



Marco Filipe Rodrigues de Albino Guerreiro

**SISTEMA MODULAR DE
HABITAÇÃO TEMPORÁRIA DE MADEIRA**

Dissertação de Mestrado

**Apresentada no Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do
Grau de Mestre em Arquitetura**

**Trabalho efetuado sob orientação do
Professor Doutor Luís Conceição**

Marco Filipe Rodrigues de Albino Guerreiro

SISTEMA MODULAR DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA DE MADEIRA

Dissertação defendida em provas públicas no Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes, no dia 13/04/2018 perante o júri nomeado pelo Despacho n.º **3/2018**, com a seguinte composição:

Presidente:

Professor Doutor Mostafa Zekri;

Arguente:

Professora Doutora Ana Cristina Santos Bordalo;

Orientador:

Professor Doutor Luís Filipe Pires Conceição.

Agradecimentos

A efetivação de uma dissertação simboliza o culminar do curso, o encerramento de um tema, o testemunho do conhecimento adquirido durante todo o processo letivo. Mas também o começo de um novo ciclo.

Embora represente uma tarefa pessoal, não seria possível realizá-la sem o coletivo. A dedicação, o empenho e a determinação de todos os que me apoiaram nesta fase foram essenciais para o desfecho atual.

Deste modo, gostaria de agradecer:

— Ao meu orientador, Professor Doutor Luis Conceição, pela dedicação, compromisso de trabalho e capacidade crítica que contribuíram fortemente para o enriquecimento da presente dissertação;

— Também uma palavra de apreço a todos os meus colegas e amigos que fiz durante o percurso académico, com quem espero, um dia no futuro, ter a oportunidade de colaborar profissionalmente;

— Um muito obrigado à minha família e amigos mais próximos, pelo incentivo, motivação e força transmitidas, sem os quais, muitas vezes, sentir-me-ia naufragado.

Resumo

A construção modular em madeira é cada vez mais utilizada. É enfatizado que a construção modular tem o potencial de encurtar o design do projeto e o tempo de engenharia, reduzir custos e melhorar a produtividade da construção. A instalação de estruturas modulares é económica, segura e ecológica. Os sistemas modulares modernos baseiam-se em não apenas elementos grandes, como "salas de bloco", mas vários pequenos elementos de construção em 3D.

A presente dissertação aborda o estudo e desenvolvimento de um sistema modular alternativo para habitação em madeira, versátil e sustentável, que pretende ser solução para estruturas de lazer, praia, montanha, parques naturais ou campismo, na área do alojamento temporário.

Entre as particularidades inerentes de um sistema modular, este apresenta especificidades inovadoras na área construtiva, consentindo a implantação dos módulos da forma mais apazível para o cliente proprietário, atendendo aos parâmetros permitidos pelo material.

O sistema modular pretende evidenciar-se por esta diferença reunindo a viabilidade, fiabilidade e competitividade necessárias face aos restantes sistemas construtivos modulares no mercado.

Palavras-chave: construção modular, ecologia, economia, madeira, sustentabilidade, versatilidade,

Abstract

The modular construction in wood is increasingly used. It is emphasized that modular construction has the potential to shorten project design and engineering time, reduce costs, and improve construction productivity. The installation of modular buildings is economical, safe and ecological. Modern modular systems are based not only on large elements such as "block rooms" but on various small 3D building elements.

This dissertation deals with the study and development of an alternative modular system for wooden housing, versatile and sustainable, which is intended as a solution for leisure, beach, mountain, natural parks or camping structures in the area of temporary housing.

Among the inherent peculiarities of a modular system, it presents innovative specificities in the construction area, allowing the implementation of the modules in the most pleasant way for the proprietary customer, taking into account the parameters allowed by the material.

The modular system aims to be evidenced by this difference, bringing together the viability, reliability and competitiveness required in relation to the other modular building systems on the market.

Keywords: modular construction, ecology, economy, wood, sustainability, versatility,

Índice geral

Resumo	3
Abstract	4
Índice de Figuras	6
Introdução.....	8
Capítulo 1 – Enquadramento teórico	10
1.1. A madeira.....	10
1.2. Tipos de madeira para a construção.....	14
1.2.1 Madeira lamelada-colada	14
1.2.2. Laminated strand lumber.....	15
1.2.3. Madeira em lâmina folheada.....	16
1.3. Características gerais da madeira	16
1.4 Resistência ao fogo da madeira e de derivados de madeira.....	19
Capítulo 2 – A construção modular	20
2.1 A construção modular em madeira	21
2.2 A construção modular em Portugal.....	26
2.3 Considerações estruturais da construção modular de madeira	28
2.4. As características e funcionalidades da construção modular	31
Capítulo 3 – Metodologia.....	36
3.1 Objetivos	38
3.2 Metodologia de investigação seguida.....	38
Capítulo 4 – Estudo de caso – Algarve	40
4.1 Clima em Portugal	41
4.2 O clima no Algarve.....	45
4.3 Médias mensais da temperatura e humidade relativa e médias do ar no Algarve	45
Condições climáticas influentes nas disponibilidades Hídricas.....	47
4.4 Estudo para obtenção das dimensões do módulo estrutural base de uma unidade ..	49
Conclusões finais	76
Bibliografia	78

Índice de Figuras

FIGURA 1 – CONSTRUÇÕES SUBTERRÂNEAS,.....	11
FIGURA 2 - CASA DE TRONCOS EM BISKUPIN, MACKIE, 2011.....	11
FIGURA 3 - EDIFICAÇÃO EM MADEIRA NO SISTEMA ESTRUTURAL LEVE	12
FIGURA 4 - O EDIFÍCIO DE MADEIRA MAIS ALTO DO MUNDO, NORUEGA	13
FIGURA 5 - WOOD CITY HELSINKI, FINLÂNDIA.....	13
FIGURA 6 - MADEIRA LAMELADA-COLADA	14
FIGURA 7 – GARE DE COPENHAGUE.....	15
FIGURA 8 - SKIFTESGATAN, SKELLEFTEÅ, SWEDEN.....	25
FIGURA 9 - GRINDSTUGAN, VÖRÅ, FINLAND	23
FIGURA 10 - UM HOTEL DE 30 ANDARES EM HUNAN, FONTE: (SANDBERG ET AL., 2016).	25
FIGURA 11 - CONSTRUÇÃO DE 124 ESTÚDIOS EM KNIVSTA, SUÉCIA.....	26
FIGURA 12 - SURFING CLUBE DE PORTUGAL.....	27
FIGURA 13 - BARRAGEM DE CASTELO DE BODE, ALOJAMENTO TURÍSTIC	27
FIGURA 14 – CASA MODULAR NA SUÉCIA.....	30
FIGURA 15 – AGREGAÇÃO DE MULTIFUNÇÕES DE MÓDULOS	31
FIGURA 16 – CONSTRUÇÃO MODULAR.....	32
FIGURA 17 – MOBILE HOME.....	33
FIGURA 18 – ABRIGO DE MONTANHA.....	33
FIGURA 19 – CASAS RESORT TURISMO	36
FIGURA 20 – INTERIORES.....	34
FIGURA 21 – CASA MODULAR T3.....	35
FIGURA 22 – CASA MODULAR T3.....	35
FIGURA 23 - TEMPERATURAS, ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOPPEN, FONTE: IPMA, 2016	41
FIGURA 24 – ZONAS CLIMÁTICAS EM PORTUGAL.....	42
FIGURA 25 - RELEVO EM PORTUGAL	44
FIGURA 26 – ALGARVE, FONTE: MAPAS DE PORTUGAL	45
FIGURA 27 – CLIMA MÉDIO AO LONGO DO ANO NO ALGARVE.....	46
FIGURA 28 - SISTEMA DE INDICADORES DE TEMPERATURA DA REGIÃO DO ALGARVE.....	48

FIGURA 29 - ESTUDO PARA OBTENÇÃO DAS DIMENSÕES DO MÓDULO ESTRUTURAL BASE DE UMA UNIDADE.....	50
FIGURA 30 – ESTUDO DO ALÇADO.....	51
FIGURA 31 – ESTUDO DO ALÇADO 2.....	52
FIGURA 32 – PAINEL EXTERIOR TIPO 3	53
FIGURA 33 – PAINEL EXTERIOR TIPO 4	54
FIGURA 34 – PAINEL EXTERIOR TIPO 9	55
FIGURA 35- ALÇADO DA ESTRUTURA BASE	56
<i>FIGURA 36 – ALÇADOS DA ESTRUTURA BASE</i>	<i>57</i>
FIGURA 37 - ALÇADO DA ESTRUTURA BASE (ESC. 1:40)	58
FIGURA 38 - ESQUEMA DE MONTAGEM E CONEXÃO DO TABUADO DOS PAINÉIS EXTERIORES E REVESTIMENTO DOS PILARES	60
FIGURA 39 - PAINÉIS DE PAREDE INTERIORES	61
FIGURA 40 – PLANTAS ESQUEMÁTICAS	64
FIGURA 41 -.....	65
FIGURA 42 – PILARES DE COBERTURA	66
FIGURA 43 – ESQUEMA ESTRUTURAL DE MONTAGEM DA COBERTURA E DO PAVIMENTO	67
FIGURA 44 - FOSSA CÉTICA.....	69
FIGURA 45 - CAPEAMENTO DA PLATIBANDA.....	70
FIGURA 46 – PORMENOR 1 (P1) – PILAR EXTERIOR (EM PLANTA).....	71
FIGURA 47 – INSTALAÇÃO DAS TUBAGENS DA COZINHA E CASA DE BANHO	72
FIGURA 48 - MODÚLO ESTRUTURAL - ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO	73
FIGURA 49 – IMPLEMENTAÇÃO NO LOCAL	755

Introdução

Considerando a arquitetura uma visão global de diversos conhecimentos, o tema da presente dissertação, “sistema modular de habitação temporária de madeira”, será um importante contributo para o saber.

A madeira, devido às suas propriedades físicas, facilidade de manuseamento e processamento, variedade de formas e texturas e abundância, sempre demonstrou uma grande dinâmica de utilização desde os utensílios mais básicos (armas de caça, instrumentos de trabalho, instrumentos musicais, etc.), até à complexidade das construções para habitação. Na construção, a utilização da madeira esteve sempre ligada aos progressos tecnológicos correntes, a par do tijolo e da pedra.

A madeira é um material de origem biológica, formado por uma matéria heterogénea e anisotrópica, elaborada por um organismo vivo: a árvore.

Segundo o “Centro PINUS” (Associação para a Valorização da Floresta de Pinho), estima-se que cada metro cúbico de madeira usado como substituto de outros materiais de construção, reduza as emissões de CO₂ na atmosfera em média 1,1 toneladas. Se juntarmos a este valor 0,9 toneladas de CO₂ armazenadas na madeira, cada metro cúbico de madeira consegue uma poupança acumulada de 2 toneladas de emissões.

Tendo em conta estes dados o Centro PINUS pretende alertar para a importância de Portugal começar a incorporar mais madeira na construção.

É fundamental que num país como o nosso, sem tradição de construção em madeira, não só o sector da construção, mas o público em geral perceba que existem alternativas muito vantajosas em termos económicos, estéticos e ambientais no uso de madeira na construção. O pinheiro bravo Nacional é sem dúvida a espécie florestal autóctone com maiores potencialidades para o sector da construção civil. Desde a extraordinária capacidade de regeneração, crescimento e rendimento, até em territórios marginais, passando pelas poucas exigências de condução dos povoamentos, resulta numa madeira com fantásticas características físico mecânicas ideais para a construção civil, podendo ser usada tanto na fase estrutural como em acabamentos.

A divulgação dos benefícios do uso da madeira integra esta composição, principalmente no que respeita ao seu contributo para o ambiente, a sociedade e a economia, no fundo, os três pilares da sustentabilidade

Pretende igualmente incentivar e promover a fileira florestal portuguesa, através da valorização da utilização da madeira e seus derivados em edificações, visando refletir a sua qualidade e versatilidade e, simultaneamente, promover soluções de construção sustentável uma vez que a construção em Portugal é suportada por sistemas maioritariamente tradicionais, revelando-se poluente, economicamente dispendiosa e deturpada dos fundamentos da habitação. Além das vantagens territoriais, a madeira é material de fácil manipulação, depende de

tecnologia relativamente simples, dominada e disponível no país, além de utilizar maquinaria de baixa complexidade.

A presente dissertação aborda o estudo e desenvolvimento de um sistema modular alternativo para habitação em madeira, versátil e sustentável, que pretende ser solução para estruturas de lazer, praia, montanha, parques naturais ou campismo, na área do alojamento temporário.

Entre as particularidades inerentes de um sistema modular, este apresenta especificidades inovadoras na área construtiva, consentindo a implantação dos módulos da forma mais aprazível para o cliente proprietário, atendendo aos parâmetros permitidos pelo material.

O sistema modular pretende evidenciar-se por esta diferença reunindo a viabilidade, fiabilidade e competitividade necessárias face aos restantes sistemas construtivos modulares no mercado.

Na presente investigação, o trabalho de construção do objeto de estudo teve por base fundamentos teóricos resultantes da revisão do estado da arte através de leituras prévias efetuadas sobre a temática enunciada, pela reflexão das práticas em termos do sistema modular de habitação temporária de madeira.

Esta investigação terá por base uma metodologia do tipo qualitativo assente na recolha e análise bibliográfica e documental, constituindo, por isso, um estudo interpretativo fruto de uma revisão bibliográfica narrativa. Num primeiro momento da investigação procedeu-se a um levantamento bibliográfico de aspetos históricos, socioeconómicos, culturais e demográficos sobre o sistema modular de habitação temporária de madeira que servissem de base à contextualização e enquadramento da importância da arquitetura, assim como ao conjunto de componentes subjacentes a este.

Não se trata de uma revisão específica de literatura, mas sim apresenta elementos que poderiam levar a essa classificação, pois uma das funções deste trabalho é identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa numa determinada área do conhecimento. Procurando igualmente, identificar algumas perspetivas para pesquisas futuras.

Capítulo 1 – Enquadramento teórico

1.1. A madeira

Construir em madeira apresenta inúmeras vantagens sob os mais variados pontos de vista, nomeadamente na saúde, estabilidade térmica, custos de construção inferiores se comparados ao betão, resistência ao fogo, rapidez de construção, entre outras, o que justifica os cerca de 90% de construção habitacional em madeira em regiões desenvolvidas como a Austrália, Escandinávia e América do Norte (Mackie, 2011), representa um material orgânico que se origina no tecido formado pelas plantas lenhosas, é resistente e leve, o que possibilita a sua utilização para fins estruturais (Mackie, 2011).

Destaca-se ainda por ser uma fonte renovável no geral, reciclável e de menor consumo de energia de transformação. Possui, por isso vantagens e propriedades que a tornam num material fundamental para uma racionalização ecológica de qualquer construção residencial ou industrial reduzindo o consumo energético, a utilização de recursos, minimizando a poluição e reduzindo o impacto ambiental.

As suas propriedades organolépticas como a cor, textura, desenho, odor, brilho e peso podem variar de espécie para espécie, bem como as suas características físicas como a densidade, dureza, resistência mecânica, permeabilidade e trabalhabilidade.

As principais razões por se construir pouco em madeira no Algarve, devem-se à cultura intrínseca da região e dado a mesma não ser profícua em árvores. Atualmente, torna-se caro construir em madeira, embora seja mais barato que construir em betão. A insipiência dos cidadãos face às vantagens da construção com este material, limitam bastante a aposta na construção em madeira pois ainda é vista como um “risco” que não pretendem incorrer.

Os primeiros sinais arqueológicos demonstram que, principalmente no período neolítico, cerca de 5000 a.C., existiam construções em que era utilizado troncos de madeira. Assim, as primeiras habitações em madeira eram designadas por subterrâneas ou “pithouse”, caracterizadas por serem fruto de um processo de escavação. As paredes, nestas habitações tinham forma circular ou retangular (Mackie, 2011).

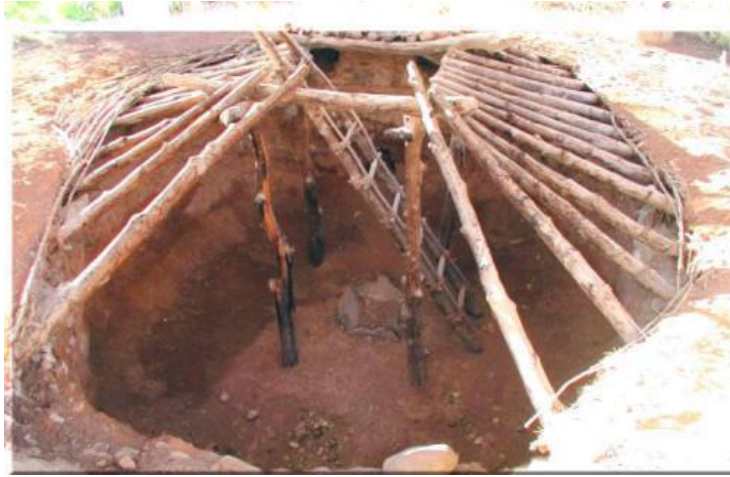


Figura 1 – Construções subterrâneas,

Fonte: Mackie, 2011

De salientar que, os troncos funcionavam como suporte da cobertura (Figura 1), e serviram de base para as futuras estruturas de madeira que foram sendo aperfeiçoadas nos anos seguintes. A forma como estas estruturas de madeira se desenvolveram ao longo dos anos, foi condicionada por aspetos políticos e geográficos, bem como das características culturais das populações.

Na Europa, a riqueza dos bosques, a Norte e a Este, conduziu a que a madeira, desde há muitos anos, fosse considerada um material básico para a construção. Na Polónia, por exemplo, Biskupin, uma povoação toda construída por casas de troncos em 700 a.C., que atualmente representa um museu de céu aberto.



Figura 2 - Casa de troncos em Biskupin, Mackie, 2011

Devido a aspetos culturais, a maior parte das edificações em madeira são comuns nos Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Suécia, Finlândia e Japão. Principalmente, nos Estado Unidos, mais de 90% das habitações são construídas em madeira, através do Sistema Estrutural Leve, que combina as qualidades deste material com os processos industrializados de construção (Figura 3)



Figura 3 - Edificação em madeira no Sistema Estrutural Leve

Fonte: José Siqueria Mestresser, 2004

Ao longo do século XX, a maior parte dos edifícios foram construídos de aço, uma prática que continua até hoje. O enquadramento da madeira dominava somente a construção residencial de baixa altura. E, durante esta época, as grandes colunas e vigas de madeira, designadas por “glulam”, foram-se tornando cada vez mais comuns na construção de prédios e outro tipo de estruturas (Stumpfoll, 2015).

O desenvolvimento de novos tipos de produtos de madeira na América do Norte nos anos 80 e 90, incluindo as diversas formas de madeira estrutural, compósita, vigas de madeira e painéis compósitos, aliadas ao interesse de uma construção mais económica, conduziu a um aumento do número de edifícios em madeira de 4 a 5 andares (Kam-Biron, 2012).



Figura 4 - O edifício de madeira mais alto do mundo, Noruega

Fonte: Bowyer et al., 2016

O edifício Treet de 14 andares concluído em 2015 (Figura 4), demonstra que as estruturas de madeira podem ser utilizadas em edifícios mais altos.

Não é somente a indústria de produtos de madeira que demonstra interesse no uso preferencial da madeira na construção. Devido aos aspetos positivos do carbono do uso da madeira de florestas geridas de forma sustentável, muitas indústrias estão atualmente, a promover o uso da madeira, e os projetos inovadores são evidentes em todo o mundo (Figura 5).

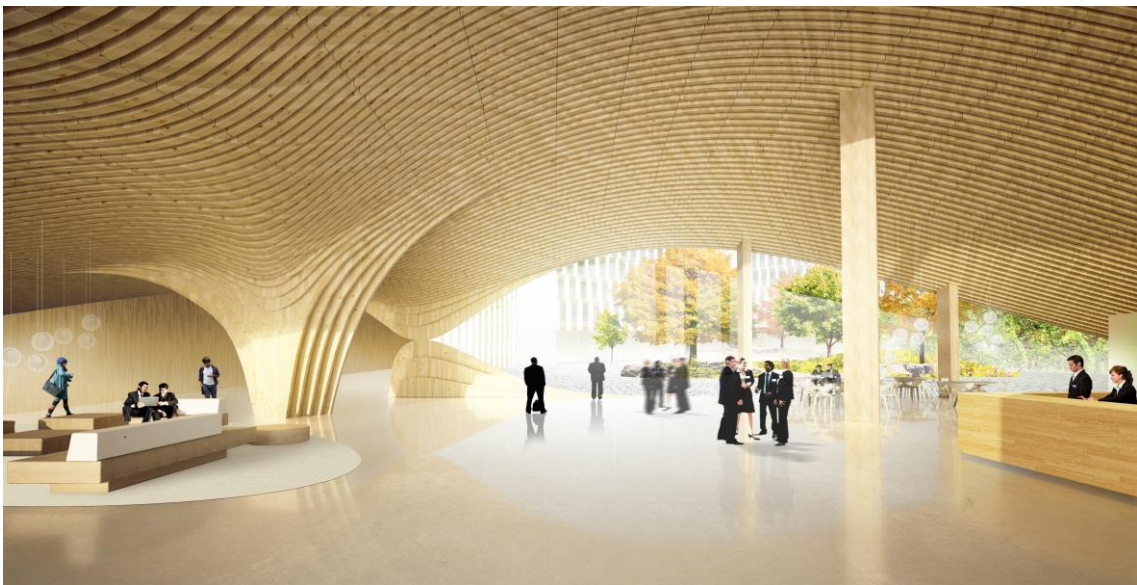


Figura 5 - Wood City Helsinki, Finlândia

Fonte: chasin home

O arquiteto Joseph Mayo, com sede em Seattle, autor de "Solid Wood: estudos de caso sobre arquitetura, tecnologia e design de madeira em massa", reconhece madeira como a escolha

mais sustentável e, explica que não é apenas renovável, mas também menos intensivo em carbono (Mayo, 2015).

