



CURSO DE CAPACITAÇÃO
PARA ARQUITETOS E URBANISTAS

Construção modular contem porânea



CAU/SC

Conselho de Arquitetura
e Urbanismo de Santa Catarina



CONSTRUÇÃO MODULAR CONTEMPORÂNEA

Soluções panelizadas e modulares para um mercado em expansão



Santa Catarina
2023

CARTILHA CONSTRUÇÃO MODULAR CONTEMPORÂNEA

Soluções painelizadas e modulares para um mercado em expansão

Conteúdo elaborado por:

Pedro Virmond Moreira

ARQUITETO E URBANISTA

Graduado pela Universidade Federal do Paraná, possui MBA Executivo em Gestão de Projetos pela ESIC - Business & Marketing School. Possui vasta experiência no desenvolvimento e coordenação de projetos de diferentes escalas em sistema construtivo *Light Wood Framing* industrializado, com foco na produtividade e custo dos projetos. Recebeu treinamento intenso na Alemanha e no Brasil por duas das principais empresas de consultoria alemãs para projeto em *Light Wood Frame*, a Baumeister & Sapper e a Sema-soft. Em 2010, foi responsável pela transferência da tecnologia alemã para o Brasil e pelo projeto e execução de mais de 200 mil metros quadrados de edificações, entre residências de alto padrão, casas populares, escritórios, escolas e hospitais. Atualmente, é Head de Engenharia na Tecverde Engenharia, empresa que trouxe para o Brasil avançados conceitos e tecnologias para construções mais eficientes em *Light Wood Framing*.

Felipe Basso

ENGENHEIRO CIVIL

Especialista em Gestão de Projetos e MBA Executivo em Gestão Empresarial, com sólida experiência em construção industrializada, engenharia de produção e montagem, gestão de contratos de construção, implantação e operação de unidades de industrialização em sistemas pré-fabricados (concreto, aço e madeira). Atuou como gerente de produção e montagem de estruturas industrializadas, por sete anos, como diretor de unidade de negócios, por dois anos, e, atualmente, é diretor de operações na Tecverde Engenharia, responsável pelos processos de fabricação, montagem e finalização dos contratos da companhia. Felipe é também docente nas áreas de planejamento, produção, montagem e desenvolvimento de negócios da construção industrializada.

Publicação produzida como apoio de conteúdo do projeto Capacitação e Aperfeiçoamento do Profissional Arquiteto e Urbanista idealizado pela Comissão de Organização, Administração e Finanças (COAF) do Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Santa Catarina (CAU-SC) conforme Chamamento Público n 01/2023 para seleção de Organizações da Sociedade Civil (OCSs) parceiras para a execução do projeto, do qual a ASBEA-SC foi contemplada.

Distribuição gratuita. Venda e reprodução proibidas.

Copyright 2023 CAU/SC

Todos os direitos reservados.



APRESENTAÇÃO

A construção modular é um método de construção que envolve a fabricação de componentes ou módulos de um edifício em uma fábrica ou local de produção controlado para posterior montagem no local de destino. Essa abordagem difere da construção tradicional, na qual a maior parte do trabalho é realizada no próprio local da construção.

Há uma série de terminologias em uso, atualmente. Por exemplo: Offsite ou Off-site Construction, Métodos Modernos de construção, Construção Industrializada, Construção Modular, Pré-fabricação, entre outros. Precisamos ter em mente que é crescente o desenvolvimento do mercado e que todas essas nomenclaturas que estão eclodindo em diversas regiões do mundo dizem respeito a métodos de construção que agregam valor substancial a um produto por meio da fabricação e pré-montagem de compo-

nentes, elementos ou módulos em uma fábrica antes da instalação em seu local final.

De maneira geral, diversos materiais podem ser empregados na construção modular. Com o crescimento da indústria química na cadeia da construção, muitos materiais compósitos também têm tido participação no modular recentemente. Porém, o aço, o concreto e a madeira são os principais sistemas utilizados hoje nos mercados brasileiro e mundial. Portanto, no curso “**Construção modular contemporânea – Soluções painelizadas e modulares para um mercado em expansão**”, realizado no âmbito da capacitação profissional CAU-SC / ASBEA-SC, analisaremos os aspectos gerais a levar em consideração para projetos modulares com o uso desses três materiais como sistema básico para a construção.

Pedro Virmond Moreira

ARQUITETO E URBANISTA

Felipe Basso

ENGENHEIRO CIVIL



Sumário

1. Contexto histórico	6
2. Principais drivers e valores da construção modular	8
3. Principais métodos de construção modular	11
4. Materiais e composições	14
5. Normas aplicáveis	22
Consulta recomendada	28
Referências	30

1. Contexto histórico

A história da construção modular remonta a várias décadas e tem suas raízes em diferentes contextos e setores da indústria. A construção modular envolve a fabricação de componentes de construção em uma instalação controlada e sua montagem subsequente no local de construção. Esse método oferece vantagens como **eficiência de tempo, redução de custos e maior controle de qualidade**.

