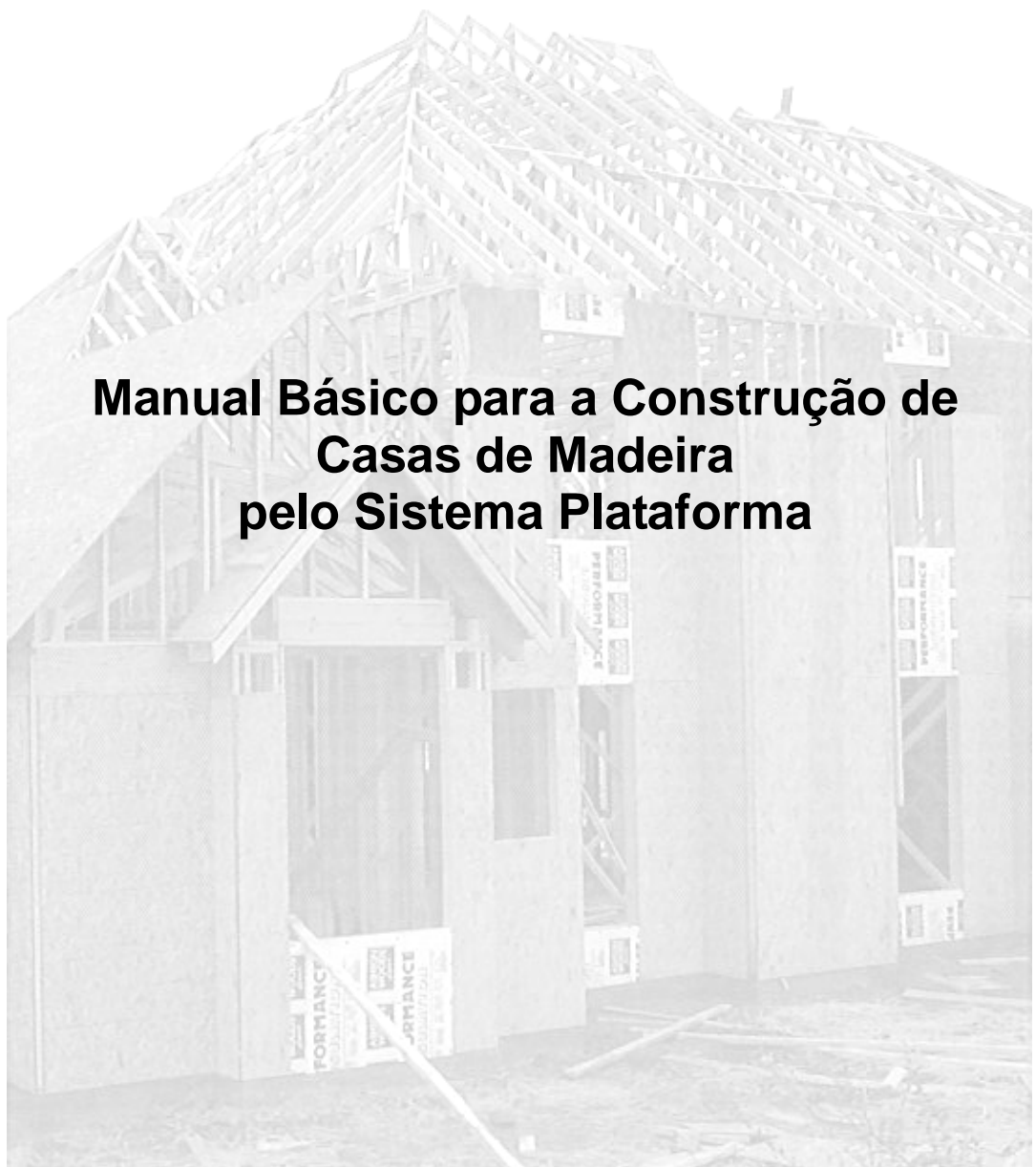


**Manual Básico para a Construção de
Casas de Madeira
pelo Sistema Plataforma**



Introdução

A construção em madeira, em virtude de uma série de características, é o padrão em vários países industrializados, principalmente da América do Norte, Europa, Ásia e Oceania.

No Brasil as casas de madeira são freqüentes em regiões de colonização germânica e nas regiões de fronteira agrícola.

A indústria da construção procura atualmente novas técnicas e materiais, que possam melhorar a produtividade e baixar os custos das edificações.

A grande procura por casas de campo, praia e montanha tem provocado forte demanda por sistemas construtivos mais rápidos e menos dependentes de mão de obra intensiva.

A grande demanda por casas e construções comerciais leves nos países industrializados, propiciou o desenvolvimento de técnicas construtivas e de materiais, que permitiram o atendimento de edificações a despeito do alto custo da mão de obra.

Um desses sistemas, o sistema balão, foi desenvolvido nos Estados Unidos em 1833. Desde então vem sendo utilizado e melhorado. Segundo especialistas no setor o uso desse sistema permitiu àquele país tornar-se uma terra de proprietários de casas.

O sistema balão, assim denominado em virtude da estrutura muito esbelta, formada de perfis de madeira de pequena seção transversal, é o padrão na América do Norte, e é também muito usado na Europa e na Oceania.

É um sistema extremamente versátil, permite a construção desde pequenas casas populares unifamiliares até, prédios de até quatro pisos com vários apartamentos. A estrutura é normalmente feita em madeira serrada e, quando há risco de ocorrência de cupins, faz-se um tratamento da madeira e/ou do solo de fundação.

O sistema balão evoluiu para o atualmente designado plataforma, que incorpora algumas alterações que, o tornaram mais simples, mais flexível, mais fácil de ser executado e menos sensível a pequenas falhas na execução.

Esse sistema tem sido usado esporadicamente no Brasil, devido ao desconhecimento técnico e à falta de alguns materiais básicos, tais como painéis estruturais e perfis de madeira de dimensões adequadas.

O desenvolvimento de painéis estruturais permitiu a construção de estruturas leves e resistentes a furacões, tornados e tremores de terra. Além disso,

promoveu a pré-fabricação, importante elemento de diminuição de custos e redução de desperdícios de materiais e de mão de obra.

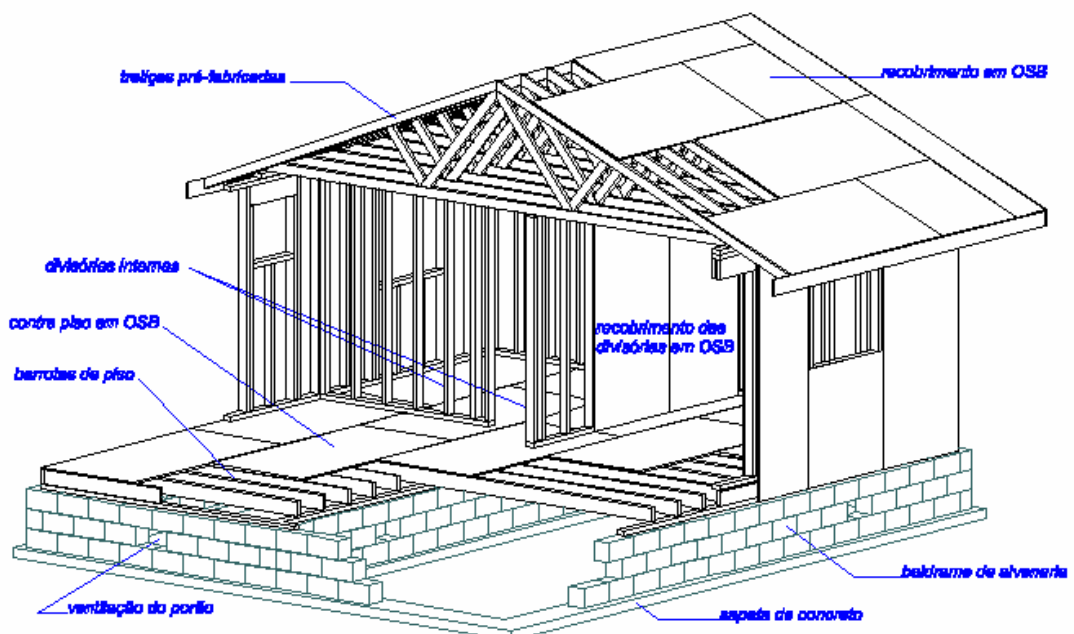
Este manual tem como objetivo apresentar as técnicas de construção utilizando o sistema balão-plataforma e painéis estruturais OSB e suprir o mínimo de informações necessárias à construção com madeira.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a apresentação das técnicas de construção fundamentadas no sistema plataforma, cuja estrutura é constituída de perfis leves de madeira ou metálicos e de painéis estruturais de madeira.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema plataforma é composto basicamente de 4 partes distintas em uma edificação térrea: alicerce, piso, paredes e cobertura ou telhado. O sistema pode ser visualizado na abaixo.



