão e o verde folha de oliveira<sup>75,76</sup>.

No anexo IV, encontra-se o inventário dos esquemas de pintura encontrados.



Foz do Açor



Cancino



Corte



Zebro



Ladeira de Cima



Portela do Alqueva



Três Figo

Fig.82-Exemplos vários de aplicação da cor na decoração de fachadas.

<sup>75</sup> LEITÃO, Luiz Augusto - Curso elementar de Construções, Imprensa Nacional, Lisboa 1895. p. 129.

<sup>76</sup> AGUIAR, José - Cor e cidade histórica-Estudo cromático e conservação do património, Faup publicações, Porto. 2002 p. 299-300.



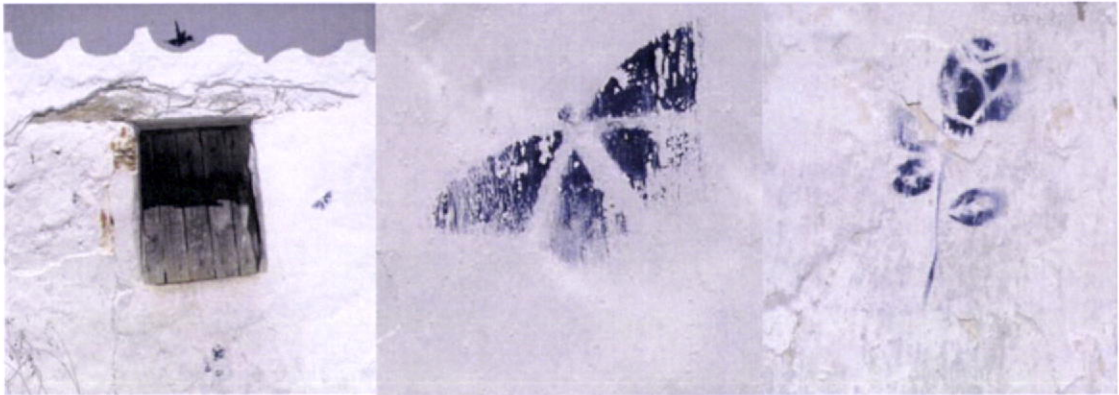


Fig.83-Único exemplo encontrado de decoração de vão, com pequenos desenhos de pássaros, borboletas e flores. Foz do Besteiro.

Os esquemas de pintura recolhidos das construções estudadas foram organizados em três grupos consoante as construções disponham de beirado, cornija ou platibanda. Juntamente indica-se o respectivo levantamento fotográfico dos exemplos encontrados.

Quadro 11-Tipos de Cor

Cor	Origem <sup>77</sup>
Branco	<i>Cal viva; a cré (carbonato de cal), o branco de Espanha (sulfato de baryta) e o gesso de pintor</i>
Azulão	Azul da Prucia, azul ultramar (extraído de lápis-lazúli), azul de cobalto, azul mineral (mistura de fosfato de alumina ou de cal e óxido de ferro)
Ocre (amarelo)	Ocre amarelo (argila corada pelo óxido de ferro hidratado)
Vermelhão	Ocre vermelho ou almagre (argila, corada pelo óxido de ferro anidro),
Preto/cinza	Preto de fumo (calcinação de substâncias resinosas), preto de Espanha (calcinação de aparas de cortiça e vide), preto animal (calcinação de ossos limpos em vasos fechados), preto marfim (calcinação de marfim)
Verde folha de oliveira	Verde imperial, verde ultramar

<sup>77</sup> LEITÃO, Luiz Augusto - Curso elementar de Construções, Imprensa Nacional, Lisboa 1895. p. 129.

**Quadro 12-Esquemas de pintura de casas com beirado**

	Casas com beirado simples e duplo			Casas com beirado recto				
<b>Fachada</b>	branco	ocre	vermelhão	branco	ocre	vermelhão	azulão	verde folha de oliveira
<b>Moldura em vão</b>	azulão ocre	branco azulão		azulão ocre cinza	branco vermelhão	branco	branco	branco
<b>Soco</b>	branco azulão ocre	ocre branco azulão		azulão ocre cinza	branco vermelhão cinza	branco cinza	branco azulão	branco cinza
<b>Caixilharias/ Portas e Janelas</b>	vermelhão castanho	branco castanho	castanho	vermelhão castanho branco	branco castanho vermelhão	branco castanho vermelhão	castanho	
<b>Beirado/ Cunhais</b>	branco azulão ocre	branco azulão		branco cinza	branco vermelhão	branco	branco	

**Quadro 13-Esquemas de pintura de casas com cornija**

<b>Fachada</b>	branco	ocre	verde folha de oliveira	azul claro	vermelhão	rosa
<b>Moldura em vão</b>	branco vermelhão rosa cinza	branco	branco	branco	branco	branco
<b>Soco</b>	branco preto	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza
<b>Cunhais/ Pilastras</b>	branco vermelhão rosa pedra cinza	branco c/partes de cinza ou azulão	branco	branco	branco	branco cinza
<b>Caixilharias/ Portas e Janelas</b>	branco vermelho	branco castanho	branco castanho	branco castanho	branco castanho	branco castanho
<b>Cornija</b>	rosa cinza	branco	branco	branco	branco	branco

**Quadro 14-Esquemas de pintura de casas com platibanda**

<b>Fachada</b>	branco	ocre	verde claro	azul claro	vermelhão	rosa
<b>Moldura em vão</b>	branco cinza	branco	branco	branco	branco	branco
<b>Soco</b>	cinza preto	cinza	cinza	cinza	cinza	cinza
<b>Pilastras</b>	cinza	branco cinza	branco	branco	branco	branco cinza
<b>Caixilharias/ Portas e Janelas</b>	branco vermelho castanho	branco castanho	branco castanho	branco castanho	branco castanho	branco castanho
<b>Platibanda</b>	branco cinza	branco ocre	branco verde claro	branco azul claro	branco	branco



Cancino



Tojeiro



Ribeira das Canas

Fig.84-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com beirado simples e duplo.



Passil



Ribeira das Canas

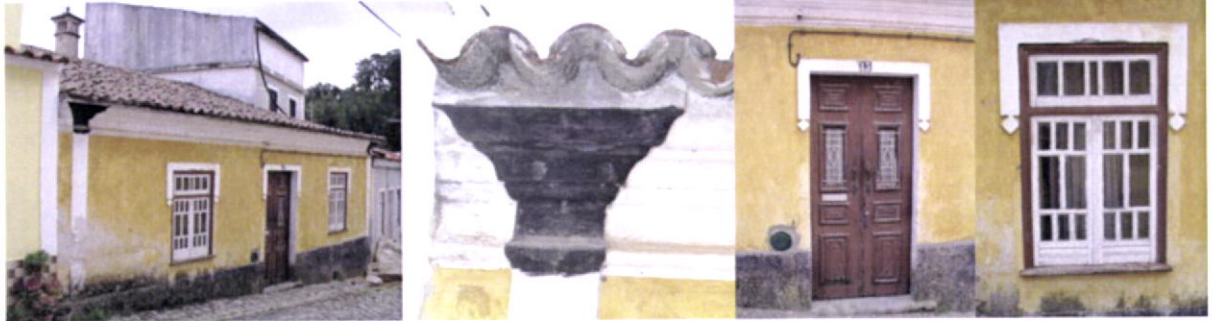


Casais



Tojeiro

Fig.85-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com beirado recto.



Monchique



Casais



Fornalha



Casais

Fig.86-Exemplos do uso da cor na decoração das fachadas em casas com cornija.

#### d) Vãos (portas e janelas)

Os vãos das portas e janelas na arquitectura de terra são quase sempre abertos depois da parede executada, e as vergas realizadas em madeira ou betão eram logo deixadas no interior da parede, aquando da sua construção.

A solução mais antigas adoptada para a construção das vergas refere-se às utilizações de madeira como suporte da parede sobre as aberturas ou à construção de verga em arco de tijolo. Só mais recentemente, se passou a utilizar vergas em betão armado ou a execução de vigas de coroamento, em substituição das vergas de madeira menos duráveis.

Nos vãos abertos, as carpintarias ligam-se directamente à paredes, só quando existe guarnecimento do vão a tijolo são fixos a ela.

Na zona rural do concelho, os modelos de carpintarias que mais se encontram nas construções são os abaixo indicados.

No anexo V, encontra-se o inventário dos tipos de vãos encontrados.



Fig.87-Comparação entre duas carpintaria de janela, uma de modelo com quatro vidros e outra inteiramente em madeira.



Fig.88-Pormenor de vão guarnecido com tijolo, em paredes de alvenaria de pedra. Vista de modelo de



Fig.89-Vão em casa de taipa. Vista de modelo de portas e janelas sem vidro.

portas e janelas sem vidro.



Fig.90-Pormenor de vão guardado com alvenaria de pedra e argamassa de cal e areia.

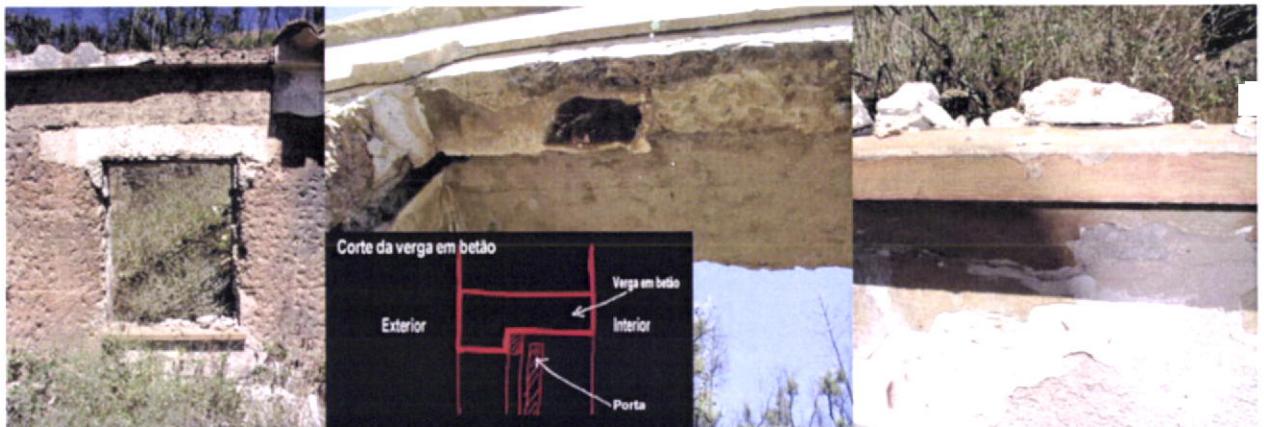


Fig.91-Pormenor de vão com verga e peitoril em pedra.

### e) Beirados

Para que a água da chuva não se infiltre nas paredes, os telhados apresentam beirados bastante saídos de modo a que a água caia no chão e não escorra pelas paredes.

Para aumentar a protecção das paredes às intempéries e à infiltração das águas da chuva na parede, as paredes eram rebocadas com cal e areia e finalmente caiadas, operação que se repete anualmente, geralmente por altura da Páscoa.

Os diferentes modos de aplicação das telhas permitem obter diversos desenhos de beirados.

No anexo VI, encontra-se a recolha dos vários tipos de beirados encontrados.

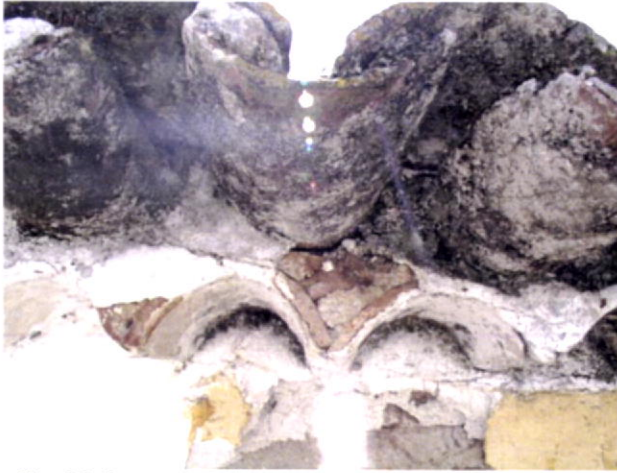


Fig.92-Pormenor de execução de beirado duplo.



Fig.93-Pormenor de execução de beirado simples recente.

#### f) Estrutura de cobertura

Os telhados utilizados nas casas rurais apresentam uma estrutura de cobertura simples, executada por vigas em toros e ripado de madeira, que apoia directamente sobre as paredes exteriores e interiores ou sobre viga de madeira de grande dimensão em cumeeira. Só nos quartos de dormir o ripado do telhado era substituído por caniço ou forro de madeira (guarda-pó), que serve como guarda pó. Deste modo, evitava-se a entrada de sujidade e a saída do calor do quarto nas frias noites de Inverno.

Muitos dos telhados não dispõem de chaminé, o fumo sai através dos telhados sem forro ou por buracos abertos entre as telhas para esse fim, característica que é comum nas zonas de serra do norte do país.

A própria chaminé é um elemento recente, talvez por isso seja relativamente difícil de encontrar nas casas rurais. Os elementos observados são chaminés robustas pouco ou nada decorados de secção quadrada ou rectangular.

Nos aglomerados urbanos de Monchique, Casais e Marmelite, podem ser encontrados exemplares de chaminés com alguma decoração. No caso de Monchique existem aqui grandes chaminés de saia, que têm a particularidade da sua configuração impedir a entrada da água da chuva e garantir boa tiragem de fumo, qualquer que seja a força e direcção do vento. Este é um aspecto arquitectónico que as casas de aqui partilham com a região de Évora, de onde é característico este tipo de chaminé.

O que demonstra que no passado existiu uma grande proximidade da região da Serra de Monchique com o Alentejo, situação que terá sido reforçada pelo facto desta região ter sido servida até há pouco tempo atrás pelas infra-estruturas rodoviárias e ferroviárias de Odemira.



Os telhados das casas mais antigas, apresenta aqui como curiosidade arquitectónica a decoração das telhas das extremidades da cumeeira, com pequenos bocados de telha artisticamente trabalhada, conhecidos como “rabos de pomba”, uma característica que compartilha com as casas mais antigas dos concelhos de Silves, Aljezur e do Alentejo, onde a cumeeira do telhado também é decorados de modo idêntico. No anexo VII, encontram-se reunidos os tipos de chaminés e rabos de pomba encontrados.



Fig.94-Exemplos de chaminés de casa rurais.

••



Fig.95-Exemplos de "rabos de pomba".

#### g) Paredes divisórias

A construção das paredes interiores em taipa não seria muito utilizada, a julgar pelo reduzido numero de casas encontradas que com paredes interiores de taipa com 25cm e 50cm de espessura.

As paredes interiores constroem-se habitualmente em tabique ou adobe. Nas construções mais recentes utilizavam-se tijolos cozidos intercalados na ligação com as paredes-mestras. Estes tijolos por serem mais resistentes garantiam que a ligação entre paredes não fissurassem.



Fig.96-Pormenor de uma parede interior em tabique. Observe-se o travamento da estrutura vertical de madeira, por viga de topo. Padescas, Monchique.



Fig.97-Pormenor da ligação de uma parede de adobe com as paredes resistentes. Observe-se a utilização de tijolos maciços cozidos. Passil, Monchique.

## 3.2 - Processos construtivos

### 3.2.1 - Descrição dos processos construtivos empregues

A Serra de Monchique, desde a década de 30, que a sua situação periférica e o fascínio dos centros urbanos sobre a sua população, têm sido responsáveis pela desertificação humana da região. Este fenómeno, infelizmente tão usual nas regiões interiores, não representa unicamente a perda de pessoas em detrimento do aumento de habitantes das regiões litorais, representa também o abandono da exploração agrícola um dos sectores produtivos economicamente mais relevantes para a sociedade, assim como a perda da identidade regional a nível cultural e patrimonial. Com a perda dos jovens, também se perde a ligação a transmissão oral das memórias colectiva da terra, perdem-se a identidade, a tradição e os saberes locais que terão levado varias gerações a adquirir.

Foi com o intuito de recolher parte das memórias locais relativas aos processos e técnicas de trabalhar a taipa, que foram entrevistados antigos mestres taapeiros da região e arredores, assim como testemunhos de alguns homens que ajudaram a fazer taipa. Os testemunhos recolhidos obtiveram-se principalmente na região de Monchique, mas também em São Marcos da Serra, Odemira, Silves e Odeceixe.

A recolha oral foi fundamental para aprender com a experiência destes homens, o modo como se realizava a construção em taipa e alguns dos seus segredos.

As entrevistas foram registadas em suporte digital (Anexo IX), assim como duas demonstrações de execução da taipa, (Anexo X).

Neste capítulo reúnem-se as informações mais importantes das diversas etapas da terra desde a sua escolha até à transformação em taipa.

#### a) Fundações

A taipa nunca assenta directamente na terra, João Baptista de Jesus referiu que fazia sempre um pego de pedra (enrocamento) por baixo do “acilho” (lintel) para não deixar passar a humidade do terreno para as paredes. A profundidade do enrocamento era a necessária para chegar ao terreno mais firme.

As paredes eram sempre feitas sobre um acilho em alvenaria de pedra com a mesma espessura da parede.

Acima do solo o acilho, habitualmente sobressai 50/70cm de altura pelo menos, podendo chegar a 1m na zona norte oeste do concelho, entre Perna da Negra e Ladeira de Cima.



Fig.98-Carro para transportar pedras.

### a) Escolha da terra

Esta é uma das questões em que todos os mestres foram unânimes, indicando que a melhor terra para taipa é a queimada pelo sol. Esta é a terra da superfície que se encontra a uma profundidade de 20/30cm. Outras das características necessárias é ter alguma pedra pequenina, não ser muito barrenta nem muito arenosa.

Não é de utilizar terra de locais já cultivados ou que tenham servido para pastagem, a matéria orgânica e os adubos, existentes nesses solos são prejudiciais para a taipa e iriam estragar as paredes mais tarde.

O local de extracção era escolhido sempre nas proximidades da construção. Quanto à água, essa ia-se buscar à ribeira ou nascente mais próxima, na Serra de Monchique a localização da água encontra-se sempre próxima. O seu transporte dava algum trabalho, trazia-se em cântaros ladeira acima até onde se encontrava a obra, tudo à força de braço, refere mestre Joaquim.

Após extracção, era cavada manualmente à enchada, para desfazer os torrões e retirar as pedras maiores.

Segundo mestre António Joaquim dos Santos, durante esta fase, se fossem detectada terras de menor qualidade eram separadas, e só seriam utilizadas nas paredes traseiras mais protegidas das intempéries, caso existisse falta de terra no local.

No entanto, mestre António Branquinho lembra que nunca se ia buscar terra longe e que se podia escavar até maiores profundidade para extrair a terra, desde que esta fosse de boa qualidade.

O armazenamento da terra era posteriormente feito em pequenos montes, para facilitar o processo de preparação da terra.



Fig.99-Alguns dos Mestres taifeiros que serviram de fontes orais para o presente trabalho de investigação.

## b) Preparação da terra

Na zona de estudo, foi-nos indicado que a preparação da terra era feita de um dia para o outro, mas que era necessário proceder entre duas a cinco passagens da terra. Estas passagens consistem em molhar a terra com um regador e remexer todo o solo, cada vez que se adicionasse água. Este procedimento tem por objectivo a obtenção de uma massa de solo homogéneo em teor de água.

A quantidade de água adicionada em cada passagem, deve ser sempre inferior àquele que se pensa ser necessária, é sempre possível trabalhar um solo com um pouco de água a menos do ideal, mas é impossível trabalha-lo quando esta é em excesso. Também em termos práticos, abaixo do teor óptimo é possível ainda obter a baridade máxima do solo, o que é impossível quando o solo tem água em demasia.

Da experiência adquirida na preparação de provetes para fins laboratoriais, notou-se que para solos arenosos o período de preparação para adição de água, pode e deve demorar mais dias, para solos com muitos finos como foi o caso do solo 2 ensaiado, não existiam vantagens numa preparação muito longa, porque ocorre a formação de pequenas bolas de argila que dificultam a compactação.

A avaliação da quantidade de água, era feita apertando um punhado de terra entre a mão e lançando-a em seguida desde uma altura de um metro, se a bola de terra não se partisse com o impacto o solo tinha água a mais, caso o punhado de terra se pulverizasse o solo estava seco. O resultado ideal consistia na divisão da bola em quatro partes aproximadamente.<sup>78</sup>

Outros mestres falam que bastava apertá-la na mão, quando colasse entre si estava no ponto.



Fig.100-Preparação da terra para uma obra em Troviscais, Odemira.  
Rega por regador, destorroamento e mistura mecânica com moto cultivador.

<sup>78</sup> Este método encontra-se descrito no livro, "Construire en terre" do CRATerre.

### c) Execução da taipa

As equipas de trabalho eram constituídas por quatro homens, um para preparar a terra, um para transportar e dois homens a trabalharem dentro dos taipais a bater.

O mestre ia à frente, trabalhava sempre no interior do taipal a bater e comandar os trabalhos. A construção das casas fazia-se entre Abril e Março, a terra não necessitava de tanta água e trabalhava-se melhor, não estava tanto calor.

Num dia normal de trabalho podiam chegar a realizar-se entre 12/13 taipaladas<sup>79</sup>, demorando cada entre  $\frac{3}{4}$  a 1 hora para executar.

Quando se pretendia obter maiores rendimentos, juntavam-se pedras grandes no centro dos taipais, poupavam na terra, demoravam menos a compactar, mas era necessário maior cuidado na compactação à volta destas, para não se deixarem espaços vazios.

De uma maneira geral, uma taipalada inicia-se com a execução de uma primeira camada de terra mais fina escolhida, só nas camadas seguintes era aplicada terra com pedra. Cada camada necessitava de ser muito bem batida, para fazer boa taipa, quando está no ponto até o som do impacto do malho muda. A altura de cada camada de terra não deve ultrapassar os 4/5dedos (8-10cm) de espessura, após compactação a altura da camada reduz para metade.

No concelho de Monchique, utilizam um único tipo de malho de cunha para bater toda a superfície da camada ao contrário do que sucede em Odemira, onde existem dois tipos de malhos, um em cunha para compactar junto aos taipais e outro de base plana para bater a terra.

A razão desta diferença, diz respeito à natureza das terras utilizadas, em Monchique os solos têm muita pedra e necessitam de maior força de compactação, por isso é só usado o malho com a menor área de contacto. De modo a preparar a subida dos taipais para o nível superior, são aplicados os côvados a dois/três dedos do topo da última camada de enchimento. Depois de preenchido o taipal com terra, eram desmontados e os côvados eram retirados em seguida, batendo com um martelo num pau estreito para empurrar os côvados desde a face exterior para o interior da construção. Os espaços vazios assim deixados na parede, serviam de apoio as agulhas de ferro, durante a execução do nível seguinte de taipa.

O trabalhar dos homens dentro dos taipais, consiste no espalhamento da terra com os pés, de modo a afastar toda a pedra da face dos taipais. A compactação era sempre iniciada junto das faces dos taipais, só depois era compactada no interior.

Como referido atrás, os malhos utilizados são em cunha, o tipo de solo de Monchique apresenta muita pedra pequena, necessitando maiores energias de compactação do que os solos mais finos. Os malhos aqui usados, têm uma pequena área de contacto pelo que a força transmitida à terra é superior.

---

<sup>79</sup> Termo popular que designa um modulo ou bloco de taipa



Fig.101-Pormenor de taipais utilizados recentemente na construção de casas de taipa nos Troviscais, Odemira.



Fig.102-Pormenor dos dois tipos de malhos utilizados na realização da taipa em Troviscais, Odemira.

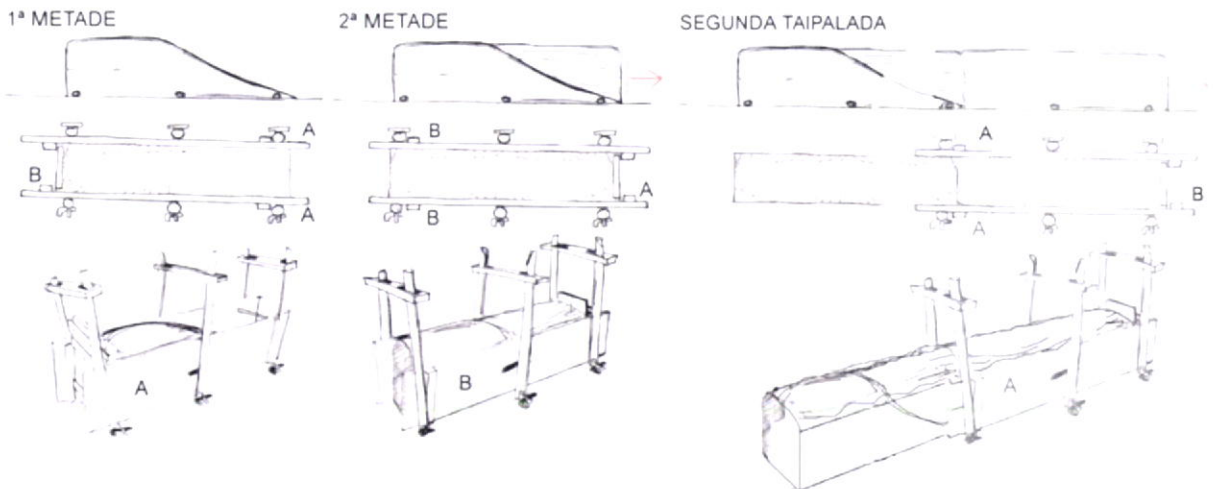


Fig.103-Esquema da execução da primeira taipalada e arranque da seguinte.





Fig.104-Cada nova camada de terra é cuidadosamente espalhada com os pé, de modo a obter uma espessura uniforme e afastar as pedras da face dos taipais. Monchique.



Fig.105-Cada camada, é primeiro compactada junto aos taipais e só depois batida ao centro. Monchique.



Fig.106-Pormenor do desenvolvimento da compactação no centro do taipal. Monchique.

Feita a primeira fiada de taipa, seguia-se a fiada seguinte disposta superiormente de modo a que as juntas verticais não fossem coincidentes entre dois níveis consecutivos. Antes de iniciar o enchimento dos taipais com terra, procedia-se à molhagem prévia para melhorar a ligação entre fiadas.

Os taipais encontrados durante o inventário apresentavam uma dimensão de 2.0x0.50m, 1.88x0.49m e 2.10x0.49m.

As agulhas de ferro permitiam três posições para as cavilhas, de modo a executarem paredes com várias espessuras, nomeadamente 50, 45 e 40cm. Das conversas com os mestres de Monchique e localidades próximas, todos referiram a utilização do mesmo tipo de agulhas e malhos.

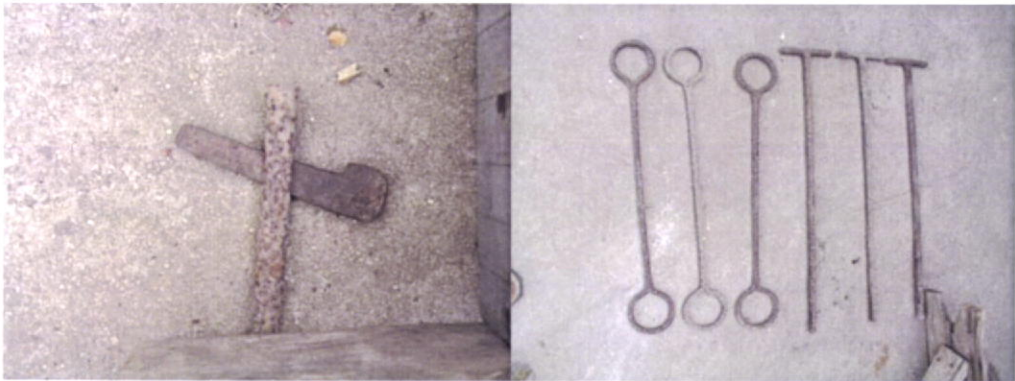


Fig.107-Agulhas e cadeias em ferro do mestre Manuel da Foz do Farelo, construídas por indicação do próprio, trata-se de um modelo único.

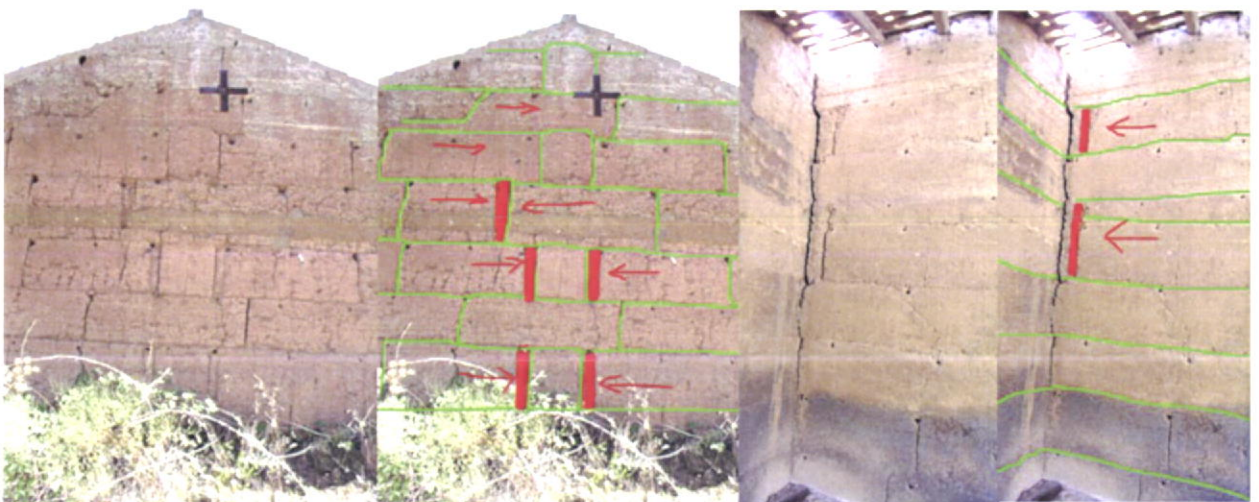


Fig.108-Pormenor da marca dos malhetes na taipa (a traço vermelho grosso) e esquema do andamento da fiada nesses locais.

Dadas as limitações dos taipais, na execução das zonas de ligação entre paredes, habitualmente são deixadas as marcas dos malhetes, esta indicação impressa na taipa permite determinar o sentido do andamento da fiada.

Esta última geração de mestres taipeiros, todos utilizaram agulhas de ferro, esta indicação permite por vezes identificar ampliações em construções muito antigas onde se utilizaram originalmente agulhas de madeira.



Fig.109-Pormenor de duas fases de construção com recurso a agulhas de madeira na parte mais antiga (abaixo) e agulhas de ferro na ampliação (topo). Foz do Farelo, Monchique.

#### d) Execução de juntas entre taipais

Em grande parte das casas estudadas não foi aplicada qualquer junta de cal entre os taipais, no entanto foi possível constatar que existem dois tipos de junta argamassadas, uma de preenchimento em toda a espessura da parede e um outro em que é aplicado unicamente um cordão de argamassa de cal junto dos taipais.

Para o primeiro caso, as juntas são executadas com a aplicação de uma fina camada de argamassa de cal e areia (0.5cm) em toda a face de ligação da junta horizontal e vertical, espessura esta que é aumentada junto dos taipais para +/-2.5cm.

A execução destas juntas, tem por objectivo melhorar a aderência entre o reboco e o suporte, de modo a garantir uma maior durabilidade do revestimento.

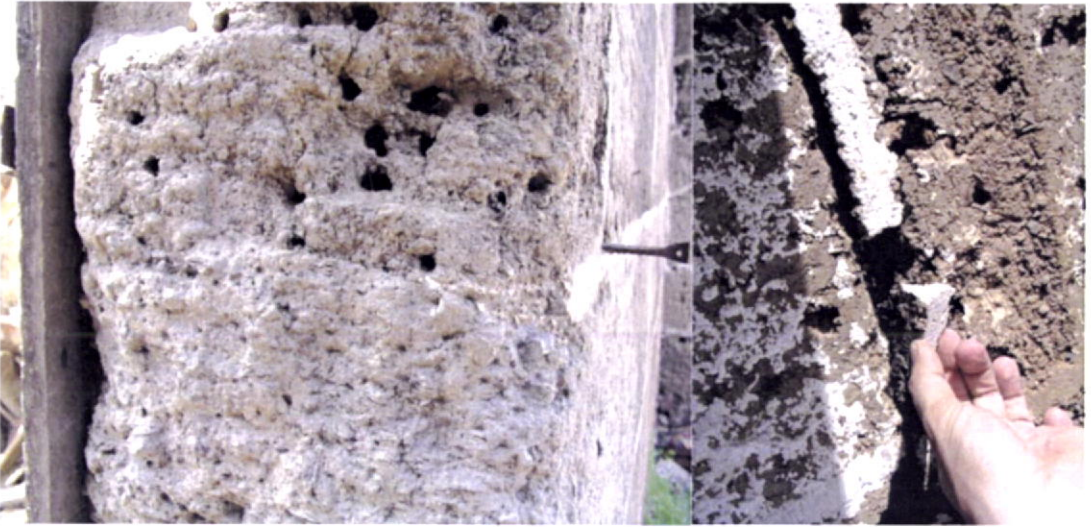


Fig.110-Exemplo de aplicação de cordão de argamassa junto dos taipais. Corte da Pomba.



Fig.111-Exemplo de junta de cal em toda a espessura da parede, observe-se a pequena espessura (+/-0.5cm) a meio da parede comparativamente com as faces exteriores da parede onde passa a 2.5cm de espessura.



Fig.112-Constituindo exemplo único, foi observado no Monchicão, a aplicação de junta sobre cada camada de terra compactada.



Fig.113-Exemplo de juntas de grande espessura (+/-5cm) em reforço estrutural de edifícios de dois pisos. Corte da Pomba.

#### e) Execução dos vãos

As opiniões dividem-se neste ponto, segundo António Branquinho as paredes eram executadas sem se deixar qualquer verga, os vãos eram todos abertos depois com o picareto, eram os pedreiros que realizavam posteriormente os acabamentos das janelas e portas. Outro mestre referia que em regra, só os vãos maiores ficavam logo abertos e que se inseriam logo na taipa as vergas dos futuros vãos.

Durante a construção das paredes de taipa, a maioria dos vãos seriam abertos à posteriori, só se deixavam em vazio os vãos necessários para facilitar o acesso de homens e materiais ao interior das divisões para facilitar o desenvolvimento dos trabalhos. No entanto, este era um procedimento que variava de mestre para mestre.



Fig.114-Pormenor de parede com vergas de madeira em vãos por abrir. Do lado esquerdo, apresenta-se esquematicamente a vermelho a estrutura das paredes e as vergas, e a verde a fissuração existente no cunhal. Corte da Pomba.

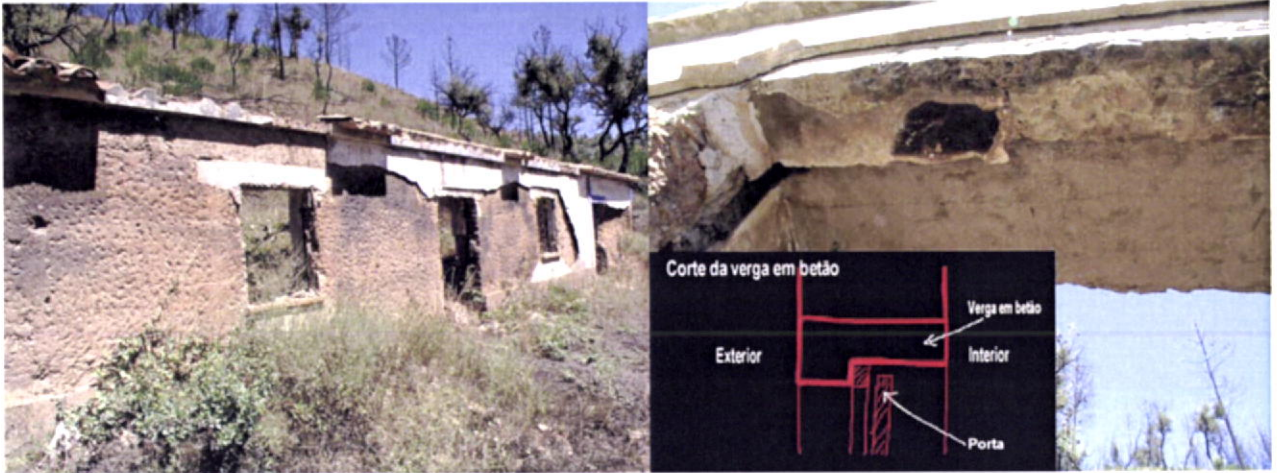


Fig.115-Pormenor de verga de betão. Passil.



Fig.116-Pormenor de verga de madeira.



Fig.117-Exemplo de duas técnicas utilizadas para melhorar a aderência do reboco às vergas de madeira. Monchique.

João Baptista de Jesus, relatou que no início se aplicavam vergas de madeira nos vãos, mas que esta técnica foi abandonada com o surgimento do cimento, tendo-se passado a executar uma pequena viga de betão armada ao nível das vergas dos vãos, para ligar todas as paredes. A largura destas vigas não era muito grande, ocupando aproximadamente metade da espessura da parede.

O mestre Raul, deu indicação que umas vezes deixava os vãos logo abertos outras vezes não, mas que isso dependia do material que eram feitas as paredes divisórias, pois como era usual que fossem feitas a tijolo ou adobe era necessários deixar logo abertos os vãos das portas para facilitar o acesso aos pedreiros e aos materiais. Se a casa era toda feita em taipa, os vãos podiam ser abertos no fim.



Fig.118-Vista exterior e interior de viga em betão armado em construção de taipa. Romeiras.

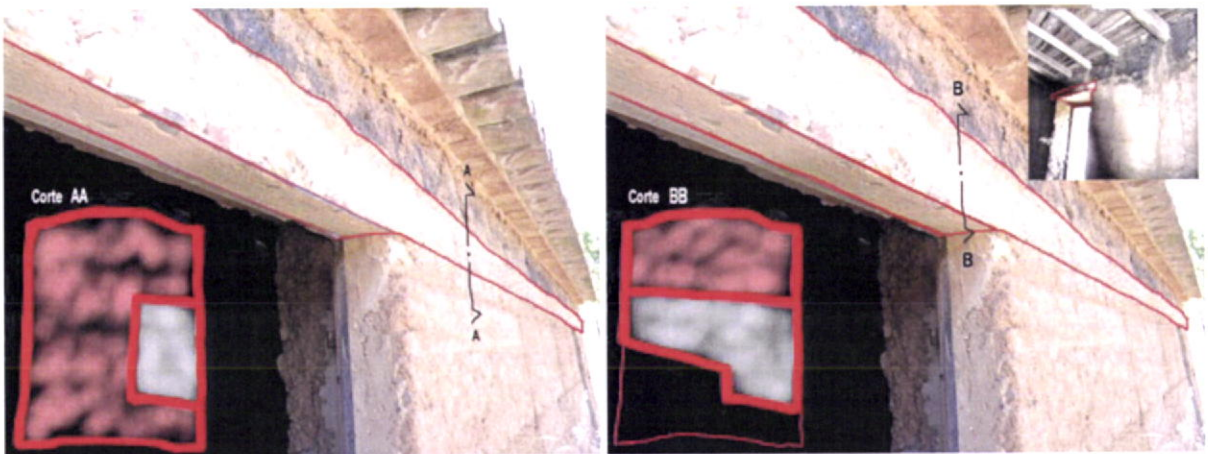


Fig.119-Corte da viga em zona de parede e em zona de vão de porta.

#### f) Execução do reboco

Como indicação sobre esta fase de construção o mestre António Branquinho, descreveu que as paredes para estarem preparadas para serem rebocadas, eram deixadas um ano após a sua construção à chuva para tornar as faces da taipa mais rugosas, pois assim que a taipa é executada as superfícies ficam muito lisas.

Outros indicaram que só bastava esperar o suficiente para secar bem a taipa, para depois procederem à picagem das paredes para permitir a aderência do reboco.



Fig.120-Pormenor da superfície de contacto com o reboco, de uma parede que ficou exposta à chuva. Corte.



Fig.121-Observe-se a picagem de parede de taipa para melhoria da aderência do reboco de cal ao suporte. Vista de reboco a descolar de suporte de parede picada e sem juntas de cal e areia (direita). Passil.

#### g) Execução de beirado

Só observáveis nos grandes conjuntos de casas, como em Monchique, Marmelete e Alferce, que surgem por vezes casas com beirado trabalhados em relevo. A técnica de execução destes elementos, consiste em deixar uma fiada de tijoleira sobressaída da parede para servir de régua à passagem do molde ao longo do beirado. A argamassa é aplicada, e o molde é deslocado ao longo da régua para dar a forma desejada à argamassa fresca.



Fig.122-Pormenores de régua em tijoleira de barro, deixada numa habitação antiga em Monchique, esperando a execução do beirado.





Fig.123-Pormenores de régua em tijoleira de barro, deixada em platibanda. Estói.



Fig.124-Exemplos de moldes antigos de beirado utilizados pelo Sr.João Martins da Cruz. Estói.

#### h) Técnicas encontradas

Das construções estudadas na Serra de Monchique, detectaram-se algumas técnicas que embora não tenham sido focadas nas entrevistas, podem ser observadas nesta região.

Estes casos, surgem em pequeno número e referem-se à:

- Aplicação de pedras longitudinalmente ao longo da juntas.
- Aplicação de pedras sobre as juntas verticais da taipa, para matar a junta e impedir a propagação de fissuração a partir destas.
- Aplicação de pedras de grandes dimensões no interior das paredes.
- Preenchimento dos buracos das agulhas com madeira.



Fig.125-Pormenor da aplicação de pedras longitudinalmente ao longo das juntas. Aguas Belas.



Fig.126-Pormenor da aplicação de pedras longitudinalmente ao longo das juntas, numa ramada. Segundo explicação do mestre Joaquim da Ladeira de Cima, esta solução era aplicada nas ramadas porque a palha apodrecia, quando ficava armazenada em contacto com a taipa.



Fig.127-Pormenor do uso de pedras para matar as juntas verticais da taipa. Tojeiro.



Fig.128-Pormenor de tapamento dos buracos das agulhas com madeira. Passil.



Fig.129-Pormenor do uso de pedras de grandes dimensões para enchimento das taipaladas. Tojeiro.

## 4 - Diagnóstico

### 4.1 - Caracterização do solo

A selecção da terra, deve ser compreendida como a fase mais importante do processo de construção, dela depende a durabilidade e resistência das paredes. É um facto que os mestres o fazem empiricamente, com base na sua experiência e em ensinamentos transmitidos, no entanto todos afirmam que a taipa gosta mais da terra “*queimada pelo sol*” que é recolhida até um palmo de profundidade, e que se tiver alguma pedra miúda ainda melhor. Para quem não possui a experiência destes mestres, tornasse imprescindível recorrer a ensaios laboratoriais que permitam conhecer as características dos solos. Pela importância desta questão, o presente capítulo, é inteiramente dedicado ao estudo dos solos da Serra de Monchique.

A metodologia adoptada para esta parte do trabalho partiu de duas partes, a caracterização do solo e o estudo do comportamento mecânico de amostras de solo natural e de solo estabilizado com vista à obtenção de uma maior resistência da taipa aos sismos.

Na primeira fase, procedeu-se à análise e caracterização de cinco amostras de solo recolhidas de vários pontos do concelho (Fig.133; Quadros 15,16 e 17), para avaliação da sua adequabilidade para taipa através da comparação da curva granulométrica com as recomendações do CRATerre (Fig.138 e 140).

Cada amostra foi sujeita a ensaios laboratoriais normalizados de determinação da curva granulométrica (*E195-1966-Preparação de amostras por via seca de amostras para identificação, E245-Análise granulométrica, E239-Análise granulométrica por via húmida, E196-1966-Sedimentação*), definição dos limites de Atterberg (*NP143-Limites de consistência de solos*).

Posteriormente, numa segunda fase do estudo, determinou-se o comportamento mecânico do solo compactado, quanto à resistência à compressão e ao módulo de elasticidade dos solos 2 e 5, por serem estes os solos que mais se aproximaram da curva granulométrica recomendada pelo CRATerre e o que mais se afastou dela.

Esta análise iniciou-se com a determinação da baridade e do teor óptimo de compactação (*E197-Ensaio de compactação Proctor leve em molde pequeno*) destes solos, de modo a fixar as condições de compactação ideais dos provetes a realizar.

