

Casas de madeira. Da tradição aos novos desafios

Jorge M. Branco

ISISE, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães
jbranco@civil.uminho.pt

SUMÁRIO

De um modo geral, Portugal, aparte de muitos países europeus, ainda não se encontra totalmente sensibilizado para o uso da madeira como parte integral da construção de edifícios. Num mercado fortemente tradicional no uso de alvenaria e betão, essa tendência parece estar a mudar, gradualmente, dadas as vantagens inerentes ao uso da madeira. O desenvolvimento tecnológico da indústria da madeira propiciou o aparecimento e/ou aperfeiçoamento de sistemas construtivos, assim como o surgimento de novos produtos derivados de madeira. O incremento das potencialidades de utilização desta matéria-prima fez com que a industrialização das construções das casas de madeira despertasse e consigo novos processos de produção surgissem.

Pretende-se com este artigo fazer-se referência ao potencial da madeira para a conceção de habitações prefabricadas com características modulares apresentando alguns exemplos na qual a Universidade do Minho está envolvida.

PALAVRAS-CHAVE: MADEIRA, PREFABRICAÇÃO, MODULAR, INOVAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o setor da construção tem procurado desenvolver e apresentar soluções construtivas para uma habitação de baixo custo utilizando tecnologias construtivas prefabricadas e de reduzido impacto ambiental não descurando dos aspetos funcionais. Neste âmbito, a madeira surge como o material que possibilita conjugar todos esses fatores.

Não é nenhuma novidade a aplicação da madeira na construção. Desde sempre que tem sido um material muito utilizado nas mais variadas aplicações abarcando diversos mercados e englobando desde os pequenos objetos decorativos até à construção de habitações e, nas décadas mais recentes, estruturas de grandes dimensões. Séculos de experiência no uso da madeira na construção permitiram reconhecer os métodos mais seguros de construção, as dificuldades nas ligações, assim como as suas limitações.

A grande evolução verificou-se nas técnicas de produção, no melhoramento relativamente à sua durabilidade e, essencialmente, nas potencialidades arquitetónicas que este material e seus derivados sugere. A madeira é hoje um material de potencialidades renovadas na área da construção.

1.1. O setor da construção

Consequência da crise financeira emergida em 2008 dá-se início, no ano de 2011, em Portugal, ao processo de ajustamento da economia portuguesa, caracterizado pela implementação de fortes medidas orçamentais, desencadeado na sequência do pedido de assistência financeira à União Europeia e ao Fundo Monetário Internacional (FMI). Neste cenário, a crise económica refletiu-se em praticamente todos os setores produtivos, porém com maior incidência sobre o setor da construção. O desemprego não pára de aumentar, a capacidade de adquirir bens e serviços vê-se diminuída e as estatísticas não enganam: O setor da construção está em queda.

É neste ponto que cresce a imaginação, a prosperidade e a oportunidade. Assim, tanto as empresas como os técnicos qualificados têm procurado novas estratégias através da criação de soluções inovadoras de baixo custo que permitam uma melhor rentabilização dos orçamentos familiares. O termo *low-cost*, outrora associado à construção de habitação social, ganha então adeptos em tempos de crise.

A engenharia e a arquitetura *low-cost* surgem como uma demanda pela descoberta de novas soluções procurando a utilização de materiais e sistemas construtivos de baixo custo que respondam com bom desempenho aos cada vez mais exigentes níveis de segurança estrutural, conforto higrométrico, acústico e visual. A nível nacional, tem surgido algum investimento numa lógica *low-cost*, do qual se pode destacar o projeto *Affordable Houses* da Universidade de Coimbra (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadro resumo dos preços de venda (valores aproximados).

Construção	Custo/m ²
Affordable Houses	549€
Habitação social ¹	501€
Habitação comum ²	980€

Em Portugal ainda se mantém a tradição da construção convencional de betão armado e alvenaria de tijolo. A construção de casas de madeira em Portugal representa atualmente uma percentagem reduzida do mercado habitacional português com cerca de 5% do setor [1]. Desde sempre que às construções em madeira são associados vários mitos depreciativos e errados que dificultam a sua proliferação numa escala maior.

