

EDIFÍCIOS DE XISTO NO CONCELHO DE PESO DA RÉGUA

Pinto, Jorge^{1,2,5*}, Cunha, Vítor^{1,3}, Teixeira, Tiago^{1,3}, Ferreira, Débora⁴, Briga-Sá, Ana^{1,5}, Varum, Humberto⁶

1: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Engenharias, ECT.
tiago@utad.pt

2: I3N - Aveiro.
tiago@utad.pt

3: ISISE, Universidade do Minho.
vcunha@utad.pt; tiago.teixeira@civil.uminho.pt

4: Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança.
debora@ipb.pt

5: C-MADE, Universidade da Beira Interior.
anas@utad.pt

6: Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil.
hvarum@ua.pt

PALAVRAS-CHAVE: Xisto, construção tradicional, reabilitação, paredes.

RESUMO

A pedra de xisto é um material natural e local comumente utilizado nas construções tradicionais do Concelho de Peso da Régua. Esta zona do Nordeste Português está inserida na região do Douro que é classificada como Património Mundial pela UNESCO. Os muros de divisão de terrenos, de suporte de terras e os edifícios de construção tradicional são os tipos de construção em que a pedra de xisto é o material dominante. Estas construções são parte integrante da paisagem e do património vernacular local, e por isso devem ser valorizados e preservados. Através deste trabalho de investigação foi possível realizar um levantamento dos edifícios de xisto existentes neste concelho, e reunir um conjunto de informações técnicas e construtivas que os caracterizam. Este artigo pretende divulgar informação técnica relativa a detalhes construtivos deste tipo de construção tradicional, focada principalmente nas suas especificidades estruturais. No contexto estrutural, as paredes de alvenaria de pedra de xisto são os elementos estruturais verticais principais. As dimensões e constituição das paredes, dos vãos de janela e de porta, dos cunhais e das padieiras são alguns dos aspectos técnicos e construtivos que merecem especial destaque, tendo em conta que podem influenciar de forma decisiva o comportamento estrutural deste elemento construtivo. Deste modo, pretende-se contribuir para o conhecimento deste tipo de construção, e disponibilizar informação base que possa suportar estudos futuros de modelação numérica e/ou ensaios experimentais do comportamento de paredes em alvenaria de pedra de xisto.

1. INTRODUÇÃO

A pedra de xisto é uma rocha natural que é inata da região do Douro [1]. A sua influência regional, juntamente com a falta de meios de transporte na época [2], fez com que hoje em dia exista um enorme e

valioso património construído à base desta pedra natural, abrangendo a construção de habitações, muros de suporte de terra e de vedação, entre outras. Entre outros factores, a forte presença da pedra de xisto nas paisagens da região foi uma das razões que contribuiu para que, em 2001, a região do Douro fosse considerada Património Mundial pela UNESCO [1]. Esta distinção atribuída pela entidade UNESCO pode ser considerada como um factor de desenvolvimento local e, principalmente, um mote para a atracção de turismo local [3–5]. A distinção atribuída pela UNESCO requiere paralelamente a necessidade ou a obrigatoriedade de proteger, de preservar e de valorizar a paisagem e o respectivo conteúdo da região do Douro. A construção tradicional de xisto é parte integrante desta paisagem. A arquitectura vernácula desta região foi habilmente concebida de modo a ser integrada de uma forma subtil com o meio ambiente, adaptando-a às condições climáticas e demográficas do local. A volumetria dos edifícios, os materiais de construção, os locais de implantação e a simplicidade das formas são alguns dos atributos que caracterizam esta harmonia entre construção e meio envolvente. Infelizmente, alguma da construção contemporânea tem rompido com este paradigma, resultando num efeito nefasto [1] neste tipo de património. O facto de grande parte da construção tradicional de xisto desta região se encontrar em mau estado de conservação é também um sinal alarmante e que exige medidas de intervenção urgentes que permitam reverter esta situação. Para o efeito, a definição de processos de manutenção e de reabilitação dos edifícios de pedra de xisto antigos poderá constituir uma via de salvaguarda deste património construído. Qualquer intervenção de reabilitação implica o conhecimento prévio do edifício a ser intervencionado para que as técnicas a utilizar sejam definidas de forma criteriosa. Cada edifício apresenta as suas especificidades, o que condiciona de forma decisiva as técnicas a adotar. O conhecimento do edifício deverá abranger diversos aspetos, nomeadamente o conhecimento das características dos diferentes materiais de construção aplicados, o funcionamento dos sistemas estruturais adotados e a avaliação do estado patológico do edifício, suas causas e soluções de intervenção. É também necessário que qualquer operação de reabilitação seja o menos intrusiva possível, garantindo, por um lado, a integridade do edifício e por outro lado, os padrões de qualidade e de conforto requeridos actualmente. É precisamente nesta relação de equilíbrio que surgem os maiores desafios para a comunidade técnica.