Seguidamente foram executados duas séries de provetes de solo compactado, tipo abobe, onde se testaram algumas técnicas de estabilização com vista ao aumento da resistência e a melhoria da capacidade de deformação face aos esforços sem entrada em rotura, este procedimento não segue a norma E197, porque a quantidade de terra necessária para o elevado numero de séries realizadas implicava medidas de transporte e armazenamento inoportáveis. Assim foram executados provetes de dimensão mais reduzida que serviram para aferir o método utilizado com os resultados do mesmo solo mas por ensaio normalizado.

Os estabilizantes ensaiados foram a cal hidratada (D.Fradrique), cimento Portland de calcário 32.5N CEM II/B-L (Cimpor), fibra de coco com +/-3cm de comprimento, fibra de vidro com 2cm de comprimento da Vimacrack (Vimoplás-Tecidos Técnicos.Lda), palha

em troços de +/-3cm de comprimento, rede tecida em fibra de vidro Viplas 90 e armadura conjuntamente com adição de cimento. A escolha dos intervalos de dosagens para cada mistura de estabilizante basearam-se nas conclusões do estudo "*Tapial Sismo-resistente*", do Prof. Júlio Vargas Neumann e nas indicações do CRATerre.<sup>80, 81</sup>

Foi assim ensaiado um provete por cada percentagem de mistura testada, para avaliação individual da sua resistência à compressão. Os resultados desta primeira série de ensaios, serviram para seleccionar as soluções de estabilização, que obtiveram o melhor desempenho.

Para cada uma destas misturas, foram executados adicionalmente mais dois provetes, para repetição dos ensaios de compressão e validação dos valores obtidos. Da média dos três resultados obtidos para cada um dos provetes, assim como determinação dos valores médios de resistência. Tendo-se destacado o bom desempenho dos solos, com estabilização de 14% cimento e com reforço por grelha de fibra de vidro, decidiu-se ensaiar mais dois provetes que reunissem estas duas soluções.

Todos estes ensaios foram realizados em provetes de terra compactada com 12x7,5x7m (comp.x alt. x larg.) e para a fracção dos solos 2 e 5, que passou no peneiro n.º4.

Embora o tema do comportamento sismo-resistente da taipa, seja genericamente abordado como a necessidade de aumentar a capacidade de resistência à compressão para fazer face aos esforços provocados pelos sismo, a solução ideal será aquela que resulte igualmente no aumento da capacidade de resistência à tracção e ao corte. Relembremos que perante uma acção dinâmicas como a do sismo, os esforços de corte e torção são os mais gravosos para as estruturas.

Comparativamente com as técnicas de construção correntes, a taipa apresenta uma reduzida resistência à tracção e ao corte, o corresponde a uma enorme desvantagem em termos de estabilidade ao sismo. Ao contrário, o betão armado resiste a esforços e deformações elevadas sem comprometer seriamente a estabilidade estrutural.

Por esta razão, ensaiaram-se também provetes de 16x4x4cm (comp. x alt. x larg.) à flexão e à compressão, com as misturas que obtiveram os maiores valores de resistências na primeira série de ensaios, para avaliação das melhorias de ductilidades conseguidas. Estes ensaios tiveram por objectivo o de determinar a relação entre a resistência de compressão/tracção das estabilizações usadas, assim como determinar as tenções máximas de tracção.

---

<sup>80</sup> NEUMANN, Júlio Vargas - *Tapial Sismo-resistente*. Navapalos(Espanha) : CENAPRED, 1992. 16p.

<sup>81</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre*. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. vol.I p. 208-210.

### a) Caracterização da taipa através de ensaios

Esta parte do estudo foi a mais difícil de realizar, uma vez que não existe ainda uma metodologia de ensaio normalizada para o estudo da taipa, não é possível correlacionar os resultados obtidos com outros trabalhos de investigação, sem que sejam cometidos erros. Dada a falta destes elementos, foram seguidas as normas existentes para ensaio de solo, procedendo-se pontualmente a algumas adaptações por modo a recriar as condições reais de funcionamento da taipa.

O ensaio de compressão seguiu a *NP198 para ensaio Proctor*, quanto à preparação dos provetes, compactação, e velocidade de penetração de 1,08mm/mim. Os pontos divergentes dizem respeito à adopção de dimensões para os provetes ensaiados de 12x7,5x7cm e na secagem dos provetes ao ar durante 1 mês. Excepção, feita unicamente para os provetes de solo 2 e 5, estabilizados com 10% de cal, que foram testado também com 3 meses de cura. Esta situação resulta do facto de os processos químicos de carbonatação da cal, decorrerem lentamente, e necessitar do mínimo deste período de tempo para que sejam observáveis aumentos significativos de resistência.

O processo de compactação empregue foi o estipulado pela norma NP198 para o ensaio Proctor de compactação leve, e consiste na aplicação de 25 pancadas com uma energia de unitária de 6 joules/cm<sup>3</sup> cada, distribuídas por cada camadas de enchimento. A energia de compactação é obtida, com a queda de um maço de 2,496kg de peso e 50mm de diâmetro, de uma altura de 305mm. Dada a equivalência entre a secção de compactação do molde cilíndrico usado no ensaio Proctor (Ø10,16cm) e a secção dos provetes usados no presente estudo, o número de pancadas foi mantido.



Fig.130-Equipamentos utilizados, maquina de CBR Triaxial-tester T4010 Electronic e maquina de ensaio de argamassas Form+Test Seidner, tipo 505/200/10DM.



Fig.131-Pormenor do molde e pilão utilizado na execução dos provetes de 12x7x6.5cm.

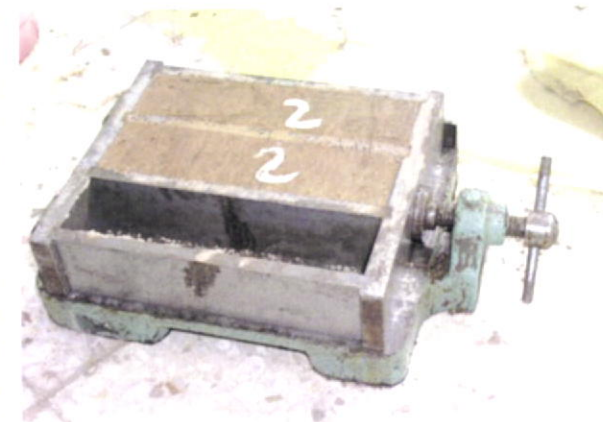


Fig.132-Pormenor do molde dos provetes 16x4x4cm.

O equipamento usado no ensaio à compressão foi uma máquina *Triaxial-tester T4010 Electronic* da marca *Controls*, equipada com anel dinamométrico de 50kN de máxima carga, *CAT.NºT1009/T, série 2048*.

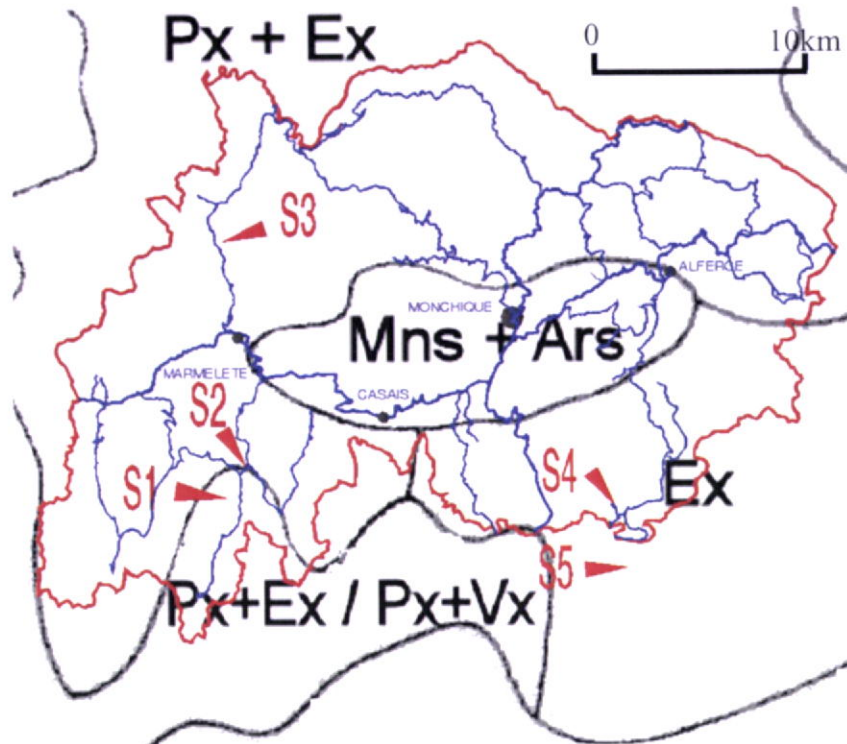
Para os ensaios de flexão e compressão em provetes de 16x4x4cm, a compactação foi realizada manualmente com um pequeno pilão de mão, conforme indicado pela *EN 196-1 para determinação da resistência mecânica de cimentos*.

Neste caso, o equipamento usado, foi uma máquina *Form+Test Seidner, tipo 505/200/10DM1, Masch.Nr.9586, série 91/4366*, calibrada para uma velocidade de penetração em compressão de 0,7mm/min e de 7mm/min em flexão.

A preparação do solo para os provetes com solo natural e com adição de fibras foi feita de véspera com um período mínimo de repouso de 1 dia. Enquanto que as amostras de solo estabilizado quimicamente, as misturas foram realizadas no próprio dia. Foi ainda experimentada a realização de provetes de solo 2 e 5, em que o solo após atingir o teor óptimo em água foi sujeito a um período de repouso mais longo, com a finalidade de apurar qual a influência de um período de cura na execução de taipa. O comportamento dos solos ao fim de três dias fechados em saco de plástico para que não ocorresse qualquer perda de humidade foi bastante distinto. O solo mais arenoso apresenta-se em óptimas condições para ser compactado, ao contrario do solo 2 que devido à maior quantidade de argila desenvolveu inúmeros grânulos com diâmetro entre 1 e 3cm, que tornaram a operação de compactação mais difícil e que contribuem para um maior índice de vazios.

A preparação do solo, consistiu na adição de pequenas quantidades de água distribuída pela superfície do solo sem encharcar, seguida de mistura homogénea do volume de solo, operação repetida várias vezes até se atingir o teor óptimo para cada solo.

## b) Estudo da adequabilidade dos solos



- Mns Solos litólicos húmidos de sienitos  
 Ars Afloramento rochoso de Sienitos  
 Ex Litosolos (solos esqueléticos) de xistos ou grauvaques  
 Px Solos mediterrânicos pardos de xistos ou grauvaques  
 Vx Solos mediterrânicos vermelhos ou amarelos de xistos

Fig.133-Localização dos pontos de recolha de solo para análise. Sobreposição com a Carta de solos; a vermelho a delimitação do concelho; a azul a rede viária.

Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - Carta de solos de Portugal Esc.1/1.000.000. Lisboa : Serviços de reconhecimento e de ordenamento agrário, 1968

## Quadro 15-Characterização do solo

AMOSTRA	LOCAL DE EXTRAÇÃO	ORIGEM	NATUREZA DO SOLO (SEGUNDO A CARTA CAPACIDADE DOS SOLOS)	CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA REVISTA
Solo 1	Tojeiro	Taipa	Px+Ex / Px+Vx	GM – Cascalho siltoso c/ areia e finos ML ou OL
Solo 2	Portela do Tojeiro (Foz do Barranco)	Taipa	Px+Ex	
Solo 3	Covão da Eira (Pacil)	Taipa	Px+Ex	GM – Cascalho siltoso c/ areia e finos ML
Solo 4	Madeiras (Mochicão)	Taipa	Px+Ex / Px+Vx	
Solo 5	Limite do Concelho com Silves	Talude de estrada	Ex	

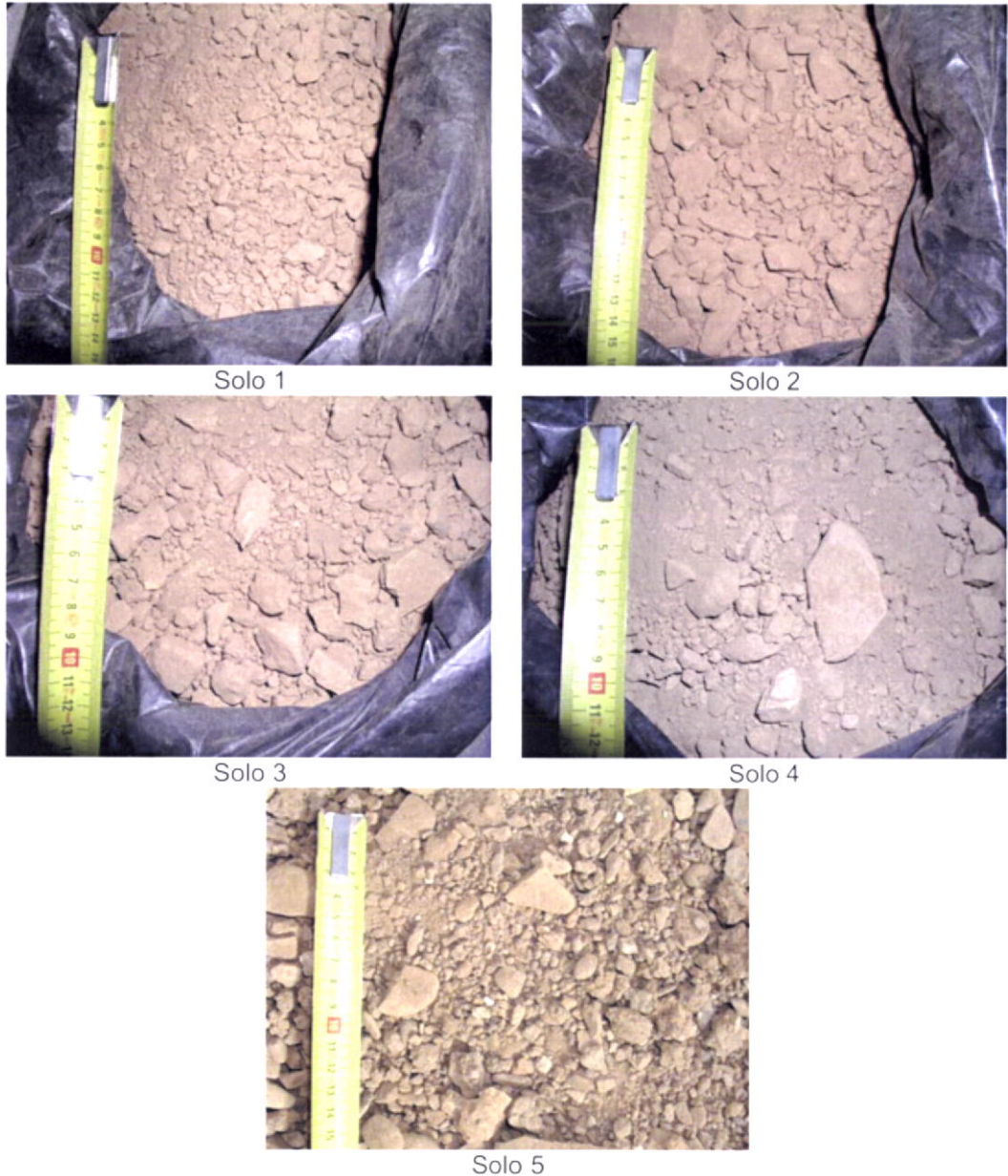


Fig.134-Pormenor dos solos virgens, após recolha.

Após os resultados do estudo granulométrico e de limites de consistência, concluiu-se que o solo presente na Serra de Monchique, nas localidades onde existe uma forte presença de construções de taipa, corresponde a um cascalho siltoso com areia. O ensaio Proctor standard realizado ao solo 2 e 5, que representam respectivamente ao melhor solo encontrado no concelho para taipa e ao pior de entre as cinco amostras, permitem identificar o valor óptimo de humidade para compactação entre 13.4% e 13.6%, e a baridade máxima seca compreendida entre 1900kg/m<sup>3</sup> e 1920kg/m<sup>3</sup>. Os valores obtidos segundo o CRATerre<sup>82</sup> encontram-se dentro dos limites considerados satisfatórios para a construção em taipa.

<sup>82</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Construire en terre*. Paris: Ed. Alternatives, 1979. p. 178.



Os resultados obtidos demonstram existir uma grande homogeneidade entre os solos 1, 2, 3 e 4 (Anexo XI), que são muito semelhantes entre si, tanto em termos de consistência em presença de água, como em termos da sua composição granulométrica. Estes quatro solos caracterizam-se pela predominância das fracções grossas e pequena presença de argilas e siltes, e por constituírem solos mediamente plásticos e argila pouco activa. Como se pode observar pela figura.139, estes solos respeitam os limites do fuso para taipa, segundo as recomendações do CRATerre<sup>83</sup>.

O solo 5, é o único que difere das restantes amostras, este é um solo muito pobre em finos, apresenta por isso fraca plasticidade e argila pouco activa. A sua constituição é predominantemente feita por partículas grossas, 52.1% de seixo e só 14.2% de argilas e siltes. A pequena representatividade da fracção argilosa, neste caso, poderá no entanto resultar de fenómenos de lixiviação pelas águas da chuva, uma vez que esta amostra foi recolhida de um talude de estrada. Neste caso, a falta de elementos finos, necessários à aglutinação de todas as fracções granulométrica numa mistura homogénea e coesa, tornam este solo menos adequado para a construção em taipa. Para uma curva granulométrica deste género é recomendada a estabilização do solo ou a sua correcção.

Comparativamente com a granulometria de um solo ideal para a construção da taipa, segundo estudos do CRATerre (0 a 15% de seixo; 40 a 50% de areia; 20 a 35% de silte e 15% a 25% de argila), observa-se que todas as amostras estudadas são constituídas predominantemente por elementos grossos, com uma excessiva quantidade de seixo, pouca areia e uma quantidade adequada de finos. Com excepção para o solo 5 cuja quantidade de elementos finos é reduzida. Para estes solos o CRATerre aconselha estabilização com cimento ou betume para o solo 5 e a adição de cal para o solo 2 (Fig.137).



Fig.135-Vista do material passado no peneiro n.º40, onde se observa uma diferenciação de cor entre as várias amostras. Preparação das amostras para a análise granulométrica e determinação dos limites de consistência.

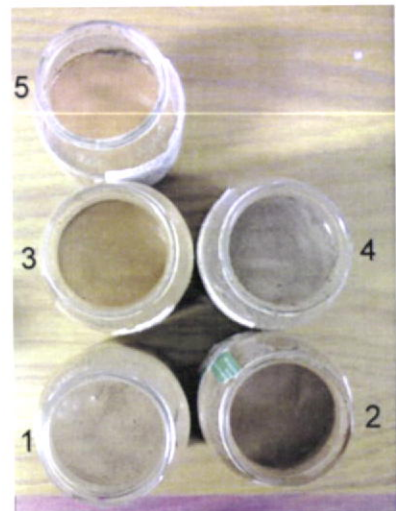
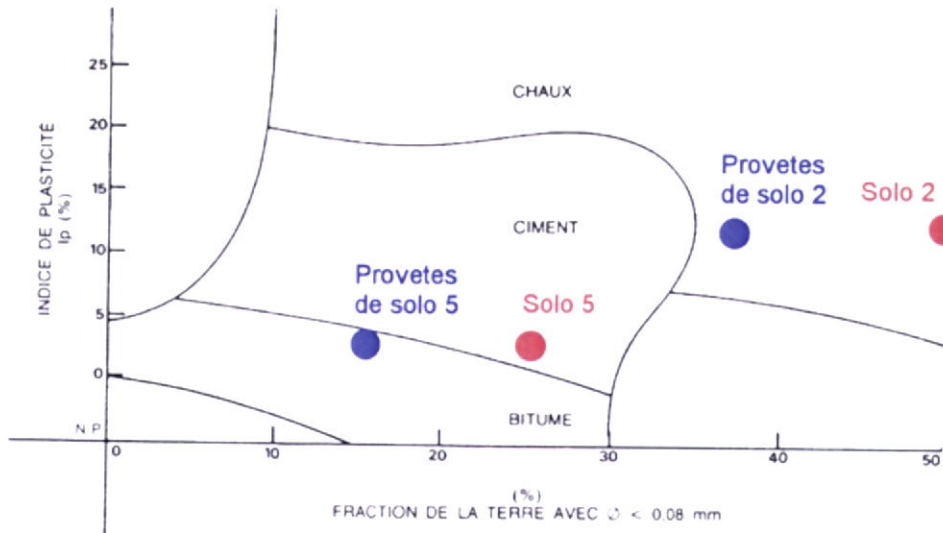


Fig.136-Amostras de solo preparadas para a análise granulométrica por via húmida.

<sup>83</sup> (Idem, p. 172)



CIMENT	CHAUX	BITUME	ORGANIQUE POLYMERE	MECANIQUE	COMPONENT DOMINANT DE LA TERRE	STABILISANT RECOMMANDE	RAISONS
o		o		o	SABLES GROSSIERS	ARGILE CIMENT BITUME	POUR STABILITE MECANIQUE POUR DENSITE ET COHESION POUR COHESION
		o	o	o	SABLES FINS		
o			o	o	SILTS GROSSIERS		
o	o		o	o	SILTS FINS		
o	o		o	o	ARGILES GROSSIERS		
o	o				ARGILES FINES		
					ALLOPHANES	CHAUX chaux + gypse	POUR REACTION POZZOLANIQUE ET DENSIFICATION
					KAOLIN	CIMENT CHAUX	POUR RESISTANCE INITIALE, AISANCE DE TRAVAIL ET RESISTANCE FINALE
					ILLITES	CIMENT CHAUX	POUR RESISTANCE INITIALE, AISANCE DE TRAVAIL ET RESISTANCE FINALE
					MONTMORIL -LONITES	CHAUX	POUR RESISTANCE INITIALE ET AISANCE DE TRAVAIL
					CHLORITES		

Fig.137-Estabilizações recomendada pelo CRATerre, para os dois solo ensaiados. Indicado a vermelho o solo em estado virgem e a azul as fracções de solo ensaiadas em provetes.

Fonte: HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre.* Marseille : Editions Parenthèses, 1989 p. 123.vol.I

**Quadro 16- Frações granulométricas dos solos e Limites de Atterberg**

Amostra	Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4	Solo 5	CRATerre <sup>84</sup>	
						Valores Limites	
Frações (%)	Seixo	40,1	35,7	39,7	45,5	52,1	0-15%
	Areia	21,3	26,8	23,8	22,3	33,7	40-50%
	Siltes/Argila	38,6	37,5	36,5	32,2	14,2	35-60%
Limit. de Atterberg	LL	37	36	38	34	26	-
	LP	26	24	26	26	23	-
	IP	11	12	12	8	3	-

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

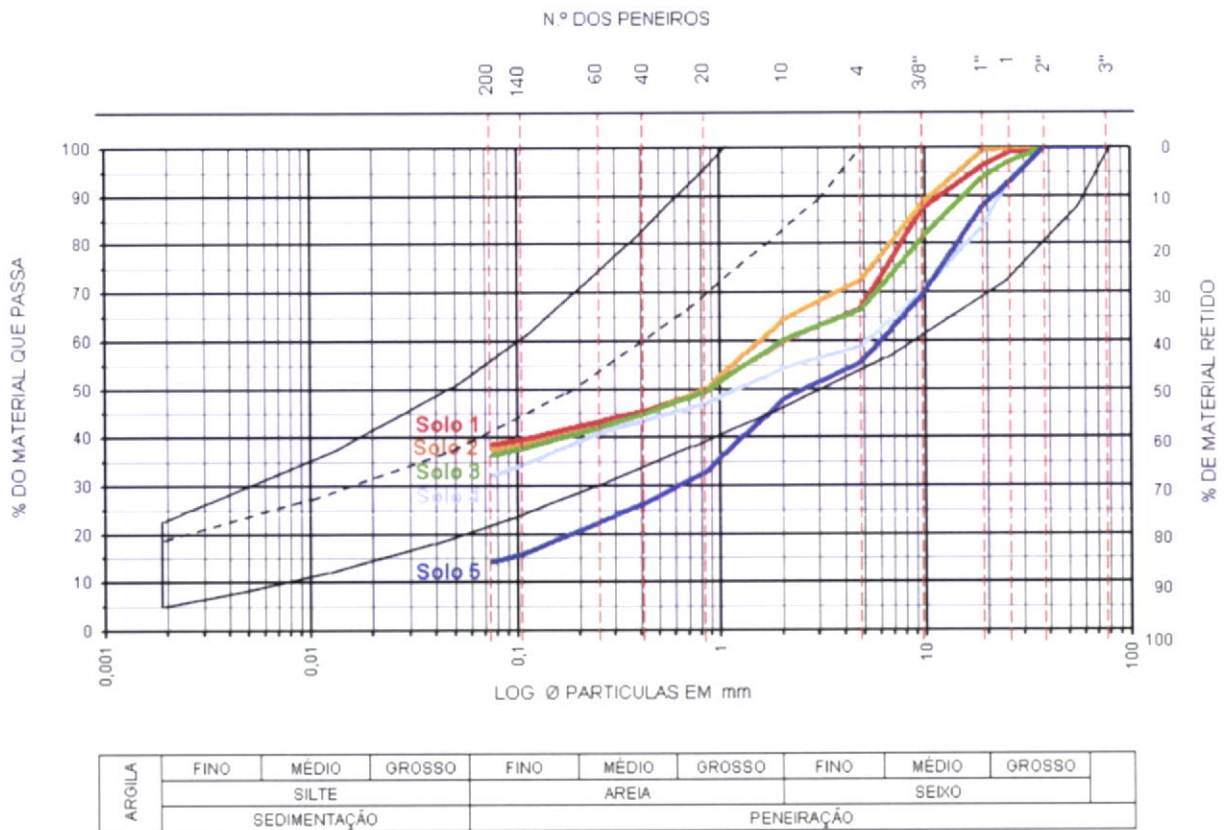


Fig.138-Curvas granulométricas das cinco amostras estudadas. A preto, o fusão limite para taipa, segundo indicação do CRATerre.<sup>85</sup>

<sup>84</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre*. Marseille : Editions Parenthèses, 1989 p. 503. vol.I

<sup>85</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Construire en terre*. Paris: Ed. Alternatives, 1979. p. 172.

### CURVA GRANULOMETRICA

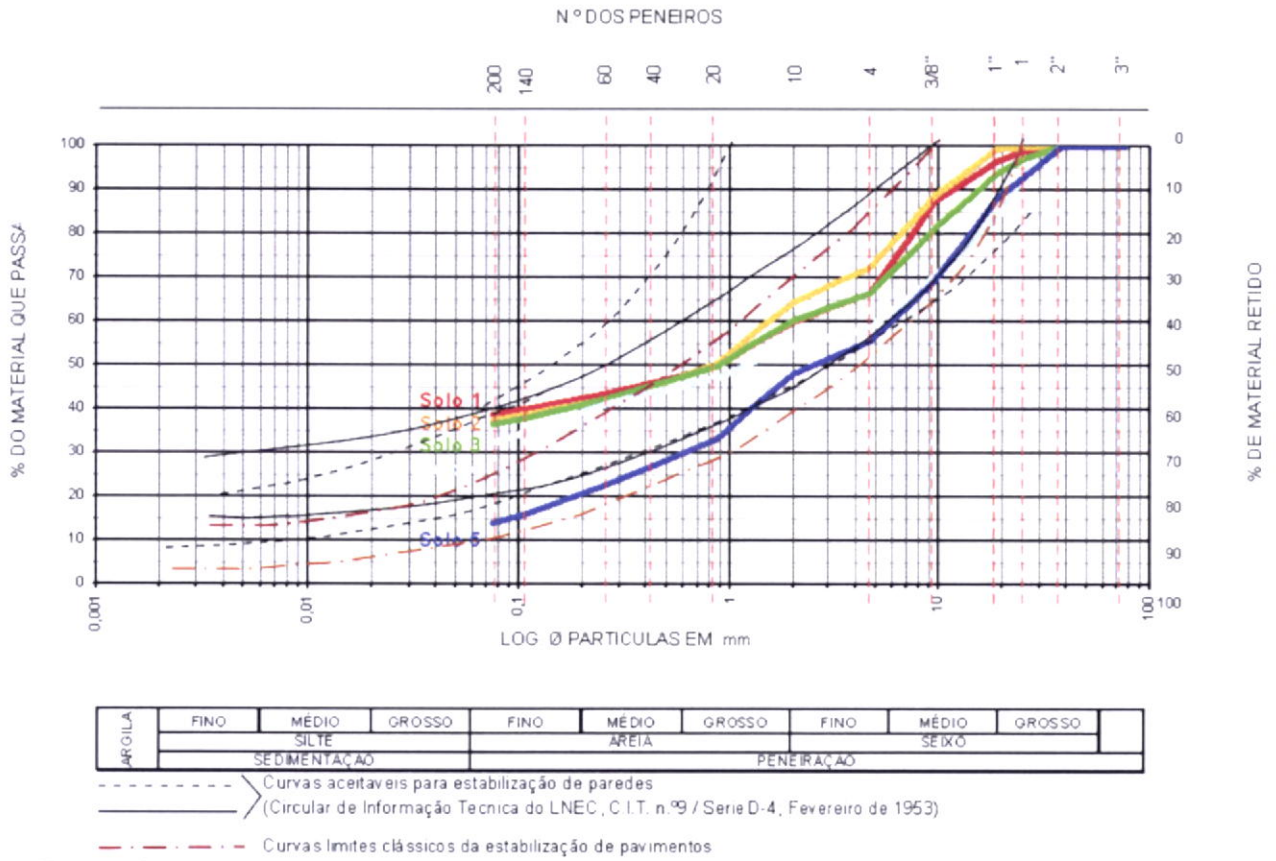


Fig.139-Curvas granulométricas das cinco amostras estudadas, comparando com as curvas limites para estabilização de paredes determinadas pela Circular de Informação Técnica do LNEC-CIT n.º9/Série D-4 (linhas a preto, traço contínuo e a tracejado) e com a curva limite usada em obras de pavimentação (linha castanha a traço ponto).

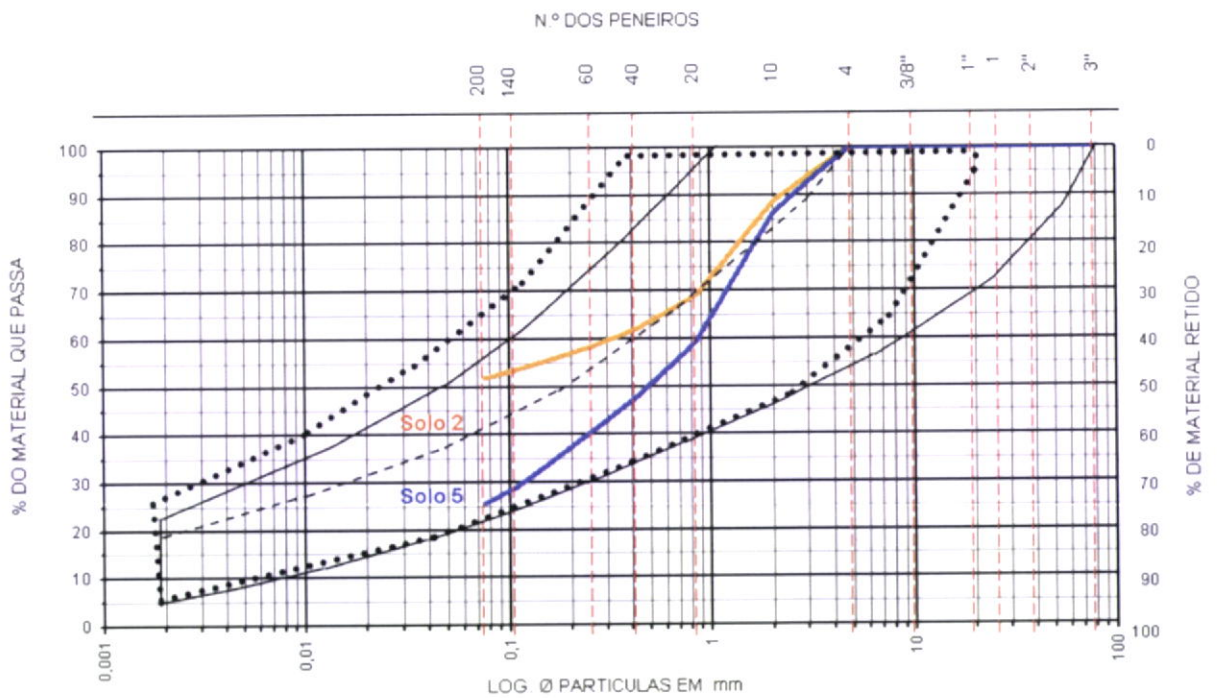
Nesta parte do trabalho, foram patentes as dificuldades levantadas pela utilização de critérios de classificação do solo, distintos entre os autores franceses do CRATerre e nacionais, como no primeiro caso são seguidas as normas USBR e Decimal e em Portugal a norma ASTM, existe uma diferença significativa entre os limites dimensionais usados para definir as fracções constituintes do solo em argila, siltes, areia e seixo, uma vez que dependendo da referência seguida apresentam valores diferentes. Esta é uma das razões porque os solos analisados, não se enquadram dentro das percentagens óptimas apontadas pelo CRATerre. Quando comparados os cinco solos com as curvas granulométrica limite para o uso de solos em estabilização de paredes de taipa, observa-se que para ambos os estudos todos os solos estudados são aptos para este fim, com a única excepção do solo 5 onde se observa um défice de elementos finos na sua constituição.

**b.1) Estudo do comportamento mecânico do solo 2 e 5, em estado virgem e solo estabilizado**

**Quadro 17-Comparação entre as fracções granulométricas dos solos e da fracção ensaiadas em provetes**

Amostra		Solo 2 Virgem	Solo 2 ensaiado (Passado pelo peneiro n.º4)	Solo 5 Virgem	Solo 2 ensaiado (Passado pelo peneiro n.º4)
Fracções (%)	Seixo	35,7	11,5	52,1	13,83
	Areia	26,8	36,97	33,7	60,68
	Siltes/Argila	37,5	51,74	14,2	26,49

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



ARGILA	FINO	MÉDIO	GROSSO	FINO	MÉDIO	GROSSO	FINO	MÉDIO	GROSSO
	SILTE			AREIA			SEIXO		
	SEDIMENTAÇÃO			PENEIRAÇÃO					

Fig.140-Curvas granulométricas das amostras de solos 2 e 5 ensaiadas, correspondentes à parte dos solos passados pelo peneiro n.º4. Fusos limite recomendado pelo CRATerre, para a realização de taipa (a preto) e blocos comprimidos (a ponto grosso).

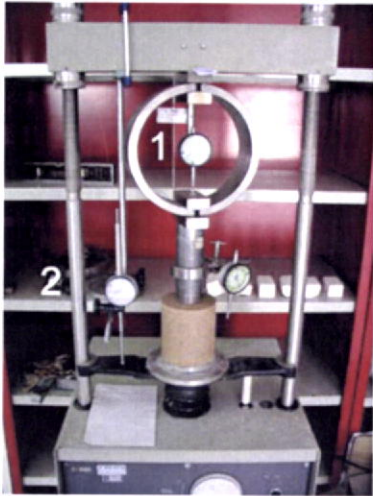


Fig.141-Esquema de leitura de deflectómetros. Ensaio dos provetes do Proctor.



Fig.142-Ensaio dos provetes 12.5x7.5x7cm.



Fig.143-Ensaio à Flexão de provetes 16x4x4cm.

Nesta segunda fase do estudo ensaiaram-se os solos 2 e 5 (Anexo XII), para a obtenção dos valores característicos do limite superior e inferior de resistência da taipa existente na região, por serem estes respectivamente o solo mais indicado para taipa e o menos adequado.

Como objectivo inicial, procurou-se realizar uma investigação, que tivesse por base uma metodologia de ensaio de provetes de fácil execução e um reduzido consumo de solo por amostra. A adopção de provetes tipo Proctor para ensaio, embora apelativa do ponto de vista de se seguir um ensaio corrente de fácil execução devidamente normalizado, apresenta a desvantagem de requerer demasiada matéria-prima (+/-5kg de solo/por provete), para a realização da totalidade dos ensaios necessitar-se-ia manusear uma grande quantidade de solo.

Por esta razão, escolheu-se um tipo de provete prismático de 12.5x7.5x7cm de 1.5kg de peso, com uma secção de compactação equivalente e modo de preparação em tudo idêntico ao prescrito para o ensaio Proctor leve de molde pequeno.

É verdade que existem alguns ensaios normalizados para taipa, tais como as normas USA, Normas UBC 1958; REEF (França 1945) e normas Peruanas<sup>86</sup> mas ou não se encontram acessíveis ou não referem todos os parâmetros necessários para ensaio.

A metodologia adoptada pretende também, facilitar a comparação dos resultados aqui apresentados com resultados de outros trabalhos de investigação que adoptem ensaio laboratoriais correntes.

Pela mesma razão, optou-se por seguir a *EN 196-1 para determinação da resistência mecânica de cimentos*, para o ensaio de provetes à flexão.

<sup>86</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre*. Marseille : Editions Parenthèses, 1989 p. 185-187. vol.I

Escolhida a metodologia de trabalho, deu-se início à realização de uma série de ensaios laboratoriais, só possíveis graças à disponibilidade e ajuda do Prof. Alfredo Braga da Universidade do Algarve, com quem conjuntamente se desenvolveu esta parte do trabalho de investigação.

O método de ensaio adoptado comprovou ser suficientemente representativo do ensaio Proctor, uma vez que os resultados obtidos em provetes cilíndricos do Proctor e provetes de solo 5 virgem compactado segundo a metodologia escolhida obtiveram resistências à compressão semelhantes (26.11kgf/cm<sup>2</sup> vs valor médio de 27.71kgf/cm<sup>2</sup>). Assim sendo, os resultados aqui apresentados são fiáveis e equiparáveis aos obtidos segundo o procedimento de ensaio *Proctor* normalizado.