Outro *handicap* que se tem revelado no caso das casas de madeira é o do financiamento. Para além das dificuldades de acesso ao crédito bancário associadas à conjuntura atual, as casas de madeira, em particular aquelas de características modulares, são ainda analisadas sob um enquadramento jurídico geral, que não tem conta as suas especificidades.

Recentemente, a construção de habitações em madeira tem tido um acentuado desenvolvimento na Europa, não sendo Portugal exceção desta tendência. Na verdade, têm surgido medidas que incentivam formas alternativas de construção no qual favorecem a construção em madeira [2]. As razões são várias, das quais se destacam: a sustentabilidade, o elevado nível de industrialização e prefabricação, a facilidade e velocidade de montagem, entre outros.

A ecologia, ou por outras palavras, a proteção do meio ambiente, tem sido responsável pelo desenvolvimento de diversos exemplos de construções em madeira. Contudo, a

¹ Instituto Nacional de Estatística (INE). Período de referência: Março de 2011

² Portaria nº143 de 6 de abril de 2011

maioria deles têm carácter temporário ou predestinam-se a aplicações singulares como são feiras, exposições ou concursos internacionais.

1.2. A construção em madeira

Se existe hoje um renascimento da utilização da madeira para a construção de casas isso reflete, sobretudo, a enorme variedade de soluções construtivas à base de madeira. A sua preferência, no que respeita a matéria-prima estrutural, deve-se sobretudo às suas propriedades físicas e mecânicas que proporcionam, num produto final, conforto térmico e grande aptidão estética, associadas a um baixo consumo de energia (para sua transformação). De notar que neste caminho para uma construção sustentável, a madeira surge como o único material renovável na natureza.

A madeira é um material estrutural esteticamente apazível que permite desenvolver soluções criativas, inovadoras, robustas e de alta qualidade em resposta a numerosos desafios arquitetónicos e estruturais.

No repto que se coloca na busca de novos sistemas estruturais, formas arquitetónicas, acabamentos, etc, têm surgido no mercado inúmeros produtos derivados de madeira que pretendem colmatar as limitações naturais da madeira, bem como adaptar este material a usos mais específicos, mais exigentes.

Os derivados de madeira mais relevantes e com maior aplicação são os aglomerados de partículas orientadas (OSB); os contraplacados; o contraplacado lamelado; os aglomerados de fibras de média densidade (MDF); a madeira lamelada colada; a lamelada colada cruzada; a madeira micro-laminada; as vigas de perfil I; os duolam e ainda a madeira KVH que consiste em madeira maciça constituída por elementos retos de secção retangular obtidos pela colagem topo a topo (através de *finger-joints*) de peças de madeira maciça. Estes materiais visam essencialmente a obtenção de produtos de alta resistência, baixa variação comportamental e alta tipificação, procurando uma standardização e normalização que permita a continuidade da crescente garantia de qualidade inerente aos produtos de madeira e derivados [3].

Como exemplo de grandes estruturas de madeira que usaram alguns destes derivados da madeira pode-se indicar a primeira grande estrutura de madeira lamelada colada construída em Portugal – Cobertura do Pavilhão Atlântico – e a emblemática construção em madeira micro-laminada na praça *La Encarnación*, em Sevilha – Metropol Parasol – reconhecida pela imprensa internacional como a maior estrutura em madeira do mundo (ver Figura 1).

No entanto, a madeira não é exclusiva para a construção de grandes estruturas semelhantes às identificadas atrás. Os edifícios habitacionais em madeira podem ser uma excelente escolha para quem compra casa pela primeira vez, para quem deseja um domicílio para uma família numerosa, para templos, igrejas e mesmo empreendimentos hoteleiros



(a)



(b)

Figura 1 – Estruturas em madeira; (a) Cobertura Pavilhão Atlântico³; (b) Metropol Parasol⁴

Relativamente às casas de madeira, quatro processos diferentes de construção usando estruturas de madeira têm vindo a ser desenvolvidos ao longo do tempo (Tabela 2): casa de troncos (*Log-house*), casas com estrutura pesada de madeira (*Heavy Timber*), casas com estrutura leve de madeira (*Light Frame*) e casas em estrutura prefabricada modular, cujo este último será âmbito de estudo mais aprofundado neste artigo.