FUNDAÇÃO

A fundação deve oferecer uma base para apoio do piso da edificação. Ela assume basicamente três formas distintas: laje de fundação ou “radier”, sapata corrida de concreto armado ou alvenaria ou pilotis simplesmente cravados no terreno ou apoiados sobre blocos. A escolha do tipo de fundação depende da topografia do local, da construção, de aspectos geológicos e arquitetônicos.

Em locais de topografia acidentada pode ser mais conveniente o uso de estacas ou pilotis, pois, há menor movimentação de terra, escavações, aterros etc.

Um aspecto importante do sistema plataforma em madeira e painéis estruturais é a leveza da edificação como indicado no quadro a seguir, o que resulta em economia na fundação.

PISO

Os pisos, do mesmo modo que a fundação, podem ser de vários materiais: madeira, concreto, tijolos, cerâmica, e mesmo uma combinação de vários materiais.

Pisos de madeira são indicados principalmente para construções em terrenos inclinados, terrenos muito frágeis ou úmidos, ou para os pisos dos andares superiores.

A principal característica do piso é ser uma superfície plana onde serão apoiadas e amarradas as paredes da edificação. A superfície plana é a plataforma em que se baseia a construção.

Quando o piso é feito de madeira, há necessidade de uma estrutura horizontal apoiada na fundação. Essa estrutura é composta por um vigamento e uma laje que pode ser constituída de chapas de madeira industrializadas de OSB ou compensado estrutural.

A estrutura do piso, dependendo da fundação, é composta de um nível ou dois níveis de vigas. No caso de baldrame de concreto ou alvenaria, um único nível de vigas dá apoio ao piso. No caso de fundação em pilotis, são necessários dois níveis de vigas, um perpendicular ao outro, sendo o vigamento inferior, apoiado sobre os pilotis, suporte para o vigamento superior, denominado barroteamento, o qual recebe diretamente a laje do piso.

O barroteamento é um conjunto de peças de madeira, espaçadas entre si de 30 a 60 cm, com espessura de 4,0 cm e altura variando de 9 a 30 cm. Quando o dimensionamento do barrote resulta em peça com altura superior a 20cm, utilizam-se normalmente peças compostas, principalmente perfis I, com alma de OSB e flange de madeira serrada. Estas peças dão suporte ao contrapiso ou diretamente ao piso. Os barrotes devem ter umidade máxima de 20%, e devem ter sempre que possível umidade uniforme entre as peças. Tanto as peças do vigamento como do

barroteamento devem ser aplainadas depois de secas para que tenham dimensões uniformes, principalmente em largura. Os barrotes geralmente são pregados à peça que os suporta. O diâmetro e o comprimento dos pregos depende da densidade da madeira.

A plataforma de apoio da estrutura de madeira pode também ser uma laje de concreto, apoiada diretamente sobre o solo ou vigas de concreto ou alvenaria de bloco ou tijolo comum.

No caso de fundação em pilotis, são utilizadas normalmente estacas de madeira roliça, tratada, com diâmetro entre 15 e 25 cm. As estacas são enterradas cerca de 1,0 m no solo, e dependendo do solo da fundação, são apoiadas em sapatas para assegurar a capacidade de carga resultante do projeto estrutural. O tratamento da madeira deve atender as especificações de norma para assegurar a durabilidade almejada. Em regiões sujeitas a cupim de solo, além do tratamento da madeira, é aconselhável um tratamento do solo de fundação ou a utilização de dispositivos de proteção mecânica da edificação contra o ataque dos mesmos, devendo haver uma distância de pelo menos 40 cm entre o solo e o vigamento de madeira.

No caso de estruturas de piso em madeira apoiada sobre baldrame de concreto ou alvenaria, o barroteamento é apoiado sobre uma peça de madeira denominada soleira. A soleira é uma peça com seção de 4 x 9 cm ou 4 x 14 cm, apoiada e fixada ao baldrame. A superfície superior do baldrame em contato com a soleira deve ser impermeável para impedir a passagem de umidade para a madeira. Essa barreira à umidade é importante para a durabilidade da peça, assim evitar o movimento de umidade ascendente pelo revestimento. A soleira deve ser fixada ao baldrame através de chumbadores.

No caso de edificações com mais de um pavimento, a estrutura dos andares superiores são semelhantes às do primeiro piso. Os barrotes são apoiados sobre a linha de amarração superior das paredes laterais e sobre uma ou mais paredes internas portantes.

A figura 5, apresenta detalhes de colocação e união dos barrotes que servem de estrutura do para o segundo andar do edifício.

O contrapiso é formado por uma camada de painéis de O.S.B. pregados sobre os barrotes da estrutura do piso. Os painéis estruturais de madeira OSB oferecem uma base plana, lisa, e estável para praticamente qualquer tipo de piso. Chapas relativamente grandes cobrem rapidamente grandes áreas. Um homem é capaz de aplicar o contrapiso de uma casa inteira em um dia de trabalho ou menos.

Os painéis de OSB são produzidos para atender valores mínimos de desempenho e apresentam gravado na face, ou em tabelas fornecidas pelo fabricante, suas especificações básicas, permitindo a seleção da espessura, e outras variáveis, de

acordo com o espaçamento das vigas de apoio e condições de uso de modo a assegurar segurança e conforto durante o uso.

Para aplicação em piso as chapas em geral tem as bordas em macho e fêmea, característica que confere desempenho superior ao piso, pois evita rangidos e deformações indesejáveis oriundas de cargas concentradas.

O dimensionamento do piso em OSB, isto é, a escolha da espessura de chapa mais adequada é feita com base em tabelas em que se relacionam vão máximo entre barrotes, espessura mínima da chapa e carregamento de projeto por unidade de comprimento do barrote, como apresentado no exemplo a seguir.

Espessura Mínima (mm)	Vão livre máximo (cm)	Carregamento de projeto (KN/m ²)				
		Espaçamento entre barrotes (cm)				
		30	40	50	60	80
12	40	9,33	5,04	-	-	-
15	50	16,62	7,57	5,04	-	-
18	60	21,69	12,10	8,07	5,04	-

As chapas de OSB são sempre dispostas com suas maiores dimensões transversalmente sobre duas ou mais vigas de apoio.

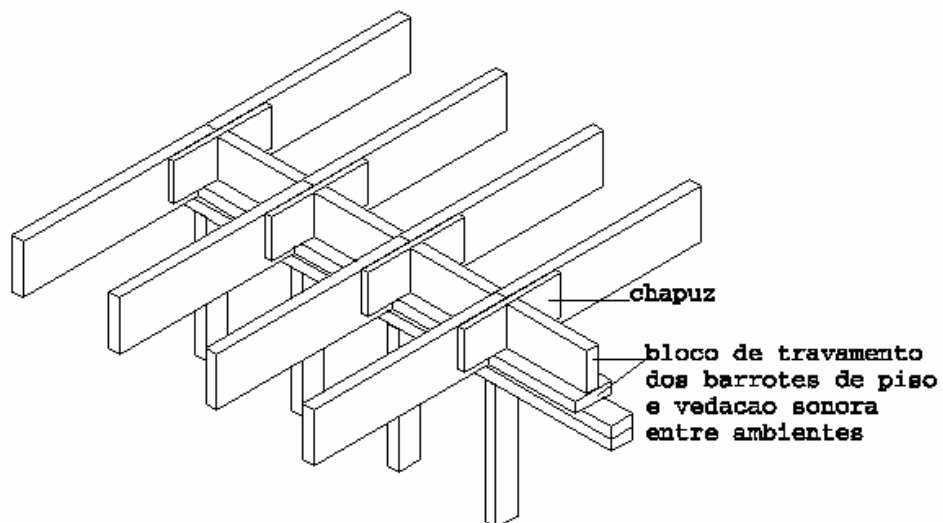
A fixação dos painéis sobre as vigas utilizando cola e prego ou parafuso é recomendável para melhorar o desempenho do piso. Contudo, os painéis podem ser apenas pregados ou parafusados nos barrotes. Os pregos são indicados para aplicação sobre vigas de madeira, e os parafusos, quando sobre perfis de aço.