Uma floresta remove o dióxido de carbono da atmosfera e armazena esse carbono na vegetação e no solo. Parte desse carbono é libertado novamente para a atmosfera através das árvores em decomposição, incêndios florestais e práticas de gestão florestal. Quando uma árvore é fabricada num produto de madeira, o carbono acumulado é armazenado dentro desse mesmo produto, no seu ciclo de vida completo (Angeli et al., 2010).

1.2. Tipos de madeira para a construção

1.2.1 Madeira lamelada-colada

A madeira laminada cruzada consiste em diversas camadas de placas empilhadas transversalmente e coladas.



Figura 6 - Madeira lamelada-colada

Fonte: Vessby et al., 2009

De acordo com Vessby et al. (2009) a madeira laminada colada é bastante utilizada em toda a Europa. No seu processo, a madeira é seca numa estufa para que o teor de humidade esteja em torno de 12%. As camadas de madeira são coladas ortogonalmente. De acordo com Cruz (2007), este processo é bastante utilizado também em Portugal, por ser uma alternativa à madeira maciça, aço e betão armado nas grandes naves industriais.

Este tipo de madeira apresenta uma elevada resistência ao fogo e, um bom comportamento face à ação de fumos e emanações corrosivas de produtos químicos (Campredon, 1946). Tem-se como exemplo, a Gare de Copenhague, onde a madeira lamelada foi utilizada.



Figura 7 – Gare de Copenhague

Fonte: e-architect.co.uk

Os elementos de madeira lamelada dispõem-se vertical e horizontalmente. Sendo a disposição horizontal a mais utilizada, pois ajusta-se à necessidade de utilização.

1.2.2. Laminated strand lumber

Laminated strand lumber é uma madeira estrutural composta e fabricada a partir de fios de espécies de madeira ou combinações de espécies misturadas com um adesivo. As vertentes são orientadas paralelamente ao comprimento do membro e depois pressionado em tapetes usando uma imprensa de injeção de vapor



Figura 1 - Laminated strand lumber

Fonte: e-architect.co.uk

Devido à uniformidade do material criado por orientação aleatória dos fios de madeira, o LSL oferece boa resistência de conexão e ductilidade - não é propenso a falhas de divisão em conexões como madeira serrada ou Glulam. O LSL é fabricado a partir de fios mais curtos do que o PSL - cerca de 1 pé de comprimento em comparação com os fios de 2 a 8 pés de comprimento usados no PSL.

1.2.3. Madeira em lâmina folheada

A madeira laminada é constituída por camadas de folheados laminados de madeira juntos usando um aderente estrutural impermeável. O seu processo de fabricação consiste na remoção rotativa de um log em folheados que são então secos e classificados para resistência e rigidez. A Madeira Folheada é comumente usada em móveis de madeira para criar uma superfície atraente, durável.



Figura 2 - Madeira em lâmina folheada

Fonte: e-architect.co.uk

1.3. Características gerais da madeira

As madeiras têm origem em duas categorias de plantas, as gimnospermas e as angiospermas, que se designam por resinosas (softwoods) e as folhosas (hardwoods), respetivamente.

As *resinosas* caracterizam-se por apresentarem um crescimento bastante rápido, ou seja, é possível cortar estas árvores após 30 anos. Estas particularidades, dão origem a uma madeira de baixa densidade, com capacidades resistentes mais baixas e uma durabilidade baixa. Embora, este tipo de madeiras seja muito procurado no mercado, pelo seu baixo preço.

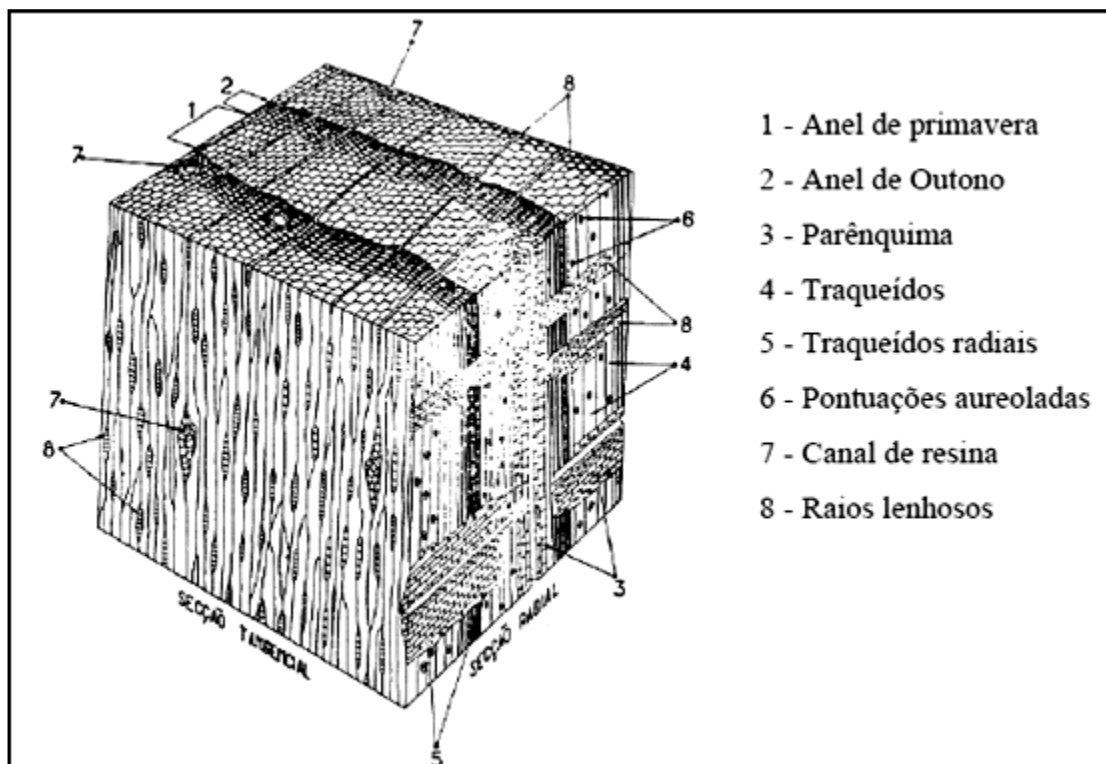


Figura 3 – Resinosas

Fonte: Joana de Sousa Coutinho, 1999

As Folhosas apresentam uma estrutura celular mais complexa. As suas fibras estão dispostas de forma longitudinal no caule. O seu crescimento é muito mais lento do que as Resinosas, como consequência, são obtidas madeiras com maior densidade e melhores capacidades de resistência.

O que diferencia as Folhosas das Resinosas é o facto de estarem mais dependentes de medidas preventivas no sentido de assegurar as suas qualidades de durabilidade.

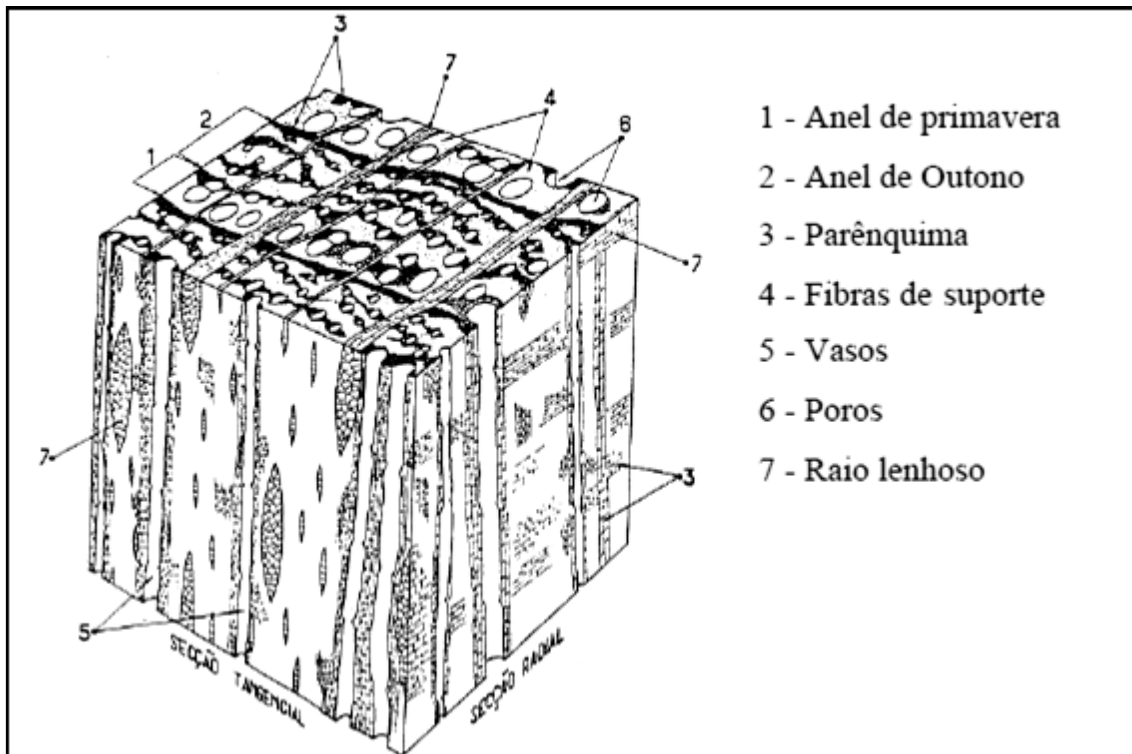


Figura 4 – Folhosas

Fonte: Joana de Sousa Coutinho, 1999

As ilustrações seguintes demonstram as diferenças entre as Resinosas e as Folhosas

A



B



Figura 5 – Resinosas (A); Folhosas (B)

Fonte: Joana de Sousa Coutinho, 1999

1.4 Resistência ao fogo da madeira e de derivados de madeira

As classificações de resistência ao fogo de estrutura de madeira são normalmente determinadas pela realização do teste de escala completa, descrito pelas especificações da ASTM, ou padrões similares. O cálculo dos procedimentos para determinar a classificação de resistência ao fogo das estruturas de madeira tem aceitação deste código (White, 2002).

Lie (1977) desenvolveu o primeiro procedimento para ganhar a aceitação do código nos EUA e Canadá, para as vigas de madeira e colunas American Institute of Timber Construction 1984, Canadian Wood Council 1997, American Forest & Paper Association 2000, 2003).

Como a madeira apresenta uma baixa condutibilidade térmica, dificulta a elevação da temperatura em zonas adjacentes às que se encontram em combustão, evitando assim, a dilatação excessiva da estrutura. De salientar que, a combustão do material superficial gera uma camada carbonizada isolante, que dificulta a transmissão do calor e a progressão do fogo para o interior (Dias, 2007).

Na camada carbonizada, existe uma outra camada que apresenta uma espessura de 5 mm, na qual a madeira está alterada, embora não completamente decomposta. Esta camada é designada por camada de pirólise.

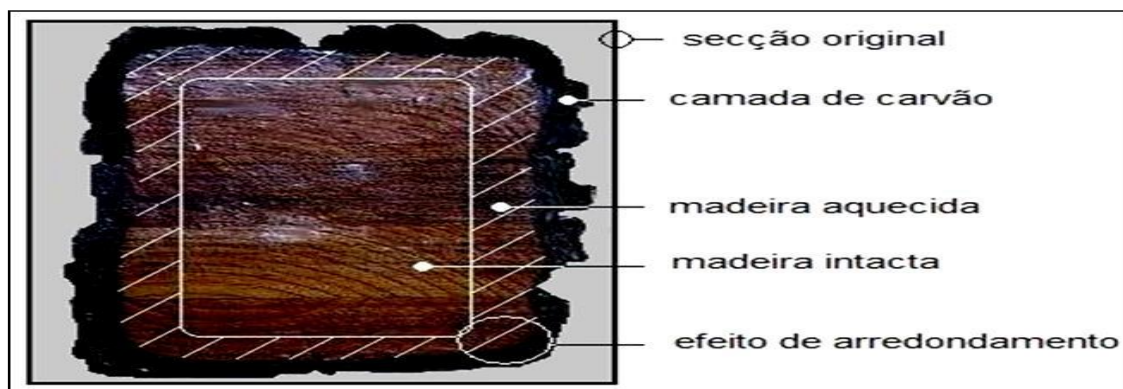


Figura 6 - Viga de madeira lamelada colada queimada

Fonte: Joana de Sousa Coutinho, 1999

O aquecimento da madeira acima de 280 ° C provoca a decomposição ou a pirólise, convertendo-a em gases, alcatrão e carvão vegetal. A temperaturas acima de 280 ° C, os gases inflamam vigorosamente, mas o carvão requer temperaturas de cerca de 500 ° C para consumo. Uma acumulação de carvão tende a proteger a madeira não queimada da pirólise rápida (Szücs, Terezo, Valle, & Moraes, 2005).

Um dos principais inconvenientes da madeira como material de construção é a sua vulnerabilidade e consequente destruição por agentes biológicos.

A madeira está, como em todos os materiais orgânicos, sujeita à progressiva decomposição por organismos que vivem na sua dependência. Os fungos e os insetos são os organismos responsáveis pelo ataque nas árvores dos povoamentos, nos toros para conversão, nas peças serradas e ainda na madeira aplicada.

Capítulo 2 – A construção modular

O capítulo anterior teve como finalidade apresentar as características e funcionalidades dos vários tipos de madeira para a construção. Este capítulo centra-se essencialmente na construção modular de madeira

Segundo o “Centro PINUS” (Associação para a Valorização da Floresta de Pinho), estima-se que cada metro cúbico de madeira usado como substituto de outros materiais de construção, reduza as emissões de CO₂ na atmosfera em média 1,1 toneladas. Se juntarmos a este valor 0,9 toneladas de CO₂ armazenadas na madeira, cada metro cúbico de madeira consegue uma poupança acumulada de 2 toneladas de emissões. Tendo em conta estes dados o Centro PINUS pretende alertar para a importância de Portugal começar a incorporar mais madeira na construção.

É fundamental que num país como o nosso, sem tradição de construção em madeira, não só o sector da construção, mas o público em geral perceba que existem alternativas muito vantajosas em termos económicos, estéticos e ambientais no uso de madeira na construção. O pinheiro bravo Nacional é sem dúvida a espécie florestal autóctone com maiores potencialidades para o sector da construção civil. Desde a extraordinária capacidade de regeneração, crescimento e rendimento, até em territórios marginais, passando pelas poucas exigências de condução dos povoamentos, resulta numa madeira com fantásticas características físico mecânicas ideais para a construção civil, podendo ser usada tanto na fase estrutural como em acabamentos.

2.1 A construção modular em madeira

Alguns edifícios com necessidade de renovação foram construídos em diferentes épocas com aspetos histórico-culturais distintos, com diferentes tecnologias e materiais. Os climas locais dão origem a diferentes necessidades de renovação.

Os estatutos, os regulamentos de construção e os métodos de construção diferem entre os vários países, o que dificulta o desenvolvimento de um sistema único para a renovação pré-fabricada.

Os elementos de madeira pré-fabricados são feitos antecipadamente na fábrica de acordo com o método da linha de montagem. A construção destes elementos, é muitas vezes a mesma que as paredes tradicionalmente construídas. Os elementos comuns de madeira são formados na medida do possível com isolamento completo, revestimento no interior e na fachada para reduzir o tempo de montagem. Quando os elementos de madeira são construídos dentro de uma fábrica, isso também reduz os problemas com a construção de influências de humidade e clima. Os elementos de madeira são completamente acabados com uma camada superficial, e o isolamento deve ser protegido da humidade durante a construção para minimizar a ocorrência problemas de humidade no futuro (Mjornell et al., 2014).

Sandberg et al. (2016) referiram que o sistema de elementos recém desenvolvidos têm um alto nível de flexibilidade, pois é possível ajustar o comprimento das barras de conexão de acordo com os requisitos de energia do edifício.

De acordo com os autores, as construções edificadas nos anos 70, geralmente apresentavam deterioração dos seus aspetos exteriores. A seleção dos materiais e a sustentabilidade conduzem a uma maior atratividade e limpeza. E, de acordo com estes pressupostos, o uso de madeira e elementos pré-fabricados irão mudar a arquitetura e ter um impacto positivo nas condições de vida no interior dos edifícios (Sandberg et al., 2016).

As técnicas e construção evoluíram para atender às mudanças nas necessidades do mercado. Atualmente, observa-se construção de habitação no local e mais pré-fabricação em fábrica. Na América do Norte, 95% dos telhados das casas construídas são fabricados no local.

Novas tecnologias para os sistemas de casa, como o desenvolvimento de energia eficiente e sistemas de ventilação, foram introduzidos ao mesmo tempo. A construção

modular de casas está a ganhar cada vez mais popularidade nalguns países como a Suécia e os EUA. São métodos de construção mais rápidos, mais económicos e com mais qualidade (Malmgren & Mjornell, 2015)

Não obstante as madeiras foram utilizadas como membros estruturais de edifícios há séculos atrás e, provaram ser um excelente material para as aplicações estruturais devido à sua força de peso.

Os edifícios modulares são produzidos como o nome indica “em módulos”, reflete a intenção de design idêntico e as especificações de instalação mais sofisticada que a construção tradicional. Estruturalmente, os edifícios modulares são mais fortes do que a construção convencional porque cada módulo é projetado de forma independente, para resistir aos rigores do transporte e das fundações. Uma vez juntos e selados, os módulos de edifícios tornam-se um muro integral, de piso e telhado.

O primeiro exemplo de prefabricação / modularização ocorreu em Inglaterra, na grande exposição em 1851, o Palácio de Cristal, projetado em duas semanas, com a utilização de materiais baratos, ferro, madeira e vidro. Após a exposição o palácio foi desmontado e mudou-se para outro lado (Burnham, 1951).



Palácio de Cristal, Londres

Fonte: vintag.es

A maior parte dos investigadores apresentaram evidências empíricas sobre o impacto ambiental de aquecimento global, como o aumento das temperaturas, erosão do solo e a queda dos lençóis freáticos, derretimento do gelo. Estas mudanças negativas são necessárias para a redução de emissões de carbono, aquecimento global, que levam a refletir sobre a forma como lidamos com o crescimento populacional, desenvolvimento urbano e sistemas de construção intensivos em energia, fluxos de materiais lineares e insustentáveis (Girardet, 2004).

A noção de “cidade habitável” tem ganhado atenção, em associação com a “cidade sustentável”. Existe evidência científica de que as cidades maiores usam recursos de forma mais eficiente do que as cidades menores por causa da economia de escala (Urban Energy Transition, 2008; Green Building Council Australia (GBCA), 2012).

Além de que, uma construção baseada em madeira pode suportar melhor o fogo, do que um edifício de aço, que quando suavizado pelo calor pode colapsar. Enquanto uma viga de madeira em chamas pode suportar uma carga transversal durante bastante tempo.

De uma forma geral, os edifícios modulares e pré-fabricados apresentam uma longa história. O Yurt Mongol é uma tecnologia de construção com milhares de anos, pré-fabricado e fácil de transportar.

Nos tempos modernos, existem vários países onde a construção modular é comumente utilizada para habitação. Na Bulgária, prevê-se que mais de 60% da população esteja em edifícios pré-fabricados.

As unidades modulares são geralmente construídas em linha de montagem e depois transportadas para o local de construção. Devido ao planejamento preciso e às robustas construções desses produtos de construção, podem ser projetados adequadamente e, oferecem uma solução sustentável (Sandberg et al., 2016).

Dois edifícios, um na Suécia e um na Finlândia, foram utilizados para estudos teóricos para examinar e comparar casos de renovação (Fig. 9 e 10).



Figura 8 - Skiftesgatan, Skellefteå, Sweden



Figura 9 - Grindstugan, Vörå, Finland

fonte: (Sandberg et al., 2016).

Skiftesgatan

Skellefteå é uma cidade localizada no nordeste da Suécia. Skiftesgatan é uma habitação pública com vários edifícios próximos. Foi utilizado como caso referencial, com a intenção de testar uma solução modular num edifício similar. Skiftesgatan (ver Fig. 1) foi renovado no local por um empreiteiro local e um contrato completo com todos os trabalhos no local. A renovação começou em 2015, e foi feita para melhorar e minimizar os estragos das casas construídas entre 1972 e 1976. O exterior precisava de um "lifting facial" devido à deterioração. A reforma estava por concluir sem alterar o beiral e o telhado, e, portanto, o isolamento adicionado era de apenas 50 mm.

Grindstugan

Vörå está localizado na costa oeste da Finlândia. A necessidade de renovação e isolamento de fachadas foi investigada para Grindstugan (ver Fig. 2) e utilizado como caso para estudos teóricos. Grindstugan é moradia de dois andares que foi construída no início da década de 1970 e consiste em 18 apartamentos no total. As paredes divisórias de suporte e as vigas são de madeira. As paredes exteriores dos lados longos têm uma estrutura de madeira com fibra e painéis de madeira como material de fachada, enquanto as paredes de extremidade têm uma fachada de tijolos. As varandas de ventilação são encontradas em cada uma das três escadarias na frente, e varandas pertencentes aos apartamentos encontram-se na parte de trás do edifício (Sandberg et al., 2016).

