Capítulo 7

Conclusões e trabalho futuro

Na sequência da revisão bibliográfica efetuada neste trabalho de investigação confirmou-se que existe um património construído de terra espalhado por todo o mundo. Os vestígios mais antigos de construção de terra parecem ter origem no período neolítico. As técnicas construtivas de terra mais difundidas são o adobe, a taipa e o tabique. Dadas as imensas vantagens destas técnicas construtivas, existem várias organizações nacionais e internacionais que estudam, salvaguardam e promovem a construção de terra. Destas organizações destacam-se o ICCROM, o grupo CRATerre, o PROTERRA, o ICOMOS, a Associação Centro da Terra e a UNESCO.

Em Portugal, o património construído de tabique tem uma forte incidência no norte do país no qual a região de Trás-os-Montes e Alto Douro se encontra inserida. Desconhece-se a existência de regulamentação específica sobre este tipo de construção. A regulamentação em vigor consultada também não dispõe de especificações técnicas direcionadas exclusivamente para este contexto. A adicionar a esta falta de regulamentação, a quantidade de publicações científicas referentes a este tipo de construção tradicional ainda é muito limitada, embora esta técnica não seja exclusivamente portuguesa.

Neste trabalho de investigação deu-se uma especial atenção à construção de tabique existente no concelho de Lamego. Este concelho é muito rico neste tipo de construção, quer em termos de quantidade quer em termos de variedade. Apenas são exceção as freguesias deste concelho localizadas a maior altitude. Deduz-se que o clima adverso e a escassez de matéria-prima sejam as principais condicionantes que justificam este facto. Grande parte das construções de tabique existentes no concelho de Lamego estão inseridas na região do Alto Douro Vinhateiro que foi classificada como património da humanidade pela UNESCO. Este

motivo confere a este trabalho de investigação uma relevância acrescida. Com base no estudo desenvolvido, concluiu-se que os edifícios de tabique apresentam soluções construtivas diferenciadas e uma disposição inteligente dos elementos construtivos, tal como o posicionamento dos diferentes tipos de paredes ou dos elementos constituintes, que justificaram que estes fossem catalogados e caracterizados. Verificou-se que este tipo de edifícios apresentam especificidades padronizadas função da sua localização em aglomerados urbanos ou rurais.

Nos aglomerados rurais do concelho de Lamego, os edifícios de tabique têm regra geral dois pisos. Usualmente, o espaço do rés-do-chão é destinado a armazém de produtos e artefactos agrícolas e o espaço do primeiro andar é utilizado como habitação. Paredes exteriores de alvenaria de pedra local ao nível do rés-do-chão e paredes exteriores de tabique ao nível do primeiro andar correspondem à solução construtiva predominante nestes aglomerados. Em termos de revestimento exterior de paredes exteriores de tabique, o reboco de argamassa terrosa bastarda e a ardósia tendem a ser as soluções mais típicas. Relativamente ao estado de conservação da construção de tabique rural deste concelho, concluiu-se que tem prevalecido um cenário social, económico e cultural conducente ao abandono e, consequentemente, à inexistência de processos de manutenção e de conservação. Esta realidade justifica que os edifícios antigos de tabique apresentem de forma generalizada um alto nível de degradação.

Por sua vez, os edifícios de tabique localizados nas freguesias urbanas de Lamego apresentam geralmente três ou mais pisos. Tendem também a ter um tipo de utilização misto, em que os pisos superiores são destinados a habitação multifamiliar e o piso do rés-do-chão pode ser utilizado como armazém ou como um espaço comercial. As paredes exteriores podem ser na sua totalidade ou só em parte construídas em alvenaria de pedra. Neste último caso, trata-se de uma solução construtiva mista em que as paredes exteriores dos pisos inferiores são de alvenaria de pedra e as paredes exteriores dos pisos mais elevados são de tabique. O tipo de revestimento exterior predominante nas paredes de tabique exteriores continua a ser o reboco de argamassa terrosa bastarda. Relativamente ao estado de conservação destes edifícios, verificou-se que o cenário descrito anteriormente e aplicável ao tabique rural é, neste caso, mais atenuado. É visível que tem havido esforços no sentido de se adotarem medidas de conservação. Sente-se também que tem havido uma inflexão de mentalidades porque se tem verificado uma valorização crescente deste património. Valorização esta, que extravasa exclusivamente os aspetos económicos e passa também a ser do foro afetivo, histórico e da preservação da identidade local. Contudo, ainda é possível encontrar edifícios de tabique muito degradados nos centros urbanos do concelho de Lamego.