Vamos explorar um pouco mais a história desse conceito.

Origens Iniciais

As raízes da construção modular podem ser rastreadas até o século XIX, quando as peças pré-fabricadas começaram a ser usadas em edifícios e estruturas. Durante o século XIX, peças pré-fabricadas de ferro fundido eram usadas para criar edifícios e pavilhões em feiras mundiais e exposições industriais. Uma das passagens que mais renderam holofotes para a pré-fabricação e aos métodos de construção industrializada foi a construção do hospital Renkioi na atual Turquia.

Em 1854, a Grã-Bretanha entrou na Guerra da Criméia e o antigo quartel turco Selimiye em Scutari tornou-se o Hospital do Exército Britânico. Homens feridos contraíram doenças – incluindo cólera, disenteria, febre tifoide e malária – devido às más condições lá. Em fevereiro de 1855, Isambard Kingdom Brunel foi convidado pelo Subsecretário Permanente do Ministério da Guerra, Sir Benjamin Hawes, para projetar um hospital pré-fabricado para uso na Crimeia, que poderia ser produzido na Grã-Bretanha e ser transportado, por mais de 6.000 quilômetros, por uma embarcação para montagem rápida em um local ainda a ser escolhido.

Brunel inicialmente projetou uma enfermaria para abrigar 50 pacientes, com 90 pés (27 m) de comprimento por 40 pés (12 m) de largura, dividida em duas enfermarias hospitalares. Este módulo hospitalar poderia ser repetido dezenas de vezes para atender as demandas do Império. Todo o kit de peças do Renkioi chegou ao local em maio de 1856 e, em julho, estava pronto para receber seus primeiros 300 pacientes. Em dezembro daquele mesmo ano atingiu sua capacidade total, de 1.000 leitos.

Crescimento no Pós-Guerra

Após a Segunda Guerra Mundial, a demanda por habitações acessíveis e rápidas levou ao aumento do uso da construção modular. Casas pré-fabricadas e móveis ganharam popularidade nos Estados Unidos e em outros lugares como uma solução rápida para lidar com a falta de moradias.

Construção Modular Industrializada

Nas décadas de 1950 e 1960, houve um foco crescente na industrialização da construção, com empresas explorando a fabricação em massa de componentes de construção padronizados. O objetivo era melhorar a eficiência e a qualidade da construção.

Avanços Tecnológicos

Com o avanço da tecnologia, a construção modular começou a incorporar inovações como materiais mais leves, isolamento térmico eficiente e sistemas de automação para fabricação. Isso permitiu maior flexibilidade de design e adaptação a diferentes usos.

Construção Modular em Grandes Projetos

A construção modular começou a ser usada em projetos de maior escala, como edifícios de escritórios, escolas, hospitais e hotéis. A capacidade de fabricar componentes em um ambiente controlado, enquanto o local de construção estava sendo preparado, permitiu a conclusão mais rápida dos projetos.

Sustentabilidade e Eficiência

À medida que a consciência ambiental aumentava, a construção modular também foi reconhecida por suas vantagens sustentáveis. O desperdício de materiais é reduzido na fabricação em comparação com os métodos de construção tradicionais, e o uso eficiente de recursos é enfatizado.

