A construção de terra: técnicas tradicionais construtivas do Butão

João M. Guedes^{1,*} , Tiago Ilharco¹, Alexandre A. Costa¹ , Bruno Quelhas¹, Valter Lopes¹, Joana Vasconcelos², Gabriela Vasconcelos²

¹ NCREP – Consultoria em Reabilitação do Património Construído Lda., Praça Coronel Pacheco, 2, 4050-453 Porto, Portugal

² Atelier in vitro, Praça General Humberto Delgado 267, 5º piso, Sala 9, 4000-288 Porto, Portugal

*jguedes@fe.up.pt

Resumo

O NCREP – Consultoria em Reabilitação do Património Construído Lda., no âmbito de um projecto financiado pelo Banco Mundial e solicitado pela Divisão para a Conservação de Sítios Patrimoniais (DCHS) do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão, efectuou o levantamento das características construtivas do património edificado vernacular em terra do Butão. Este trabalho, que pretendeu compreender melhor o comportamento estrutural deste património e, com base nesta informação, propor medidas de mitigação do risco sísmico, integrou o estudo de 18 edifícios tradicionais em terra de duas aldeias do distrito de Punakha. Os levantamentos foram realizados casa a casa, baseados num guião fornecido pelo DCHS, e incluíram um inquérito aos artesãos responsáveis pela edificação destas tipologias construtivas, apoiado num questionário integrado no projecto, com o objectivo de recolher informação sobre os procedimentos, ritos e práticas seguidos nesta edificação. O presente artigo incide apenas sobre a primeira parte do trabalho; são apresentadas as principais características construtivas que resultaram do levantamento efectuado e compilados os resultados do inquérito aos artesãos.

Palavras-chave

Butão
Construção em terra
Processos construtivos
Técnicas tradicionais

Earth construction: traditional building techniques of Bhutan

Abstract

NCREP – Consultancy in Rehabilitation of Built Heritage Ltd., surveyed the constructive features of Bhutan's vernacular rammed earth built heritage, as part of a project financed by the World Bank and commissioned by the Division for the Conservation of Heritage Sites (DCHS) of the Department of Culture - Ministry of Home and Cultural Affairs of Bhutan. This work, which aimed at better understanding the structural behaviour of this heritage and, based on this information, proposing measures to mitigate its seismic risk, included the study of 18 traditional rammed earth buildings in two villages in the Punakha district. The surveys were conducted house-to-house, based on a DCHS script, and included surveys of artisans responsible for building these constructive typologies, supported by a questionnaire integrated within the project, to collect information on the procedures, rites and practices followed in these constructions. This article focuses only on the first part of the work; it presents the main constructive characteristics assessed from the survey carried out on this built heritage and compiles the results of the surveys of the artisans.

Keywords

Bhutan
Rammed earth
Construction processes
Traditional techniques

ISSN 2182-9942

Introdução

O NCREP - Consultoria em Reabilitação do Património Construído Lda., no âmbito de um projecto financiado pelo Banco Mundial e solicitado pela Divisão para a Conservação de Sítios Patrimoniais (DCHS) do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão, efectuou o levantamento das características construtivas do património edificado vernacular em terra do Butão. Este trabalho, que pretendeu compreender melhor o comportamento estrutural deste património e, com base nesta informação, propor medidas de mitigação do risco sísmico, integrou o estudo de 10 edifícios tradicionais em terra da povoação de Pathari (Kabesa) e 8 da povoação de Tana (Zome), ambas do distrito de Punakha. O trabalho baseou-se em levantamentos *in situ* realizados casa a casa durante visitas ao local efectuadas em Janeiro e Fevereiro de 2015. Com base nessa informação, foi preparado um relatório por edifício que incluiu, para além da informação anterior, a resposta a um formulário de exigências e directrizes fornecidas pelo DCHS [1-2]. Este formulário continha um primeiro questionário, dirigido aos técnicos do NCREP, sobre as principais características dos edifícios e um

segundo questionário, dirigido aos artesãos responsáveis pela construção destas tipologias construtivas, designados neste artigo por mestres artesãos, sobre os procedimentos, ritos e práticas seguidos na edificação destas tipologias construtivas.