## b.2) Comentários aos resultados obtidos

**Quadro 18-Resistência à compressão e Modulo de Elasticidade dos provetes de solo 2 e 5 com 12,5x7,5x7cm, pertencentes à 1ª série de ensaios**

Ensaio a uma velocidade controlada de 1,08mm/min

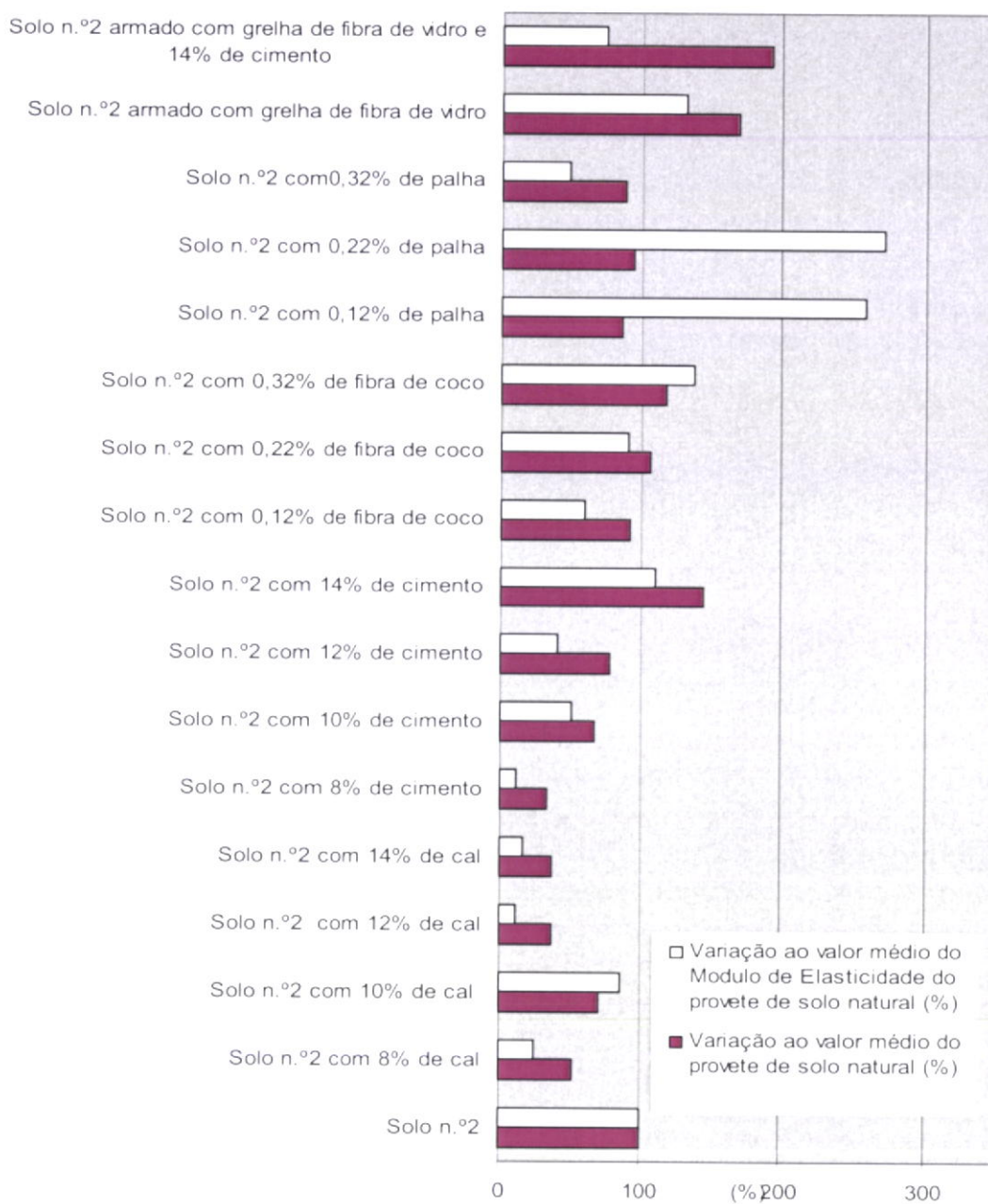
Provetes	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )		Modulo de Elasticidade			
	Solo 2	Solo 5	(kgf/cm <sup>2</sup> )		(kN/mm <sup>2</sup> )	
			Solo 2	Solo 5	Solo 2	Solo 5
solo natural	32,4	33,53	2376,1	3.502,31	0,233	0,343
solo com 8% de cal	16,8	15,99	574,2	1.167,76	0,056	0,114
solo com 10% de cal	22,7	16,18	2039,5	1.420,98	0,200	0,139
solo com 12% de cal	11,8	10,56	266,0	755,88	0,026	0,074
solo com 14% de cal	11,8	11,64	365,7	550,35	0,036	0,054
solo com 8% de cimento	10,9	27,83	252,6	924,60	0,025	0,091
solo com 10% de cimento	21,3	38,93	1206,1	2.583,01	0,118	0,253
solo com 12% de cimento	25,1	48,17	958,6	2.841,96	0,094	0,279
solo com 14% de cimento	46,8	94,28	2618,0	6.992,41	0,257	0,686
solo com 0,15% de fibras de coco	29,7	28,81	1403,4	2.249,92	0,138	0,221
solo com 0,25% de fibras de coco	34,3	33,53	2138,1	3.842,41	0,210	0,377
solo com 0,35% de fibras de coco	38,2	30,74	3256,4	828,92	0,319	0,081
solo com 0,15% de fibra de vidro	(b)	24,28	(b)	(a)	(b)	(a)
solo com 0,25% de fibra de vidro	(b)	36,90	(b)	4.602,98	(b)	0,451
solo com 0,35% de fibra de vidro	(b)	28,81	(b)	1.381,53	(b)	0,135
solo com 0,15% de palha	27,6	25,15	6118,4	2.499,87	0,600	0,245
solo com 0,25% de palha	30,5	31,41	6414,1	4.867,06	0,629	0,477
solo com 0,35% de palha	28,4	28,23	1148,3	3.651,19	0,113	0,358
solo armado com grelha de fibra de vidro	54,56	60,75	3.108,39	1.460,65	0,30	0,14
solo armado com grelha de fibra de vidro+14% de cimento	54,36	84,92	1.683,74	3.472,66	0,17	0,34

Nota: (a) Não foi possível recolher os valores do ensaio do provete n.º 11

(b) Ensaios não realizados por se ter comprovado um comportamento idêntico ao da mistura com fibra de coco, com a vantagem deste ser um material natural

### Gráfico 5-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 2

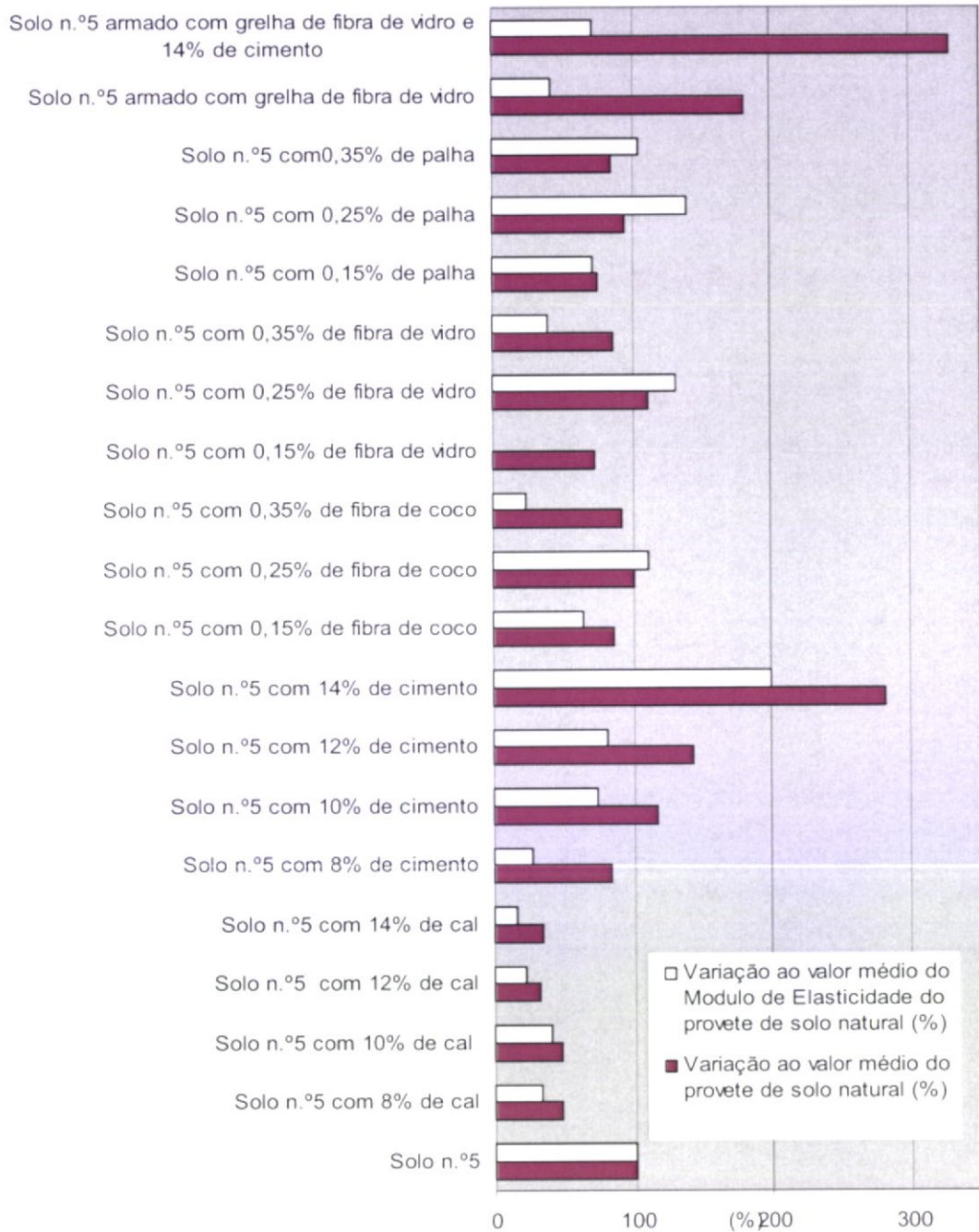
Varição dos resultados obtidos, relativamente ao valor de tensão de compressão e do módulo de elasticidade do provete de solo natural





**Gráfico 6-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 5**

**Varição dos resultados obtidos, relativamente ao valor de tensão de compressão e do módulo de elasticidade do provete de solo natural**



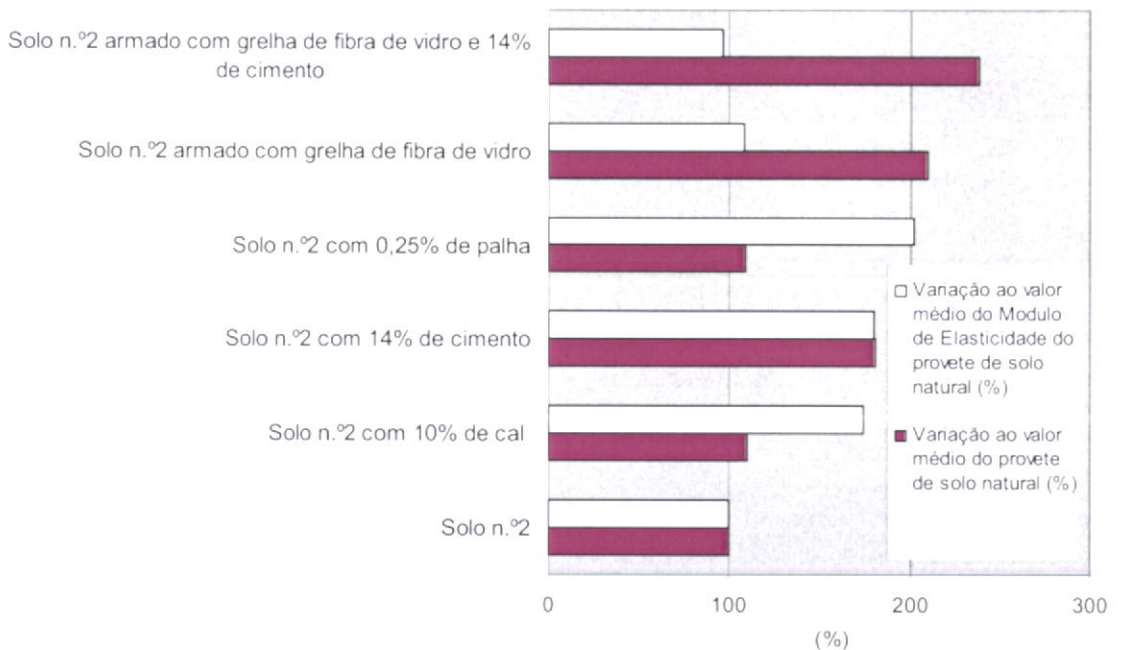
**Quadro 19-Comparação entre tensões médias de compressão e a média dos Modulo de Elasticidade dos provetes de solo 2 e 5 com 12,5x7,5x7cm, pertencentes à 2ª série de ensaios**

Ensaio a uma velocidade controlada de 1,08mm/min

Provetes	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Varição ao valor médio do provete de solo natural (%)	Modulo de Elasticidade (kgf/cm <sup>2</sup> )	Varição ao valor médio do Modulo de Elasticidade do provete de solo natural (%)	Tensão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Varição ao valor médio do provete de solo natural (%)	Modulo de Elasticidade (kgf/cm <sup>2</sup> )	Varição ao valor médio do Modulo de Elasticidade do provete de solo natural (%)
	Solo 2				Solo 5			
solo natural	26.20	100.00	1.806.26	100.00	27.71	100.00	2.059.67	100.00
solo com 10% de cal	28.83	110.04	3.133.77	173.49	17.89	64.56	1.423.56	69.12
solo com 10% de cal (3meses de cura)	12.53	47.82	1.069.08	59.19	15.39	55.54	497.22	24.14
solo com 14% de cimento	47.15	179.96	2.575.13	142.57	72.67	262.25	5.389.96	261.69
solo com 0,25% de palha	28.81	109.96	3.634.68	201.23	31.41	113.35	1.988.92	96.56
solo armado com grelha de fibra de vidro	54.72	208.85	1.968.69	108.99	48.16	173.80	1.400.58	68.00
solo armado com grelha de fibra de vidro + 14% de cimento	62.30	237.79	1.754.83	97.15	97.46	351.71	2.989.31	145.14

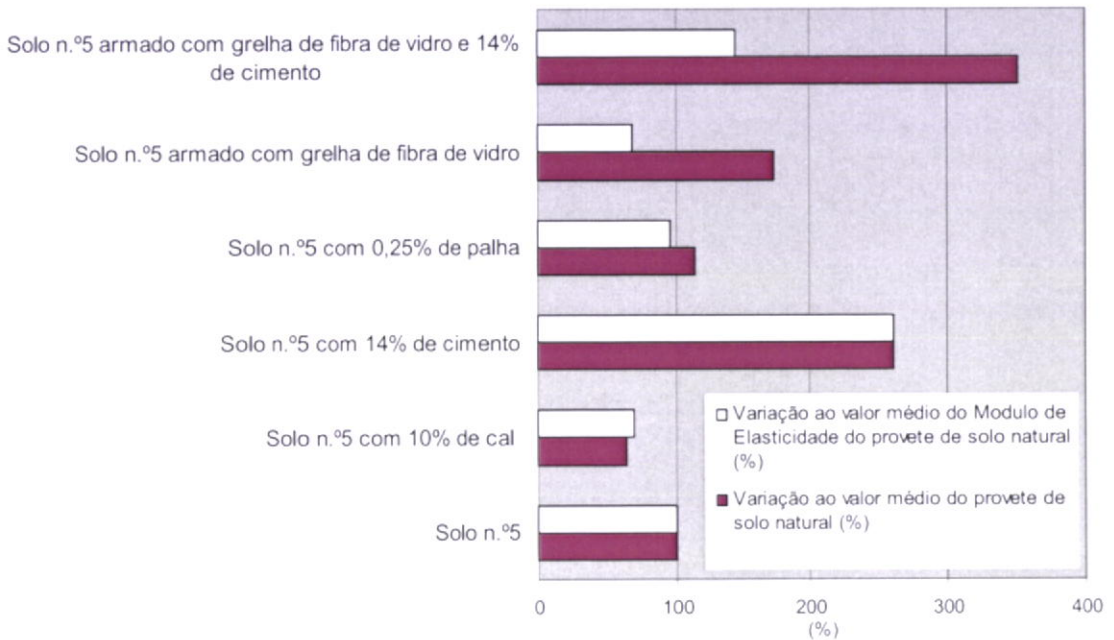
**Gráfico 7-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 2**

Varição dos resultados obtidos, relativamente aos valor médio de tensão de compressão da média do modulo de elasticidade do provete de solo natural



### Gráfico 8-Comparação quantitativa dos resultados para o Solo 5

Varição dos resultados obtidos, relativamente aos valor médio de tensão de compressão da média do modulo de elasticidade do provete de solo natural



Os resultados obtidos indicam que embora estejamos em presença de dois solos de natureza granulométrica diferente, a resistência média à compressão obtida para as amostras de solo 2 e 5 são equivalentes.

A adição de cal, embora tenha produzido resultados abaixo do esperado, resultou também em valores muito aproximados entre os dois solos.

Os melhores resultados obtidos foram nas misturas de solo-cimento, a uma taxa de 14%, os valores de compressão foram consideravelmente melhorados no solo 2 até 1,7 vezes. Mas foi com o solo 5 que se obteve um aumento máximo de 2.6vezes a resistência do solo virgem.

Os valores obtidos para as adições de cimento e de cal, vieram demonstrar a extrema importância do papel da fracção fina e em especial da quantidade de argila presente no solo, para a escolha da melhor mistura de estabilizante e para a capacidade resistente dos solo. E demonstra-se também, que não pode ser adicionado um qualquer produto ao solo, como de uma regra de boa execução se tratasse, uma vez que, os resultados obtidos podem ser contrários aos pretendidos.

Estes resultados devem servir de alerta, para a necessidade de realização de análises prévias aos solos e de que a escolha de estabilizante deve sempre basear-se nos resultados de estudos laboratoriais, de modo a que seja empregue o mais adequado em cada caso.

Existem efectivamente provas observáveis em solos argilosos cuja mistura com cal levam algum tempo a obter valores de resistência significativamente mais elevados que o solo natural. É por esta razão que é necessário, quando se estudam adições com cal, proceder ao ensaio dos provetes com uma idade mínima de cura de 3 meses, após execução. Este é o período mínimo aconselhável pelo CRATERre, para se observarem os resultados da carbonatação da cal com as moléculas da argila, esta ligação química baseada na fixação do carbono do ar que é consideravelmente dificultada pela massa de solo compactada. Embora em solos adequados, se possa obter um aumento de resistência superior ao do cimento, e que se crê aumentar progressivamente com o passar dos anos, assim como promover à melhoria da durabilidade e estabilidade da taipa, tal como demonstrado em construções de taipa militar.

Para o caso de estudo, é demonstrado que para valores obtidos a 1 mês, a adição de 10% de cal, é prejudicial e que produz diminuição da resistência em aproximadamente 1/3 dos valores de solo sem estabilização.

Os testes com adição de fibras, qualquer que fosse a sua natureza, revelou comportamentos semelhantes entre os dois solos, mas muito abaixo do que era esperado, uma vez que a introdução destes elementos constitui uma armadura dispersa, que tende a diminuir os fenómenos de fissuração. Só existindo ganhos em termos de módulo de elasticidade e na melhoria dos fenómenos de secagem da terra para o uso da palha.

Apesar dos fracos resultados observáveis, seria interessante de estudar a adição de palha, como melhoramento da permeabilidade ao ar, em casos de taipa em presença de água ou para uma maior velocidade de carbonatação de mistura solo com cal.

Também aquém das expectativas, ficaram os resultados obtidos com os provetes com adição de fibras. Os valores de resistência à compressão entre as várias soluções ensaiadas de adição de palha, fibra de coco ou fibra de vidro, apresentaram todos valores idênticos entre si.

Para a melhoria do comportamento sísmo-resistente, foi também ensaiada uma solução semelhante à usada nas estruturas de betão, em que é usada uma armadura interior para compensar a fraca resistência à tracção do betão. Nesta solução, adoptou-se por executar um provete de solo armado, com duas armaduras interior em rede de fibra de vidro, idêntica à usada na construção corrente para reforçar argamassas. Estes provetes obtiveram os melhores resultados do grupo, tendo resistido a tensões superiores a 2.3 vezes e 3.5 vezes as obtidas para o solo 2 e 5 em estado natural.

Relativamente aos valores obtidos para os módulos de elasticidade das misturas testadas, há que considerar que estes não são isentos de erro, uma vez que resultam de uma determinação gráfica pouco precisa, baseada na inclinação inicial da curva de deformação/tempo. Que por sua vez, foi desenhada com base nas leituras visuais das deformações dos provetes, considerando o encurtamento para a totalidade da altura do provete, que foi determinado por subtracção da leitura do deflectómetro 1 e 2 (Fig.141) para um determinado período de tempo e de tensão.

Dos resultados obtidos verificou-se que o aumento da resistência à compressão não resultou no aumento directo do valor do módulo de elasticidade. Só os provetes de solo 2 com adição de 0.25% de palha, obtiveram um aumento de 200% dos valores do módulo de elasticidade do solo natural, enquanto que para o solo 5 esse aumento só se verificou para a adição de 14% de cimento.

Dado o bom desempenho de duas das soluções testadas, a estabilização com adição de 14% de cimento e a introdução de duas rede de armadura em fibra de vidro no interior dos provetes, procedeu-se ao ensaio de mais dois provetes que conciliassem estas duas técnicas. Estes provetes, apresentaram bons resultados, quer no comportamento mecânico, com resultados superiores em 2 a 3.5 vezes a resistência à compressão e uma melhoria da ductilidade, pelo aumento de até 39% do valor do módulo de elasticidade no solo 2.

A melhoria do comportamento resistente a esforços de tracção e de corte, só foi melhor compreendido quando foram ensaios os provetes de 12x4x4cm à flexão e à compressão. A determinação das percentagens relativas entre a tensão de tracção/compressão, permitiu constatar que de um modo geral para solo natural compactado esta relação é de aproximadamente 20%. Este ensaio permitiu provar ainda que a solução de adição de 14 % cimento com armadura de fibra de vidro, permitiram obter o melhor compromisso entre melhoria de resistência à compressão e ductilidade, sendo por esta razão a melhor solução sismo-resistente, já que a capacidade de resistir a esforços de tracção e corte, sofreram um aumento de aproximadamente de 51% a 28%.

**Quadro 20-Relação tracção/compressão em ensaios de provetes com 16x4x4cm, para solo 2 e 5**

Ensaio à flexão com uma velocidade controlada de 7mm/min

Ensaio à compressão com uma velocidade controlada de 0,7mm/min

Provetes	Média das Tensão de Tracção (kgf/cm <sup>2</sup> )	Média das Tensão de Compressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Relação entre a Tensão de tracção e a Tensão de compressão	Média das Tensão de Tracção (kgf/cm <sup>2</sup> )	Média das Tensão de Compressão (kgf/cm <sup>2</sup> )	Relação entre a Tensão de tracção e a Tensão de compressão
	Solo 2			Solo 5		
solo natural	3,510	16,184	21,7%	3,357	19,694	17,0%
solo com 14% de cimento	7,092	25,541	27,8%	5,122	24,143	21,2%
solo com 10% de cal	3,429	17,408	19,7%	3,786	19,010	19,9%
solo armado com grelha de fibra de vidro	11,449	25,653	44,6%	7,867	28,092	28,0%
solo armado com grelha de fibra de vidro + 14% de cimento	21,398	41,561	51,5%	10,092	35,776	28,2%

Os ensaios de determinação da relação de resistência entre a capacidade de corte/compressão, realizados em provetes de 16x4x4cm sujeitos a uma acção de corte puro, chegaram a resultados de aproximadamente 20%, tanto para solo 2 natural ou reforçado com 14% de cimento e armadura.

Neste caso os ensaios consistiram em aplicar aos provetes um revestimento metálico entre os apoios, de forma a impedir qualquer deformação por flexão mas permitir a rotura dos provetes por corte junto dos apoios, procedendo-se ao seu ensaio de modo idêntico ao adoptado para a determinação da resistência à flexão.

Considerando as relações atrás determinadas, por extrapolação da aplicação dessas percentagens determinaram-se os valores limites últimos de resistência da taipa de Monchique, para posteriormente achar os valores de resistência de projecto. Que deverão ser usados na verificação da segurança do modelo matemático.

A determinação destes valores foi feita considerando os critérios da Norma do Peru para construções de adobe, *Technical Building Standard NTE E.080*<sup>87</sup>, por não existir ainda uma norma específica para taipa.

**Quadro 21-Relação corte/compressão em ensaios de provetes com 16x4x4cm, para solo 2**

Ensaio a corte com uma velocidade controlada de 7mm/min

Ensaio à compressão com uma velocidade controlada de 0.7mm/min

Provete n.º	Corte		Média das Tensões de Tração (MPa)	Compressão		Média das Tensões de Compressão (MPa)	Relação entre a Tensão de tração e a Tensão de compressão (%)
	F(kN)	Resistência ao Corte (MPa)		F(kN)	Resistência à Compressão (Mpa) $R_{c2} = F_c / 4 b$		
1a solo natural	0.513	0.321		3.240	2.025		
1b solo natural	0.755	0.472	0.396	2.970 3.050	1.856 1.906	2.003	19.8%
1b solo natural (a)	0.130	-		3.560	2.225		
7a solo armado com grelha de fibra de vidro	1.006	0.629		4.760	2.975		
7b solo armado com grelha de fibra de vidro	1.225	0.766	0.656	5.030	3.144	3.029	21.7%
7c solo armado com grelha de fibra de vidro	1.094	0.684		4.750	2.969		

nota.(a)- Este valor não foi considerado devido ser anormalmente baixo.

<sup>87</sup> AAVV - Peru adobe code - Technical building standard NTE E.080, Lima(Perú) : National Building Standards, 2000. P. 21-22.

### Quadro 22-Valores de projecto da taipa à compressão e à tracção, para solo 2 e 5

Ensaio a uma velocidade controlada de 1,08mm/min

Provetes	Resistencia à Compressão (kN/cm <sup>2</sup> )	Resistencia à Tracção (kN/cm <sup>2</sup> )	Resistencia ao Corte (kN/cm <sup>2</sup> )	Resistencia à Compressão (kN/cm <sup>2</sup> )	Resistencia à Tracção (kN/cm <sup>2</sup> )	Resistencia ao Corte (kN/cm <sup>2</sup> )
	Solo 2			Solo 5		
Designação segundo Norma do Peru T.B.S. NTE E.080	$f'm$		$f't=20\%xf'm$	$f'm$		$f't=20\%xf'm$
solo natural	2.672,68	579,97	534,54	2.826,76	480,55	565,35
solo com 10% de cal	2.940,30	579,24	588,06	1.825,12	363,20	365,02
solo com 14% de cimento	4.809,16	1.336,95	961,83	7.412,00	1.571,34	1.482,40
solo armado com grelha de fibra de vidro	5.581,26	2.489,24	1.116,25	4.912,32	1.375,45	982,46
solo armado com grelha de fibra de vidro + 14% de cimento	6.354,09	3.272,36	1.270,82	9.940,41	2.803,20	1.988,08

Nota: Os valores de resistência à tracção foram obtidos por aplicação das percentagens relativas à resistência à compressão (quadro 20 e 21)



Fig.144-Provetes de solo natural, após rotura.



Fig.145-Vista do estado do provete n.º17, armado com duas grelhas de fibra de vidro, após rotura.



Fig.146-Provetes de solo natural, após rotura



Fig.147-Vista do estado do provete n.º17, armado com duas grelhas de fibra de vidro, após rotura.

Comparando-se estes resultados com outros trabalhos de caracterização de solos e estudo de aditivos<sup>88</sup>, consta-se que o solo da Serra de Monchique é excepcional para a construção da taipa, e que no interior do Alentejo existem solos que apresentam valores de compressão mais reduzidos (Ta-Albergaria; Td-Pulo do Lobo; Tf-St.Barragem de Clara; Th-Porto Covo e Tj-Messejana). Os valores superiores de resistência (1.9 e 1.5Mpa) obtidos poderão ser a razão dos reduzidos danos na região de Monchique perante a acção dos grandes sismos de 1755 e 1969.

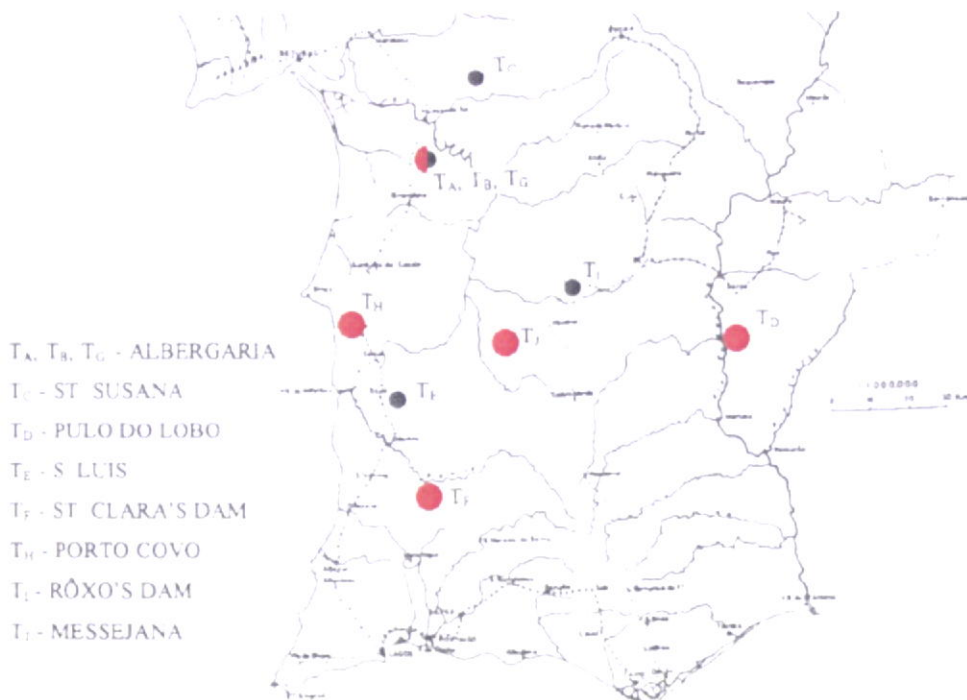


Fig.148-Localidades a vermelho apresentam resistências à compressão inferiores às de Monchique.  
 Fonte: Mota, Maria; Piedade, António -Construção em terra crua no Baixo Alentejo-Portugal Tecnologia e material apropriados para zonas rurais. In Livro-Jornada sobre Construções em Terra aditivada, pag.7

<sup>88</sup> MOTA, Maria; Piedade, António - Construção em terra crua no Baixo Alentejo-Portugal Tecnologia e material apropriados para zonas rurais. In Livro-Jornada sobre Construções em Terra aditivada. Lisboa : IST, 1999. p. 7.



**Quadro 23-Referências de valores de resistência à compressão para algumas localidades do Alentejo**

Amostra	Teor de humidade Wop (%)	Baridade Seca $\gamma$ (g/m <sup>3</sup> )	Resistência à compressão (Mpa)			
			Solo Natural	7% Cal	7% Cimento	
In Arq. Maria Manuela et al. Construção em terra crua no Baixo Alentejo – Portugal; Tecnologia e material apropriados para zonas rurais	T <sub>A</sub> - Albergaria	10.5	1.89	1.04	1.08	2.9
	T <sub>B</sub> - Albergaria	11.1	1.88	1.89	1.38	4.5
	T <sub>C</sub> - St. Susana	15.9	1.72	1.70	1.26	2.6
	T <sub>D</sub> - P.Lobo	10.4	1.91	0.57	1.36	1.5
	T <sub>E</sub> - S.Luis	12.0	1.86	1.6	1.74	3.2
	T <sub>F</sub> - St.Clara	22.5	1.55	0.75	1.44	1.1
	T <sub>G</sub> - Albergaria	9.8	1.92	1.68	1.18	4.4
	T <sub>H</sub> - P.Covo	12.3	1.52	1.08	1.14	1.2
	T <sub>I</sub> - Roxo	10.2	1.96	1.42	1.92	4.95
	T <sub>J</sub> - Messejana	14.5	1.72	0.97	1.54	1.5

## 4.2 - Acção sísmica

### 4.2.1 - Análise dos antigos métodos, usados para a melhoria do comportamento sísmico e das técnicas de reparação de danos originados por terremotos

O reconhecimento das habitações existentes na área de estudo, permitiu recolher informação sobre métodos empregues nas estruturas de taipa destinados à melhorar o seu comportamento sísmico. Dadas as distintas características destas soluções, identificaram-se métodos de reforço estrutural e métodos de reparação.

#### a) Métodos de reforço de aplicação durante a edificação

##### a.1) Ligação do vigamento do telhado às paredes mestras

Embora não seja um processo muito utilizado, a ligação dos vigamentos da cobertura, permite um significativo aumento da rigidez da estrutura e um melhor comportamento das paredes-mestras em caso de sismo.

Os ferrolhos empregues, podem ser aplicados embebidos dentro da parede ou com o olhal e a chaveta colocados do lado exterior desta.



Fig.149-Pormenor de um tipo de Ferrolho idêntico; a-chapa; o-olhal;c-chaveta.

Fonte: LEITÃO, Luiz Augusto - Curso elementar de Construções. Lisboa : Imprensa Nacional, 1896. p. 242.



Fig.150-Pormenor de Ferrolho à vista. Marmeleite.

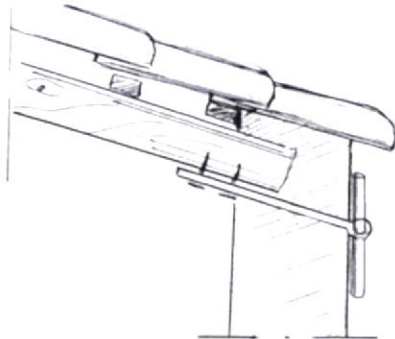
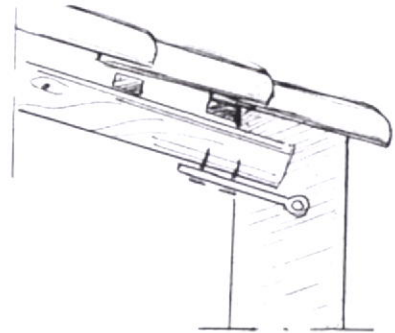


Fig.151-Esquema de ligação por ferrolho embebido e exterior à parede.

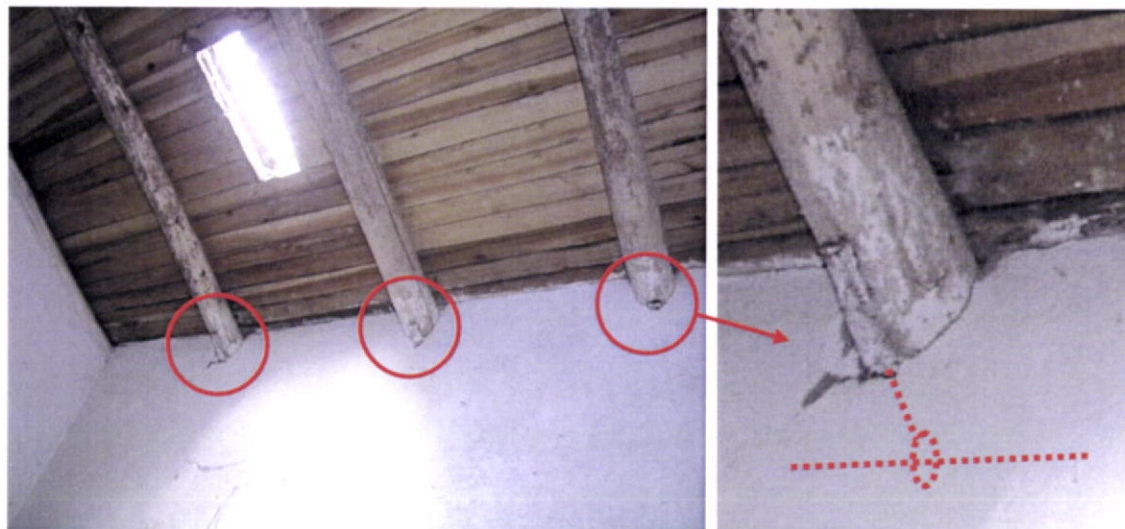


Fig.152-Exemplo de aplicação de ferrolhos na ligação da cobertura à parede. Monchicão.

### a.2) Construção de paredes exteriores com arrasto

Muito comum nas construções de dois pisos, as paredes de fachada onde descarrega a cobertura apresentam sempre uma pequena inclinação para o interior da habitação, de modo a aumentar a estabilidade da construção e contrariar o efeito de afastamento das paredes por deslizamento da cobertura. Este é um método que só ocasionalmente é empregue em construções térreas, mas que foi observado em todas as edificações de dois pisos. Este processo melhora a estabilidade do edifício em caso de sismo.



Fig.153-Pormenor de fissuração típica em cunhal, provocada por deslizamento da cobertura ou por abalo sísmico. Portela da Viúva.



Fig.154-Vista de edificação onde se observa a inclinação dada durante a construção da parede da fachada principal. Panasqueira.

As paredes dos edifícios de dois pisos, apresentam ainda duas espessuras, consoante sejam paredes térreas (90cm) ou pertençam ao primeiro andar (50cm), de modo a aumentar a capacidade resistente da parede junto da base. A diferença de espessuras entre as paredes dos dois níveis serve ainda como apoio do vigamento de madeira da do piso intermédio.

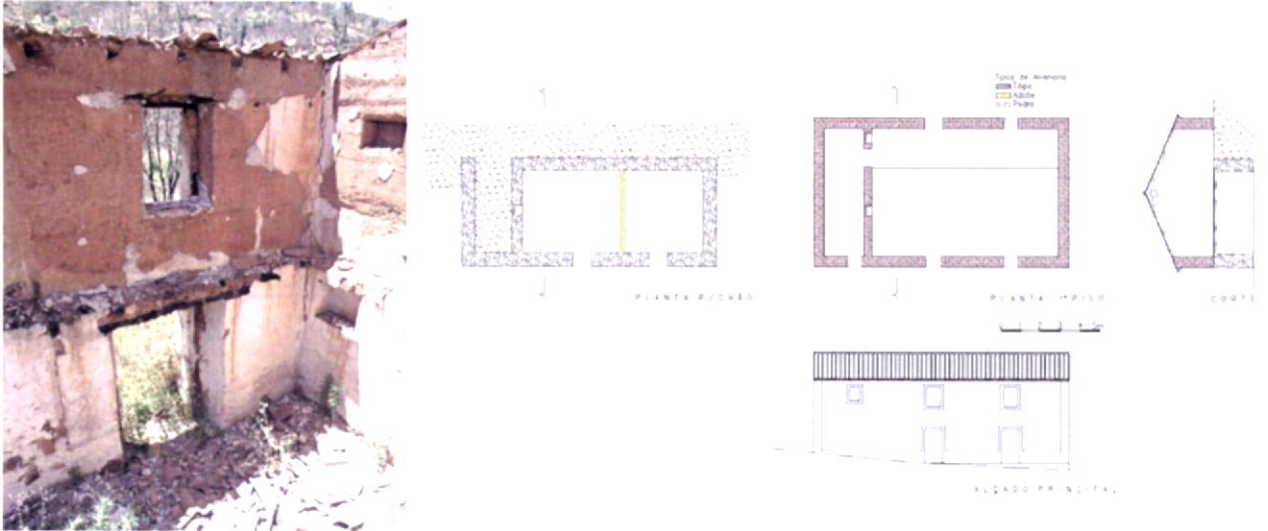


Fig.155- Vista de uma estrutura de taipa de dois níveis. Panasqueira.

### a.3) Reforço da taipa com fiadas de argamassa

Para os edifícios de dois pisos, observou-se também que a taipalada passa a ser executada em duas fases, de modo a ser aplicada uma camada de argamassa adicional a meio do taipal.



Fig.156-Exemplo de aplicação de camada de argamassa a meia altura de cada taipalada, numa habitação de dois pisos. Pomba.



Fig.157-Exemplo da aplicação de camada de argamassa sobre cada camada de solo compactado, em reforço de um solo arenoso. Albufeira.



Fig.158-Exemplo de aplicação de camada de argamassa sobre cada camada de solo compactado. Fabrica de conservas Facho Limitada em Portimão.



Fig.159-Vista da altura das paredes da nave industrial da fabrica de conservas Facho Limitada em Portimão, onde a taipa foi executada intercalando alternadamente camada de terra e argamassa de cal e areia.

Este método de reforço da capacidade resistente da taipa por camadas de argamassa, pode ainda ser detectado em outras localidades do Algarve, tanto em construções térreas, como na construção de paredes de grande altura em naves industriais ou ainda para reforço de solos de menor resistência mecânica.

#### a.4) Reforço de cunhais

As ligações entre paredes de taipa constituem a principal fragilidade destas construções, talvez por esta razão estes pontos sejam sempre reforçados com a introdução de elementos resistentes em madeiras ou pedra.

Este tipo de fissuração vertical nos cunhais é característico da rotura por esforços de corte (Fig.161), que podem ter origem tanto nos abalos sísmicos como em fenómenos de rotação das paredes(Fig.183). No entanto uma vez que a grande maioria dos casos observados, não apresentavam rotação das paredes, conclui-se que os sismos são a principal causa destas deformações.



Fig.160-Pormenor de reforço de cunhais com troncos de madeira. As peças utilizadas têm 1m de comprimento em média. Três figos, Casa de Sr. Manuel da Conceição Cristina.

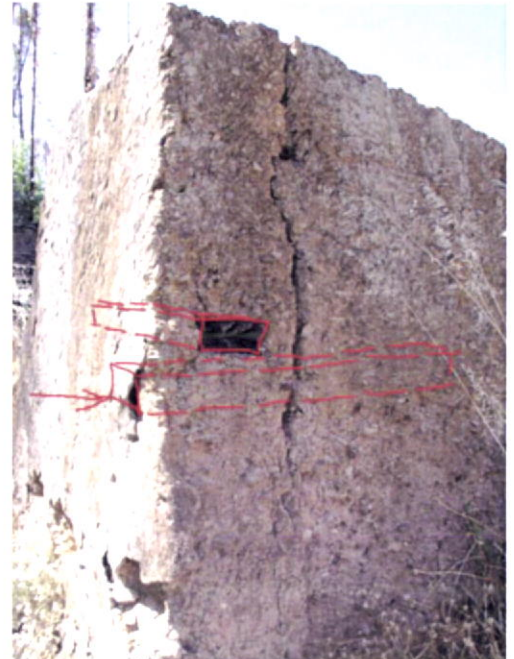


Fig.161-Caso de reforço de cunhais com barrotes de madeira. Note-se que as paredes encontram-se apuradas mas seriamente fissuradas no cunhal. Foz do Vale, Moinho de Baixo.



Fig.162-Além da madeira também pedras são muito utilizadas. Monchicão de Baixo.



Fig.163-A utilização de pedras de cantaria numa construção de apoio agrícola na Panasqueira constituiu um exemplo único de entre todos os observados. Panasqueira.

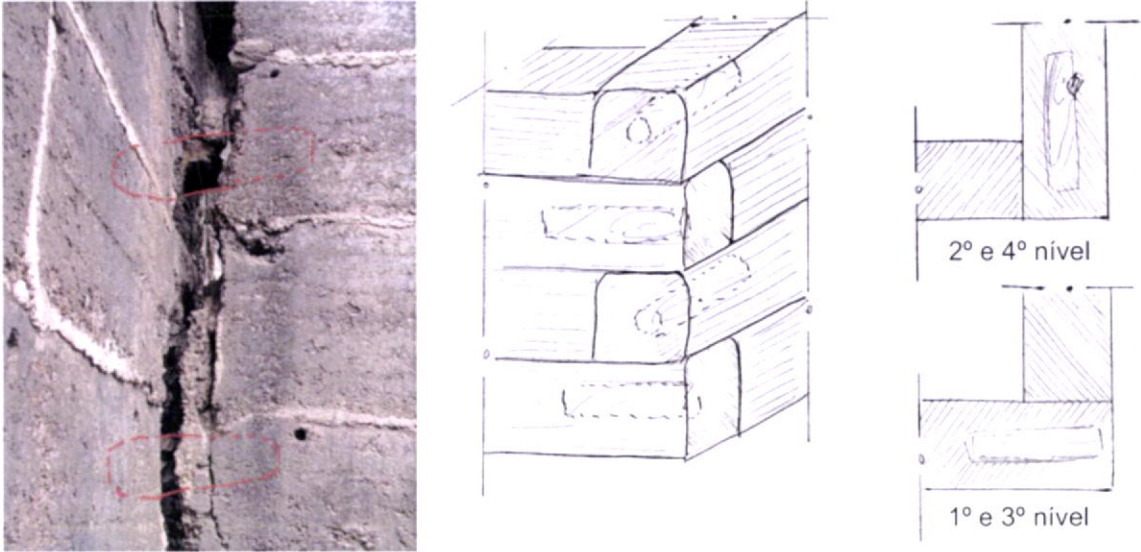


Fig.164-Pormenor de ligação em parede divisória (esquerda) e em cumhal (direita). No primeiro caso este reforço é realizado, em todas as taipaladas executadas a meia vez, que efectua a ligação entre paredes. Nos cumhais o reforço é aplicado em todas as taipaladas. Ribeira das canas.

#### a.5) Viga de coroamento em betão

Nas construções de taipa mais recentes, realizadas nos anos seguintes ao sismo de 1969, passou a ser aplicado na construção das paredes, uma viga de betão armado de pequena rigidez ao nível da verga dos vãos ou no topo das paredes.

No decorrer da entrevista com os vários Mestres taapeiros, soube-se que logo a seguir ao sismo de 1969, a Câmara de Monchique acompanhava a construção das casas novas, e que dava indicação para executar uma viga de coroamento em betão armado para ligar todas as paredes exteriores.

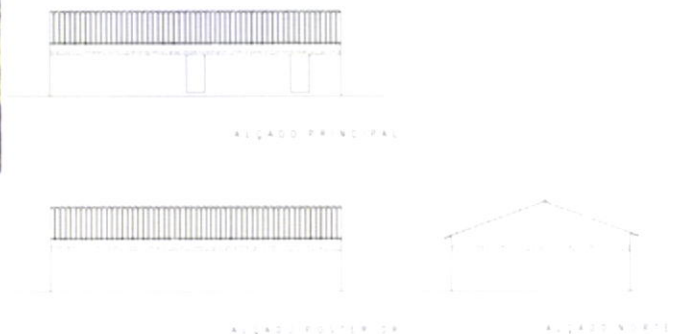


Fig.165-Vistas de uma construção junto à estrada para as Romeiras, onde se observa bem a existência de uma viga ao nível do topo dos vãos.

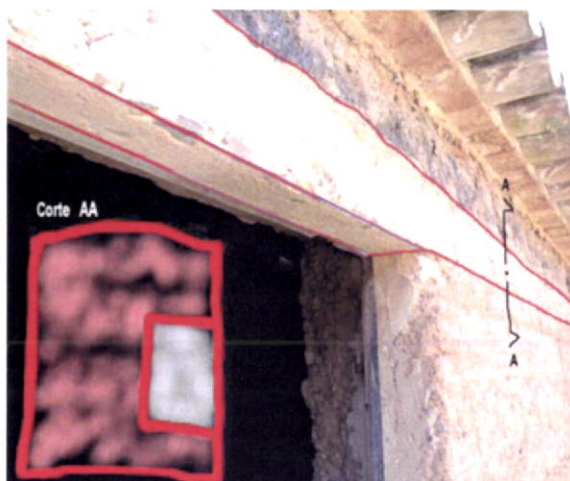


Fig.166-Pormenor da viga em parede (corte AA).

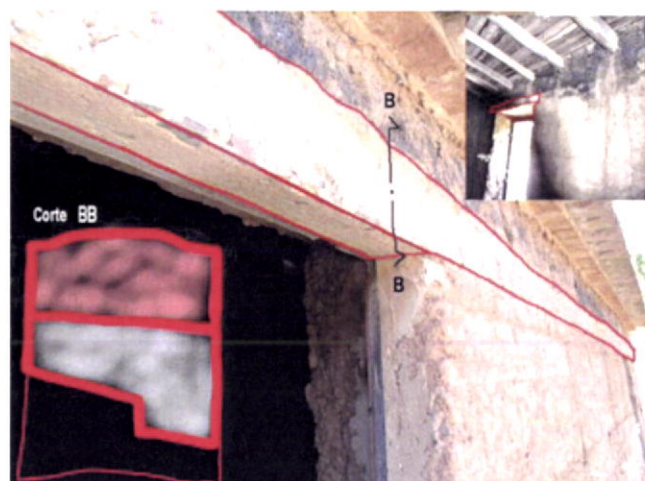


Fig.167-Pormenor da viga em zona de vão (corte BB).



Fig.168-Pormenor de reforço de edificação de dois pisos, com vigas em paredes-mestras e esticador. Três figos

Muito próximo da área de estudo, no Lagar de São Marcos da Serra, existe um exemplo de reforço estrutural da taipa com estrutura de betão armado embebida nas paredes do qual não se encontraram exemplos na Serra de Monchique. Neste exemplo existe uma estrutura de betão armado, constituída por viga de fundação, pilares e viga de coroamento, em que o enchimento dos vãos das paredes é realizado em taipa. Existem ainda duas juntas horizontais a aproximadamente 1/3 da altura, executadas com argamassa armada com varão de aço, que asseguram a ligação da taipa à estrutura de betão.





Fig.169-Exemplo de reforço de parede de taipa com estrutura de betão armado.



Fig.170-Localização de reforço a 1/3 da altura da parede com juntas armadas.

## b) Métodos de reforço e reparação de aplicação após a edificação

### b.1) Esticadores e linhas

Os processos mais usados na região para a reparação de paredes fissuradas ou com graves problemas de rotação consistem na aplicação de esticadores (fig.171 à 173) e linhas (Fig.174 à 177).

Estes são métodos que são mais usados na reparação de danos mas que também podem ser realizados logo durante a edificação.

A aplicação de esticadores, implica a furação pontual da parede junto dos cunhais, para passagem de um varão de aço com pontas roscadas, nas quais se aplica uma peça em chapa de ferro sobre a qual é aplicado uma porca que será apertada até criar algum nível de tensão, destinado a manter as paredes próximas entre si.