Em lugares tais como corredores residenciais, ou em áreas comerciais, onde há grande circulação de pessoas, ou quando sobre o contrapiso são assentados pisos cerâmicos, é desejável maior rigidez. Nesses casos recomenda-se, além das vigas de apoio, elementos transversais de madeira ou perfis metálicos, para apoio das bordas das chapas. Esses elementos transversais às vigas são nela fixados por pregos no caso de madeira e parafusos, ou rebites, no caso de perfis metálicos. As vigas devem ter todos os lados aplainados, especialmente os lados menores, de modo a prover uma face plana para a aplicação dos painéis.

Aplicação

A aplicação dos painéis de piso pode ser feita antes ou depois da construção das paredes e da cobertura. No sistema plataforma, os painéis do contrapiso são aplicados antes da construção das paredes externas e internas. Apesar de não ser desejável, os painéis estruturais industrializados de madeira podem suportar as intempéries durante períodos normais de construção. Para evitar os efeitos da expansão causada pela absorção de umidade, recomenda-se deixar um espaço de 1,5 mm entre as bordas das chapas. Quando se espera tempo chuvoso ou de muita umidade esse espaço deve ser de 3,0 mm.

No caso de aplicação dos painéis sobre vigamento de madeira, a fixação mais fácil e rápida é através de pregos. São indicados pregos de 3,3 mm de diâmetro por 63 mm de comprimento, com espaçamento máximo de 15 cm nas bordas e de 30 cm nas vigas intermediárias. Os painéis devem ser dispostos de maneira desencontrada, de modo que as junções das bordas menores ocorram sobre vigas diferentes, conforme indicado na figura a seguir.



PAREDES

As paredes são os elementos da construção que oferecem maiores oportunidades de diminuição de custo e de mão de obra, através da utilização das técnicas do sistema balão ou plataforma.

Paredes leves construídas de perfis metálicos ou de madeira e estruturadas com painéis de OSB tem grande resistência mecânica e rigidez a distorção dispensando a necessidade de barras de contraventamento para resistir a esforços de vento e abalos sísmicos, sendo muito leves, simples e extremamente rápidas de se construir.

Os elementos básicos da estrutura das paredes são: os montantes verticais, a barra horizontal inferior, as barras horizontais superiores, os montantes especiais que definem as portas e janelas e as vergas que suportam as cargas verticais sobre as aberturas.

Em construções onde elementos da estrutura são de madeira, a pregação é o meio mais prático de se fazer a união entre as peças. Quando os elementos são metálicos, o emprego de parafusos ou rebites é modo mais adequado.

Os elementos da estrutura são dispostos com a largura perpendicularmente à linha das paredes, de modo que, a largura das peças da estrutura, em geral 9,0 cm, é a espessura interna das paredes.

O revestimento da estrutura com painéis OSB tem duas funções principais: suportar e transferir cargas para as fundações e fechar e prover uma base plana para aplicação de fachadas e acabamentos das construções.

Projeto

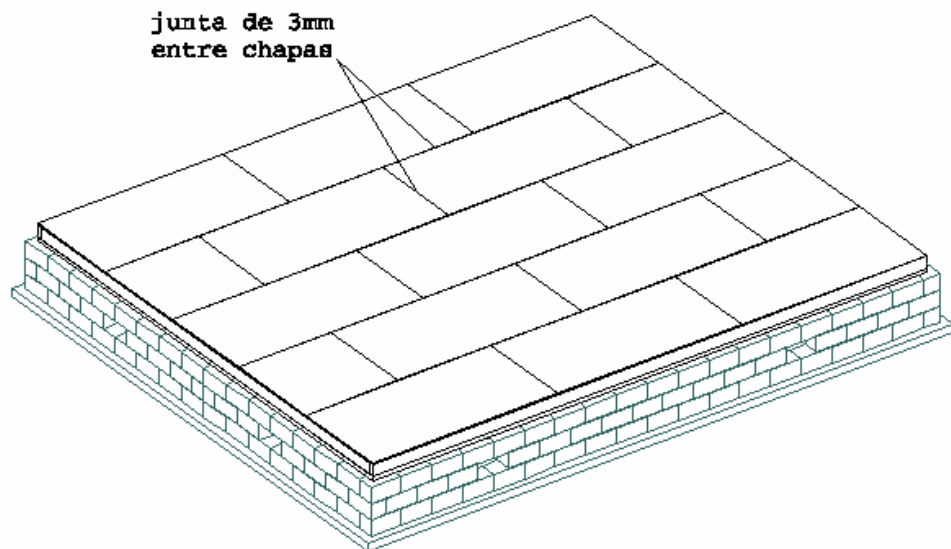
A estrutura de madeira das paredes exteriores e algumas das paredes interiores normalmente suportam cargas do telhado e forro, e servem de suporte para os fechamentos interno e externo. As paredes laterais, quando se utiliza tesouras, geralmente suportam a maior parte da carga do telhado, enquanto que as paredes internas, em geral, são simplesmente divisoras, e não suportam a carga do telhado. Quando se utiliza sistema de barrotes para telhado no lugar de tesouras, como no caso de tetos planos (flat roof) as paredes internas podem ser usadas para suportar a carga do telhado e do forro.

A estrutura da parede é composta basicamente de um conjunto de montantes de madeira ou de perfis de aço dobrado. Esses montantes, com seção aproximada de 4,0 x 9,0 cm, são espaçados geralmente de 30, 40 e 60 cm entre si. Em geral, o espaçamento é 60 cm em construções de um piso, ou no último andar de construções de mais de um piso, 40 cm no primeiro andar de construções de dois pisos, e 30 cm no primeiro andar de construção de três pisos ou mais.

Há ainda uma barra horizontal da mesma seção que os montantes na base da parede e duas barras superpostas no topo. Completam a estrutura elementos que definem as portas e janelas. Os elementos da estrutura da parede são dispostos com a maior dimensão, 9 cm, transversalmente à parede, de modo que as chapas são pregadas na face de menor dimensão, como mostra a figura a seguir.

O espaçamento dos montantes é coordenado com o espaçamento das vigas do piso e com o espaçamento das tesouras do telhado, de modo que as cargas do telhado sejam resistidas principalmente pelos montantes.

Sob o aspecto de engenharia, as paredes podem ser portantes ou não portantes. Paredes portantes são aquelas que suportam carga de telhados ou de pisos superiores. Nas paredes portantes é imprescindível que a transmissão da carga para a base seja feita por montantes ou por vergas adequadamente construídas sobre as aberturas, principalmente no caso de grandes janelas.



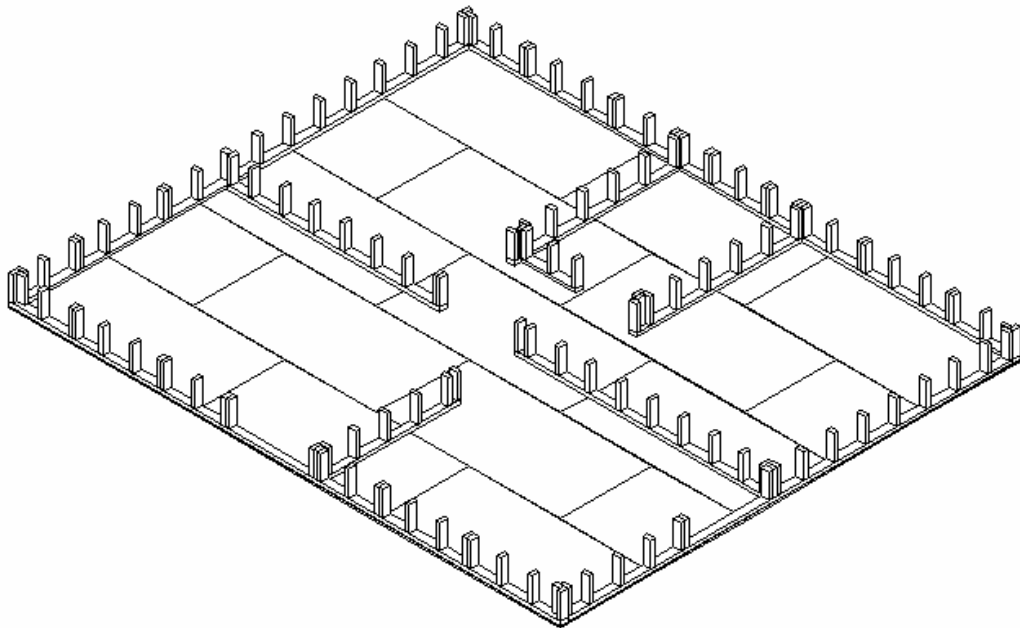
O comprimento dos montantes é igual ao pé direito a espessura das três barras horizontais, uma inferior e duas superiores. Todos os montantes inteiros devem ter o mesmo comprimento, e devem ser seccionados "a priori" em serra que assegure perfeito esquadro nas extremidades.