Outro projeto de construção modular notável que recebeu atenção global devido ao seu processo de montagem extremamente rápido foi um hotel de 30 andares em Hunan; China construída pela empresa chinesa Broad Group em apenas 15 dias. Com o Titular do T30 Broad Building Sustentável, 93% de seus componentes totais foram pré-fabricados na fábrica do Grupo Broad e posteriormente transportados para o local para montagem. Atualmente, há mais de 30 projetos completos do Grupo Broad na China e a sua expansão para o mercado norte-americano é antecipada, com a fábrica chinesa pronta para fornecer os módulos para projetos fora da China (Sandberg et al., 2016).

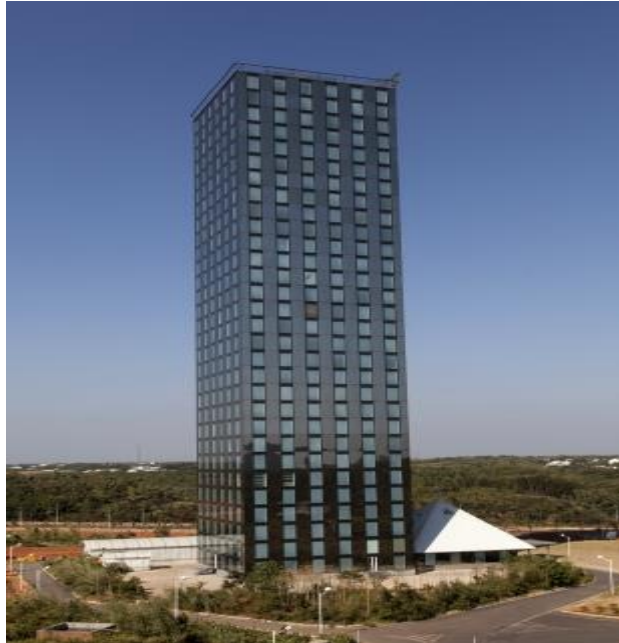


Figura 10 - um hotel de 30 andares em Hunan, fonte: (Sandberg et al., 2016).

Alguns exemplos de construção modular foram implementados com sucesso em projetos de grande escala incluem a construção de 124 estúdios em Knivsta, Suécia, no espaço de quatro meses, pela empresa sueca Junior Living. Os módulos de apartamentos foram fabricados na fábrica e fora do local, numa fase posterior, colocados numa armação de betão que tinha sido construída. A conclusão do projeto foi efetuada em quatro meses.



Figura 11 - construção de 124 estúdios em Knivsta, Suécia

Fonte: Sandberg et al., 2016

A construção modular também pode oferecer melhorias na segurança do trabalhador devido à natureza mais controlada da construção da fábrica em oposição ao local. A fabricação de módulos de construção dentro de uma fábrica reduz o tempo gasto na realização de práticas de construção de alto risco, como a construção em alturas extremas, enquanto o uso de módulos pré-fabricados também pode resultar em um ambiente mais controlado, eficiente e conseqüentemente mais seguro para os trabalhadores.

2.2 A construção modular em Portugal

Devido às grandes dificuldades no setor da construção, os conceitos de novas arquiteturas aumentaram e levaram em consideração os princípios como a segurança e o conforto dos utilizadores que ocupam os edifícios.

Atualmente, quando alguém decide continuar a construção da sua própria casa, enfrenta a questão de ter que utilizar a construção tradicional com baixo custo inicial, mas sem futuro de adaptabilidade ou uma construção alternativa que possa garantir uma melhor relação custo/benefício a longo prazo (Sandberg et al., 2016).

Não obstante em Portugal existiram alguns investimentos recentes em sistemas de construção de habitação social, embora a crise económica tenha determinado um aumento deste conceito em todas as áreas e estratos sociais. Assim, ao utilizar os materiais e técnicas com uma melhor relação custo/benefício, direciona-se para um diferente projeto de construção, as formas modulares simples.

Com base nestes aspetos, as casas modulares representam um nicho de mercado na indústria de construção que teve aumento nos últimos anos, por ser uma das alternativas mais baratas.

Para além de Portugal, um dos exemplos mais marcantes desde o início do século XXI é a implementação de soluções de habitação modulares, como o Keetwonen em Amesterdão, e em Portugal o Surfing Clube de Portugal.



Figura 12 - Surfing Clube de Portugal

Fonte: Jular Madeiras



Figura 13 - Barragem de Castelo de Bode, Alojamento Turístico

Fonte: Segredos da Aldeia

As vantagens de aplicação da modularidade na habitação são principalmente o tempo mais curto de construção e a redução de custos. É importante salientar que este tipo de construção permite um controlo mais rigoroso e mais rápido dos custos na fase inicial do projeto.

Os exemplos apresentados, (Alojamento turístico de Castelo de Bode e o Surfing Clube de Portugal), são casas modulares que utilizam a madeira e os seus derivados, para diferentes usos. Permitem ainda, uma adaptação fácil à mudança, aos estilos de vida, e

umenta ou elimina os espaços de vida num sistema evolutivo, mantendo a proporção, o tamanho de formas e a flexibilidade do uso do espaço (Cruz et al., 2012)

2.3 Considerações estruturais da construção modular de madeira

Na construção modular são normalmente utilizados os produtos à base de madeira como serração sólida para vigas, cabeçalhos, glulam para painéis estruturais. De acordo com Staib, Dorrhofer e Rosenthal (2008) a construção modular é como um sistema fechado produzido por um único fabricante. Para além da montagem rápida, esta técnica tem a vantagem de leveza e fácil transporte e montagem. Estes sistemas, oferecem a possibilidade de integrar diversos fabricantes.

Por outro lado, a transmissão de som é um aspeto considerável na construção de madeira que determina as escolhas de materiais e construção.

Walford (n.d), revela que o impacto do ruído apresenta um grande efeito de perturbação na construção, o ruído das vozes deve ser controlado por isolamento no ar. Para obter satisfação do controlo de transmissão de som, existem as placas de parede absorventes de som, tapetes acústicos e selantes acústicos (Cheung, 2010).

A pré-fabricação é uma fabricação fora do local que ocorre numa empresa especializada em diversos materiais de construção e, em sistemas que são unidos para formar um componente ou parte de uma instalação final maior (Haas et al., 2000).

Os componentes podem ser categorizados em quatro tipos:

- Os materiais processados são pré-cortados ou os materiais de revestimento personalizados fabricados através de um processo de fabricação.
- Componentes pré-fabricados são simples blocos de construção que geralmente envolvem o comércio único de construção. A grande maioria dos edifícios construídos hoje usam alguma forma de pré-fabricação.
- As aplicações incluem painéis de moldura de madeira, painéis pré-moldados, painéis de armação de aço, painéis estruturalmente isolados (SIP's), construção de sistemas de envelopes / fachadas, painéis compostos, revestimentos pré-moldados, estrutura de aço.
- Elementos estruturais pré-moldados, isolantes, cofragem de betão (ICF), em forma de túnel construção (Hartley e Blagden 2007, p.12).

Por exemplo, as instalações educacionais exigem flexibilidade e distribuição de espaço e recursos. As restrições na área do piso da sala de aula, teto, altura, acesso de luz do dia, variam de acordo com as regras de aplicação legal.

A Diretiva Europeia do Desempenho Energético de edifícios e a sua transposição para os estados-membros proporcionou uma grande oportunidade para o estímulo de debates sobre os impactos do comportamento e definir políticas e programas para uma habitação mais verde. De igual modo, a introdução de certificados do desempenho energético dos edifícios possibilita uma redução nos consumos.

O conceito de casas passivas com consumo energético zero e as casas que produzam energia solar é cada vez mais uma realidade concreta. Assim, as “Casas Passivas” representam um grande passo na redução de alguns aspetos mais prejudiciais para o meio ambiente.

Porque proteger a origem do recurso é também proteger o futuro, é aconselhável utilizar somente madeira proveniente da floresta sustentável e renovável europeia, negando categoricamente o recurso a madeiras provenientes de florestas tropicais ou subtropicais brasileira, africana ou asiática, sem conhecimento completo da sua origem e método de fabrico.

A cortiça, produto do sobreiro, fonte 100% natural, renovável e biodegradável, utiliza-se principalmente em pavimentos, revestimentos e isolamento no exterior e interior: coberturas, paredes, sub-pavimentos, placas de aglomerado expandido puro (são um autêntico muro, leve mas resistente às diferenças de temperatura e até ao fogo, ao ruído e às vibrações) que podem ser novamente transformadas em grão para, misturado com areia e cimento, utilização na preparação de betão leve, ou no preenchimento de espaços vazios em pavimentos e paredes. Material ideal para pavimentos, o aglomerado de cortiça, cria chãos silenciosos, quentes, confortáveis, de fácil limpeza e excepcionalmente resistentes. Mas também é empregue em açoteias, terraços, muros, coberturas, telhados, sótãos – isolamento térmico e acústico, impermeabilização e prevenção de condensações – tabiques, paredes, tetos, câmaras frigoríficas, solos e pontes – nas juntas de descontinuidade/dilatação.

A maior inovação de todas será a revolução de mentalidade de todos os intervenientes, desde o promotor ao consumidor, altura em que se conseguirá uma alteração profunda no que respeita ao desenvolvimento sustentável na construção. Além de fator de bem-estar para a Humanidade e elemento chave na melhoria da qualidade de vida das gerações futuras, esta área será então uma fonte de inspiração para arquitetos e

engenheiros. Impõe-se, para tal, uma mudança profunda na organização e estruturação de todo o sector da construção e do projeto arquitetónico.

O aproveitamento de recursos – quer humanos, quer materiais – locais são uma necessidade premente para reduzir custos, tanto económicos, como sociais ou ambientais. A aplicação da standartização é um dos meios para redução de alguns dos pesados efeitos da construção: implica a produção de uma peça inteiramente em fábrica, sendo apenas necessário o seu transporte para o local de edificação, o que elimina uma parte da poluição causada pela construção in situ, pois esta implica o transporte de todos equipamentos para o respetivo local de obra, provocando a movimentação de pesadas máquinas produtoras de gases de efeito de estufa. Assim, a produção industrial permite poupar energia e reduzir tempos e custos de construção, assim como contribui para a redução da produção de desperdícios e detritos no local do projeto.

Existe um exemplo bastante marcante, uma casa na Suécia, a qual foi construída através de módulos.



Figura 14 – casa modular na Suécia

2.4. As características e funcionalidades da construção modular

Desde há muitos anos que os arquitetos estão atentos às oportunidades que a industrialização e a produção em massa poderiam alterar os processos de trabalho e construção. Projetadas para que os seus componentes sejam facilmente transportados, as casas modulares baseiam-se na filosofia de desenho de arquitetos da era moderna, como Mies van Der Rohe, Craig Ellwood, Neutral Richard e Charles Ray Eames, e sobre o trabalho Jean Prouvé, na constituição espacial dos elementos da modularidade. O edifício combina com a abordagem minimalista e com especial atenção em materiais tradicionais e uma atenção cautelosa nos detalhes, para criar um ambiente elegante e funcional.



Figura 15 – agregação de multifunções de módulos

O conceito de agregação de multifunções dos módulos oferece várias vantagens, nomeadamente concentrar diferentes estágios do projeto e desenvolvimento.

O sistema permite aos clientes escolher o número de módulos com base nas suas necessidades, e a função diferente de cada módulo: módulo de casa de banho - módulo de quarto duplo – módulo de sala de estar simples ou duplo - módulo de cozinha - módulo de varanda - etc. Cada requisito de espaço pode criar diferentes configurações mantendo a mesma matriz.



Figura 16 – construção modular

Existem 5 produtos diferentes:

1. Série:

Todo modelo é composto com módulos já desenvolvidos: XS, S, M, L, XL.

2. Base:

A composição do módulo permite a criação de casas com várias tipologias diferentes das das casas da série sugeridas.

3. Personalizado:

Casas completamente personalizadas usando o "know how" do sistema modular. Tempo e preço não são controlados "a priori" como na outra casa modular

4. Mobile Home:

Estruturas móveis com 42,00m², (3,5x12m). O espaço interior é completamente adaptável a qualquer tipo de programa.



Figura 17 – mobile home

5. Nómada:

Abrigo de montanha com 30,40m², (7,80x3,90m). Foi pensado para ser energeticamente autónomo. O impacto ambiental é reduzido devido a utilização de materiais naturais e sistemas recicláveis.



Figura 18 – abrigo de montanha

Os edifícios do sistema modular permitem a utilização e renovação de energias, recuperando recursos naturais como a energia solar e reutilização de água da chuva.

DIMENSÕES

É possível construir um sistema modular dentro de 3 tamanhos.

I II III

- Exterior alta - 2,95m 3,20m 4,25m
- Altura interior - 2,20m 2,45m 3,50m
- Largura exterior - 3,50m 4,65m 5,85m

- Largura interior - 3,00m 4,05m 5,25m
- Comprimento - variável, 2,5m cada módulo



Figura 19 – casas resort turismo



Figura 20 – interiores

O conceito de construção modular tem como base a execução de módulos com uma estrutura mista, 100% reciclável, de aço laminado a quente e aço leve galvanizado. A solução modular possibilita a otimização face à exposição solar, e oferece a possibilidade de dispor espaços exteriores agradáveis. A figura seguinte demonstra a planta de uma cada modular T3 da empresa Planivus.

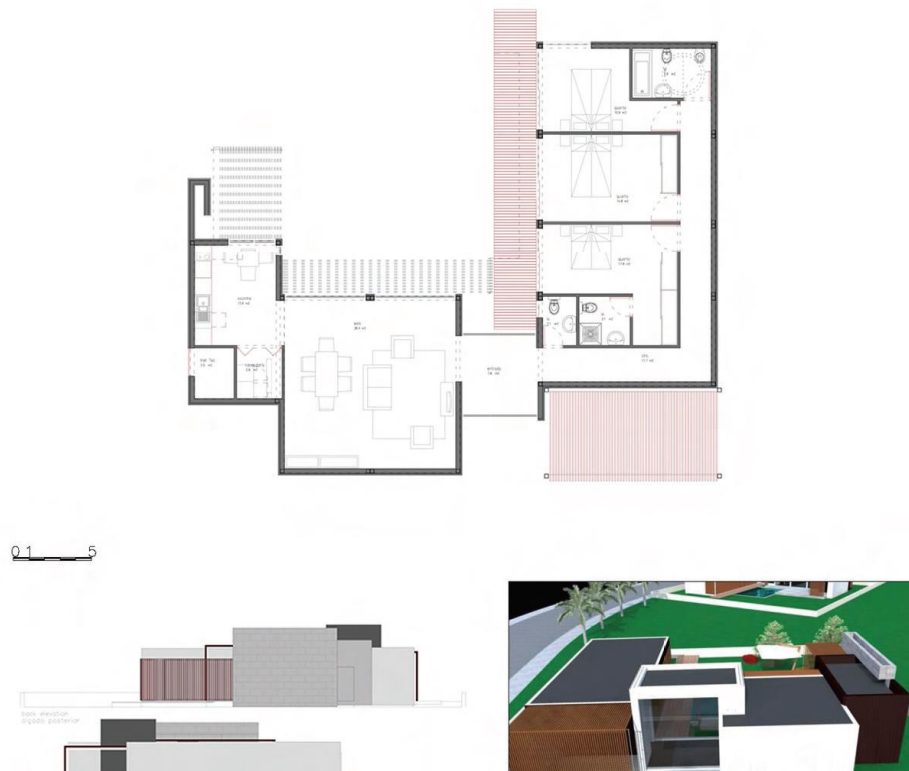


Figura 21 – casa modular T3
 Fonte: Planivus, Construções modulares

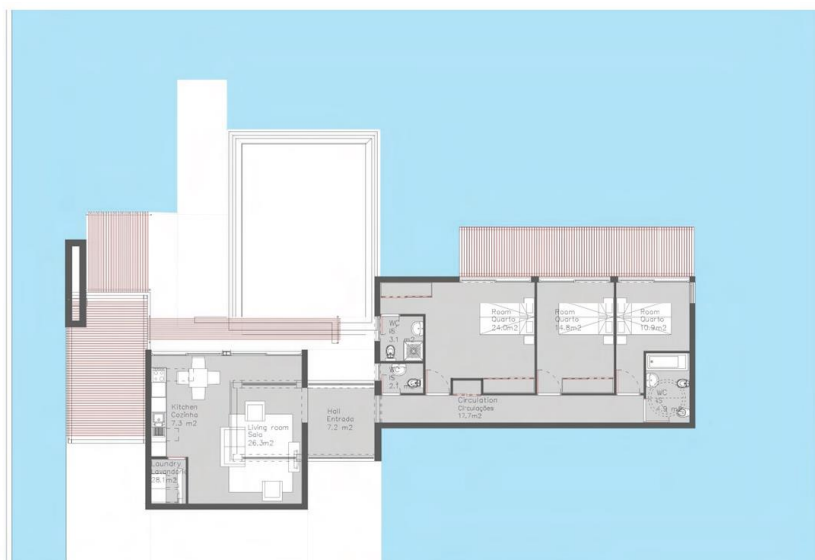


Figura 22 – Casa modular T3
 Fonte: Planivus, Construções modulares

Capítulo 3 – Metodologia

O Algarve é um dos locais mais apetecíveis para turismo e lazer. Situado no barlavento Algarvio, o sítio João de Aréns, concelho de Portimão, freguesia de Alvor, é balizado pela praia do alemão e o empreendimento Clube Prainha e estende-se por uma área de aproximadamente 120.000m² de dunas, praias, pinhais, terras vermelhas (argilosas) e muito ar puro. O local elegido para implantar as estruturas modulares, arquitetonicamente não explorado, estabelece uma conexão harmoniosa entre a paisagem natural e a matéria-prima eleita para a construção, gerando a fusão perfeita.

A construção convencional torna a habitação portuguesa um bem de valores e a crise económica em que nos encontramos obriga-nos a repensar o conceito de habitação.

A escolha do tema “Sistema de Habitação Modular Temporária em Madeira” prende-se com a necessidade de obter um sistema alternativo para construção de habitação em Portugal, uma vez que a construção em Portugal é sustentada por sistemas maioritariamente tradicionais, revelando-se poluente, economicamente dispendiosa e deturpadora dos fundamentos da habitação.

Inicialmente é definido um material de construção básico a partir do qual desenvolvi um sistema construtivo coerente. A madeira, considerado um item tradicional na construção civil, pode desempenhar um papel preponderante na reformulação do sector, a partir das características do nosso território com extensas áreas para reflorestamento, factor diferencial em relação à maioria dos países. Além das vantagens territoriais, a madeira é material de fácil manipulação, depende de tecnologia relativamente simples, dominada e disponível no país, utilizando maquinaria de baixa complexidade para a sua transformação.

A madeira escolhida é proveniente do Pinho Nórdico, cortada em lâminas, com espessura, largura e comprimento variáveis. Para sua manipulação e colagem baseei-me na tecnologia de fabricação de barcos de madeira, visto que essas estruturas estão permanentemente expostas à intempérie e, principalmente, à ação da água.

Este sistema de estruturas modulares versáteis e sustentáveis é construído em madeira e cortiça e pretende ser uma solução para estruturas de praia, montanha ou parques naturais ou de campismo, na área do alojamento temporário.

O sistema tem como particularidade a sua própria conceptualização, o que permite ao cliente/proprietário não apenas escolher, mas também “desenhar” a casa, dentro de parâmetros permitidos pelo próprio sistema.

O sistema permite expansão, adotando o conceito de casa evolutiva.

O conceito detalha uma construção pré-fabricada, modular, de madeira, num piso único. Estruturalmente cúbica, compreende três modelos diferenciados pela variável, comprimento. As estruturas, de altura e largura idênticas, articulam-se entre si permitindo uma combinação de variadas soluções tipológicas e arquitetónicas, de compartimentação flexível, com possibilidades de expansão.

O pavimento e a cobertura estão originalmente presentes nos três modelos estruturais, os painéis laterais variam consoante a função conferida (residencial, laboral, lúdica) ao espaço e a vontade do cliente.

As dimensões dos modelos estruturais foram inicialmente baseadas nas medidas dos contentores marítimos, tipo ISO, garantindo o transporte em camião de todos os pré-fabricados para o local efetivo da construção. Esta intenção desde logo se revelou inviável pois torna mais complexo o ato de projetar espaços tão reduzidos obedecendo às regras da funcionalidade pois a própria modularidade já impõe as suas próprias regras.

O estudo para o dimensionamento do módulo base de uma unidade foi realizado sob uma perspetiva de espaço reduzido. A ideia seria conceber um módulo com área “mínima” para acondicionar qualquer compartimento (sala, instalação sanitária, cozinha ou quarto, não comprometendo a circulação, ou seja, mantendo-a, pelo menos, à largura regulamentar exigida.

Idealizadas as dimensões do módulo de uma unidade (comprimento: 3,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m), reuniam-se as condições para o desenvolvimento do sistema de habitação temporária, no âmbito da modularidade.

É importante referir que este estudo, embora pautado por áreas mínimas numa fase inicial, não pretende produzir somente habitações de áreas reduzidas, mas sim usar a base de conhecimento adquirido para o desenvolvimento de novos projetos ou expansão dos apresentados. Em suma, rumo de um pequeno espaço (possível de habitar) para um espaço maior e não de um espaço maior para um pequeno espaço.