Em particular, o trabalho incluiu, numa primeira fase, a caracterização dos aspectos arquitectónicos, construtivos e estruturais mais relevantes dos edifícios, dando particular ênfase às paredes de taipa e a eventuais características observadas *in situ* associadas à melhoria do comportamento das construções face a ocorrências do tipo sísmico. Contemporaneamente, foi efectuado o levantamento do estado geral de conservação dos edifícios, tendo sido descritos os principais danos estruturais encontrados e estimadas possíveis causas para a sua ocorrência. Esta informação permitiu, numa segunda fase, e de modo particular, estimar a vulnerabilidade sísmica destes edifícios e propor algumas medidas gerais tendentes a melhorar a capacidade sísmo-resistente destas construções vernaculares.

Este artigo incide apenas nos resultados do levantamento das características principais das construções vernaculares alvo deste trabalho e nos resultados do questionário efectuado aos mestres

Figura 1. Edifício tradicional butanês em Pathari.

artesãos. Para melhor enquadrar esta informação, no ponto seguinte descreve-se brevemente o procedimento utilizado na construção do trabalho. As considerações finais sintetizam a informação mais relevante apresentada no artigo. Informação complementar pode ser encontrada noutra documentação técnica [1, 3].

Metodologia geral do trabalho

O projecto teve como ponto de partida o trabalho de campo realizado nos 18 edifícios seleccionados para este estudo e que consistiu no levantamento das suas características geométricas e materiais e no registo dos danos existentes. Estes levantamentos foram acompanhados pelo preenchimento de um formulário de pesquisa [2], integrado nos elementos do projecto, que foi aplicado edifício a edifício, e que se organizava em 5 partes complementares: 1) identificação do nome e perfil do proprietário; 2) localização, história e características gerais do edifício (e.g., a orientação, dimensão, número de pisos, tipologia de construção e outros aspectos observáveis, como por exemplo: renovações, adições ou alterações, danos e causas); 3) características

das paredes de taipa, reunindo informação sobre dimensões e materiais, mas também sobre as técnicas de construção, aparência, danos estruturais e características eventualmente observadas contribuindo para a resiliência sísmica; 4) dados adicionais, em particular relativos às características dos espécimes eventualmente recolhidos; 5) compilação de fotografias ilustrativas dos principais aspectos referidos nas partes anteriores. Paralelamente, e seguindo um questionário pré-estabelecido fornecido pelo DCHS, foi realizado um questionário a mestres artesãos locais responsáveis pela edificação das tipologias construtivas alvo deste projecto. Em particular, pretendia-se com este questionário perceber qual o conhecimento e a prática destes artesãos, sua origem e evolução, ou alteração percebida em relação a procedimentos eventualmente mais antigos, e/ou a existência de ritos associados.

Toda a informação obtida, quer através dos levantamentos realizados, integrada, ou não, no formulário de pesquisa, quer dos resultados do inquérito efectuado aos mestres artesãos, foi tratada, compilada e completada em relatórios de inspecção e diagnóstico da situação encontrada, que incluíram adicionalmente um grande número de desenhos, nomeadamente

Figura 2. Edifício tradicional butanês em Tana.

plantas, alçados e secções dos edifícios, detalhes arquitectónicos/construtivos e mapas de danos dos edifícios inspeccionados. Essa informação, para além da sua importância como registo fotográfico, desenhado e descritivo das características deste património edificado vernacular, permitiu ainda estimar a vulnerabilidade sísmica destas construções e, face aos resultados encontrados, propor algumas medidas gerais de melhoria da sua capacidade sísmo-resistente, respondendo ao objectivo último do projecto referido.

No ponto seguinte detalham-se as características arquitectónicas, materiais e estruturais dos edifícios analisados e, posteriormente, apresentam-se os resultados do inquérito realizado aos artesãos mestre.

Levantamento dos edifícios

Características gerais dos edifícios analisados

A maioria das 18 casas analisadas apresenta dois pisos fechados e um sótão/desvão da cobertura acessível, aberto para o exterior. A área por piso varia entre 50 e 180 m² (Figuras 1-3). A maioria das 8 casas analisadas da povoação de Tana tem entre 15 e 35 anos; a casa mais recente foi construída há 8 anos e a mais antiga foi indicada como tendo cerca de 300 anos. Quanto à povoação de Pathari, a idade da maioria das 10 casas analisadas varia entre os 30 e os 60 anos; a casa mais recente tem 5 anos e a mais antiga foi referenciada como tendo mais de 200 anos.