Cada montante é conectado à barra horizontal inferior com dois pregos de 3,9 mm x 83 mm (19 x 36) e à barra superior com outros dois pregos da mesma medida, em pinça.

Os cantos da edificação e as interseções das paredes exigem arranjos especiais dos montantes de modo a propiciar eficiente amarração das paredes e assegurar superfícies para pregação dos painéis externos e internos como indicado na figura a seguir.

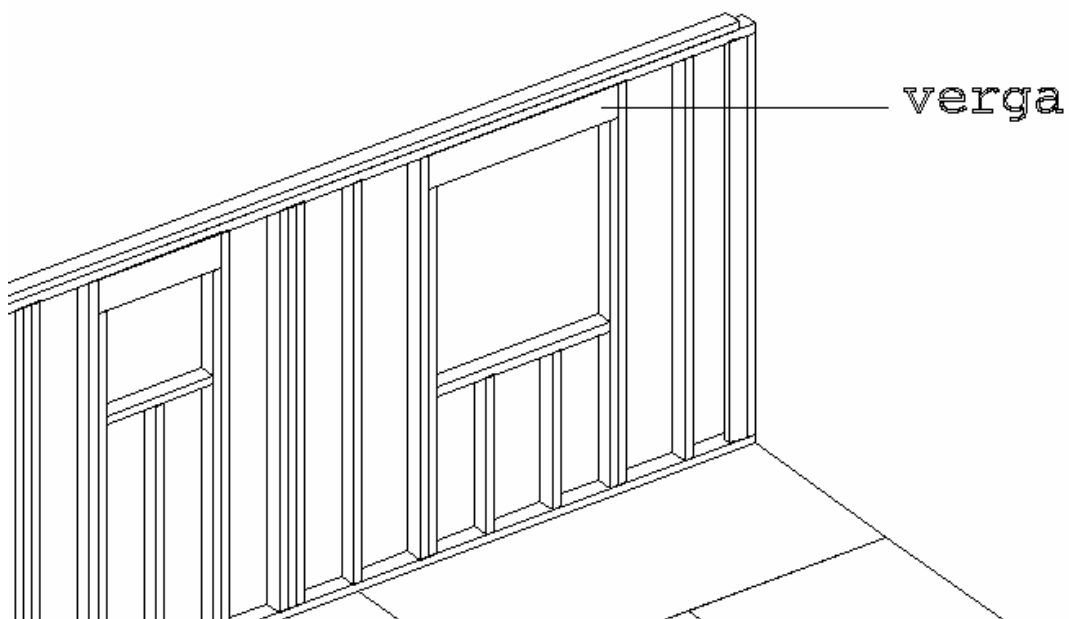
Nota-se em todas as alternativas, que nos cantos e interseções sempre há a formação de um espaço para a pregação do fechamento interno, formado por dois montantes convenientemente posicionados.

As aberturas, isto é, as portas e janelas requerem estruturas especiais, principalmente nas paredes que recebem cargas dos telhados ou de pisos superiores. O vão superior das aberturas é sustentado pelas vergas, como indicado na figura seguinte. As vergas são geralmente compostas de duas peças de 4,0 cm de espessura e alturas variáveis, justapostas pelas faces, entre as quais é colocada uma chapa de 1,0 cm de espessura como calço, para completar os 9 cm de espessura interna das paredes. As duas peças e o calço são pregados com pregos de 75 mm. A altura das peças das vergas é função da largura da abertura e classe de resistência da madeira utilizada.



As vergas são suportadas nos extremos por pares de montantes, um em cada extremidade. Esses montantes são cortados da altura da verga até a peça horizontal inferior, e são pregados justapostos a montantes inteiros com pregos de 75 mm de comprimento.

As vergas são fixadas por meio de pregos nas extremidades. No caso de vãos maiores ou de cargas muito grandes pode-se utilizar no lugar da chapa interna de madeira, uma barra de aço de 1 cm de espessura. Nesse caso, a união das peças de madeira é feita através de parafusos passantes. Em casos especiais se utiliza treliças de madeira para a função de verga. Pode-se usar também vigas compostas, com elementos de madeira sólida e OSB.



A seleção dos painéis está relacionada com o espaçamento dos montantes, disposição nas paredes (lado maior na vertical ou horizontal), pregação e esforços de cisalhamento à distorção no plano da parede, isto é, esforços de vento ou abalo sísmico. Os painéis são especificados para determinados vãos máximos, isto é, distância máxima entre dois montantes consecutivos. Desse modo, painéis especificados para vãos de 40 cm não podem ser utilizados em estruturas, cujos montantes estão distanciados de 60 cm. As espessuras de OSB mais usadas para o uso em paredes são de 7,9 mm a 12,7 mm. A tabela abaixo apresenta as espessuras de painéis OSB recomendadas para os vários espaçamentos dos montantes e modo de aplicação.

O revestimento externo da parede pode ser feito com lambril de madeira durável, de vinil, de alumínio, ou de folha de aço. No caso de revestimento com reboco é imprescindível a impermeabilização através de papel betuminoso fixado na face externa do OSB.

Espessuras de painéis correspondentes aos tipos de aplicação e aos espaçamentos entre os montantes.

Aplicação	Espaçamento entre montantes	Espessuras das chapas OSB
Horizontal	40 cm	9 mm
Vertical	40 cm	9 a 12 mm
Horizontal	60 cm	9 mm
Vertical	60 cm	12 mm
Para revestimento com reboco		
Horizontal	40 cm	12 mm
Vertical	40 cm	12 mm
Horizontal	60 cm	12 mm
Vertical	60 cm	15 mm

Aplicação

As paredes são feitas com os elementos apoiados horizontalmente sobre a plataforma. Nessa posição é possível a pregação das peças horizontais nos topos dos montantes. São cravados dois pregos por montante na peça inferior e dois na peça superior.

A segunda barra horizontal superior não é pregada neste momento, mas somente após a colocação da estrutura completa da edificação na posição definitiva, isto é, depois de apumadas e de feitas as ligações entre as paredes. A segunda barra superior serve de amarração entre as paredes.

Depois de concluída a construção da ossatura das paredes, é feita a pregação das chapas de OSB.

A pregação dos painéis de OSB pode ser feita antes ou depois da colocação da estrutura na posição definitiva. É recomendável que equipes com pouca experiência deixem a pregação dos painéis para depois do posicionamento definitivo, pois podem ser necessários pequenos ajustes nas paredes, e isto é mais fácil antes da pregação dos painéis.

Os painéis de OSB podem ser aplicados com a maior dimensão na vertical ou na horizontal, A aplicação vertical é geralmente a preferida quando o pé direito da edificação coincide com o comprimento do painel. A disposição vertical é também mais fácil, por dispensar peças estruturais transversais na ossatura, para fixação das bordas das chapas: necessárias quando as chapas são aplicadas horizontalmente.

Para evitar as conseqüências da expansão dimensional provocada pela absorção de umidade nas bordas das chapas de OSB, recomenda-se deixar um espaço de 3,0 mm nas bordas laterais e nas extremidades das chapas. Recomenda-se também, deixar espaços de 3,0 mm para expansão ao redor de portas e janelas. Alguns fabricantes tem recomendações especiais, incluindo a proteção das bordas com produto selante, para evitar absorção de umidade.

Em elementos estruturais de madeira normalmente são usados pregos de 2,9 mm por 50 mm (16 x 24 nacional). Os pregos são espaçados de 15 cm nas bordas e 30 cm nos montantes intermediários. Podem também ser usados grampos, desde que de em dimensões apropriadas. Em estruturas metálicas são usados parafusos autoperfurantes, isto é, parafusos capazes de fazer os próprios furos.