No sentido de contribuir para o conhecimento deste tipo de edifícios tradicionais, um trabalho de caracterização geológica, petrográfica, química e físico-mecânica da pedra de xisto proveniente de pedreiras da região de Trás-os-Montes e Alto Douro já foi desenvolvido [6].

No entanto, no contexto da sustentabilidade e da reutilização de recursos naturais e locais ainda é necessário desenvolver trabalhos de caracterização da pedra de xisto antiga, sobretudo no que respeita às suas características físico-mecânicas e térmicas. A designação de pedra de xisto antiga é subentendida neste trabalho de investigação como sendo a pedra de xisto que se encontre em serviço em obra ou que seja resultante de processos de demolição de obras. Trabalhos de investigação conducentes à valorização de recursos naturais de uma região poderão ser importantes e, por isso, agentes de criação de riqueza e de desenvolvimento local. A reabilitação energética de edifícios de tradicionais construídos em pedra de xisto poderá também potenciar a valorização local, permitindo criar condições de habitabilidade que cumpram as exigências atuais, que por sua vez conduzem à fixação da população na região. Algum trabalho de investigação tem sido feito nesta área, destacando-se o estudo de reabilitação energética de edifícios antigos em xisto da região do Douro [7]. Neste trabalho, concluiu-se que a reabilitação energética deste tipo de edifícios é viável, quer do ponto de vista energético, quer do ponto de vista económico. Importa ainda referir que, a atual conjuntura económica mundial tem conduzido a um revés significativo em alguns sectores económicos, em particular, no sector da construção civil. Adicionalmente, muitos países enfrentam a problemática da estagnação ou da redução do crescimento demográfico, em especial, os países mais desenvolvidos. Estes dois cenários socioeconómicos poderão ser indicadores fortes de previsão de abrandamento de construção nova. As imposições ambientais e de sustentabilidade terão também de ser contempladas. A reabilitação e a reconstrução de edifícios poderá ser uma alternativa construtiva que se enquadre nesta nova realidade. Aviabilidade deste tipo de soluções alternativas tem sido explorada em diversos trabalhos de investigação [8-9]. Neste contexto, pretende-se com este trabalho, contribuir para o

conhecimento de algumas das características construtivas dos edifícios tradicionais de xisto, que permita posteriormente definir soluções de reabilitação adequadas. Este artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente, a construção de xisto existente no concelho de Peso da Régua será contextualizada, seguindo-se a apresentação e descrição de alguns detalhes construtivos relativos às paredes de alvenaria de pedra de xisto, aos cunhais e às aberturas de vãos de janelas e de portas e, finalmente, serão tecidas as considerações finais.