Posteriormente, foram desenvolvidos módulos estruturais de duas (comprimento: 6,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m) e três (comprimento: 9,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m) unidades para potenciar a ampliação dos espaços. Este passo irá reduzir significativamente o número de juntas e por consequência os dissabores causados pelas

mesmas na união dos módulos estruturais, quando acoplados entre si. Em projetos de áreas amplas fará a diferença, por outras palavras, é melhor ter um módulo de três unidades a ter três módulos de uma unidade.

Uma das grandes vantagens deste flexível sistema de habitação temporária reside na possibilidade de articular quaisquer módulos (uma, duas ou três unidades) entre si potenciando arquitetura diversificada num sistema modular. Existe igualmente a possibilidade de escolher os painéis exteriores que melhor satisfaçam as necessidades do utilizador ou da função (habitação, lazer, estrutura temporária) atribuída ao espaço.

O sistema modular é composto pelas seguintes peças pré-fabricadas: painéis de parede exteriores e interiores, módulos de pavimento e de cobertura e pilares.

3.1 Objetivos

Para o presente trabalho, colocou-se como principais objetivos:

- Analisar as vantagens e desvantagens do sistema modular de madeira
- Desenvolver um sistema construtivo coerente
- Analisar e desenvolver de um sistema modular alternativo para habitação em madeira, versátil e sustentável, que pretende ser solução para estruturas de lazer, praia, montanha, parques naturais ou campismo, na área do alojamento temporário.

3.2 Metodologia de investigação seguida

A presente dissertação de projecto tem como objecto de análise a madeira, no âmbito da construção da “Habitação Modular em Madeira”, bem como as patologias directas do material.

A escolha do tema surge com a necessidade de obter um sistema alternativo para construção de habitação em Portugal face à crise económica em que nos encontramos, obrigando-nos a repensar o conceito habitação.

A madeira escolhida foi aquela proveniente do Pinho Nacional cortada em lâminas, com espessura, largura e comprimento variáveis para servirem propósitos diversos.

Este processo é constituído por duas fases, a primeira dividida em quatro partes e a segunda em duas partes.

A primeira fase, de carácter estratégico, aborda o tema da madeira como material de construção, englobando as suas propriedades, vantagens e fragilidades na construção, o processo construtivo da habitação modular de madeira, adaptado ao meu projeto de dissertação e a sustentabilidade da construção.

A segunda fase, integra a construção de madeira na região do Algarve, enquadrando contextualmente o todo no meio natural. Esta dissertação vai centrar-se na parte estratégica, descrevendo as patologias do material na construção e na prática, abordando os métodos construtivos, adaptados ao meu projeto dissertação

A escolha recai sobre a construção de uma casa unifamiliar de madeira, com o intuito de promover a saúde, a ecologia, a sustentabilidade e a economia deste género de construções.

Capítulo 4 – Estudo de caso – Algarve

Até meados do século XX, o homem foi de certo modo obrigado a considerar as condições climáticas. Com a revolução industrial, a descoberta de novas tecnologias e materiais como o aço e o betão, permitiram desafiar a arquitetura tradicional em pedra, operando grandes transformações técnicas no domínio da arquitetura.

Com a expansão/globalização do estilo internacional, indiferente ao Clima e à Cultura locais, verificou-se a intensificação do uso de sistemas de climatização.

Na década de 70, a crise energética despoletou os primeiros problemas relacionados com os recursos energéticos e conseqüentemente as primeiras reflexões inerentes ao conceito de Sustentabilidade Ambiental.

“Historicamente, o pensamento arquitetónico crítico pode ser dividido em duas categorias simples: uma que promove, refina e implementa a retórica anterior; e outra que representa a rutura com a ideologia corrente, que revela uma nova direção. Enquanto a primeira favorece uma determinada ideologia, produzindo principalmente exemplares dentro de uma corrente principal, a segunda resulta normalmente num trabalho mais inventivo que estabelece um novo rumo na pedagogia e prática da arquitetura.” (Louis Kahn, arquitecto).

No atual contexto internacional em que nos aproximamos do fim de um ciclo – o da construção em massa – e do início de um novo ciclo – o da construção em qualidade – a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades tendo por objetivo final a reconstituição de uma densidade urbana elevada torna-se uma necessidade e já não uma opção.

Valores de respeito, preservação e valorização da Natureza têm hoje que ser tidos como fulcrais no desenho de uma arquitetura mais sustentável. Começa a emergir uma forte corrente ambientalista em defesa da natureza, por alturas do final da década de 60, início da de 70, que considerava essencial, para o bem-estar e sobrevivência humana, a convivência em harmonia com a natureza. Como defendia Frank Lloyd Wright, «procurar tornar um edifício tão orgânico e sereno quanto o teria sido a Natureza no seu lugar, se para isso tivesse tido oportunidade». Já nos anos 70 vários arquitetos tinham explorado projetos alternativos, incluindo estratégias de desenho solar para autossuficiência energética e integrando áreas de cultivo para um fornecimento sustentável de alimentos

no desenho da habitação. A crise do petróleo da década de 70 ajudou a dar razão a estes novos conceitos emergentes, alargando esta problemática à até então alienada esfera económica e política, iniciando-se a discussão em torno da poupança de energia. Ao mesmo tempo, começa a despontar a consciência social acerca da fragilidade do planeta Terra e a palavra ecologia passa a ser um termo vulgarizado.

4.1 Clima em Portugal

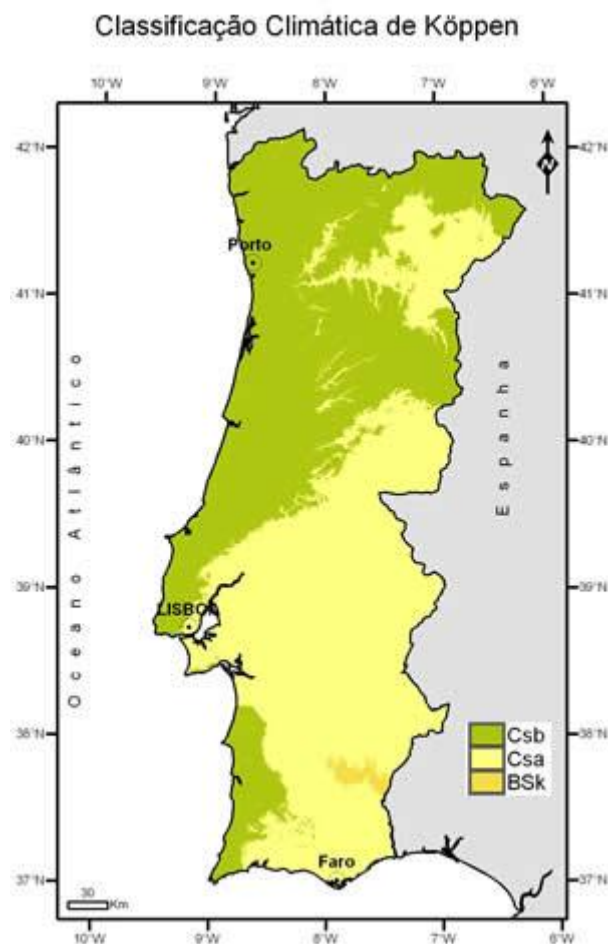


Figura 23 - temperaturas, através da classificação climática de Köppen, fonte: IPMA, 2016

As mudanças climáticas e o aquecimento global do planeta são um dos temas mais discutidos atualmente nos debates nas Ciências da Terra. É de notar que o clima da Terra depende essencialmente da influência natural, de fatores físicos e geodinâmicos entre os quais, o complexo solar.

O clima do nosso planeta é formado por compostos complexos de fatores que interagem com a prioridade do papel do sol. O sistema climático da terra está dependente principalmente do sol, uma fonte importante de energia eletromagnética. O fluxo de energia radiante que a Terra recebe do sol em camadas superiores da atmosfera são cerca de 1365 W/m^2 . A massa do sol é de 99,8% da massa total de todo o sistema solar. E, por outro lado, o sistema solar está localizado entre 25 000 e 28 000 anos-luz do centro galáctico.

Em Portugal existiram três períodos de mudança na temperatura média, com aquecimento no período de 1910-1945, seguido de um período de arrefecimento entre 1946-1975 e de um rápido aquecimento de 1976-2000. Nas últimas décadas, as temperaturas aumentaram a um ritmo mais rápido no nosso país, e a maior parte das estações demonstra ainda uma redução significativa na temperatura noturna.

Podem-se estabelecer algumas zonas climáticas em Portugal, com determinadas características expressas de forma resumida como a figura seguinte demonstra:

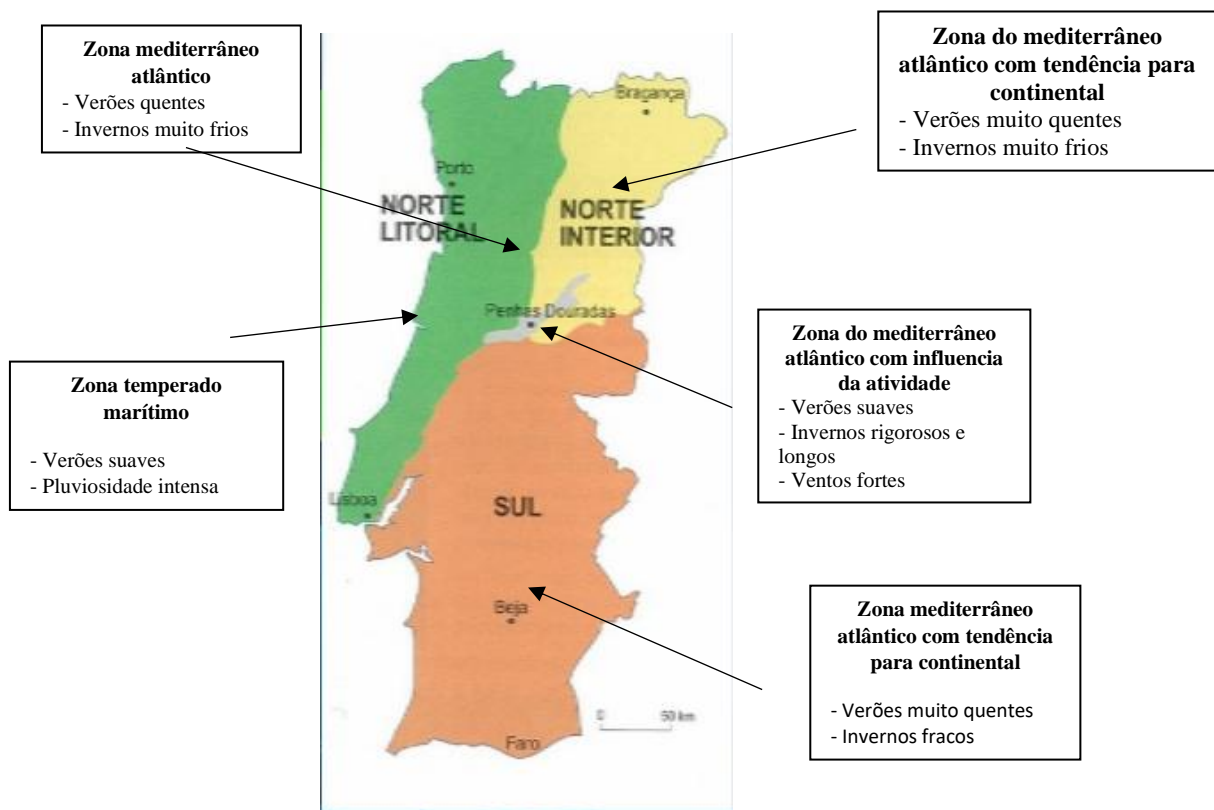


Figura 24 – zonas climáticas em Portugal

Na zona sul, a ausência de cadeias de montanhas com efeito de barreiras faz com que o ar húmido vindo do oceano não se condense, e progrida para o interior de Espanha, tornando as terras do sul de Portugal mais áridas.

Distribuição da vegetação

A existência de vegetação, especialmente manchas florestais tem uma grande importância sobre o clima. Assim, quando há grandes manchas florestais:

- As amplitudes térmicas diárias e anuais são maiores
- O clima é mais ameno
- Os ventos extremos são atenuados

As manchas florestais em Portugal têm sido bastante alteradas ao longo dos últimos anos, ou seja, a floresta original de carvalhos, bétulas, nogueiras, castanheiros, foi sendo alterada, constituída hoje de pinheiros e eucaliptos. Ao nível global, a floresta tem sido drasticamente reduzida pelos fogos florestais.

O interior do país, com ausência da influência da humidade do mar, tem tendência para caminhar para um clima continental, caracterizado por grandes amplitudes térmicas, diárias e anuais e mais sujeito a eventos extremos, como os ventos fortes ou até por vezes, tornados.

O nosso país, corresponde a uma vasta península árida a nascente. O sol nasce mais cedo, do lado espanhol, aquecendo rapidamente as terras áridas do interior de Espanha. No interior da península o ar aquece e sobe, criando uma depressão que puxa o ar do oceano.

Em termos de relevo, as vastas cadeias de montanhas existentes na zona centro e norte do país, obrigam o ar húmido vindo dos oceanos a subir, arrefecer, e condensar-se provocando chuvas abundantes.

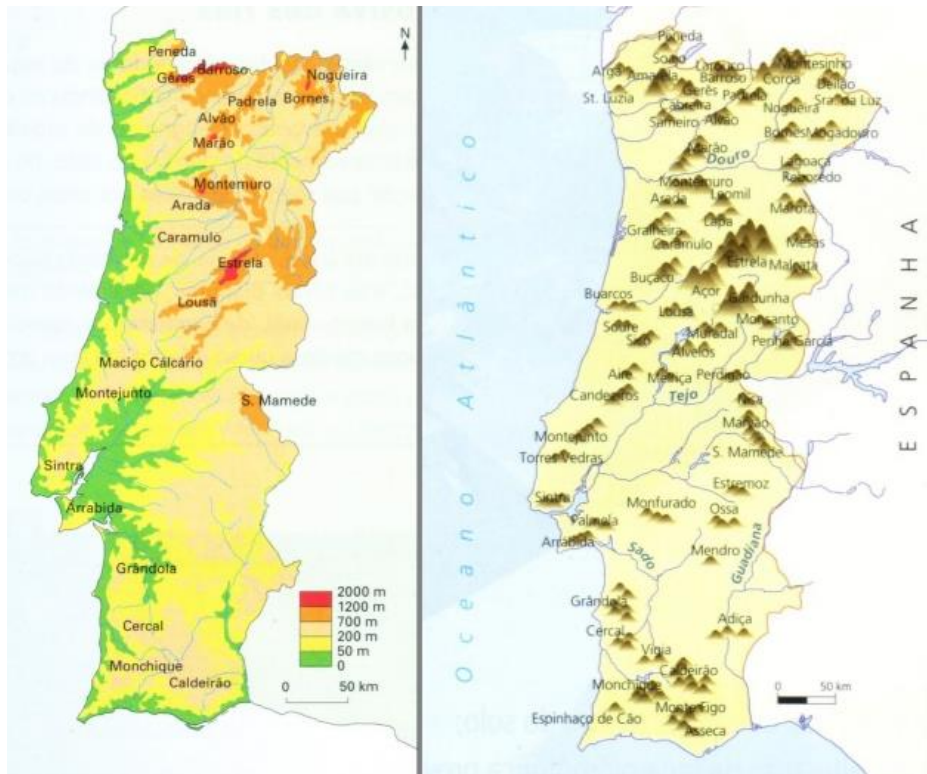


Figura 25 - relevo em Portugal

Fonte: mapas de Portugal

Assim, de acordo com a figura, o Norte mais acidentado e com maiores altitudes é onde se localizam os planaltos e as serras mais elevadas, Estrela, Larouco, Gerês, Montesinho.

O Sul, local onde predomina as terras baixas e planas, nomeadamente, o Tejo e do Sado na planície alentejana.

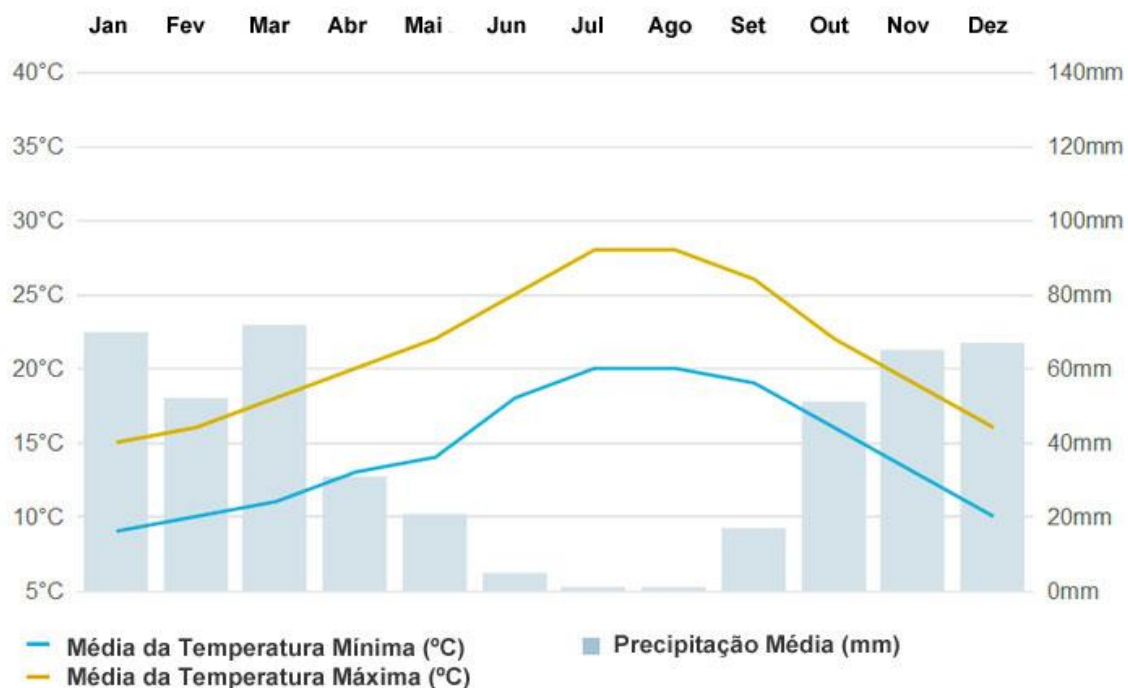


Figura 27 – Clima médio ao longo do ano no Algarve

Fonte: Universidade do Porto, geografia física em Portugal

Tabela 1 - diferença entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	11.9	12.6	13.8	15.2	17.5	20.6	23.3	23.5	21.9	18.9	15.1	12.6
Temperatura mínima (°C)	7.8	8.5	9.3	10.8	13	15.9	18	18.2	17.1	14.5	11	8.6
Temperatura máxima (°C)	16	16.7	18.3	19.7	22.1	25.4	28.6	28.8	26.8	23.3	19.3	16.7
Temperatura média (°F)	53.4	54.7	56.8	59.4	63.5	69.1	73.9	74.3	71.4	66.0	59.2	54.7
Temperatura mínima (°F)	46.0	47.3	48.7	51.4	55.4	60.6	64.4	64.8	62.8	58.1	51.8	47.5
Temperatura máxima (°F)	60.8	62.1	64.9	67.5	71.8	77.7	83.5	83.8	80.2	73.9	66.7	62.1
Chuva (mm)	87	58	50	36	24	12	1	1	15	58	75	84

fonte: CLIMATE-DATA.ORG

A diferença entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso é de 86 mm. 11.6 °C é a variação das temperaturas médias durante o ano.

O Algarve, situado numa região meridional de Portugal, é limitado a Norte pelo Baixo Alentejo, a Oeste e Sul pelo oceano atlântico e a Este pelo Guadiana, o curso de água que faz fronteira com a Espanha, ocupando uma faixa retangular com uma distância média de 135 km no sentido O-E e de 40 km no sentido N-S.

A região do Algarve abrange uma área de 4.991 km², repartida por 16 concelhos e por duas bacias hidrográficas principais, a bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve e a bacia hidrográfica do rio Guadiana.

De uma forma geral, a região é constituída por três unidades geológica, morfológica e pedologicamente distintas, a Serra, o Barrocal e o Litoral.

O sistema orográfico é composto pelas serras de Espinhaço de Cão, Monchique, Caldeirão e Monte Figo, encontrando-se o ponto mais elevado na serra de Monchique (Foia – 902 m). A altitude média da região é de 182 m.

Condições climáticas influentes nas disponibilidades Hídricas

O Algarve possui um clima do tipo mediterrâneo, caracterizado pela existência de um semestre chuvoso que corresponde à estação fria e um semestre seco na época quente.

As regiões com maiores valores de precipitação anual são as montanhosas, ou seja, a Serra do Caldeirão, com um máximo de 1.621 mm, em Barranco do Velho, a 475 m de altitude, e a serra de Monchique com um máximo de 2 081 mm, em Monchique, a 465 m de altitude.