Tecnologias Modernas e Design

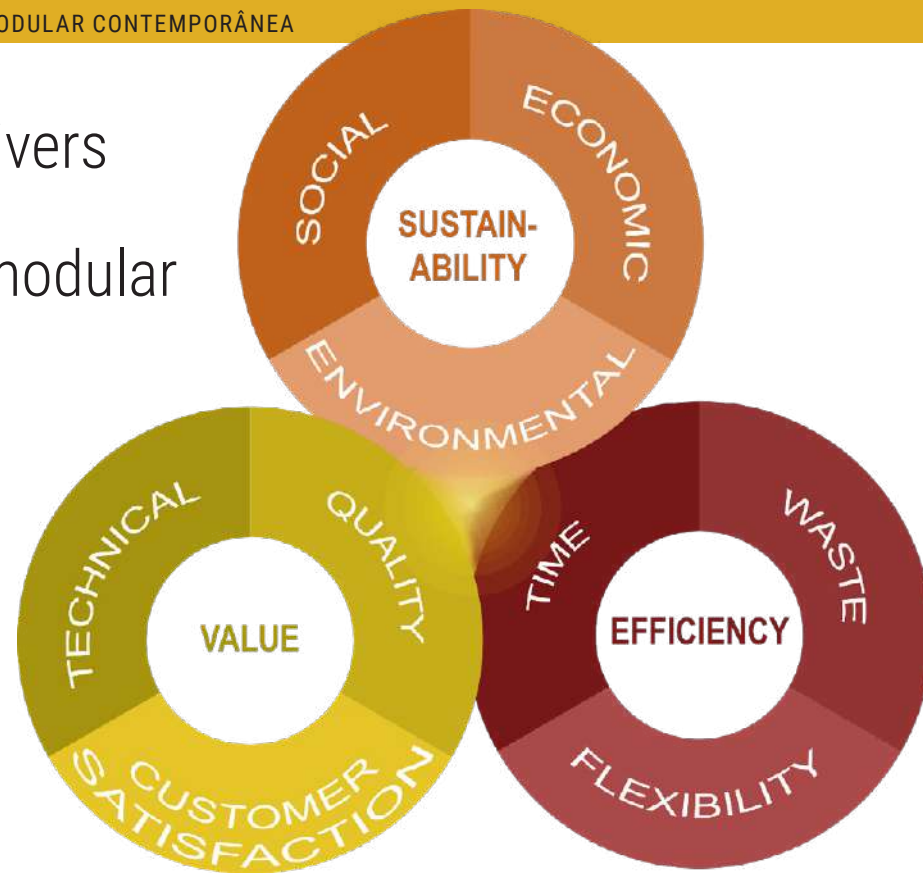
A introdução de tecnologias de modelagem 3D, análise estrutural avançada e simulação tem permitido um design mais preciso e otimizado dos módulos, resultando em estruturas mais eficientes e visualmente atraentes.

Tendências Futuras

A construção modular continua evoluindo, com maior adoção de tecnologias como realidade virtual e realidade aumentada para planejamento e design, além de integração de sistemas inteligentes para controle de energia e automação.

No geral, a história da construção modular é uma narrativa de crescimento constante, impulsionada por avanços tecnológicos, necessidades sociais e uma busca contínua por métodos de construção mais eficientes e sustentáveis.

2. Principais drivers e valores da construção modular



O ambiente fabril proporciona um local de trabalho mais limpo e seguro. A produção é mais eficiente e o desempenho é aprimorado, com conseqüente redução de custos. O ambiente da fábrica garante maior qualidade, comportamento mais previsível do produto, melhor desempenho e poucos defeitos, tendo,

como conseqüência, uma maior satisfação do cliente. O uso otimizado de materiais e a possibilidade de realizar algumas operações de modo simultâneo permitem economia de tempo e redução de desperdícios. Além disso, o uso de BIM (Modelagem de Informação da Construção)¹ garante flexibilidade.

1. BIM é a automação de um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. É um processo baseado em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, integradas entre si por procedimentos.

2.1. Vantagens desse método de construção

A construção modular oferece diversas vantagens em comparação com os métodos tradicionais de construção. Algumas delas são:

1 Eficiência de tempo

A construção modular é geralmente mais rápida do que a construção tradicional, pois a fabricação de componentes ocorre simultaneamente ao trabalho no local. Isso pode reduzir significativamente o tempo total necessário para concluir um projeto.

3 Redução de custos

A construção modular pode reduzir os custos totais do projeto, uma vez que a produção em massa de componentes e a eficiência no uso de materiais podem levar a economias significativas.

2 Qualidade controlada

Os componentes são fabricados em ambientes controlados, permitindo um maior monitoramento da qualidade dos materiais e da mão de obra. Isso resulta em produtos mais consistentes e menos propensos a defeitos.

4 Sustentabilidade

A fabricação em ambientes controlados pode reduzir o desperdício de materiais e a poluição do local de construção, tornando a construção off-site uma opção mais sustentável.

5 Menor impacto no local

A construção modular resulta em menos ruído, poeira e perturbações no local de construção, o que é especialmente benéfico em áreas urbanas densamente povoadas.

6 Flexibilidade de design

Os componentes pré-fabricados podem ser projetados e configurados de várias maneiras, permitindo uma maior flexibilidade no design do edifício e na personalização de acordo com as necessidades do cliente.

7 Minimização de riscos climáticos

Como a maior parte da fabricação ocorre em ambientes fechados, a construção off-site é menos suscetível a atrasos causados por condições climáticas adversas.

8 Menor dependência de mão de obra no local

A construção modular exige menos trabalhadores no local, o que pode reduzir os desafios associados à disponibilidade de mão de obra.

9 Maior previsibilidade

A fabricação em ambientes controlados permite um planejamento mais preciso e previsível do cronograma do projeto.

