



HABITAÇÃO, CIDADE, TERRITÓRIO E DESENVOLVIMENTO

Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono
2º CIHEL - LNEC - LISBOA - PORTUGAL - 13 A 15 MARÇO 2013

METODOLOGIA DE APOIO AO PROJECTO DE ARQUITECTURA DE HABITAÇÃO EM MADEIRA - PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO

Timber housing architectural design methodology - Research proposal

Luís Morgado ¹, Manuel Correia Guedes ², João Gomes Ferreira ³ e Helena Cruz ⁴



Arq. Luís Morgado
Lisboa - Portugal

**Professor Manuel
Correia Guedes**
Lisboa - Portugal

**Professor João
Gomes Ferreira**
Lisboa - Portugal

Doutora Helena Cruz
Lisboa - Portugal

¹ Arquitecto, DECivil-ICIST, IST-UTLm Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, luis.morgado@ist.utl.pt

² Professor Associado, DECivil-ICIST, IST-UTLm Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, mcguedes@civil.ist.utl.pt

³ Professor Associado, DECivil-ICIST, IST-UTLm Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, joaof@civil.ist.utl.pt

⁴ Investigadora Principal - Chefe do NEM, LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, helenacruz@lneec.pt

Palavras-chave: habitação, madeira, metodologia, projecto, arquitectura, decisão, opções, tipo

Resumo

Apresenta-se uma proposta de investigação para o desenvolvimento de uma metodologia de apoio ao projecto de arquitectura de habitação em madeira. A construção em madeira vem assumindo uma importância crescente face aos desafios actuais. A sua utilização pode contribuir para a redução dos impactos ambientais da construção ao nível do consumo de energia, da emissão de gases com efeitos de estufa e da produção de resíduos. Em alguns países, a tradição consolidada proporciona uma aceitação generalizada da construção em madeira para habitação. Nos últimos anos, várias empresas nacionais do sector da construção em madeira desenvolveram um leque variado de soluções de habitação unifamiliar. Esta é uma tipologia com uma procura significativa em Portugal. No entanto, o abrandamento da economia nacional e a consequente redução da procura obrigou já algumas empresas de construção e projecto a procurarem novos mercados. Os países do espaço Lusófono são parceiros naturais na troca de experiências e conhecimento pelo que podem ser destinatários privilegiados de soluções, tanto ao nível da construção como ao nível do projecto. Em Portugal, apesar do avanço dos últimos anos, a construção em madeira estrutural para habitação é um domínio reservado ainda a uma minoria de especialistas, projectistas e construtores. O papel do arquitecto no primeiro contacto com o cliente, na definição do programa base e nas primeiras opções construtivas ao nível de projecto é de extrema importância. Grande parte das escolhas iniciais determina o desenvolvimento posterior do projecto e a maior ou menor adequação da obra aos dados do programa e do contexto. Neste sentido considera-se importante desenvolver uma metodologia de apoio ao projecto de arquitectura. Esta metodologia visa informar os arquitectos sobre as decisões cruciais a tomar em projecto, em função dos sistemas de construção disponíveis e da singularidade de cada situação. Assim, apresenta-se neste artigo o quadro teórico de uma metodologia de apoio ao projecto de arquitectura, a desenvolver e concretizar num estudo em curso.

1. INTRODUÇÃO

Neste artigo sintetizam-se temas e propostas de uma investigação a decorrer no âmbito da tese de doutoramento "Metodologia de apoio ao projecto de arquitectura de habitação de madeira em Portugal", em desenvolvimento no Instituto Superior Técnico. Pretende-se descrever o processo de projecto e identificar as fases, os critérios e decisões específicas da construção em madeira que importa aprofundar. Investigar sobre este tema, justifica-se por quatro razões principais: 1) Os arquitectos portugueses não têm em geral experiência de construção em madeira; 2) Apesar da importante dimensão do mercado da habitação unifamiliar - 91,1% dos edifícios de habitação concluídos em 2011 foram moradias [1] - a reduzida dimensão do mercado de casas de madeira, faz supor que os consumidores ainda não encontram razões para as escolher; 3) Portugal é um país com forte aptidão florestal; 4) Os estudos nacionais sobre construção de habitação em madeira na perspectiva da arquitectura são escassos. Entende-se por habitação em madeira, aquela em que a estrutura é na sua maior parte constituída por componentes de madeira. A perspectiva adoptada neste artigo é a do arquitecto que pretende oferecer serviços de projecto qualificados a um cliente. Por cliente entende-se neste caso, o dono de obra e utente que pretende construir uma casa de madeira para habitar ou que, pelo menos equaciona essa hipótese.

2. ESPECIFICIDADE DO PROJECTO EM MADEIRA

Construir em madeira tem especificidades que se relacionam com: 1) A natureza do material; 2) O papel dos intervenientes; 3) As fases de projecto.