O sistema construtivo do conjunto dos 18 edifícios analisados é idêntico. As paredes portantes originais, assim como a maioria das paredes portantes das extensões à construção original (foram observadas algumas paredes de extensões em adobe), são de taipa (Figura 4) e recebem a estrutura de madeira dos pavimentos e das coberturas. Para além destas paredes, e maioritariamente nos pisos acima do piso térreo, existem paredes de estrutura em madeira (*ecra*) que funcionam, fundamentalmente, como paredes divisórias interiores e exteriores. Nos pontos seguintes são descritas as características principais destes elementos construtivos.

Paredes de taipa

A espessura das paredes de taipa das casas varia entre 580 mm e 770 mm, com uma média de 630 mm. Embora a maioria das paredes tenha a mesma espessura da base ao topo, existem excepções, encontrando-se diferenças de 100 mm entre as paredes da base e do piso superior ou do desvão da cobertura. Algumas das casas apresentam paredes interiores de taipa, mas com ligações pobres, ou inexistentes, às paredes de fachada. Por outro lado, não foi observado qualquer capeamento/protecção do coroamento das paredes.

Quase todas as paredes têm fundações em alvenaria de pedra com alturas que podem variar entre os 50 mm e 900 mm, tendo em média 300 mm. Algumas das paredes

de taipa têm o paramento inclinado de 1º a 2º a partir do piso térreo ou do primeiro piso. A taipa apresenta normalmente entre 4 a 5 blocos até ao pavimento do sótão e 1 a 2 blocos no sótão (*cholo*). As dimensões médias dos blocos são de 600 mm de altura por 3000 mm de comprimento e 600 mm de largura. Existe sobreposição nos cantos na ligação entre paredes transversais. Embora em alguns edifícios não tenha sido possível observar as várias camadas de compactação, já que as paredes se encontravam totalmente rebocadas (normalmente com argamassas à base de cal), constatou-se que, quando visíveis, essas camadas eram geralmente irregulares, com espessuras variáveis entre 50 mm a 140 mm, tendo em média 100 mm. Cada bloco apresentava entre 5 a 9 camadas de compactação, com uma média de 6 camadas.

A terra utilizada na taipa é geralmente castanha clara, com alguma terra vermelha e escura misturada; nalguns casos, à cota mais baixa dos blocos é visível o uso de uma quantidade significativa de areia. Algumas paredes são cobertas com argamassa de argila; os buracos (*ngashing*) usados durante a construção das paredes para estabilizar os andaimes de madeira, com dimensões entre 70×70 mm² e 120×130 mm², apresentam-se preenchidos com pedras e argila.

Paredes de madeira

Maioritariamente ao nível dos pisos fechados acima do piso térreo existem, tipicamente, paredes de madeira (*ecra*) constituídas por prumos verticais contínuos de secção quadrangular de 110 mm de lado, ligados entre si por prumos de madeira horizontais com a mesma secção transversal. Esta malha ortogonal de prumos define células com cerca de 600 mm de lado que são preenchidas por ripas verticais de madeira encaixadas em entalhes nos prumos horizontais. O espaço entre as ripas verticais e os prumos recebe um entrelaçado de ripas de bambu que é preenchido/rebocado com uma argamassa terrosa, criando painéis com cerca de 40 mm a 50 mm de espessura total que deixam os prumos de madeira destacados na parede.

Pavimentos de madeira

Os pavimentos (Figura 5), são de estrutura de madeira. Apresentam vigas, com secção transversal compreendida entre 80×100 mm² e 160×140 mm² ou 120×220 mm², espaçadas entre 300 mm e 1000 mm. Nos edifícios mais antigos foram encontradas vigas roladas com diâmetro entre 140 mm e 180 mm. Nalguns pavimentos existe um segundo alinhamento de vigas principais transversais às primeiras, com secção transversal compreendida entre 150×300 mm² e 200×240 mm². As tábuas de soalho têm largura entre 300 mm e 980 mm e cerca de 30 a 40 mm de espessura. Nos pisos fechados acima do piso térreo, o soalho apoia-se sobre um ripado que assenta sobre uma camada de argamassa terrosa compactada com cerca de 30 a 50 mm de espessura. Sob esta camada existe uma *cofragem* perdida de tábuas de

a

b

Figura 3. Corte e planta do primeiro piso de um edifício em Tana.

Figura 4. Parede de taipa.

madeira, ripas de bambu ou pequenos ramos de árvore, que funciona como acabamento do tecto do piso inferior. No caso do pavimento do desvão da cobertura, a camada de argamassa de terra compactada pode chegar a 200 mm, não existindo por cima qualquer soalho de madeira.