O trabalho de campo desenvolvido no decorrer deste trabalho de investigação contém uma certa complexidade e a sua realização dependeu em grande parte da colaboração dos

proprietários dos edifícios. Tal como já foi referido anteriormente, o acesso aos edifícios de tabique, a recolha de amostras de material e a realização do suporte fotográfico, foram algumas das tarefas imprescindíveis à realização deste trabalho de investigação. Muitas vezes o desenvolvimento destas tarefas não foi fácil, dado o estado de degradação dos edifícios que impediu ou dificultou o acesso ao seu interior com segurança. Todos estes obstáculos criaram limitações indesejadas. Contudo, pensa-se que o resultado alcançado em termos de quantidade de edifícios de tabique estudados e de amostras de materiais ensaiadas pode ser considerado aceitável em termos de representatividade, no contexto do concelho de Lamego. O facto de ter sido possível dispor de um edifício de tabique característico desta zona para se proceder a um estudo exaustivo foi muito enriquecedor. Foi essencialmente através deste edifício que foi possível desenvolver muito do trabalho inovador disponibilizado nesta tese, destacando-se o conjunto de detalhes construtivos alusivos à construção de tabique.

Os ensaios laboratoriais de identificação e de caracterização das amostras de madeira recolhidas nos edifícios de tabique estudados e realizados no decorrer deste trabalho de investigação permitiram concluir que as espécies de madeira mais utilizadas na construção da estrutura das paredes de tabique são o pinheiro (*pinus pinaster)* e o castanheiro (*castanea sativa Mill)*.

Os pregos recolhidos neste tipo de construções apresentavam uma grande variabilidade dimensional. Os ensaios laboratoriais de identificação e caracterização da liga metálica dos pregos (análises SEM/EDS) indicam que os pregos são essencialmente constituídos por ferro. Estes pregos, que são centenários, apresentam uma dureza de Vickers considerável, com números de dureza compreendidos entre 131HV10 e 282 HV10. Os ensaios de microscopia ótica indicaram a presença das fases ferrite e perlite e mostraram que a superfície das amostras apresentava algumas heterogeneidades

Também foi realizado um trabalho experimental detalhado e exaustivo de caracterização do material de enchimento das paredes de tabique existentes no concelho de Lamego. Para além dos ensaios correntemente aplicados neste âmbito (análise granulométrica, SEM/EDS e de difração de raio X) também foram realizados outros ensaios adicionais. Estes ensaios complementares têm sido essencialmente aplicados nas técnicas do adobe, da taipa e do BTC e são ensaios expeditos de aplicação muito simples (ensaio da queda de bola, ensaio do ácido, etc.). Com base nos resultados alcançados foi possível concluir que o material de enchimento das paredes de tabique de Lamego é geralmente um silte arenoso. Na sequência deste trabalho também foi possível propor um fuso granulométrico representativo do material de enchimento das paredes de tabique alusivas ao concelho de Lamego, assim como, recomendar um conjunto de ensaios considerados adequados em processos de classificação e de caracterização do material terra. Estas duas propostas poderão ser úteis em trabalhos futuros

de reabilitação e de construção nova de tabique, a decorrerem tanto no concelho de Lamego como noutros locais.

Foram identificadas três tipologias diferenciadas de solução estrutural de madeira das paredes exteriores de tabique e duas tipologias diferenciadas de solução estrutural de madeira das paredes interiores de tabique. O grau de qualidade construtiva e a inclusão de elementos estruturais de madeira dispostos diagonalmente são os principais parâmetros técnicos diferenciadores destas tipologias de solução estrutural. Dada a relevância desta informação, estas diferentes tipologias foram alvo de uma cuidada inventariação. Em simultâneo, também foram desenvolvidas e disponibilizadas peças desenhadas de pormenores construtivos relativos a cada uma destas tipologias. Apesar, desta informação ser inovadora no contexto da construção de tabique da região de Trás-os-Montes e Alto Douro também se verificou que a subtipologia B1, das paredes exteriores, continua a ser a predominantemente aplicada. Recorde-se que esta subtipologia é caracterizada por associar tábuas verticais com ripas igualmente espaçadas entre si, com um acabamento perfeito e uma reduzida variabilidade dimensional, que indiciam o recurso a um processo de corte automático. A tradição na arte de construir ou capacidade financeira do promotor da obra talvez sejam as explicações mais cabais que podem justificar o facto de haver estas diferentes tipologias de solução estrutural de madeira.