As especificidades do material são essencialmente resultantes da sua anisotropia, da sua variabilidade, dos seus defeitos, da higroscopicidade e da susceptibilidade à degradação por agentes biológicos e pela acção do fogo [2]. A maior parte destes factores suscita preocupações que não estão presentes nos projectos com tecnologias tradicionais. Por um lado, os regulamentos, as normas e a exigência de homologação dos produtos garantem a qualidade potencial das soluções. Por outro lado, a qualidade do edifício resulta do projecto específico. O arquitecto, como coordenador do processo, será responsável pela satisfação do cliente e por evitar que ocorram situações negativas, adoptando uma metodologia adequada.

O projecto de habitação em madeira pode ser coordenado por: 1) um arquitecto; 2) um fabricante ou; 3) um dono de obra. A situação mais vulgar em Portugal, no caso da construção de habitação unifamiliar em madeira, é a do coordenador-fabricante que pela sua especialização, oferece algumas garantias de qualidade. Affentranger [3] refere, que o benefício de contratar um arquitecto residirá na possibilidade deste prestar um serviço de consultoria independente. Dele espera-se que elabore o estudo integrado das diversas exigências de projecto, contemplando a relação com cada contexto. Mas, algumas fontes [4] indicam que, por razões de eficácia, o engenheiro de estruturas seria o mais habilitado para coordenar este tipo de projectos. Este argumento pode ser analisado relativamente ao nível de personalização que o cliente exige do projecto: 1) projecto personalizado; 2) projecto adaptado a partir de um projecto tipo; ou 3) projecto tipo proveniente de catálogo. O arquitecto tem aqui um papel gradualmente menor, sendo até dispensável na última situação. Assim, o arquitecto será procurado na maior parte dos casos por quem pretende um projecto personalizado. Ao arquitecto, para além do projecto de arquitectura e da coordenação das especialidades cabe especificar os requisitos [5] e o carácter pretendido para a estrutura [6]. O papel do engenheiro de estruturas consiste em desenvolver, a partir desses requisitos, conceitos estruturais alternativos para análise, e desenvolver por fim a solução estrutural adoptada [6].



Figuras 1, 2, 3, 4 - Castanheira & Bastai; Peter Zumthor; Timber Design Limited, Hermann Kaufmann

As exigências técnicas da construção em madeira parecem afastar os arquitectos deste sector. Seria lógico pensar que a aproximação dos arquitectos à construção em madeira deveria fazer-se pela especialização. Alguns escritórios de arquitectos apresentam-se já como peritos na construção em madeira [7] [8]. Autores como Deplazes [9] e Affentranger [3] no entanto, relacionam as últimas inovações nos produtos de madeira com uma abordagem menos exigente para o arquitecto, uma vez que o domínio técnico passa a ser transferido para os fabricantes e construtores. Nesta perspectiva, o arquitecto praticamente não precisaria de detalhar os seus projectos. Mas, outros arquitectos, como Peter Zumthor na Suíça ou Carlos Castanheira em Portugal, continuam a assumir o controlo total do projecto, desde a concepção até ao detalhe. Bittencourt [10] considera que, relativamente à construção tradicional, a madeira obriga os profissionais a um esforço suplementar, pela complexidade associada aos detalhes e ligações entre componentes. Mas não deixa de referir que em contextos onde o conhecimento e a experiência estão difundidos, os detalhes pormenorizados pelo arquitecto não são essenciais. Existirão então duas possibilidades de abordagem inicial ao projecto: 1) A arquitectura é concebida independentemente da solução tecnológica, não exigindo conhecimentos muito diferentes dos correntes; e 2) A arquitectura surge a par da solução tecnológica, exigindo conhecimentos específicos sobre construção em madeira. Mas é no primeiro caso que se fazem sentir mais alterações em relação ao método de projecto tradicional. Por um lado, modifica-se o calendário das fases de projecto que se tornam mais curtas. Por outro lado, ocorre a delegação de parte do trabalho no fabricante ou no construtor, principalmente no respeitante aos desenhos de execução. Atribui-se ainda maior peso ao planeamento da obra e à produção [5] [9] [3].

3. TIPOS DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

As tipologias fazem parte do conhecimento de base, prévio à concepção da arquitectura. Um tipo define-se pela observação das invariantes (funcionais, linguísticas, técnicas) da realidade [11], reunindo um conjunto de características tipológicas relevantes [12]. Por um lado os tipos correspondem a soluções recorrentes num dado contexto, por outro lado possibilitam identificar e relacionar as aspirações de um cliente, com um tipo de solução. Consegue-se assim identificar o leque de opções disponíveis ainda antes de haver programa. A definição de tipos é sempre redutora e controversa. Sabendo dessa limitação, admite-se neste artigo que num projecto de arquitectura podem considerar-se quatro grupos tipológicos iniciais: os tipos funcionais, os tipos simbólicos, os tipos estruturais e os tipos de envolvente. Os tipos funcionais são esquemas simplificados de soluções arquitectónicas, apresentando a geometria das principais relações espaciais. Os tipos simbólicos são as formulações estilísticas que permitem associar uma solução a um partido estético. Os tipos estruturais são as famílias de sistemas estruturais, cujo comportamento se conhece. Os tipos de envolvente construída são soluções recorrentes de fachada e cobertura.