Coberturas de madeira

As coberturas, habitualmente de duas águas, contendo por vezes um telhado menor sobre o telhado principal (*jamtho*), são de estrutura de madeira (Figura 6), sendo tipicamente compostas por quatro a seis treliças principais de madeira que suportam as madres, também de madeira. Algumas coberturas são constituídas por dois níveis sobrepostos (*drangim*). Foram observadas coberturas novas com 4 águas. As treliças/vigas (*dingri*) da cobertura e os pilares nos quais se apoiam não são posicionados directamente sobre as paredes principais, mas descarregam em paredes adicionais (*cholo*) construídas acima da cota do sótão e em estruturas de madeira constituídas por blocos de madeira (*gaa*) e tábuas (*kadhen*) (Figura 7). A maior parte das telhas tradicionais de madeira foram substituídas, mais ou menos recentemente, por chapas de ferro galvanizado – CGI (*Corrugated Galvanised Iron*).

Detalhes de reforço ou características sísmo-resistentes

Na superfície das paredes não foram observados detalhes de reforço ou sísmo-resistentes claramente identificados como tal. Como as paredes se encontravam intactas, também não foi possível verificar a existência deste tipo de detalhes dentro das paredes. No entanto, nalgumas paredes observaram-se pedras planas e peças de madeira na superfície das juntas entre os blocos e nos troços de parede do sótão (*cholo*), funcionando aparentemente como medida de reforço das juntas e de prevenção de fissuras verticais. Estas peças de madeira, quando existem, apresentam comprimento de cerca de 500 mm a 600 mm e aparecem na superfície interna e externa das paredes.

Inquérito aos artesãos

Procedimento utilizado

O inquérito aos mestres artesãos foi realizado através de um questionário composto por perguntas abertas e fechadas e ocorreu contemporaneamente com o trabalho

Figura 5. Pavimento de madeira.

de levantamento das construções. O questionário, que respeitou o documento orientador fornecido pelo DCHS, organizava-se em 4 secções: a secção 0, com 3 perguntas, recolhia informações muito gerais, nomeadamente sobre o nome, profissão e local de habitação do mestre artesão questionado; a secção 1, com 7 perguntas, inquiria sobre a sua idade e experiência profissional; a secção 2, mais desenvolvida, com 54 perguntas divididas em 7 subsecções, continha questões relativas a aspectos técnicos sobre a construção da taipa e a secção 3, com 7 perguntas, sobre técnicas de construção complementares à construção das paredes de taipa (e.g. coberturas, fundações, rebocos...). O registo escrito das respostas orais dos mestres artesãos ao questionário foi realizado por um técnico local contratado para o efeito e que dominava também a língua inglesa. Este procedimento obviava a necessidade de tradução, facilitando o processo de comunicação e transmissão da informação por parte dos mestres artesãos. O inquérito foi realizado de forma separada, artesão a artesão, demorando cada artesão cerca de 1 dia a responder ao inquérito.

Após a realização do inquérito, as respostas dos mestres artesãos às várias questões foram transcritas de forma organizada, nomeadamente colocadas a par num ficheiro Excel. Posteriormente, a informação foi analisada

de forma isolada e comparativa, tendo-se enfatizado as semelhanças e dissimilaridades entre as respostas dos diferentes artesãos às mesmas questões. O ponto seguinte apresenta os principais resultados do inquérito.

Perfil dos mestres artesãos

Foram entrevistados 5 mestres artesãos locais com diferentes anos de experiência na edificação de construções vernaculares com as características descritas nos pontos anteriores: o mais novo apenas com 4 anos de experiência e os restantes com experiência de 20 a 33 anos. Todos os mestres artesãos questionados eram do sexo masculino e apenas um (com 70 anos de idade e 30 de experiência) respondeu fazer este trabalho de forma pontual; os restantes responderam que o faziam como profissão. Todos aprenderam a arte com outros artesãos e mestres artesãos e continuam a transmitir a arte a amigos e trabalhadores sob a sua alçada; apesar de trabalharem com a taipa, os 5 artesãos questionados intitulam-se de carpinteiros (*zow*), ou mestres carpinteiros (*zowpoen*), valorizando desta forma a sua arte e experiência no trabalho com a madeira, material fundamental para a construção dos pavimentos, das paredes que não de taipa e das coberturas dos edifícios

Figura 6. Estrutura da cobertura.

em terra, mas também dos taipais essenciais para a construção das paredes de taipa. Cada mestre artesão supervisionou ou foi responsável pela construção de, no total, entre 4 a 9 casas em povoações diferentes, com excepção do mestre artesão que afirmou trabalhar na construção de forma pontual que construiu apenas na sua própria povoação. Questionados sobre a determinação das dimensões das casas em planta e altura, responderam que são decididas pelo proprietário e não estão relacionadas ou que dependem da largura e altura dos blocos entaipados utilizadas na construção das paredes de taipa.

