

Sistemas em madeira e derivados na reabilitação urbana em situações pós-catástrofe

Daniel Félix¹, Artur Feio², Jorge M. Branco³

^{1 e 2} Universidade Lusíada de Vila Nova de Famalicão, CITAD, Largo Tinoco de Sousa - 4760-108 VNF, Portugal

³ Universidade do Minho, ISISE, Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal

RESUMO

Os centros históricos são elementos importantes e fundamentais de muitas cidades. Representam a sua história e evolução, sendo por isso parte essencial do Património Cultural. São contudo elementos extremamente vulneráveis, sendo vários os exemplos ao longo da história de situações imprevistas como terremotos, tsunamis, cheias, vulcões, incêndios, etc., que provocaram danos significativos nos edifícios e monumentos de cidades históricas importantes. Após um desastre destes, a situação é previsivelmente crítica e torna-se urgente proteger os monumentos e demais edifícios históricos. Deverá evitar-se a propagação e avanço dos danos, prevenindo colapsos locais e falhas globais. Neste cenário, torna-se crucial a utilização de sistemas de construção rápidos baseados em elementos leves e pequenos. Estes elementos devem permitir uma instalação fácil e rápida, bem como proporcionar a resistência suficiente para prevenir o aumento das perdas. Por outro lado, é fundamental que estes sistemas tenham em linha de conta a manutenção da traça arquitectónica, através de soluções que preservem as características estéticas e materiais dos edifícios. Este artigo apresenta uma primeira abordagem ao uso de sistemas à base de madeira e derivados em situações pós-catástrofe.

Palavras-chave: madeira e derivados; pós-catástrofe; reabilitação

1. INTRODUÇÃO

Os centros históricos são elementos de extrema importância para o Património Cultural, pois relatam a história e mantêm viva a memória de uma cidade. A conservação dos edifícios e núcleos antigos até aos nossos dias permite ter presente a cultura de determinada cidade, as suas práticas e tradições, criando um sentido de continuidade, pertença e identidade com os cidadãos.

Ao longo da história, existem exemplos de situações imprevistas que originaram danos assinaláveis: Lorca (2011), um terremoto desencadeou o colapso de diversos edifícios, provocando danos severos em muitos outros que necessitam de ser intervenções rapidamente, sob pena de sofrerem consequências irreversíveis. Esta situação é em tudo semelhante ao que aconteceu em Elazig (2010) e L'Aquila (2009). Recuando a 1988, em Lisboa, um incêndio destruiu 18 edifícios no bairro do Chiado, que ainda hoje é alvo de algumas intervenções tais foram as consequências. Perante situações destas, é necessária uma intervenção imediata e eficaz, de modo a evitar perdas e o avanço dos danos. São por isso imperativas soluções que permitam respostas breves e eficientes para proteger e consolidar as construções afectadas e dado o nível de destruição permitam inclusive garantir patamares mínimos em termos de necessidades sociais.

Os sistemas de construção à base de madeira e seus derivados, permitem soluções de rápida execução, facilmente transportáveis e disponíveis em praticamente em todas as regiões do globo. Por outro lado, são sistemas que utilizam materiais sustentáveis e recicláveis, com baixa emissão de CO₂. Embora se verifique um vazio em termos de bases que permitam o desenvolvimento de soluções construtivas à base de madeira e derivados passíveis de serem incorporadas nos centros históricos em situações pós-catástrofe, as características descritas levam a que o potencial das mesmas seja sugerido como uma solução inovadora e emergente.

1.1. O sector das madeiras e derivados: realidade europeia

O sector das madeiras e derivados constitui uma das principais fontes de recursos renováveis e sustentáveis a nível europeu, representando em 2000 um PIB de 1,1% (European Forest Sector - UNECE, 2005). Os produtos de madeira e derivados representam uma importante alternativa ecológica, sobretudo ao nível da reciclagem do próprio material bem como dos

resíduos de madeira, reduzindo desta forma o risco sobre a sustentabilidade dos recursos florestais.