O tipo arquitectónico é neste artigo, considerado o resultante da integração do tipo funcional com o tipo simbólico. Existem inúmeras propostas de definição de tipos de habitação unifamiliar, referindo-se em geral ao tipo funcional. Neste artigo não é relevante a tipificação funcional, mas pode-se apontar uma classificação instrumental preliminar, com base na análise das características tipológicas (Quadro 1), em dois tipos: tipos racionais e tipos orgânicos. Os primeiros seriam aqueles que agrupam as características de compacidade do espaço, perímetro e forma. Os últimos seriam os que apresentam formas complexas e recortadas.

Quadro 1 - Características tipológicas dos tipos funcionais

| FACTORES | CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS |
|-----------------------|---|
| Capacidade | Número de quartos (T3, T4) |
| Morfologia | Número e tipo de pisos T3(rc+1), T3(rc), T3(rc+cv), T4(rc+1), T3(rc+1+cv), (...) |
| Planimetria - Espaço | Geometria da planta (Planta quadrada, Planta rectangular, Linear, em L, em Pátio, em "estrela") |
| Planimetria - Limites | Geometria do perímetro (Compacta, Recortada) |
| Fachada - Forma | Geometria da fachada (Compacta, Recortada) |

A definição dos tipos simbólicos pode ser efectuada através da reunião de características tipológicas que definem uma linguagem (Quadro 2). Normalmente as opções por uma cobertura plana ou inclinada, vãos contidos ou amplos, e detalhes elaborados ou simplificados, permitem reconhecer diferentes opções estéticas. Assim, com base na observação do carácter de vários projectos com estrutura de madeira, podem-se propor, provisoriamente, três tipos simbólicos relevantes: tipo tradicional, tipo moderno e tipo contemporâneo.



Figuras 5, 6, 7 - Tipos: Tradicional, Moderno e Contemporâneo - Herman Kaufmann

Quadro 2 - Características tipológicas dos tipos simbólicos

| FACTORES | CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS |
|---------------|--|
| Espaço | Compartimentação interior (descompartimentada, compartimentada); Geometria da planta (compacta, recortada) |
| Forma | Fachada (corpos balançados, fachada contínua), Cobertura (plana, inclinada) |
| Revestimentos | Interior (madeira, outros), Exterior (madeira, outros) |
| Elementos | Vãos (amplos, contidos), Divisórias (flexíveis, não flexíveis), Detalhes (elaborados, simplificados) |
| Estrutura | Aspecto (visível, oculta), Forma (pilares, paredes) |

O tipo construtivo, é constituído pela integração do tipo estrutural com o tipo de envolvente. O tipo estrutural pode ser definido pela forma e pelo peso dos componentes verticais e horizontais (Quadro 3). Geralmente será o tipo estrutural que condiciona o tipo de envolvente. Apresenta-se no quadro 4 um resumo da classificação dos tipos estruturais [13].

Quadro 3 - Características tipológicas dos tipos construtivos (estruturais e da envolvente)

| FACTORES | CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS |
|-------------------------|--|
| Estrutura vertical | Forma dos componentes, Peso dos componentes |
| Estrutura de pavimentos | Forma dos componentes, Peso dos componentes |
| Estrutura da cobertura | Forma dos componentes, Peso dos componentes |
| Paredes exteriores | Tipo dos componentes, Posição do isolamento térmico, Revestimentos |
| Cobertura | Tipo dos componentes, Posição do isolamento térmico, Revestimentos |

Quadro 4 - Tipos genéricos de sistemas estruturais segundo os critérios da geometria e do peso

| GEOMETRIA | PESO | TIPO GENÉRICO |
|-----------|---------------------|-------------------------|
| Lineares | Componentes leves | Reticulados leves |
| | Componentes pesados | Porticados |
| Planos | Componentes leves | Paredes leves |
| | | Painéis leves |
| | Componentes pesados | Paredes pesadas |
| | | Painéis pesados |
| Módulos | Módulos leves | Módulos parciais |
| | Módulos pesados | Módulos completos |
| Mistos | Componentes leves | Sistemas mistos leves |
| | Componentes pesados | Sistemas mistos pesados |

Para Lawson [14] as soluções de design são respostas holísticas. O "bom design" raramente pode ser decomposto em actividades como se fossem aspectos individuais do problema. Alguns arquitectos poderão começar pela definição dos detalhes antes da concepção geral. O ponto de partida do projecto pode ser qualquer uma das quatro tipologias antes definidas. Será o tipo funcional para aqueles que dão maior importância ao uso. Será o tipo simbólico para os que já têm ideias claramente definidas e para os que procuram uma "arquitectura de autor". Será o tipo estrutural quando se pré-definir um fabricante de confiança e um sistema preferido. Será o tipo de envolvente nos projectos em que se pretenda atingir uma meta em termos de desempenho (térmica, acústica). No entanto, pode reconhecer-se que no nosso contexto, o processo mais corrente é aquele em que as soluções funcionais e simbólicas têm a precedência, seguindo-se depois a tarefa de escolha das soluções construtivas viáveis.