Seleccção e preparação da terra

Em relação a aspectos mais técnicos da construção das paredes de taipa, as respostas sobre o tipo de terra escolhida foi consensual: deve ser uma mistura de terra vermelha e castanha escura, não arenosa. Um dos artesãos indicou que fissura no caso de a terra ser demasiado vermelha ou amarela, devendo nesse caso ser misturada areia ou terra arenosa. Segundo os mestres artesãos questionados, a escolha da terra é feita pelo especialista em taipa (*pazop*), por vezes em articulação com o carpinteiro (*zow*), e, com a excepção de um dos

mestres que afirmou que havendo terra boa no local da construção a selecção é feita na altura da construção, os restantes explicaram que a selecção tem que ser feita com dias, semanas ou, por vezes, com meses de antecedência. De qualquer forma, a recolha é preferencialmente feita no local da construção ou na vizinhança, podendo, nos casos em que a terra provém de zonas mais afastadas, ter que ser transportada por carro. A terra, quando recolhida na vizinhança, é transportada por todos os trabalhadores envolvidos, incluindo mulheres e crianças. No entanto, um dos mestres artesãos respondeu que os trabalhadores mais idosos tinham a incumbência de escavar e que apenas os homens e as mulheres que faziam a taipa transportavam a terra. Por outro lado, afirmaram que a quantidade de terra necessária é estimada visualmente em função do volume da obra a construir e que, quando a terra do local da edificação é boa, a terra retirada para a construção das fundações é frequentemente suficiente. Nenhum dos mestres artesãos questionados soube indicar o preço da recolha da terra porque os contratos não estipulam essa divisão nos custos.

De acordo com as respostas recolhidas, a terra é previamente limpa de pedras e pedaços de madeira e não é adicionado qualquer material de reforço (e.g.

Figura 7. Detalhe do sistema de apoio.

fibras vegetais, cal...). Relativamente à quantidade de água, as opiniões dos mestres artesãos divergem: uns afirmaram que é adicionada água apenas 1 ou 2 dias antes da construção para melhorar a consistência, outros afirmaram que se começa a escavar e a molhar o solo 1 semana antes e outros ainda que o solo deve ser molhado 1 semana antes de ser escavado. Para verificar a consistência, a terra é apertada entre as mãos e deve manter-se una, sem que liberte demasiada água. Apenas um mestre artesão afirmou que prepara uma bola de terra e atira-a contra uma parede; se a terra estiver demasiado molhada a bola fica integralmente agarrada à parede; se a terra estiver demasiado seca, cai integralmente ao chão. A consistência da terra é a adequada se bola ficar apenas parcialmente, cerca de metade, agarrada à parede.

Um dos mestres artesãos afirmou que a terra, depois de molhada e misturada, pode ser usada imediatamente na construção; 2 mestres artesãos indicaram que a terra nessas condições não é boa para construir e que deve repousar durante 2 a 3 dias protegida com plásticos. De qualquer forma, nenhum dos 5 mestres artesãos afirmou haver duração para a validade da terra, desde que protegida do sol e mantida molhada. Questionados sobre se a utilização de terra de construções anteriores seria boa

para (re)construir, todos afirmaram que sim; dois mestres artesãos afirmaram, inclusivamente, que seria preferível.

Taipais e construção das paredes de taipa

Relativamente aos taipais, são os *zow* que os preparam, por vezes com a colaboração dos *pazop*, utilizando dois sets de taipais que podem servir a construção de 2 a 4 casas. Ambos, *zow* e *pazop*, podem instalar os taipais, começando a construção por uma esquina, ou uma porta, sendo esta decisão, tal como será referido mais à frente, ditada pela astrologia. Os taipais não sofrem qualquer tratamento prévio da superfície. Os trabalhos só podem decorrer em tempo seco; no caso da ocorrência de chuva, a superfície deve ser protegida. Cada camada apresenta cerca de 100 a 150 mm de espessura, ditada por questões técnicas: demasiada terra dificulta a compactação, em particular da terra inferior, resultando num material pouco coeso; pouca terra traduz-se numa má ligação à camada inferior. A compactação pode ser realizada por 1 a 3 ou 4 pessoas a trabalhar em simultâneo, dependendo do número de trabalhadores disponíveis e da dimensão do bloco a compactar; o tempo de compactação pode variar entre 30 minutos e 1 hora. O estado da compactação é

verificado através da dureza da superfície, que no final deve ter uma aparência macia e homogénea. Caso uma grande porção de parede caia durante a retirada dos taipais, essa parede tem que ser refeita.