O mercado nacional da madeira e derivados enfrenta novos desafios, nomeadamente aqueles que estão relacionados com a crescente concorrência global de fornecedores de produtos de baixo custo que têm conduzido a uma queda dos preços, ameaçando a competitividade dos produtos do sector florestal no futuro. Este cenário, nas últimas décadas, tem sido encarado pela indústria da madeira através da implementação de soluções em derivados de madeira ou compósitos de madeira como alternativa às usuais soluções em madeira maciça.

O suporte para o uso de Engineering Wood Products (EWP) na reabilitação de edifícios existentes deve ter em conta a necessidade de satisfazer as expectativas dos intérpretes. A este nível o desenvolvimento de soluções de carácter global assume importância acrescida. Procuram-se soluções com base em elementos pré-fabricados (Kits) prontas a serem montadas, tipificáveis e cumprindo os requisitos elaborados pela Directiva dos Produtos da Construção (DPC). Ao mesmo tempo, a satisfação dos utilizadores finais e as preocupações com o conforto (acústico, térmico), funcionalidade, segurança e saúde, bem como as questões relativas à protecção dos bens culturais (manutenção da traça arquitectónica dos edifícios, preservação das características materiais dos edifícios, etc.) devem ser tidas em linha de conta.

Desta forma, e após a identificação de determinadas patologias é possível tipificar soluções-padrão para diversos níveis de intervenção, nomeadamente ao nível dos elementos estruturais ou criar soluções de apoio que permitam funcionar actividades cruciais numa situação pós-catástrofe (Cruz & Pequeno, 2008a).

Estas soluções apresentam diversos níveis de desenvolvimento e vários aspectos deverão ser tidos em conta de forma a garantir a durabilidade da estrutura e pormenores de construção que permitam a adaptação das soluções às novas exigências tendo em atenção, por exemplo, o isolamento térmico e acústico e a segurança contra incêndios. Estas soluções têm também que atender a requisitos como peso específico (soluções de fácil aplicação *in situ* e que introduzam cargas adicionais leves), desempenho a longo prazo, facilidade de utilização, uso de mão-de-obra indiscriminada e possibilidade de reutilização.

1.2. Progresso em relação ao estado de conhecimento

A publicação em 1988 da Directiva dos Produtos da Construção (DPC – 89/106/CEE) e da Directiva dos Biocidas (98/8/CE), a publicação e aplicação de várias normas harmonizadas a nível europeu (EN), bem como outras normas nacionais e internacionais têm trazido novos desafios para o sector da madeira, nomeadamente aquele que de uma forma mais directa está ligado à indústria da construção e, desde então, um longo caminho para a promoção e certificação de produtos de madeira e seus derivados tem sido percorrido.

Os mais recentes projectos de investigação em matéria de produtos de madeira e seus derivados têm-se em geral dedicado a questões relativas com o comportamento (principalmente estrutural: deformação, fenómenos de fluência, etc.) e caracterização das propriedades (controlo de qualidade e investigação pré-normativa: problemas de colagem, resistência à flexão, ensaios não-destrutivos, etc.). No entanto, existe algum vazio em termos de bases para o desenvolvimento de soluções de construção à base de madeira passíveis de serem incorporadas na reabilitação de edifícios antigos ou integrarem uma lógica de reabilitação urbana em situações pós-catástrofe.

O desenvolvimento de novas soluções para o mercado da construção com base em EWP, em especial em compósitos de madeira, tem crescido nas últimas décadas mas enfrenta um problema de falta de mão-de-obra. Estas soluções têm também de competir com os sistemas convencionais que são colocados no mercado incluindo todos os elementos e informação (incluindo as regras de aplicação) necessária para a implementação da solução e ao mesmo tempo cumprindo com todas as necessidades exigidas pela indústria da construção.