2. CONSTRUÇÃO DE XISTO NO CONCELHO DE PESO DA RÉGUA

O concelho de Peso da Régua localiza-se no interior norte do país, no distrito de Vila Real, na região Norte e na sub-região do Douro. No sentido de caracterizar a construção de xisto tradicional do concelho de Peso da Régua, procedeu-se a um levantamento exaustivo de aspetos técnicos e construtivos. O trabalho de campo decorreu durante o ano de 2012 e foi possível estudar 56 edifícios deste tipo. Na Figura 1 estão apresentados dois exemplos dos edifícios estudados que permitem dar uma indicação generalizada sobre os referidos aspectos tais como a volumetria, a tipologia das paredes resistentes de alvenaria de pedra de xisto e aspectos construtivos associados a estas (cunhais, padieiras, ombreira, peitoris, entre outros detalhes construtivos), as soluções de cobertura correntes, entre outros aspectos técnicos. Por sua vez, a Tabela 1 indica a localização em coordenadas GPS dos edifícios estudados. Esta informação poderá ser útil caso seja necessário aprofundar o estudo de um destes edifícios.

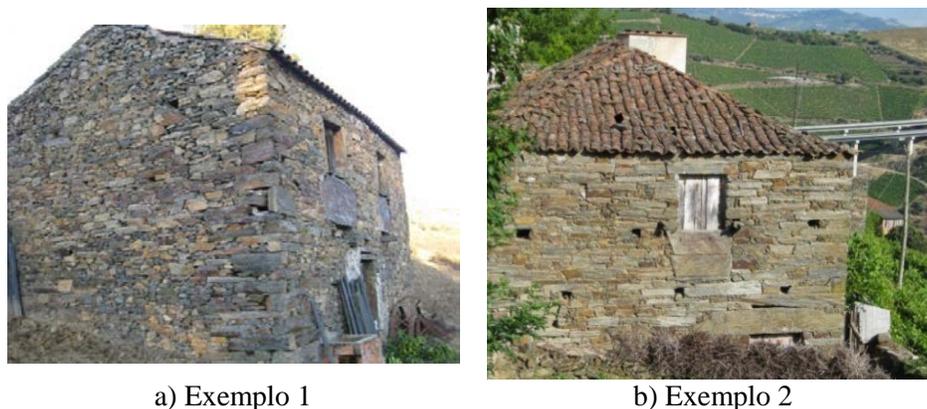


Figura 1: Dois exemplos de edifícios de xisto do concelho de Peso da Régua

Do levantamento efectuado concluiu-se que, em termos de utilização, 51,3% dos edifícios são destinados a arrumos, 41,0% são utilizados para habitação unifamiliar e 7,7% são utilizados para garagem. Verifica-se que um elevado número de edifícios desta região tinha como função servir de apoio à atividade agrícola e vitivinícola e também como abrigo para animais. Relativamente ao número de pisos, verificou-se que o cenário de obra mais comum corresponde a dois pisos, 52,9%. Os restantes edifícios estudados tinham apenas um piso, 47,1%. Coberturas de duas e de uma água, com uma incidência de 38,5% e de 36,5%, respectivamente, são as soluções mais típicas, o que se justifica dada a elevada precipitação que caracteriza a região. A maioria dos edifícios estudados tem a estrutura da cobertura de madeira, 95,7%. Os restantes, 4,3%, são relativos a estruturas de betão armado, que já foram intervencionados e correspondem apenas a uma percentagem residual. Os dados recolhidos no decurso do levantamento indicam que a maioria, 95,8%, dos edifícios tradicionais de pedra de xisto estudados no concelho de Peso da Régua, têm como revestimento exterior da cobertura telha cerâmica, verificando-se contudo que também existem outros casos, 4,2%, que apresentam chapas de zinco como solução de revestimento exterior da cobertura. Tradicionalmente, o acabamento do piso térreo é em terra batida, verificando-se em 92,7% dos edifícios estudados, o que advém do uso dado a este espaço que, como já foi referido anteriormente se destinava a armazém, arrumos ou

abrigo para animais Uma percentagem pouco expressiva dos edifícios (7,3% dos edifícios estudados) dispõe de pavimentos térreos executados em betonilha revestida a tijoleira.