Tabela 2 – Sistemas de construção em madeira.

Tipo de estrutura	Sistemas
Casa de troncos	Log-house
Estrutura pesada de madeira	Porticado (<i>Post and Beam</i>) Entramado (<i>Timber Frame</i>)
Estrutura leve de madeira	Sistema em Balão (<i>Baloon System</i>) Sistema Plataforma (<i>Platform System</i>)
Estrutura prefabricada modular	Módulos de pequenas dimensões Módulos de grandes dimensões Módulos tridimensionais

2. PRÉ-FABRICAÇÃO E CONSTRUÇÃO MODULAR

A pré-fabricação surge como consequência de todas as características que o modo de trabalhar a madeira pode apresentar. É concebida de forma totalmente integrada em que as operações a realizar em fábrica estão perfeitamente definidas permitindo que partes inteiras da construção sejam produzidas em fábrica, fora do local de implementação, seguindo modernos conceitos de racionalização e elevados níveis de controlo de qualidade.

É nesta medida que a pré-fabricação ganha terreno face à construção convencional, que necessita de estaleiros de obra prolongados no tempo com inúmeras operações *in-situ* (ver Figura 2).

³<http://architectureoflife.net/Blog/1256/Ahsap-Yapilar-Unuttugumuz-Mimari-Kulturumuz.aspx>

⁴ <http://www.setasdesevilla.com/>

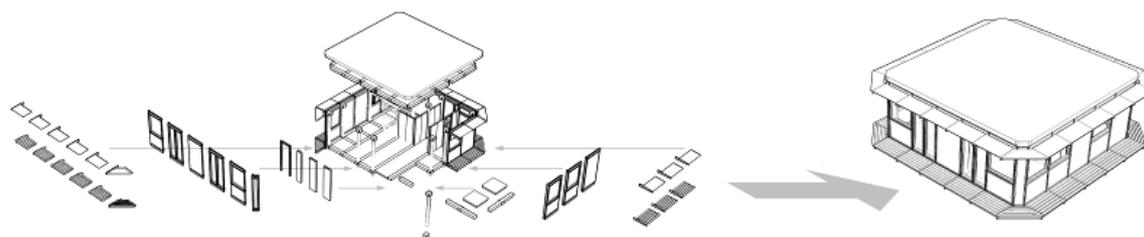


Figura 2 – Sistema de pré-fabricação da empresa LUKASLANG⁵.

As casas modulares são normalmente construções que se apoiam em materiais e elementos pré-fabricados com capacidade modular, com toda a versatilidade que isso pode representar. Assim a coordenação dimensional modular é uma metodologia, que visa criar uma dimensão padrão, que racionalize a conceção e a construção de edifícios, que permite elevar o grau de industrialização da construção, mantendo no entanto a liberdade de conceção arquitetónica dentro de valores aceitáveis [4].

Esta metodologia permite que todo o processo de construção seja estandardizado, através de uma racionalização das dimensões dos componentes, otimizando o processo de construção desde a fase de conceção – projeto – até à montagem final – construção. Deste modo estamos perante uma otimização do trabalho que conseqüentemente resulta numa diminuição de custos por detrimento da personalização habitacional que exige um estudo detalhado do local a construir, da vontade do cliente e dos meios associados (Figura 3).

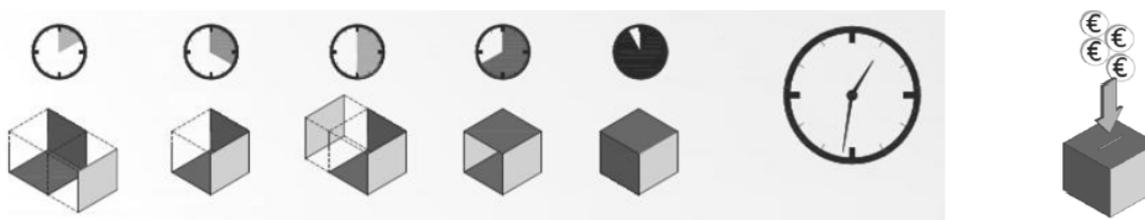


Figura 3 – Vantagens da construção modular.