Modelos numéricos de simulação do comportamento estrutural de paredes de tabique foram desenvolvidos, testados e propostos, utilizando o método dos elementos finitos. A tipologia de parede de tabique considerada neste estudo foi a subtipologia B1, por ser a mais representativa. Estes modelos numéricos de complexidade crescente visaram simular este tipo de elemento construtivo. A base de dados técnica desenvolvida neste trabalho de investigação e apresentada ao longo desta tese deram um contributo fundamental nesta fase de modelação numérica. Assim como as propriedades dos materiais identificadas experimentalmente. A implementação do fasquio, o modo como este liga às tábuas verticais e a consideração do material de enchimento como elemento estrutural integrante do sistema estrutural da parede foram aspetos técnicos importantes tidos em conta nesta modelação numérica. Ações atuantes no plano da parede e transversalmente foram casos de carga previstos neste estudo. Com base nos resultados numéricos alcançados, verificou-se que as paredes de tabique apresentam uma capacidade resistente expressiva para os casos de carga previstos na regulamentação em vigor. De igual forma, também se confirmou que estas paredes podem cumprir os requisitos impostos na regulamentação em vigor relativa à verificação da estabilidade de elementos de madeira maciça. De forma a tirar partido destes modelos numéricos, um estudo paramétrico também foi desenvolvido. A espécie de madeira, a dimensão da secção transversal das ripas do fasquio, das tábuas de madeira e o seu afastamento, foram os parâmetros intervenientes neste estudo. Verificou-se que para espécies de madeira mais resistentes maior será a capacidade resistente da parede.

Constatou-se numericamente que o fasquio não parece ter um contributo fundamental na capacidade resistente da parede quando esta é totalmente solicitada por uma ação vertical provenientes dos pisos superiores ou por uma pressão transversal à parede proveniente do vento. No entanto, quando a ação vertical ou a pressão transversal estão aplicadas de forma localizada nas paredes de tabique, as ripas do fasquio contribuem para a capacidade resistente das paredes de tabique. Por sua vez, o material de enchimento ao ser considerado numericamente como uma biela traduz-se num elemento estrutural fundamental porque garante a estabilidade global da parede para os casos de carga que incluam ações horizontais atuantes no plano da parede, como é o caso da ação sísmica. Contudo, estas bielas podem estar sujeitas a esforços de compressão que não são admissíveis para a capacidade resistente do material de enchimento da parede. Face ao exposto, pensa-se que estes modelos numéricos poderão ser uma ferramenta de trabalho útil em futuros trabalhos de investigação a serem desenvolvidos neste domínio ou em futuros trabalhos de reabilitação de edifícios de tabique onde seja necessário proceder à verificação da estabilidade do edifício.

Com base na experiência adquirida ao longo da realização deste trabalho de investigação e com base nos resultados expostos ao longo deste documento parece importante e oportuno, nesta fase, tecer algumas reflexões sobre o cariz de sustentabilidade que poderá estar subjacente à construção de tabique:

- Os materiais de construção são naturais, locais, abundantes, renováveis e recicláveis;

- A técnica construtiva aplicada não carece de tecnologia sofisticada, de grandes gastos energéticos e de consumos de água expressivos;

- O conforto térmico indicia ser conseguido naturalmente face ao tipo de materiais aplicados;

- Os resíduos de obra são praticamente inexistentes pois são reutilizados na própria obra;

- A escolha otimizada do material de revestimento exterior destas paredes que consiste em revestir com materiais distintos os alçados mais expostos à chuva, ao invés do revestimento integral de todas as fachadas com o mesmo material;

- Os mecanismos, praticamente, autossuficientes de conservação da construção, dos quais se destaca a capacidade do material de enchimento terroso preservar a estrutura de madeira em relação aos ataques biológicos e de a proteger contra fogo.

Todos estes atributos técnicos da construção de tabique corroboram certamente a ideia de que se trata de uma construção amiga do ambiente e, por isso, uma construção do futuro.

Por fim e de forma a dar continuidade a estre trabalho sugere-se que se desenvolva futuramente o seguinte trabalho de investigação:

- A caracterização e classificação de amostras de material de enchimento e de elementos de madeira da estrutura resistente, recolhidas em outros locais, com vista a validar o fuso granulométrico proposto neste trabalho;

- A realização de ensaios expeditos complementares sobre o material de enchimento das paredes de tabique com vista a avaliar a sua capacidade de absorção de água, a sua estabilidade dentro de água, a sua resistência a jatos de água e a erosão provocada pelo gelo e pela água da chuva;

- A realização de ensaios experimentais com vista a determinar as propriedades mecânicas do material de enchimento e dos elementos de madeira, tais como a resistência à compressão, a resistência à tração e o módulo de elasticidade, com vista a uma modelação numérica mais precisa;

- A realização de ensaios experimentais em paredes de tabique com vista a calibrar e validar os modelos de cálculo apresentados neste trabalho;

- A modelação numérica da globalidade das paredes exteriores e interiores de tabique de um edifício de tabique, de forma a avaliar a estabilidade e o campo de deformações quando a estrutura de tabique é solicitada por forças horizontais do tipo vento ou sismo;

- A realização de ensaios em paredes de tabique com vista a determinar as suas características térmicas e acústicas, tais como a condutibilidade térmica, o coeficiente de dilatação térmica, o calor específico, o coeficiente de absorção sonora, a frequência critica, o índice de isolamento sonoro e o índice de redução sonora.