Tabela 1 – Identificação e localização geográfica dos edifícios estudados [10]

Nº Edifício	Latitude	Longitude									
1	41°11'29.94"	7°40'50.78"	15	41°12'15.41"	7°43'03.88"	29	41°09'57.75"	7°44'14.59"	43	41°11'2.26"	7°41'25.21"
2	41°11'25.13"	7°49'55.42"	16	41.12'15.65"	7°43'04.43"	30	41°09'44.11"	7°44'02.33"	44	41°11'2.92"	7°41'24.04"
3	41°11'54.34"	7°50'46.13"	17	41°11'45.29"	7°51'48.03"	31	42°09'41.31"	7°44'10.70"	45	41°11'4.87"	7°41'10.02"
4	41°11'24.37"	7°49'58.18"	18	41°10'22.50"	7°45'52.67"	32	41.09'41.70"	7°44'08.78"	46	41°11'56.51"	7°43'15.61"
5	41°11'51.29"	7°50'46.34"	19	41°10'17.42"	7°45'57.24"	33	41°09'36.92"	7°44'13.37"	47	41°11'58.55"	7°43'11.27"
6	41°11'46.67"	7°50'49.56"	20	41°10'16.76"	7°44'52.01"	34	41°09'34.85"	7°44'13.46"	48	41°11'58.72"	7°43'16.01"
7	41°11'46.19"	7°50'49.55"	21	41°10'15.02"	7°44'48.71"	35	41°10'44.33"	7°44'10.42"	49	41°12'39.79"	7°51'56.97"
8	41°09'52.61"	7°49'20.15"	22	41°10'13.52"	7°44'47.93"	36	41°10'42.79"	7°44'14.06"	50	41°12'39.31"	7°51'57.49"
9	41°09'57.70"	7°49'25.48"	23	41°10'14.06"	7°44'47.43"	37	41°10'42.90"	7°44'13.88"	51	41°12'39.09"	7°51'56.25"
10	41°09'56.17"	7°49'25.61"	24	41°10'14.31"	7°44'49.73"	38	41°11'26.76"	7°43'53.58"	52	41°12'39.29"	7°51'54.38"
11	41°12'29.78"	7°51'30.84"	25	41°10'02.28"	7°45'05.98"	39	41°11'27.03"	7°43'53.45"	53	41.13'4.84"	7°50'41.86"
12	41°12'25.38"	7°51'46.45"	26	41°10'08.73"	7°44'24.28"	40	41°10'59.98"	7°41'26.65"	54	41°13'4.38"	7°50'42.79"
13	41°12'16.20"	7°43'02.99"	27	41°10'08.24"	7°44'18.23"	41	41°11'01.22"	7°41'26.75"	55	41°11'5.58"	7°48'55.39"
14	41°12'15.41"	7°43'03.88"	28	41°10'01.42"	7°44'07.03"	42	41°11'1.58"	7°41'25.35"	56	41°11'6.39"	7°48'56.06"

3. DETALHES CONSTRUTIVOS

O levantamento de informação para caracterização de detalhes construtivos é importante para se compreender melhor o comportamento de um edifício antigo de xisto. Para o efeito, detalhes construtivos relativos a paredes, a cunhais e aberturas de vão de janelas e de portas serão disponibilizados.

3.1 Paredes

Os detalhes construtivos predominantes das paredes de alvenaria de pedra de xisto caracterizam-se por ser pedras aplicadas preferencialmente com os estratos orientados na horizontal (pedras deitadas), pedras que apresentam forma e dimensões irregulares e que são serem assentes com junta seca ou com recurso a argamassa de assentamento terrosa. A Figura 2.a mostra uma parede exterior em alvenaria de pedra de xisto e a Figura 2.b mostra a secção transversal de uma parede de alvenaria de pedra de xisto, complementando a descrição anterior.