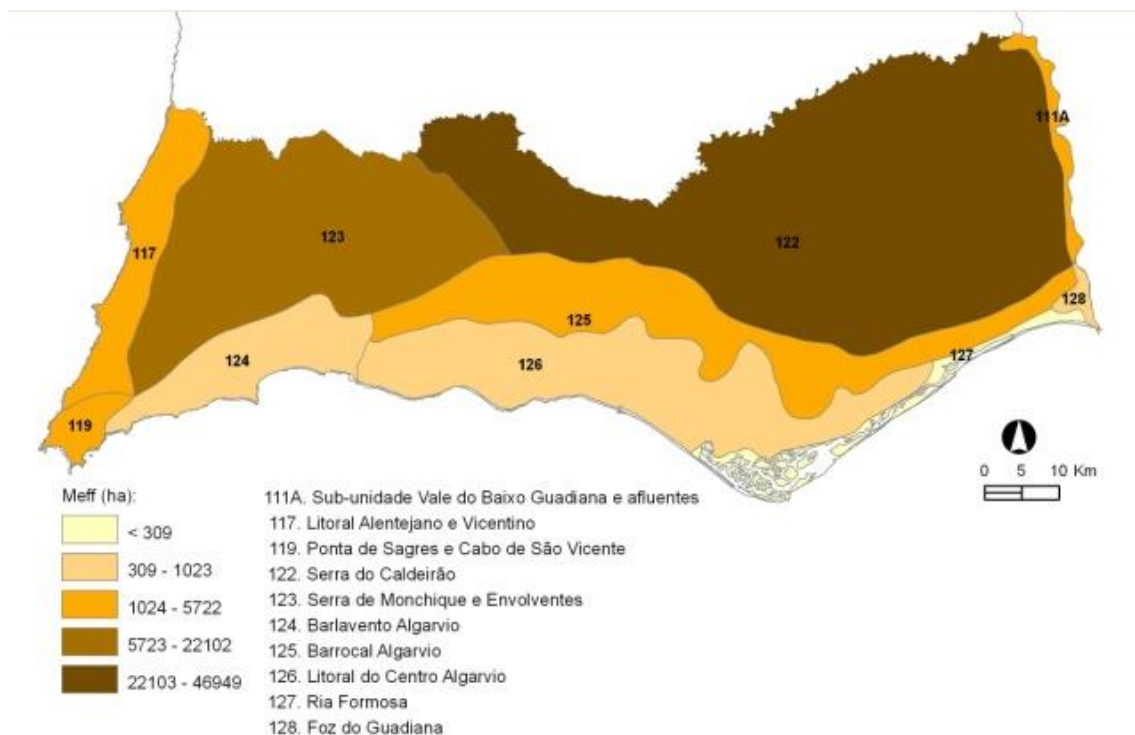


Figura 28 - sistema de indicadores de temperatura da região do Algarve

Fonte: PROT, 2007

A região com valores mais baixos da precipitação anual é o litoral, com o mínimo de 230 mm, em Vila Real de Santo António, a 7 m de altitude.

Em termos médios, a precipitação anual varia entre 1 277 mm e 406 mm, com o valor médio ponderado de 653 mm para todo o Algarve.

Em relação à variação mensal, cerca de 80% da precipitação ocorre no semestre húmido e 20% no semestre seco.

Em termos médios o mês mais chuvoso é o de dezembro, com cerca de 17% da precipitação anual, seguido dos meses de Novembro e de Janeiro, com cerca de 15% daquela precipitação.

Os meses menos chuvosos são os de julho e Agosto, com menos de 1% da precipitação anual média, seguindo-se Junho e Setembro com, respetivamente, 2 e 3% daquela precipitação.

Tendo em atenção os tipos climáticos, que conjugam com os índices de humidade e aridez, a região do Algarve considera-se, de acordo com PROT Algarve (2007), uma região localizada nas serras de Espinhaço de Cão, Monchique e Caldeirão, onde o clima se pode considerar sub-húmido húmido tipo C2, em que $0 \leq I_h < 20 \%$; uma faixa litoral em que o clima é considerado semiárido tipo D, em que $-40 \leq I_h < -20 \%$; e uma zona de

transição situada entre as duas anteriores com características de clima sub-húmido e seco tipo C1, em que $-20 \leq I_h \leq 0$ %.

4.4 Estudo para obtenção das dimensões do módulo estrutural base de uma unidade

O estudo para o dimensionamento do módulo base de uma unidade foi realizado sob uma perspectiva de concepção do espaço reduzido. A ideia seria conceber um módulo com área "mínima" para acondicionar qualquer compartimento (sala, inst. sanitária, cozinha ou quarto, não comprometendo a circulação, ou seja, mantendo-a, pelo menos, à largura regulamentar.

Idealizadas as dimensões do módulo de uma unidade (comprimento: 3,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m), reuniam-se as condições para o desenvolvimento do sistema para habitação temporária, no âmbito da modularidade.

É importante referir que este estudo, embora pautado por áreas mínimas numa fase inicial, não pretende somente produzir habitações de áreas reduzidas, mas sim usar a base do conhecimento adquirido para o desenvolvimento de novos projetos ou expansão dos apresentados.

Em suma, rumo de um pequeno espaço - possível de habitar - para um espaço maior e não de um espaço maior para um pequeno espaço.

Posteriormente, foram igualmente desenvolvidos módulos estruturais de duas (comprimento: 6,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m) e três (comprimento: 9,00m; largura: 3,00m; altura: 3,38m) unidades para potenciar a ampliação dos espaços. Este passo irá reduzir significativamente o número de juntas e por consequência os dissabores causados pelas mesmas na união dos módulos estruturais, quando acoplados entre si. Em projetos maiores fará a diferença, por outras palavras, é melhor ter um módulo de três unidades a ter três módulos de uma unidade.

Uma das grandes vantagens deste flexível sistema de habitação temporária reside na possibilidade de articular quaisquer módulos (uma, duas ou três unidades) entre si potenciando arquitetura diversificada num sistema modular. Existe também a possibilidade de escolher os painéis exteriores que melhor satisfaçam as necessidades do utilizador ou da função (habitação, lazer, estrutura temporária) atribuída ao espaço.

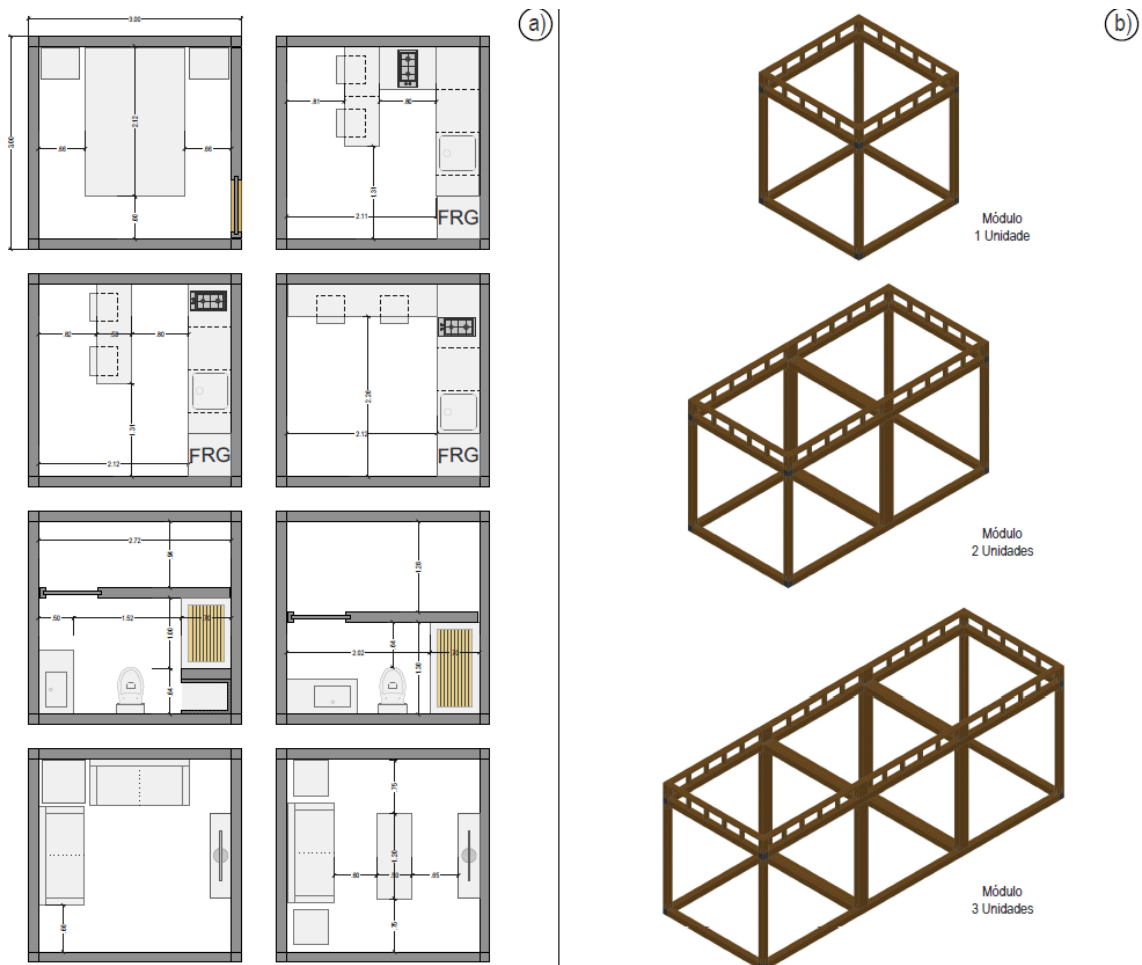


Figura 29 - estudo para obtenção das dimensões do módulo estrutural base de uma unidade

Fonte: elaboração própria

Foram estudadas inúmeras soluções para o painelamento exterior. Cada uma possui um "tipo" e, por sua vez, cada "tipo" possui uma ou mais variantes (para variantes ver peças desenhadas nº 04, 05 e 06).

Após reflexão dos prós e contras nas soluções apresentadas foram selecionados (com retângulo a negro) os Painéis Exteriores Tipo 3; Tipo 4; Tipo 5 e Tipo 9, que melhor serviriam o propósito dos projetos.

ESTUDO DE ALÇADO

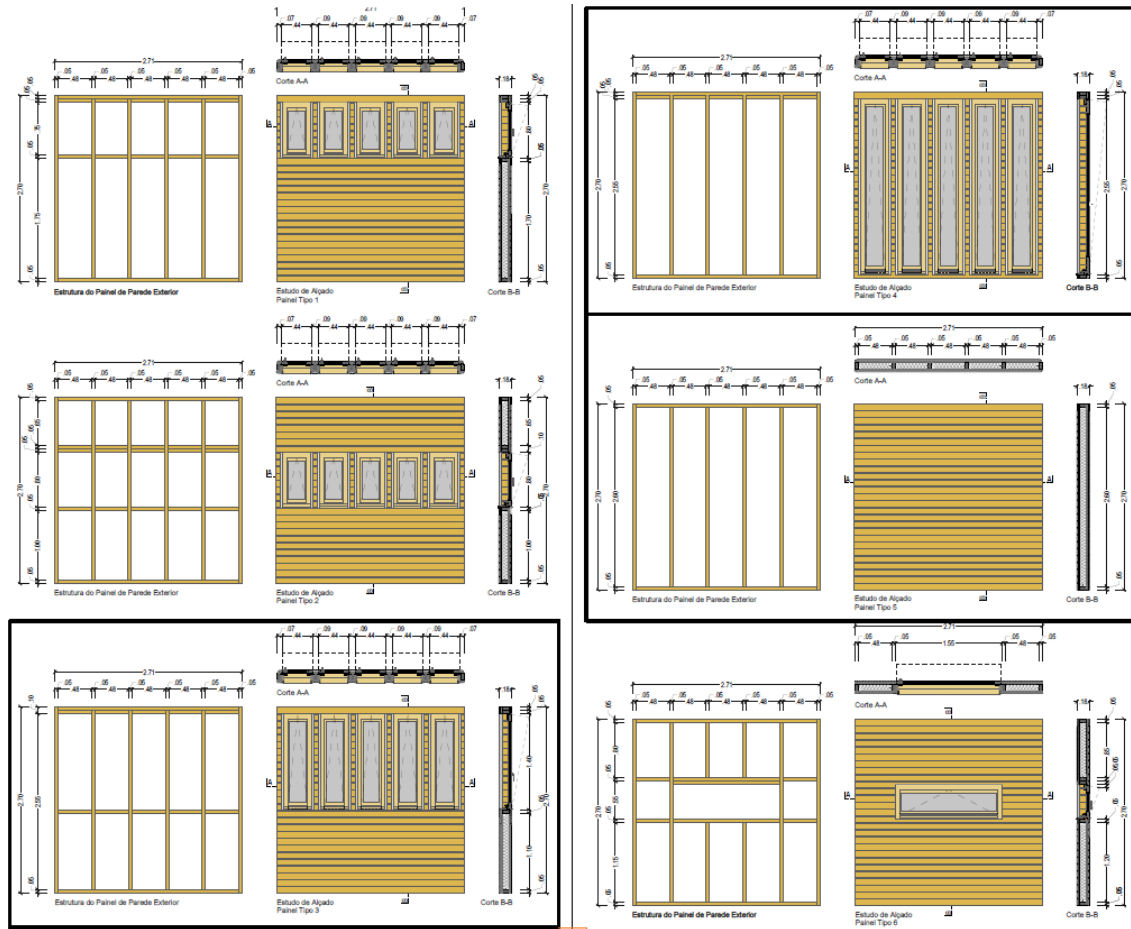


Figura 30 – estudo do alçado

Fonte: elaboração própria

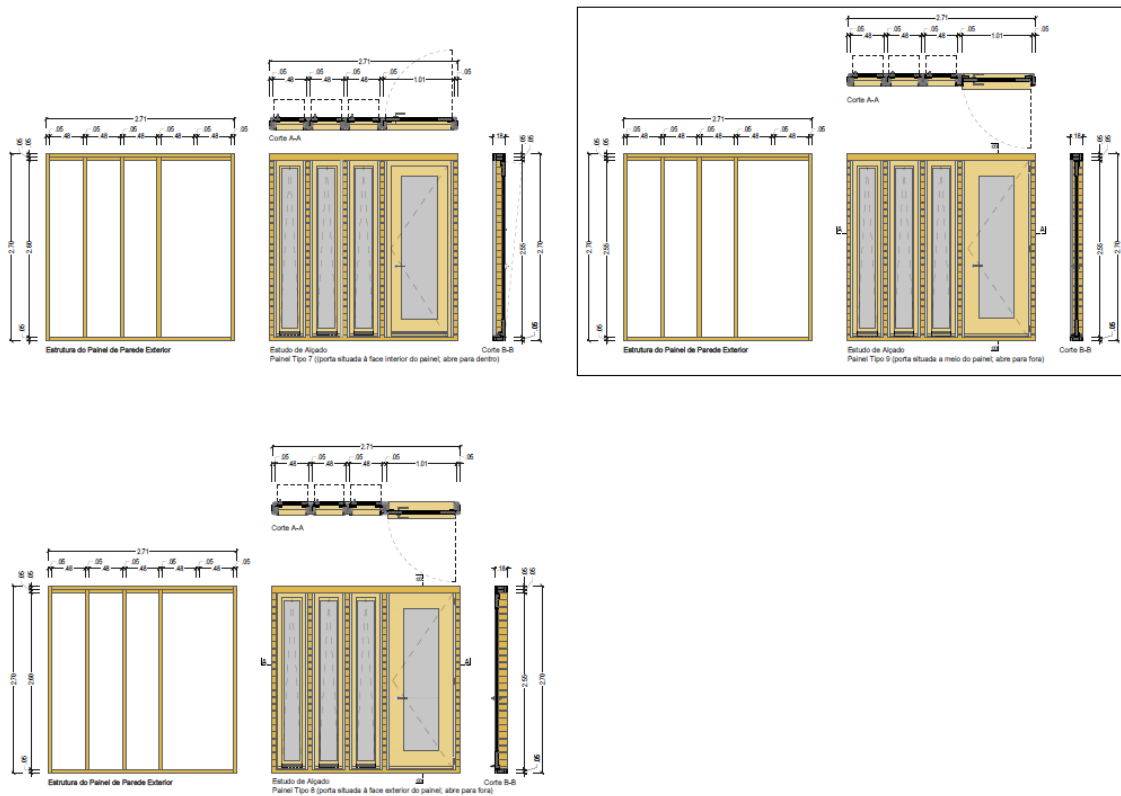


Figura 31 – estudo do alçado 2

Fonte: elaboração própria

Após seleção dos Painéis Exteriores "tipo", foi efetuado um estudo para elaborar variantes do mesmo "tipo" de painel e assim obter a diversidade necessária para o universo do projeto. As variantes seleccionadas (com retângulo a negro) do painel exterior tipo 3, inclusive, são: Tipo 3.3; Tipo 3.4. (figura 3 e 4)

PAINEL EXTERIOR TIPO 3

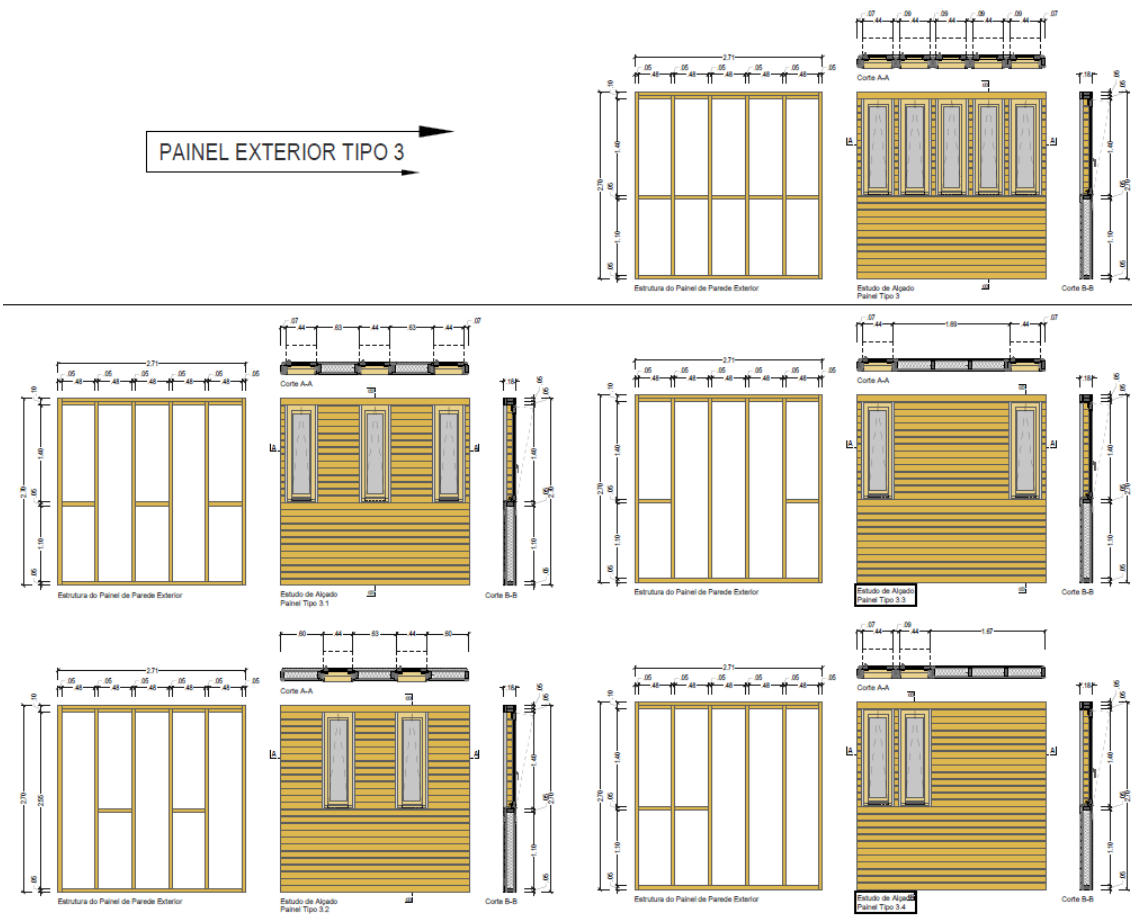


Figura 32 – painel exterior tipo 3

Fonte: elaboração própria

PAINEL EXTERIOR TIPO 4

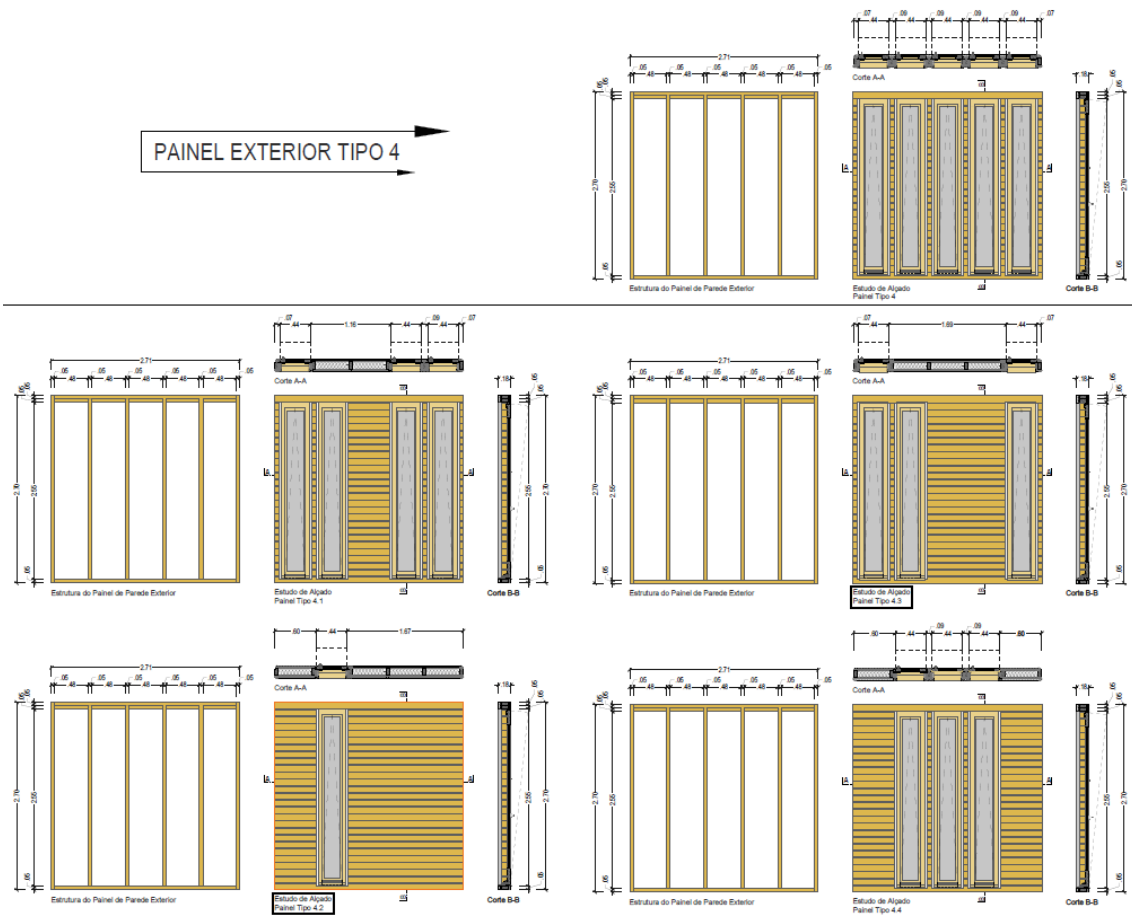
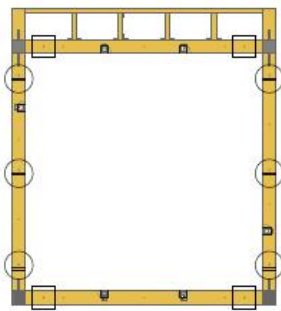


Figura 33 – painel exterior tipo 4

Fonte: elaboração própria

Três módulos de uma unidade acoplados, em perspectiva, mostram os orifícios, parafusos e respectivas porcas (os dois últimos onde são requeridos) que unem as duas estruturas escala 1:30.