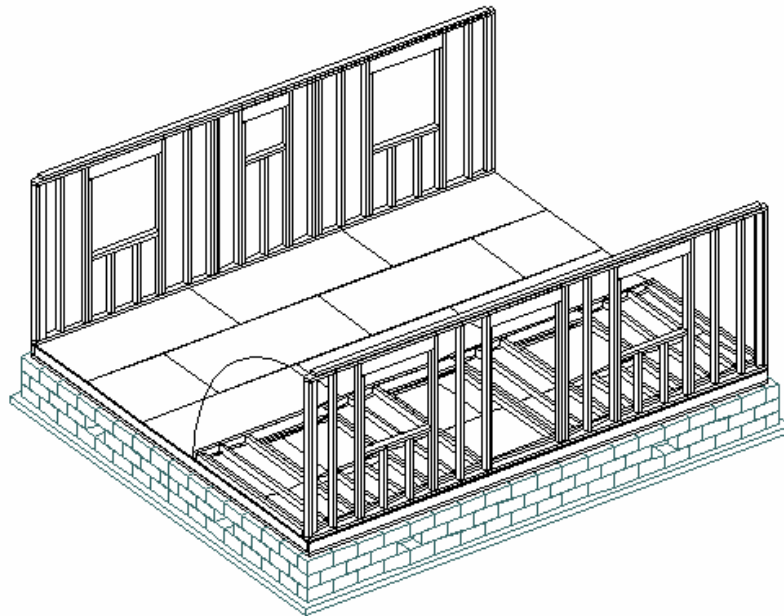
As paredes laterais, no caso de construção *in loco*, devem ser construídas antes das paredes frontais. As paredes laterais são aquelas que suportam as tesouras ou o encaibramento do telhado. A construção da parede inicia-se pela marcação, a partir de uma das extremidades, da posição dos montantes nas barras horizontais inferior e superior. As barras horizontais devem cobrir todo o comprimento da parede e devem ser selecionadas por sua retidão. As emendas das barras horizontais são feitas no centro dos montantes através de pregação. As emendas das barras inferiores não devem coincidir com a das barras superiores. Devem ser marcadas as posições dos montantes, e as linhas de centro das portas e janelas e das paredes divisórias. Nas barras horizontais, uma superior e outra inferior, são marcadas as linhas de centro dos montantes. Com auxílio de um esquadro de carpinteiro, são traçadas as linhas de centro que servirão de orientação para pregação dos montantes nas barras horizontais. A terceira barra horizontal, sobreposta à barra superior, é colocada e pregada somente depois que todas as paredes são posicionadas e aprumadas. Os montantes são pregados através dos topos, com pregos de 80 mm de comprimento, que atravessam as peças horizontais.

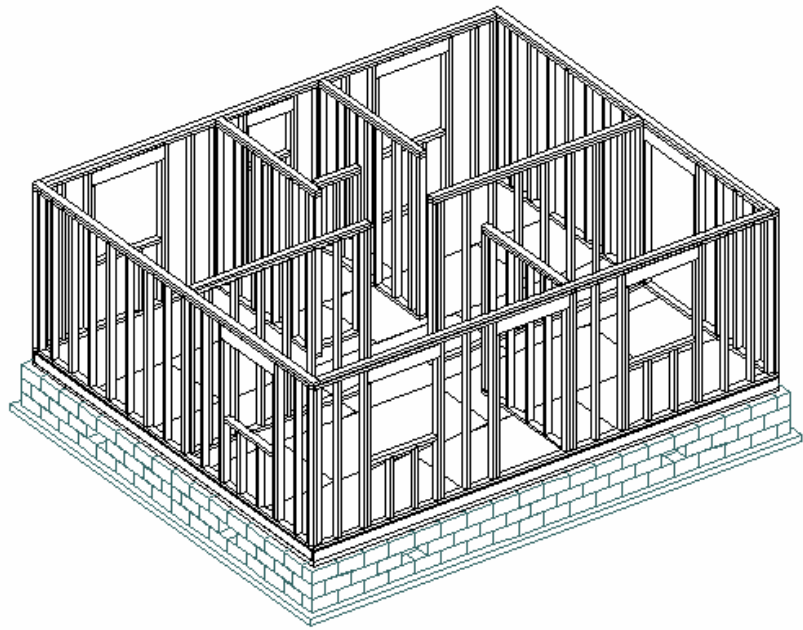
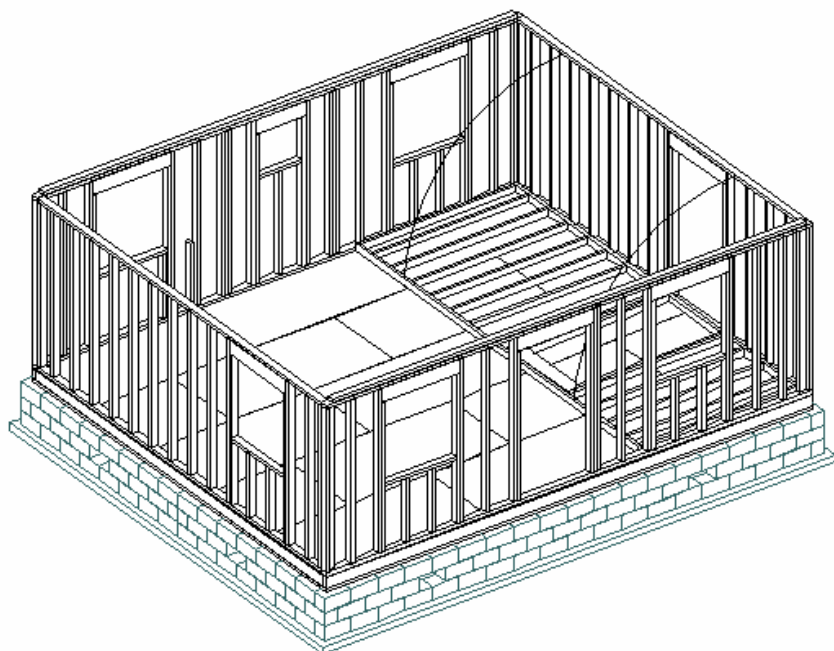
Depois de terminada a construção e o levantamento das paredes laterais, são feitas as paredes frontal e dos fundos. A distância exata entre as faces interiores das paredes laterais será o comprimento das paredes frontal e posterior.

A distância entre a parte superior da verga e a peça horizontal superior da estrutura, deve ser preenchida com montantes curtos, com comprimentos correspondentes.

Na parte inferior da abertura das janelas, são usados montantes curtos que suportam a soleira da janela. A soleira é pregada sobre a ponta superior dos montantes curtos com pregos de 75 mm de comprimento. A soleira deve ser também pregada com pregos inclinados no montante, cuja extremidade superior suporta a verga.

Nas portas, a peça horizontal inferior deverá permanecer até o aprumo final e amarração das paredes, sendo depois serrada rente à face do montante e retirada. As figuras a seguir representam a seqüência de montagem do sistema plataforma até o posicionamento final das paredes.





O fechamento das paredes, principalmente das externas, são partes constituintes de sua estrutura. O fechamento é feito basicamente com OSB de 12 ou 15 mm de espessura, fabricada com cola prova d'água. Essa camada de fechamento é denominada "sheathing", definida em um glossário como: *cobertura estrutural, usualmente de tábuas ou painel estrutural, usada sobre montantes ou vigas de uma estrutura*. O "sheathing" é usado normalmente no lado externo da estrutura da parede. Na maioria das casas da América do Norte, além do "sheathing", há mais uma camada mais externa, denominada "siding" definida como: *cobertura final da parte externa de uma parede de uma casa de estrutura leve (madeira ou perfil de aço), quando feita de tábuas horizontais, verticais ou inclinadas, geralmente aplainadas e formando macho e fêmea, tabuinhas rachadas (shingles), ou outros tipos de painéis, inclusive vinil e alumínio*.