10 Facilidade de expansão ou remanejamento

Os edifícios modulares podem ser facilmente expandidos, modificados ou desmontados e transportados para outro local, o que oferece uma maior adaptabilidade a mudanças futuras.

No entanto, é importante notar que a construção modular também apresenta desafios, como a necessidade de planejamento detalhado, coordenação entre diferentes partes do projeto e transporte eficiente dos componentes para o local de montagem. Portanto, a escolha entre construção modular e métodos tradicionais deve ser baseada nas características específicas do projeto e nas necessidades do cliente.

3. Principais métodos de construção modular

Sistemas painelizados



Sistemas volumétricos



Elementos e Componentes



Sistemas híbridos



Fonte: acervo autores

Em geral, os métodos consideram qualquer material típico de construção civil, como concreto, aço, madeira, compósito e outros

3.1. Framework geral da construção modular

Independentemente do método a ser aplicado, a construção modular requer atenção para:

Detalhamento do projeto

O processo de projeto para sistemas de construção modular é frequentemente referido como ambiente 'pré-construído'. Destaca-se a importância de antecipar e prever todas as interfaces e etapas da construção ANTES da fabricação dos elementos. Entenda que, na construção modular, tudo precisa ser concebido de maneira integral, subdividido em etapas unitárias de fabricação e montagem (elementos, painéis ou módulos), que, for fim, serão unificados no local de instalação, perfazendo o projeto completo. Ou seja, o risco da fase de projeto é muito maior que o tradicional.

Ao projetar de acordo com os princípios do DfMA (*Design for manufacture and assembly*), os seguintes aspectos devem ser considerados:

- Processo de fabricação e limitações de tamanho padrão;
- Tolerâncias dimensionais do sistema escolhido;
- Restrições de transporte;
- Processo de montagem;
- Cadeia de mantimentos;
- Capacidade de fabricação;
- Restrições específicas do terreno.

Fabricação

É a criação de elementos em um ambiente de fábrica, antes de ser transportado e montado no local. A fábrica fornece um ambiente controlado com alguns benefícios inerentes, como consistência de processo, independência de condições climáticas adversas, eficiência aprimorada e desperdício reduzido. Em fábrica, as atividades geralmente podem ser separadas por estações de trabalho. É importante entender quais atividades precisarão de projetos específicos para sua atividade.

Logística

A logística pode ser definida como o ponto de conexão entre as atividades de fábrica e montagem. Na construção modular, a logística pode pré-definir todo o projeto, a fabricação e a montagem. Entra no

processo uma nova dimensão de análise técnica e financeira. É fundamental conhecer basicamente os sistemas de transporte, as limitações viárias e quais aspectos de transporte e içamento irão afetar o projeto estrutural.

Montagem

A montagem refere-se à instalação dos módulos em seu local designado no projeto e conexão com a estrutura restante. Conforme o nível de industrialização alcançado na fábrica, a montagem varia desde a implantação de elementos volumétricos totalmente acabados em fábrica, que requerem pouco trabalho adicional, até a instalação de painéis abertos ou subconjuntos que precisam ser completados com revestimentos internos/externos, janelas e portas e instalações.

4. Materiais e composições

De maneira geral, diversos materiais podem ser empregados na construção modular. Com o crescimento da indústria química no âmbito da cadeia da construção, muitos materiais compósitos também têm tido participação no modular recentemente. Porém, **o aço, o concreto e a madeira**,

são os principais sistemas utilizados hoje no mercado brasileiro e mundial. Portanto, analisaremos os aspectos gerais a levar em consideração, para projetos modulares com o uso destes três materiais como sistema básico para a construção.

Aço



- Particularmente adequado para projetos de grande escala, nos quais grandes vãos precisam ser cobertos.
- Método 'seco': resulta em um ambiente de trabalho limpo e uma montagem rápida no local.



- O transporte pode se tornar um desafio.
- Os componentes não podem ser facilmente modificados.
- O aço tem uma alta condutividade térmica: o projeto detalhado e a instalação de isolamento precisam ser particularmente precisos para evitar pontes térmicas.



- A corrosão é um risco.

Madeira



- Altas credenciais ambientais (por exemplo, captura de carbono).
- Bom desempenho térmico e estanqueidade.



- Atenção especial deve ser dada ao projetar e trabalhar com madeira devido as suas propriedades naturais (geometria, umidade, variações de espécie, tratamentos).



- Regulamentos contra incêndio que prescrevem o uso de materiais não combustíveis devem ser considerados.

Concreto



- Elimina a necessidade de construção "molhada" com tempos de cura associados.
- Oportunidade para edifícios com requisitos especiais de segurança e durabilidade (presídios, infraestrutura etc.).
- Nenhuma barreira cultural no país.



- Os componentes são pesados: riscos à saúde e à segurança associados.
- Geralmente inclui apenas a estrutura de concreto (baixo nível de industrialização).