4. AS FASES E OS CRITÉRIOS DE PROJECTO

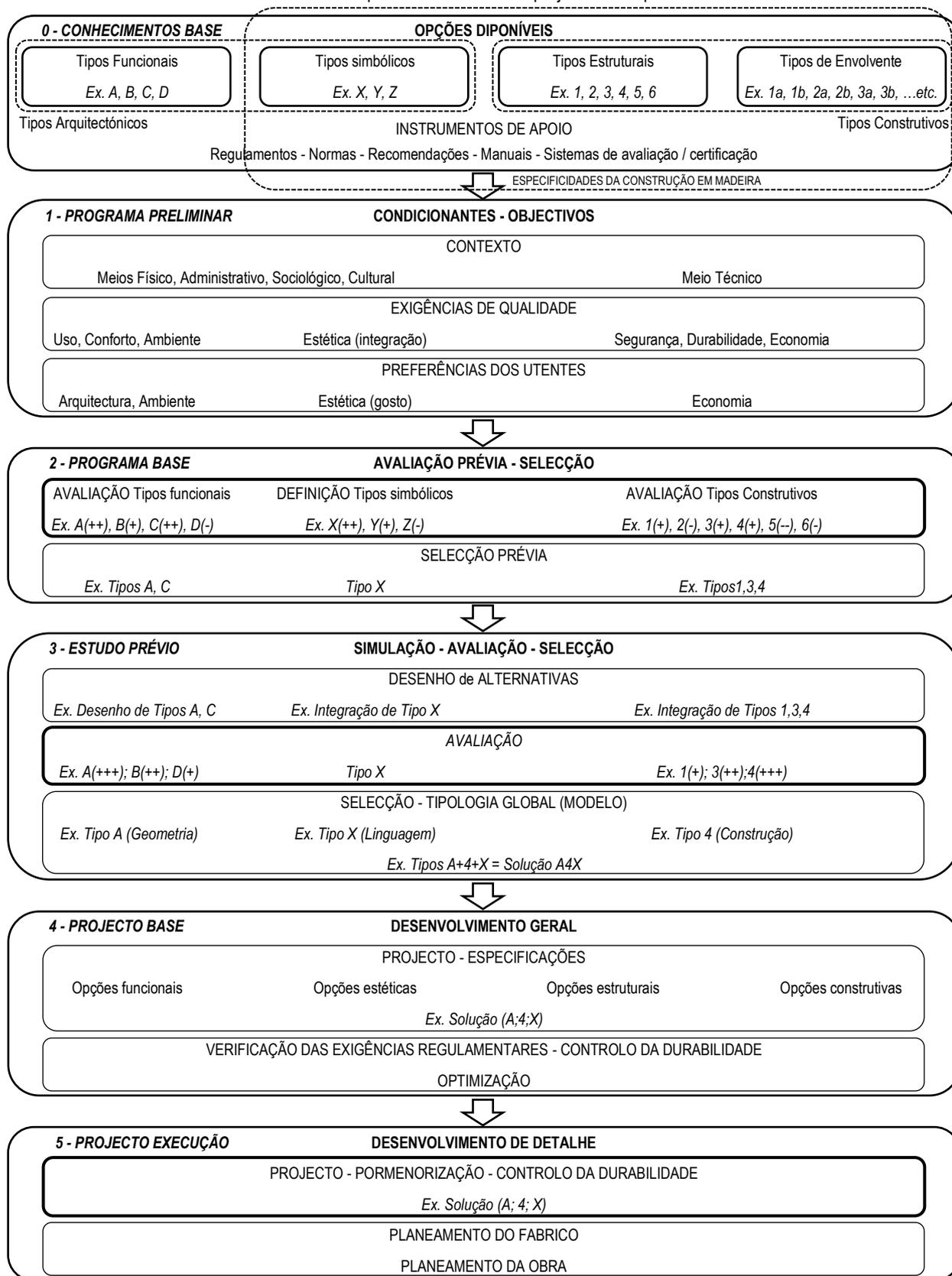
Assumem-se aqui as cinco fases de projecto constantes na portaria nº 701-H/2008 [15]: Programa preliminar, Programa base; Estudo prévio; Anteprojecto; Projecto de execução, para além da Assistência técnica. Em complemento à tipologia, existem outros instrumentos de apoio ao projecto. Estes podem ser obrigatórios, como os regulamentos e normas, ou facultativos como os manuais e as metodologias. Todos os instrumentos têm como objectivo a qualidade da construção, entendida como a conformidade de uma solução com um conjunto de requisitos.

O objectivo do programa preliminar consiste em informar o projectista sobre as condicionantes do contexto. Estas são de três tipos: as características do meio, as exigências regulamentares e as exigências do cliente (Quadro 5). O arquitecto pode fixar em conjunto com o cliente os níveis de qualidade pretendidos, salvaguardadas as exigências regulamentares de segurança e conforto. Nesta fase estabelece-se o quadro de preferências do cliente. Este inclui os critérios de escolha das soluções e os respectivos pesos. A definição do programa habitacional foi desenvolvida ao longo das últimas décadas pelo LNEC [16], culminando no estudo de Pedro [17] que propõe um método de definição e avaliação da qualidade arquitectónica habitacional. Esse método centra-se nas exigências que permitem desenvolver o tipo funcional. Para o caso da habitação unifamiliar em madeira, é importante a investigação adicional dos tipos simbólico, estrutural e da envolvente (Quadro 6).