Assim, apesar das novas regulamentações e da forte concorrência de produtos e soluções convencionais, cuja base não seja a madeira, a possibilidade de entrar num novo segmento como o da reabilitação, seja ela entendida ao nível dos edifícios ou da envolvente urbana, requer novas linhas de investigação, pesquisa e desenvolvimento, ao mesmo tempo que a divulgação destas actividades tem de ser rápida e atempada. A procura do mercado por soluções de construção “pronto-a-vestir” e os desafios relacionados com a sua aplicação em edifícios antigos, sobretudo em termos de ligação entre as novas soluções e a construção existente, devem ser enfrentados.

As novas soluções devem apresentar preocupações em desenvolver sistemas de baixo impacto, com segurança contra incêndios, com isolamento térmico e acústico e economia de energia. A falta deste tipo de soluções tem facilitado o actual cenário de reabilitação do património edificado, onde é frequente a substituição de elementos de madeira por outros materiais. No entanto, esta abordagem não está em consonância com a gestão da cidade moderna que se preocupa com a manutenção da qualidade do património edificado tentando manter a traça dos edifícios, utilizando soluções de reabilitação que preservem a aparência estética dos edifícios e do património cultural das cidades. Apesar da referida escassez de soluções à base de madeira para utilização em reabilitação, existem alguns exemplos de intervenções sobre o ambiente construído que tiram partido das qualidades desses produtos, intervindo sobre o património de forma inovadora e simultaneamente respeitando o carácter dos edifícios, ver Figura 1.

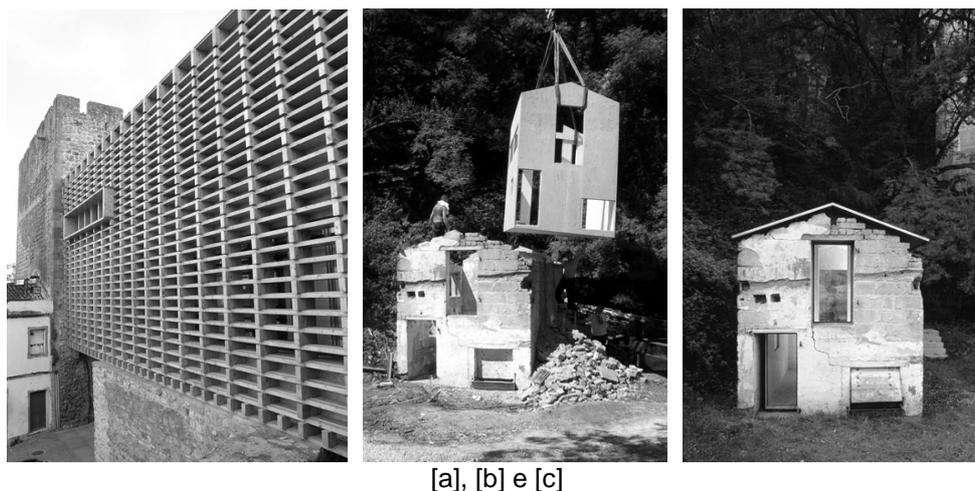


Figura 1. Intervenções sobre elementos construídos utilizando soluções à base de madeira ([b] e [c] www.fnp-architekten.de)

2. SITUAÇÃO APÓS UMA CATÁSTROFE

O elevado estado de degradação de uma parte significativa do edificado que compõe os centros históricos aumenta o risco de insegurança e diminui a resistência destes edifícios em caso de situações imprevistas. Relacionando esta realidade com a elevada densidade construtiva e a irregularidade de traçados, assentamentos e implantações dos centros históricos, a situação pós-catástrofe será previsivelmente crítica. A possibilidade de danos materiais como colapsos parciais ou globais de edifícios, curto-circuitos e explosões que poderão provocar incêndios, ruas bloqueadas por entulho e escombros de diversas origens é um cenário bastante realista.