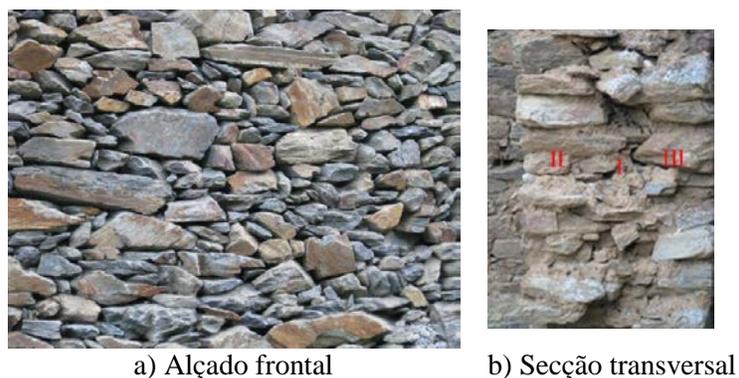


Figura 2: Detalhes construtivos de paredes de alvenaria de pedra de xisto

Na Figura 2.b também é possível observar que a parede de alvenaria de pedra de xisto é dupla devido à existência de dois panos, um interior (II, Figura 2.b) e outro exterior (III, Figura 2.b). Também existe um “miolo”, (I, Figura 2.b), constituído aparentemente por terra simples e por pedras de xisto de menores dimensões. Dos edifícios tradicionais alvo de estudo neste trabalho de investigação apurou-se que as paredes exteriores em edifícios com apenas um piso (27 edifícios) possuem uma espessura média de 0,68 m, com um desvio padrão de 0,13 m e com um coeficiente de variação de 18%. No caso dos edifícios de dois pisos (22 edifícios), as paredes exteriores apresentam uma espessura média de 0,74 m, com um desvio padrão de 0,12 m e com um coeficiente de variação de 16%. Face a estes resultados, verifica-se que em termos médios, os edifícios tradicionais de pedra de xisto de dois pisos dispõem de paredes exteriores de espessuras superiores aos edifícios com apenas um piso. Isto pode ser explicado pelo facto de as paredes dos edifícios de dois pisos possuírem um desenvolvimento vertical superior em relação ao outro caso. Adicionalmente, acresce o facto de a solicitação da parede exterior relativa ao edifício com dois pisos ser maior uma vez que existe o acréscimo das cargas devido ao peso próprio do pavimento e ao peso próprio da própria parede. Na Figura 3 apresenta-se o número de edifícios distribuídos pelos intervalos de espessura de paredes exteriores dos edifícios estudados.

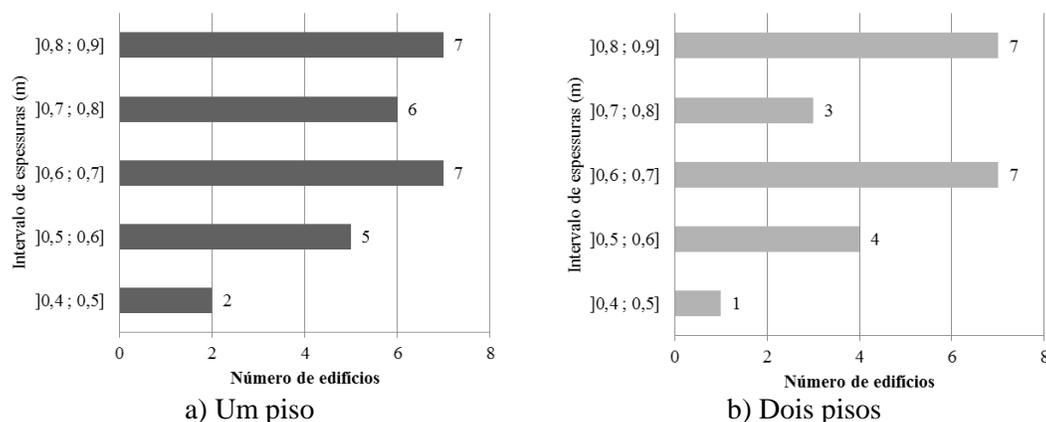


Figura 3: Distribuição da espessura das paredes exteriores por piso nos edifícios estudados