- Dificuldade com transporte: locais remotos e/ou distantes podem se tornar uma barreira.

Figura 1 - Exemplos de chapas estruturais de madeira



Fonte: acervo autores

4.1. Chapeamento estrutural

Existe uma variedade muito grande de materiais para chapeamento estrutural para elementos de piso, parede e cobertura, em construções modulares. No Brasil, com base na norma de *Steel Framing* e na norma de Estruturas Metálicas, publicadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), não são admitidos, no dimensionamento, a contribuição para travamento de estrutura com chapas de madeira. Por isso, é comum ver treliças

entre montantes nos painéis de parede em obras de *Steel Framing*. Também são usuais as barras e fitas metálicas diagonais. Já no *Wood Framing*, o contraventamento pode ser feito com chapas de madeira, podendo ser usadas chapas OSB (*Oriented Strand Board*), chapas de compensado (*Plywood*), e, até mesmo, tábuas de madeira fixadas na horizontal (construção *Light Wood Framing* tradicional).

Figura 2 - Camadas de parede



Fonte: elaboração própria dos autores e acervo autores

4.2. Camadas de parede

Diversas são as possibilidades de configuração e composição de materiais para atingir diferentes requisitos e níveis de desempenho:

- Estrutural;
- Durabilidade;
- Estanqueidade;
- Acabamento;
- Isolamento térmico;
- Isolamento acústico;
- Resistência ao fogo.

Tais requisitos devem ser considerados em relação ao tipo parede (vedação vertical interna/externa) e o tipo de edificação. Para atingir um determinado TRRF (tempo requerido de resistência ao fogo), conforme especificado nas Instruções Técnicas dos Corpos de Bombeiros militares estaduais, pode-se ter, por exemplo, uma camada simples de gesso acartonado ST 12,5mm, de cada lado da parede, para um TRRF de 30min e até camada dupla de gesso acartonado RF 15mm, de cada lado da parede, para um TRRF de 120min.

Como acabamento externo, as possibilidades são inúmeras. As mais usuais são placas cimentícias (ou de fibrocimento), placas de gesso tipo Glassroc, EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*), decks de diferentes materiais, *basecoating*, placas de materiais reciclados, madeira plástica, siding vinílico, ACM (*Aluminium Composite Material*), chapas metálicas, painéis isolantes (painel sanduíche), painéis de cimentícia e XPS (poliestireno extrudado) ou

outro material isolante. Na escolha de solução de revestimento externo, em construções modulares, é importante considerar questões como praticidade de execução, necessidade de mão de obra qualificada para instalação, necessidade de arremates entre os módulos durante a montagem, durabilidade, aspecto estético, manutenibilidade etc.

Internamente, as opções também são muitas. Quando são usados painéis isolantes como paredes (painéis sanduíche), geralmente a face interna do painel já é o acabamento. Caso a parede seja estruturada em frames (metálicos, de madeira) é muito usual utilizar chapeamento em OSB ou compensado, em gesso acartonado, diretamente em MDF.

Importante considerar que, a depender das camadas da parede, considerando o material de acabamento externo, estrutural, chapas estruturais e chapas de acabamento, pode ou não ser necessário ainda agregar mantas de isolamento para se atingir o desempenho termoacústico desejado.

Figura 3 - Estrutura de piso em treliças de *Steel Framing*



Fonte: Renato Rayol. Disponível em renatorayol.blogspot.com/2013/05/novas-fotos-da-estrutura-da-laje.html

4.3. Camadas de piso

Estruturalmente, as composições de pisos são igualmente diversas. São utilizadas peças inteiras como barrote de madeira (usualmente, bitolas 45x140, 45x190 e 45x240), barras de aço de diferentes bitolas (de *Steel Framing*, metalon, Perfis de chapa dobrada) ou também em composições de treliças, vigas-I, madeira engeheirada, ou uma combinação dessas soluções. Atualmente, as estruturas mistas são uma das grandes novidades da construção modular.

Importante aqui se considerar como serão distribuídas as instalações pela estrutura de piso, sobretudo as instalações de esgoto, devido ao quanto de espaço consomem. Podem ser adotadas basicamente duas estratégias:

- Tubulações embutidas na estrutura, através de furação dos elementos da estrutura (conforme previsto no dimensionamento) ou por entre as treliças;
- Tubulações embutidas no “entre-forro”, rebaixadas em relação à estrutura e ocultas por um forro.

Sobre a estrutura de piso, são utilizadas também diversos tipos de chapeamento, como os já mencionados, assim como no forro.