Entre camadas não é feito qualquer tratamento, a não ser a interposição de peças de madeira ou de pedras antes da colocação da nova camada. Os 5 mestres artesãos referiram, em particular, a colocação de peças de madeira no interior dos blocos, entre cada 1 a 3 camadas de compactação, para prevenir a fissuração vertical, ainda que evitem colocar estas peças em zonas onde vão ser posicionadas as vigas dos pavimentos para não dificultar a colocação destes elementos. Apenas 3 dos artesãos afirmaram colocar estes elementos também nos cantos para reforçar as ligações entre paredes. Mesmo quando posicionadas junto às faces das paredes, estas peças de madeira não têm qualquer função estética admitida. Normalmente não existem reduções da espessura das paredes em altura; eventualmente poderão ocorrer, mas para paredes acima de 2 pisos de altura ou no sótão. Os 5 mestres artesãos questionados afirmaram que os taipais devem ser removidos imediatamente após a compactação das camadas. A reparação de eventuais fissuras é feita de imediato ou durante a colocação do reboco, como será referido mais à frente, sendo colmatadas com terra de granulometria fina (lama). Os buracos para a ligação dos taipais podem ficar abertos mais tempo para facilitar a secagem da terra.

Pavimentos, aberturas e coberturas

As vigas de pavimento são apoiadas, sem qualquer elemento externo de ligação/conexão, em buracos efectuados para o efeito nas paredes quando atingem a cota dos pavimentos, e com a terra ainda fresca/macia para facilitar a abertura. É então colocada uma viga principal, que serve de apoio a um dos lados das vigas transversais secundárias, apoiadas nas paredes do outro lado, sendo depois os orifícios colmatados com lama. Caso não exista uma viga principal, as vigas designadas anteriormente como secundárias são apoiadas em ambas as extremidades nas paredes. As molduras dos vãos são colocadas antes/durante a construção das paredes, ou seja, as aberturas dos vãos não são feitas *a posteriori*.

Os mestres artesãos explicaram ainda que as coberturas são construídas sobre pilares de madeira que se apoiam em paredes construídas acima da cota do sótão (*cholo*), ou na estrutura do pavimento do sótão. As fundações são em alvenaria de pedra e argamassa de terra e têm a espessura das paredes de taipa que suportam, ou seja, não apresentam qualquer alargamento; são colocadas a uma profundidade entre 100 e 120 mm, dependendo das características do solo, e elevam-se cerca de 300 mm acima da cota do terreno.

Acabamento das paredes

O acabamento das paredes passa pelo preenchimento de eventuais fissuras com lama e pela colmatação dos buracos para a ligação dos taipais com pedras e depois

também com lama. Cantos partidos ou pequenas lacunas são preenchidos com terra, sendo também de base terrosa o reboco de revestimento que depois é pintado com uma leitada de cal. O reboco de acabamento das paredes é colocado depois da cobertura instalada e/ou de a parede estar terminada e seca; caso não esteja seca, o reboco pode fissurar com a retracção da parede.

Intervenientes, tradições associadas e evolução temporal

Relativamente ao tipo de intervenientes na construção, os mestres artesãos referiram os familiares e vizinhos dos proprietários, que aparecem normalmente ao final do dia e que trabalham *pro bono*, com direito a comida ou chá, e os trabalhadores assalariados durante o dia: as mulheres (ou homens sem habilidade para tratar a madeira) fazem a compactação da terra e os homens tratam das madeiras e do trabalho mais pesado. A relação do ordenado entre os trabalhadores especializados e os não-especializados é de cerca de 2,5 vezes.