São inúmeros os sistemas construtivos que têm por base os fundamentos da construção modular. Estes podem ser classificados como sistemas modulares fechados em que o módulo é semelhante a uma célula onde todos os componentes constituintes encontram-se ligados, sem qualquer possibilidade de mudança [5] o que acarreta um elevado grau de padronização e pré-fabricação. Os módulos podem ser combinados, empilhados, ligados entre si ou suspensos por uma estrutura que funciona como esqueleto [6].

Outro método de construção modular são os sistemas abertos no qual se incluem o sistema de vigas e pilares, sendo que estes suportam todas as cargas permanecendo os restantes elementos (paredes exteriores e interiores) com função não estrutural. A dissociação entre a estrutura portante e as paredes possibilita criar espaços abertos de maior dimensão e alarga os graus de liberdade consentindo criar configurações distintas.

No sistema de painéis, também ele classificado de sistema aberto, estes são responsáveis pelo suporte de todas as cargas decorrentes do edifício. Os painéis são geralmente concebidos segundo o Sistema Plataforma [7], formado por um conjunto de perfis de madeira maciça igualmente distanciados de, normalmente, 600mm, enrijecido por placas estruturais (ex. OSB, partículas de madeira cimento ou contraplacado), que dão

⁵ www.lukaslang.com

estabilidade (Figura 4a). Recentemente a indústria da madeira tem usado um novo derivado de madeira, chamado CLT (Cross Laminated Timber), conhecido em Portugal por madeira lamelada colada cruzada. Geralmente aplicado em paredes externas e internas, pavimentos e coberturas, este sistema, desprovido de vigas e pilares, é baseado em painéis lamelados colados com grande estabilidade e capacidade estrutural (Figura 4b). Existem ainda os sistemas mistos que resultam da combinação dos diferentes sistemas já descritos.



Figura 4 – Sistema modular; (a) Sistema Plataforma; (b) Sistema de painéis lamelados.

No que respeita ao processo de construção propriamente dito, este é executado em duas fases: na primeira os elementos são produzidos em fábrica, mediante os sistemas previamente definidos, na segunda fase os elementos são transportados para o local onde serão montados (Figura 5). A produção em série permite então que haja uma diminuição dos custos possibilitando também que todo o processo de controlo de qualidade seja mais exigente, permitindo por sua vez que o nível qualitativo de cada peça seja maior.



Figura 5 – Componentes de um sistema modular; (a) Transporte; (b) Aplicação em obra.

3. O POTENCIAL DA CONSTRUÇÃO EM ALTURA

Para além da legislação e outros instrumentos políticos, o potencial dos edifícios de madeira em altura advém do próprio sector de habitação, governado por mudanças

sociológicas, como a redução da dimensão dos agregados familiares, e pela recente crise financeira mundial.

As perspectivas de crescimento da construção de edifícios de madeira em altura são significativas prevendo-se que na próxima década atinjam uma quota do mercado imobiliário de 30% na Suécia, 10% na Inglaterra e Alemanha, e de 2,5% em França. Contudo, o sucesso da construção em madeira depende de vários pré-requisitos: ampla divulgação e feedback das experiências de vários projetos com estrutura de madeira, contribuindo para a aprendizagem; racionalização das operações in-situ; desenvolvimento de procedimentos industriais e normas relativas às estruturas de madeira; e, maior envolvimento das construtoras nas estruturas de madeira.

Em Inglaterra, Itália e Suíça, por exemplo, edifícios de 6 pisos ou mais com estrutura de madeira são agora aceites. Na América do Norte edifícios de madeira com 4 pisos são comuns ocasionalmente com 5 e 6 pisos quando permitidos pelas autoridades locais. Com uma correta seleção dos métodos construtivos, edifícios em madeira com 20 ou mais pisos são agora tecnicamente executáveis. Edifícios de madeira com 10 pisos tornar-se-ão vulgares na próxima década. Investigadores em várias instituições da Europa, América do Norte e Ásia estão a proceder a largos estudos, utilizando provetes à escala real, desenvolvendo conceitos de projeto e cálculo necessários para que este objetivo se concretize.