É nesta situação urgente intervir para restabelecer a segurança das populações, e simultaneamente proteger os bens culturais, de modo a restabelecer o equilíbrio natural. As 48 horas seguintes a uma catástrofe são consideradas determinantes na tentativa de evitar perdas irremediáveis para os locais considerados património cultural (Jha *et al.*, 2010). De modo a impedir o aumento de danos ou mesmo o colapso de edifícios, é fundamental implementar operações de segurança, em particular a realização de estruturas provisórias que tornem os edifícios temporariamente seguros, enquanto soluções definitivas são estudadas e idealizadas (Grimaz, 2011).

2.1. Ausência de soluções

A vertente do sector das madeiras e derivados de madeira associada ao mercado da construção civil enfrenta também um desafio de mudança de atitude: a oferta de um produto será necessariamente substituída pela oferta de soluções estruturais. No domínio da construção, em toda a Europa, estão a ser levados a cabo grandes investimentos na renovação e reabilitação do património edificado. Neste mercado emergente, o consumo de produtos de madeira e seus derivados é claramente inferior quando comparado com o consumo de outros materiais (resultantes de fontes não renováveis e não sustentáveis).

Face a tais cenários, o mercado da construção mostra-se incapaz de implementar soluções que respondam rápido e eficazmente. O seu perfil conservador, muitas vezes afasta as novas soluções tecnicamente mais capazes, recorrendo a técnicas consolidadas embora ultrapassadas e aquém dos objectivos desejados. Como agravante, essas soluções são muitas vezes dissonantes dos novos modos de reabilitação e reconstrução, bem como desvalorizam a manutenção da traça arquitectónica, provocando consequências avultadas nos edifícios antigos.

Esta ausência de respostas e soluções é um dos motivos reconhecidos do abandono dos centros históricos. Em alternativa, tomam a iniciativa de fazer as reparações que entendem necessárias, muitas vezes por conta própria, quase sempre igualmente desajustadas e inconscientes face ao valor cultural e patrimonial. Ambas as situações colaboram no aumento dos danos após uma catástrofe.

3. SISTEMAS À BASE DE MADEIRA E DERIVADOS

Os produtos de madeiras e derivados representam uma importante alternativa ecológica, tanto pela reciclagem do próprio material e dos resíduos da madeira, como pela baixa emissão de CO₂. Procurando aumentar a competitividade face aos novos produtos de baixo custo, a indústria da madeira implementou soluções de derivados de madeira ou compósitos de madeira como alternativa às usuais soluções em madeira maciça. Estas soluções permitem preços extremamente mais competitivos, bem como facilidades no transporte e manipulação do material.

Contudo o consumo de produtos de madeira e seus derivados é amplamente inferior quando comparado com o consumo de outros materiais resultantes de fontes não renováveis e não sustentáveis, mesmo sendo uma grande percentagem dos edifícios antigos construídos com sistemas de madeira.

Os poucos sistemas existentes reflectem uma série de características que os tornam passíveis de serem integrados na reabilitação de centros históricos. São baseados sobretudo em elementos leves e pequenos que não sobrecarregam as estruturas existentes, e permitem uma manipulação e instalação fácil e simples. Por outro lado, são extremamente rápidos de construir ou montar, bem como facilmente transportáveis e disponíveis em praticamente todas as regiões do globo. Para complementar estas características, a madeira e derivados têm excelente comportamento face a fenómenos sísmicos e à acção do fogo. O mesmo sucede face ao comportamento térmico e acústico, factores cada vez mais importantes para a qualidade dos edifícios.

Outro factor a reter, é a possibilidade de a madeira e seus derivados poderem ser utilizados estruturalmente, como revestimento, ou como produto final (produtos sem necessidade de acabamentos em obra), o que confere a estes sistemas um elevado número de soluções possíveis.