Existem rituais para iniciar a construção e que determinam, através de astrólogos, os dias auspiciosos para instalar as fundações, as portas, as vigas, as coberturas, etc.. Por exemplo, é a astrologia que indica qual a orientação da porta que dá início aos trabalhos que depois se desenvolvem para ambos os lados das molduras ou simplesmente qual a parede a partir da qual se devem iniciar os trabalhos. A obra termina com um ritual de consagração acompanhado por uma grande festa. Um dos artesãos referiu que a primeira camada de terra deve ser transportada e pisada por um homem ou mulher de idade determinada pelo astrólogo, tendo que estar posicionado numa certa direcção enquanto descarregam a terra no interior dos taipais. Não são permitidas mulheres grávidas ou menstruadas nos trabalhos; acreditam que a parede possa não ficar suficientemente forte. Foi também referido que a idade dos trabalhadores que pisam é/pode ser definida pelo astrólogo.

Relativamente às mudanças ou alterações nos procedimentos relativamente às práticas do passado, os 5 mestres artesãos responderam que as paredes hoje em dia são menos espessas, construídas com menos terra por camada e compactadas durante menos tempo, tornando-se menos fortes do que as antigas, e que esta situação resulta da necessidade de reduzir os custos de construção. Questionados sobre o sistema de medida utilizado, responderam que o sistema actualmente em uso (*yard-pound*) substituiu um antigo sistema local, que utilizava como referência a escala humana, não standard, do artesão (dimensão dos dedos, mãos, braços...).

Breve análise comparativa e detalhes de reforço

As respostas dos mestres artesãos ao inquérito são consentâneas com os levantamentos efectuados no local. Para além disso, informam sobre detalhes construtivos

importantes não passíveis de ser observados em elementos já construídos, nomeadamente sobre a escolha da terra e o modo de construção e compactação das paredes. Por outro lado, apesar do inquérito mostrar que a prática construtiva actual resulta de um saber transmitido de geração em geração que perdura até aos dias de hoje sem, aparentemente, grandes alterações ou inovações, os mestres artesãos questionados consideram que as paredes de taipa das construções actuais apresentam menor qualidade do que as de construções mais antigas (e.g. paredes menos espessas e com menor tempo de compactação) e que isso resulta de factores meramente económicos. Os levantamentos das 18 casas efectuados no local sugerem que, de facto, as construções mais antigas tendem a apresentar paredes mais espessas: as casas analisadas com 200 ou mais anos apresentam espessuras de paredes de taipa que ultrapassam os 700 mm, enquanto as casas mais recentes, com menos de 60 anos, apresentam espessuras em regra inferiores a 630 mm. No entanto, 2 das casas analisadas com apenas 30 anos, uma em cada povoação, apresentavam paredes com espessuras de 700 e 750 mm.

Por outro lado, quando questionados sobre a inclusão de fibras, cal, ou outros materiais na mistura da terra, procedimento que permite melhorar o comportamento/capacidade resistente das paredes e reduzir a vulnerabilidade dos edifícios face às acções sísmicas, os 5 mestres artesãos responderam que não são adicionados quaisquer materiais externos à terra. Relativamente à eventual prática de outros procedimentos com o mesmo fim, referiram apenas a inclusão de peças de madeira entre alguns dos blocos de taipa para evitar a fissuração. Estas peças foram observadas em algumas paredes durante os levantamentos efectuados no local, nas situações em que se encontravam junto à superfície. Quando questionados sobre a inclusão de peças de madeira nos cantos na ligação entre paredes, 2 dos mestres artesãos com mais de 25 anos de experiência responderam mesmo negativamente. Faz-se notar ainda que durante a construção não são integrados quaisquer elementos de conexão entre as vigas de pavimento e as paredes que possam promover o funcionamento em caixa destes edifícios, procedimento que potencia o bom comportamento deste tipo de construções face às acções horizontais, nomeadamente às acções sísmicas [4]. Por outro lado, a existência de pilares curtos a funcionar como elementos de apoio da estrutura da cobertura também não potencia o bom funcionamento destas construções face a este tipo de acções.

Considerações finais

O artigo descreve as características principais de edifícios tradicionais de terra do distrito de Punakha, no Butão, tendo por base o levantamento arquitectónico, material e estrutural de 18 exemplares desta arquitectura vernacular efectuado pelo NCREP – Consultoria em Reabilitação do Património Construído Lda. Para

além disso, analisa os resultados de um inquérito por questionário realizado a 5 mestres artesãos responsáveis pela edificação destas tipologias construtivas. Este trabalho surgiu no âmbito de um projecto, financiado pelo Banco Mundial, solicitado pela Divisão para a Conservação de Sítios Patrimoniais do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão, e visava, em última análise, avaliar o comportamento e a vulnerabilidade destas construções face a acções sísmicas e propor eventuais medidas de mitigação do risco associado, assunto que, no entanto, não é abordado neste artigo.