As paredes internas são feitas da mesma maneira e tem a mesma altura que as paredes externas, e dependendo do tipo de estrutura de telhado, as paredes internas podem ser portantes ou não. Uma vez montados os painéis de parede, eles são levantados da plataforma, aprumados e fixados temporariamente por mãos francesas conectadas ao contrapiso. Depois são conectados às paredes adjacentes. A ligação entre as paredes é feita através de pregos de 75 mm de comprimento. Os arranjos de montantes nos cantos e interseções de paredes facilitam a união entre eles. Após a pregação dos montantes, faz-se a colocação da linha de amarração superior, isto é, a segunda barra horizontal superior, essa barra deve sempre sobrepor parte do painel adjacente. Por exemplo, as paredes de frente e de fundos são colocadas entre as extremidades das paredes laterais, as linhas de amarração da paredes de frente e de fundos devem recobrir as extremidades das paredes laterais. A fixação da barra de amarração superior à peça horizontal superior do painel é feita com pregos de 75 mm de comprimento, aplicados a cada 40 cm.

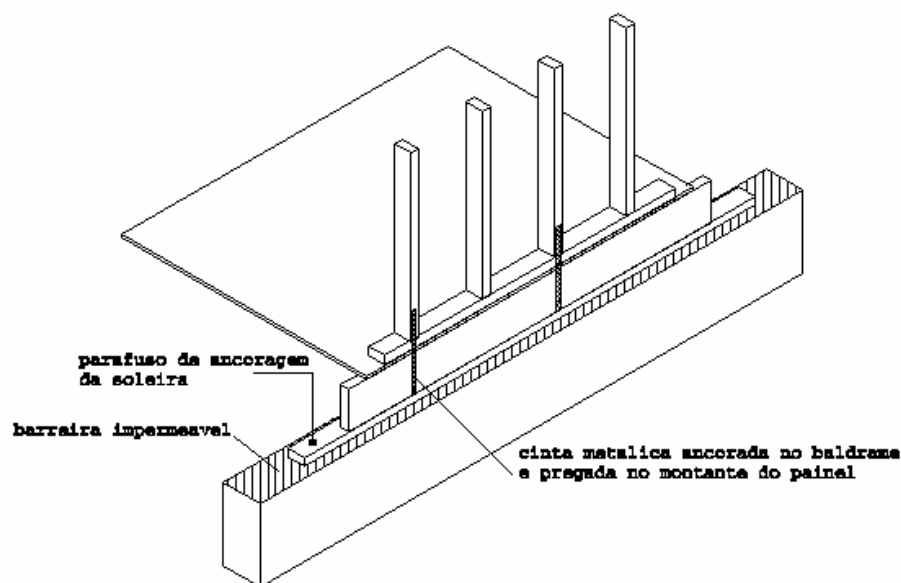
Quando a parede é apoiada sobre a estrutura do piso que por sua vez se apoia em vigas de concreto ou alvenaria, a soleira é fixa por meio de chumbadores enquanto que, as paredes devem ser amarradas através de cinta de aço conforme figura indicado na figura a seguir.

COBERTURAS

Existem vários tipos de cobertura para casas e construções comerciais leves, tais como: telhas de barro, fibro-cimento, alumínio, folha de flandres zincada, fibro-asfálticas, ardósia, lajes pré-fabricadas e lajes moldadas no local. As mais usadas em casas de madeira são: telhas de barro, fibrocimento, fibro-asfálticas, alumínio ou folha de flandres.

As estruturas de cobertura podem ser de dois tipos: tesouras pré-fabricadas e estruturas construídas no local.

A estrutura com tesouras pré-fabricadas, como indicado na figura abaixo, é mais prática para ser feita, depende menos de conhecimentos de carpintaria, é de construção mais rápida, dispensa apoios nas paredes internas, provê suporte para o forro e sua colocação praticamente não demanda andaimes. Seu uso é mais favorável em casas retangulares e telhado em duas águas.



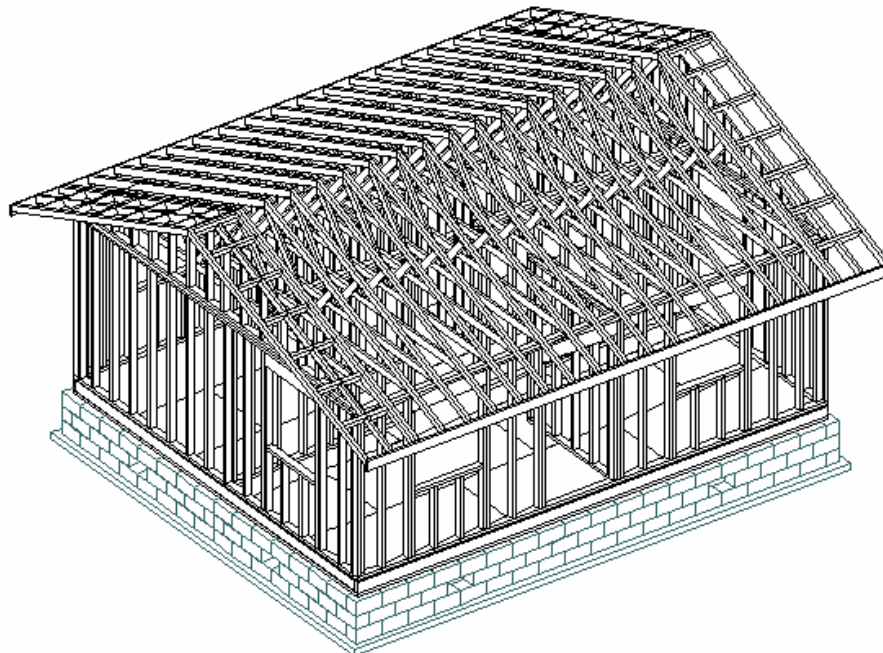
A estrutura construída no local apresenta algumas vantagens: permite o aproveitamento do espaço entre o telhado e o forro, a construção de forros inclinados a construção de telhados em quatro águas e outras variações, tais como águas furtadas. No entanto seu projeto e construção requerem maior conhecimento de carpintaria. e necessitam apoios nas paredes internas da construção.

As tesouras são uma montagem de várias peças formando uma estrutura rígida, geralmente de forma triangular, capazes de suportar cargas sobre vãos mais ou menos grandes, sem suporte intermediário.

As tesouras são geralmente usadas em vãos entre 6 e 12 metros. Em virtude de não necessitar de apoio intermediário, o interior das edificações são mais flexíveis e a própria obra pode tornar-se uma área de trabalho para a construção das paredes internas, acabamento etc.

Há vários tipos possíveis de tesouras comumente usadas.. A tesoura mais usada é o tipo “W”, apresentada na figura abaixo, para vãos entre 6 e 10 metros.. As tesouras são geralmente projetadas para espaçamento de 60 cm entre elas, fazendo com que sejam usadas paredes com montantes obedecendo o mesmo espaçamento, de modo que a cada tesoura corresponda um montante. Isto permite melhor transferência da carga para a fundação. O tipo de madeira a ser

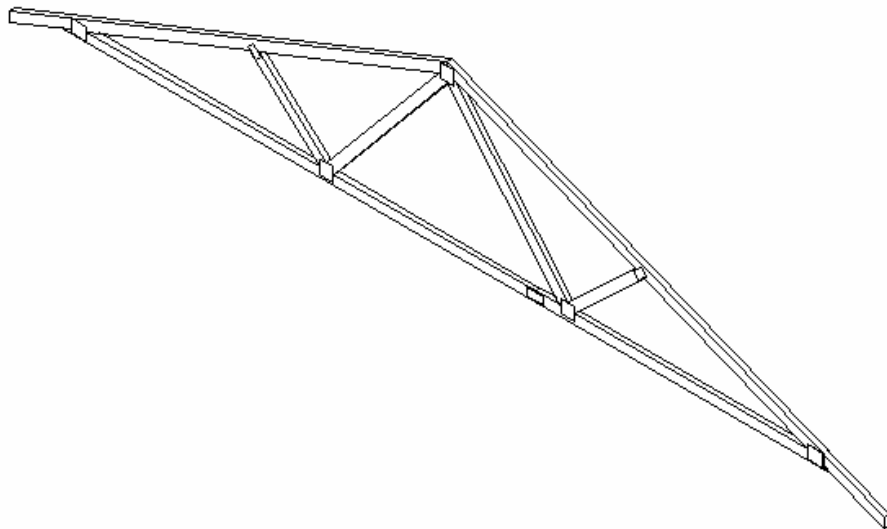
utilizado bem como sua classe são fundamentais no dimensionamento estrutural. No Brasil estão disponíveis vários tipos de madeira para a construção de estruturas de coberturas. Entre as madeiras de florestas plantadas destacam-se



os pinus e os eucaliptos. Os pinus são em geral leve e fácil de trabalhar e, embora de baixa resistência natural, são bastante permeáveis a soluções de tratamento preservativo, o que lhes assegura a durabilidade desejada. Os eucaliptos, com várias espécies, também podem ser usados. Entre as madeiras nativas, há dezenas, para não dizer centenas delas que podem ser utilizadas na construção de madeira.