São vários os exemplos de edifícios de madeira em altura que têm sido construídos recentemente, como são exemplo o Stadthaus em Londres (11 pisos), o projeto Mühlweg em Viena (250 apartamentos em edifícios de 4 a 5 pisos), Holzbausen (6 pisos) e Dock Tower (120 metros) na Suíça, entre outros, que servem como casos de estudo das potencialidades deste género de edifícios (Figura 6).



(a)



(b)

Figura 6 – Exemplos de edifícios altos em madeira; (a) Stadthaus, Londres, 11 pisos; (b) Bad Aibling, Alemanha, 8 pisos.

4. EXEMPLOS INOVADORES

O mercado nacional das casas de madeira está em forte crescimento e a indústria está ativa. São vários os projetos de desenvolvimento tecnológico e industrial em desenvolvimento que permitiram o aumento de soluções, alternativas a quem desejar viver numa casa de

madeira. Entre os vários exemplos, destacam-se aqui aqueles em que o Departamento de Engenharia Civil está envolvido.

4.1. A ttt torre turística transportável

A ttt torre turística transportável, mais que um projeto isolado, é um conceito abrangente que assenta num modelo adaptável, evolutivo, polivalente e industrial, que se pretendia materializado através de uma solução construtiva marcadamente diferenciadora e sustentável, recorrendo à madeira enquanto material predominante, também estruturalmente. Este conceito turístico e habitacional teve o seu lançamento mundial na EXPO Xangai 2010, na restrita área reservada às melhores práticas urbanas internacionais (UBPA), e cujo mote – “Better City, Better Life” – coincidia com os princípios adotados no projeto.

Durante seis meses de Exposição Universal, 01 de Maio 2010 a 31 Outubro 2010, o projeto obteve o reconhecimento internacional por parte de visitantes, organização, média e especialistas ligados à construção, naquele que foi o maior evento organizado de sempre, com 72 milhões de visitantes.

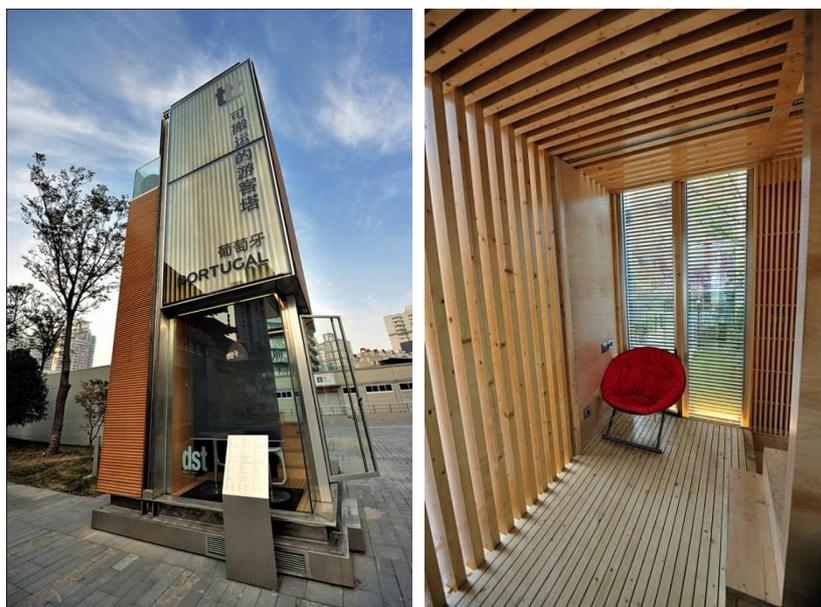


Figura 7 – A torre ttt na Expo 2010.

Procura-se com este produto uma solução multifuncional que represente um novo conceito de habitabilidade e evolutividade que, através de sistemas solares ativos e passivos, combine tecnicamente iluminação natural e potencial energético. A sua natureza modular e os materiais nela utilizados – madeira, vidro e metal – asseguram uma política de reutilização e uma redução assinalável do seu impacto construtivo, fator decisivo na aceitação comercial do produto.