Embora designada popularmente como “linhas”, refere-se à aplicação de um único varão de aço revestido com argamassa de cimento, que é aplicado no interior de um roço previamente aberto longitudinalmente na taipa, à volta de toda a construção.

Este processo pode ainda ser encontrado como reforço pontual, por exemplo de um canto que requer reparação.

O envolvimento com argamassa de cimento é necessário para conferir ao aço alguma protecção anticorrosiva.



Fig.171-Tipos de esticadores encontrados e esquema de aplicação.



Fig.172-Exemplo de aplicação de esticador lateralmente à parede mestra central, para impedir a rotação das paredes laterais. Marmelete



Fig.173-Solução estrutural comum em casas de dois pisos, para impedir o afastamento das paredes da fachada. Umbria.



Fig.174-Pormenorização de aplicação de linha numa casa em Casais. Esquema demonstrativo da diferença entre uma solução de viga e de linha.

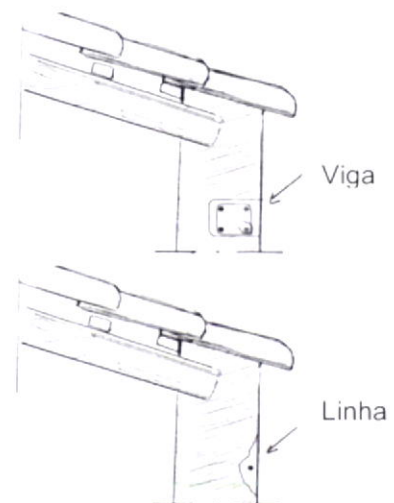




Fig.175-Pormenor de uma aplicação pontual e de envolvimento completo de casa de habitação principal. Casas de Odelouca.



Fig.176-Pormenor de aplicação conjunta de linhas e esticadores junto das paredes divisórias (linhas a vermelho e fissuração a verde). Foz do Farelo.



Fig.177-Fora da área de estudo encontrou-se um exemplo de aplicação de varão de aço para reforço estrutural com fixação por chapa aparafusada. Albufeira.



Fig.178-Pormenor de reforço da parede central em taipa, com aplicação de cabo de aço . Albufeira.



Fig.179-Reforço com cabo de aço, em topo de parede exterior. Albufeira.

### b.2) Reforço de parede com contrafortes

Na serra de Monchique existem poucos casos de casas com contrafortes, do levantamento executado foram encontrados exemplares, no Monchicão de Baixo, Casas de Odelouca, Três-figos, Corte da Pomba e Cancino.

Pela falta de aprumo da maioria dos casos observados, conclui-se que esta técnica é utilizada principalmente após a edificação e como reparação para paredes deformadas.

Os contrafortes servem como reforço ao corte dos cunhais fissurados e também como contenção as paredes mais inclinadas. A grande espessura destes elementos destina-se a permitir o apoio em ambos os lados da fissuração. A escolha da localização deste tipo de reforço segue sempre o alinhamento das paredes resistente embora ocasionalmente seja aplicado como apoio a meio vão dos panos de parede de maior comprimento.



Fig.180-Exemplo de contrafortes em fachada. Três figos.



Fig.181-Exemplo de contrafortes laterais em Casas de Odelouca.

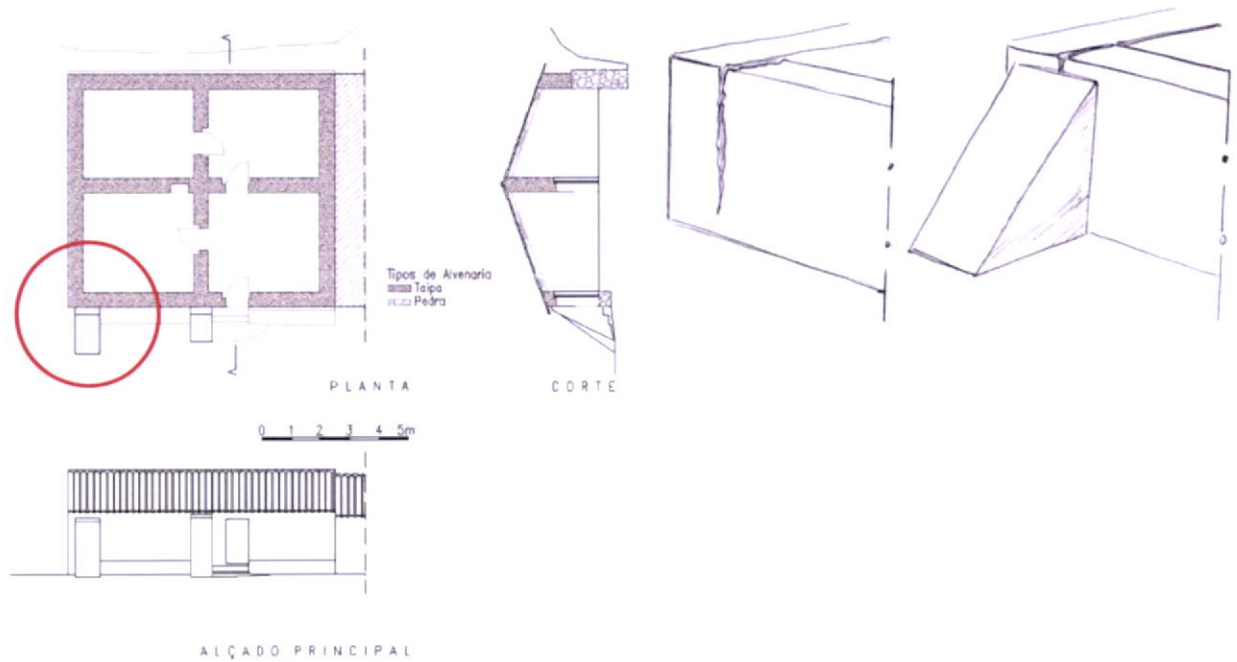


Fig.182-Esquema de execução de um contra forte em reparação de cunhal. Casas de Odelouca.

### b.3) Contenção de paredes com alvenaria de pedra e reforço de base de parede com poial elevado

Nos casos onde existem grandes deformações por rotação das paredes, os contrafortes são aplicados conjuntamente com a contenção das paredes com alvenaria de pedra ou reforço da base das paredes com poiais elevados.

Este método permite reabilitar uma parede muito deformada, ao mesmo tempo que se aumenta a resistência ao corte da estrutura com o acréscimo de largura na base da construção.

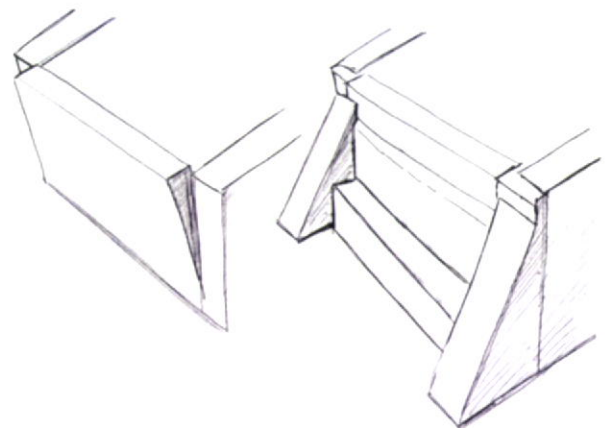


Fig.183-Exemplo de reforço de parede com contrafortes e enchimento com alvenaria de pedra. Corte da Pomba.

Da recolha oral, com o Sr. Florêncio Correia soube-se que a habitação existente no Cancino, fora reparada pelo antigo proprietário por se encontrar muito danificada. Neste caso, como o desaprumo das paredes era muito grave foi necessário executar além dos contrafortes aos cantos da construção, o enchimento do desalinho da parede com alvenaria de pedra e executado um alto poial para servir de contraventamento ao enchimento. Este método garante o aumento da estabilidade das paredes em caso de sismo.



Fig.184-Vista geral de uma reparação de uma habitação com recurso as três técnicas (Contrafortes, enchimento e reforço da base com poial alto). Pormenores da dimensão do poial e do contraforte, comparativamente com a estatura de um homem. Cancino.

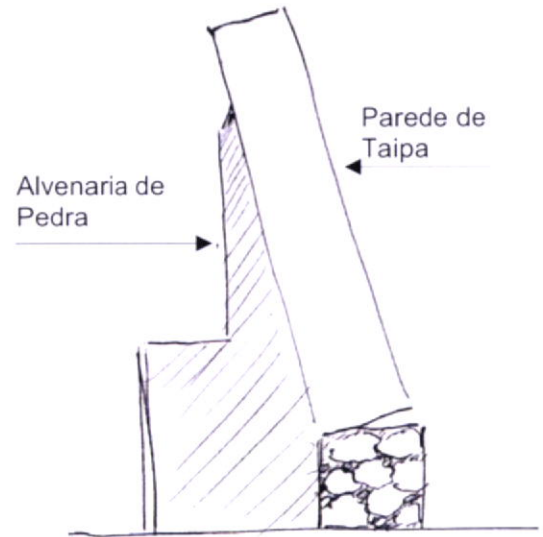


Fig.185-Pormenor da execução de reforço da base e enchimento em alvenaria de pedra, para correcção do desnível exterior da parede de taipa. Cancino.



Fig.186-Poial de reforço de base de construção em Casais. Observe-se que a altura do poial é manifestamente desadequada para uma utilização como banco.

#### **4.2.2 - Avaliação dos esforços sísmicos por modelação matemática computadorizada**

Tendo por objectivo avaliar a capacidade resistente de uma construção em taipa à acção sísmica, procedeu-se à análise estrutural com modelo tridimensional por elementos finitos. Pretende-se aqui comparar os resultados assim obtidos com os valores de resistência determinados por ensaio laboratorial de provetes de solo 2.

Dada a complexidade inerente à simulação exacta do comportamento da taipa, o método utilizado não representa uma avaliação de segurança estrutural correcta, no entanto os resultados obtidos são bons indicadores dos pontos da estrutura onde se geram os maiores esforços.

A análise estrutural foi realizada com o programa de cálculo SAP2000 ver.7.40, e considerou um comportamento elástico linear da taipa. O cálculo dos esforços baseou-se numa análise dinâmica, com recurso à análise de espectros de resposta indicados pelo RSA, para solo rijo e com amortecimento de 10%.

Por se pretender determinar os esforços resultantes da acção sísmica, as cargas de cálculo não foram majorada, tendo sido consideradas duas combinações de acções, que pretendem representar o efeito de ocorrências sísmicas de epicentro próximo (Combinação 1 = Pp + sismo 1) e afastado (Combinação 2 = Pp + sismo 2), com origem intraplacas (proximo) e interplacas (afastado) respectivamente.

Tal como referido anteriormente, a correcta modelação do comportamento da taipa é bastante complexa, pelo que a metodologia seguida deve ser considerada meramente indicativa, não podendo ser considerada como uma análise de segurança valida porque:

- A taipa, mecanicamente apresenta uma fase de comportamento elástico muito reduzido, tal como foi demonstrado pelos diagramas tensão/deformação obtidos para os provetes ensaiados. Nestes casos é aconselhável a adopção de modelos de cálculo mais evoluídos, do tipo elasto-plástico não lineares.

- Os valores de resistência obtidos nos ensaios dos provetes correspondem aos valores últimos em que ocorre a rotura.

Por outro lado, os valores a considerar numa verificação de resistência para uma estrutura de taipa, deverão ser bastante inferiores aos obtidos em laboratório, porque a resistência da taipa é seriamente debilitada por fenómenos de fissuração resultantes da actuação rápida de forças e de acções cíclicas de carga/descarga.

- A verificação à segurança, de uma maneira geral procedem à comparação dos esforços de projecto, tendo por limite um estado tensões/deformação ou fissuração tal, que quando atingido permita mesmo assim, a evacuação em segurança dos moradores da habitação. Este critério de salvaguarda da vida humana, constitui a base da verificação de segurança ao sismo das estruturas correntes de betão armado, e que deverá ser igualmente garantido para a Taipa. No entanto não existe em Portugal a definição desses limites de segurança.



Outro critério de dimensionamento estrutural corresponde à limitação do grau de danos dentro de limites, cuja reparação seja economicamente viável.

Estes critérios, como se compreende, correspondem à atribuição de uma capacidade de resistência mais reduzida, para que o dimensionamento preveja estes parâmetros e a grande heterogeneidade dos solos.

- Em termos de regulamentação nacional, não existe qualquer legislação específica para estruturas em terra, ao contrário do que sucede no Peru onde a construção em adobe se encontra regulamentada por norma própria. Assim, não existem a imposição de cumprimento de quaisquer requisitos mínimos de segurança, nem a obrigatoriedade do estudo prévio dos solos a usar em obra. De igual modo, não existe uma metodologia de cálculo definida, nem uma limitação dos valores máximos de tensão de utilização a respeitar. Neste panorama, qualquer análise estrutural de verificação de segurança, poderá não ser correcta devido à falta da definição de critérios cientificamente comprovados que sirvam de base ao cálculo.

#### 4.2.2.1 - Modelo estrutural

Por outro lado, a existência de poucos estudos específicos quanto ao comportamento das construções de terra, torna necessário a adopção de algumas considerações quanto à definição dos modelos estruturais a adoptar. No presente caso, considerou-se necessário adoptar a seguinte solução estruturais:

- O sistema de apoio escolhido para as paredes de taipa foi de apoiado sobre molas para considera a capacidade de deformação do solo. Como o solo de fundação e o solo utilizado para a construção da taipa são, habitualmente, o mesmo considerou-se o mesmo valor de módulo de elasticidade para os dois materiais. Assim, foi adoptado um valor de rigidez de mola (K) igual a  $41\text{MPa}^{89}$ .



Fig.187-Exemplo do desprendimento de uma parede de taipa, após acção do temporal de Fevereiro de 1970, na praia de Quarteira.  
Fonte: Algarve Ilustrado, Fevereiro de 1970

<sup>89</sup> O valor de rigidez de uma mola é obtido pela fórmula  $K_{mola} = E_{solo} \times \text{Área da fundação}$

Esta solução foi escolhida, porque estas paredes são executadas simplesmente apoiadas sobre lintéis de betão ou sobre lintéis de alvenaria de pedra e terra. Nestas condições, existe uma separação física, entre os dois tipos de materiais, pelo que não se reproduz o efeito de encastramento perfeito, mas o de simplesmente apoiado.

Este comportamento foi observado em ensaios de maquetes em escala natural em mesa sísmica, durante a investigação realizada para o relatório final "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra", onde se observou o deslizamento da parede pela base.

- As paredes de taipa foram simuladas através de elementos finitos de placas, formados por uma malha de 50cm de largura, com as características de resistência e de deformação elástica determinadas nos ensaios realizados para caracterização da taipa para o solo 2.



Fig.188-Deslizamento da base da parede norte da maquete do modelo 2 do trabalho de investigação do Getty Conservation Institute e da Universidade Católica do Peru.

Fonte: TORREALVA, Daniel - [Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report](#), Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. p. 14-17.

### a) Caracterização da Taipa e das cargas estruturais

Módulo de elasticidade da taipa  $E=233$  MPa (valor obtido para o Solo 2)

Coefficiente de Poisson  $\nu= 0.35$  (BARDET, 1997)

Amortecimento de 10% - solo rijo

Peso próprio da taipa= $19,3$  kN/m<sup>3</sup>

Paredes de 45cm de espessura

Peso da cobertura  $1,30$ kN/m<sup>2</sup> (telhado tradicional em ripas e telha)

Reprodução do efeito de deslizamento do telhado, considerando uma carga horizontal no topo das paredes do alçado frente e traseiro de  $0.59$ kN/m.

b) Caracterização do modelo estrutural usado

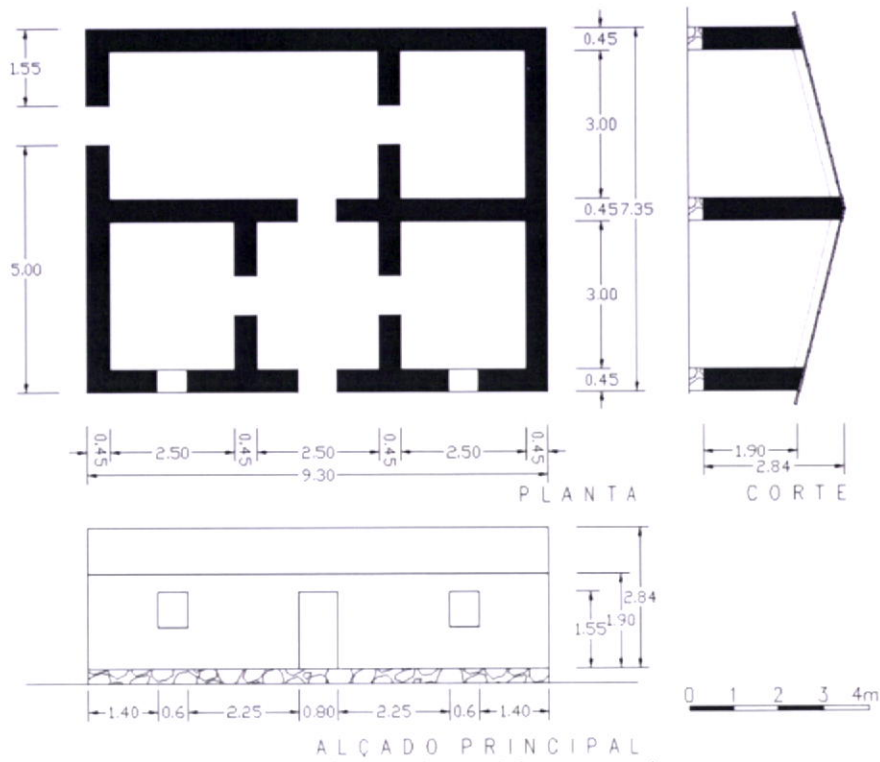


Fig.189-Planta do modelo estrutural.

c) Descriminação dos elementos estruturais e referencial de tensões

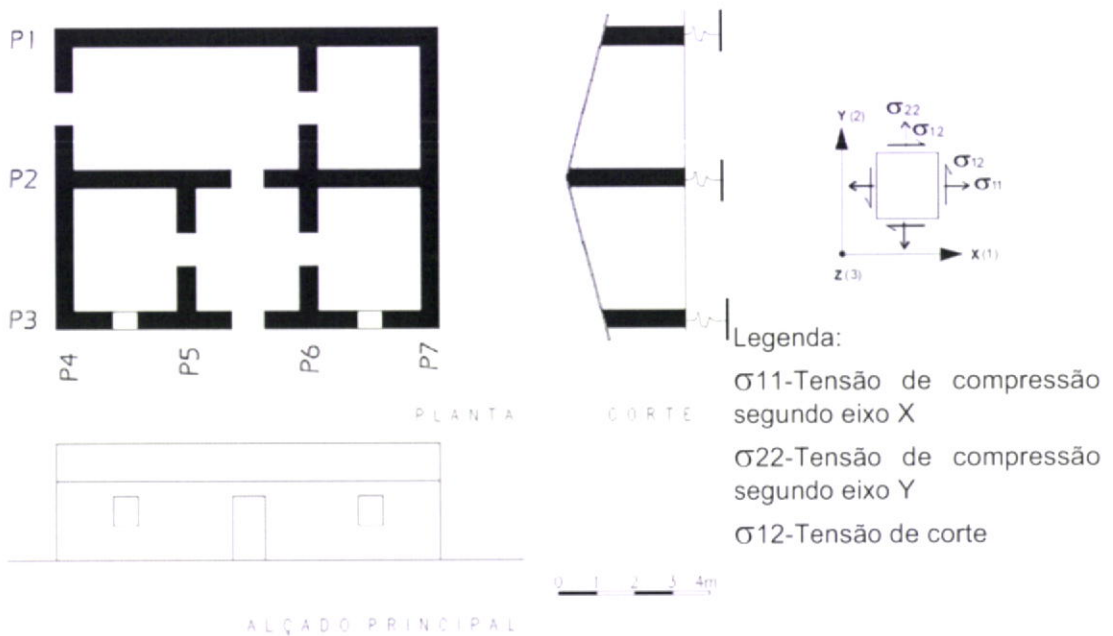


Fig.190-Discriminação da estrutura.

#### 4.2.2.2 - Resultados

##### a) Modos de vibração

Com base nas considerações obteve-se uma frequência própria da estrutura de 9.93Hz para a qual se mobilizam forças horizontais muito elevadas (41% da massa da estrutura) e determinaram-se 10 modos de vibração relevantes para o cálculo sísmico. Perante estes resultados, observa-se que em solos rijos, estas construções apresentam uma frequência própria baixa, o que indicia uma maior susceptibilidade a sismos próximos e que para frequências muito elevadas são mobilizadas forças verticais apreciáveis (13-15% da massa da estrutura).

**Quadro 24-Contribuição dos modos de vibração no comportamento dinâmico da estrutura**

Modos de vibração de maior participação			Massa mobilizada %		
Modo	Período	Frequência (Hz)	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z
1	0.138995	7,19	0.09	9.96	0.00
2	0.101317	9,87	0.66	17.60	0.00
<b>3</b>	<b>0.100712</b>	<b>9,93</b>	<b>40.92</b>	<b>0.69</b>	<b>0.00</b>
4	0.098515	10,15	16.94	0.14	0.00
5	0.094508	10,58	0.18	13.63	0.00
9	0.080797	12,38	0.06	8.74	0.00
11	0.066583	15,02	0.06	16.48	0.00
23	0.041972	23,83	11.72	0.20	0.01
43	0.032227	31,03	0.17	0.02	15.18
44	0.031952	31,30	0.31	0.35	13.91

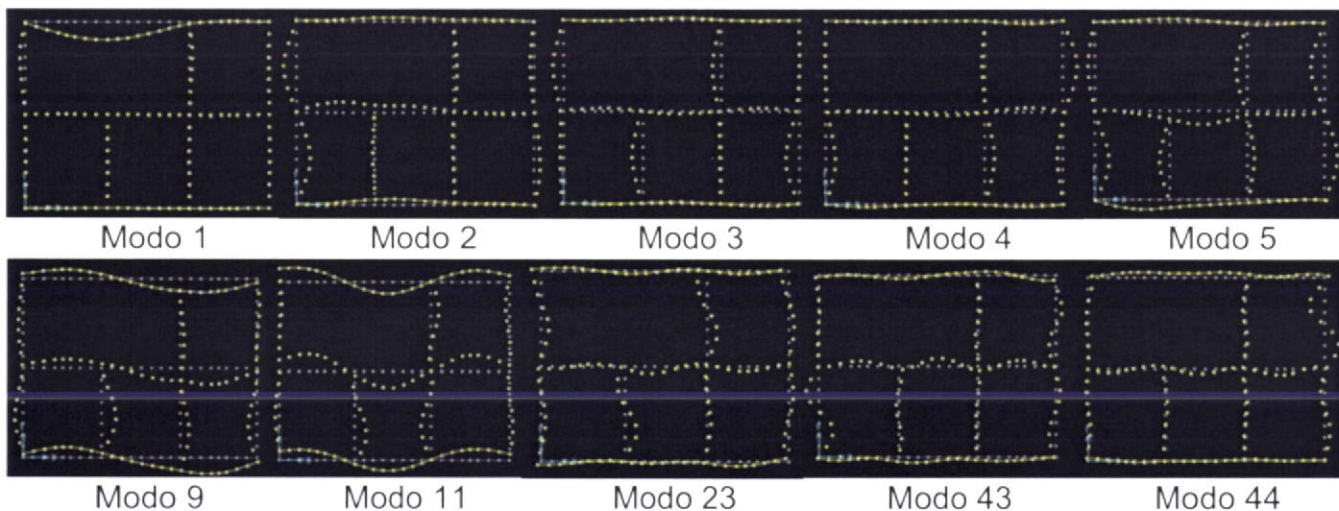


Fig.191-Deformações associadas aos modos de vibração, de maior contribuição.

Os valores obtidos no cálculo, revelam deformações máximas no topo das paredes da ordem de alguns milímetros, compreendidos entre 0.42cm a meio vão da parede P1 e 0.18cm a meio vão da parede P4 e P7.

## **b) Diagramas de tensões**

Os resultados obtidos demonstram que as maiores tensões são atingidas para a combinação 1 (Anexo XII), devido a participação do sismo próximo, acção que se revelou ser a mais gravosa para a construção de taipa sobre solo rijo.

Embora em nenhum dos casos, os valores obtidos tenham se aproximado das resistências determinadas para os provetes de solo 2 estudadas, de 2673,75kN/m<sup>2</sup> à compressão e de 580.20kN/m<sup>2</sup> à tracção. Os resultados obtidos que mais se aproximaram dos valores limites, ocorreram nas paredes transversais n.º4,5,6 e 7, e correspondem a esforços de tracção que atingiram em alguns pontos 7% desse valor, quando não é considerando qualquer majoração das cargas actuantes, nem redução da capacidade resistente.

Este calculo permitiu mostrar quais as paredes mais solicitadas, assim como determinar quais os pontos da estrutura onde são atingidos os valores máximos.

Por exemplo, demonstrou-se que para o presente modelo estrutural, as tensões de tracção no sentido do eixo X, localizam-se no topo das paredes junto aos cantos, enquanto que os valores de compressão vertical máxima ocorrem na base em praticamente todas as paredes, e que esta não é uma acção que provoque danos na estrutura, já que só são atingidos no máximo 3% da resistência à compressão do material.

Os esforços de corte, revelaram-se mais importantes na deformação da construção, pois são atingidos valores entre 50 a 60kN/m<sup>2</sup>, localizados nas zonas de ligação vertical entre paredes e nas vergas de portas e janelas, aproximadamente 11% da capacidade resistente determinada, quando não é considerando qualquer majoração das cargas actuantes, nem redução da capacidade resistente.

Tal como referido anteriormente, existem grandes limitações do processo de cálculo, e embora os valores de resistências à rotura não sejam nunca atingidos, a presente análise não garante a segurança estrutural de uma construção deste tipo.

Apesar disso, permite-se aqui, constatar que os estados de fissuração e de rotura da taipa surgem em resultado de esforços de tracção que se localizam nos cantos superiores das paredes transversais

Enquanto que o efeito de corte é responsável pela deterioração das ligações entre paredes, dos cantos superiores e das paredes a meio vão.

Estes resultados, indicam que os locais de maiores tensões, atrás indicados, coincidem em grande parte com zonas de fissuração, observadas nas construções existentes, assim sendo, estes resultados permitem correlacionar estas patologias directamente com o efeito da acção sísmica.

Quadro 25-Tensões máximas devidas a acções isoladas

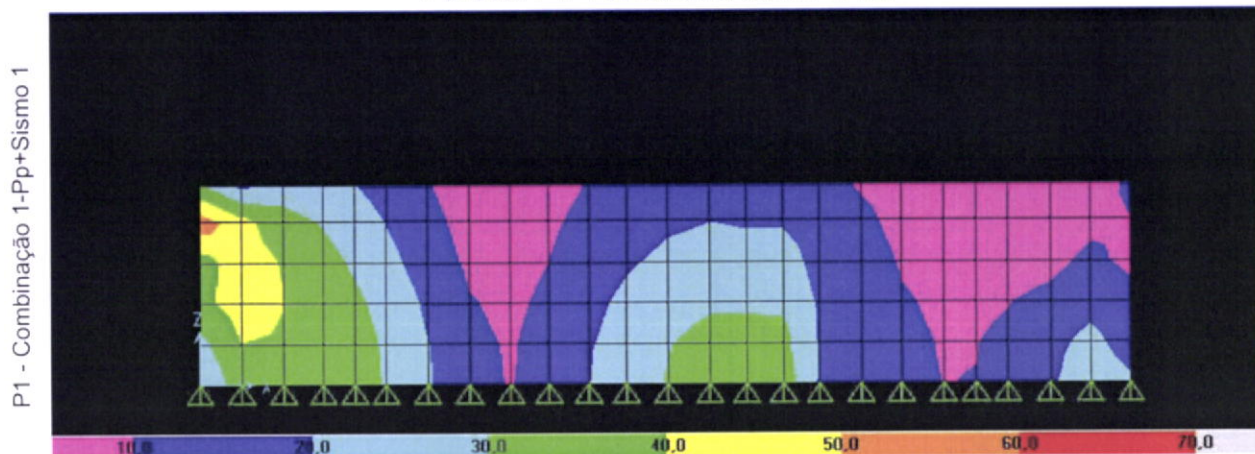
Elemento	Acções								
	Cargas permanentes			Sismo 1(próximo)			Sismo 2(afastado)		
	$\sigma_{11}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{22}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{12}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{11}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{22}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{12}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{11}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{22}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{12}$ (kN/m <sup>2</sup> )
P1	7,5 a 15 -15 a -22,5	0 a 12 -48 a -60	8 a 12 -4 a -8	48 a 78 -	54 a 72 -	40 a 48 -	24 a 36 -	30 a 40 -	20 a 40 -
P2	0 a 7,5 -22,5 a -30	0 a 12 -72 a -84	12 a 16 -12 a -16	48 a 78 -	72 a 90 -	40 a 48 -	24 a 36 -	40 a 50 -	20 a 24 -
P3	0 a 7,5 -15 a -22,5	0 a 12 -48 a -60	4 a 8 -4 a -8	24 a 48 -	36 a 54 -	16 a 24 -	12 a 24 -	20 a 30 -	8 a 12 -
P4	22,5 a 30 -22,5 a -30	0 a 12 -60 a -72	8 a 12 -4 a -8	168 a 192 -	72 a 90 -	48 a 56 -	96 a 108 -	40 a 50 -	28 a 32 -
P5	15 a 22,5 -15 a -22,5	0 a 12 -60 a -72	4 a 8 -4 a -8	168 a 192 -	126 a 144 -	48 a 56 -	84 a 96 -	60 a 70 -	28 a 32 -
P6	7,5 a 15 -15 a -22,5	0 a 12 -60 a -72	12 a 16 -8 a -12	120 a 144 -	72 a 90 -	32 a 40 -	60 a 72 -	40 a 50 -	16 a 20 -
P7	0 a 7,5 -7,5 a -15	0 a 12 -60 a -48	4 a 8 -4 a -8	120 a 144 -	36 a 54 -	32 a 40 -	60 a 72 -	20 a 30 -	20 a 24 -

Quadro 26-Tensões máximas devidas a combinações de acções

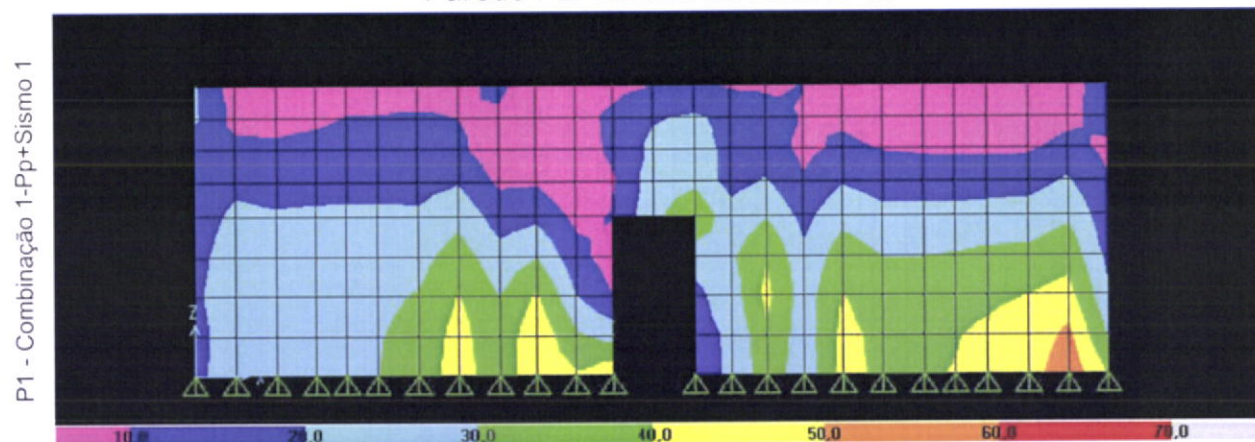
Elemento	Combinação de acções					
	Comb.1=Pp+Sismo1			Comb.2=Pp+Sismo2		
	$\sigma_{11}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{22}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{12}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{11}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{22}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{12}$ (kN/m <sup>2</sup> )
P1	56 a 84 0 a -28	56 a 84 -28 a -56	50 a 60 -	19 a 38 0 a -19	44 a 66 -22 a -44	30 a 36 0 a -6
P2	56 a 84 0 a -28	0 a 28 -28 a -56	50 a 60 -	19 a 38 0 a -19	0 a 22 -22 a -44	30 a 36 0 a -6
P3	28 a 56 0 a -28	0 a 28 -28 a -56	20 a 30 -	0 a 19 0 a -19	0 a 22 -44 a -66	12 a 18 -
P4	196 a 224 0 a -28	56 a 84 -28 a -56	40 a 50 -	114 a 133 0 a -19	44 a 66 -44 a -66	24 a 30 -
P5	168 a 196 0 a -28	56 a 84 -28 a -56	40 a 50 -	95 a 114 0 a -19	0 a 22 -44 a -66	24 a 30 -
P6	150 a 168 0 a -28	56 a 84 -28 a -56	50 a 60 -	76 a 95 0 a -19	22 a 44 -44 a -66	24 a 30 -
P7	112 a 140 0 a -28	28 a 56 -28 a -56	50 a 60 -	57 a 76 0 a -19	0 a 22 -22 a -44	18 a 24 -

Estes resultados estão de acordo com os padrões de fissuração observados em construções, pois apresentam em regra um desenvolvimento vertical com início no topo das paredes, ou predominância pelos cantos das paredes e localizadas junto aos vãos.

Parede P1-Tensão de corte  $\sigma_{12}$



Parede P2-Tensão de corte  $\sigma_{12}$



Parede P3-Tensão de corte  $\sigma_{12}$

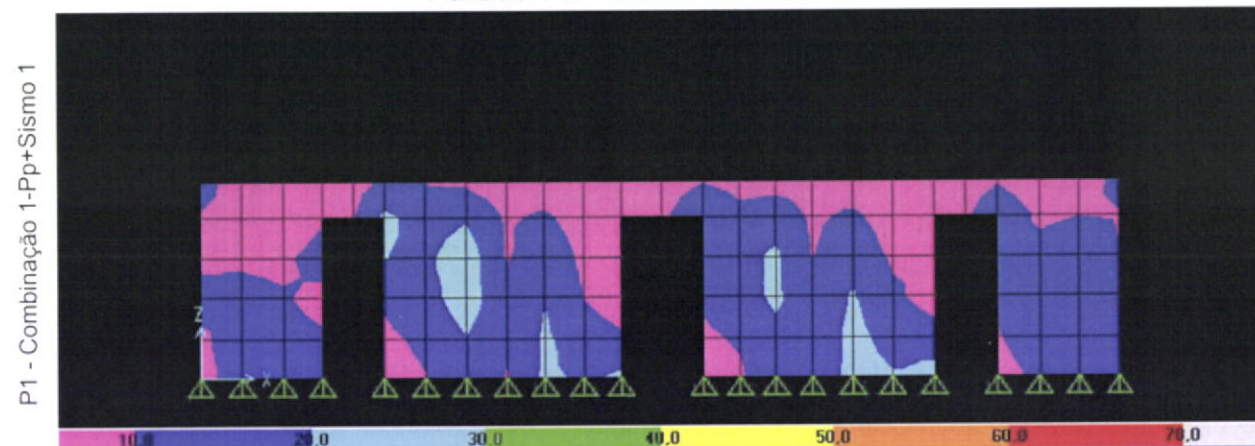


Fig.192-Diagramas de tensões.



Fig.193-Do calculo, observa-se que nas zonas de vão, a fissuração com uma orientação de 45° com a vertical, têm origem em tensões de corte que surgem junto à base de portas e no topo junto a verga.

Por outro lado, a fissuração vertical, que se observa principalmente em paredes exteriores, junto a cunhais e no meio vão das paredes, resulta da conjugação de tensões de tracção no eixo do X e de corte.

O efeito das tensões de tracção  $\sigma_{11}$  são mais visíveis junto das paredes transversais, nos cunhais e junto ao topo do telhado, onde provocam o desligar das paredes e originam fissuras verticais de cima para baixo, nesses locais.

Quando existem vãos que debilitem as paredes, a fissuração surge sempre ligada à zona de verga, nos pontos de maiores esforços (ver diagrama da parede 4, fig.194 e 195). Quando as paredes são continuas, pode surgir ainda fissuração vertical a meio vão.

Parede P4-Tensão de compressão  $\sigma_{11}$  segundo eixo X

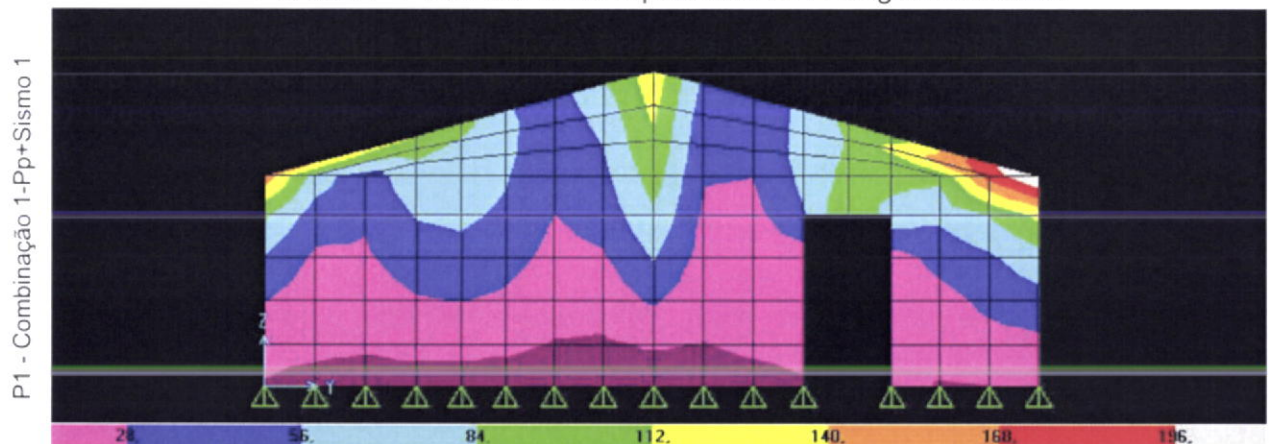


Fig.194-Diagramas de tensões.



Parede P4-Tensão de corte  $\sigma_{12}$

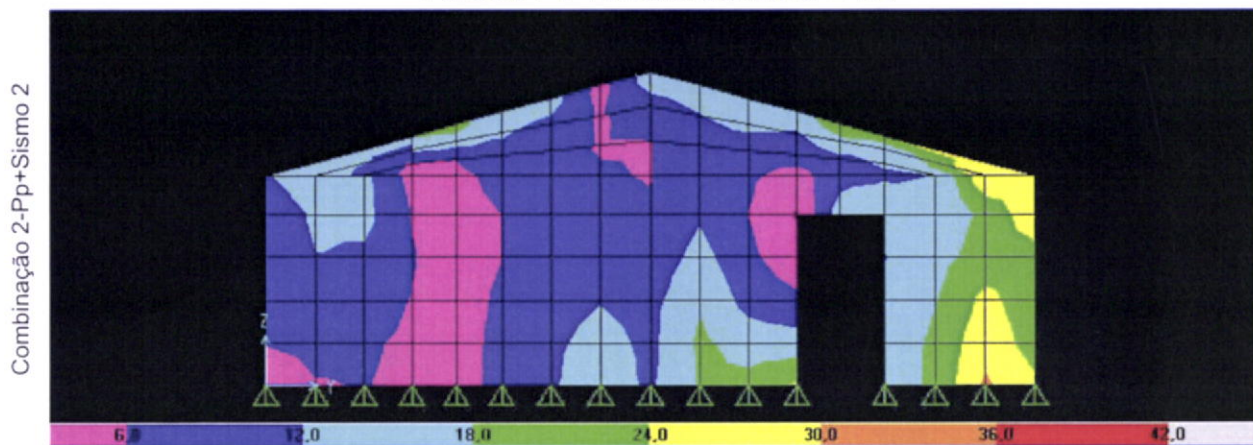


Fig.195-Diagramas de tensões.

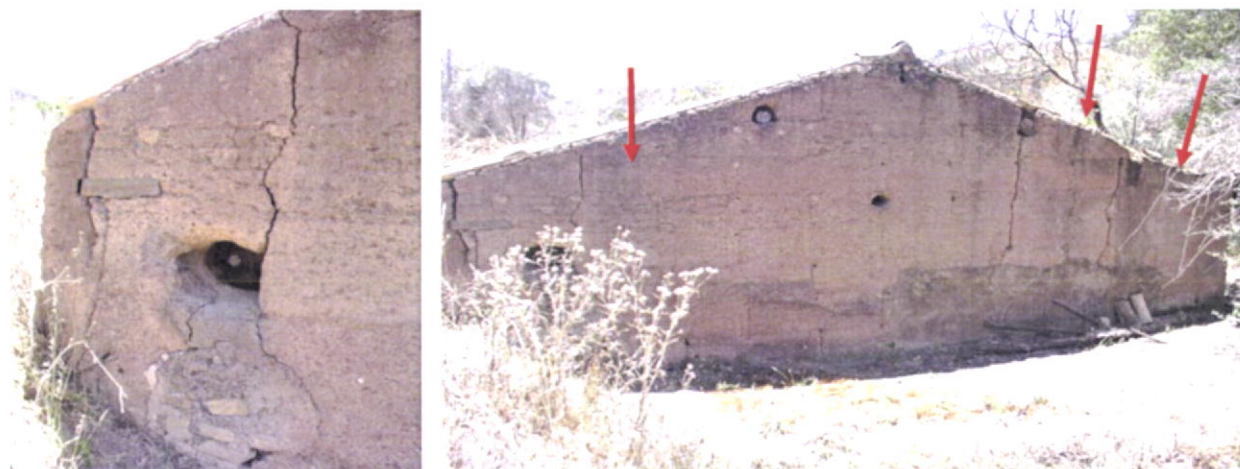


Fig.196-Fissuração em cunhais e a meio vão, por esforços de tracção no sentido horizontal da parede. Anomalias deste género, com o decorrer do tempo provocam a instabilidade da parede e a sua ruína.

Parede P5-Tensão de compressão  $\sigma_{11}$  segundo eixo X

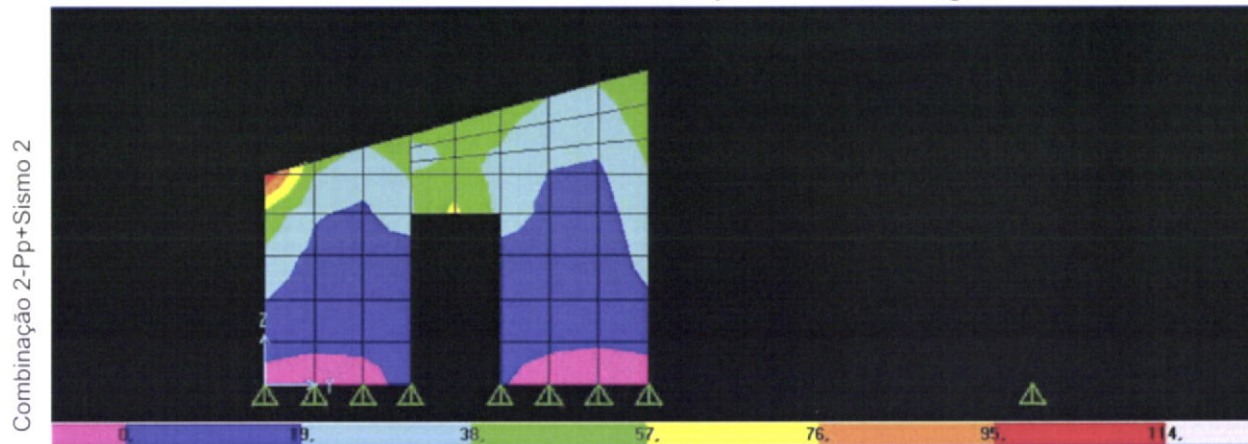


Fig.197-Diagramas de tensões.