ALÇADO DA ESTRUTURA BASE



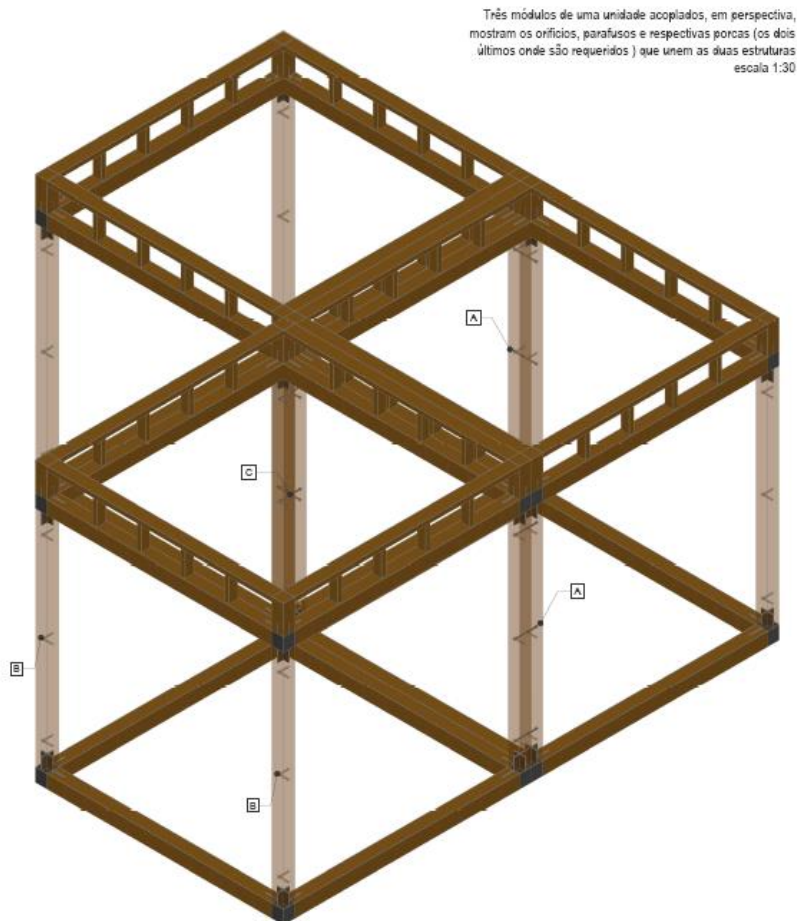
ALÇADO DA ESTRUTURA BASE (esc. 1:40)

Ilustra, dentro dos círculos, os orifícios para colocação de parafusos com porcas de ambos os lados, que visam garantir a união das estruturas (acoplamento).

Dentro dos quadrados existe a possibilidade de adição de quatro novos orifícios para colocação dos mesmos parafusos com porcas de ambos os lados, sendo que para isso admito colocação de uma pequena placa mdf, ocupando apenas o local da operação se necessário unir 2 estruturas.



Parafuso e Porcas para Unir Estruturas
escala 1:5



Três módulos de uma unidade acoplados, em perspectiva, mostram os orifícios, parafusos e respectivas porcas (os dois últimos onde são requeridos) que unem as duas estruturas escala 1:30

Figura 35- alçado da estrutura base

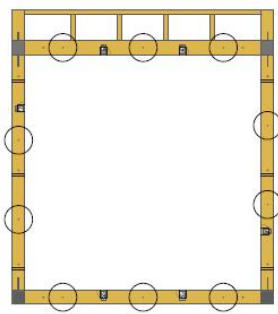
Fonte: elaboração própria

A - Parafuso e porcas de ambos os lados para união das estruturas.

B - Orifício para colocação do parafuso e porcas de ambos os lados para unir das estruturas.

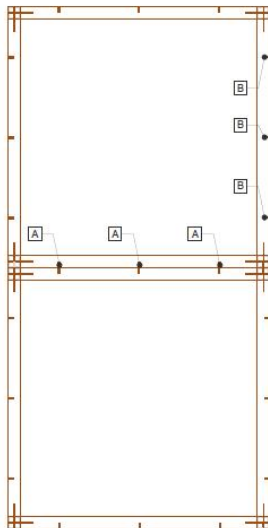
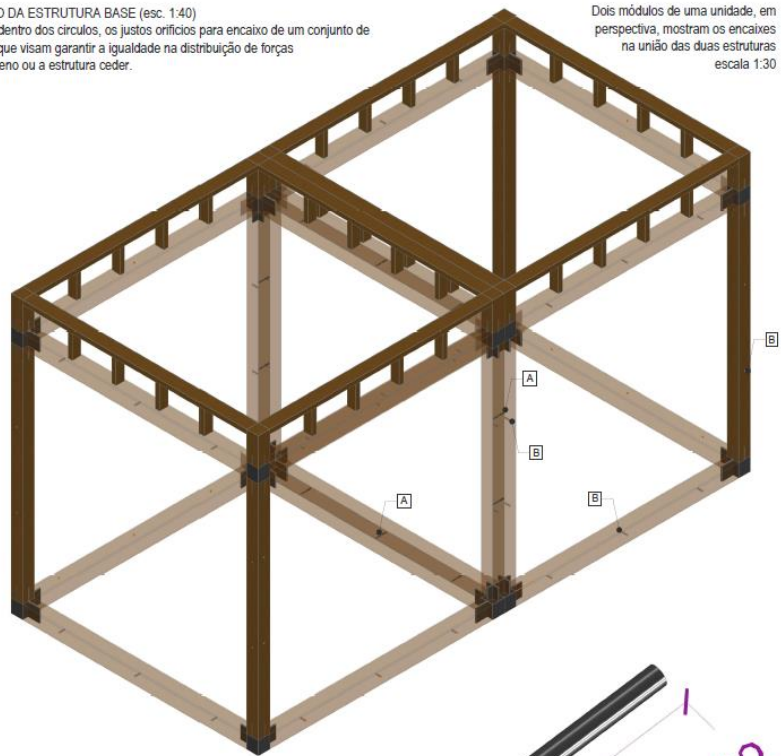
C - Dupla união - ocupação dos 2 orifícios, com 5cm de distância entre eles, para união de duas estruturas.

PORMENOR DE ENCAIXO DO PÉROLE NA ESTRUTURA



ALÇADO DA ESTRUTURA BASE (esc. 1:40)
(Ilustra, dentro dos círculos, os justos orifícios para encaixo de um conjunto de péroles que visam garantir a igualdade na distribuição de forças se o terreno ou a estrutura ceder.

Dois módulos de uma unidade, em perspectiva, mostram os encaixes na união das duas estruturas
escala 1:30



VISTA "RAIO X" DO ENCAIXO DOS PEROLES NAS DUAS ESTRUTURAS BASE (esc. 1:40)
(Ilustra, em "B", os justos orifícios (diâmetro: 2cm; comprimento: 6cm) para encaixo do conjunto de péroles; dentro em "A", os péroles encaixados nos orifícios supra mencionados.
(6cm dentro de uma estrutura; 6cm dentro de outra estrutura)



Figura 36 – pormenor de encaixo do perole na estrutura

Fonte: elaboração própria

CONECTORES METÁLICOS – PORMENORES PAINEL EXTERIOR

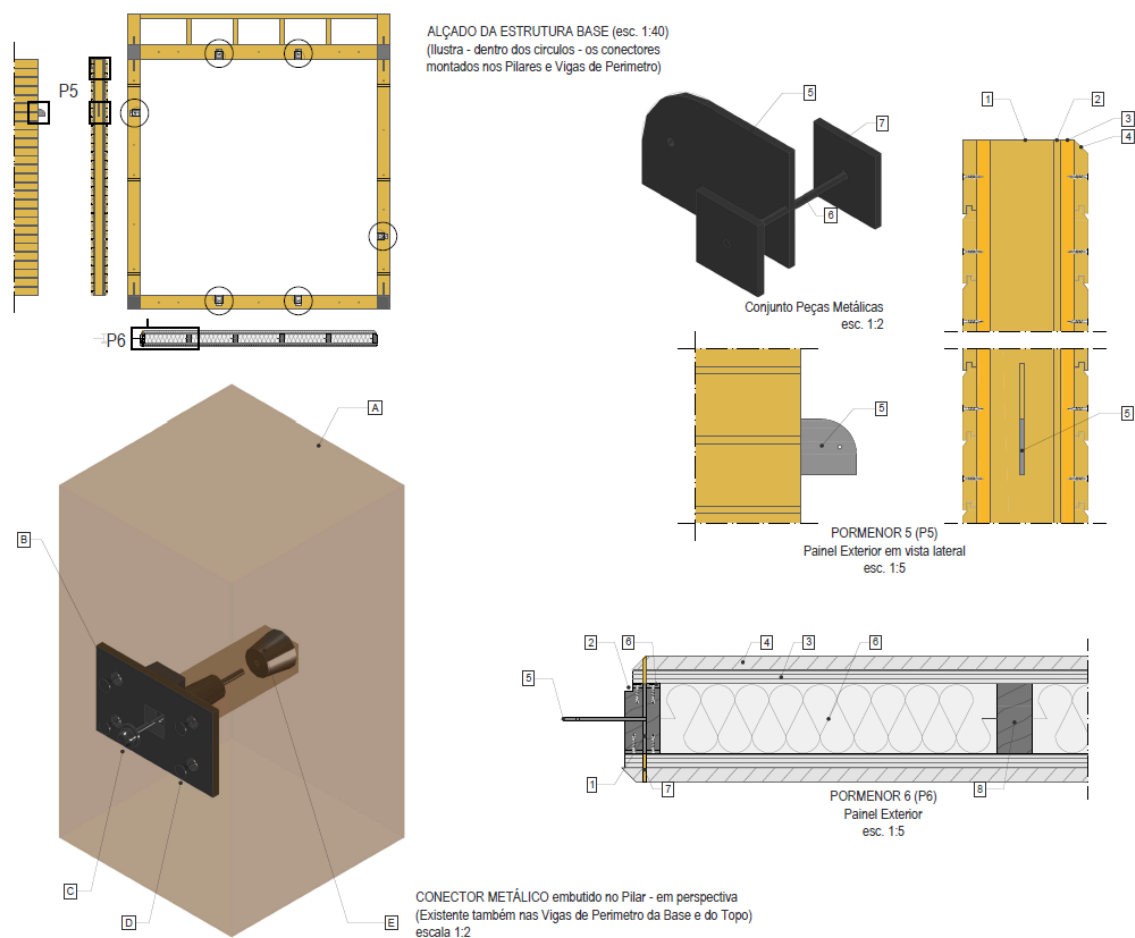


Figura 37 – conectores metálicos – pormenores painel exterior

Fonte: elaboração própria

Conector Metálico (ver "B") embutido e aparafusado (ver "D") ao Pilar (ver "A"), existente também nas Vigas de Perímetro da Base e do Topo, conforme Alçado Frontal da Estrutura Base (em baixo). O seu propósito é fixar Painéis de Parede Exteriores. O Painel de Parede Exterior detém braço metálico embutido na sua estrutura (ver desenho), quando este estiver devidamente colocado no vão da estrutura base, será desembutido para dentro do pilar . O parafuso (ver "C"), enroscado na peça "E", "esmagará" o "braço metálico" do painel contra o pilar, firmando-o à estrutura

PORMENOR 5 (P5) - Painel Exterior (vista lateral)

1 - Montante estrutural;

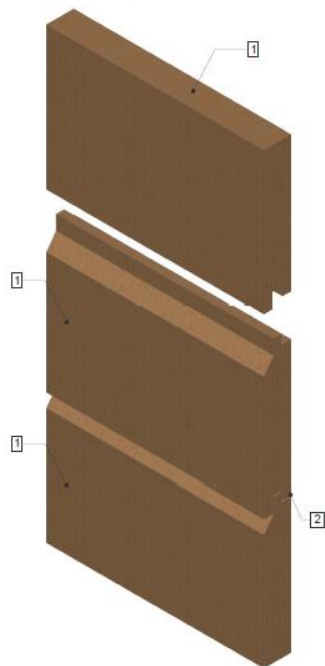
- 2 - Entalhe - facilita a montagem do painel exterior, através de encaixo, com o módulo estrutural;
- 3 - Placa mdf - aparafusada a ambas as faces do painel, confere resistência e facilita o aparafusamento do tabuado;
- 4 - Tabuado do painel exterior é aparafusado à placa mdf. A última peça da base e do topo de todos os painéis exteriores é chanfrada a 45° para o encaixe no tabuado de pavimento também com chanfro a 45°. Este processo deve-se ao tabuado (interior e exterior) estar 2cm para fora da linha do painel;
- 5 - Peça metálica retangular embutida no montante, para encaixar no pilar e fixar o painel;
- 6 - Peça cilíndrica soldada à peça retangular (5) - roda dentro dos orifícios das peças quadrangulares (7); o topo desta peça deverá ter um orifício sextavado ou ranhura de modo a poder ser introduzida uma ferramenta/chave que permita fazer a rotação da peça;

PORMENOR 6 (P6) - Painel Exterior (vista lateral)

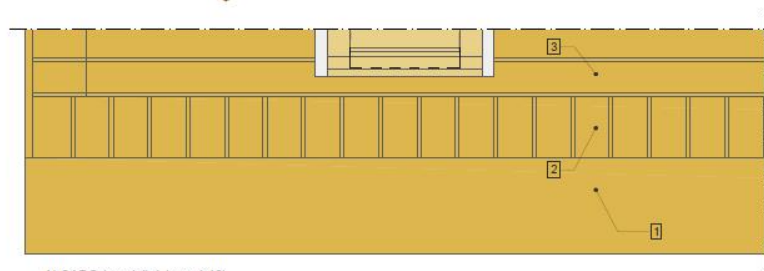
- 1 - Montante estrutural;
- 2 - Entalhe - facilita a montagem do painel exterior;
- 3 - Placa mdf;
- 4 - Revestimento Tabuado
- 5 - Peça metálica retangular
- 6 - Peça metálica quadrangular aparafusada ao montante;
- 7 - Orifício revestimento para entrada ferramenta;
- 8 - Isolamento. cortiça

PAINÉIS DE PAREDE INTERIORES

Esquema de Montagem e Conexão do Tabuado dos Painéis Exteriores e Revestimento dos Pilares



Esquema de Montagem e Conexão do Tabuado Horizontal (aplicado nos Painéis de Parede Exteriores e Revestimento do Pilar) com o Tabuado Vertical (aplicado no Revestimento das Vigas de Perímetro da Base e do Topo)



ALÇADO (parcial) 1 (esc: 1:10)
(Ilustra o Acabamento Final baseado no Esquema de montagem supra)

Figura 38 - esquema de montagem e conexão do tabuado dos painéis exteriores e revestimento dos pilares

Fonte: elaboração própria

ESQUEMA DE MONTAGEM E CONECCÃO DO TABUADO DOS PAINÉIS EXTERIORES E REVESTIMENTO DOS PILARES

- 1 - Tabuado de Revestimento;
- 2 - Junta com 1mm, permite a dilatação da madeira face às intempéries.

ESQUEMA DE MONTAGEM E CONECCÃO DO TABUADO HORIZONTAL COM O TABUADO VERTICAL

- 1 - Tabuado de Revestimento Horizontal;

2 - Tabuado de Revestimento Vertical.

NOTA: Junta com 1mm, entre os dois tipos de Tabuado, permite a dilatação da madeira face às intempéries.

Enquanto os Esquemas pretendem mostrar "como" aplicar/montar os Alçados pretendem mostrar "onde" aplicado.

- 1 - Viga de sustentação da estrutura (evita que esta esteja em contacto directo com o solo)
- 2 - Tabuado Vertical (aplicado no Revestimento das Vigas de Perímetro da Base e do Topo);
- 3 - Tabuado Horizontal (aplicado nos Painéis de Parede Exteriores e Revestimento do Pilar).

PAINEIS DE PAREDE INTERIORES

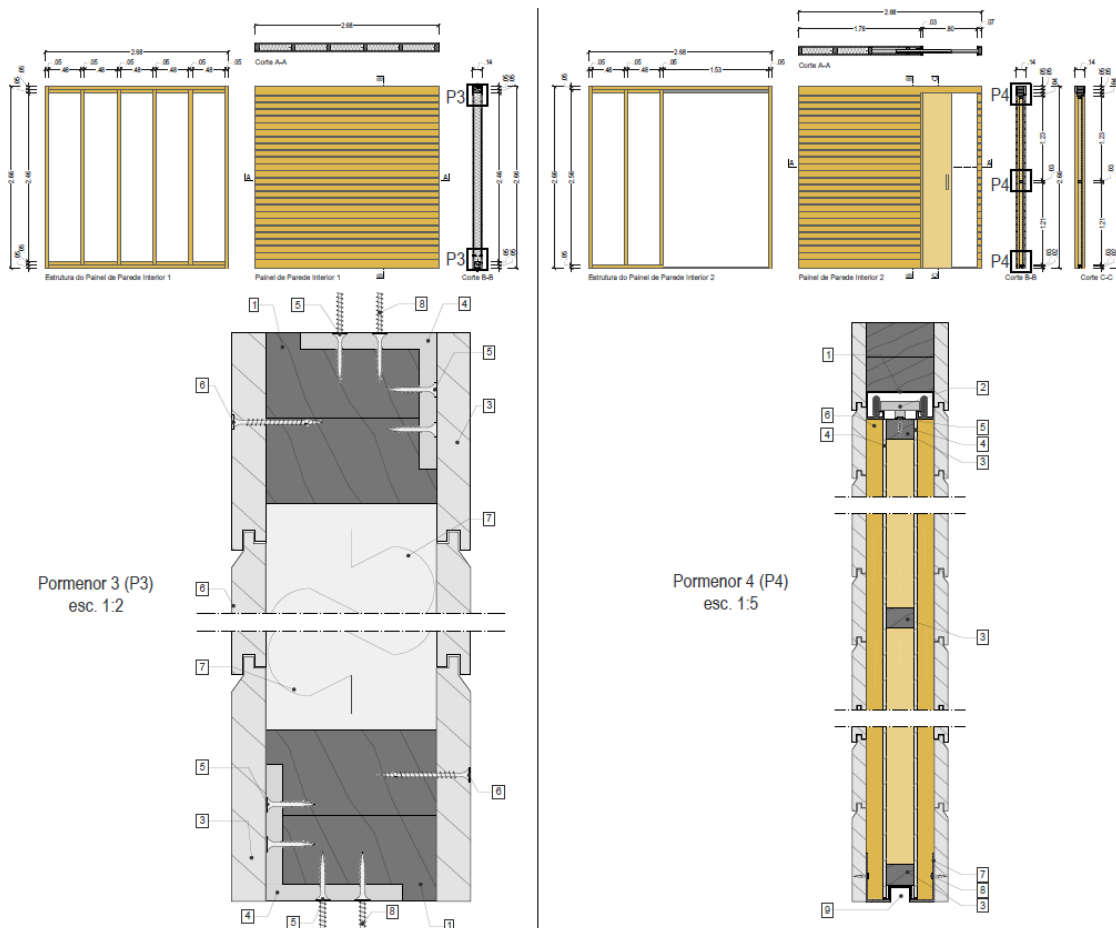


Figura 39 - Painéis de Parede Interiores

Fonte: elaboração própria

PORMENOR 3 - Fixação do Painel Interior ao Pavimento e Cobertura.