Na fabricação de tesouras os membros devem ser de madeira aplainada nas quatro faces de modo a não apresentar diferenças dimensionais significativas, principalmente nas espessuras. Os elementos estruturais, principalmente os comprimidos, devem ser selecionados, para apresentarem nós ou outros defeitos abaixo de certa dimensão, de acordo com a dimensão da própria peça, por

exemplo, em algumas classes o diâmetro do nó não pode ser superior a um quarto da largura da peça. Tesouras tipo W, as mais usadas para até 10 metros de vão, geralmente são construídas com peças de 4 x 9 cm. A madeira deve ter, se possível, unidade inferior a 20%. Os elementos de união das barras das tesouras podem ser chapuzes de madeira, ou chapa de madeira industrializada, chapas metálicas, sendo as mais utilizadas as chapas estampadas com garras, como aquelas da “gang-nail”.



Para as ações de vento, as tesouras devem ser fixadas na estrutura da parede, através da pregação corda inferior à estrutura de suporte.

A utilização de sub-cobertura de chapas de madeira em telhados, como apresentado na figura abaixo, melhora bastante o conforto térmico da edificação e no caso específico do sistema plataforma, contribui na rigidez da estrutura à ação do vento, sendo o emprego de painéis de OSB, pratica corrente na América do Norte.

A seleção dos painéis de OSB mais adequados para a função de fechamento da cobertura depende do espaçamento das tesouras e das solicitações de flexão oriunda do peso da cobertura e cisalhamento no plano do painel, quando este é dimensionado para resistir aos efeitos de distorção ocasionados pela ação de vento ou abalo sísmico.

Projeto

A relação entre as espessuras e os espaçamentos dos suportes, tesouras ou caibros, são oferecidas pelos fabricantes de painéis, de acordo com testes efetuados por laboratórios independentes. Geralmente o espaçamento das tesouras ou caibros é de 60 cm no caso de construções em madeira. No entanto há disponibilidade no mercado internacional de chapas de espessuras, que suportam vãos de até 180 cm. O estabelecimento da espessura e do espaçamento dos suportes deve ser feito com base em análise estrutural e de custos e dos usos da área sob o telhado. Tesouras com espaçamentos de 60 cm prejudicam o uso da parte inferior do telhado até para a colocação de caixas d'água.

As chapas devem ser sempre posicionadas com a maior dimensão perpendicularmente às tesouras ou caibros.

Para evitar empenamento das bordas de maior dimensão, há três alternativas de solução: uso de painéis com macho e fêmea, uso de presilhas de plástico tipo "H", ou uso de elementos estruturais transversais.

O quadro abaixo fornece a espessura do painel de OSB, de acordo com o espaçamento entre tesouras ou caibros.

Espaçamento entre tesouras ou caibros		Espessuras dos painéis de OSB
Com suporte*	Sem suporte**	
cm	cm	mm
50	50	9
60	50	9
60	60	12
80	70	12
100	80	15

*com suporte transversal entre os caibros ou tesouras

** sem suporte transversal entre os caibros ou tesouras

Aplicação

Quando aplicadas sobre estruturas de madeira, as chapas de OSB são fixadas com pregos. Quando sobre perfil de aço são utilizados parafusos autoperfurantes, isto é, parafusos com pontas que permitem fazer furos nas chapas e na estrutura.

Para evitar empenamento, recomenda-se que se deixe entre as bordas laterais um espaço entre 1,5 a 3,0 mm. O maior espaço se deixa quando a aplicação é feita em ambiente chuvoso ou de alta umidade.

Os painéis devem ser posicionados transversalmente, e as junções devem ocorrer no centro dos caibros ou tesouras conforme o caso

Quando sobre estrutura de madeira, devem ser utilizados pregos de 2,8 x 50 mm para chapas de até 10 mm de espessura, e pregos de 3,3 x 63 mm para chapas mais espessas. Os pregos devem ser espaçados de 15 cm nas bordas das chapas, e de 30 cm nos suportes intermediários. Podem ser utilizados pregos comuns ou pregos anelados ou espiralados, que conferem melhor resistência ao arrancamento.

Para que as coberturas sejam estanques e duráveis, recomenda-se a aplicação de lâminas impermeáveis sobre a chapa de OSB. Essas lâminas podem ser de papel betuminoso de no mínimo 200 g/m³, tecido de fibras de polietileno (Tyvek) ou filmes de polietileno comum. A finalidade é não permitir a passagem de umidade para a estrutura e para o interior da casa. O tecido de polietileno de alta densidade, oferece a vantagem de ser impermeável à água, mas deixa passar o vapor d'água.

ACABAMENTO

Depois de concluída a cobertura é iniciado o processo do acabamento, que inclui a instalação das esquadrias, a aplicação do acabamento das paredes externas, o fechamento interno das paredes, e a aplicação do madeiramento de acabamento externo e interno

Janelas, Portas e Batentes Externos

Portas, janelas e seus batentes são obras de caixilharia. Devem sempre que possível serem adquiridos prontos, isto é, sua fabricação não deve fazer parte da obra. Mesmo quando fora de medida padrão, devem ser encomendadas em carpintaria ou caixilharia especializadas, pois o tipo de equipamento necessário para produzir esquadrias é diferente do requerido para a produção de casas. As unidades de janelas e portas devem ser adquiridas completas, inclusive com os batentes, vidros e juntas à prova de vazamentos, e prontas para uso na construção. Toda a madeira é tratada com preservativo repelente à água na fábrica para prover proteção antes e após a colocação na obra.

As janelas devem ser projetadas e executadas com detalhes para assegurar estanqueidade e evitar o empoçamento da água. A soleira deve apresentar leve inclinação para fora.

ACABAMENTO EXTERNO

O acabamento externo inclui a aplicação do revestimento final, beirais, cornijas, molduras das aberturas e o acabamento das uniões entre paredes.

O revestimento externo das paredes, como afirmado antes, pode ser feito de várias maneiras: aplicação de lambris de madeira, lambris de vinil, lambris de aço, reboco de argamassa, lâmina de tijolos. Uma das mais comuns é a aplicação de lambris de madeira, nesse caso são selecionadas madeiras com boa aparência e resistentes às intempéries. Os lambris de madeira são fixados com pregos zincados e aplicados sobre a chapa de OSB. Os pregos devem ser aplicados sobre os montantes.

FECHAMENTO INTERNO DAS PAREDES

Depois de executadas as instalações elétrica, telefônica, hidráulica, e outras mais recentes tais como dutos para aspiradores de pó, cabos para televisão ou para sistemas de automação ou proteção, executa-se a aplicação do fechamento da outra face das paredes.

A escolha do material para o fechamento da outra face depende da consideração de vários aspectos, tais como, nível de isolamento de ruídos, ou de calor, custos, tempo de construção, peso do material e aparência. Vários são os tipos de painéis para a função de fechamento, entre os quais estão OSB, gesso cartonado, lambris de madeira, painéis de fibra de madeira de média ou alta densidade.

No caso do fechamento da face interna com OSB, o acabamento final pode ser de vários tipos: simples pintura, pintura após aplicação de massa fina, envernizamento, cobertura com azulejos ou lambris etc. Quando o acabamento é por envernizamento deve-se tomar o máximo cuidado com a face a ser exposta para que não apresente sujeira ou manchas de quaisquer tipos.

Sobre os painéis de OSB ou de gesso cartonado podem ser aplicados laminados melamínicos (fórmica) ou azulejos principalmente em banheiros e regiões da cozinha que apresentam riscos de emudecimento. A aplicação dos azulejos pode ser feita com diversos tipos de colas. Os laminados melamínicos podem ser aplicados com cola de contato.

Os materiais e procedimentos para o forro são os mesmos utilizados no fechamento interno das paredes e nas divisórias.