A informação disponibilizada permite concluir que as paredes exteriores de alvenaria de pedra de xisto apresentam espessuras que podem estar compreendidas entre 0,4 m e 0,9 m, e para ambos os cenários de um e de dois pisos. Tratam-se então de elementos construtivos estruturais verticais que apresentam como característica técnica a necessidade de requerer espessuras elevadas. Esta especificidade técnica poderá ser

uma condicionante na perspectiva de construção nova onde a rentabilização da área de implantação do edifício seja uma prioridade. Por outro lado, a elevada inércia térmica que caracteriza estas paredes poderá ser potenciada para melhorar o desempenho térmico do edifício em soluções de reabilitação energética. Apesar dos valores médios de espessura da parede exterior antiga de xisto serem conducentes à afirmação de que as paredes de edifícios de dois pisos requerem uma espessura ligeiramente superar à dos edifícios de um piso, os dados expostos nos diagramas da Figura 3 são clarificadores do facto de que esta diferença possa ser residual. Na prática, a amostragem de edifícios de xisto antigos estudada revela que treze edifícios deste tipo e de um piso apresentam paredes exteriores de espessura compreendida no intervalo de 0,7 m a 0,9 m, Figura 3.a, contrastando com o facto de apenas dez edifícios de dois pisos terem sido identificados com esta característica, Figura 3.b. Ainda no contexto das paredes exteriores antigas de alvenaria de pedra de xisto, também foi recolhida informação relativa ao tipo de assentamento das pedras de xisto. Dos edifícios estudados, observou-se que, aparentemente, nas paredes exteriores, as pedras assentam entre si com junta seca, ou então com um enchimento ou uma guarnição de um material terroso. Apurou-se que, em 55,6% dos edifícios tradicionais de pedra de xisto analisados, os vazios existentes entre as pedras de xisto eram preenchidos com um material de enchimento. Os restantes edifícios estudados, 44,4%, não apresentam qualquer material de assentamento fosse visível através do pano exterior das paredes.

3.2 Cunhais

Nas construções tradicionais de xisto estudadas a ligação entre dois panos de parede transversais entre si é geralmente materializada através de cunhais. A Figura 4 realça este tipo de elemento construtivo num edifício de um piso (Figura 4.a) e noutra de dois pisos (Figura 4.b). O cunhal consiste na sobreposição segundo a vertical de pedras de xisto de maiores dimensões dispostas de forma alternada segundo os planos das paredes a unir.



a) Exemplo 1 – Um piso



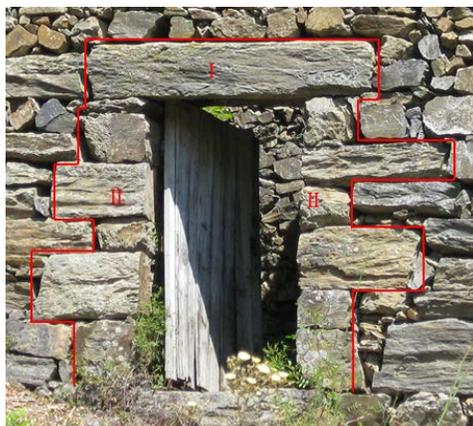
b) Exemplo 2 – Dois pisos

Figura 4: Tipologia dos cunhais dos edifícios estudados

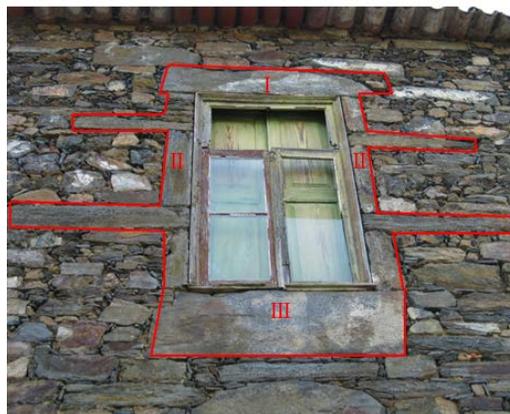
3.3 Vãos de janela e de porta

Os panos de parede exterior de alvenaria de pedra de xisto tradicionais de Peso da Régua são caracterizados por apresentarem poucas aberturas (vãos de janela e/ou de porta) e por estas apresentarem dimensões relativamente pequenas em relação ao pano de parede. Durante a realização do trabalho de campo foi possível observar que as soluções construtivas adoptadas frequentemente na construção dos vãos de janela