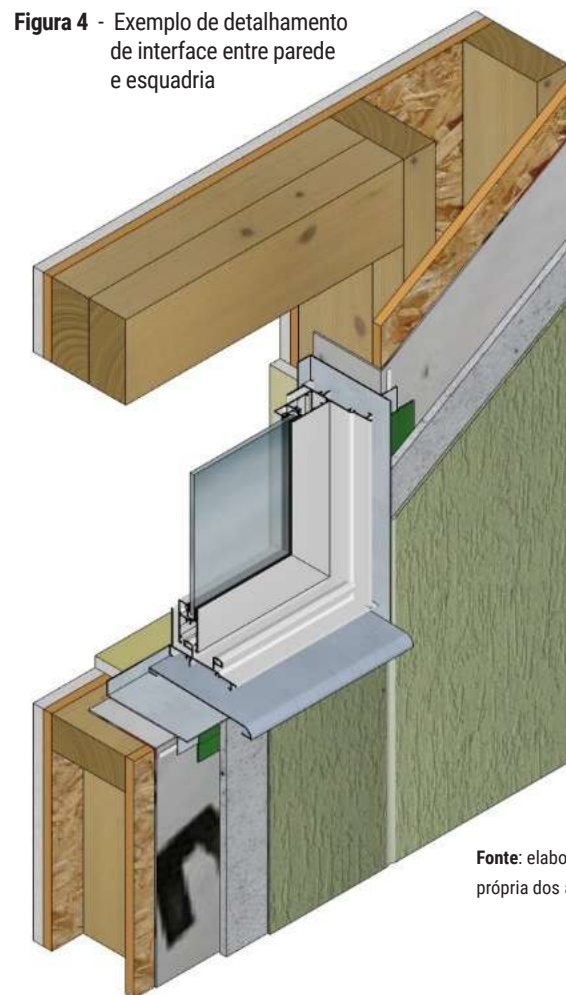
Em construções residenciais em sistema painelizado, é ainda muito usual a execução de um contrapiso (de argamassa de cimento e areia, ou de concreto usinado – ambos com reforços em tela metálica ou fibras sintéticas) com intenções de: nivelamento; isolamento acústico; proteção contra o fogo e substrato para impermeabilizações. Em construções modulares volumétricas, em 3D, o contrapiso é muito menos usual. Nesse caso, são utilizados chapeamentos “secos”, como painel wall ou cimentícias de >20mm de espessura. Nas áreas molhadas, é comum executar rebaixos para impermeabilizações e execução de caimentos.

4.4. Esquadrias

Qualquer tipo de esquadria pode ser usado em construções modulares DESDE QUE suas interfaces sejam consideradas e detalhadas no projeto executivo e nos processos produtivos. Problemas no projeto e execução na interface entre esquadrias e vãos de parede estão entre os comuns, e que geram mais reclamação, em construções modulares. Isso resulta em infiltrações e danificações nos materiais de acabamentos internos e externos.

Considerando isso, são geralmente utilizadas soluções comumente chamadas de “*flashing*”, que pode ser traduzida em “vedações”. Tais soluções são compostas por mantas flexíveis, membranas líquidas e/ou perfis metálicos em diversos sistemas de aplicação e visam garantir que qualquer água ou umidade que porventura infiltre por entre os perfis dos caixilhos da esquadria possam escoar de forma natural para fora da edificação, seja ela uma construção definitiva ou um módulo volumétrico provisório. O uso de pingadeiras (metálicas, de madeira, plásticas, de pedras) em peitoris e em vergas também são boas soluções e contribuem para o objetivo da estanqueidade.

Figura 4 - Exemplo de detalhamento de interface entre parede e esquadria



Fonte: elaboração própria dos autores

5. Normas aplicáveis

5.1. NBR 16936 – Edificações em *Light Wood Frame*

Light Wood Frame (LWF) são sistemas construtivos estruturados por peças leves de madeira maciça serrada ou produto derivado de madeira, com fechamentos em chapas unidas às peças de madeira, formando painéis com resistência e rigidez aplicadas tanto no plano do painel quanto perpendicular a ele (ver Figura 2).