ABERTURAS INTERIORES

Os batentes das portas, as portas, as molduras das portas, rodapés e outros tipos de acabamentos internos são aplicados depois da aplicação do piso.

As medidas totais das aberturas para portas devem ser de 4,0 a 7,5 cm maiores do que a altura da lâmina de porta, e cerca de 6,5 cm maiores que a largura da lâmina de porta . Isso dá espaço para a colocação, a aprumada e o nivelamento dos batentes e da própria porta.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

Boa parte dos problemas de estanqueidade acústica nas edificações são decorrentes de deficiências de projetos, tais como portas mal ajustadas ou empenadas, em casas de paredes duplas, tomadas de força ou interruptores na mesma área nos dois lados da parede. Assim um projeto bem detalhado e com boa execução são importantes na construção de paredes, ou pisos.

Para amenizar as deficiências de comportamento acústico da casa construída pelo sistema plataforma, foram desenvolvidas soluções relativamente simples e econômicas, e que se encaixam na filosofia do sistema, isto é, trabalho predominantemente a seco, através de painéis industrializados

Entre as soluções, uma delas merecem atenção especial: os dois lados da parede são constituídos por estrutura desacopladas, com muito bom desempenho no amortecimento sonoro. Isto é possível com o uso de montantes desencontrados, sem alteração dos painéis utilizados. As paredes no entanto, devem ser mais espessas e há aumento significativo de montantes.

O isolamento acústico entre o piso superior e o teto do piso inferior pode ser atingido através do mesmo processo empregado nas paredes, isto é, estruturas desacopladas para suporte do piso e sustentação do forro.

ESCADAS

As escadas principais assim como as secundárias podem ser de vários tipos, retas de um só lance, “L” longo, “U” estreito, incluindo variações dentro dos vários tipos, A figura abaixo apresenta um forma de escada bastante corriqueira e que faz parte do projeto do sobrado cuja seqüência de montagem é apresentada no final deste manual como ilustração do sistema plataforma utilizando madeira serrada e painéis de OSB.

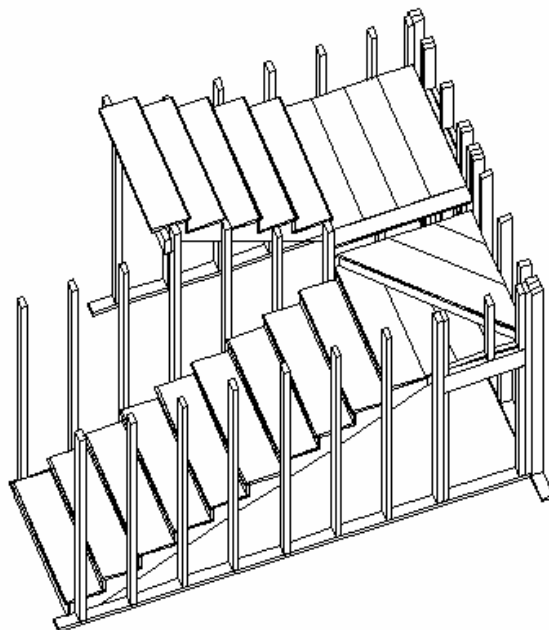
Altura suficiente é um requisito primordial para as escadas principais, deve haver uma altura mínima livre entre os degraus e o piso superior de 2,06 m, nas secundárias a altura livre mínima é de 1,93 m.

Alturas dos espelhos entre 19 e 20 cm são considerados adequados, os cobertores devem ter cerca de 23 cm de largura total. Todavia, em virtude de pequenas diferenças de altura entre os dois pisos, a dimensão dos espelhos e cobertores devem ser calculados. Uma regra prática estabelece que a largura dos cobertores mais duas vezes a dimensão dos espelhos dever ser próximo de 63 cm.

As larguras das escadas principais não podem ser menores de 81 cm livres, a partir do corrimão. A maioria das escadas são feitas com 90 cm entre as paredes laterais. Corrimão contínuo deve ser feito em pelo menos um dos lados da escada. Quando as escadas são abertas dos lados deve haver proteção por balaustres.

A escada é composta basicamente pelas barras laterais, e pelos elementos de degraus. As barras laterais suportam a carga e servem de apoio aos elementos de degraus, isto é, o cobertor e o espelho.

O elemento de suporte das escadas principais são duas barras laterais feitas em madeira de 4,0 cm por 28 cm, aplainadas nas quatro faces, classificação estrutural e por aparência, pois a parte acima dos degraus é aparente.



PRÉ-FABRICAÇÃO

A pré-fabricação tem tido participação importante e crescente no provimento de moradias em vários países industrializados. Este tem sido um dos principais meios encontrados para atender a grande demanda de casas em ambientes de alto custo de mão de obra. De acordo com especialistas, com o aumento dos salários há crescimento da pré-fabricação, a exemplo do que ocorreu nos Estados Unidos, Canadá e na Suécia. Um dos aspectos é o próprio custo da mão de obra. Em geral, o custo de mão de obra nos países industrializados é 20% maior nas obras do que nas fábricas. Essa diferença se explica pelas melhores condições e pela continuidade de trabalho nas fábricas. Há também mais produtividade no trabalho nas fábricas, quando comparadas com tarefas semelhantes executadas nas obras

A essência da pré-fabricação é a produtividade e muitos países reconhecem que o aumento da população não pode ser abrigada pelos métodos tradicionais de construção. Os ganhos de produtividade possíveis através da pré-fabricação, resultam de condições de trabalho abrigado, organização e mecanização. Trazendo-se o homem, materiais e instruções para a fábrica e permitindo que se trabalhe em uma área com bancadas apropriadas, pode, por si próprio, dobrar a produtividade se comparada com o trabalho na obra. Segundo estudo feito no Canadá, os componentes básicos de uma casa, incluindo pré-corte dos barrote de piso; pré-fabricação de paredes com fechamento externo, de tesouras e dos oitões e instalação de portas, levam em média 75 homens hora. A montagem desses componentes na obra exigem cerca de 100 homens horas, totalizando 175 homens hora. Isto pode ser comparado com o tempo de 350 homens hora necessários para a construção *in loco* dos mesmos componentes. A mão de obra total para a construção *in loco* de uma casa de 93 m², exceto fundações, é de aproximadamente 1.200 h.h. A quantidade de mão de obra pode ser reduzida a até cerca de 500 h.h. na pre-fabricação de seções transportáveis,

Estudo feito em Santa Catarina reporta que a construção completa em madeira de uma casa de 62,5 m², demandou 1625 homens hora. A construção da mesma casa em alvenaria de tijolos demandou 2656 homens hora. A casa mencionada é de acabamento bastante simples, por outro lado inclui fundações, pintura etc. Mesmo assim pode-se ver que um método adequado e a pré-fabricação podem provocar um grande aumento de produtividade.

O aumento de produtividade com a pré-fabricação, pode ter um efeito importante nos custos de produção, ajudando a viabilizar o negócio, aumentando a demanda de casas, revertendo o efeito **desempregador** da redução de mão de obra por unidade produzida.

O gabarito de montagem dos painéis de parede é o centro da pré-fabricação. As características de um bom gabarito e de seu entorno são simples: o homem que o opera raramente tem que procurar peças ou partes, alterá-las, olhar desenhos, usar uma trena ou segurar uma peça no lugar. Todas as partes devem ter um lugar à mão em compartimentos adequados (estes podem ser os próprios carrinhos de movimentação manual).

Na América do Norte, os gabinetes de cozinha, banheiro, armários embutidos de dormitórios e alguns armários de copa, são partes constituintes da casa, por isso, as fábricas de casa tem uma carpintaria para a produção desses móveis. As carpintarias dispõem de equipamentos básicos de corte de chapas, furação, acabamentos e montagem de componentes e móveis. Em geral, as portas e janelas são compradas de fora, somente a montagem nos painéis é feita na fábrica. As janelas, por exemplo, são montadas nos painéis com os vidros já instalados.

A pré-fabricação é uma maneira de se aumentar a produtividade na construção de casas. Há vários estágios no processo, desde o simples pre-corte, passando por montagem dos painéis ou paredes mais ou menos acabados até a completa manufatura das casas, as quais podem ser integralmente feitas na fábrica, sendo seu tamanho limitado apenas pelas posturas do sistema de transporte.

Seqüência de Execução de uma Edificação