4. CASOS DE ESTUDO

Tirando partido destas potencialidades, o uso de EWP poderá ter um papel preponderante, e o desenvolvimento de soluções com certas premissas de carácter global tem uma importância acrescida. Soluções tipo Kit, isto é, desenvolvidas com base em elementos pré-fabricados prontos a serem montados e tipificáveis (ver Fig. 1), assumem-se como soluções inovadoras de cariz tecnológico e sustentável para situações pós-catástrofe em centros históricos. Embora por vezes seja considerada uma solução inadequada, a prefabricação apresenta potencialidades que podem ter um contributo significativo na reconstrução após um desastre (Davidson *et al.*, 2008).

O conceito de Kit está já bem estabelecido em soluções de construção ligeira de madeira (entramado de madeira para a habitação) ou outros sistemas (ver European Technical Approval Guides – ETAGs em www.eota.com). Neste conceito não só os componentes de madeira são estudados individualmente (parafusos, ligadores, colas, etc.), mas também todo o sistema é analisado garantindo os requisitos essenciais definidos pela Directiva dos Produtos da Construção e regulamentos nacionais ou locais.

O terramoto de 2009 em L'Aquila provocou danos severos em muitos edifícios, tornando-os inseguros e impedindo a sua utilização. Muitos deles eram edifícios com grande valor patrimonial, levantando importantes e preocupantes questões de salvaguarda do património construído. A urgência da intervenção levou à criação de soluções standardizadas à base de

elementos de madeira, ver Figura 2. Estas soluções permitiram rapidamente realizar estruturas provisórias para impedir a avanço dos danos, e simultaneamente garantir rigidez e robustez aos edifícios face a réplicas e outros fenómenos.



Figura2. Estruturas temporárias de madeira aplicadas em L'Aquila (<http://www.vigilfuoco.it>)

Após o terramoto de 1995 em Kobe, Japão, o desenvolvimento de projetos abrangendo diferentes programas como abrigos, casas, escolas, igrejas, etc., destacaram-se sobretudo pela utilização de papel como principal material de construção.



Figura3. Aspecto geral das Paper Log Houses – Kobe, Japão (www.shigerubanarchitects.com).

A ideia original desta estrutura foi o seu baixo custo e a facilidade e rapidez de montagem. As paredes são construídas com tubos de papel ($\phi = 106\text{mm}$) com 4mm de espessura, assentes sobre um plano de pavimento feito com grades de cerveja carregadas com sacos de areia, ver Figura 4. A estrutura é extremamente simples de montar, tendo sido utilizada a mão-de-obra da própria população afectada. Após a sua utilização, os materiais são facilmente recicláveis ou reaproveitados.



Figura 4. Detalhes do processo de montagem (www.shigerubanarchitects.com).

Outro exemplo deste tipo de soluções é o Protótipo Puertas desenvolvido pelo ateliê chileno Cubo Arquitectos, ver Figura 5. Desenhado especificamente para habitações temporárias em situações pós-catástrofe, utiliza elementos pré-fabricados de baixo custo e apresenta uma tecnologia construtiva simples que não requer mão-de-obra especializada. É fundamentalmente constituído por portas e paletes de madeira e tem um período de montagem de 8 horas (envolvendo no mínimo 7 pessoas) e um período de desmontagem aproximado de 45 minutos.



Figura 5. Prototipo Puertas (www.chilearq.com).

O ateliê I-Beam projetou para os jardins HRH Prince Charles' Royal Gardens, no âmbito de uma exposição de desenho sustentável, um conjunto de estruturas construídas à base de paletes recicladas, ver Figura 6. A inspiração surgiu do facto de 84% dos refugiados do mundo poderem ser alojados com um ano de fornecimento deste tipo de material. Estas estruturas são montadas em menos de uma semana, utilizando cerca de 100 paletes de madeira recicladas, pregadas e levadas para o local por 4 a 5 pessoas, utilizando ferramentas convencionais de carpintaria.



Figura 6. Protótipo Pallet House (www.i-beamdesign.com).