Parede P5-Tensão de corte  $\sigma_{12}$

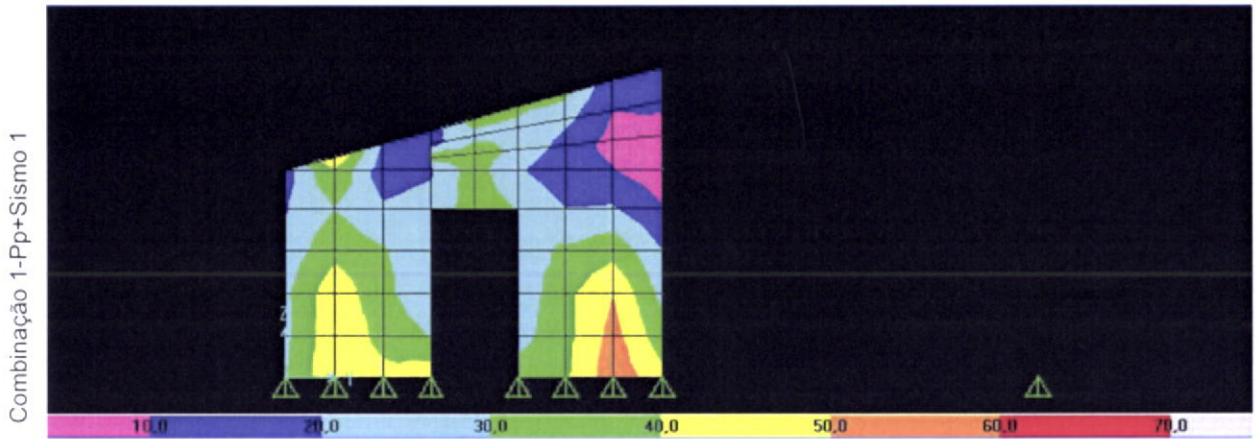


Fig.198-Diagramas de tensões.



Fig.199-Pormenor do desligamento entre paredes com maior incidência no topo das paredes, devido a tensões de tracção e de corte. Observe-se ainda, o efeito de tensões de corte  $\sigma_{12}$  sobre os vãos.

Parede P7-Tensão de compressão  $\sigma_{11}$  segundo eixo X

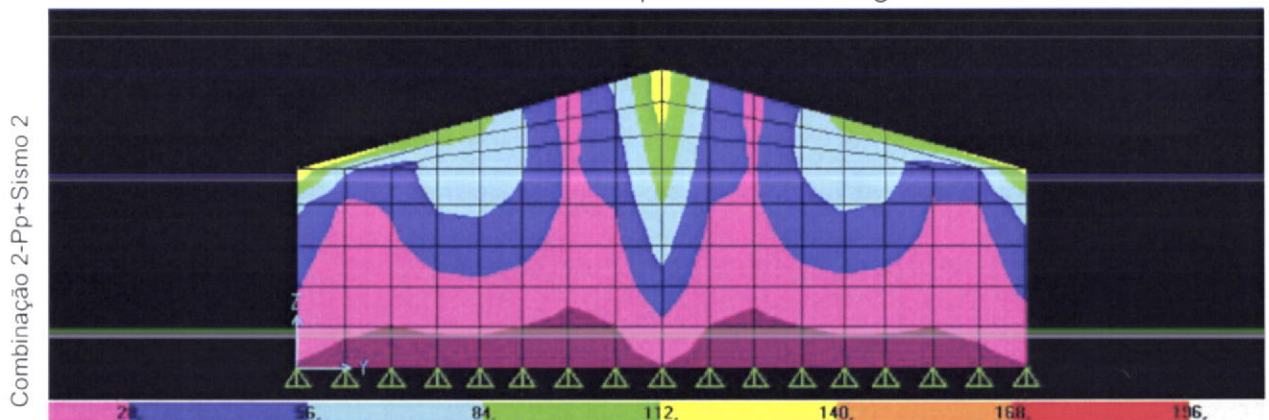


Fig.200-Diagramas de tensões.

Parede P7-Tensão de corte  $\sigma_{12}$

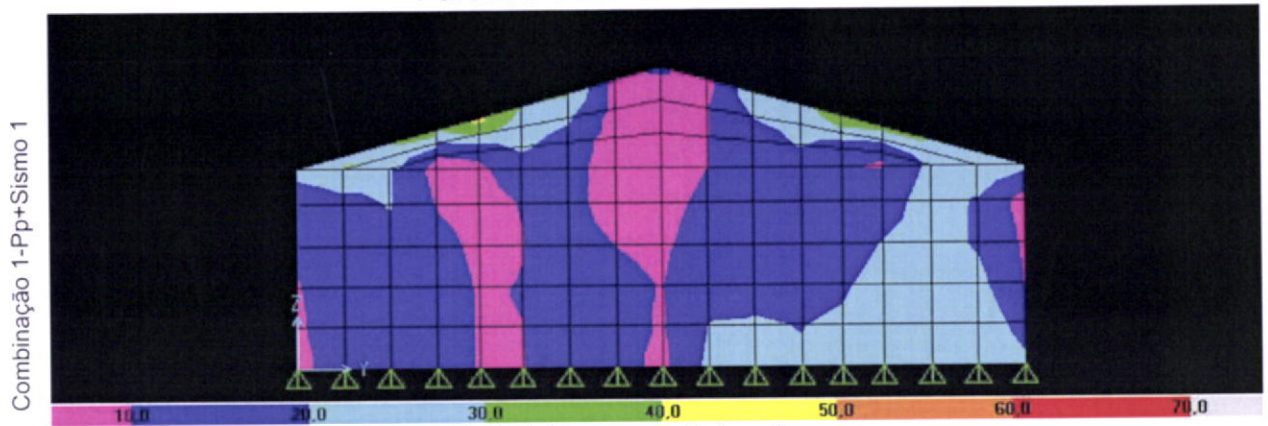


Fig.202-Mais um exemplo de fissuração em cunhais e a meio vão, por esforços de tracção no sentido horizontal da parede.

#### 4.2.2.3 - Outras referências bibliográficas

Tal como foi visto, não existe em Portugal uma regulamentação, que defina os critérios de dimensionamento de estruturas de terra, esta situação não é desejável, por um lado o território nacional apresenta um elevado risco de ocorrência de terremotos de elevada magnitude, por outro lado a falta de regulamentação é propícia a uma baixa qualidade construtiva. Neste panorama, as novas construções de terra poderão vir a ser prejudicadas num futuro próximo, quanto à sua fama de durabilidade e de resistência, devido à inclusão de liberdades arquitectónicas e construtivas que contribuem em grande medida para a diminuição da sua resistência sísmica. Nomeadamente a introdução de vãos de grande dimensão, implantação de plantas vazadas com desenvolvimento não ortogonal e com grandes divisões.

Perante este vazio legislativo e a inexistência de estudos específicos sobre o comportamento sísmico de construções de terra no território Português, a norma NTE E.080 de construção em adobe do Peru e o Relatório final "*Shake table teste services for Getty seismic adobe and project Terra*" da Universidade Católica do Peru e do Getty Conservation Institute, representam uma vasta experiência de investigação no campo sísmico que poderia ser aproveitada e seguida em Portugal.

Embora sejam estudos destinados à construção de adobe pela semelhança deste com a taipa em termos de características mecânicas e de comportamento sísmico, é possível adoptar as mesmas técnicas de reforço desenvolvidas.

#### - Norma Peruana NTE E.080

A norma de construção em adobe do Peru, é um documento normativo que além de estipular algumas regras arquitectónicas a adoptar para a estrutura, define os ensaios de caracterização dos materiais e quais os critérios de cálculo dimensional para construções em adobe, tornando necessária a consideração de valores de resistência bastante inferiores aqueles obtidos directamente por ensaios laboratoriais.

Por exemplo, a tensão de compressão a adoptar para uma parede passaria a corresponder a 20% do valor de ensaio<sup>90</sup>, o que para efeitos de construções em taipa penso poder ser aumentado com segurança, uma vez que não conta com a debilidade estrutural das juntas de ligação entre fiadas de adobes. Quanto à verificação ao corte, da mesma norma define que o valor da resistente de cálculo corresponde a 40% do valor determinado em ensaios de pequenos provetes de espessura igual às paredes a executar. Na falta de ensaio, a norma estipula que seja considerado como valores de referência, 200kN/m<sup>2</sup> para a resistente à compressão e 25kN/m<sup>2</sup> ao corte.

<sup>90</sup> AAVV - Peru adobe code - Technical building standard NTE E.080, Lima(Perú) : National Building Standards, 2000. 25p.

Procedendo a nova verificação das tensões obtidas com base nos limites mínimos estabelecidos quando não existam ensaios, observar-se que todas as acções em que intervêm as forças sísmicas são atingidos os valores de resistência à compressão (98%) e que é consideravelmente ultrapassada a resistência ao corte em 240%.

No entanto, se para o solo 2, se considerar uma redução das tensões de rotura segundo os critérios de projecto da norma, verifica-se para tensões máximas de 534.75kN/m<sup>2</sup> à compressão e 213.90kN/m<sup>2</sup> ao corte, relativamente superiores aos valores mínimos atrás indicados. E que embora o solo natural continue a ser suficiente para resistir aos esforços sísmicos obtidos em cálculo automático, os esforços actuantes resultantes do sismo próximo atingem 28% do valor limite de compressão e 11% do limite de corte.

Esta abordagem, de reduzir a capacidade resistente do material, revela-se uma metodologia, muito mais correcta do ponto de vista da verificação da segurança da estrutura, embora faltem estudos que determinem qual o valor da redução para a taipa, é possível agora concluir que só com solo de muito boa qualidade e de capacidade resistente próximas dos solos Monchique se verificariam as condições de segurança.

Nestes casos a adopção de solo armado ou estabilizado, significaria um importante passo no aumento da margem de segurança verificada.

**Quadro 27-Valores limite de tensão a considerar em projecto para verificação das condições de segurança, considerando critérios da Norma do Peru para adobe, para amostras de solo 2 e 5**

Valores de projecto, determinados de acordo com a Norma do Peru, Technical Building Standard NTE E.080

Proveite n.º	Tensão Limite de Projecto à Compressão (kNm <sup>2</sup> )	Tensão Limite de Projecto ao Corte (kNm <sup>2</sup> )	Tensão Limite de Projecto à Compressão (kNm <sup>2</sup> )	Tensão Limite de Projecto ao Corte (kNm <sup>2</sup> )
	Solo 2		Solo 5	
Valores de projecto segundo Norma do Peru T.B.S. NTE E.080	$f_m = 0,20 \times f'_{cm}$ $f_m \leq 204,8$	$V_m = 0,40 \times f'_{ct}$ $V_m < 25,51$	$f_m = 0,20 \times f'_{cm}$ $f_m \leq 204,8$	$V_m = 0,40 \times f'_{ct}$ $V_m < 25,51$
solo natural	534,75	213,90	565,58	226,23
solo com 14% de cimento	534,75	235,32	565,58	146,07
solo com 10% de cal	962,22	384,89	1 482,99	593,20
solo armado com grelha de fibra de vidro + 14% de cimento	1 116,70	446,68	982,86	393,14
solo armado com grelha de fibra de vidro	1 271,33	508,53	1 988,88	795,55

### - Relatório final "Shake table test services for Getty seismic adobe and project Terra"

Este trabalho tem como objectivo resolver o problema da fraca resistência sísmica das estruturas de terra, a metodologia de investigação seguida consistiu no ensaio em mesa sísmica de dois modelos à escala real, com uma planta de 3x3m e de construção em adobe, que adoptaram soluções de reforço exterior à base da aplicação de canas e cordas de fibras naturais e a aplicação de reforço exterior com rede de polietileno "TENSAR BX1200" revestida a argamassa de cimento e areia. Os modelos foram posteriormente sujeitos a vários modos de aceleração sísmica, baseados no registo de um sismo ocorrido no Peru em 31 de Maio de 1970.

O modelo 1, foi sujeito a seis ensaios, que recriaram acelerações máximas de 0.15g, 0.30g 0.60g 0.80g e dois de 1.0g. Enquanto que o Modelo 2, com revestimento exterior com rede, foi ensaiado a 0.15g, 0.30g, 0.60g 0.80g 1.0g e dois ensaios de 1.2g.

Os resultados obtidos foram comparados com outras simulações sísmicas já testadas, que adoptaram outros tipos de reforço estrutural.

Até aqui as soluções de reforço estrutural, que melhor resultados obtiveram, consistiram na implementação de reforço interno, com elementos verticais e horizontais, dispostos entre si a uma distancia compreendida entre 0.50m a 1.0m ou em alternativa a aplicação de redes de metálicas com ou sem revestimento por argamassa de cimento e areia. A implementação de canas no interior de adobes, foi já testada por Vargas 1978, Torrealva 1985, Ottazzi et al. 1988, Bariola et al. 1988<sup>91</sup>. Esta é uma solução que constitui um bom processo para aplicação em construções nova.

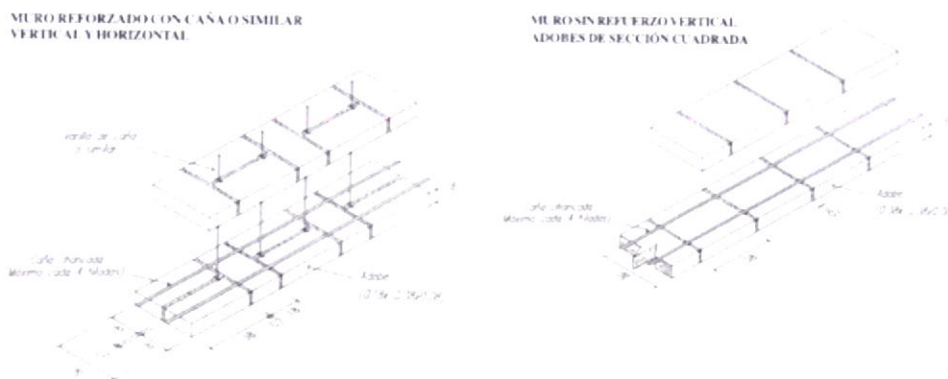


Fig.203-Exemplo de reforço interior de construções em adobe.

Fonte: Thechnical building standard NTE E.080, Lima-Peru

Para edifícios existente, duas soluções destacam-se pela sua eficiência, o reforço externo com rede metálica ancorada à fundação e à viga de coroamento ou o revestimento das duas faces das paredes com rede metálica, solução que carece de recobrimento de protecção da rede com argamassa de cimento e areia<sup>91</sup>.

<sup>91</sup> TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

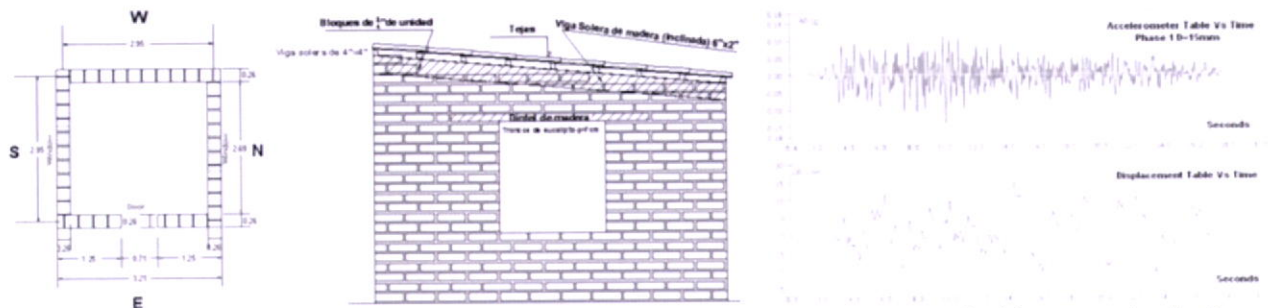


Fig.204-Modelo ensaiado e diagrama de aceleração e deslocamentos reproduzidos nas simulações sísmicas.

Fonte: TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.



Fig.205-O Modelo 1, foi reforçado exteriormente na verticalmente com canas fixas entre si horizontalmente, e presas à parede com corda de fibras naturais. O modelo ensaiado foi parcialmente revestido com reboco, para análise da influência da argamassa na resistência sísmica (foto à direita).

Fonte: Torrealva, Daniel; Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, April 2005, Pontifica Universidad Católica del Perú



Fig.206-O Modelo 2, foi reforçado nas duas faces da parede com aplicação de rede de polietileno TENSAR BX 1200 fixa entre si com fitas plásticas. À direita observa-se a foto do modelo concluído e parcialmente rebocado, tal como foi ensaiado.

Fonte: TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

Este estudo, demonstrou que o modelo 1, teve um comportamento em fase elástica até à fase 3 de ensaio, onde foi testado para uma aceleração de pico de 0.6g. Na fase seguinte, sofre o efeito de uma aceleração de 0.8g, ocorreu a separação entre paredes por fissuração vertical junto aos cunhais. Nas duas fases finais de ensaio atingiram-se

picos de acelerações de 1.0g, tendo resultado na perda de reboco e na fissuração generalizada das paredes. O colapso da estrutura foi evitado pelo efeito de contenção produzido pela rede de cana e corda.

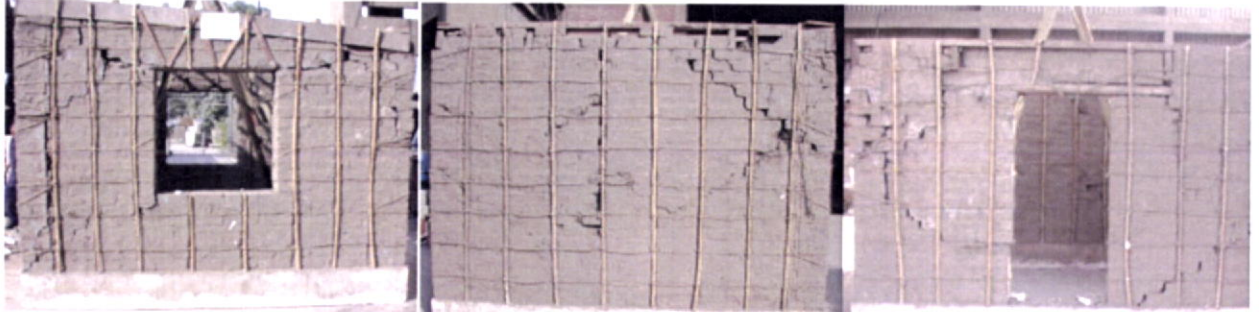


Fig.207-Vista dos danos resultantes da simulação sísmica nas paredes Norte, Oeste e Este, do Modelo1. Observe-se que a parede Norte sofreu maiores danos devido ao efeito de martelo produzido pelo reforço do lintel da janela, comparativamente com o vão da porta que não foi reforçado. Sendo visível uma maior gravidade dos danos no lado não rebocado.

Fonte: TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

O Modelo 2, também se comportou em modo elástico até à fase 3 do ensaio, tendo surgido pequenas fissuras verticais durante a fase 4. Durante a fase 5, o modelo deslocou-se da sua base, mas sem danos significativos. Nos ensaios da fase 6 e 7, em que se atingiram acelerações máximas de 1.2g, surgiram fissuras adicionais que eram bem visíveis na parede Norte e reduzidas nas paredes a Sul e Este. Na parede Oeste, o lado direito que não fora rebocado, apresentou danos graves a ¼ do topo do vão, enquanto que o lado rebocado o cato inferior da parede foi o mais danificado.








Fig.208-Vista dos danos resultantes da simulação sísmica nas paredes Norte, Oeste e Este, do Modelo2 TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

Este trabalho de investigação conclui que o uso de malhas interligadas entre si, nas duas faces da parede, constitui um bom método construtivo para evitar o colapso parcial ou total das construções de terra. Mesmo quando não existe um revestimento da rede, após a fissuração da estrutura, a rede produz um efeito de contenção dos diversos fragmentos da parede, diminuindo o grau de colapso ou mesmo evitando-o.



Quadro 28-Comparação de cinco modelos de reforço

Modelo	Tipo de reforço	Comportamento em fase final de rotura	Danos resultantes
M1	Exterior com cana na vertical e horizontal com corda de fibras naturais	Fase 5 e 6 (p.g.a.=1.0g),: Fissuração vertical em todos os cantos. Esmagamento na parede Sul junto ao lintel. Fissuração extensa na junta do reboco nas paredes Oeste e Este, mas com conservação da estabilidade.	
M2	Exterior, em ambas faces com rede industrial de polietileno	Fase 6 e 7 (p.g.a.=1.2g),: Fissuração vertical em todos os cantos. Fissuração moderada em todas as faces. Deslizamento do modelo pela base em 7cm, pelo lado da parede Norte, com conservação da estabilidade.	
M1B	Sem reforço (modelo de referencia)	Fase 4 (p.g.a.=0.8g), grande fissuração em todas as paredes e fissuração vertical nos cantos. Fase 5 (p.g.a.=1.0g), colapso parcial do canto Sul-este, ficando em equilíbrio instável.	
M2B	Parcialmente reforçado pelo exterior, com rede metálica soldada revestida com argamassa de cimento	Fase 6 (p.g.a.=1.2g), Colapso da parede Sul incluindo lintel, 15cm de deslocamento da base. Fissuração extensa nas zonas não rebocadas das paredes. Apresentando-se instável.	
M3B	Parcialmente reforçado pelo exterior, com rede metálica soldada revestida com argamassa de cimento, com lintel no topo das paredes em betão armado e pilares aos cantos.	Fase 6 (p.g.a.=1.2g), Colapso por corte na zona de ligação com o lintel. Colapso das zonas não rebocadas. 10cm de deslizamento lateral da base.	

Fonte: TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

Os resultados obtidos, comparados com posteriores sistemas de reforço, permitiram evidenciar vantagem do reforço integral da parede por aplicação de redes, comparativamente com sistemas de reforço por introdução de pilares e lintéis de betão armado (Modelo M2B) ou reforço parcial com lintel (Modelo M3B).

Nestes últimos casos, os modelos à escala real, demonstram que a introdução de uma zona parcialmente reforçadas com características resistentes muito superiores à da taipa, contribui para uma maior degradação nas zonas de interface e das paredes não reforçadas. Observou-se ainda que para acelerações sísmicas muito elevadas (1.2g) a maior rigidez do lintel de coroamento das paredes, cria um mecanismo de martelo sobre a parede de taipa que resulta na sua destruição.

Conclui-se assim que apesar do estudo da arquitectura das construções de terra tenham uma papel determinante para a obtenção de um bom comportamento sísmico, é aconselhável o reforço estrutural com recurso a armadura exteriores como exemplificado atrás ou de aplicação interiores como testado laboratorialmente para o solo 2 e 5. O comportamento destes elementos, é evidente na estabilização da estrutura quando está se encontra muito fissurada, contribuindo também com uma melhoria de resistência das paredes.

Assim, a questão sísmica na construção civil deverá ser acautelada, qualquer que seja o método construtivo, devem ser tomadas medidas sísmo-resistentes comprovadas. A falta de legislação, que regulamente os métodos construtivos da taipa, quanto a regras de projecto e construção, poderão eventualmente ser responsáveis num futuro próximo, por novo descrédito das capacidades da taipa, uma vez que as novas edificações apresentam alguns pontos em desvantagem, com as construções antigas que persistem um pouco por todo o país.

Alguns desses pontos, dizem respeito a um modo de edificar em taipa, mais frágil em resultado das divisões já não se distribuírem em plantas de malha ortogonal, existência de uma tendência para um aumento das áreas das assoalhadas, aumento do número e áreas de vãos e pela falta de compreensão das técnicas de construção em taipa.

## **5 - Técnicas de conservação e reforço, para a construção em terra**

### **5.1 - Fenómenos de degradação das construções de taipa, com origem climatológica**

Apesar dos valores apresentados no capítulo dedicado à caracterização do clima, pressupõem de algum modo um clima relativamente ameno, quando analisados trabalhos de caracterização climática da região, tais como o “*Estudo hidroclimatológico da região do Algarve*” realizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica em 1981 ou “*O clima do Algarve*” de Fernando Reis Cunha, detecta-se a existência ao longo do ano de alguns períodos em que ocorrem condições meteorológicas severas. Destas, as ocorrências de maior importância para a compreensão da interligação existente entre o clima e a degradação patente nas construções de taipa, relaciona-se com a existência de fenómenos de precipitação excepcionalmente altas, ventos fortes, elevadas taxas de humidade do ar, temperaturas extremas e ocasionalmente queda de neve.

O carácter exaustivo destes dois estudos, permitem-nos indicar com bastante rigor quais os períodos do ano em que estes fenómenos meteóricos ocorrem e quais os tipos de degradação que potenciam nas construções de taipa.

Esta é uma informação importante, no caso das construções em terra compactada, porque este material é altamente susceptível de se deteriorar, quando na presença de água ou quando exposta à erosão eólica.

Esta é uma debilidade da taipa, para a qual se deve proteger a construção desde a fase de projecto, construção e de vida útil da habitação.

Os mestres taipeiros, desde sempre se preocuparam com a localização das suas construções, para que ficassem em zonas mais abrigadas dos ventos predominantes, longe de locais onde ocorressem fenómenos de escorrência superficial de águas ou susceptíveis de serem alagadiços. E pela mesma razão protegiam as paredes mais expostas com reboco ou para uma maior durabilidade, edificavam certas paredes exteriores em alvenaria de pedra.

A recolha destes dados, julgou-se por conveniente, porque o seu estudo permite identificar os períodos do ano em que as condições meteorológicas potenciam uma maior degradação das construções, assim como uma melhor compreensão das patologias observáveis durante o trabalho de campo.

#### **a) Pluviosidade e vento**

Os fenómenos de degradação que se correlacionam com a presença de água e com a acção do vento são:

- Ascensão de humidades por capilaridade através das fundações da construção  
Ocorre quando as fundações são deficientemente executadas ou quando apresentam pequena altura acima do solo, pelo que não constituem barreira à ascensão da humidade através das fundações. Pode ainda estar relacionado com

infiltrações superficiais por gravidade, proveniente de encostas próximas. São de evitar depósitos de terras encostados às paredes ou zonas de vegetação densa, onde se possam formar poços de humidade no terreno, que servirão posteriormente como caminhos de migração da humidade até as paredes.



Fig.223-O desprendimento do reboco assinala de um modo geral os primeiros sinais de humidade localizada. Com o decorrer do tempo, e em situações continuada, de ascensão de humidade a taipa perde resistência e consistência, originando-se perdas consideráveis de taipa, que se liberta em sucessivas camadas da parede.



Fig.224-Vista da ascensão capilar em paredes resistentes e interiores. Em paredes divisórias, em muitos dos casos o assentamento era realizado directamente sobre o terreno, pelo que é frequente este tipo de patologia nestes elementos.

- Infiltração por acção das águas da chuva e de gravidade

O primeiro caso ocorre por deficiente impermeabilização dos telhados ou dos canaletos de reunião de águas pluviais e têm por origem a reunião de águas de escorrência superficial junto às paredes de taipa.



Fig.225-A origem deste tipo de patologia resulta do mau estado dos telhados e das caleiras dos telhados.



Fig.226-Caso de degradação da taipa, por efeito de escorrência de água da chuva através do telhado. Na mesma parede, observa-se ainda o efeito num do canto da habitação, da proximidade de uma vala de recolha de águas pluviais que se localiza junto à mesma.

#### - Erosão hídrica e eólica

O efeito do vento conjuntamente com as poeiras em suspensão ou a ocorrência de chuva provoca o desgaste por abrasão da superfície das paredes de taipa. Os elementos mais atacados por este fenómeno são os vãos e os buracos das agulhas.

Este fenómeno agrava-se com a perda da cobertura e dos rebocos, e faz-se sentir entre os meses de Novembro e Março, período em que ocorrem simultaneamente as maiores chuvadas e os ventos mais fortes.



Fig.227-Vista do efeito da chuva numa parede que perdeu a sua camada protectora em reboco. Observe-se a perda de material nas zonas com e sem reboco.



Fig.228-Parede de taipa onde se observa o efeito da chuva numa parede que perdeu a sua camada protectora em reboco e uma zona de maior erosão junto à base da parede com aproximadamente 1.50m de altura que onde ocorre o efeito de impacto directo das gotas de chuva sobre a taipa.



Fig.229-Pormenor da diferenciação de degradação entre duas zonas da parede em que uma delas é protegida da chuva pelo seu beirado.

Sendo de evitar o efeito directo da água das chuvas sobre os paramentos exteriores das construções, assim como o efeito de ricochete da água da chuva, ocorre geralmente junto á base das paredes exteriores entre 50cm a 70cm de altura.

Este efeito ocorre com maior gravidade entre os meses de Outubro a Abril, que corresponde ao período de maior pluviosidade.

**Quadro 29-Precipitação (mm).  
Valores médios dos meses e no ano (1941-1970)**

LOCAL	Jan	Fev	Mar	Abr	Mal	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Alferce (1)	189.2	142.9	174.9	89.8	59.1	25.4	2.0	1.8	32.9	96.9	169.0	159.0	1142.9
Caldas de Monchique	167.6	145.9	166.2	79.2	56.7	23.0	2.6	4.4	30.7	98.7	146.7	168.6	1090.3
Marmeleite (1)	145.2	119.1	131.2	68.4	55.1	28.9	1.0	2.1	30.8	81.2	130.4	143.7	937.2
Monchique	196.3	195.6	201.8	106.6	72.2	21.6	2.1	4.8	40.6	112.9	187.4	203.7	1345.8

(1) Valores reduzidos ao período 1941-70.

Fonte: FARIA. J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p. 37-91.

**Quadro 30-Número de dias de vento forte ( $f>36\text{km/h}$ ) e muito forte ( $f>55\text{km/h}$ ), em Monchique**

MONCHIQUE	Jan	Fev	Mar	Abr	Mal	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Vento forte	4.0	1.5	1.0	2.0	0.5	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	2.0	3.5	16.5
Vento muito forte	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0

Fonte: CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo apresentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.

**Quadro 31-Patologias construtivas associadas à acção da pluviosidade e do vento**

PATOLOGIAS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mal	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Erosão eólica e erosão hídrica	+											+
Infiltração por acção das águas da chuva e de gravidade	+	+	+								+	+
Ascensão de humidade por capilaridade através das fundações	+	+	+								+	+

Legenda: + Período de acção meteórica potencialmente muito adversa       Período de acção meteórica mediamente adversa



### b) Temperatura, amplitudes térmicas e humidade relativa do ar

Uma vez que parte do concelho de Monchique se localiza em cotas altimétricas elevadas, surgem nestas áreas e durante os períodos do ano mais frios, fenómenos de degradação correlacionados com as elevadas amplitudes térmicas e com a ocorrência de gelo sobre a superfícies molhada das paredes. As patologias que estão associadas as estas condições atmosféricas são:

#### - Acções biológicas ou infestação liquénica

A existência de líquens está relacionada directamente a zonas de presença frequente de humidade, desenvolvendo-se preferencialmente em locais protegidos do sol e em temperaturas amenas. Este tipo de patologia observa-se com maior frequência nos paramentos orientados a norte e abrigados.

Surgem quando existem condições climatéricas que originem molhagem superficial por efeito do orvalho ou por teores de humidade do ar elevados ( $\geq 80\%$ ).



Fig.230-Exemplos de infestação liquénica

- Eflorescências salinas,

O seu surgimento está associada a fenómenos de ascensão de humidades das fundações e ciclos de secagem/molhagem, os sais de cloreto de sódio podem ser originários da própria terra quando esta tenham tido uso agrícola e frequentemente adubada ou apresente dejectos de animais.

A deposição de sais pode ainda ser de origem externa quando, por exemplo é aplicada areia do mar não lavada, na argamassa de reboco ou por efeito da urina dos animais. Os cristais de sal são facilmente dissolvidos pela água, que quando pela acção do vapor de água migra para o exterior da parede, seca, e se deposita no paramento exterior.



Fig.231- Exemplos de eflorescências salinas por acção da urina animal.

**Quadro 32-Temperatura do ar. Amplitude média da variação diurna e da variação anual (°C) (1941-1970)**

LOCAL		Jan	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Médias	Caldas de Monchique	11.2	11.9	13.5	15.6	18.0	21.2	24.0	24.3	22.4	18.9	14.7	11.9	17.3
	Fóia (1)	6.4	7.2	8.4	10.0	12.8	15.8	18.5	19.1	17.2	13.8	10.0	7.5	12.2
	Monchique	9.6	10.2	11.8	13.8	16.0	19.2	21.8	22.0	20.4	17.3	13.2	10.4	15.5
	Picota (1)	9.7	10.5	12.0	14.4	17.0	20.4	23.6	23.7	21.3	17.2	13.1	10.3	16.1
Máximas	Caldas de Monchique	25.2	26.5	28.8	31.8	36.9	38.4	41.8	40.5	38.6	35.6	30.3	28.8	41.8
	Fóia (1959-65)	16.0	18.5	20.5	24.0	26.5	29.5	34.2	32.5	32.5	26.5	19.5	18.8	34.2
	Monchique (1954-70)	21.5	24.0	26.0	28.5	31.0	33.5	38.0	35.9	36.0	31.5	26.0	22.0	38.0
	Picota (1958-67)	22.8	23.2	29.0	29.0	33.5	36.0	40.0	40.0	38.5	31.0	28.0	21.5	40.0
Mínimas	Caldas de Monchique	-2.5	-3.0	1.0	1.0	4.9	6.2	8.5	8.0	6.5	5.3	0.9	-2.2	-3.0
	Fóia (1959-65)	-4.5	-3.5	-0.4	0.0	3.0	4.0	5.5	7.0	6.1	2.5	-1.9	-3.0	4.5
	Monchique (1954-70)	-1.0	-5.5	0.0	1.7	4.8	6.0	7.5	6.5	9.0	5.5	1.0	-0.5	-5.5
	Picota (1958-67)	-5.0	-4.5	-3.0	1.0	4.0	5.6	7.6	8.6	6.1	3.6	-3.5	-5.0	-5.0
Amplit. térmica	Caldas de Monchique	8.1	8.9	8.9	9.8	10.8	11.7	13.0	13.0	11.8	10.2	8.7	8.6	13.1
	Fóia (1959-65)	4.6	5.0	5.3	5.9	7.3	7.8	9.3	9.8	8.3	5.9	5.1	4.9	12.7
	Monchique (1954-70)	5.7	6.1	6.5	8.0	9.1	9.7	11.3	11.1	9.5	7.6	5.8	6.0	12.4
	Picota (1958-67)	9.9	10.6	11.5	12.4	13.7	13.8	15.5	15.0	12.4	10.6	10.0	9.8	14.0

(1) Valores reduzidos ao período 1941-70.

Fonte: FÁRIA, J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p. 37-91.

**Quadro 33-Humidade relativa do ar (%). Valores médios às 9 horas e às 21 ou 18 horas (1941-1970)**

LOCAL		Jan	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
As 9 horas	Caldas de Monchique	85	82	78	70	67	62	58	58	65	74	82	83	72
	Fóia (1959-65)	91	82	88	78	70	73	64	61	72	85	88	91	78
	Monchique (1954-70)	85	81	78	72	70	68	62	64	70	74	80	80	74
As 21 ou 18 horas	Caldas de Monchique	83	80	76	71	65	62	56	56	64	76	82	81	71
	Fóia (1959-65)	92	85	89	83	74	78	70	66	76	88	91	91	82
	Monchique (1954-70)	86	82	79	74	67	64	61	63	71	76	85	83	74

(1) Observações às 7 horas.

Fonte: FÁRIA, J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p. 37-91.

**Quadro 34-Número médio de dias de granizo/saraiva e neve, em Monchique**

MONCHIQUE	Jan	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Granizo / saraiva	1.2	0.7	0.5	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.9
Neve	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5

Fonte: CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo apresentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.

**Quadro 35-Número médio mensal de dias com orvalho, nevoeiro e geada**

LOCAL		Jan	Fev	Mai	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Orv.	Picota	5.8	7.0	8.2	8.0	4.1	3.0	0.9	1.3	0.8	3.4	6.1	7.1	55.7
	Caldas de Monchique	6.1	4.8	4.5	2.3	1.3	1.5	0.4	0.8	1.1	3.0	3.0	3.8	32.6
Nevo.	Fóia (1959-65)	20.2	11.4	19.7	13.4	11.1	9.5	5.9	4.2	7.4	16.7	20.0	19.4	158.9
	Monchique (1954-70)	8.1	7.6	6.7	2.7	2.2	1.7	1.4	1.2	1.4	5.1	6.1	5.9	50.1
Geada	C. de Monchique	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.9
	Foia (1958-66)	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
	Picota (1)	4.7	2.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	4.5
	Monchique (1954-70)	2.4	2.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	6.8

(1) Fonte: CUNHA. Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo apresentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.

Fonte: FARIA. J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p. 37-91.

**Quadro 36-Patologias construtivas associadas à acção da temperatura, amplitude térmica e humidade relativa do ar**

PATOLOGIAS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mal	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Acção biológica ou Infestação líquénica	+	+									+	+
Eflorescencias salinas	+	+									+	+

Legenda: + Período de acção meteórica potencialmente muito adversa + Período de acção meteórica mediamente adversa

### c) Outros factores que não os climáticos

Embora a maioria dos casos de degradação das paredes de taipa corresponde ao efeito directo do clima e de inadequadas soluções construtivas, ou resulte da falta de manutenção das construções, observaram-se ainda duas causas que diferem destas. Uma diz respeito à acção de abrasão que alguns animais provocam nas paredes e revestimentos quando se roçam e ao uso da taipa como local de escavação de tocas de alguns tipos de abelhas.



Fig.232-Orifícios escavados por insectos, na parede norte.

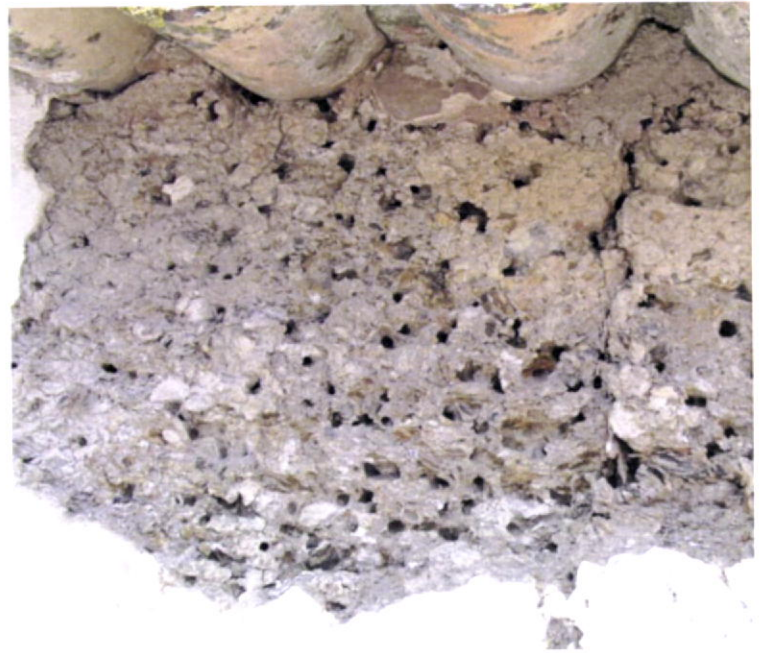


Fig.233-Pormenor de colonização de uma parede de taipa, por insectos, vista do beirado da casa.



Fig.234-Exemplo da acção de abrasão de um animal no canto de uma parede num palheiro.

## **5.2 - Técnicas de reabilitação de edifícios de taipa.**

As técnicas de conservação apresentadas, pretendem colmatar a falta de informação existente sobre os procedimentos mais correctos a adoptar para o caso de estruturas em terra. De entre as técnicas existentes, foram aqui seleccionadas aquelas que pela sua natureza introduzam a menor perturbação no comportamento mecânico da taipa e que ao mesmo tempo resultem na melhoria do comportamento dinâmico da estrutura como um todo. Estas são as mais recentes orientações dos estudos sobre esta temática, e que interessa ter sempre presente, só assim se poderão diminuir os riscos destas acções contribuírem posteriormente elas próprias, para a degradação das estruturas onde são empregues. Procurou-se ainda, dar preferência dentro do possível, às soluções construtivas que empregam metodologias semelhantes às utilizadas nas obras correntes de construção civil e que apresentem a melhor relação funcionalidade/preço. Deste modo pretende-se adequar a acção de conservação às limitações mais comuns patentes nas intervenções, com contenção da despesa e o relativo baixo nível de formação da mão-de-obra executante.

Antes de passarmos à descrição de algumas técnicas, importa referir que antes de se proceder a qualquer intervenção desta natureza, é necessário fundamentar a actuação que se vai executar com um profundo estudo prévio. Uma parte desse trabalho deve incluir o estudo do local de implantação, clima local, caracterização dos materiais, técnicas existentes na construção, estado de conservação e determinação das patologias existentes, outra a correcta determinação das origens das anomalias na construção. Só munidos de uma boa base de informação, será possível escolher os procedimentos correctos a adoptar durante a fase de projecto.

Mesmo durante a execução dever-se á estar atento a todos os elementos que são disponibilizados ao longo da realização dos trabalhos, estas pistas, deverão possibilitar a escolha das técnicas construtivas a executar, ou caso contrario a servirem para corrigir procedimentos projectados para que sejam sempre implementadas as soluções mais correctas. Considera-se que só assim, com intervenções devidamente fundamentadas e acompanhadas, será possível intervir correctamente nas construções de taipa e assim garantir a sua longevidade.

As soluções que se indicam em seguida foram subdivididas em função da natureza das patologias, descrevendo-se os sintomas associados e as soluções mais indicadas, para uma fácil interpretação das técnicas propostas.

Em função do elevado risco sísmico da região, as soluções técnicas de consolidação de elementos estruturais que são aqui apresentadas, propõem medidas de reforço estrutural destinadas a limitar as deformações e a melhorar o comportamento sísmico das estruturas. As técnicas de reforço sísmico apresentadas são baseadas nos resultados do presente trabalho e nas recomendações de trabalhos de investigação internacionais dedicadas ao estudo do comportamento da taipa e do adobe aos sismos.<sup>92, 93</sup>

<sup>92</sup> TOLLES, E.Leroy Tolles - Overview of the Getty Adobe Research of the 1990's. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. p.6-11

<sup>93</sup> TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. p.6-27

## a) Patologias de Fundações

### a.1) Assentamento/rotura da fundação

A ocorrência de assentamentos das fundações tem efeitos graves para as paredes porque resulta na abertura de fendas ao longo das mesmas. É um fenómeno que se relaciona com a fraca capacidade de resistência de alguns solos de fundação para suportar o peso das paredes e das deficientes fundações construídas.

A solução deste problema requer dimensionamento prévio e caracterização da capacidade resistente do solo, para a correcta determinação da área de sapata necessária para o suporte da estrutura. O aumento da largura da fundação ao longo das paredes pode ser conseguido através da execução de enchimentos laterais com betão armado, interligados entre as duas faces por conectores metálicos de aço inoxidável. Pode ainda ser executada toda uma estrutura envolvente em betão armado à volta do cabouco original, desde que se proceda à entivação da fundação da parede e se realize este trabalho ao longo de pequenos troços e de um modo alternado.

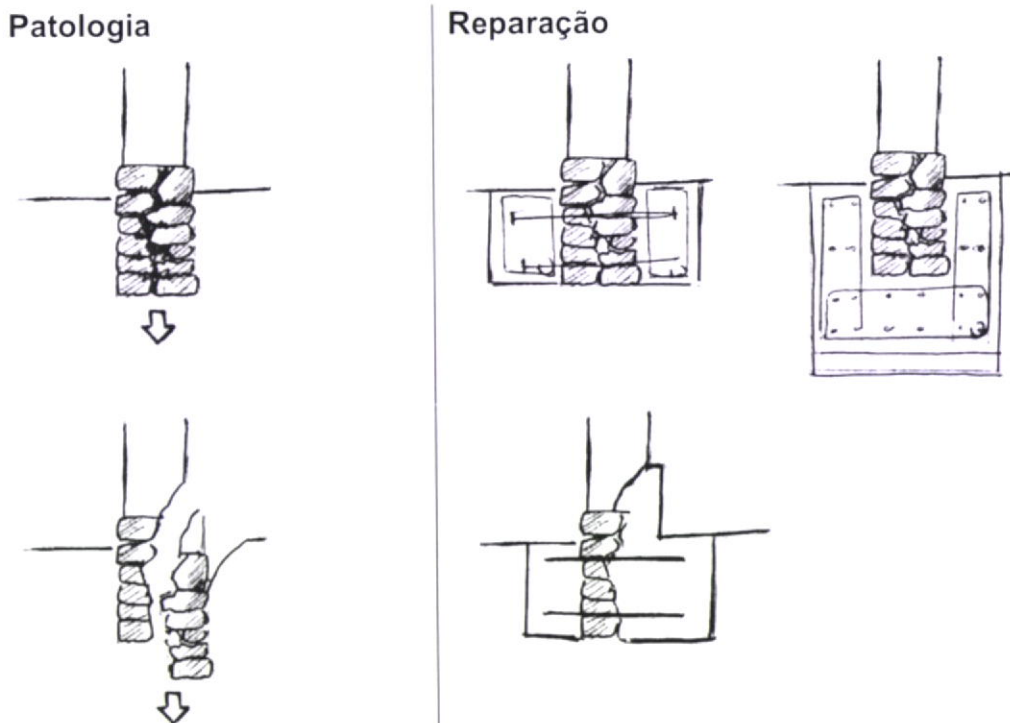


Fig.235-Exemplo/esquema de assentamentos e rotação de fundações e soluções de intervenção. Desenhos do autor.