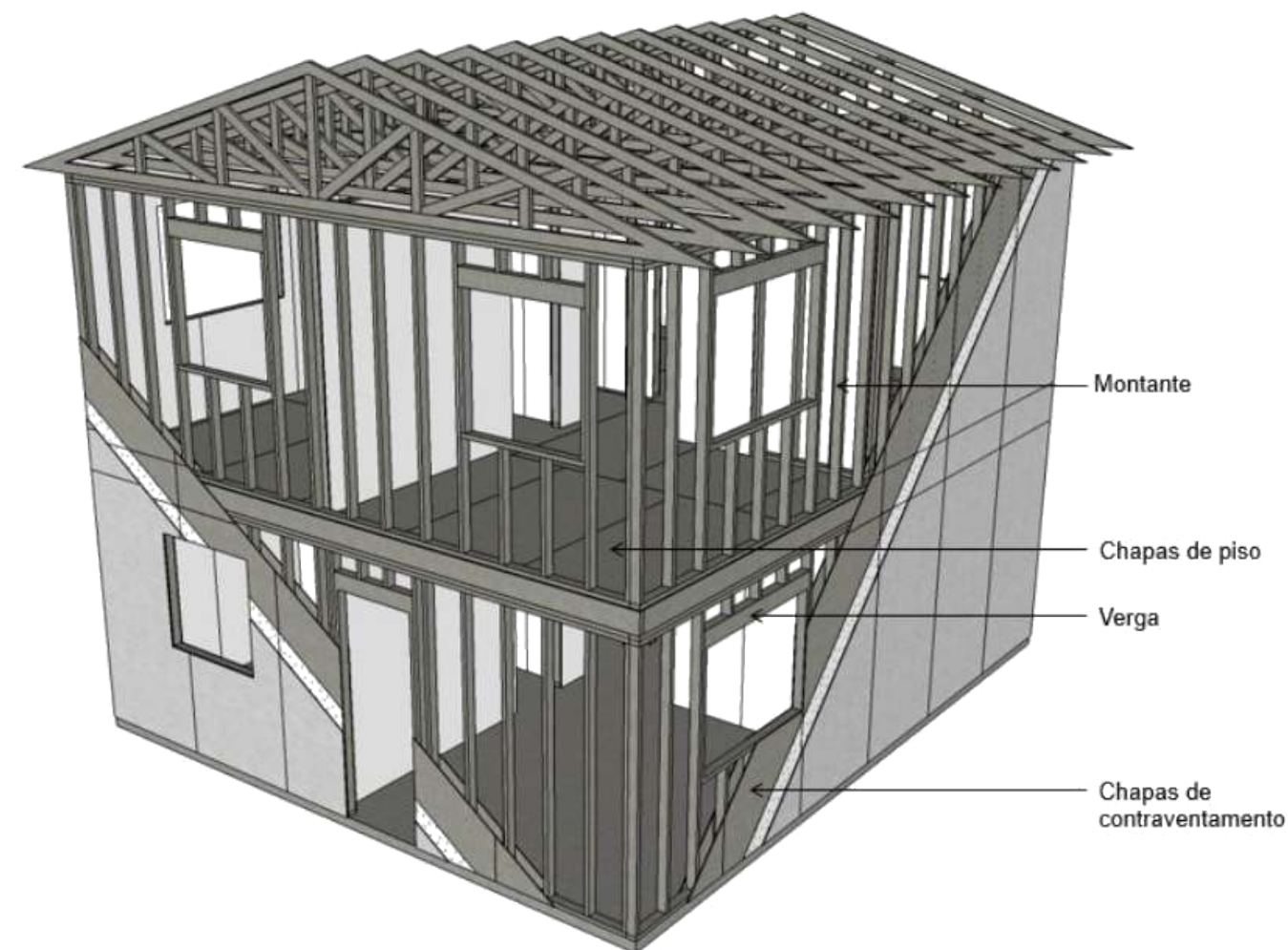
Esta norma fornece as diretrizes e condições de projeto e execução para sistema construtivo *Light Wood Frame* constituído por elementos estruturais em painéis de pisos, de paredes e de coberturas, compostos por peças leves de madeira (ossatura) e fechamentos em chapas com função de contraventamento, função de vedação e revestimento.

A nova norma de *Light Wood Framing* recentemente publicada representa um enorme avanço para esse tipo de construção. Agora, o sistema construtivo não pode mais ser considerado como inovador ou

alternativo. Isso vai facilitar opções de crédito para construções, para disseminar seu ensino nas universidades e para favorecer o surgimento de novos fornecedores de materiais e serviços.