A TTT – Torre Turística Transportável é um sistema construtivo bioclimático desenvolvido por uma parceria entre investigação e estratégia empresarial. Este projecto consagra uma inovadora solução estrutural mista madeira-vidro onde a combinação destes materiais privilegia os conceitos de reutilização, apresentando um impacto construtivo significativamente reduzido (Cruz & Pequeno, 2008b).

O sistema utiliza um painel modular polivalente como laje ou como parede resistente, integrando sistemas solares passivos, sistemas solares activos e funções bioclimáticas, que se traduzem directamente em eficácia energética, constituindo uma inovação ao nível de elementos estruturais prefabricados. Para além da prefabricação, este projecto assume como princípios estratégicos a modularidade, a produção em série e a facilidade de transporte, ver Figura 7.

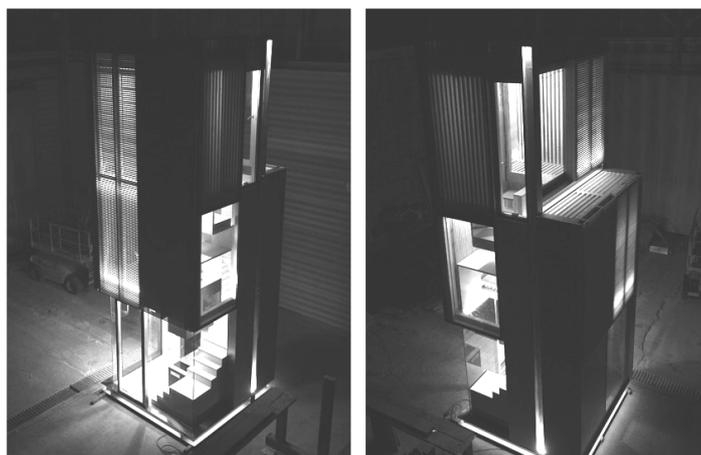


Figura 7. TTT - torre turística transportável (www.tttower.com/).

5. IMPACTO DAS SOLUÇÕES

Intervir no património requer muita responsabilidade e ponderação, algo difícil de conciliar com a urgência e nível de pressão após um desastre. É importante evitar o aumento dos danos, mas não se pode menosprezar a identidade dos edifícios e a adequação das intervenções. Os trabalhos a realizar devem procurar preservar os materiais e funcionamento da estrutura original, evitando alterações significativas nas estruturas existentes e sendo o menos invasivo possíveis (Modena, 2010). Por outro lado, é fundamental que estas intervenções não comprometam os trabalhos futuros.

Os sistemas à base de madeira e derivados são reversíveis e possibilitam uma solução rápida para prevenir o agravamento das consequências de uma catástrofe enquanto se procuram soluções mais perenes e definitivas de reconstrução. Ultrapassada a pressão inicial, as primeiras soluções podem ser desmontadas e substituídas por definitivas. Sendo os materiais recicláveis e reutilizáveis, não se levantam questões relacionadas com o destino a dar aos elementos resultantes do desmantelamento/desmontagem das soluções iniciais.

5.1. Sustentabilidade e construção

A sustentabilidade das florestas é um problema crítico para garantir a sustentabilidade da vida no planeta. Estes projectos, que apoiam o uso sustentável da madeira pela indústria da construção, contribuem para o uso racional deste material. Além de ser um recurso renovável, a fabricação de produtos de madeira e seus derivados é um processo mais limpo, produzindo menos resíduos e consumindo menos energia do que os materiais concorrentes. A sustentabilidade é também promovida através da utilização de compósitos de madeira que incorporam fibras de madeira reciclada e que possuem ciclo de vida mais longo permitindo desta forma poupar recursos naturais.

Ações que contribuam para a reabilitação urbana, como oposto à demolição e construção nova, significam economia de recursos naturais e energia, evitando o desperdício ambiental.