- 1 - Viga estrutural do painel (com entalhe para recepção do perfil metálico);
- 2 - Perfil metálico aparafusado ao pavimento (tabuado e viga) e cobertura (tabuado e viga), que por sua vez receberá o painel também aparafusado ao perfil. O perfil estende-se em todo o comprimento do painel. A última tábuca (número 3) é encaixada;
- 3 - Tabuado de revestimento em madeira (Esta última tábuca é encaixada após a montagem e aparafusamento do painel);
- 4 - Perfil metálico em "L". Fixa o painel ao pavimento (tabuado e viga) e coberta (tabuado e viga);
- 5 - Aparafusamento do perfil metálico ao painel;
- 6 - Aparafusamento do tabuado às vigas e montantes estruturais do painel;
- 7 - Isolamento (lã-de-rocha)
- 8 - Aparafusamento do perfil metálico ao pavimento e cobertura;

NOTA DE MONTAGEM:

- 1) montar perfil metálico do pavimento;
- 2) erguer painel sobre o perfil montado;
- 3) montar perfil metálico da cobertura;
- 4) encaixar a último tabuado.

PORMENOR 4 - Porta de Correr

- 1 - Caixilho metálico em formato de "U" invertido para deslizamento do sistema roldana;
- 2 - Sistema roldana;
- 3 - Ripa;
- 4 - Chapa lisa de madeira (folha) colada à ripa;
- 5 - Parafuso de solidarização do sistema roldana com a porta;
- 6 - Montante do painel (complemento do número 7)
- 7 - Peça metálica em formato "W" confere resistência estrutural à base (complemento do número 6);
- 8 - Parafuso para fixar peça metálica descrita no número 7;
- 9 - Abertura destinada às guias aparafusadas no chão, responsáveis pela estabilidade e verticalidade da porta de correr, evitando que esta balance e com isso acelere a respectiva deterioração do caixilho metálico e do sistema roldana.

PLANTAS ESQUEMÁTICAS

As plantas esquemáticas apresentadas são um exemplo da amostra passível de ser projetada.

Os esquemas mostram somente o painel exterior porta de entrada porque é aquele efetivamente relevante para definir a organização espacial, enquanto que os restantes podem ser "aleatoriamente" colocados na estrutura sem interferir diretamente com a mesma organização espacial. Se a porta de entrada mudar de lugar a planta será diferente, logo esta deve estar assinalada.

Foi selecionada (dentro do retângulo a negro) a planta esquemática para desenvolver o projeto. Esta planta deterá os mesmos detalhes de um projecto de escala maior.

M1U - Módulo de Uma Unidade

M2U - Módulo de Duas Unidades

M3U - Módulo de Três Unidades

Pavimento



Figura 40 – Plantas esquemáticas

Fonte: elaboração própria

PLANTA DE ALÇADOS

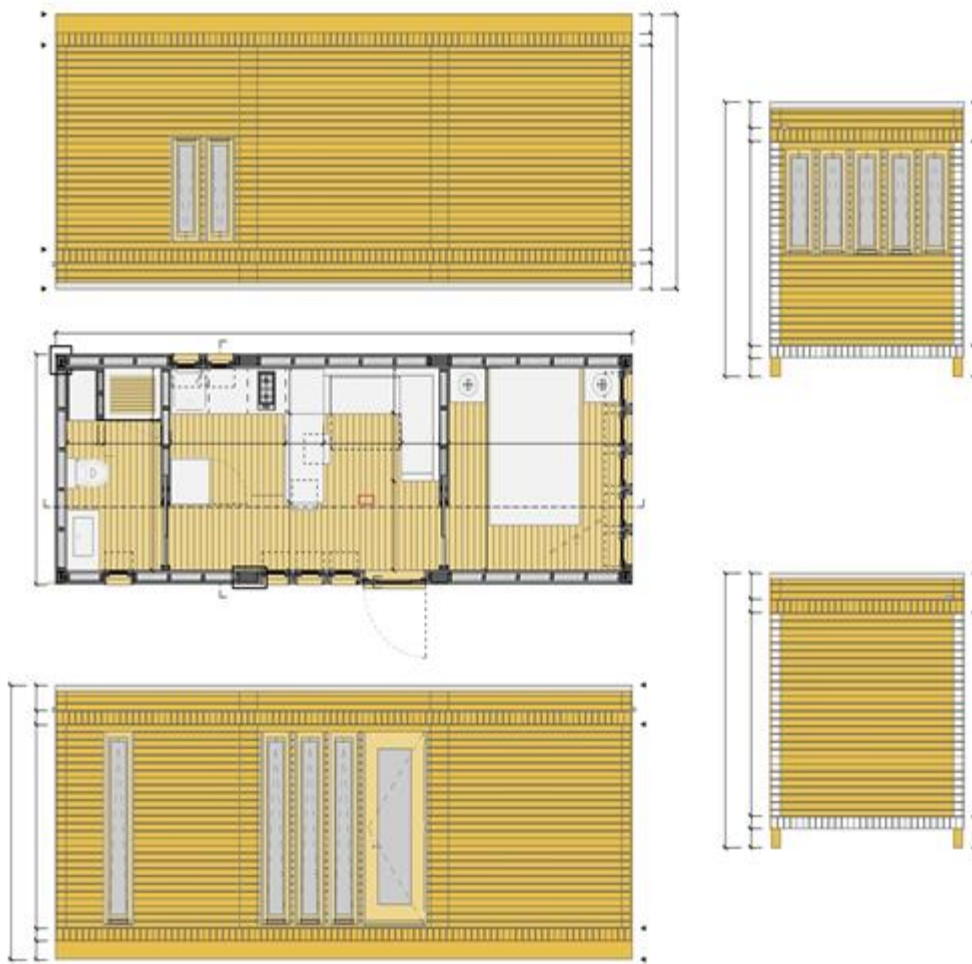


Figura 41 – Alçados

Fonte: elaboração própria

Alçado 1 (A1) é composto - da esquerda para a direita - por Painéis Exteriores tipo: 4.2 ; 9 ; 5.

Alçado 2 (A2) é composto - da direita para a esquerda - por Painéis Exteriores tipo: 5 ; 5 ; 3.4.

Alçado 3 (A3) é composto por Painel Exterior tipo: 3.

Alçado 4 (A4) é composto por Painel Exterior tipo: 5. 02%,/,É5,2

a) Sofá com gavetão infra para acondicionamento do vestuário.

b) Móvel de casa de banho com prateleiras para acondicionamento de roupas.

Área do Perímetro: 27,48 m²

Área Bruta: 23,71 m²

Área Coberta: 22,73 m

PLANTA DE COBERTURA

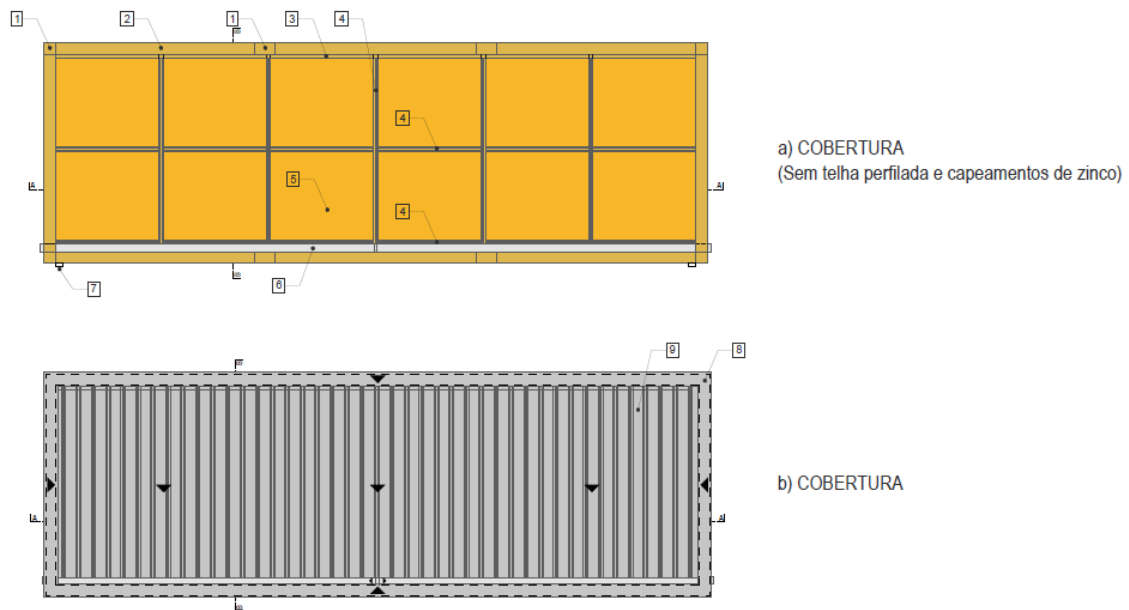


Figura 42 – cobertura

Fonte: elaboração própria

a)

- 1 - Pilares de cobertura (platibanda);
 - 2 - Viga de cobertura (platibanda);
 - 3 - Bit de madeira para recepção da telha perfilada de madeira;
 - 4 - Três Tábuas (2 cm cada) coladas, com corte de 5% inclinação, servem para apoio (no inicio, meio e no fim do percurso) da telha perfilada de zinco;
 - 5 - Placas mdf para fecho da cobertura;
 - 6 - Caleira;
 - 7 - No caso de haver união de dois módulos estruturais no lado do escoamento das águas pluviais, a caleira deverá fazer o escamento das mesmas por este lado.
- NOTA: foi equacionada a possibilidade de colocar o tubo de queda dentro dos pilares da estrutura, mas face ao apresentado na peça desenhada número sete, torna este processo inviável.
- 8 - Capeamento da platibanda; outros capeamentos existentes no perímetro interno da platibanda protegendo as laterais interiores da mesmo contra intempéries;
 - 9 - Telha perfilada de zinco.

ESQUEMA ESTRUTURAL DE MONTAGEM DA COBERTURA

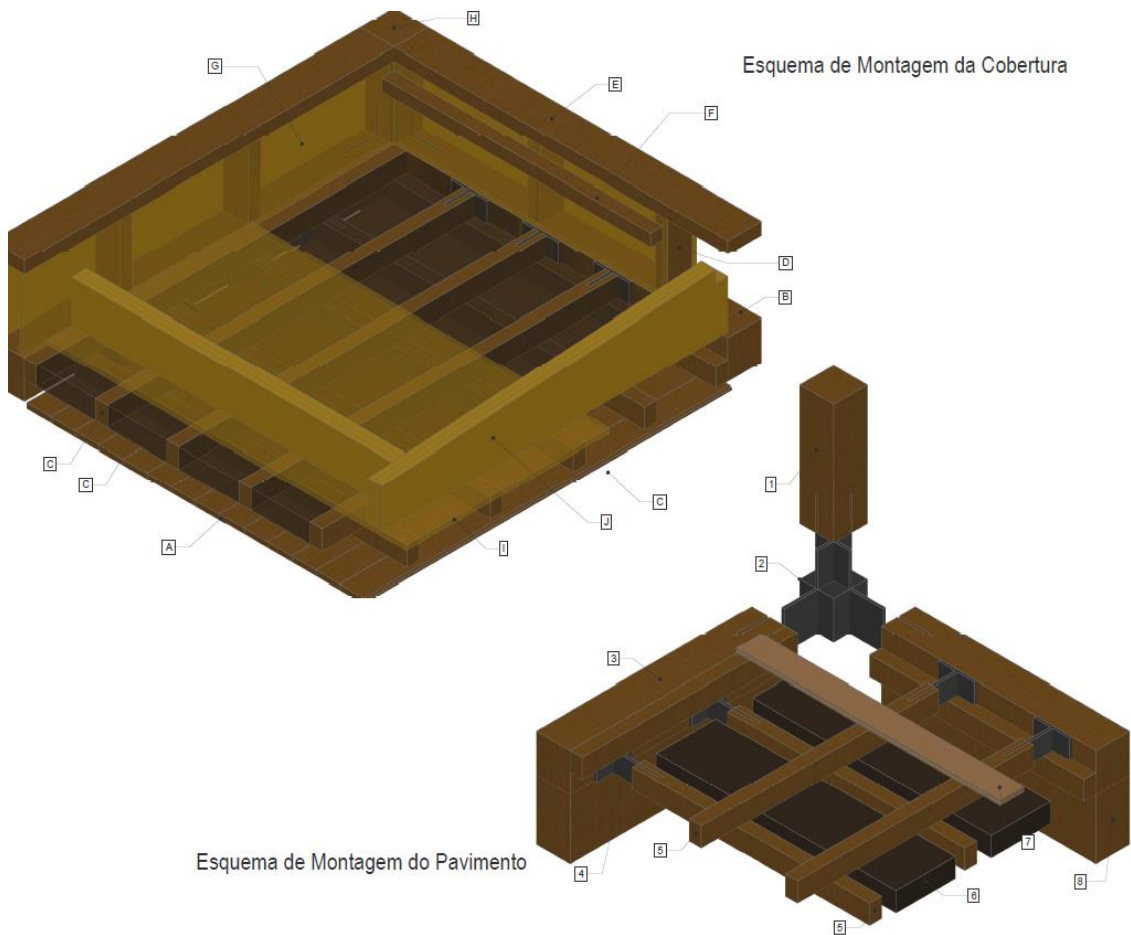


Figura 43 – Esquema estrutural de montagem da cobertura e do pavimento

Fonte: elaboração própria

- A - Revestimento da cobertura em Tabuado de Madeira;
- B - Viga de Perímetro (Estrutural);
- C - Viga de Pavimento / Cobertura;
- D - Montantes constituintes da Platibanda; E - Viga da Platibanda - recebe chapa de capeamento;
- F - Bite de Madeira - suporta telha em chapa perfilada;
- G - Placas MDF para Fecho da Platibanda - recebem chapas de capeamento;
- H - Pilar da Platibanda - recebe chapa de capeamento;
- I - Placas MDF para Fecho da Cobertura - recebem placas.

ESQUEMA ESTRUTURAL DE MONTAGEM DO PAVIMENTO

- 1 - Pilar;
- 2 - Ligador Metálico - suporta o pilar, estabelecendo igualmente a união das vigas de perímetro;
- 3 - Viga de Perímetro (Estrutural);
- 4 - Ligador Metálico - Conecta as vigas de pavimento/cobertura;
- 5 - Viga de Pavimento / Cobertura;
- 6 - Isolamento Térmico (Cortiça)
- 7 - Tabuado Pavimento de Madeira;
- 8 - Viga de suporte da estrutura – evita que a mesma permaneça em contacto directo com o solo

RESERVATÓRIO DE ÁGUA E FOSSA SÉPTICA

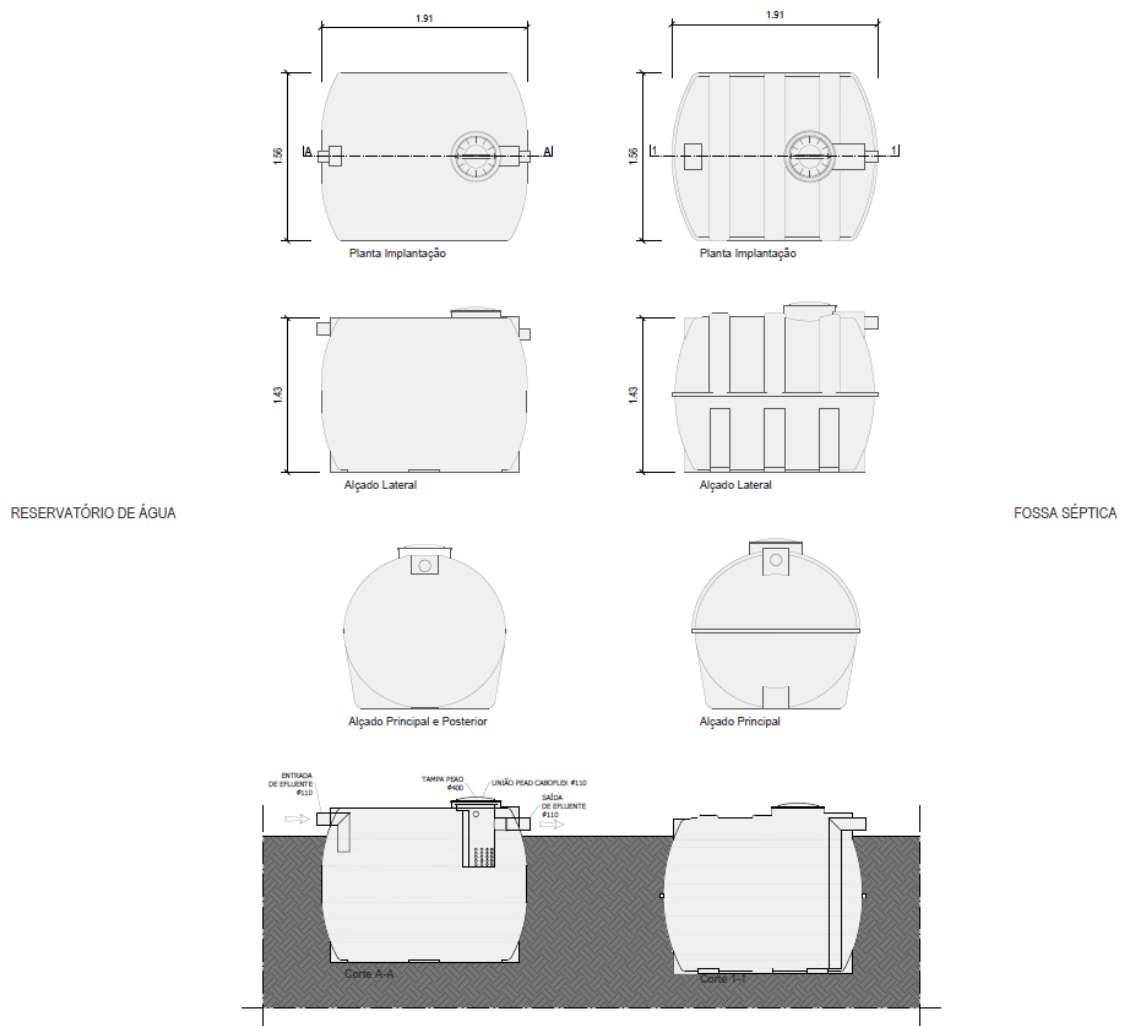


Figura 44 - à esquerda, reservatório de água; à direita, fossa séptica

Fonte: elaboração própria

CAPACIDADE PARA 3000L

Consumo de água diário por pessoa = 200L/dia

200L/dia x 2 pessoas = 400L/dia

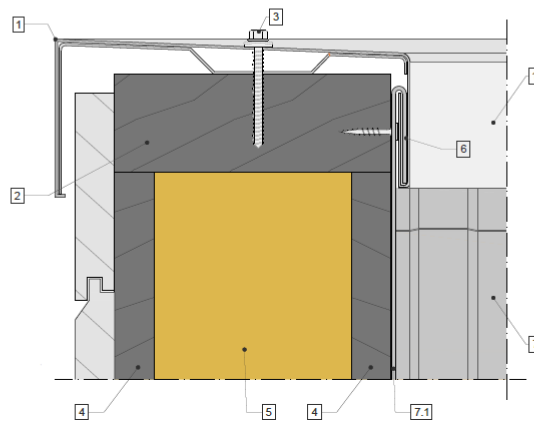
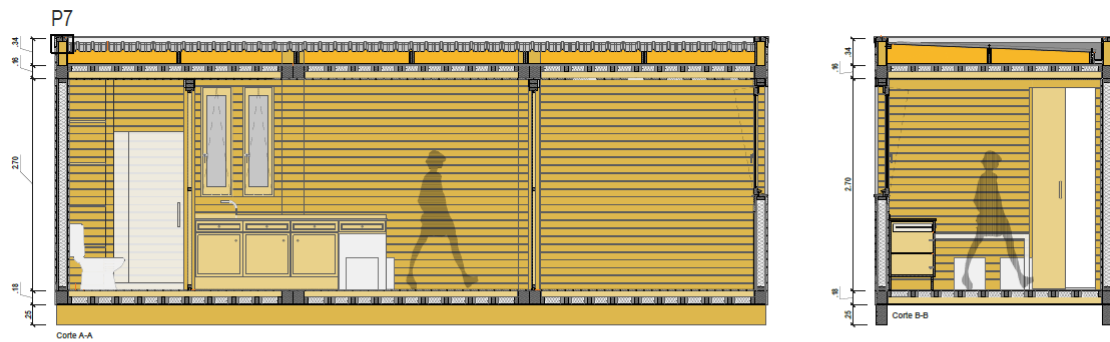
400L/dia x 7 dias da semana = 2800L/semana

Remanescente = 200L para extras.

Como exemplo, lavagem de material aquático (pranchas, fatos, barras, kites, arneses, etc)

NOTA: Reabastecimento de água potável e vazamento da fossa séptica a cada semana

PORMENOR 7 – Capeamento da platibanda



PORMENOR 7 (P7)
Capeamento da Platibanda
esc. 1:2

Figura 45 - Capeamento da Platibanda

Fonte: elaboração própria

- 1 - Capeamento da platibanda, em zinco, côr cinza;
- 2 - Viga constituinte da platibanda;
- 3 - Parafuso de união do capeamento com a viga da platibanda;
- 4 - Placa mdf usada no fecho da platibanda;
- 5 - Montante de suporte da viga da platibanda;
- 6 - Encaixo do capeamento com a telha perfilada (esmagada);
- 7 - Telha perfilada de zinco, côr cinza;
- 7.1 - Telha perfilada de zinco, dobrada e esmagada, sobe junto à placa mdf em direcção ao capeamento da platibanda onde o encaixo de ambos (telha e capeamento) é rematado em "U".