e de porta são análogas entre si e consistem em dispor pedras de maiores dimensões do que as regulares da parede e de acordo com o ilustrado na Figura 5. A padieira (I, Figura 5) é geralmente um elemento estrutural horizontal (simplex ou múltiplo). Por sua vez, as ombreiras (II, Figura 5) são construídas através da sobreposição de pedras de xisto segundo uma alternância dimensional. As pedras poderão ser assentes com as lamelas orientadas horizontalmente (Figura 5.a), embora também seja admissível o assentamento das pedras com as lamelas orientadas verticalmente (Figura 5.b). Finalmente, os peitoris (III, Figura 5) tendem a ser construídos à semelhança das padieiras embora, neste caso, não seja expectável que estes desempenhem um comportamento de viga tão vincado.



a) Exemplo 1



b) Exemplo 2

Legenda: I – Padieira, II – Ombreira, III - Peitoril

Figura 5: Exemplos de solução construtiva das aberturas de vãos de janela e de porta

Tal como foi referido anteriormente, o elemento estrutural horizontal (tipo viga) que materializa a padieira de uma abertura poderá ser materializado por mais do que um elemento. De acordo com os dados recolhidos neste trabalho de investigação, padieiras constituídas por múltiplos elementos parece ser uma solução tradicional, Figura 6. Este detalhe construtivo poderá ser justificado pelo facto das paredes possuírem uma espessura expressiva.



a) Dois elementos



b) Três elementos

Figura 6: Exemplos de soluções construtivas de padieira

Convém também frisar que os elementos constituintes das padieiras são geralmente em pedra de xisto, verificando-se em 97,1% das 175 aberturas estudadas. Elementos de padieira em pedra de granito e em madeira maciça são também s uma alternativa. Contudo, estas soluções correspondam a soluções muito

menos expressivas (2,3% e 0,6% das aberturas estudadas, respectivamente). No caso das ombreiras, apurou-se que os principais materiais utilizados são a pedra de xisto (94,9% das 175 aberturas de vão) e a pedra de granito (5,1% das 175 aberturas de vão), sendo esta também um material abundante nas proximidades do local em análise. O mesmo cenário ocorre no caso dos peitoris. Das 96 aberturas de vão estudadas, 97,7% apresentam peitoris concebidos em pedra de xisto. Nos restantes casos (2,3%) a pedra de granito foi aplicada na construção dos peitoris. De forma a complementar esta informação, a Figura 7 apresenta três edifícios antigos de xisto nos quais é visível a aplicação dos diferentes materiais identificados anteriormente na construção de elementos de padieira, de ombreira e de peitoris.

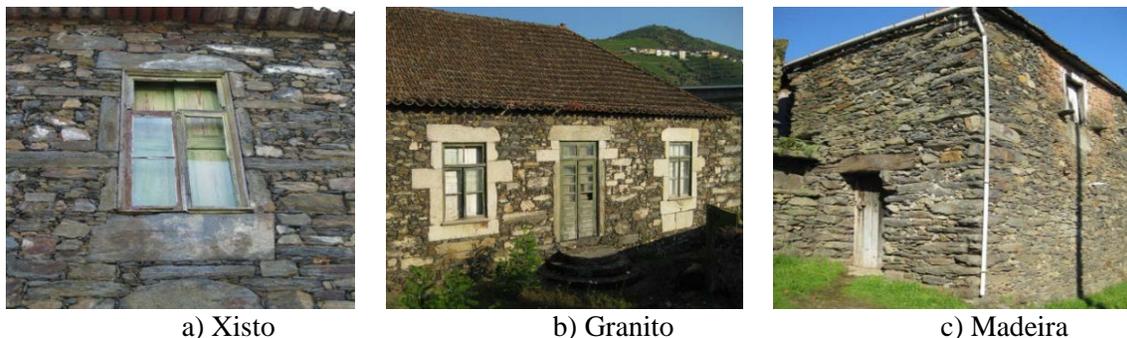


Figura 7: Materiais aplicados na construção de elementos de padieira, de ombreira e de peitoril