O levantamento arquitectónico realizado mostra que o sistema construtivo do conjunto dos 18 edifícios analisados é idêntico. As paredes portantes originais, assim como a maioria das paredes portantes das extensões à construção original, são de taipa (foram observadas algumas paredes de extensões em adobe) e recebem a estrutura de madeira dos pavimentos e das coberturas. Para além destas paredes, existem outras interiores e exteriores, de estrutura em madeira, que funcionam como paredes divisórias. A terra, como material construtivo, aparece em todos os elementos referidos; existe não só nas paredes portantes principais (paredes de taipa), mas também na estrutura dos pavimentos e no revestimento das paredes de madeira; ou seja, os dois materiais, madeira e terra, aparecem intimamente associados. A importância da madeira nestas construções é tal que os 5 mestres artesãos questionados, responsáveis pela edificação destas tipologias construtivas, autointitulam-se de carpinteiros. De facto, a madeira aparece, inclusivamente, nas paredes de taipa, na construção e posicionamento dos taipais. Também por esse motivo, o carpinteiro acompanha e é fundamental em todas as fases da construção destes edifícios, sendo o trabalho de carpintaria tarefa, segundo os mestres artesãos questionados, para os mais fortes e capazes.

Relativamente ao inquérito aos mestres artesãos, as respostas são consentâneas com os levantamentos e elucidam sobre aspectos importantes não passíveis de ser observados em elementos já construídos, nomeadamente sobre a escolha da terra e modo de construção e compactação das paredes. Em particular, o inquérito mostra que a prática construtiva actual resulta de um saber transmitido de geração em geração e que perdura até aos dias de hoje sem, aparentemente, grandes alterações, ou inovações. Permite ainda constatar que o processo construtivo integra a inclusão de elementos de madeira no interior das paredes de taipa como procedimento de reforço estrutural, mas, segundo resposta dos mestres artesãos, apenas com o intuito de controlar/reduzir a fissuração das paredes por retracção material. Constatase, quer pela resposta dos mestres artesãos, quer por observação no local, que não são aplicados procedimentos específicos dirigidos para a redução da vulnerabilidade destas construções face a acções horizontais, nomeadamente à acção dos sismos, como a adição à terra

de fibras ou outros materiais, ou a ligação das vigas de pavimento às paredes.

Finalmente, os 5 mestres artesãos questionados acreditam que a boa qualidade construtiva das suas edificações resulta da aplicação dos ensinamentos recebidos dos artesãos mais antigos, assim como de algumas crenças associadas à astronomia/astrologia que continuam a dominar/condicionar algumas das fases construtivas destes edifícios.

Agradecimentos

Os autores agradecem à DCHS do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão por todo o apoio prestado durante o desenvolvimento do projecto.

ORCID

João M. Guedes

<https://orcid.org/0000-0002-5803-6036>

Alexandre A. Costa

<https://orcid.org/0000-0001-5120-0203>

Referências

- 1 Ilharco, T.; Vasconcelos, J. L.; Costa, A. A.; Dorji, C.; Vasconcelos, G.; Paiva, L., 'Study of typology of Bhutanese rammed earth buildings. Pathari, Kabesa and Tana, Zome', relatório técnico, Divisão para a Conservação dos Sítios Patrimoniais do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão, Butão (2015).
- 2 'Survey form/investigation sheet developed by the DCHS of the Department of Culture – Ministry of Home and Cultural Affairs of Bhutan regarding the main characteristics of the buildings, documento técnico, Divisão para a Conservação dos Sítios Patrimoniais do Departamento da Cultura do Ministério da Administração Interna e da Cultura do Butão, Butão (2014).
- 3 Ilharco, T.; Costa, A. A.; Guedes, J.; Silva, B.; Lopes, V.; Vasconcelos, J. L.; Vasconcelos, G., 'Assessment of the seismic vulnerability of traditional Bhutanese buildings', in *Brick and Block Masonry*, ed. C. Modena, F. da Porto & M. R. Valluzzi, CRC Press/Balkema, Leiden (2016) 835-842, <https://doi.org/10.1201/b21889-113>.
- 4 Costa, A.; Guedes, J.; Varum, H. (ed.), *Structural Rehabilitation of Old Buildings*, Springer, Berlin (2014), <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39686-1>.

Recebido: 2017-5-1

Revisto: 2017-12-27

Aceite: 2018-1-3

Online: 2018-1-18

Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>.