Quadro 5 - Condicionantes do projecto e relação com as tipologias

| | CONDICIONANTES | TIPO ARQUITECTÓNICO | | TIPO CONSTRUTIVO |
|---|-----------------------|--|--|---|
| | | TIPOS FUNCIONAIS | TIPOS SIMBÓLICOS | TIPOS ESTRUTURAIS E TIPOS DE ENVOLVENTE |
| MEIO | Sociológico | Utilizadores, Evolução familiar prevista | | |
| | Económico | Orçamento disponível | | Orçamento disponível |
| | Cultural | Valores familiares | Valores familiares, Cultura local | |
| | Físico | Lote, Localização, Clima, Coberto vegetal, Ruído | Vizinhança próxima | Tipo de terreno, Acessos ao terreno Distância ao fabricante, Clima |
| | Técnico | Fabricantes (produtos, sistemas viáveis, capacidade), Construtores (capacidade), Projectistas (capacidade) | | |
| | Administrativo | Exigências regulamentares Regulamentos específicos | Regulamentos específicos (paisagem, património, etc) | Exigências regulamentares |
| EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES (nível de qualidade) | Uso | Capacidade, Funcionalidade, Acessibilidade | | |
| | Conforto | Acústico, Visual, Qualidade do ar, Hígro-térmico | | Acústico, Qualidade do ar, Hígro-térmico |
| | Segurança | Uso normal, Contra incêndio | | Estrutural, Contra incêndio |
| | Ambientais | Resíduos de construção | | |
| | Durabilidade | Espécies, Protecção por produto preservador/ pormenores construtivos/ protecção de ligadores | | |
| | Estética | Resposta aos regulamentos | | |
| EXIGÊNCIAS DO CLIENTE (nível de qualidade) | Economia | Geometria Adaptação à topografia | | Custo inicial, Consumo energia, Manutenção, Adaptação ao terreno |
| | Ambiente | Orientação, Iluminação natural Sistemas de avaliação | Adaptação à cultura local Adaptação à vizinhança | Resíduos, CO2, Transportes, Materiais Renováveis, Valorização no final de vida |
| | Estética | <i>Adaptação ao tipo simbólico</i> | <i>Adaptação aos tipos funcional e construtivo</i> | <i>Adaptação ao tipo simbólico, Expressão da estrutura, Materiais</i> |
| | Arquitectura | <i>Adaptação aos tipos simbólico e construtivo, Privacidade, Espaciosidade, Adaptabilidade, Durabilidade</i> | | <i>Adaptação ao tipo funcional, Flexibilidade compartimentação, Flexibilidade fachada, Durabilidade</i> |
| | Processo | Fabricante, Construtor, Prazos de Construção | | |

Quadro 6 - Sequências das fases do projecto de Arquitectura



O programa base consistirá na resposta dada pelo projectista às condicionantes estabelecidas na fase anterior. Escolhe-se um determinado tipo simbólico e seleccionam-se os tipos funcionais e construtivos viáveis. Essa selecção exige uma avaliação prévia dos tipos mais adequados.

O estudo prévio consiste na definição desenhada das soluções alternativas seleccionadas na fase anterior. Cada solução desenhada integra os tipos simbólicos, estruturais e de envolvente, com o tipo funcional. A escolha de uma solução a desenvolver na fase seguinte tem um papel fundamental, uma vez que é uma decisão em princípio sem retorno. Esta selecção faz-se pela avaliação de cada uma das soluções.

O projecto base consiste no desenvolvimento geral da solução escolhida, submetendo-a à verificação das exigências de qualidade regulamentares. Para o arquitecto, esta pode ser a fase final de projecto, uma vez que a partir das suas definições, os fabricantes poderão já oferecer orçamentos detalhados e começar a trabalhar nos desenhos de produção. Nesta fase estabelecem-se, através das definições da forma e da geometria, as medidas gerais de protecção (durabilidade) pelo desenho.

O projecto de execução consiste no desenvolvimento de detalhe da solução. Dependendo da abordagem do projecto, a execução pode ter um papel mais ou menos relevante do ponto de vista do arquitecto. Nos casos em que este opta por uma solução independente do fabricante (de sistemas pré-fabricados), exige-se o domínio do comportamento da madeira na perspectiva do comportamento físico, mecânico e da durabilidade.

5. A ESCOLHA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Do ponto de vista do consumidor, a construção de uma casa de madeira pode ter origem num de dois cenários: 1) O cliente escolhe uma casa de madeira porque aprecia a sua estética e conforto; ou 2) O cliente escolhe uma casa de madeira se esta demonstrar ser mais atractiva que outras em relação a um conjunto de critérios considerados. O arquitecto, como profissional independente poderá ajudar uns e outros na tarefa de escolher. Os factores a ter em conta na avaliação e escolha de uma casa de madeira, podem ser positivos (conforto, o ambiente, a estética) ou negativos (combustibilidade, manutenção, preço) [18]. O conforto e a segurança contra incêndio são assegurados pelos regulamentos. Já a estética, a manutenção, a performance ambiental e o preço, dependem muito das preferências subjectivas e das possibilidades do cliente. Por outro lado, todos esses factores estão muito dependentes do sistema construtivo adoptado.