Outra solução que pode ser adoptada consiste da substituição das zonas de fundação danificadas. O processo de intervenção resume-se à execução de pequenos troços da fundação alternadamente, primeiro são realizadas pequenas aberturas ao longo da base de fundação, igualmente espaçadas entre si na

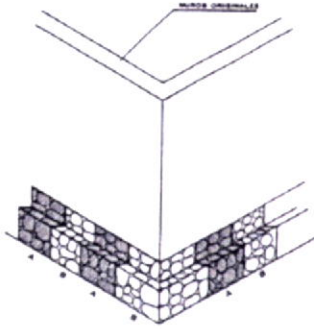


Fig.236-Esquema de substituição de fundação, com substituição faseada de pequenos troços, (primeira fase -execução dos troços A e posteriormente dos troços B)

Fonte: Argumedo, Roberto Samanez-Criterios y técnicas de restauracion aplicadas en los monumentos de adobe en el Peru. in Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/Adobe 90 Preprints. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. p.344.

mesma proporção que a largura do vão aberto, e que são posteriormente preenchidos com materiais mais resistentes, como o betão ciclópico ou alvenaria de pedra. Depois todo o processo é repetido para os troços não intervencionados. Presentemente em obras novas, as fundações das paredes de terra tendem a ser executas sobre lintéis de betão armado, revestidos superiormente por barreiras anti-capilaridade. Esta solução apresenta a vantagem de criar uma barreira eficaz à ascensão da água proveniente das fundações por capilaridade, ao mesmo tempo que, diminui os riscos de assentamentos diferenciais das fundações e o surgimento de fissuras.

No entanto, quando realizada com a aplicação de membranas plásticas de polietileno de alta densidade, é criada uma ligação de baixo atrito que do ponto de vista sísmico é desaconselhável, porque favorece o deslizamento entre materiais.

É de recordar ainda que durante a realização de ensaios laboratoriais em modelos de construções em taipa sobre mesa sísmica, no trabalho de investigação da Universidade Católica do Peru e do Getty<sup>94</sup>, o deslizamento das paredes sobre as vigas de fundação em betão foi consi-

derável, tendo sido um dos problemas detectados durante a avaliação do comportamento das paredes de taipa. Assim, interessa proceder ao reforço da ligação entre estes materiais, quer seja através da aplicação de varões de aço ou pela criação de reentrâncias na própria viga de fundação para aumentar o atrito entre os dois materiais.



Fig.237-Pormenor da execução de lintel de fundação em betão armado, numa casa em taipa, com a aplicação de membrana anti-capilarida em betume modificado (A). Observe-se que o nível do lintel de fundação (B), deverá ser sempre mantido acima da cota do pavimento interior e no mínimo 50cm acima do terreno exterior. Odemira, Troviscais.



Fig.238-Exemplo da aplicação de (C) tela em PEAD. Algoz, Calvos.

<sup>94</sup> TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. p.16



### **a.2) Rotação das paredes**

Muito observado na área de estudo, este é um tipo de anomalia que pode estar associado a acções sísmicas ou à acção de afastamento entre paredes provocado pelo deslizamento das coberturas devido ao seu peso.

As soluções tradicionais documentadas, revelam-se bastante funcionais, estas consistem na execução de uma das soluções que se descrevem adiante ou por vezes na adopção de todas elas, tais como reforço das paredes com contrafortes, aumento da espessura da parede com adição de um pano de alvenaria de pedra em execução de apoio junto da fundação semelhante a poial ou soco, aplicação de esticadores junto das paredes estruturais e linhas de aço à volta das paredes para contrariar o efeito de deslocação das paredes.

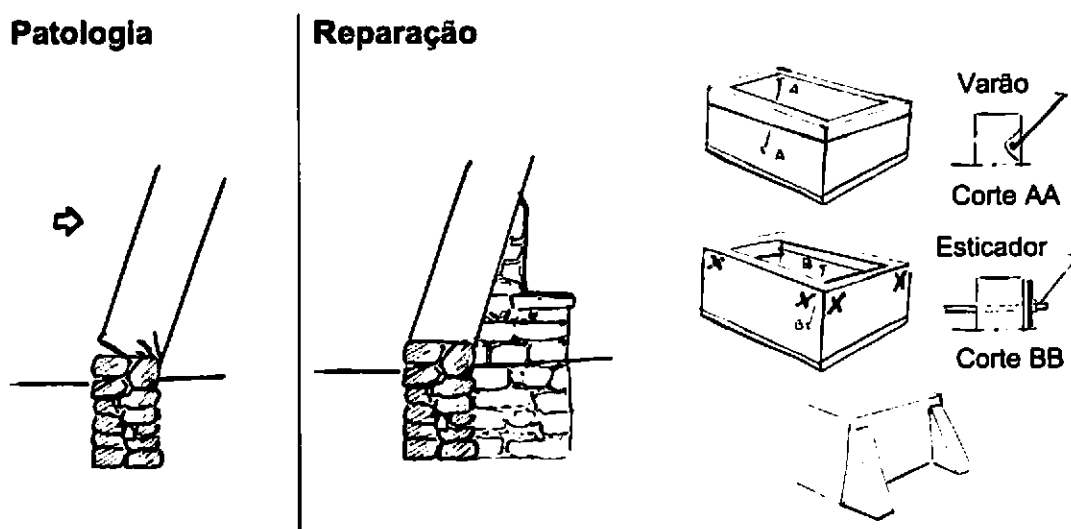


Fig. 239-Exemplo/esquema de rotação de paredes e soluções de intervenção.  
Desenhos do autor.

A deficiente resistência da taipa ao corte traduz-se frequentemente na fissuração dos pontos de ligação entre paredes, quando surgem os abalos sísmicos ou movimentações das paredes por acção das coberturas ou das fundações.

Este é um problema que pode ser facilmente prevenido durante a construção dos edifícios de taipa novos, basta melhorar as características resistentes da terra através da mistura da terra para taipa com cimento ou cal e pelo reforço interno com algum tipo de armadura interna. Esta solução foi comprovada nos ensaios realizados no presente estudo, tendo-se conseguido aumentos significativos na capacidade resistente da terra comprimida (anexo XI).

Uma solução que pode ser empregue quer em obras novas ou em reparações, consiste na realização de uma cinta em betão armado de reduzida rigidez, para proceder a interligação entre as paredes. No decurso do levantamento de campo, constatou-se que, de entre as habitações estudadas, as que apresentavam pequenos lintéis de ligação entre as paredes exterior, ora localizados ao nível dos

vão ou no topo das paredes, não apresentavam danos nas zonas de ligação, tendo resistido sem danos visíveis à acção do sismo registado em 1969.

Para os casos mais graves de perda de ligação nos cunhais, a operação de reparação deve funcionar com ligação metálica que ligam as fases opostas da fissura, o respectivo preenchimento da fissura com argamassa de cal hidráulica sem sais solúveis para evitar a degradação por acção da água da chuva e a consolidação da área afectada.

Neste caso, procede-se à aplicação de reforços perpendiculares ao desenvolvimento das fendas, que nas suas extremidades devem reentrar na taipa para impedir o afastamento entre as faces da fissura e ligar os dois lados da junta. Para evitar o aparecimento da junta na superfície do novo revestimento é realizado o reforço estrutural da camada de preenchimento com aplicação de uma armadura, conjuntamente com a aplicação de terra aditiva.



Fig. 240-Exemplo de reforço da taipa, em zonas frágeis como na ligação entre paredes e cunhais.

Fonte: HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre*. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. p. 261. vol.I

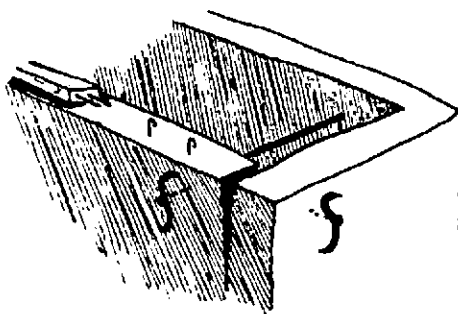


Fig. 241-Exemplo de execução de lintel de cobertura com aplicação de ligadores.

Fonte: JEANNET, Jack [et al.] - *Le Pisé – Patrimoine, Restauration, technique d'avenir.* Nonette : Ed. CRÉER, p. 58.

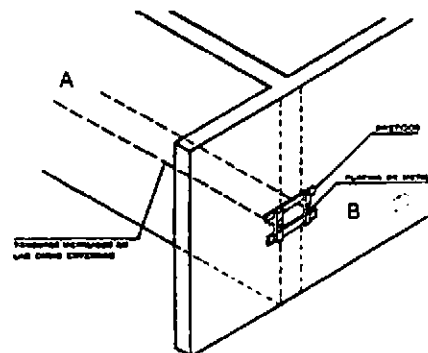


Fig. 242-Exemplo de execução de estecedores em paredes divisórias. (A) Cabos de aço tencionados nas duas faces do paramento; (B) chapa de metal.

Fonte: Argumedo, Roberto Samanez-Criterios y técnicas de restauracion aplicadas en los monumentos de adobe en el Peru. in *Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/ Adobe 90 Preprints*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. pag.344

A abertura da caixa para o reforço, deve apresentar um ângulo de 60° com a face exterior para facilitar o processo de compactação do solo, que neste caso é realizado horizontalmente. Este tipo de solução pode ser associado à aplicação de esticadores, aconselhando-se que a extensão destes reforços apresente no mínimo 50cm para cada lado da junta, uma profundidade de 15cm e uma altura de 30cm.

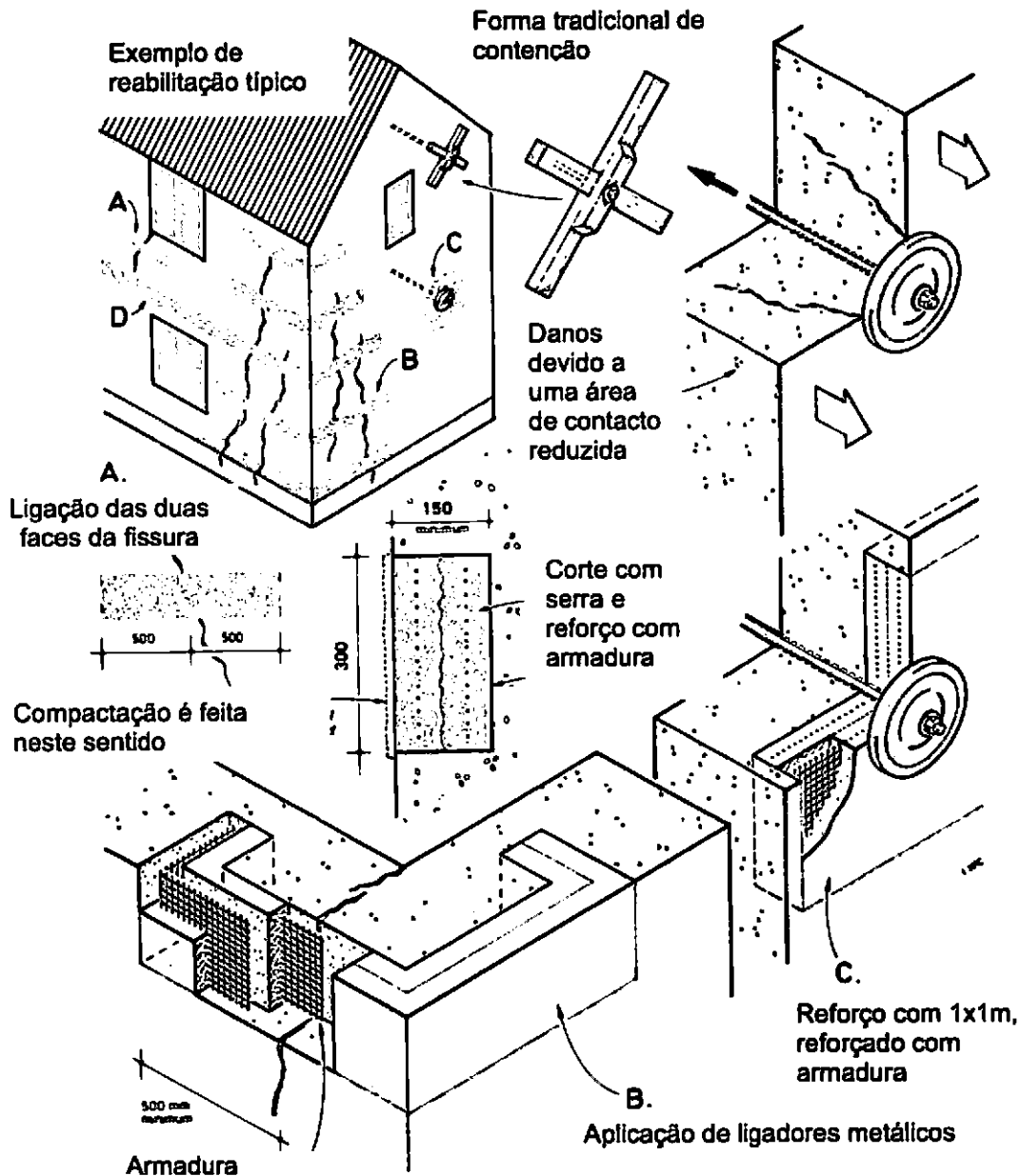


Fig.243-Esquemática da reparação de fissuração em cunhais e pontos de apoio de esticadores.

Fonte: ASHURTS, John [et al.] - *Brick, terracotta and earth*. England : English Heritage, 1988. p. 103. vol.II p.106.

### **a.3) Ataque das fundações por roedores**

Com alguma frequência surgem anomalias nas paredes de taipa, devido aos ratos ou outros roedores escavarem as suas tocas na base ou fundação da parede, o que contribui para a debilidade destas e criação de um ponto de fácil acesso à água para posterior ascensão do paramento.

Nestes casos, procede-se ao revestimento destes buracos e das superfícies de maior vulnerabilidade, com argamassa de cal com vidro moído e cascas de bivalves partidas. Embora esta solução já tenha provado dar bons resultados na diminuição de ataques de roedores aos paramentos de construções de taipa e adobe, é fundamental proceder ao controlo destas pragas nas áreas envolventes, para se conseguir uma solução duradoira deste problema.

### **a.4) Ascensão de humidade por capilaridade através das fundações**

Uma das patologias mais recorrentes da construção em terra, diz respeito à existência de fenómenos de infiltração de humidade que afluem as paredes por condução capilar desde as fundações.

Esta é uma ocorrência que se relaciona com a existência de fontes de humidade no solo e que têm origem no nível freático elevado, terrenos alagadiços, pouca inclinação dos terrenos adjacentes à construção, linhas de água próximas, sistemas de rega junto ao paramentos, tubagens de abastecimento de água ou de drenagem de águas residuais danificadas.

Dada a grande variedade de causas é necessário conhecer de antemão qual a origem da humidade, devendo-se assim realizar um reconhecimento de campo, que inclua a análise do relevo para localizar pendentes e linhas de água, observação do nível freático através da abertura de valas para inspecção e observação de poços vizinhos.

Conhecidas as causas concretas, poder-se-á resolver esta anomalia através de uma das seguintes acções:

- Modelação do terreno envolvente, adoptando inclinações mínimas de 2% para afastar os percursos das águas da chuva das proximidades das paredes exteriores,
- Execução de sistema de drenagem superficial de modo a evitar a formação de poças de água junto das paredes. Em zonas muito inclinadas, deve ser equacionada a execução de valetas de crista de talude.
- Execução de sistema de drenagem subterrânea, através da implementação de drenos periféricos para rebaixamento do nível freático do solo.

Esta solução deve ainda implementar a colocação de alguns respiradouros (tipo chaminés) ao longo da tubagem do dreno para facilitar a troca de vapor de água desde o solo e o exterior.

Além das soluções apresentadas, se a origem da humidade se dever principalmente à escorrência superficial de águas da chuva, podem ser

executados sistemas de drenagem superficial, constituído por um estudo cuidadoso das pendentes do terreno adjacente da construção com implementação de uma inclinação mínima de 2% e valetas para a recolha das águas pluviais.

Junto à construção deve-se evitar a existência de solo compactado ou revestimentos impermeabilizem, que impeça a evaporação da humidade do solo directamente para o ar, é preferível aplicar um solo granular ou enchimento com gravilha numa faixa à volta de toda a construção, para que seja mantida uma área de solo remexido por onde o excesso de humidade do solo se possa escapar facilmente (valas com enchimento).

A finalidade destas soluções, é a de criar um circuito alternativo ao vapor de água contido no solo, mais directo do que aquele que afecta as paredes (solo/fundação/parede/ar), para que passe directamente do solo para o ar.

Aquando da execução do sistema de drenos envolvente às fundações das paredes exteriores, é importante proceder também à impermeabilização das faces da fundação, de modo a diminuir a área de absorção.

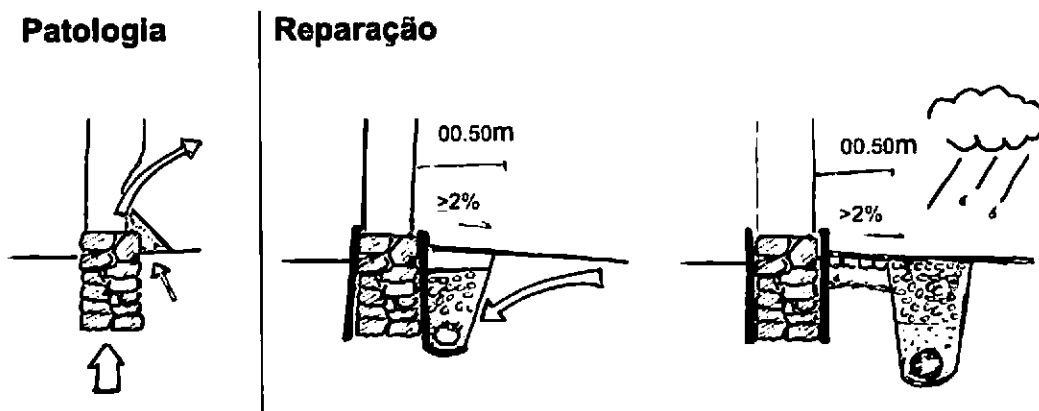


Fig.244-Exemplo/esquema de ascensão de humidade por capilaridade e soluções de intervenção. Desenhos do autor

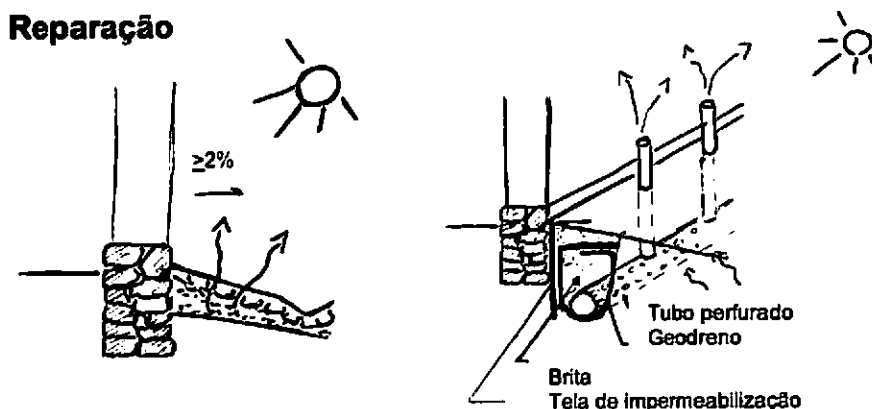


Fig.245-Exemplo/esquema de sistemas para secagem do solo, por implementação de circuitos alternativos ao vapor de água e soluções de intervenção. Desenhos do autor

### Exemplo de drenagem periférica

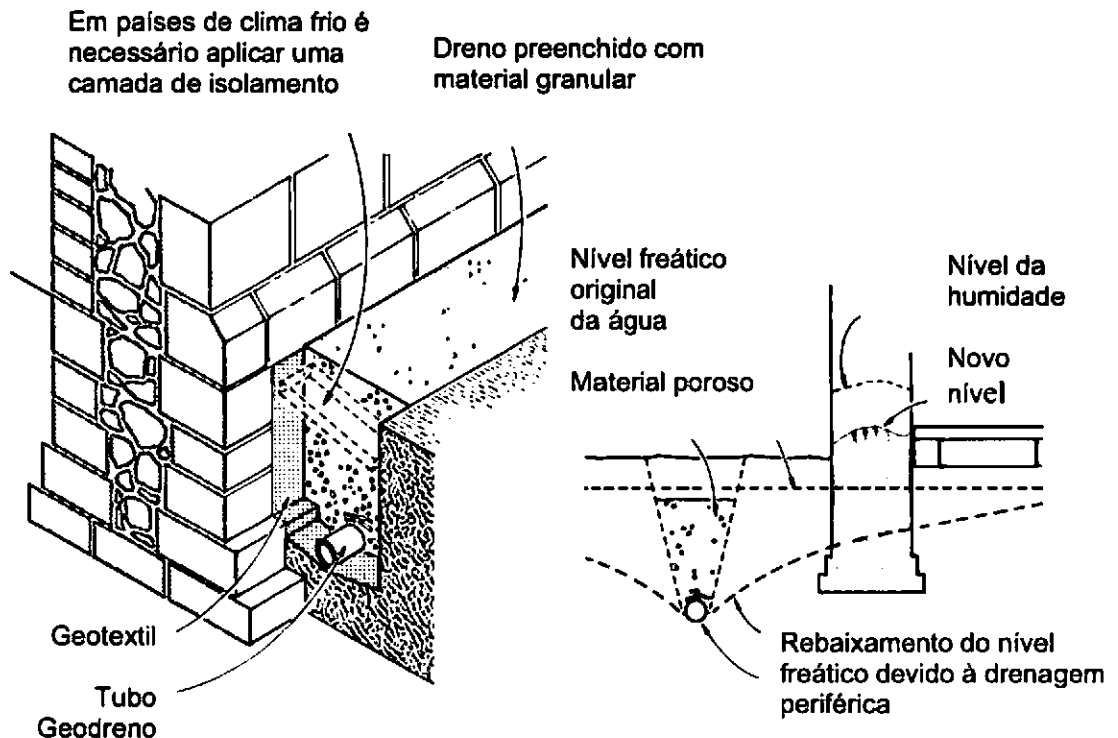


Fig.246-Esquema do um dreno.

Fonte: ASHURTS, John [et al.] - Brick, terracotta and earth. England : Englis Heritage, 1988. p.5. vol.II

## b) Paredes

### b.2) Perdas de material por acção de fenómenos meteorológicos

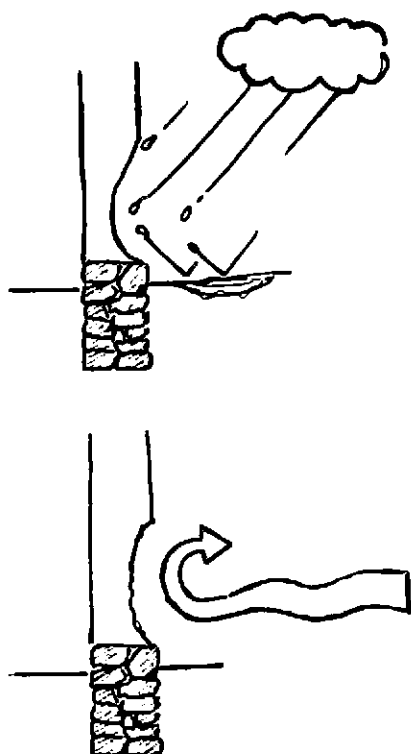
A erosão provocada pelo impacto do vento e chuva, nas paredes de taipa leva à ruína de troços ou porções de material, que com o decorrer do tempo, se vão transformando em perdas maiores de material.

Nos casos de existirem cavidades de grandes dimensões na base das paredes, é por vezes necessário proceder ao enchimento desses vazios conforme indicado um pouco mais à frente na alínea b.3.1.

Em alternativa podem ainda ser adoptadas soluções tradicionais, como as observadas em algumas construções da Serra de Monchique:

- O revestimento exterior das paredes mais expostas, com uma protecção em alvenaria de pedra.
- Enchimento das cavidades existentes nas paredes de taipa com pedra e terra.

### Patologia



### Reparação

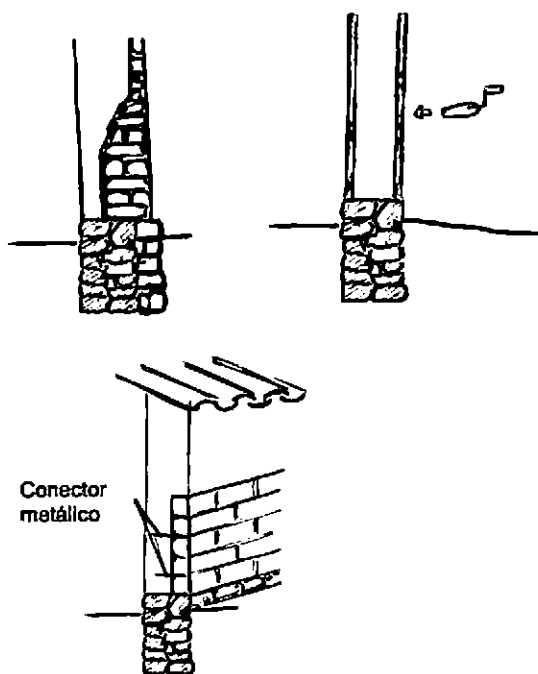


Fig.247-Exemplo/esquema de degradação por fenómenos meteorológicos, efeito de abrasão pela água da chuva e pela acção do vento e soluções de intervenção.  
Desenhos do autor.

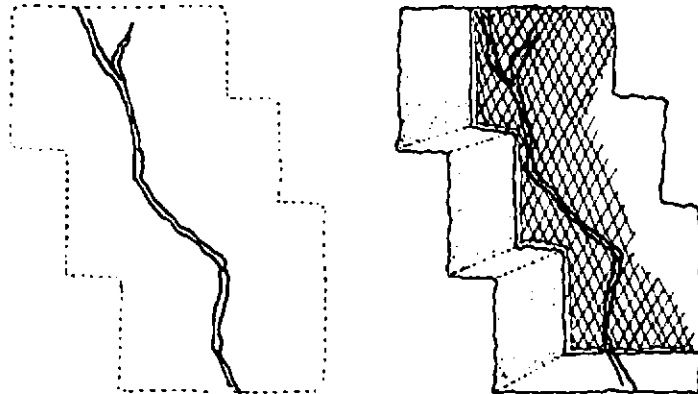
### b.3) Fissuração

#### b.3.1) De grande dimensão

A reparação deste tipo de anomalias recorre ao preenchimento de algumas cavidades localizadas geralmente na base das paredes e a consolidação de fendas.

As lacunas maiores, deverão ser preenchidas com blocos de terra compactada ou adobe, para uma melhor estabilidade face ao excesso de humidade. Recomendando-se a inclusão de materiais fibrosos, como fibras de vidro ou fibras naturais, na argamassa para aplicação entre a taipa antiga e os blocos, e o uso de conectores em aço inoxidável na ligação entre os dois materiais.

Podem ainda ser utilizadas tijoleiras, colocadas em rasgos abertos com serra mecânica, dispostos horizontalmente a estrutura original, e localizados coincidentemente com os locais das junta dos adobes, devidamente fixadas com argamassa de cal para proceder à ancoragem do revestimento com adobes.



Em fissuras profundas ou cunhais desligados, cortar até uma profundidade e forma regular, para depois preencher com adobes e aplicação de armadura em reforço

Corte da superfície até uma profundidade e forma regular

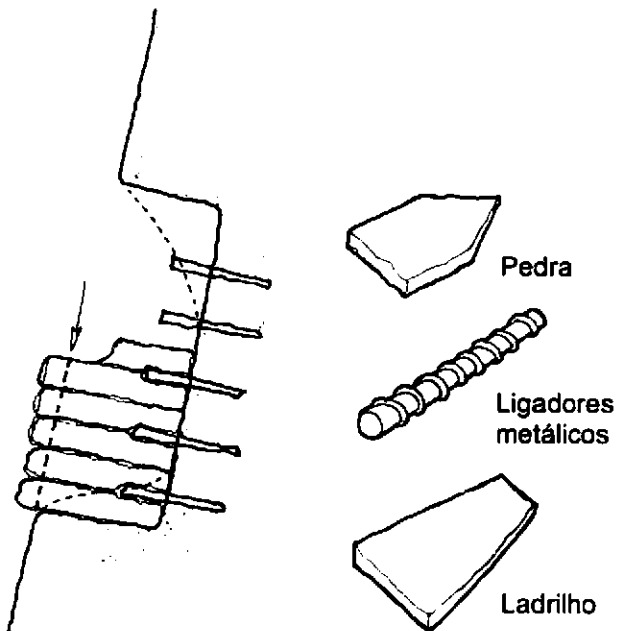


Fig.248-Pormenor construtivo do preenchimento de lacunas de grande dimensão, com aplicação de conectores metálicos.  
Fonte: WARREN, John - Conservation of Earth Structures.  
England : Butterworth-Heinemann, 1999. p.152.



### Reconstrução da superfície de uma parede

Ladrilho simples de barro, assente em roço aberto com serra mecânica e assente com argamassa

Reconstituição da parede com adobes, constituindo um conjunto compacto e consolidado

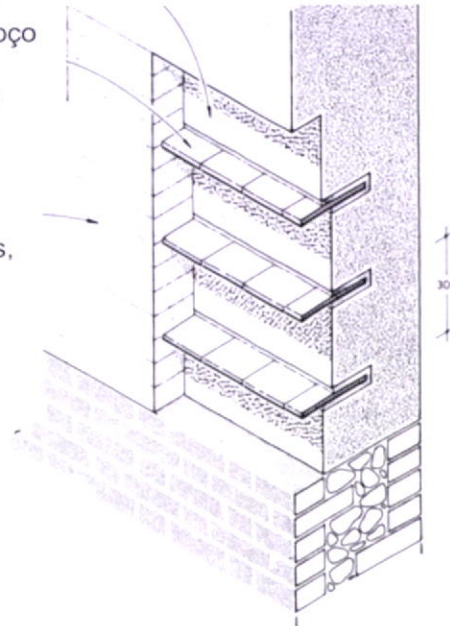


Fig.249-Pormenor construtivo do preenchimento de lacunas de grande dimensão, usando tijoleiras como ligação entre a estrutura origina e o novo pano de adobe.

Fonte: ASHURTS, John [et al.] - Brick, terracotta and earth. Englend : Englis Heritage, 1988. p. 103. vol.II

Na reabilitação de edifícios históricos, como o castelo de La Reina em Espanha e o Castelo de Paderne no Algarve, têm sido também aplicadas soluções de revestimento e preenchimento de lacunas com terra compactada ou terra projectada que podem também ser utilizadas na reabilitação de habitações. Este é o caso da execução de revestimento com uma camada com taipa ou terra projectada. Neste caso é fundamental que a mão-de-obra seja qualificada e experiente, para se obterem os melhores resultados.

No primeiro caso, á aplicada uma camada de taipa na face que interessa recuperar, com uma espessura tal que permita a realização da compactação manual com recurso a maços tradicionais de madeira ou pequenos martelos. Neste caso, é fundamental usar um solo sempre estabilizado para a presa ser mais rápida e os problemas de retracção resolvidos, e que a compactação seja mais cuidada, especialmente junto dos taipais de modo a evitar defeitos após a descofragem.



Fig.250-Exemplo dos maços utilizados.  
Castelo de Paderne 21/12/2004.



Fig.251-Exemplo da consolidação e tapamento de lacunas de grande dimensão, por execução de revestimento da taipa original por camada de revestimento também em taipa, nas muralhas do castelo de La Reina, Espanha 10/6/2003.



Fig.252-Exemplo da compactação manual com recurso a maço e exemplo de conectores em aço inoxidável, para interligação entre duas taipas. Castelo de Paderne 21/12/2004.

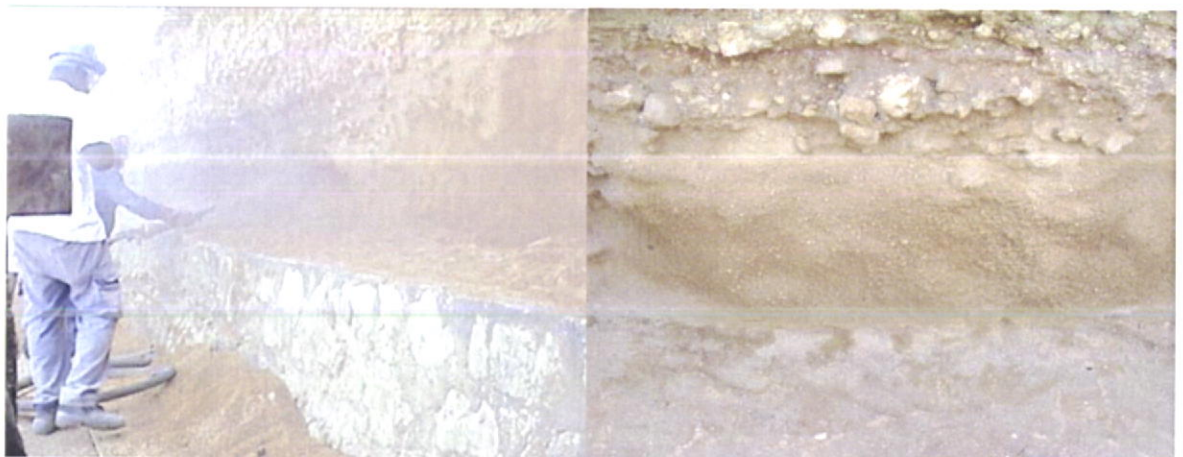
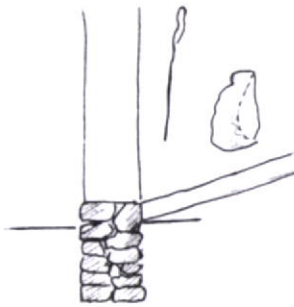


Fig.253-Terra projectada. Castelo de Paderne 5/5/2005.

### b.3.2) De pequena dimensão

O preenchimento de fissuras verticais ou a colmatação de vazios de pequenas dimensões deve ser executado com o preenchimento de argamassa de cal com a introdução de cacos de tijolo, para diminuir o efeito de retracção da argamassa depois da secagem. Nas fissuras mais finas onde o procedimento atrás indicado é difícil, deve ser adoptado o enchimento por injeccção de calda de cal hidráulica isenta de sais solúveis, com aplicação por gravidade através de copos injectores, após a selagem exterior das fendas.

#### Patologia



#### Reparação

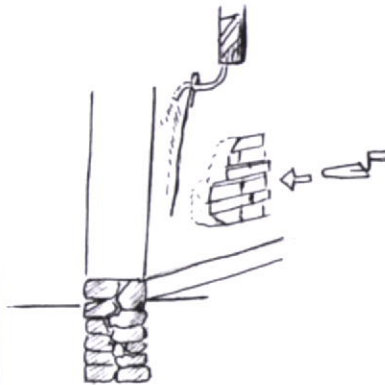


Fig.254-Exemplo/esquema de tapamento de fissuras e soluções de intervenção. Caso de aplicação de argamassas fluidas em fissuras de pequenas dimensões e tapamento de lacunas de grande dimensão com adobes. Desenhos do autor.

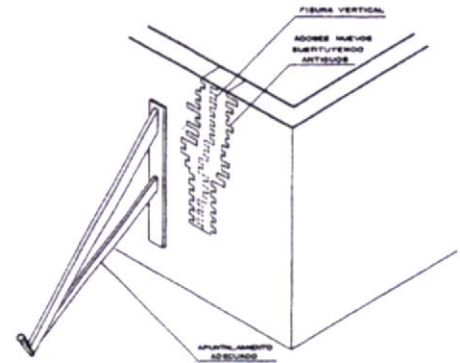


Fig.255-Exemplo de reparação de fissura vertical de grande dimensão.

Fonte: Argumedo, Roberto Samanez-Criterios y técnicas de restauracion aplicadas en los monumentos de adobe en el Peru. in Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/ Adobe 90 Preprints. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. pag.344

### b.4) Eflorescências/criptoflorescências

Os paramentos deverão ser escovados a seco, com escovas macias (de sogro ou nylon) para remoção de sais, procedendo-se posteriormente a tratamento para controlo de humidade e eliminação de fenómenos de capilaridade que estão na origem na deposição de sais. Só posteriormente é conveniente remover os sais com argamassa de sacrifício e só depois proceder à reparação e substituição dos rebocos danificados ou soltos.

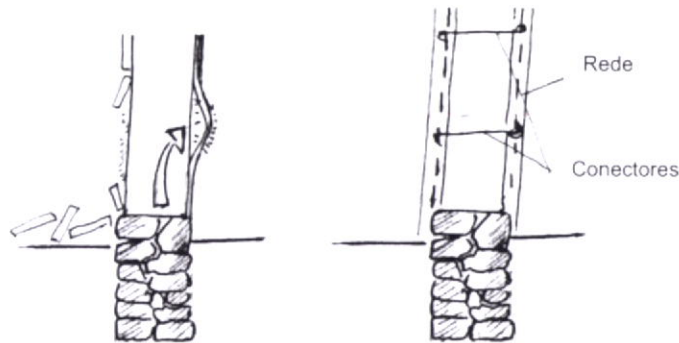


Fig.256-Exemplo/esquema de deposição de sais (eflorescências/criptoflorescencias) e soluções de intervenção. Desenhos do autor.

### b.5) Rebocos e pinturas

Dada a função aglutinante da argila, não nos podemos esquecer que para manter as forças de atracção eléctrica entre as partículas é necessário manter, entre certos valores, a humidade interior da taipa. Estes valores quando ultrapassados originam mudanças drásticas de comportamento, nas argilas transformando uma estrutura coesa de taipa em lama ou em pó.

Embora os mecanismos de regulação interna deste equilíbrio sejam pouco conhecidos, sabe-se que a humidade em excesso é expelida em forma de vapor de água durante o dia e que a terra pode absorver parte da humidade do ar à noite, caso necessite.

Deste ponto de vista, é importante que os revestimentos e as tintas a adoptar nos paramentos de taipa, garantam uma boa permeabilidade à passagem do vapor de água. As soluções ideais são as de revestimento com rebocos de terra ou de cal e areia e caiação ou excepcionalmente tintas minerais como as de silicato de potássio.

No caso do revestimento com terra ou cal, são ainda garantidas as características elásticas, o coeficiente de dilatação/retracção e de resistência mecânica entre materiais de revestimento/suporte são idênticos, o que garante um bom acompanhamento entre os dois elementos em situações de deformação ou dilatação térmica. Por exemplo, quando são utilizados rebocos de cimento, surge maior propagação de humidades, devido ao efeito de barreira à passagem da humidade do interior da taipa para o exterior. O nível capilar aumenta visto que a água é forçada a subir em altura. Surgem ainda associados a esta solução, desprendimento de rebocos, por efeito da pressão do vapor de água na interface entre materiais, local onde ocorre também a deposição de sais, cujo crescimento tende a afastar os dois elementos.

No que respeita à resistência sísmica das alvenarias, quando se executam rebocos novos, deve ser incorporado nas camadas de revestimento redes de reforço, que podem ser fibra de vidro ou de polietileno.

Sendo importante que sejam dispostas nas duas faces do paramento e ligadas entre si por amarração de cordas de nylon ou fitas plásticas. Esta é uma solução

construtiva de baixo custo, que permite obter grandes melhorias no comportamento sísmico das estruturas de taipa. Este método de reforço deve ainda ser complementado com a aplicação de viga de bordadura e coberturas leves em estrutura de madeira conforme mencionado no ponto c.2 deste capítulo.

Este tipo de solução, apresenta vantagens em termos de comportamento dinâmico, pois permite o funcionamento da estrutura como um todo, contrariamente às soluções correntes de execução de estrutura de betão armado com taipa no enchimento dos vãos limitados entre pilares e vigas. A pesquisa recente realizada em mesa sísmica, revelou que reforços com elementos muito resistentes embora apresentem um comportamento satisfatório face aos sismos de amplitude média, para sismos maiores o efeito de martelo provocado pela existência de elementos muito mais resistente que a taipa provocam o colapso destas estruturas.

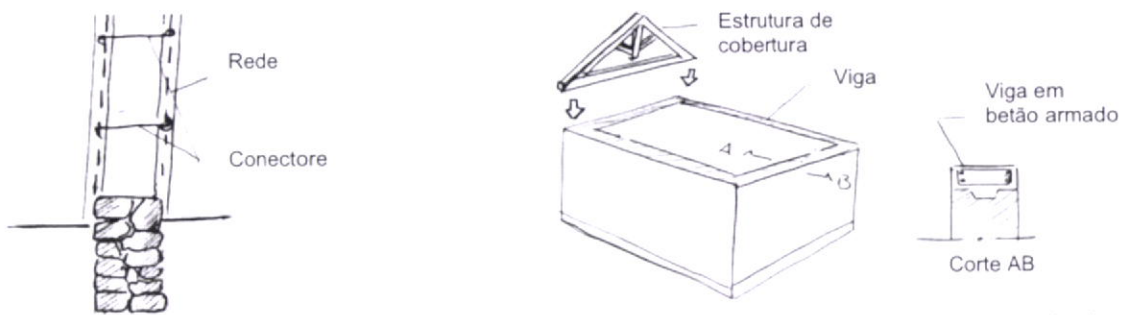


Fig.257-Exemplo/esquema de reforço estrutural para melhoria do comportamento sísmico

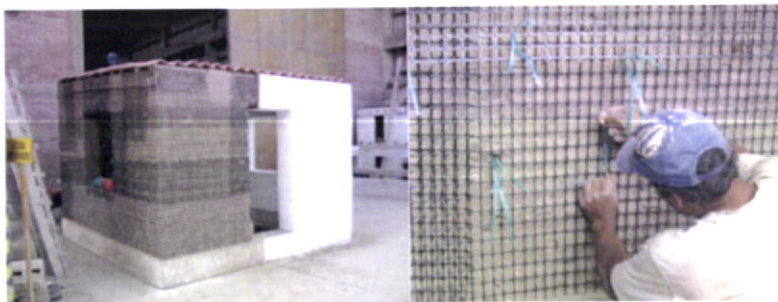


Fig.258-Exemplo de execução do revestimento de paredes de taipa com armaduras de polietileno.

Fonte: TORREALVA, Daniel - [Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report"](#), Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.



Fig.259-Maquete executada com rede industrial de polietileno em ambas faces das paredes. Vista após ensaio (fase 6 e 7) em mesa sísmica com acelerações elevadas de 1.2g.

Fonte: TORREALVA, Daniel - [Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report"](#), Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.



Fig.260-Exemplo de uma solução corrente de reforço estrutural com construção de uma estrutura de betão armado com taipa como enchimento estrutural. Odemira, Troviscais 28/76/2005.

### **b.6) Vãos**

A recuperação de vãos (portas ou janelas), pode ser feita através da execução da delimitação do vão em adobe de terra estabilizados com cimento ou cal, e verga (de betão ou madeira).

Durante a execução deste trabalho, procede-se à preparação da superfície taipa que irá receber o assentamento do adobe, de modo a serem criadas reentrâncias em forma de dentes com o paramento, para melhorar a ligação entre os dois elementos. Esta operação pretende diminuir o risco de aparecimento de fissuração na zona de interface dos dois materiais, por retracção diferencial entre materiais ou má ligação. (Fig.262).

Após a entivação do vão (Fig.261) com madeira de boa qualidade e resistência, realiza-se o revestimento lateral das prumadas verticais com adobe e preenchimento dos espaços interiores com terra fina compactada ou argamassa, para criar uma estrutura resistente composta por verga e ombreiras.