4.2. Alvenaria estrutural em madeira

Em finais de 2010 a Alcomate, Carpintaria e materiais de construção LDA, iniciou um trabalho em conjunto com o Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, que tem por objetivo viabilizar um sistema construtivo que ajusta o conceito de alvenaria estrutural à construção em madeira. A principal vantagem desta conceção prende-se essencialmente à ideia de autoconstrução, e à conseqüente abolição dos custos de mão-de-obra. A conjugação de pequenos elementos de madeira repetidos, fixados entre si através de simples parafusos, possibilita uma perfeita adequação ao conceito contemporâneo da bricolage (Figura 8).

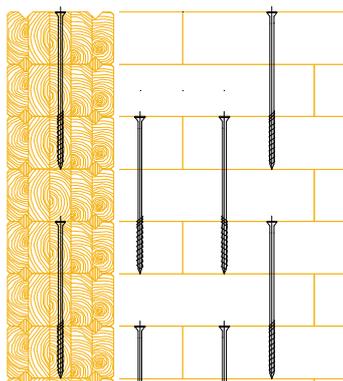


Figura 8 – Corte longitudinal e transversal de um pano de parede de alvenaria estrutural em madeira.

Neste sentido, o tema da habitação revela-se o mais adequado à adoção desta técnica, tanto pela sua escala, como pela sua necessidade de baixo custo, construção rápida e eficiente. Existe já uma conceção preliminar que necessita de ser estudada, avaliada e otimizada. Apesar do longo caminho ainda a percorrer, os resultados experimentais obtidos [9] demonstram as potencialidades da técnica e asseguram a viabilidade da inovação tecnológica desenvolvida.

O objetivo futuro do estudo é conseguir otimizar a técnica de modo a que esta responda aos objetivos práticos da construção, como sendo a facilidade de execução e a eficiência energética, como também responda aos ideais indescritíveis que permitem a uma habitação proporcionar experiências de vida extraordinárias, que melhoram a nossa vida física, intelectual e emocional.

5. WOODENQUARK

O WoodenQuark, ou somente Quark, propõe a construção de casas por módulos em tempo reduzido e a preços *low-cost*. Mais do que um projeto de investigação, materializa um conceito assente num modelo evolutivo e adaptável que recorre à madeira enquanto material estrutural, concretizando uma solução construtiva sustentável e de baixo custo. Agregada a uma forte componente estética esta casa, modular, pretende-se que seja desenvolvida através da reinterpretação dos modos de habitar e da evolução constante das necessidades humanas.

Esta característica permite que o Quark se adeque a diferentes modos de vida, assim como a diferentes agregados familiares e à sua mutação ao longo do tempo (ver Figura 9). A flexibilidade da solução a desenvolver contribui deste modo para a sustentabilidade na

medida em que reduz o número de intervenções de adaptação, prolongando a vida útil do edifício.

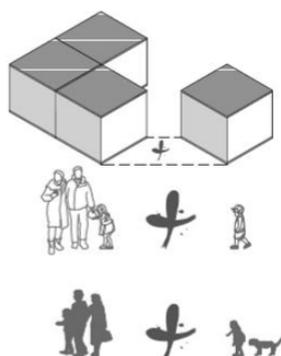


Figura 9 – Flexibilidade do sistema modular.

A vontade de flexibilizar o módulo habitacional levou ao estudo da possibilidade de tornar estes módulos multifuncionais, e como tal, tornou-se um desafio repensar a utilização de cada módulo como único, levando ao limite a interação entre espaços. A casa pode ser montada por cada cliente e personalizável até ao último detalhe, garantindo exclusividade. Assim será possível agregar módulos pré-definidos, escolher a função de cada espaço e todos os materiais que compõem a habitação.

Ao longo do tempo o Quark pode alterar-se mantendo sempre uma imagem renovada, quer no interior, quer no exterior; as paredes interiores podem facilmente ganhar uma nova vida (basta apenas mudar os painéis que as compõem).