Na maior parte dos sistemas construtivos, o sistema estrutural é ele próprio parte do sistema da envolvente, condicionando as suas características. A necessidade e viabilidade de colocação de isolamento, e de correcção de pontes térmicas e os produtos utilizados nas paredes exteriores e cobertura estão dependentes do tipo estrutural escolhido. Adicionalmente, o tipo construtivo condiciona a concepção do tipo arquitectónico (funcional e simbólico). Bignon [19] considera que um sistema construtivo influencia a concepção do projecto nos seguintes factores: a definição da geometria e dimensões, a organização do espaço, dos volumes e dos vãos, a distribuição das infraestruturas, os detalhes e a organização da construção.

Ao nível do programa base, escolhem-se os sistemas estruturais adequados ao contexto (meio, exigências regulamentares e dos utentes). Serão rejeitadas à partida as soluções não viáveis. Será o caso, por exemplo, daquelas que ultrapassam o limite de custos que o cliente está disposto a pagar, ou que não se adaptam ao tipo arquitectónico. Ao nível do estudo prévio será possível efectuar uma avaliação com base em soluções alternativas, permitindo quantificar alguns dos critérios. Está-se perante um processo de decisão baseado em critérios múltiplos [20] que exige uma ponderação de cada critério. Os critérios a considerar poderão ser económicos, ambientais, de adequação aos tipos arquitectónicos e ao processo. Além desses, deve ter-se naturalmente em conta o conjunto de exigências regulamentares que devem ser encaradas como patamares obrigatórios a atingir (podendo depender em alguns casos do nível de qualidade definido).

Em “Technologies de construction en bois”, [19] propõe-se um método de análise dos problemas de projecto visando apoiar o projectista, com base em quatro pontos: a comparação de sistemas construtivos, a comparação das lógicas de produção, os factores de escolha de um sistema construtivo e finalmente, as consequências dos sistemas nas definições de projecto. Com base neste tipo de abordagem, expõe-se no quadro 7 um exemplo meramente ilustrativo de uma avaliação de 3 sistemas construtivos.

Quadro 7 - Avaliação do sistema estrutural (exemplo simplificado)

| SISTEMAS Estruturais/Construtivos | EXIGÊNCIAS | ECONOMIA | AMBIENTE | ARQUITECTURA | | PROCESSO | AVALIAÇÃO |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|---|-----------|
| | REGULAMENTARES Nível de qualidade | Custo, Energia, Manutenção | CO2, Resíduos, Materiais, Reciclagem | Adequação ao tipo Funcional | Adequação ao tipo Simbólico | Fabricante, Construtor, Prazos de construção | |
| Ex. Tipo 1 | + | - | + | | +++ | + | + |
| Ex. Tipo 3 | + | +++ | +++ | | + | + | ++ |
| Ex. Tipo 4 | + | ++ | +++ | | +++ | + | +++ |

Recorrendo à informação de vários manuais [19] [9] [21] [5] [22] [23], reuniram-se no quadro 8 os critérios e avaliações dos tipos de sistemas construtivos. Esta avaliação é incompleta e meramente indicativa.

Quadro 8 - Avaliação experimental dos vários tipos estruturais. (parâmetros: + positivo, 0 neutro, - negativo)

| Tipo genérico estrutural [13] | Inércia térmica | Custos iniciais | Exigências de manutenção | Armazenamento de CO2 | Redução de resíduos em obra | Potencial de reciclagem | Coincidência da estrutura e fechamento | Flexibilidade da compartimentação | Integração de infraestruturas | Condiçionantes da higroscopicidade | Exigência na seleção da madeira | Adaptação a formas singulares | Adaptação a diferentes estéticas | Adaptação a diferentes contextos | Adaptação a corpos em balanço | Expressão estrutural da madeira | Necessidade de revestimento exterior | Necessidade de revestimento interior | Potencial de abertura espacial | Tempo de construção | Grau de pré-fabricação | Investimento no projecto de arquitectura | Investimento no projecto de estruturas | Exigente em mão de obra | Exigente em equipamento de construção | Sistema de fabricante específico | Controlo da qualidade em obra |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|--|--|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reticulados leves | - | - | - | - | 0 | + | 0 | + | - | - | + | 0 | + | - | - | + | + | - | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Porticados | + | 0 | + | - | + | 0 | + | + | + | + | 0 | + | + | + | + | + | + | + | 0 | 0 | + | + | + | 0 | - | 0 | |
| Paredes leves | 0 | - | 0 | + | 0 | + | - | + | - | + | 0 | + | | | | | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | + | - | + | 0 | |
| Painéis leves | - | | - | + | 0 | + | 0 | + | - | - | 0 | 0 | + | - | - | + | + | - | + | + | 0 | 0 | - | + | - | + | |
| Paredes pesadas | + | + | + | + | + | + | - | - | + | + | - | - | - | - | + | - | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | 0 | + | + | - | 0 |
| Painéis pesados | + | + | + | + | 0 | + | - | - | - | - | 0 | 0 | + | + | 0 | - | + | 0 | + | + | - | + | - | + | + | + | |
| Módulos parciais | | | | + | | | | | | | 0 | | | | | | | | | + | + | - | 0 | - | + | + | |
| Módulos completos | - | | + | | | | | | | | | - | | | | | | | + | + | - | 0 | - | + | + | | |
| Sistemas mistos leves | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | |
| Sistemas mistos pesados | + | + | | | | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | |

6. O DESENHO PARA A DURABILIDADE

O "Manual de diseño para maderas del grupo andino" [22], relaciona o conceito de "Protecção pelo desenho", com vários temas: humidade e fungos, calor, ruídos, insectos xilófagos, sismos e incêndios. Destes, a humidade e a sua relação com o ataque biológico e com a deformação dos componentes é o factor que mais singulariza a construção em madeira. Há três modos fundamentais de proporcionar protecção às construções em madeira [22]: especificações técnicas, detalhes construtivos e tratamento da madeira. Volz [24] afirma que apenas nas situações onde não é possível recorrer ao detalhe nem à escolha de uma espécie de madeira resistente, se deve usar protecção química. Considera ainda que o objectivo deve ser a obtenção da menor classe de risco por meio de medidas construtivas. Esta é a posição actualmente aceite de forma consensual.

Segundo Kolb [5] e Volz [24] algumas das medidas genéricas de protecção passiva a aplicar em qualquer sistema construtivo consistem em: evitar locais e orientações expostas; prever projecções da cobertura; evitar o contacto directo da madeira com o solo e o salpico das fachadas e prever uma drenagem rápida das superfícies. Ao nível da execução, [5] preconizam-se, entre outras, as seguintes medidas: uso de materiais alternativos onde a madeira não é adequada; controlo da humidade durante a montagem; prevenção de infiltrações nas juntas e topos; prevenção da acumulação de água nos pontos de transição; ventilação dos componentes expostos à humidade; inspecção sistemática em especial aos componentes incessíveis depois da conclusão da obra. As medidas de protecção pelo desenho em concreto dependerão de cada sistema construtivo e dos seus pormenores [25].



Figura 8, 9, 10 - Castanheira & Bastai

7. METODOLOGIAS E INSTRUMENTOS DE APOIO AO PROJECTO

As ferramentas de apoio ao projecto podem assumir várias formas: manuais, recomendações, listas de requisitos, sistemas de avaliação e de certificação. Todas têm como objectivo garantir a qualidade e otimizar o processo através de ajudas quanto à informação de base, às decisões e às fases do processo.

A metodologia que se propões pode assumir a forma de um meta-projecto integrando informação de base, dados do contexto nacional, listagem de acções por fase e recomendações de projecto para cada sistema construtivo. Para além desta informação na linha de um guia de projecto, pode vir a ser necessário integrar um instrumento de apoio que resolva os passos mais complexos do processo.

Grande parte do processo de projecto implica escolher entre várias alternativas viáveis. Para o caso da habitação em madeira foram identificados como críticos os momentos da avaliação e selecção dos sistemas estruturais. Para este caso pode ser adequada a metodologia multicritério de apoio à decisão [20]. Esta metodologia foi utilizada por Pedro [17] no desenvolvimento do processo de análise e avaliação da qualidade arquitectónica habitacional. Outros autores utilizaram também este método para avaliar sistemas estruturais [26] [27]. Nesses estudos foram utilizados critérios essencialmente técnicos (custos, facilidade de construção, energia, peso próprio, durabilidade, prazos construção) e a cada um foi associado um peso determinado através da proposta de vários peritos.

8. PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO

Para concretizar o objectivo de desenvolvimento de uma metodologia de apoio ao projecto de arquitectura em madeira, propõe-se continuar a investigação em curso, com enfoque nos seguintes temas:

- 1 - Caracterização dos sistemas construtivos de habitação em madeira;
- 2 - Caracterização dos tipos simbólicos de habitação em madeira;
- 3 - Caracterização das condicionantes relevantes para a definição do programa;
- 4 - Caracterização dos critérios que definem as preferências dos utentes;
- 5 - Proposta de um processo eficaz de avaliação;
- 6 - Proposta de recomendações de protecção pelo desenho para cada sistema construtivo.



Figura 11,12, 13, 14 - Jular; Lacedal; Modular System

9. LIMITAÇÕES

Este artigo apresenta a síntese dos temas principais de uma investigação em curso, pelo que os resultados que apresenta têm que ser considerados provisórios. As referências a tipos arquitectónicos e construtivos são igualmente provisórias. Os quadros inseridos no artigo apresentam informação muito simplificada e nos casos dos quadros 7 e 8, as avaliações expressas são realizadas a título meramente ilustrativo.

10. CONCLUSÕES

Neste artigo foi possível descrever os principais objectivos e limitar o enfoque da investigação. A metodologia que se propõe será um complemento aos instrumentos já existentes nas áreas da análise e avaliação da qualidade arquitectónica residencial, do desenho de arquitectura sustentável e dos instrumentos de certificação. Os dois temas mais importantes a desenvolver na investigação são: 1) A escolha dos sistemas construtivos e; 2) as definições arquitectónicas de protecção pelo desenho.