Para mobilizar a transmissão das cargas da estrutura de taipa sobre o vão, é possível utilizar um sistema de macaco hidráulico para proceder a um pequeno levantamento da verga até que sejam realizados os apoios desta.

Depois, ao se retirar o macaco hidráulico as ombreiras do vão passam a estar sobre compressão e o efeito da diminuição da altura das ombreiras do vão por acção do peso próprio da estrutura é contrariado.

Esta situação é desejável para evitar fissuração por corte (obliqua aos cantos do topo do vão) ou cargas concentradas elevadas (obliquas junto dos cantos).



Fig.261 Exemplo de reabilitação de um vão.

Fonte: BARROW, Jake [et al.] - *A rich building tradition* [online], CRM Archive Issue 22-06 Conserving Earthen Architecture/Conservando la Arquitectura de Tierra, [disponível na Internet via [WWW.URL:http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf](http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf)] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004. p.3.

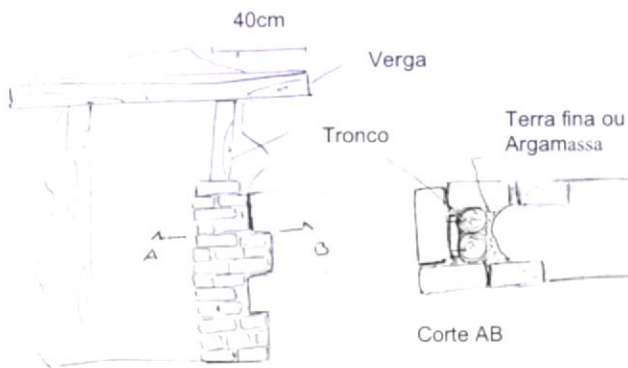


Fig.262-Esquema de reabilitação de um vão de porta.

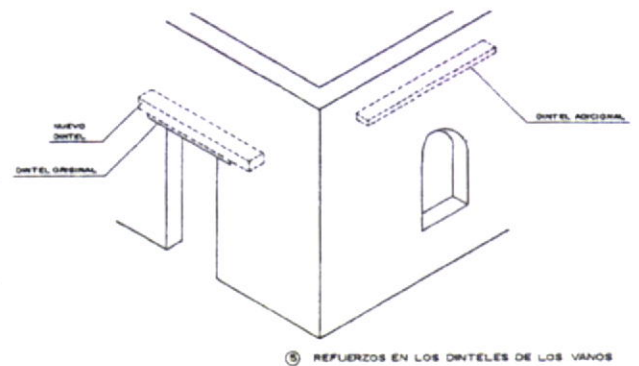


Fig.263-Pormenor de reforço de vãos.

Fonte: Argumedo, Roberto Samanez-Criterios y técnicas de restauración aplicadas en los monumentos de adobe en el Peru. in *Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/ Adobe 90 Preprints*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. p. 344.

### **b.6.1) Abertura de Vãos**

A abertura de vão novos, pode ser realizada através da execução de um lintel em madeira ou eventualmente em betão armado. O vão pode ainda ser a abertura, iniciando-se por criar um buraco no local onde se deseja realizar o novo vão, onde com a ajuda de entivação, se vai executando as vergas e as ombreiras à medida que vai sendo aberto o vão. Outro processo, que apresenta boas garantias de execução e segurança, consiste na execução primeiramente das ombreiras, depois do lintel do vão, concluindo-se a operação com a limpeza da taipa localizada entre estes elementos.

Para que os vãos existentes nos paramentos não prejudiquem a capacidade resistente da estrutura, os vão deverão ser em número reduzido e de pequena dimensão, localizado-se longe das zonas de cumhal e de ligação entre paramentos.

Na execução dos vão de janelas existem alguns cuidados que se deverão ter, tais como:

- A impermeabilização de juntas de construção onde possam ocorrer fenómenos de condensação, como por exemplo entre as cantarias dos peitoris e a taipa.
- Execução de pingadeiras em pedras de soleira e de peitoril.
- De modo a evitar a erosão eólica, abaixo dos vão de janela o CRATerre, recomenda a aplicação de adobes imediatamente abaixo dos peitoris.
- Em vãos interiores, a fixação das ombreiras deve ser pregada a peças de madeira previamente incorporadas na parede, para evitar fenómenos de abaulamento por compressão das carpintarias.
- Em vãos de janelas é ainda frequente o surgimento de fissuras orientadas a aproximadamente 45° junto dos cantos inferiores, por efeito de fenómenos de concentração de tensões de compressão naqueles locais. Fenómeno que deve ser contrariado com a aplicação de ombreiras e lintel em peitoril com entregas laterais idêntica à da verga e em material mais resistentes, a descarga sobre parede de adobe, BTC, tijolo, madeira e pedra.



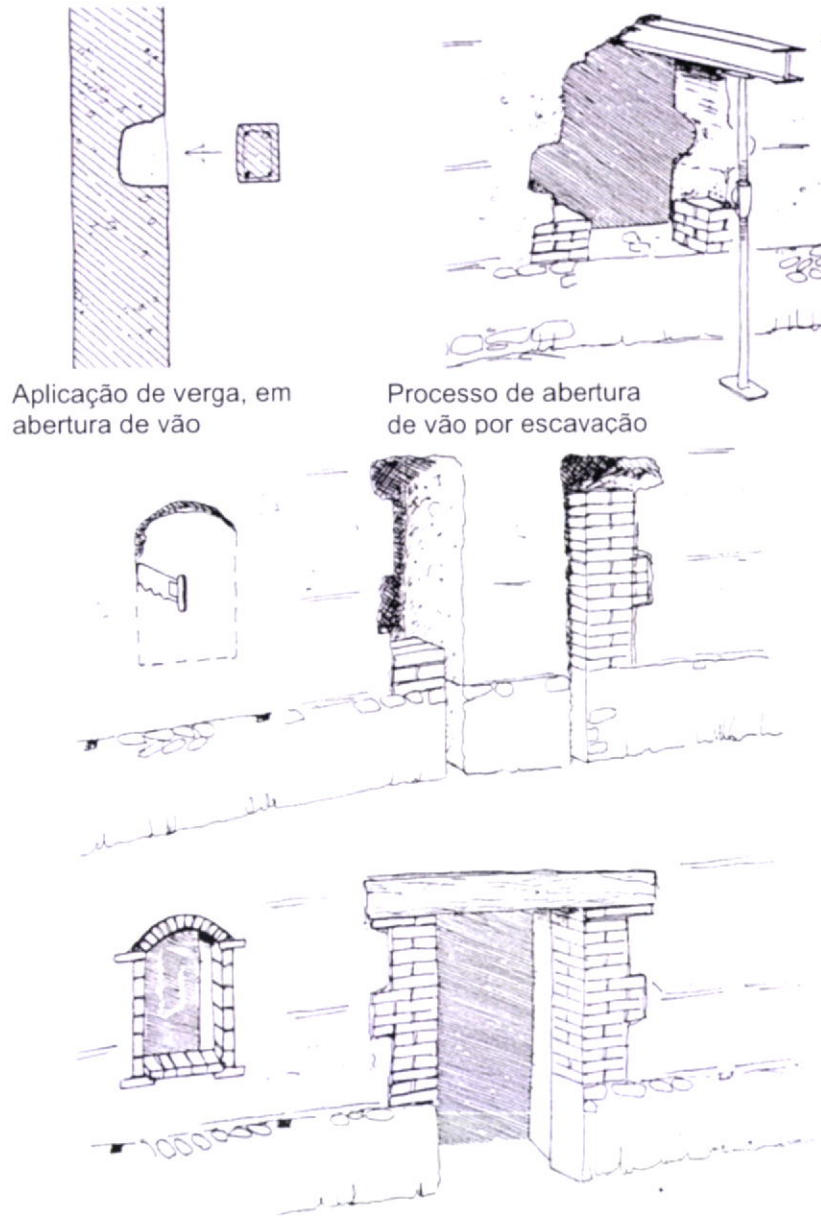


Fig.264-Exemplos de abertura e reforço de vãos em paredes existentes.  
Fonte: BARROW, Jake [et al.] - *A rich building tradition* [online], CRM Archive Issue 22-06 Conserving Earthen Architecture/Conservando la Arquitectura de Tierra, [disponível na Internet via [WWW.URL:http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf](http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf)] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004. P.65.

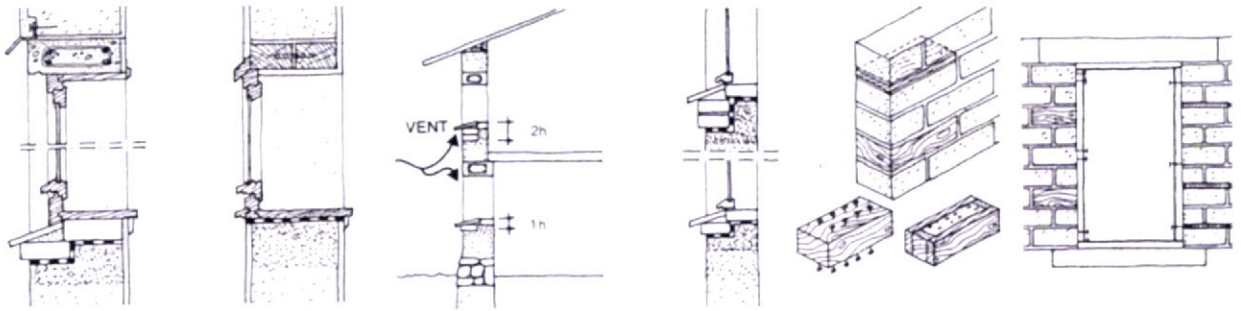


Fig.265-Pormenores de vãos. Exemplo dos cuidados a ter na execução de pontes térmicas e reforço de Janelas, protecção contra a erosão eólica e de fixação das carpintarias das portas interiores.  
 Fonte: HOUBEN, Hugo [et al.] - Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. Pag.265

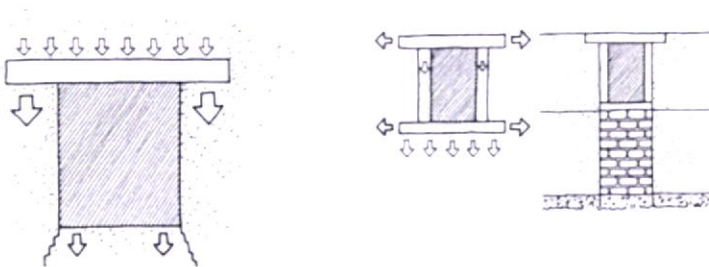


Fig.266-Esquema da distribuição de forças junto ao vão de uma janela exterior e pormenor de execução do vão para eliminar o surgimento de fissuras.  
 Fonte: HOUBEN, Hugo [et al.] - Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. Pag.263



Fig.267-Pormenor de verga em betão.  
 Odemira, Troviscais 28/76/2005.

## b.7) Acções biológicas

### b.7.1) Plantas e arbustos

A existência de plantas nas estruturas de terra gera fenómenos de degradação resultantes da presença de zonas e de sombra e fontes permanentes de humidade, assim como da acção destrutiva das raízes. No caso específico da acção das raízes, estas podem provocar o surgimento de fissuras, o alargamento de fendas existentes e promover a perda de matérias dos paramentos, e desagregação das alvenarias.

Nestes casos, resolve-se o problema com a remoção após destruição das plantas, por aplicação de herbicidas cuidadosamente escolhidos, pois devem adoptar-se venenos do tipo selectivo para às espécies a remover. Estes deverão ser estáveis e inofensivos para a taipa e não tóxicos.

Os mais adequados são compostos neutros de triazina com baixa solubilidade da água, em forma de veneno do tipo radicular e folicular (metoxitrina), por possuir um largo espectro de aplicação e fraca mobilidade no solo, o que permite delimitar zonas de tratamento sem poluir água ou o solo.<sup>95</sup>

<sup>95</sup> BARROS, Luis Aires - As rochas dos monumentos portugueses tipologias e patologias. Lisboa : IPPAR; 2001. vol.II p. 307.

No nosso país, o período de aplicação deve ser adequado à espécie a tratar, na generalidade dos casos o tratamento deve ser aplicado durante a Primavera, o maior número de folhas permitirá uma maior rapidez de absorção e uma maior probabilidade de sucesso do tratamento.

Após o tratamento de destruição das plantas, quando os seus troncos se encontrarem secos, procede-se manualmente à sua remoção. Ocasionalmente poderão surgir situações que pela localização e dimensão das raízes, seja necessário proceder a uma remoção parcial de raízes de modo a limitar os riscos de danos dos paramentos.

No fim desta operação todas as fendas que possam permitir a entrada de água no interior da taipa, deverão ser cuidadosamente colmatadas com argamassa e pedra ou injeções de cal hidráulica.

#### **b.7.2) Infestação de líquenes, algas e fungos.**

Estas são espécies que se formam em zonas da construção com elevada humidade e fraca ventilação, para a sua eliminação, além de se optar por tratamentos à base de biocidas devem-se implementar igualmente medidas que limitam as condições de sobrevivência destes organismos. No caso de infestações exteriores, é importante eliminar vegetação próxima dos paramentos e reduzir as zonas de sombra, para melhorar as condições de secagem das paredes e a circulação do ar. Nas infestações localizadas em zonas interiores de edifícios, devem ser tomadas medidas para melhorar a ventilação dos espaços, recorrendo à implementação de sistemas pontuais de inflação e/ou extracção de ar.

Sendo no entanto mais importante, eliminar a fonte de humidade no ar, que geralmente é originada por fenómenos infiltração gravítica ou de ascensão capilar pelas fundações e paramentos.

Só depois de tomadas estas medidas, será aconselhável proceder a remoção dos organismos através de tratamento com produtos biocidas, caso contrario surgirão infestações recorrentes.

Estes produtos devem ser criteriosamente escolhidos em função da identificação das espécies presentes nos paramentos, uma vez que no mercado existem produtos específicos. Estes são geralmente à base de sais de amónio ou compostos de cobre com sulfatos de cupritetramina, estes últimos para o tratamento de algas.

Os paramentos deverão ser escovados a seco, com escovas macias (de sogro ou nylon) para remoção de sais e colónias biológicas.<sup>96</sup>

<sup>96</sup> BARROS, Luis Aires - As rochas dos monumentos portugueses tipologias e patologias. Lisboa : IPPAR ; 2001. p. 307.vol.II

No tratamento de líquenes e musgos, obtém-se melhores resultados quando existe uma remoção prévia a seco (escovagem ou por espátula), precedida de aplicação do agente biocidas, repetida até necessário.<sup>97</sup>

Para evitar efeitos indesejados na taipa, deverão realizar-se pequenas provas de campo, de preferência em blocos de prova com terra idêntica comprimida, para assegurar que não ocorrerão situações de alteração de cor ou as características mecânicas e físicas da taipa. Uma vez que muitos destes produtos incluem óxidos e sais que poderão interagir com a taipa e provocar alterações deste tipo.

### b.8) Paredes em zonas de contacto frequente com água

Como sabemos a taipa apresenta fraca estabilidade perante ambientes com humidade em excesso. Por esta razão, os paramentos das habitações devem incorporar soluções que garantam uma boa ventilação, para permitir o processo natural de secagem da taipa. Casos de impermeabilização parciais das paredes devem ser evitados sempre que possível, mas nestes casos não se deverá impermeabilizar as duas faces da mesma parede. No caso de se adoptar o revestimento de uma parede com azulejos, esta solução deverá ser aplicado sobre uma camada de isolamento tipo "RoofMate" que serve de barreira à água absorvida pelas argamassas de assentamento dos revestimentos.

Nestes casos são aconselháveis, soluções que envolvam a existência de caixas de ar entre a taipa e a estrutura de suporte, para garantir uma franca ventilação dos paramentos.

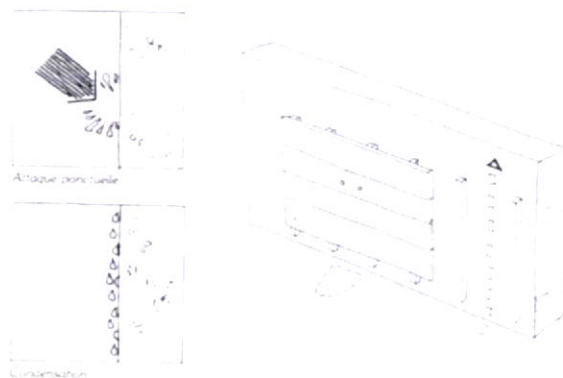


Fig.268-Pormenor de solução de caixa-de-ar.  
Fonte: JEANNET, Jack [et all] - *Le Pisé – Patrimoine, Restauration, technique d’avenir.*  
Nonette : Ed.CRÉER, p. 57.

<sup>97</sup> BRUNO, Patrícia - Contributo para o estudo e a conservação da muralha islâmica de Juromenha in *Actas do IV SIACOT seminário Ibero-Americano de construção com terra/ IIIATP - Arquitectura de terra em Portugal*. Lisboa : Argumentum, 2005.pag.72

## **c) Coberturas**

### **c.1) Infiltração por acção das águas da chuva**

Estes são casos de ocorrência muito frequente, cuja resolução pode passar pela implementação das seguintes medidas:

- Aplicação de pintura de cal ou tinta mineral à base de silicatos de potássio sobre os paramentos.
- Execução de rebocos à base de cal para protecção das paredes exteriores.
- Execução de revestimento em reboco de cal e areia, até um metro acima do solo como protecção da acção de impacto da chuva na base das paredes (soco).
- Execução de beirados de maiores dimensões, que impeçam situações de escorrências das águas da chuva através da superfície exterior da taipa. Ou em alternativa, deverá ser equacionada a implementação de sistemas de captação de águas directamente das coberturas, tais como algerozes e tubos de queda.
- Eliminação de zonas de águas paradas do exterior da estrutura, com a implementação de pendentes no terreno circundante que promovam ao rápido escoamento das águas da chuva e afastamento das paredes de taipa. As pendentes a implementar deverão ser de pelo menos 2%.
- Afastamento ou condução por canalização apropriada de linhas de água próximas da estrutura. Deverão ainda ser eliminadas todas as zonas de sombra, que promovam a acumulação de humidade nas paredes, tais como por exemplo proximidade de canteiros de jardim, depósitos de terras encostados as paredes, situações de armazenamentos (lenha, madeiras, materiais, etc.).

### **c.2) Infiltração por gravidade**

Estes problemas são originados pelas deficientes condições de impermeabilização dos telhados ou das caleiras, e resolvem-se com a reparação ou substituição das mesmas. As coberturas podem implementar soluções do tipo de subtelha desde que incluam sistema de ventilação vertical, para a manutenção dos sistemas de ventilação por convecção térmica existentes nestas construções. Deste modo não será introduzida uma barreira as trocas de calor e humidade (vapor de água) em excesso no interior dos edificios com o exterior, permitindo à taipa manter o seu equilíbrio higroscópico natural.

Deverão também ser implementadas soluções que previnam o surgimento de infiltrações em pontos de fronteira das coberturas com paramentos e chaminés. Nestes casos, deverá ser implementada a utilização de rufos para uma correcta execução e impermeabilização dos seguintes pontos: cumeeiras, canais de junção entre duas águas de um telhado e ligação da cobertura com paredes exteriores. A implementação de caleiras de recolha das águas da chuva nas coberturas, permite diminuir o efeito da erosão provocada pela escorrência superficial pelos paramentos exteriores e diminuir a quantidade de água absorvida, o que permite proteger a taipa.

Esta solução deve incluir também a colocação de tubos de queda, nos pontos de recolha das águas, devendo a instalação destes tubos ser feita sempre afastada dos paramentos exteriores alguns centímetros, para permitir uma fácil ventilação destes elementos, uma vez que constituem geralmente pontos de condensação. Deste modo, impede-se também o contacto directo da parede com superfícies onde a presença de água é mais frequente.



Fig.269-Exemplo de aplicação de subtelha em cartão asfáltico.  
Fonte: ONDULINE. Fotos [<http://www.onduline.pt/fotos.htm>] Arquivo (3/9/2006)

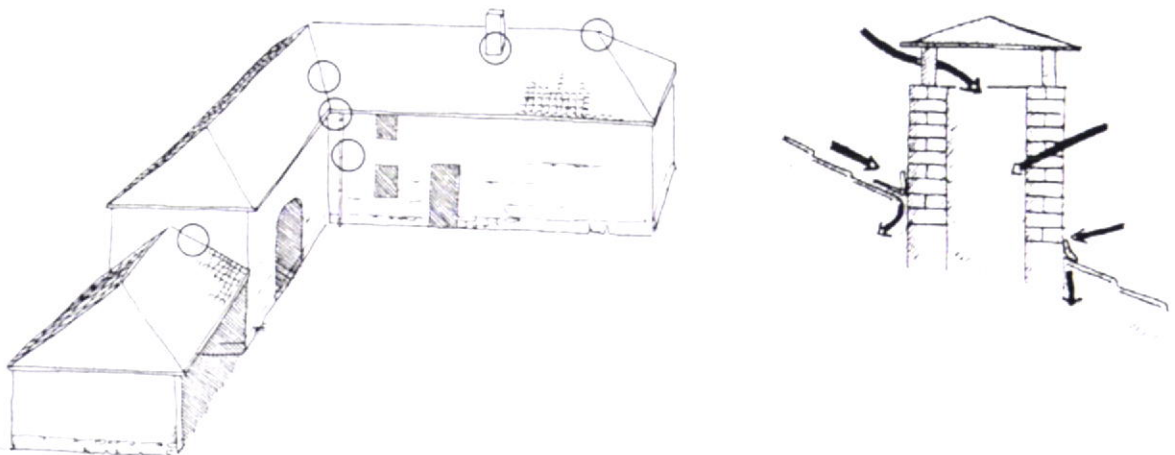


Fig.270-Pontos de infiltração de águas por gravidade

Fonte: Jacky Jeannet, Bruno Pignal, Gérard Pollet e Pascal Scarato; *Le Pisé – Patrimoine, Restauration, technique d'avenir* pag.57

### c.3) Fissuração devido a cargas concentradas

Ocorrem nos pontos de apoio das vigas de cobertura, devido à transmissão pontual de cargas, este problema deve ser resolvido pela construção de uma viga de coroamento em madeira ou betão armado (de reduzida secção), que possa aumentar a área de distribuição das cargas de um modo mais homogêneo sobre a taipa.

Esta solução também é útil do ponto de vista sísmico, pois ao dotar o topo das paredes de um diafragma flexível e leve, melhora a interligação das paredes entre si. Adopta-se assim um sistema de reforço que ajuda a limitar os deslocamentos das paredes e a diminuir o grau de deformação e degradação destas.

É no entanto fundamental que as estruturas de cobertura em madeira, apresentem alguma rigidez, sendo por isso necessário que sejam executadas em sistemas de asnas com as ligações aparafusadas entre si, para que estas estruturas possam funcionar como ligação entre paredes alinhadas paralelamente entre si sem o risco de se desmontarem.

As soluções que se apresentam são recomendações do trabalho de investigação do Getty Seismic Adobe Project (GSAP) realizados após o sismo de 1994 de Northridge sobre o reforço de construções de adobe. Neste estudo foram analisadas soluções de amarração vertical e horizontal (Fig.252) (por cordas ou cabo de aço) e fixação dos elementos de cobertura, onde se constatou uma significativa melhoria no comportamento sísmico de modelos à escala ensaiadas em mesa sísmica.

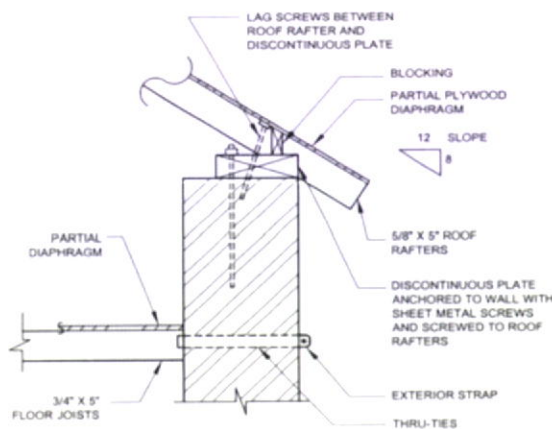


Fig. 271-Ligação do telhado e do diafragma em estrutura de madeiras, em paredes que recebem cargas (paredes mestras).

Fonte : Tolles, E.Leroy; Overview of de Getty Adobe reserch of the 1990's; in Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005., p. 6.

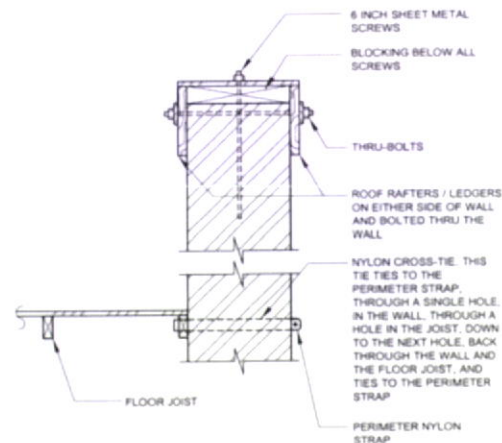


Fig.272-Ligação do telhado e do diafragma em estrutura de madeiras, em paredes que não recebem cargas (exemplo de paredes divisórias).

Fonte : Tolles, E.Leroy; Overview of de Getty Adobe reserch of the 1990's; in Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005. p.6

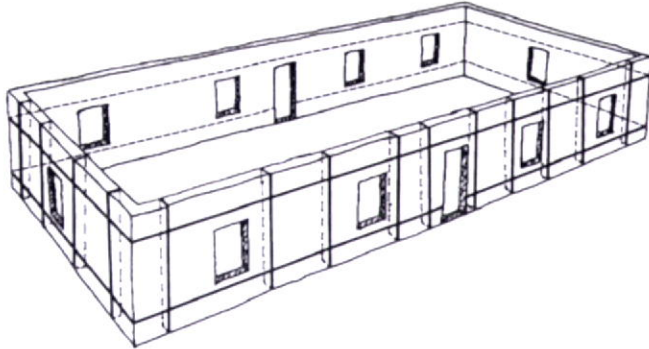


Fig.273-Solução recomendada no estudo Getty adobe reserch estudo, consiste na amarração vertical e horizontal das paredes e da cobertura.  
 Fonte: Tolles, E.Leroy; Overview of de Getty Adobe reserch of the 1990's; in in Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005. p. 9.

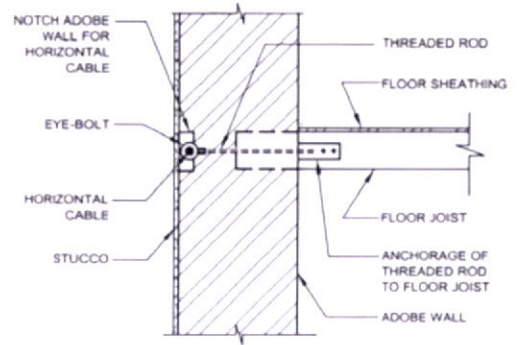


Fig.274-Pormenor de execução da fixação de pavimentos de madeira.  
 Fonte: Tolles, E.Leroy; Overview of de Getty Adobe reserch of the 1990's; in Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005. p.11.

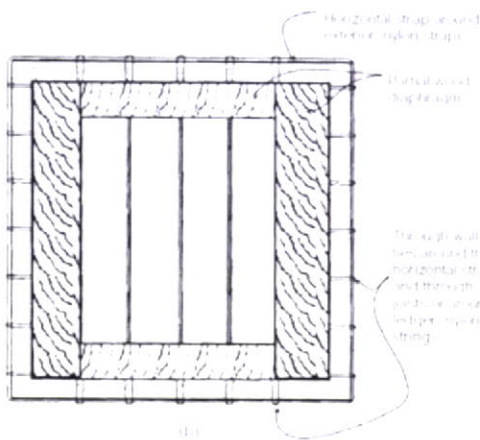


Fig.275-Esquema de execução de diafragma em madeira junto do topo das +paredes de taipa.  
 Fonte: TOLLES, E. Leroy [et al.] - Seismic stabilization of historic adobe structures-Finalreport of the Getty seismic adobe project. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 2000. p. 43.

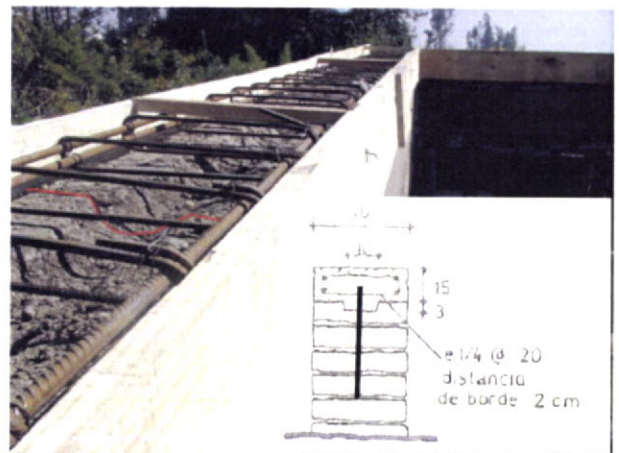


Fig.276-Exemplo de viga de coroamento.  
 Fonte: Pereira, Hugo Gigogne; Soluciones constructivas de refuerzos sísmo-resistentes em edificaciones de adobe e tapial; in Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005. p. 4-9.





Fig.277-Pormenores de execução do sistema. Exemplo de reabilitação do Rancho Camulos, Califórnia, depois de danificado em 1994 pelo sismo de Northridge.

Fonte: Barrow, Jake M. [et all] - Evolving methodology in Actas do seminário internacional de arquitectura, construção de edifícios de terra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontificia Universidad Católica del Peru, 2005. p. 6-7.

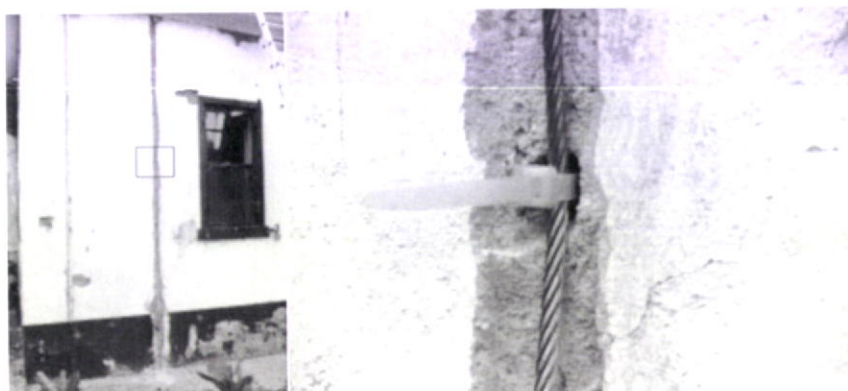


Fig.278-Exemplo de reabilitação do Rancho Camulos, Califórnia, depois de danificado em 1994 pelo sismo de Northridge.

Fonte: TOLLES, E. Leroy [et al.] - Seismic stabilization of historic adobe structures-Finalreport of the Getty seismic adobe project. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 2000. p. 157-158.

## **6 - Conclusão**

A presente investigação sobre a arquitectura de terra na Serra de Monchique permitiu reunir novos dados sobre as características das construções de taipa locais. Foram aqui encontradas inúmeras tipologias e uma tradição de utilização da cor em revestimentos que é invulgar para uma área rural localizada no interior da região Algarvia. Em resultado deste estudo, foi possível inventariar as técnicas e soluções construtivas utilizadas na região, assim como agrupar consoante a natureza dos fenómenos de deterioração da taipa. O conjunto de dados recolhidos permitiu também obter algumas respostas relativamente ao comportamento da taipa face ao fogo e aos abalos sísmicos, tomando como ponto de partida a correlação entre a qualidade da taipa e os danos ocorridos na região pelos fogos florestais de 2003 e 2004 e pela ocorrência dos sismos de 1969 e 1755, que alcançaram respectivamente uma magnitude de 7,5 e 8,7 graus na escala de Richter. Indicaram-se ainda os métodos de conservação e reforço para melhorar a resistência da taipa às acções sísmicas, tendo por base a recolha de campo e as recentes investigações internacionais neste campo.

### **Tipologias**

O inventário da arquitectura de terra, realizado durante a presente dissertação, permitiu identificar cinco grandes grupos tipológicos da arquitectura popular da Serra de Monchique, um de construções de apoio exclusivo à exploração da terra e quatro de construções de habitação que perfazem um total de 9 definições de tipologias de acordo com os critérios do projecto *CORPUS/programa Euromed Heritage* da Comissão Europeia para a Arquitectura Tradicional Mediterrânea. A diversidade de tipologias encontradas<sup>98</sup>, e as variações de tipo, comprovam a riqueza do património arquitectónico na Serra de Monchique. A classificação tipológica das construções do concelho diferencia-se entre si consoante o número de núcleos de habitação e o tipo de anexos. Os tipos encontrados, segundo os critérios internacionais atrás referidos, enquadram-se nas seguintes nomenclaturas:

A - Construções de apoio à actividade agrícola

B - Casa da Serra de Monchique

C - Tipologia de monte, subdividida em monte isolado (C1), monte agrupado (C2) e monte conjunto (C3). Que diz respeito a construções de média a grande escala, onde a organização interna se faz de forma socialmente diferenciada entre proprietário, empregados e trabalhador sazonais.

D - Casa elementar de dois pisos

E - Tipologia de casa contemporânea, subdividida em casa moderna (E1), monte recente (E2) e casa de dois pisos contemporânea (E3). Relativa a casas, onde se encontram utilizados critérios de distribuição de espaço recentes, como por exemplo, a integração de corredor como solução para a intercomunicação entre as divisões da casa.

---

<sup>98</sup> No sub capítulo "3.1.2- *Estudo da tipologia das construções, relativamente à planta, compartimentação e função dos espaços*", podem ser observados alguns exemplos da diversidade tipológica e respectivas variantes, respectivamente quadros 4 ao 9.

O inventário realizado permitiu constatar que a taipa representa o processo de construção com maior implantação do concelho, cobrindo um total de aproximadamente 80%. Facto que não se encontra devidamente documentado em nenhum dos dois estudos<sup>99</sup> anteriores de caracterização da arquitectura popular portuguesa, onde não é feito qualquer reparo relativamente à grande tradição de construir em terra na região. Também nenhum destes estudos associou a casa típica da serra de Monchique a ser construída em taipa<sup>100</sup>.

A informação recolhida durante o inventário, permitiu identificar e descrever as construções em terra mais características, como sendo duas tipologias de habitação muito comuns na região, nomeadamente a de monte isolado "C1" e de monte agrupado "C2". O primeiro caso é uma casa composta por um único corpo de habitação para rendeiros ou proprietários, com planta de distribuição longitudinal, do qual faz parte a arramada para o gado e o forno. Deste os exemplares mais frequentes têm de 3 e 4 compartimentos. No segundo caso, o monte agrupado, encontra-se associado a explorações médias e pode resultar ocasionalmente da evolução de um tipo de casa da Serra de Monchique "B" ou de montes isolados "C1", ao qual se acrescentou a casa nova para servir o filho mais velho. Associam-se assim dois corpos de habitação, a do dono da terra e um segundo para o filho mais velho e sua família ou eventualmente para servir de alojamento aos empregados. Neste tipo de casos é frequente a existência de uma ou duas chaminé na fachada.

São traços comuns das várias tipologias a adopção de disposições em planta com desenvolvimento rectangular, a localização ao centro da casa de fora, para onde dão todas divisões da casa e onde se acede ao exterior. Tal como sucede na arquitectura do Alentejo e do norte de Portugal, também aqui, a principal divisão da habitação é a cozinha, local escolhido para passar no Inverno tempo junto do fogo e onde se passa a maior parte da actividade domestica. Em regra, não existe chaminé para as construções elementares, característica que melhora as condições de aquecimento da habitação durante o inverno. Só em tipologias de monte ou mais complexas, se encontram exemplos de chaminés que podem ser de pequena escala ou exemplares de grande volume que sobressaem no conjunto de fachadas.

As coberturas empregam soluções com grande inclinação e com grandes beirados. Os telhados são em telha de canudo, assente sobre vigamento e ripado de madeira. Ocasionalmente encontram-se telhados de caniço e muito raramente, em casas mais prósperas, emprega-se guarda pó em toda a casa, nas maiorias dos casos observados a construção é rudimentar e apresenta um baixo conforto térmica face ao frio mas são frescas durante o verão. Os sistemas de drenagem são constituídos na maior parte dos casos por uma única água para plantas elementares de 2 a 3 compartimentos e de duas águas para casas com mais compartimentos. Os pavimentos são de terra batida

---

<sup>99</sup> Refiro-me as obras "*Arquitectura Popular em Portugal*" e "*Etnografia Portuguesa*" de J. Leite Vasconcelos

<sup>100</sup> No sub capitulo "3.1.2 - *Estudo da tipologia das construções, relativamente à planta, compartimentação e função dos espaços*", recolheram-se os contributos de obras precedentes sobre o tema do estudo tipológico da Serra de Monchique.

ou tijoleira, podendo adoptar desenhos em baixo relevo resultantes da compactação superficial sobre capachos de corda de sisal. Geralmente são casas servidas por um a dois quartos, ocasionalmente três, a cobertura destas divisões é sempre a mais cuidada da casa, dispõem quase sempre de guarda pó para evitar a entrada de lixo através da cobertura e a perda do calor interior.

A existência de beirados de grandes dimensões é também um dos elementos mais característico da arquitectura da região, este elemento dotado de uma inclinação inferior à da cobertura permite quebrar a velocidade de escoamento da água proveniente dos telhados. Desempenhando ainda, uma importante função de protecção das paredes de taipa, contra o efeito de erosão por impacto e arrastamento originados pela chuva.

Para uma região isolada no interior da serra Algarvia, o uso da cor é o que mais surpreende ao se visitar estas construções, embora o branco predomine na serra, existem muitos casos onde as cores são combinadas entre si para criar esquemas de pintura das fachadas principais onde se usa a cor, muitas vezes unicamente para marcar um determinado elemento construtivo, como por exemplo um beirado, um soco, os cunhais ou os vãos. A paleta de cores encontradas varia entre o ocre, o vermelhão, o azulão e o verde folha de oliveira.

Observaram-se também alguns exemplos bastante simples do uso da cor, simplesmente para marcar os vãos com molduras pintadas a branco numa parede de taipa não rebocada ou de caiação de parte da fachada na frente da casa de habitação.

A valorização arquitectónica das fachadas é no entanto mais evidente junto dos conjuntos habitacionais urbanos, onde os esquemas de pintura, são enriquecidos com a implementação de outros elementos, tais como molduras em vãos, beirados, cunhais e cornijas trabalhadas. No meio rural também existem este hábito, só que aqui limitam-se à execução de uma moldura envolvente a todo o vão ou só parcialmente, existindo também exemplos de soco, beirados e cunhais.

Concluiu-se ainda, existir uma correlação directa entre as tipologias encontradas e a existência de dois períodos sócios/económicos que resume o percurso da economia agrícola na região<sup>101</sup>, florescente até ao início do século XX, e que se altera progressivamente desde então para um cenário de abandono da exploração agrícola e de diminuição da população no concelho. O que permitiu compreender o padrão de ocupação do território<sup>102</sup> assim como também ajudar a datar a época provável de construção das edificações.

Podendo-se resumir em modos gerais como tendo vivido um período de estagnação até ao meio do sec.XIX, caracterizado por uma ocupação composta por construção em

---

<sup>101</sup> Veja-se o sub capítulo "2.1.7-Evolução da construção", os gráficos 1,2 e 3, onde pode observar a relação da evolução do n.º de fogos com a população, nas freguesias de Monchique, Alferce e Marmeleite, desde 1731 até 1991.

<sup>102</sup> Veja-se a fig.66-Mapa tipológico, no sub capítulo "2.1.7-Evolução da construção", onde se pode observar à distribuição actual das tipologias na região.

pequena escala, com estruturas de muito elementares de 2 a 3 compartimentos, principalmente tipologia A e B, em zonas próximas de vale, locais próximos de pontos de água e dos melhores solos onde a agricultura seria mais fácil.

Após a primeira revolução industrial, o panorama económico terá evoluído progressivamente em função de fortes relações comerciais com os centros populacionais próximos, ocorre o aumento demográfico na região marcando por um aumento significativo do número de construções no concelho. Época em que terão surgido as primeiras tipologias mais elaboradas como montes isolados (C1) com um único corpo de habitação de rendeiros ou trabalhadores, e eventualmente alguns monte agrupado (C2) com dois núcleos habitacionais, com juntamente com o surgimento de proprietários abastados. Em resultado do fim do comércio da madeira, e um clima económico favorável, surgem entre os anos de 1837 e 1911, as explorações agrícolas em terraços. A ocupação do território passa a partir desta data a incluir os terrenos mais declivosos, expandindo-se dos limites do concelho onde se encontra os vales para regiões mais elevadas localizadas no interior, terão surgido neste período os primeiros exemplares de construções com dois pisos (D) nas encostas norte da Serra.

Da existência de momentos de grande procura do mercado e conseqüente aumento dos lucros, durante a I e II Guerra Mundial, terá resultado o aumento exponencial da taxa de ocupação do território e correspondente implementação de estrutura produtiva de maior escala. Os montes agrícolas existentes terão crescido no sentido de tipologias de monte conjunto (C3).

Com o início do século XX, ocorre a decadência da economia rural, com o desaparecimento da actividade agricultura a partir da década de sessenta, a economia local vira-se para a pequena e média empresa florestal. A agricultura passa a ser realizado pelos proprietários da terra, meeiros e arrendatários. As características desta casa, passa a adoptar dimensões médias e uma planta mais modernas (E) que incorpora em planta corredor central para acesso as divisões.

### **Processos construtivos**

No que se refere aos materiais de construção, constatou-se que a taipa terá sido empregue em Monchique, até aproximadamente à década de cinquenta, altura da qual existem exemplares construídos destinados a escolas e casas de habitação social em Marmeleite. E que esta técnica foi utilizada na construção da grande maioria das estruturas rurais, conjuntamente com a utilização de adobe ou tabique para a construção das divisórias interiores. Outros processos construtivos marcam presença no concelho, tal como a alvenaria de pedra de foialte<sup>103</sup> e as construções tradicionais em betão armado e alvenaria de tijolo, mas encontram-se predominantemente junto dos aglomerados populacionais de Monchique, Alferce, Casais e Marmeleite.

---

<sup>103</sup> Um tipo de granito, muito abundante no maciço eruptivo da serra de Monchique. Veja-se o sub capítulo "2.3-Geologia da região", onde se correlaciona a geológica do concelho como factor condicionante na existência de duas zonas demarcadas onde se usa preferencialmente a pedra ou a taipa como técnicas construtivas.

Estas construções, embora utilizem técnicas universais de trabalhar a terra, empregam algumas soluções construtivas caracteristicamente locais, que resultam numa evolução directa da utilização dos materiais disponíveis na região e na adaptação da forma de construir às condicionantes (físicas, climáticas, culturais e sociais) da serra.

O trabalho de inventário e de recolha de testemunhos orais permitiu compreender melhor estes processos construtivos, assim como as soluções empregues, foi ainda possível esclarecer situações observadas em algumas obras e conhecer alguns segredos de trabalhar a terra. Aferiu-se também que, a avaliação da quantidade de água e a escolha da terra era empírica e que tradicionalmente esses processos eram transmitidos pelos mestres taieiros aos seus sucessores.

Relativamente à técnica de trabalhar a terra, ficou demonstrada uma ligação entre os processos construtivos e a natureza do solo. O caso de Monchique é exemplo disso, o solo esclético<sup>104</sup> com origem em xistos ou grauvaques, cuja aptidão para construir em taipa foi aqui confirmada, pode ser recolhido directamente a partir da superfície e até uma profundidade média de 30cm, uma vez que não existe camada de matéria orgânica. Tendo-se compreendido, também porque o processo de bater a terra, é distinto do utilizado em outros concelhos, e que isto se deve há maior presença das fracções gradas (areia e cascalho), pelo que se compacta a terra unicamente com malho em forma de cunha e base estreita. Este tipo de malho, permite atingir maiores pressões de contacto, que são fundamentais para compactar solos de constituição grada. Comparando com o concelho vizinho de Odemira, onde o solo é mais fino e constituído principalmente por argila, areia e gravilha, a compactação utiliza numa primeira fase também um malho idêntico ao de Monchique, para a compactação junto aos taipais e proceder as primeiras passagens ao longo da camada. Mas a compactação no interior do taipal, é realizada com um maço de secção circular ou prismática mais pesado mas com maior área de contacto, atingindo por isso uma menor pressão de contacto.