5.2. Melhoria da competitividade

Um número significativo de edifícios em Portugal precisa ou precisará num futuro próximo de intervenções de beneficiação. Nestas intervenções as soluções adoptadas não são as tecnologicamente mais avançadas e não utilizam materiais sustentáveis, ao mesmo tempo que estas intervenções são feitas normalmente tardiamente e com custos elevados.

O mercado da construção é reaccionário e os novos desenvolvimentos tecnológicos não são fáceis de serem incorporados e aglutinados sem o devido background científico e técnico. A desejada competitividade poderia ser alcançada através da capacidade de fornecer soluções fáceis de montar, inovadoras, com uma boa relação custo-benefício (rapidez de execução, melhoria da qualidade) e de baixo peso específico suportadas por ferramentas de projecto eficazes e elevados padrões de desempenho.

5.3. Qualidade de vida

Conservação do património edificado melhora o bem-estar social, pelo efeito positivo que o ambiente de construção introduz na qualidade de vida dos cidadãos.

Os projectos apresentados visam oferecer uma nova tecnologia na reabilitação de edifícios antigos, melhorando as condições de vida nos edifícios para os padrões de vida moderna, contribuindo para uma maior qualidade de vida dos utilizadores finais e apoiar a conservação do nosso património cultural edificado potenciando o Turismo (principal negócio do nosso século).

6. CONCLUSÕES

Após uma catástrofe, a situação nos centros históricos é previsivelmente crítica, pois face à urgência da reconstrução e consolidação, apresenta-se a necessidade de implementar soluções prudentes e cuidadas. Foram apresentados diferentes exemplos de construções que têm em conta princípios sustentáveis, concebidos como kits, com elementos pré-fabricados de baixo custo e grande facilidade e rapidez de construção.

Por serem reversíveis, apresentam-se como uma proposta a ter em conta nestas situações de crise, pois permitem proteger o património sem comprometer definitivamente a identidade e qualidade arquitectónica.

Embora seja de prever alguma relutância à sua implementação, por parte do mercado da construção, é previsível que estes sistemas tenham alguma dificuldade de implementação. No entanto, o aumento significativo da oferta de materiais compósitos de madeira, suportado por um forte investimento industrial em tecnologia de ponta, tornou possível o desenvolvimento de novos produtos.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece o apoio financeiro da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através da bolsa SFRH/BD/73853/2010.

REFERÊNCIAS

Cruz, P.; Pequeno, J. 2008a. Timber-Glass Composite Beams: Mechanical Behaviour & Architectural Solutions, CGC, Delft, Holanda, 2008.

- Cruz, P.; Pequeno, J. 2008b. Structural Timber-Glass Adhesive Bonding, CGC, Delft, Holanda.
- Davidson, Colin; Lizarralde, Gonzalo; Johnson, Cassidy. 2008. Myths and realities of prefabrication for postdisaster reconstruction. *Information and Research for Reconstruction*. Disponível em http://www.resorgs.org.nz/irec2008/i-rec2008_papers.shtml, acessado em 01-03-2011
- Grimaz, S. 2011. Management of urban shoring during a seismic emergency: advances from the 2009 L'Aquila (Italy) earthquake experience. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* Vol. 52, n. 2.
- Jha , Abhas. 2010. Safer Homes, Stronger Communities. *A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. The World Bank, Washington DC. Disponível em: <http://www.housingreconstruction.org>, acessado em 01-06-2011.
- Modena, C., et al. 2011. Emergency actions and definitive intervention criteria for the preservation of cultural heritage constructions subjected to seismic actions - Abruzzo 2009. FEUP, Porto
- Pequeno, J.; Cruz, P. 2009. Structural Timber-Glass Linear System: Characterization & Architectural Potentialities. *Glass Performance Days*: pp 1-5 (www.gpd.fi).
- Uzielli, L. 1992. Valutazione della capacità portante degli elementi strutturali lignei. *L'Edilizia*, Vol. 12: pp. 753-762. Florença, Itália.