PORMENOR 1 (P1) - PILAR E PAINEL EXTERIOR (em planta)

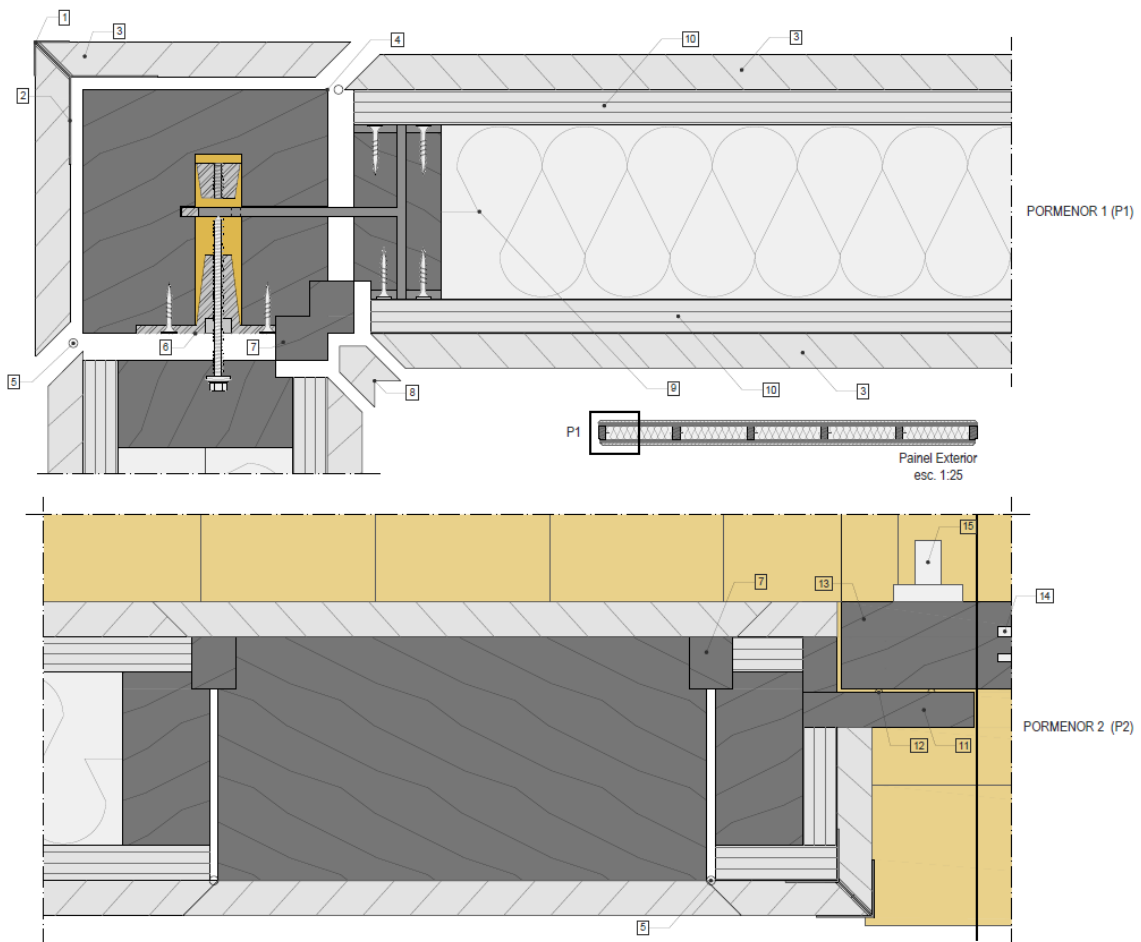


Figura 46 – Pormenor 1 (P1) – Pilar exterior (em planta)

Fonte: elaboração própria

- 1 - Peça metálica - permite a expansão da madeira de acordo com as oscilações do clima e protege a junta de dilatação da entrada de quaisquer elementos exteriores; Esta peça é conjunta com a número dois;
- 2 - Peça metálica solidifica a união dos tabuados colados e aparafusados a esta, conferindo maior rigidez nos cantos, evitando assim que se partam; Esta peça é conjunta com a número um;
- 3 - Tabuado do painel exterior aparafusado à placa mdf;
- 4 - Pilar estrutural;
- 5 - Cordão de Neopreme – isolante
- 6 - Conector metálico
- 7 - Peça em madeira agiliza o ajuste e montagem dos paineis exteriores; Os paineis exteriores são colocados sempre de fora para dentro (entram pelo exterior);

- 8 - Peça em madeira para "fecho" do canto; O tabuado interior não se estender pelo comprimento do exterior dada a existência da peça descrita no número sete;
- 9 - Isolamento – cortiça
- 10 - Placa mdf, confere resistência ao painel exteriores e permite o aparafusamento/colagem do tabuado;
- 11 - Batente da janela;
- 12 - Vedante da janela;
- 13 - Estrutura da janela;
- 14 - Vidro (duplos);
- 15 - Puxador/manipulo da janela.

INSTALAÇÃO DAS TUBAGENS DA COZINHA E CASA DE BANHO

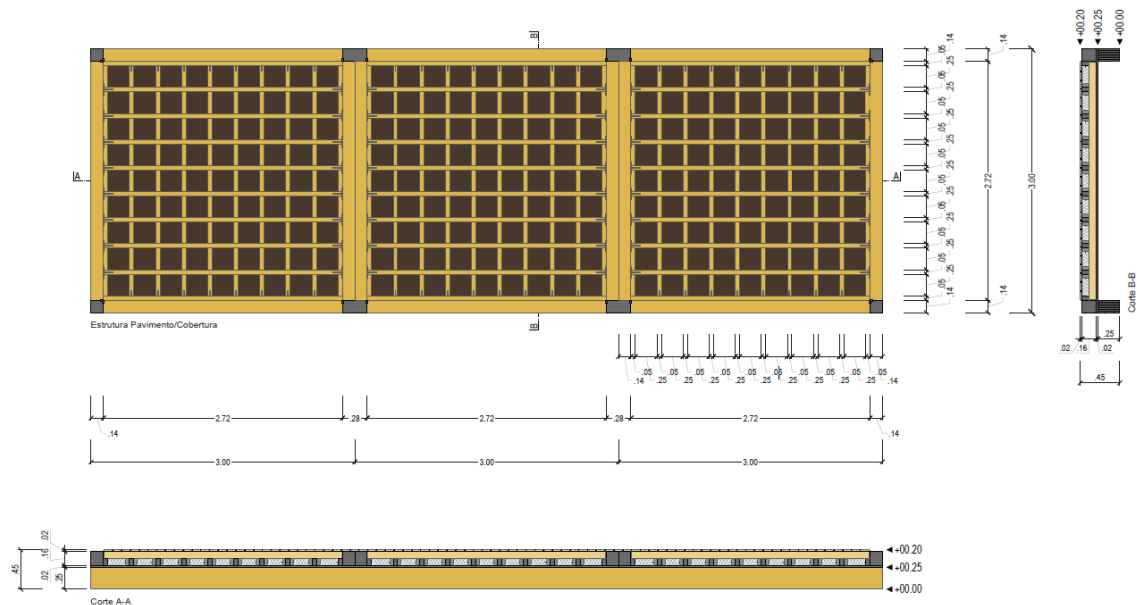


Figura 47 – Instalação das tubagens da cozinha e casa de banho

Fonte: elaboração própria

Para instalação das tubagens para cozinha e casa de banho. As Furações do pavimento são realizadas por máquina especializada e obedecem à regra seguinte: os furos serão efetuados no espaço compreendido de 250mm em 250mm, com intervalos de 50mm, na direção do corte A-A.

MÓDULO ESTRUTURAL – ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO

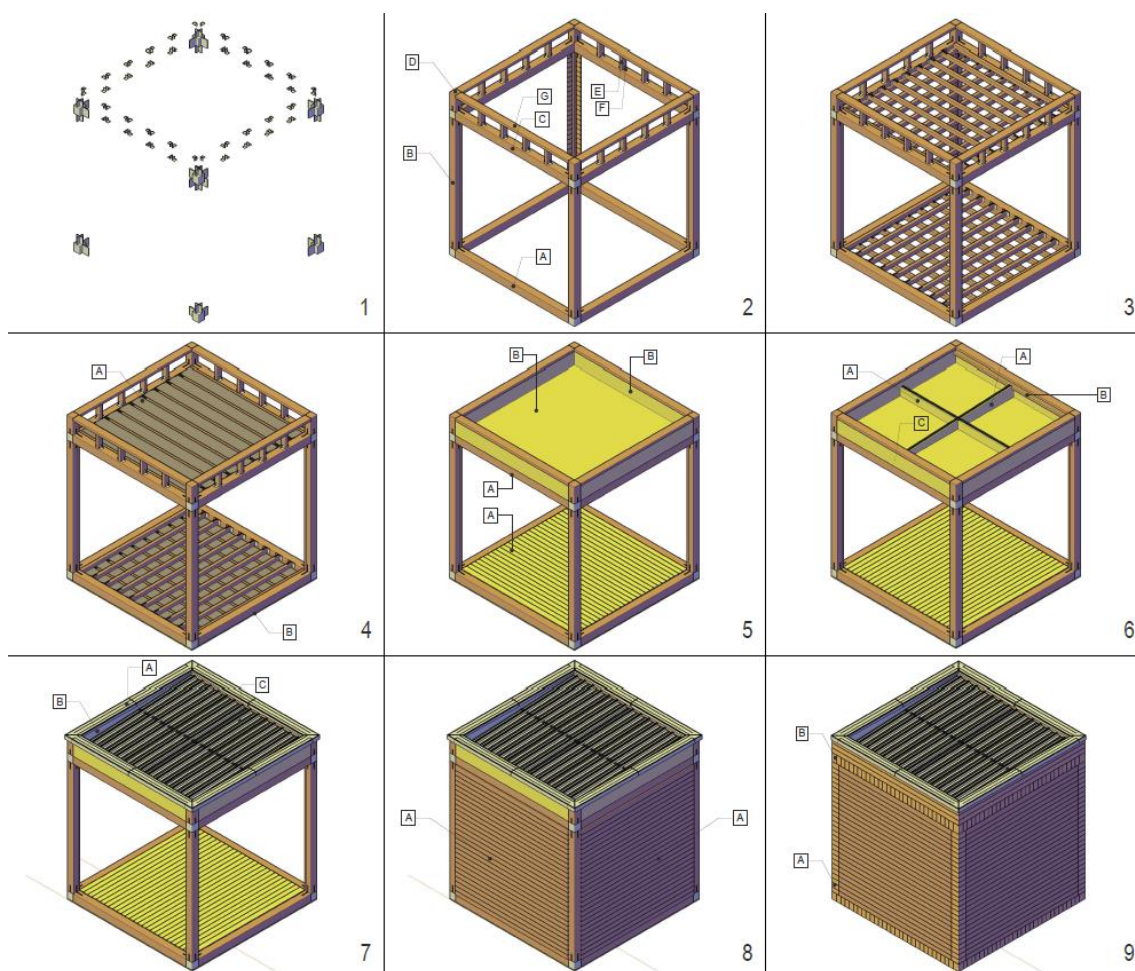


Figura 48 – módulo estrutural - etapas do processo construtivo

Fonte: elaboração própria

- 1 - Distribuição Geral dos Unificadores da Estrutura Base - Conectores de Aço;
- 2 - A) Estrutura Base de Madeira - composta por Vigas de Perímetro da Base; B) Pilares; C) Vigas de Perímetro do Topo ; D) E) F) G) Platibanda - constituída por pilares ("D") e respectivos conectores; montantes ("E"); conectores em "L" responsáveis pela união dos elementos (montantes e vigas); vigas ("G");
- 3 - Reticulado de Vigas de Madeira para Pavimento e Cobertura;
- 4 - A) Isolamento Termo-Acústico - Cortiça; B) "Fecho" com Placa MDF a Base da Estrutura;

5 - A) Revestimento do Pavimento e Cobertura Interiores em Ripado de Madeira; B) Fecho da Cobertura com Placas MDF;

6 - A) Três Tábuas (2 cm cada) coladas, com corte 5% Inclinação -Apoio da Telha Perfilada de Zinco;

B) Bit de Madeira para receção da Telha Perfilada de Zinco; C) Caleira de Zinco;

7 - A) Capeamento da platibanda; B) Capeamento do perímetro interior da platibanda efectuado pela dobragem da telha e do próprio capeamento, originando o remate em "U".

C) Telha perfilada de zinco;

8 - A) Painéis de parede exteriores; (esta etapa pode ser posterior à 9);

9 - A) e B) Revestimento horizontal e vertical da estrutura, em tabuado;(esta etapa pode anteceder a 8).

NOTA: A estrutura modular assenta sobre uma viga de suporte para evitar o contacto directo com o solo.

PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

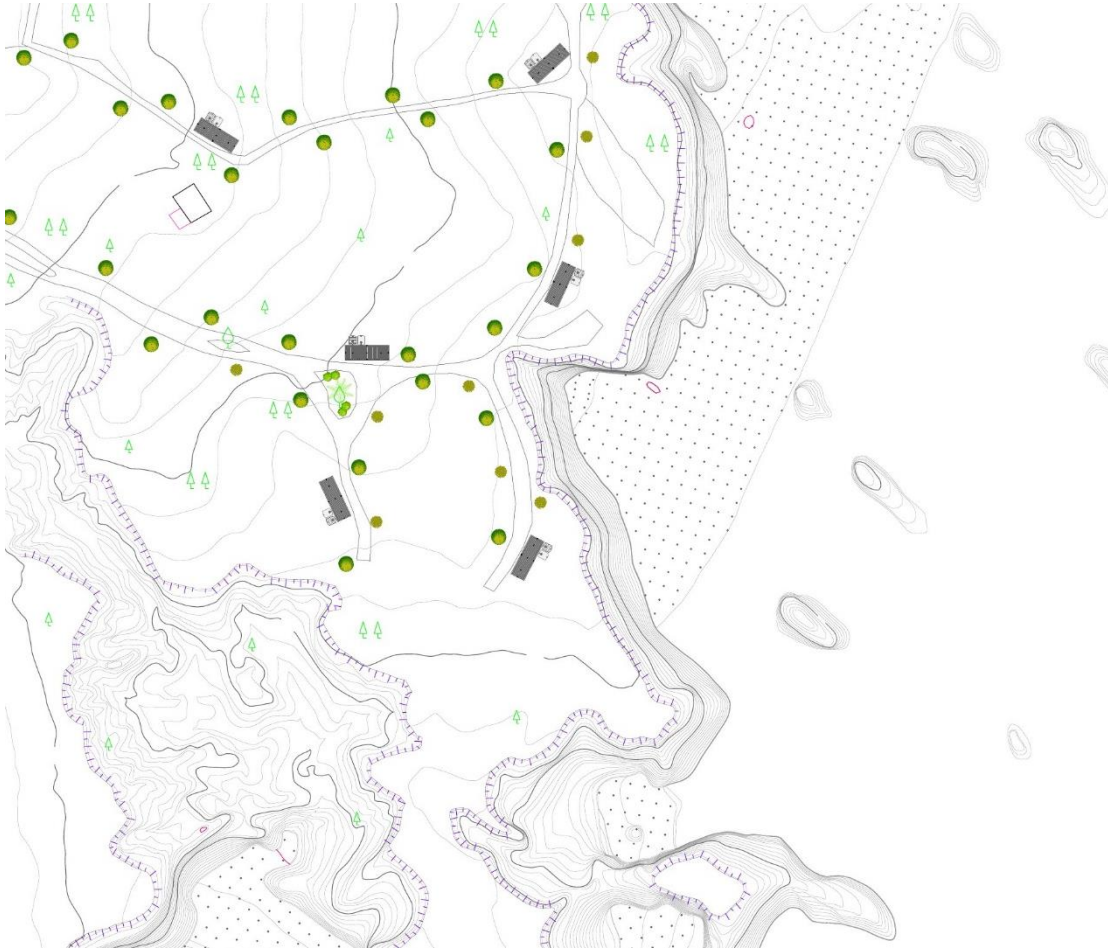


Figura 49 – Implementação no local

Fonte: elaboração própria

Conclusões finais

A presente dissertação de projeto teve como objeto de análise a madeira, no âmbito da construção da “Habitação Modular em Madeira”, bem como as patologias diretas do material.

As diversas explicações sobre a atual popularidade da construção modular englobam um elevado número de benefícios que disponibilizam, em comparação com os métodos tradicionais de construção. Uma das questões que alguns autores levantaram e que continua a persistir na construção é a falta de crescimento em relação à produtividade e a construção modular é, neste aspeto, uma inovação com grande potencia para melhorar os níveis de produtividade em diversos setores da construção.

Esta melhora da produtividade deve-se a uma redução na linha de produção com uma redução média de seis meses em projetos de grande escala em comparação com a construção no local. Outra das questões importantes prende-se com a sustentabilidade e o impacto ambiental de estruturas e a construção modular representa uma inovação com o potencial de lidar ativamente com estas questões principais.

Além disso, o potencial para tempos de construção mais curtos equivale a uma redução no uso geral de energia em todo o ciclo de construção, com a construção modular cada vez mais citada como uma inovação chave adequada para iniciativas de construção ecológica.

De igual modo, a construção modular pode conduzir a melhoras na segurança dos trabalhadores, pois a natureza da construção dentro da fábrica é mais controlada e reduz o tempo gasto na realização de práticas de construção de alto risco. Neste contexto, o uso de módulos pré-fabricados também pode resultar em um ambiente mais controlado, eficiente e conseqüentemente mais seguro para os trabalhadores.

As vantagens dos elementos modulares são encontradas no processo de instalação mais simples e no fato de que da instalação poder ser feita com parafusos menores distribuídos com mais frequência, o que é melhor tolerado a um nível mais fraco.

Num projeto de renovação, pode ser difícil localizar as estruturas de carga por trás da parede exterior, como desenhos detalhados são muitas vezes ausentes e as paredes não foram necessariamente construídas exatamente de acordo com os desenhos existentes. Os elementos modulares maiores e menores são fáceis de instalar numa estrutura planar, mas os elementos menores, é claro, toleram pequenas desigualdades nas estruturas

As peças estruturais dos novos elementos são feitas de madeira, com várias opções para materiais de superfície. Os elementos podem ser feitos como elementos pequenos ou para a altura total da parede, dependendo dos requisitos. A construção do painel de madeira possibilita a montagem em estruturas de madeira, betão e tijolos.

Bibliografia

Angeli, A., Tomasi, R., Piazza, M., Riggio, M. (2010). Refurbishment of traditional Timber Floor by means of wood - wood composite structures assembled with inclined screw connectors. Proceeding of. World Conference Timber engineering, Trentino, Italy, jun.

Allan Mackie, B. The owner-built log house. Firefly Books, 2001. Girardet, H. The Metabolism of Cities. In The Sustainable Urban Development Reader; Wheeler, S., Beatley, T., Eds.; Routledge: London, UK, 2004.

Kam-Biron, M. 2012. Wood Meets Mid-Rise Construction Challenges. CENEWS.COM.

(<http://cenews.com/article/8963/wood-meets-mid-rise-construction-challenges>)

Cruz, H; Morgado, L.; Pedro, J. B.; & Pontífice, P. (2012). Projeto e construção de casas de madeira em Portugal. Jornadas LNEC. Lisboa: Portugal. Retrieved August,16, 2012, from http://jornadas2012.lnec.pt/site_2_Cidades_e_Developmento/COMUNICACOES/T3_MORGADO_c044.pdf

Kaufmann, M., & Remick, C. (2009). Prefab Gree. Utah: Gibbs Smith Staib, G.; Dorrhofer, A.; & Rosenthal, M. (2008). Components and systems: Modular Construction, Design, Structure, New Technologies. Basel: Birkhauser Verlag

Mayo, J. 2015. Solid Wood: Case Studies in Mass Timber, Architecture, Technology and Design. New York: Taylor and Francis Group, Routledge Press. (<http://www.treehugger.com/green-architecture/solid-wood-joseph-mayo-book-review.html>)

Mjörnell K, Boss A, Lindahl M, Molnar S. A (2014). Tool to Evaluate Different Renovation Alternatives with Regard to Sustainability, Sustainability;6:7:4227–4245

Malmgren L, Mjörnell, K. 2015. Application of a Decision Support Tool in Three Renovation Projects. Sustainability 2015;7:12521–12538.

Stumpfoll, M. 2015. Exploring a Shift to Five-Story Wood-Frame Construction. Marks, Thomas Architects. (<http://marks-thomas.com/2015/03/exploring-a-shift-to-five-story-wood-frame-construction/#more-1723>)

Urban Energy Transition: From Fossil Fuels to Renewable Power; Droege, P., Ed.; Elsevier: Oxford, UK, 2008

Green Building Council Australia (GBCA). Building a Sustainable Future. Putting a Price on Pollution: What it Means for Australia's Property and Construction Industry. Available online: www.gbca.org.au/uploads/203/3787/Carbon%20Paper_LR.pdf

Walford, G.B. Multi-storey Timber Building in UK and Sweden. (n.d) NZ Timber design journal, issue 2, volume 10. Retrieved August 08, 2012, from http://www.timberdesign.org.nz/timberdesign/fckeditor/UserFiles/File/102/MultiStorey_timber_building_in_UK_and.pdf