Outros elementos há, que evoluíram em resultado da adaptação a factores regionais ou que são características integrantes em termos arquitectónicos e por isso marcantes do processo de construir na região, tais como:

#### - Fundações

As fundações<sup>105</sup> encontradas no concelho de Monchique, elevam-se acima do solo mais do que os 30cm recomendados pelas boas praticas de construção em terra, podendo atingir uma altura de 50cm, 70cm ou mesmo 1.00m. Esta solução, que é geralmente destinada a servir de barreira aos fenómenos de ascensão capilar da humidade através da fundação, servem aqui também como protecção contra a acção directa da chuva na base das paredes de taipa, para evitar danos por efeito directo da chuva e de ricochete.

<sup>104</sup> Descrição completa do solo apresentada no sub no sub capítulo "2.1.7-Evolução da construção"

<sup>105</sup> Na região as fundações destas casas são também conhecidas como "acilho"

As características deste elemento construtivo, explicam-se pelo facto de a ocorrência das chuvas na região serem acompanhadas por ventos vindos de Sul e Sudoeste, o que faz com que o ângulo de incidência da chuva seja mais baixo. Por esta razão, é necessária a protecção conferida por uma fundação mais alta em alvenaria de pedra e por beirados mais largos.

#### **- Paredes**

Um dos traços comuns entre a arquitectura popular da Serra de Monchique e do Alentejo corresponde ao facto de habitualmente só serem revestidas as paredes da fachada principal. Em Monchique o tratamento da fachada pode ser realizado por simples caiação, por recobrimento com pasta de cal ou por reboco à base de cal e areia. Da observação de vários exemplos de rebocos de cal, constatou-se que, os mestres por vezes optavam por substituir a areia por materiais regionais, como por exemplo solos arenosos, calhau miúdo proveniente de um leito de ribeira ou por pedra de foiaite já muito desagregada. Visualmente estes rebocos resultam em textura distintas, obtendo-se um revestimento na cor da taipa quando são usados argamassas de reboco com solos. A razão desta escolha, deverá relacionar-se com o facto de a areia ser proveniente de Portimão ou Ferragudo, o que teria fortes repercussões no preço deste material, talvez por isso, os mestres optassem por materiais locais mais baratos e de fácil obtenção.

Outra característica destas casas de taipa prende-se com o facto de apresentarem um pé direito reduzido e um número reduzido de vãos. Geralmente as únicas aberturas para os núcleos de habitação, correspondem à porta de entrada e uma janela para a cozinha, podendo existir uma segunda janela ou porta, para um dos quartos ou despensa. A dimensão das aberturas é em geral reduzida e tem pouca expressão relativamente à área da parede de fachada.

O estudo realizado permitiu ainda identificar a adopção de técnicas de reforço estrutural, como contrafortes, lintéis de coroamento sobre paredes-mestras, poial em reforço da base de parede, envolvimento exterior com varão de aço para consolidação de paredes danificadas e o uso de esticadores.

A observação das construções estudadas na Serra de Monchique, permitiu ainda detectar algumas técnicas construtivas que embora surjam em pequeno número, podem ser observadas nesta região, respectivamente:

- Aplicação de pedras longitudinalmente ao longo da juntas.
- Aplicação de pedras sobre as juntas verticais da taipa, para matar a junta e impedir a propagação de fissuração a partir destas.
- Aplicação de pedras de grandes dimensões no interior das paredes, como medida de poupar terra ou tornar o trabalho mais rápido.
- Preenchimento dos buracos das agulhas com madeira.

**- Vãos**

Na abertura de vãos em paredes de taipa, foi constatada a utilização de vergas de madeira. Solução que mais recentemente foi substituída por verga de betão armado sobre vãos ou pela implementação de uma vigas corrida sobre as paredes exteriores, executada em betão armado ao nível superior das aberturas de portas e janelas.

**- Coberturas**

Uma característica predominante nesta região e que corresponde a uma adaptação ao clima, diz respeito à solução construtiva das coberturas a utilizar com pendentes superiores ao existente no resto da região Algarvia. Isto porque, as chuvas sazonais são acompanhadas por ventos fortes, e a adopção de uma inclinação compreendida entre 26° e 34°, permite que a cobertura fique mais próxima da perpendicular relativamente à incidência da chuva, melhorando-se assim as condições de impermeabilização dos telhados, tornando-os menos susceptíveis à entrada de água (por debaixo das telhas devido à acção do vento). Uma outra característica destas coberturas consiste em diminuir o efeito de sucção sobre os telhados, o que torna estas coberturas mais resistentes aos ventos fortes e às rajadas, muito características do clima da Serra de Monchique.

Encontraram-se ainda, em construções que se afiguram mais antigas, a existência de telhas especialmente trabalhadas, no ornamento nos extremos da cumeeira e em telhados de duas águas. Estas são designadas localmente como "rabos de pomba", encontrando-se semelhanças com as soluções de outros concelhos, nomeadamente com Aljezur e Silves.

As chaminés regionais, são de formas simples e pequena dimensão quando em casas modestas, apresentando algumas semelhanças com os modelos existentes na zona de Aljezur. Em montes maiores é frequente encontrar chaminés de dimensão superior como sucede no Alentejo, enquanto que nos centros populacionais podem ser observados exemplos com desenho mais complexo e mesmos chaminés de saia<sup>106</sup> em Monchique.

---

<sup>106</sup> Chaminé de grandes dimensões que cobre toda a divisão da cozinha.



### **Diagnóstico do comportamento aos sismos e ao fogo**

No que se refere à caracterização do solo<sup>107</sup>, de todas as amostras de solo analisadas, a de solo 2 da Portela do Tojeiro, é a que melhor se enquadra no fuso limite recomendado pelo CRATerre<sup>108,109</sup>. O solo que mais se afastou destas recomendações, foi o solo 5, que apresenta um défice de elementos finos na sua constituição. Pode-se assim considerar que todos os solos recolhidos são aptos para serem utilizados em estabilização de paredes, com a única excepção do solo 5 que necessitaria de tratamento granulométrico prévio<sup>110</sup>.

Não se procedeu aqui à comparação dos solos, com os limites percentuais para cada fracção granulométrica (argila, siltes, areia e seixo) que são indicados pelo CRATerre, porque esta obra segue as normas USBR e Decimal de classificação de solos, contrariamente a Portugal onde é utilizada a norma ASTM, o que impossibilita uma comparação directa uma vez que existe entre normas uma variação significativa dos intervalos dimensionais de cada fracção.

Para aferição das conclusões sobre a adequabilidade do solo, procedeu-se também à sua comparação com valores de referência nacionais para estabilização de paredes, indicados na *Circular de Informação Técnica do LNEC-CIT n.º9/Série D-4*, das quais resultaram idênticas constatações sobre os solos<sup>111</sup>.

Para a obtenção do intervalo de resistência da taipa da região, determinou-se a resistência à compressão do melhor e do pior solo encontrado, respectivamente o solo 2 e 5. Foram realizados para esse efeito ensaios Proctor standart de compactação leve, segundo a Norma NP198 mas com provetes de dimensão mais reduzidas (12x7x6.5cm), os resultados obtidos identificam o valor óptimo de humidade para compactação entre 13.4% e 13.6%, e a baridade máxima seca compreendida entre 1900kg/m<sup>3</sup> e 1920kg/m<sup>3</sup>, assim como valores de resistência à compressão para provetes de solo virgem entre 26.20 kg/cm (solo 2) a 27.71kg/cm<sup>2</sup> (solo 5), valores praticamente idêntico<sup>112</sup>.

Perante os resultados obtidos, conclui-se que o solo existente na região, para os parâmetros de avaliação da baridade segundo o CRATerre, embora seja considerado como um solo satisfatório para taipa, revela-se um solo excepcional<sup>113</sup>, quando comparado com os valores de resistência à compressão de várias amostras de solos

---

<sup>107</sup> Veja-se o quadro 15 do capítulo "4.1- Caracterização do solo"

<sup>108</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Construire en terre*. Paris: Ed. Alternatives, 1979. 172.

<sup>109</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre*. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. p. 116. vol.I

<sup>110</sup> Veja-se as figuras 139 e 140 do capítulo "4.1- Caracterização do solo"

<sup>111</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - *Construire en terre*. Paris: Ed. Alternatives, 1979. p.17

<sup>112</sup> A diferença entre os fusos do CRATerre e da Circular de Informação Técnica do LNEC-CIT n.º9/Série D-4 Portuguesa, são comparados na fig. 138 e 139, respectivamente fig. do capítulo "4.1- Caracterização do solo".

<sup>113</sup> Comparem-se os valores obtidos (quadro 20) com os resultados de solos do Alentejo (quadro 23), do capítulo "4.1- Caracterização do solo"

do Alentejo<sup>114</sup>, apresentando uma resistência mecânica superior a estes.

Também quando comparado com o que se encontra estabelecido em varias normas de construção em terra, verifica-se que cumpre os requisitos mínimos de resistência à compressão para ser empregue na construção de estruturas em terra, respectivamente,  $\geq 15\text{kg/cm}^2$ <sup>115</sup> Reef (CSTB) de 1945,  $\geq 24\text{kg/cm}^2$ <sup>116</sup> USA (Uniform building code U.S.A) de 1958 e  $\geq 12\text{kg/cm}^2$ <sup>117</sup> Norma Peruana para adobes (Technical building Standarte NTE E.080) de 2000.

Com vista à obtenção de uma maior resistência para a taipa, foram ensaiados vários métodos de estabilização<sup>118</sup>. Destes, os melhores resultados foram obtidos para armado com grelha de fibra de vidro (reforço tipo II) 54.72 a 48.16kg/cm<sup>2</sup> e para as soluções de adição de 14% de cimento (reforço tipo I) 47.15 a 72.67kg/cm<sup>2</sup>, solo armado com grelha de fibra de vidro (reforço tipo II) 54.72 a 48.16kg/cm<sup>2</sup> e para a junção destas duas técnicas (reforço tipo III) 62.3 a 97.46 kg/cm<sup>2</sup>.

Em termos de ganhos de resistência os melhores resultados foram obtidos para misturas de solo-cimento a uma taxa de 14% (reforço tipo I) (, em que os valores de compressão foram consideravelmente melhorados no solo 2 até 1,7 vezes. Para a mesma mistura o solo 5, obteve um aumento da resistência de 2.6 vezes a resistência do solo virgem.

Os provetes com misturas de cal produziram resultados abaixo do esperado para provetes com uma cura de três meses os resultados obtidos embora muito aproximados entre os dois solos ficaram-se por 12.53 a 15.39kg/cm<sup>2</sup>. Os resultados obtidos para esta solução, podem indicar por um lado a necessidade de período de cura superiores para permitir a carbonatação da cal ou então uma fraca acção da estabilização da cal sobre um solo pobre em argila. Pelo que, para uma correcta abordagem a esta questão seriam necessários ensaios em provetes com vários anos de cura, preferencialmente. De qualquer modo este facto deverá servir de indicador, de que a adopção de estabilizações em obra, sem o necessário trabalho de investigação e caracterização prévia, não deverão ser empregues em obra, por poderem resultar contraproducentes em termos de resistência da taipa.

<sup>114</sup> MOTA, Maria; Piedade, Antonio - Construção em terra crua no Baixo Alentejo-Portugal Tecnologia e material apropriados para zonas rurais. In Livro-Jornada sobre Construções em Terra aditivada. Lisboa : IST, 1999. p.4-18

<sup>115</sup> HOUBEN, Hugo [et al.] - Construire en terre. Paris: Ed. Alternatives, 1979. p. 187.

<sup>116</sup> Idem, Ibdem. p. 186.

<sup>117</sup> AAVV - Peru adobe code - Technical building standart NTE E.080, Lima(Perú) : National Building Standards, 2000. p. 20.

<sup>118</sup> Os procedimentos de ensaio encontram-se descritos, no sub capitulo "4.1- Caracterização do solo", veja-se também os quadros 18 e 19. A comparação quantitativa dos resultados dos ensaios dos métodos de estabilização do solo 2 pode ser consultada no gráficos 5 e 7 e para o solo 5 nos gráficos 6 e 8.

Como se sabe, em caso de sismo, as maiores implicações estruturais prendem-se com o efeito das deformações no aumento dos momentos e dos esforços de corte. Assim, e para melhor avaliar qual dos métodos de estabilização ensaiados representavam um maior contributo em termos de reforço sísmico, procedeu-se a ensaios de caracterização da capacidade resistente à flexão e ao corte.

A avaliação do incremento de resistência aos esforços de flexão<sup>119</sup> foi realizada através de ensaios em provetes de 12x4x4cm à flexão, segundo a norma EN196-1 para determinação da resistência mecânica de cimentos. Os resultados dos ensaios permitiram constatar que existe uma relação de aproximadamente 20% entre valores de tracção na fibra mais afastada e a resistência à compressão desses mesmos provetes respectivamente para os dois solos em estado virgem. Para os provetes de solos com reforço do tipo III e do tipo II, obteve-se as melhores relações de resistência tracção/compressão para o solo 2, com resultados de 51% e 44% respectivamente, superior ao provete de referência realizado com solo natural. Para o solo 5, obteve-se uma relação de 28% em ambas situações de reforço.

A grande diferença de resultados entre o solo 2 e 5, depois de se ter obtido valores praticamente iguais para solo virgem, levanta algumas dúvidas pelo que se considera que esta parte do estudo deverá ser aprofundada de modo a que seja possível confirmar estes resultados agora obtidos.

Os ganhos de resistência à flexão, obtidos foram de 6 a 3 vezes para reforço do tipo III, e de 3 a 2 vezes em reforço do tipo II, respectivamente para solo 2 e 5.

Os ensaios ao corte<sup>120</sup> realizados também em provetes de 12x4x4cm de solo 2, obtiveram um ganho de resistência de 66% para provetes com reforço do tipo III e constatou-se uma relação percentual de 20% entre a tensão de corte/compressão para solo natural ou reforçado.

Com base na metodologia utilizada, comprovou-se que a solução de solo com adição de 14 % cimento e armadura de fibra de vidro (reforço do tipo III) permite obter o melhor compromisso entre resistência mecânica e ductilidade, já que a capacidade de resistir a esforços de flexão pode aumentar entre 6 e 3 vezes e ao corte 1.5 vezes.

Este método de estabilização, revela-se de entre os estudados como a melhor solução sismo-resistente. A adopção deste método de reforço, permite ainda obter uma maior estabilidade dimensional em caso de fissuração severa, devido ao efeito de contenção promovido pela armadura interna em fibra de vidro. O que pode representar um óptimo método para minorar danos em paredes de terra estabilizada e ainda para aumentar o período de tempo que se poderá proceder em segurança a operações de evacuação e salvamento no interior de estruturas de taipa reforçadas em caso de sismo.

---

<sup>119</sup> Resultados indicados no Quadro 20

<sup>120</sup> Resultados indicados no Quadro 21

A caracterização mecânica das amostras de taipa da região da Serra de Monchique<sup>210</sup>, necessária à avaliação do comportamento de um modelo matemático, foi determinada tendo por base os valores de resistência à compressão para os solo 2 e 5, por aplicação directa das percentagens que atrás se descreveram para obtenção dos respectivos valores à flexão e corte.

### **Acção Sísmica**

No que se refere aos métodos tradicionais, o conhecimento adquirido pelo estudo de danos estruturais e dos métodos reparação e/ou reforço existentes nas construções em taipa<sup>211</sup>, foi fundamental para aferir o modelo estrutural teórico de uma casa típica da Serra de Monchique, que seria introduzido no programa de calculo SAP2000 para verificação à segurança.

As técnicas de reforço e reparação encontradas foram as seguintes:

- Esticadores e linhas, em contenção periférica de paredes desligadas por fissuração vertical em cunhais ou por rotação de paredes de fachada.
- Reforço de parede com contrafortes, na estabilização de paredes com cunhais mediantemente danificados ou em paredes problemas de falta de verticalidade.
- Contenção de paredes com alvenaria de pedra e reforço de base de parede com poial elevado, em estabilização de paredes severamente danificadas com perda da ligação em cunhais e na base, que apresentem grande instabilidade por rotação.

Os métodos de reforço estrutural encontrados, ultrapassam as regras de boa pratica de construir pela complexidade das soluções, nomeadamente:

- Ligação do vigamento do telhado às paredes-mestras, na interligação entre elementos construtivos de cobertura e de paredes, para uma melhor resposta conjunta da estrutura.
- Reforço de cunhais,
- Viga de coroamento em betão, para melhoria das condições de ligação entre paredes e de
- Construção de paredes exteriores com arrasto, para aumentar a estabilidade estrutural de construções de dois pisos em taipa.
- Reforço da taipa com fiadas de argamassa, em juntas como reforço estrutural de paredes de construções de dois pisos em taipa, com possíveis implicações no aumento da resistência ao corte e à tracção.

<sup>210</sup> Limites resistentes da taipa da serra de Monchique indicados no quadro 22 e valores de projecto minorados conforme critérios da norma do Peru para adobe

<sup>211</sup> O inventário das técnicas de reabilitação e reforço encontrados no concelho encontram-se ilustrado nas figuras 149-157, fig.160-168, fig.171-176 e 180-186, no sub capítulo 4.2.1- *Análise dos antigos métodos, usados para a melhoria do comportamento sísmico e das técnicas de reparação de danos originados por terramotos*

Constatou-se que relativamente ao reforço estrutural, os mais recentes trabalhos de investigação comprovam a eficácia das técnicas tradicionais do ponto de vista sísmico resistente. É o caso dos processos de reabilitação com uso de esticadores e linhas, e das soluções que permitem a deformação das estruturas de terra como um todo através da melhoria das condições de ligação entre elementos estruturais. Como por exemplo de ligação entre cobertura-parede, parede-parede e de ligação de paredes por viga de coroamento.

No entanto, estas as técnicas de reforço, que utilizam contrafortes, poial e enchimento de desaprumo com alvenaria de pedra, não poderão considerar-se soluções para reforço sísmico, uma vez que não actuam directamente sobre a falta de ligação entre elementos e só se limitam a travar deformações da estrutura. Por esta razão, não estão preparadas para resistir a novas ocorrência sísmicas.

### **Avaliação dos esforços sísmicos**

Embora o método utilizado não represente uma avaliação de segurança estrutural correcta, uma vez que o programa de cálculo utilizado não permite reflectir com exactidão o comportamento real da taipa, os resultados obtidos para cargas actuantes não majoradas permitiram determinar a existência de uma correlação entre os pontos da estrutura onde se geram os maiores esforços e a maioria das zonas de fissuração observados durante o levantamento de patologias estruturais.

As zonas onde se verificou essa relação, foi:

- Em paredes transversais da construção (P4, P5, P6 e P7), nas zonas adjacentes aos cunhais e à ligação entre paredes, onde os esforços de tracção são máximos, ocorrem em regra com desenvolvimento vertical com início no topo das paredes, e de modo coincidente com os danos de rotura de ligação que se observou na maior parte das construções.
- Em fissuração por efeito de corte nas zonas de ligação vertical entre paredes e também nas vergas dos vãos.
- Em zonas frágeis junto dos cantos das paredes, devido ao efeito de maiores valores de tracção, podendo nesses casos resultar também em fissurações importantes. Anomalia que embora detectada em alguns caso, ocorre em muito menor número que as anteriores.

Do ponto de vista da verificação à segurança das estruturas de taipa, embora ainda seja necessário prosseguir no futuro aos trabalhos de investigação até que sejam definidas quais as reduções da capacidade resistente mais adequadas para a taipa, tal como já ocorre nas construções de adobe no Peru. Também em Portugal deverão existir critérios semelhantes, devidamente aferidos ao tipo de solo e à força dos nossos sismos, para que sejam garantidas condições mínimas de segurança aos utentes destas construções.

Assim, e na tentativa de responder até que ponto estas estruturas estarão preparadas para resistir aos sismo, foram adoptados os mesmos critério de verificação à segurança que são indicados na norma para construção em adobe no Peru.

Este tipo de análise, revela a importância da correcta escolha do solo, para garantir níveis de segurança ao sismo. Como foi possível constatar, para um solo como o de Monchique (de óptima qualidade), quando empregue num modelo estrutural de casa em taipa típica da Serra de Monchique, caracterizado por paredes de 45cm de espessura e vãos de afastamento muito inferiores às necessidades actuais de espaço, viu atingidas 28% da sua capacidade de compressão limite e 11% da capacidade de corte. Considerando que as plantas actuais apresentam características menos compactas e de maior irregularidade sem desenvolvimento da estrutura em forma de grelhas, vãos consideravelmente maiores, estes valores deverão ser significativamente ultrapassados. Nesta situação, faz todo o sentido proceder à melhoria das condições de ductilidade do material, seguindo a metodologia de reforço estrutural, como por exemplo entre outras, a adição de cimento em 14% ao solo e armadura de fibra de vidro que foi ensaiada no presente trabalho.

Outro aspecto que foi evidenciado neste cálculo, diz respeito a uma maior susceptibilidade do modelo estrutural ensaiado aos sismos de epicentro próximo <sup>212</sup>, em que se atingem as maiores acelerações, e conseqüentemente, as maiores reacções da estrutura. Estes dados podem muito bem explicar o bom comportamento destas construções durante a ocorrência dos dois grandes terremotos na região: 1755 e 1969 de que são testemunhos históricos as “memórias paroquiais” e o relatório de danos do sismo de 1969.<sup>213</sup> Prova-se assim que a taipa quando é de boa qualidade, resiste melhor à acção sísmica do que se pensava inicialmente. E que as alvenarias de pedra, se terão comportado comparativamente pior que as construções de taipa, por altura dos dois sismos históricos na região.

A investigação existente neste campo, permite concluir que é possível encarar o futuro, com optimismo<sup>214</sup> uma vez que existem dados que comprovam a possibilidade de serem adoptadas técnicas de reforço destas estruturas. No entanto, estes valores devem também servir de sinal perante a possível falta de segurança de algumas construções mais recentes. A preservação da vida humana em caso de catástrofe sísmica é uma obrigação e um dever de todas as profissões relacionadas com a construção.

---

<sup>212</sup> Da segunda lei de Newton ( $F=m \times a$ ) quanto maior for a aceleração para uma massa constante maiores as forças, veja-se a figura 21 do sub capítulo “2.4 - Caracterização sísmica da região”, onde se mostra que para a região de estudo as acelerações são superiores para sismos próximos.

<sup>213</sup> No ponto “a.1) Danos registados, em resultado dos sismos de 1755 e 1969”, do sub capítulo “2.4 - Caracterização sísmica da região”, procedeu-se à recolha de elementos que testemunham o comportamento das estruturas de taipa de Monchique face estes dois grandes sismos histórico.

<sup>214</sup> O sub capítulo “4.2.2.3 - Outras referências bibliográficas”, aborda este tema, destacando-se trabalhos de investigação como por exemplo o Relatório final “Shake table teste services for Getty seismic adobe and project terra” e Agreement number 0600031872 “Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Pontificia Universidad Católica del Perú. 2005

### **A taipa face à acção do fogo**

Em resultado do estudo realizado, facilmente se conclui que, mesmo em condições bastante adversas com longa exposição ao fogo, as paredes em taipa mantêm-se estruturalmente estáveis, podendo ser reaproveitadas, o que não sucede com as paredes de alvenaria de tijolo ou adobo, onde se verifica a perda da ligação entre as camadas de assentamento e os blocos.

Conclui-se ainda, que só em casos excepcionalmente longos de exposição a fontes térmicas elevadas, a taipa resulta alterada em alguma profundidade, pressupõe-se que só nesses casos a resistência mecânica seja afectada. Para responder a esta questão, seria necessário proceder a ensaios "in situ" para determinação dos valores de rotura à compressão e ao corte, simultaneamente em zonas da mesma construção que tenham sido danificadas e em partes da taipa em bom estado de conservação, o que não foi possível.

Detectou-se ainda que os elementos que apresentam maior risco de incêndio, são as coberturas e os vãos em madeira, pelo que é recomendável a adopção de materiais que garantam uma maior resistência ao fogo na sua construção. Neste caso, propõe-se por exemplo a adopção de coberturas constituída por vigas de madeira com revestimento a tinta ignífuga ou com tratamento retardantes, e eventualmente a implementação de sistemas de rega automática das coberturas para actuarem em caso de fogo.

Considera-se também que foi comprovado, que a taipa garante uma resistência ao fogo bastante acima da média face a soluções construtivas correntes, embora se desconheça como é afectada a resistência interna e quais as classes de reacção ao fogo deste material. Para uma melhor compreensão dos mecanismos relacionados com o comportamento da taipa ao fogo, torna-se ainda necessário proceder a estudos laboratoriais suplementares e a ensaios "in situ". Só deste modo, será possível comparar facilmente com outros elementos de construção as suas vantagens e desvantagens.

### **Técnicas de conservação**

Após a recolha documental realizada na presente investigação, considera-se que existem actualmente condições para que doravante se possa passar a adoptar também critérios de reforço estrutural sísmo resistentes adequados na construção em terra.

A implementação de soluções de reforço em estruturas de taipa, é viável e encontra-se comprovado por diversas investigação internacional recentes. As conclusões destes estudos, têm apontado para a necessidade de melhorar as condições de ligação entre elementos estruturais, do tipo parede-parede-cobertura-fundação, para promover o funcionamento da estrutura como um todo e também para reduzir as deformações.

De todos os métodos indicados, cinco deles revelam-se especialmente recomendados, pois representam um baixo nível de intrusão nas estruturas originais, e apresentam soluções na maior parte dos casos reversíveis. Embora a implementação destas soluções se possa fazer individualmente, os melhores resultados podem ser obtidos conjugando vários destes métodos. Dadas as suas características, podem ainda ser empregues tanto na arquitectura popular como no património classificado, uma vez que seguem as orientações das cartas internacionais de restauro. Essas metodologias são:

- Aplicação de reforço estrutural, pela implementação de reboco armado<sup>215</sup>, por exemplo com grelhas de polietileno e ligação entre as duas faces por conectores.
- Ligação entre paredes e reforço dos cunhais, com execução de viga de coroamento de pequena rigidez, incluindo ligação por chumbadores entre a viga e o topo das paredes de taipa.
- Ligação entre parede através de estrutura de cobertura em madeira, para limitação das deformações da estrutura.
- Utilização de diagrama em estrutura de madeiras<sup>216</sup>, em paredes que recebem cargas (paredes mestras), para limitação das deformações da estrutura.
- Ligação do telhado as vigas de coroamento<sup>217</sup> e aplicação de diagrama em estrutura de madeiras, em paredes que não recebem cargas (exemplo de paredes divisórias).

De aplicação mais restritiva porque implica uma maior perturbação da estrutura original, pode ser considerado ainda o método de reparação/reforço estrutural de inclui amarração vertical e horizontal das paredes e da cobertura, conforme recomendado no *Getty adobe reserch*<sup>218</sup>.

Para efeitos de reparações e manutenção das capacidades resistentes das paredes, foram referenciados vários métodos, nomeadamente para:

- Reparação de fissuras em cunhais.
- Preenchimento de fissuras finas com argamassas hidráulicas fluidas.
- Preenchimento de lacunas de grande e pequena dimensão,
- Preenchimento de lacunas de grande dimensão por terra projectada.
- Preenchimento de lacunas de grande dimensão, com recurso ao uso de BTC ou adobe.

---

<sup>215</sup> Veja-se a fig.258-257, do capítulo "5.2 - Técnicas de reabilitação de edifícios de taipa".

<sup>216</sup> Veja-se a fig. 275, 272 e 274-271. idem.

<sup>217</sup> Veja-se a fig.271-277 idem.

<sup>218</sup> Veja-se a fig.273-278, no ponto "c.2)Fissuração por cargas concentradas" do capítulo "5.2 - Técnicas de reabilitação de edifícios de taipa".



São ainda conclusões deste estudo, intervir no sentido de se manter a capacidade resistente dos elementos estruturais, mantendo o número de vãos reduzido e a abertura de vãos condicionada em área e localizada longe de cunhais estruturais. Sendo sempre aconselhável que não sejam introduzidos elementos estruturais de natureza e comportamento muito diferente das estruturas originais, para que não resultem incompatibilidades durante acções dinâmicas ou durante a vida útil da estrutura.

Recomenda-se, ainda e preferencialmente soluções de cobertura e de reforço que utilizem madeira, para manter o mínimo de acréscimo de massa para a estrutura, de modo a não contribuir para o aumento das forças sísmica.

No caso dos incêndios, considera-se também que poderão ser utilizadas soluções de protecção que incluam a aplicação de tintas retardadoras de incêndio para colmatar o problema da forte acção térmica.

Face às conclusões obtidas, revela-se de grande importância os estudos desenvolvidos pelas universidades no campo da investigação e no contributo prestado na evolução das técnicas de conservação e reforço das construções em terra. Constata-se no entanto, que se deve evoluir no sentido de uniformizar critérios de ensaios, de modo a facilitar a comparação de resultados entre trabalhos de autores de origens distintas, sem esquecer a necessidade de melhorar as condições de disponibilidade dos trabalhos para consulta colocando-os por exemplo on-line. Só deste modo se poderá evoluir ainda mais neste campo. Talvez, assim, um dia sejam definidos padrões de segurança adequados à realidade sísmica do nosso território.

Presentemente existem exemplos de países como o Peru ou a Califórnia, onde após grandes cataclismos, que resultaram na perda de grande parte do património histórico, foi repensada a maneira de conservar passando-se a acautelar com grande cuidado o património restante. Em Portugal, embora já tenham ocorrido no passado danos consideráveis com grande perda do património construído, actualmente as intervenções de conservação e reabilitação, por regra não incluem acções de reforço sísmico.

Muito temos aprendido com o património existente, mas certamente muito mais se pode aprender. Não será nossa a responsabilidade de conservá-la para o levar às novas gerações? Neste sentido, estaremos verdadeiramente a preservar o nosso património.

## **Bibliografia:**

AAVV - Arquitectura popular em Portugal. 3ª ed. Lisboa : Ed.Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. vol.III

AAVV - Actas do IV SIACOT seminário Ibero-Americano de construção com terra/ IIIATP - Arquitectura de terra em Portugal. Lisboa : Argumentum, 2005. 286p.

AAVV - Actas do V SIACOT seminário Ibero-Americano de construção de terra/ I SAACT Seminario Argentino de Arquitectura y construcción con tierra. Argentina : Ed.CRICYT, 2006. 292p.

AAVV - Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. 660p.

AAVV - Arquitectura de terra em Portugal. Lisboa : Argumentum, 2005. 300p.

AAVV - Peru adobe code - Technical building standart NTE E.080, Lima(Perú) : National Building Standards, 2000. 25p.

AAVV - Os solos do Algarve e as suas características-vista geral. Faro : Ministerio da Agricultura, Pescas e Alimentação-DGHEA, 1898. 175p.

AAVV - Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/ Adobe 90 Preprints. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. 489p.

AAVV - Actas do seminário internacional de arquitectura, construcción de edificios de tierra em áreas sísmicas Sismoadobe 2005. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 2005. 952p.

AFILHADO, Alexandra [et al.] - Risco sísmico na região do Algarve: Contribuição das zonas sismogénicas do Goringe, Margem Alentejana e Algarve. In Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.103-112.

ÁGUAS, Ana - A serra de Monchique e as suas rochas. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense Lda, 2000. p.55-68

AGUIAR, José - Cor e cidade histórica-Estudo cromático e conservação do património. Porto : Faup Publicações, 2002. 650p.

ARGUMEDO, Roberto Samanez - Criterios y técnicas de restauracion aplicadas en los monumentos de adobe en el Peru. in Actas da 6ª conferência internacional de conservação da arquitectura de terra/ Adobe 90 Preprints. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990. p. 342-347.

ASHURTS, John [et al.] - Brick, terracotta and earth. England : Englis Heritage, 1988. 126p. vol.II

BARROS,Luís Aires - As rochas dos monumentos portugueses tipologias e patologias. Lisboa : IPPAR ; 2001. vol.II

BARROW, Jake [et al.] - A rich building tradition [online], CRM Archive Issue 22-06 Conserving Earthen Architecture/Conservando la Arquitectura de Tierra, [disponível na Internet via [WWW.URL:http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf](http://crm.cr.nps.gov/archive/22-6/22-06-1.pdf)] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

BENDAKIR, Mahmoud [et al.] - Methodologie de recherche pour la preservation du site archeologique de Mari(Syrie). In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.317-323

BIBLIOTECA DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL – Alvenaria, cantaria e betão. Lisboa : Livraria Bertrand, 1945. 507p.

BRANCO, J.Paz - Manual do pedreiro. Lisboa : LNEC, 1981

BRITO, Jorge [et al.] - Construções e reabilitação com materiais tradicionais. Lisboa : IST-FunDEC, 2004. 296p.

BRITO, Jorge - Paredes de Taipa e Adobe. Lisboa : IST-FunDEC, 1999. 22p.

BRUNO, Patrícia - Contributo para o estudo e a conservação da muralha islamica de Juromenha in Actas do IV SIACOT seminário Ibero-Americano de construção com terra/ IIIATP - Arquitectura de terra em Portugal. Lisboa : Argumentum, 2005. p. 70-73.

CÂMARA MUNICIPAL DE MONCHIQUE - Inventário dos danos resultantes dos incêndios ocorridos de 8 a 16 de Agosto e de 11 a 18 de Setembro. Monchique : FSU da CMM, 2003. 87p.

CAPUTO, Homero - Mecânica dos solos e suas aplicações 1. 3ª ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977. 242p.

CARNEIRO, Isabel; CAMPOS, Nuno - O Concelho de Monchique e as suas armas Municipais: Da perspectiva histórico-sociológica à perspectiva heráldica. Monchique : Comissão Instaladora do Museu de Monchique e Junta de Freguesia de Monchique, 2003. 160p.

CARVALHO, Augusto da Silva - Memorias das Caldas de Monchique. Lisboa : Ed. da Comissão Administrativa das Caldas de Monchique, 1939. 240p.

CAVACO, Carminda - O Algarve Oriental – As vilas, o campo e o mar. Faro : Gabinete do planeamento da Região do Algarve,1976. 204p.

CHIARI, Giacomo [et al.] - Ethil silicate treatments and humidity. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.422-425

CORREIA, António - Ensaio para controlo de terraplenagens. Lisboa : LNEC, 1987. 95p.

COSTA, Alexandre [et al.] - 1755-Terramoto no Algarve, Faro : Centro de ciência viva, 2005. 237p.

COSTA, Américo - Vila de Monchique. In Dicionario Chorografico de Portugal Continental e Insular; Vila do Conde : Tipografia privativa do dicionario chorografico Azurara, 1943. vol.VIII.

COSTA, Joaquim - Caracterização e constituição do solo . 4ª ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. 1991. 528p.

CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve: Relatório final do curso de engenheiro agrónomo apresentado. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de agronomia, 1957. 426p.

CUNHA, Fernando Reis - O clima do Algarve. Faro : Ministerio da agricultura e pescas e alimentação, 1989. 155p.

Departamento de estruturas do LNEC. Localização das placas tectónicas responsáveis pela actividade sísmica do Algarve [[http://www.ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/mede\\_sismo.html](http://www.ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/mede_sismo.html)] (18/4/2005)

DIAS, Gabriel [et al.] - A conservação das estruturas antigas em terra crua. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.210-214

DIAS, Gabriel [et al.] - A terra crua como material de construção. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.304-309

DINIZ, Marcos - Arquitectura civil em Faro após o terramoto de 1755. Faro : Tipografia União, 1981. 53p.

DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO - Câmara Municipal de Monchique. In Inquérito dos Estraços causados ao Concelho de Monchique pelo Sismo de 28/2/69. Faro : Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização. 1969.

DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO - Câmara Municipal de Silves. In Inquérito dos Estragos causados ao Concelho de Monchique pelo Sismo de 28/2/69. Faro : Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização. 1969

DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO - Câmara Municipal de Tavira. In Inquérito dos Estragos causados ao Concelho de Monchique pelo Sismo de 28/2/69. Faro : Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização. 1969

EASTON, David - The restoration and revitalization of rammed earth in California. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Ed. Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.426-428

EUSÉBIO, António - Reabilitação e melhoramento de paredes de terra crua -Taipa. Dissertação de Mestrado em Construção, Lisboa : LNEC, 2001. 191p.

FARIA, J. M. Rocha [et al.] - Estudo hidroclimatológico da região do Algarve. In. O clima de Portugal. Lisboa : INMG, 1981. p.37-91

FEILDEN, Sir Bernard - Entre dos terremotos. Trad. em espanhol por Juana Truel. Perú : Abril S.A., 1991. 103p.

GABINETE DE ESTUDOS E PROJECTOS, Lda - Câmara Municipal de Monchique/Plano Director Municipal. Lisboa : GITAP, 2000. vol. 4.

GALHANO, Fernando [et al.] - Arquitectura tradicional de Portugal. 5ª ed. Lisboa : Ed. Dom Quixote, 2003. 374p.

GASCO, José António - Subsídios para a monografia de Monchique. 2ª ed. Fac-similada. Faro: Algarve em Foco Editora, 1993. 412p.

HOUBEN, Hugo [et al.] - Traité de construction en terre: L'encyclopédie de la construction en terre. Marseille : Editions Parenthèses, 1989. vol.I

HOUBEN, Hugo [et al.] - Construire en terre. Paris: Ed. Alternatives, 1979. 286p.

JEANNET, Jack [et al.] - Le Pisé – Patrimoine, Restauration, technique d'avenir. Nonette : Ed.CRÉER, 122p.

LEAL, Pinho - Portugal Antigo e Moderno. In Memorias para a história Eclesiástica do Bispado do Algarve. Lisboa : Tipografia da Academia das Sciencias de Lisboa, vol. V.

LEITÃO, Luiz Augusto - Curso elementar de Construções. Lisboa : Imprensa Nacional, 1896. 479p.

MATOS, Jorge - A serra de Monchique e as suas rochas. In I Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.69-96

MARGUERON, Jean-Clude [et al.] - Premiers regards sur les solutions techniques mises en oeuvre a Mari(Syrie), Vers 2005-2000AV.J.-C., pour la conservation de l'architecture de terre. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Ed. Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.299-303

MARQUES, Maria da G. M. - O ALGARVE da antiguidade aos nossos dias. Faro : Gabinete do planeamento da Região do Algarve, 1976. 750p.

MARREIROS, Glória - Um Algarve outro contado de boca em boca. Lisboa : Livros Horizonte.Lda,1999. 311p.

MEDA-CORPUS - *Typologies* [online], CORPUS, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.meda-corpus.net/fm/index.asp?op=40201265>] Arquivo captu-rado em 19 de Junho de 2006

MESTRE, Victor - Arquitectura Popular da Madeira. Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico. Lisboa : Argumentum, 2002. 352p.

MORARU, Dinu-Stefan [et al.] - La consolidation des constructions historiques et/ou archeologiques en terre (argile) par injection electrocynetique avec une solution de chaux-bentonite-uree. In Actas da 7ª conferencia internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, (Silves-Portugal 24 a 29 Outubro de 1993). Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1993. p.426-428

MOTA, Maria; Piedade, Antonio - Construção em terra crua no Baixo Alentejo-Portugal Tecnologia e material apropriados para zonas rurais. In Livro-Jornada sobre Construções em Terra aditivada. Lisboa : IST, 1999. p.4-18

NEUMANN, Júlio Vargas - Tapial Sismo-resistente. Navapalos(Espanha) : CENAPRED, 1992. 16p.

NEUMANN, Júlio Vargas [et al.] - Investigation científica innovativa: edificaciones de adobe en areas sismicas. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 1981. 142p.

NEUMANN, Júlio Vargas [et al.] - Resistencia sismica de la mamposteria de adobe. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 1984. 19p.

NEUMANN, Júlio Vargas - Generalidades y conceptos básicos de la construcción antisismica. Lima(Perú) : Pontifica Universidad Catolica del Peru, 1975. 23p.

OLIVEIRA, Carlos [et al.] - Contribuição para a revisão da acção sísmica em Portugal Continental no contexto do Eurocódigo 8. In Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.153-164.

OLIVEIRA, Carlos [et al.] - Ensaio à rotura de paredes de alvenaria tradicional. In Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.503-513.

PEREIRA, Orlando - Pavimentos rodoviários - Volume III. Lisboa : LNEC, 1971

QUARESMA, António Martins - Vila Nova de Mil Fontes-Historia. Porto : Ed.Junta de Freguesia de V.N. de Milfontes, 2003. 244p.

SABIHA, Touami - Les techniques de réduction du risque sismique à travers quelques bâtiments de la Casbah d'Alger. In Sísmica 99 - 4º Encontro sobre sismologia e engenharia sísmica. Faro : Comissão organizadora Carlos A.P. Martins, 1999. p.173-182.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - Carta de solos de Portugal Esc.1/1.000.000. Lisboa : Serviços de reconhecimento e de ordenamento agrário, 1968

SENOS, Maria [et al.] - *Sismicidade de Portugal Continental* [online], Divisão de Sismologia/Instituto de Meteorologia, [disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.ucm.es/BUCEM/revistas/fis/02144557/articulos/FITE0303110093A.PDF>] Arquivo capturado em 26 de Setembro de 2004

Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal [<http://www.spes-sismica.org/p1755.htm>] (1/10/2004)

ONDULINE. Fotos [<http://www.onduline.pt/fotos.htm>] Arquivo (3/9/2006)

Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Máxima intensidade macro sísmica observadas até à actualidade em Portugal [<http://www.spes-sismica.org/Escalas/pMMI.pdf>] (1/10/2004)

Sociedade portuguesa de engenharia sísmica. Sismicidade historica [<http://www.spes-sismica.org/pSismHist.htm>] (18/4/2005)

TELO, Americo - Da economia agrícola de Monchique alguns elementos da sua evolução até ao século XX. In Jornadas de Monchique-Actas (29 e 30 de Abril de 2000). Lousã : Tipografia Lousanense, Lda, 2000. p.131-152

TEIXEIRA, Gabriela [et al.] - Diálogos de Edificação. Porto : Centro Regional de Artes Tradicionais, 1998. 164p.

TOLLES, E. Leroy [et al.] - Guías de planeamiento e ingeniería para la estabilización sismorresistente de estructuras históricas de adobe. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 2002. 143p.

TOLLES, E. Leroy [et al.] – Seismic stabilization of historic adobe structures-Finalreport of the Getty seismic adobe project. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 2000. 158p.

TOLLES, E.Leroy Tolles - Overview of the Getty Adobe Research of the 1990's. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1990

TORREALVA, Daniel - Agreement number 0600031872 "Shake tables test services for Getty seismic adobe project and project Terra-Final report, Perú : Pontifica Universidad Católica del Perú, 2005. 31p.

VASCONCELOS, J.Leite - Etnografia Portuguesa. Lisboa : Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1975. vol.VI

WARREN, John - Conservation of Earth Structures. England : Butterworth-Heinemann, 1999. 224p.

#### **Normas:**

E16. 1953, Especificação - Determinação do teor de humidade de um provete de solo. Lisboa: LNEC. 4p.

E15. 1953, Especificação - Determinação do peso específico das partículas de um solo. Lisboa: LNEC. 7p.

E27. 1954, Especificação - Limite de consistencia de solos. Lisboa: LNEC. 21p.

E195. 1966, Especificação - Preparação por via seca de amostras para ensaios de identificação. Lisboa: LNEC. 2p.

E196. 1966, Especificação - Análise granulométrica. Lisboa: LNEC. 13p.

E240. 1970, Especificação - Classificação unificada de solos. Lisboa: LNEC. 9p.

E197. 1966, Especificação - Ensaio de compactação-tipo Proctor. Lisboa: LNEC. 9p.

E226. 1968, Especificação - Ensaio de compressão. Lisboa: LNEC. 9p.

E239. 1970, Solos - Análise granulométrica por peneiração húmida. Lisboa: LNEC. 5p.

E198. 1967, Solos - Determinação do CBR. Lisboa: LNEC. 12p.



**Fontes:**

IANTT - Dicionário Geográfico, Lisboa : Freguesia de Monchique, 1758. Vol. 23, rolo 456 pp.1411-1150.

IANTT - Dicionário Geográfico, Lisboa : Freguesia de Marmeleite, 1758. Vol. 22, rolo 350.

IANTT - Dicionário Geográfico, Lisboa : Freguesia de Alferce, 1758. Vol. 2, rolo 278, pp.479-482.

4