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho de investigação foi possível estudar um total de 56 edifícios tradicionais de pedra de xisto existentes no concelho de Peso da Régua. Considera-se que esta amostra de edifícios é representativa do universo de edifícios tradicionais da região analisada. Vários fatores condicionaram o trabalho de campo limitando a obtenção de informação, tais como: dificuldade de acesso ao local de implantação do edifício e por vezes inacessibilidade ao mesmo devido à existência de obstáculos em seu redor; impedimento demonstrado por parte dos proprietários e de locais no acesso ao edifício e ainda a presença de animais hostis. Verificou-se que as paredes de alvenaria dos edifícios de pedra de xisto no concelho de Peso da Régua apresentam espessuras elevadas e que são aparelhadas em junta seca ou utilizando a terra como material de enchimento. Nas zonas dos cunhais e de vãos de janela e porta, as dimensões das pedras de xisto utilizadas apresentam dimensões mais elevadas do que as utilizadas no aparelhamento da alvenaria. As dimensões dos vãos de janela e de porta são bastante reduzidas relativamente à área de parede que ocupam. Para além destas características representarem aspetos técnicos estruturais deste tipo de edifícios podem também ser potenciadas para a definição de estratégias futuras de reabilitação energética. O elevado número de edifícios de pedra de xisto em estado de ruína ou degradado evidencia a necessidade urgente de se efetuar trabalhos de conservação e/ou reabilitação. Neste contexto, este trabalho ganha maior relevância porque compila um conjunto de informação técnica valiosa que pode auxiliar em futuros processos de reabilitação. Considera-se também que este estudo pode ser útil em termos informativos para a realização de trabalhos de investigação futuros relativos ao estudo de paredes de alvenaria de pedra de xisto.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] T. Andresen, F. Bianchi de Aguiar e M. J. Curado, "The Alto Douro Wine Region greenway", Landscape and Urban Planning; Vol 68, pp. 289-303, 2004.

Pinto J, Cunha VMCF, Teixeira T, Ferreira D, Briga-Sá A, Varum H, Edifícios de xisto no cencelho de Peso da Régua, em: REHABEND 2014 Congresso Latinoamericano – Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio, 1-4 Abril, Santander, Espanha (2014)

- [2] J. Appleton, "Reabilitação de edifícios antigos, Patologias e tecnologias de intervenção", Lisboa: ORION, Setembro de 2003.
- [3] A. Feio e M. C. Guedes, "Architecture, tourism and sustainable development for the Douro region", *Renewable Energy*, Vol. 49, pp. 72-76, 2012.
- [4] Z. Tovar, "Pedestrianismo, percursos pedestres e turismo de passeio pedestre em Portugal", Estoril, Março de 2010.
- [5] J. F. Elias, "Refúgios de xisto: análise da viabilidade de negócio de uma empresa de turismo em espaço rural", Lisboa: ISCTE, 2009.
- [6] F. Noronha, S. Aires, C. Carvalho, J. Ramos, C. Moura, R. Moura, H. Sant'Ovaia e V. Ramos, "Os xistos como recurso. O caso de Trás-os-Montes e Alto Douro", Vila Real, 2011.
- [7] A. Mendes, "Reabilitação energética de edifícios em xisto do séc. XIX - XX da região do Douro", Tese de Mestrado, Vila Real: UTAD, Julho de 2011.
- [8] M. Arman, J. Zuo, L. Wilson, G. Zillante e S. Pullen, "Challenges of responding to sustainability with implications for affordable housing", *Ecological Indicators*, Vol. 68, pp. 3034–3041, 2009.
- [9] H. Wallbaum, Y. Ostermeyer, C. Salzer e E. Z. Escamilla, "Indicator based sustainability assessment tool for affordable housing", *Ecological Indicators*, Vol. 18, pp. 353-364, 2012.
- [10] Tiago André Nunes Teixeira. Estudo Experimental da Pedra de Xisto. Dissertação de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. Portugal. 2012.