Os países do espaço Lusófono são parceiros naturais na troca de experiências e conhecimento pelo que podem ser destinatários privilegiados do conhecimento que esta investigação venha a acrescentar. O estudo das condicionantes de projecto ao nível do programa será particularmente relevante na adaptação das soluções de projecto às especificidades dos territórios Lusófonos em termos de clima [28], cultura e modos de vida locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INE - *Estatísticas da construção e habitação 2011*, Lisboa: INE - Instituto Nacional de Estatística, 2012.
- [2] Cruz, Helena e Nunes, Lina - "Madeira," em *Materiais de construção - Guia de utilização*, Lisboa, Loja da imagem. Arquitectura e Vida/ Engenharia e Vida, 2005.
- [3] Affentranger, Christoph - "Building simply with wood," em *Building simply*, Munchen, Detail - Birkhauser, 2005, pp. 27-35.
- [4] Thibaut, Fery - *La prefabrication dans la construction bois*, Strasbourg: INSA Strasbourg. Rapport de project de fin d'etudes specialite Genie Civil, 2012.
- [5] Kolb, Josef - *Systems in timber engineering*, Basel: Birkhauser, 2009.
- [6] Natterer, Julius - "Part 4 Timber engineering," em *Timber construction manual*, Basel, Birkhäuser, 2008, pp. 76-139.
- [7] Hermann Kaufmann - "Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH," 2012. [Online]. Disponível: <http://www.hermann-kaufmann.at/>. [Acedido em 30-10-2012].
- [8] Timber Design Limited - "Specialising in timber architecture," Cameron Scott, 2012. [Online]. Disponível: www.timberdesign.com. [Acedido em 16-10-2012].
- [9] Deplazes, Andrea - *Constructing architecture - materials processes structures - a handbook*, Basel: Birkhauser, 2005.
- [10] Bittencourt, Rosa Maria; Hellmeister, João - *Concepção arquitectónica da habitação em madeira*, São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1995.
- [11] Portas, Nuno - "Arquitectura: Forma de conhecimento - Forma de comunicação," em *Arquitectura(s) - Teoria e desenho, investigação e projecto*, Porto, FAUP Publicações, 2005.
- [12] Cabrita, António Reis - *Tipificação do parque habitacional. Docº 1. Conceitos e uso de inquéritos*, Lisboa: Laboratório nacional de Engenharia Civil, 1986.
- [13] Morgado, Luis; Guedes, Manuel Correia; Ferreira, João Gomes e Cruz, Helena - *Classificação de sistemas de construção em madeira para habitação*, Coimbra: Congresso Construção 2012 (Artigo aceite para apresentação oral), 2012.
- [14] Lawson, Bryan - *What designers know*, Oxford: Architectural Press, 2004.

- [15] Ministérios das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - "Portaria nº 701-H/2008," em *Diário da República*, 1ª série- nº 145, 2008, pp. 5106-(37)-5106-(80).
- [16] Coelho, António Baptista - *Qualidade arquitectónica residencial*, Lisboa: LNEC, 2000.
- [17] Pedro, João Branco - *Definição e avaliação da qualidade arquitectónica habitacional*, Lisboa: LNEC, 2003.
- [18] Gold, Stefan e Rubik, Frieder - "Consumer attitudes towards timber as a construction material and towards timber frame houses - selected findings of a representative survey among the German population," *Journal of cleaner production* 17, pp. 303-309, 23 08 2008.
- [19] Bignon, Jean-Claude e Critt-Crai, Namcy - *Technologies de construction bois*, Paris: CNDB - Comité National pour le Développement du Bois, 2003.
- [20] Bana e Costa, Carlos; Antunes Ferreira, José e Corrêa, Émerson - "Metodologia multicritério de apoio à avaliação de proposta em concursos públicos," em *Casos de aplicação da investigação operacional*, Lisboa, McGraw-Hill, 2000.
- [21] Benoit, Yves e Paradis, Thierry - *Construction de maisons à ossature bois*, Paris: Éditions Eyrolles, 2008.
- [22] Piqué, Javier (ed.) - *Manual de diseño para maderas del grupo andino*, Lima: Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984.
- [23] USDA Forest Service, *Wood handbook - Wood as an engineering material*, Madison: USDA Forest Service - United States Department of Agriculture Forest Service, 2010.
- [24] Volz, Michael - "Protecting wood," em *Timber construction manual*, Basel, Birkhauser, 2008.
- [25] Almeida, Paulo - *Pormenorização e Protecção por projecto*, Coimbra: Encontro Nacional de Engenharia de Madeiras 2010, 2010.
- [26] Balali, V.; Zahraie, B.; Hosseini, A.; Roozbehani, A - "Selecting appropriate structural system: Application of PROMETHEE decision making method," em *2010 Second International Conference on Engineering Systems Management and Its Applications*, Sharjah, IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010.
- [27] Rogers, Margaret - *The use of a multi-criteria decision model to choose between different structural forms within modern office construction*, Dublin: Dublin Institute of Technology. MPhil Thesis., 2012.
- [28] Correia Guedes, Manuel - *Arquitectura sustentável para África*, Lisbon: UE, FCT, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.