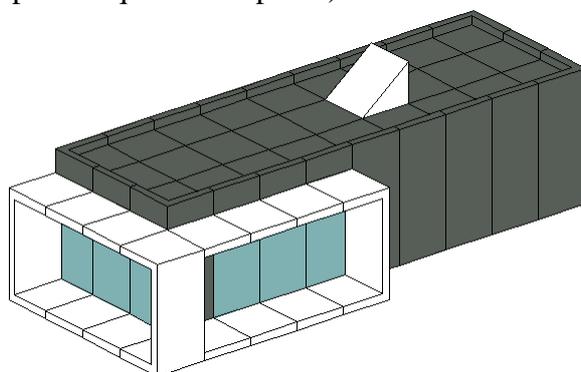


Figura 10 – WoodenQuark - Tipologia T1.

Cada Quark será único e mediante as suas dimensões poderá ser transportado por inteiro ou por peças (prevendo assim a possibilidade de exportação) garantindo a mobilidade. O processo de montagem é simplificado pela modularidade e pela predefinição estrutural, conseguindo assim uma maior rapidez.

O Quark pode ser ajustado de modo a conseguir responder às exigências do lugar, quer pela orientação, diferenças de cotas ou mesmo a necessidade de ‘encaixe’ no próprio terreno. Cada projeto terá a sua autenticidade, tornando visível a preocupação com a envolvente e afirmando-se como elemento que assegura as características espaciais. Em suma, associa-se a vontade de criar uma habitação de baixo custo a processos construtivos simplificados construindo uma casa com qualidade, conforto e identidade.

6. CONCLUSÕES

Para que a construção em madeira não seja apenas uma opção de nichos, é necessário que os principais intervenientes na construção: arquitetos, projetistas e engenheiros de obra comecem a olhar para a madeira como uma real alternativa aquando da decisão do material a usar na estrutura. Para já, têm sido as questões ambientais as principais responsáveis pelo reacender do interesse no uso da madeira na construção. As casas em madeira são um exemplo claro desta evolução.

Os conceitos de prefabricação e modularidade, aliado a um preço competitivo e convidativo, têm atraído a população a adotar este tipo de construção. Deste modo, à medida que as exigências dos clientes aumentam e a competitividade entre as empresas do setor intensifica, amplifica-se o conhecimento nesta área em franca expansão a nível nacional, contribuindo para a modernização do mercado da construção de casas de madeira.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Salta, C. Casas em madeira: um conceito de habitação 100 por cento natural. *Construção magazine*, 4º trimestre 2001, Publindustrias, Porto.
- [2] Cruz, H., Morgado, L., Pedro, J. B., Pontífice, P., Projeto e construção de casas de madeira em Portugal. *Jornadas LNEC*. Lisboa, 2012.
- [3] Branco J.M. A madeira como material de estruturas. *Arte & Construção. Revista profissional da construção e dos novos materiais*. Edição Especial Madeiras. pp. 78-81, Maio 2005.
- [4] Castelo J.L.D.C. Desenvolvimento de modelo conceptual de sistema construtivo industrializado leve destinado à realização de edifícios metálicos. *Tese de Mestrado*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.
- [5] Staib, G., Dorrhofer, A., Rosenthal, M., Edition Detail Components and systems: Modular Construction – Design, Structure, New Technologies. 1st Edition, Birkhauser Verlag, 2008.
- [6] Lawson M., Building design using modules. The Steel Construction Institute Publication, Vol. 10 n° 5, 2007.
- [7] TRADA TECHNOLOGY, Timber Frame Construction, 4th Edition, Revised by Huel Twist and Robin Lancashire, *Trada Technology*, 2008.
- [8] Branco J.M., Cruz P.J.S., Construir em Madeira. *Arte & Construção. Revista profissional da construção e dos novos materiais*. Edição Especial Madeiras., pp. 18-24, Novembro 2004.

-
- [9] Silva, C.V., Branco, J.M., Rodrigues, V. (2011), Alvenaria estrutural com elementos de madeira. *CIMAD 11 – 1º Congresso Ibero-Latino Americano da Madeira na Construção*, 7-9/06/2011, Coimbra, Portugal. URL: <http://hdl.handle.net/1822/14004>