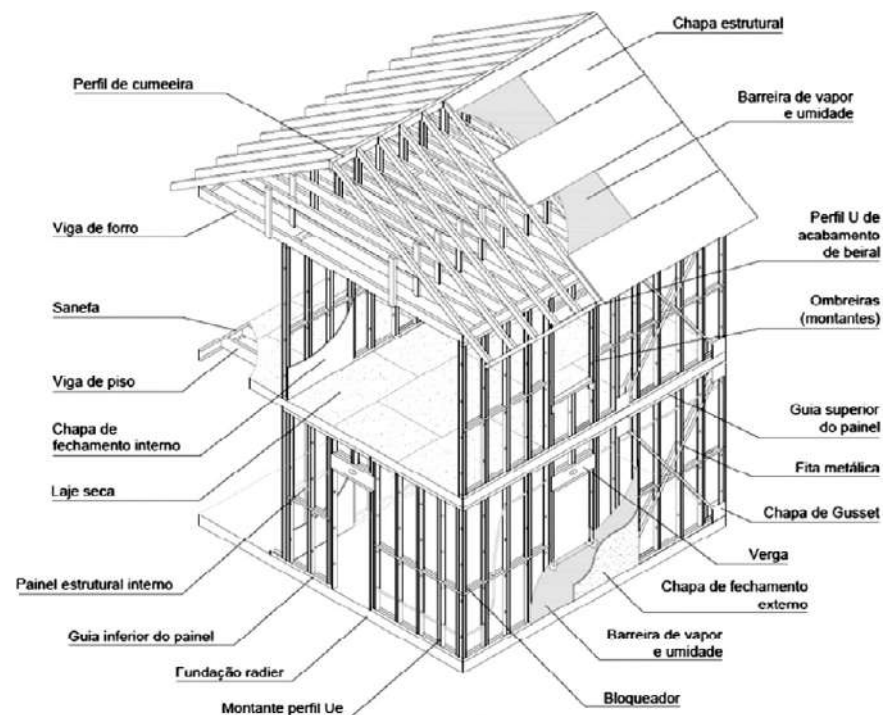
No entanto, a norma hoje se limita a edificações residenciais unifamiliares ou comerciais de pequeno porte de até dois pavimentos. Outro ponto importante é que a norma estabelece diretrizes gerais sobre o sistema construtivo, porém não especifica (não dá a “receita do bolo”) composições de parede, piso e cobertura que atendam aos níveis de desempenho requeridos pela NBR 15575 – Norma de Desempenho – nos quesitos acústico e térmico, sendo necessário o desenvolvimento de FADs (Fichas de Avaliação de Desempenho), a exemplo do que os DATecs oferecem, com tais composições de elementos para paredes, por exemplo, paredes externas, internas, de geminação etc.

Figura 5 - Esquema 3D de uma edificação de dois pavimentos em *Light Wood Frame*



Fonte: ABNT NBR 16936

Figura 6 - Desenho esquemático dos componentes do Sistema *Light Steel Framing*



Fonte: ABNT NBR 16936

5.2. ABNT NBR 16970 - *Light Steel Framing*

Light Steel Framing (LSF) são sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas.

A norma de *Steel Framing*, publicada em 2022, representa também um avanço para as construções “a seco” no país. Atualmente, o *Steel Framing* já é reconhecido e uma opção normal de sistema construtivo em financiamentos da Caixa Econômica Federal.

A norma ABNT NBR 16970 é dividida em **três partes**:

1 Desempenho

Define os requisitos para os componentes e desempenho para o sistema *Light Steel Framing*, além de determinar os usos para edificações residenciais e não residenciais. Assim como a norma de *Light Wood Framing*, ela refere-se a edificações de até dois pavimentos. Aborda os principais elementos que compõem uma edificação em LSF: elementos de fundação; componentes e elementos estruturais; componentes de fechamento e revestimento da vedação vertical; componentes de fechamento da vedação horizontal; isolante; barreiras de vapor e umidade; desempenho.

2 Projeto estrutural

Esta parte da norma estabelece os requisitos gerais para projeto e o dimensionamento das estruturas de aço que fazem parte do sistema. Explica características do sistema e sobre o alinhamento de painéis, além de:

- Excentricidades toleradas;
- Estrutura de cobertura;
- Conceituação da estrutura LSF para cobertura;
- Requisitos do projeto;
- Avaliação de conformidade do projeto;

- Memorial de cálculo;
- Desenhos do projeto;
- Análise e dimensionamento da estrutura e seus elementos.

Além disso, esta parte da norma discorre e traz requisitos para materiais, ancoragens, resistência e rigidez das contenções, deslocamentos máximos e vibrações em pisos.

3 Interfaces entre sistemas

Estabelece os requisitos e detalhes construtivos para interfaces entre os sistemas como entre paredes e pisos, externos e internos, entre paredes e esquadrias, entre paredes ou pisos e instalações. Para garantir um bom desempenho e durabilidade, os projetos devem seguir os detalhes construtivos e interfaces entre os sistemas, que são:

- Paredes e esquadrias;
- Paredes, instalações e fundação;
- Sistemas mistos;
- Parede e laje;
- Fixações de elementos construtivos.

A norma traz, ainda, informações importantes referentes a usos especiais, como utilização do sistema no revestimento de churrasqueiras, lareiras e ambientes de agressividade alta, bem como sistemas de impermeabilização.

5.3. Outras normas

ABNT NBR 6355:2012

Essa norma trata da padronização dos procedimentos com os **perfis estruturais de aço formados a frio**, com seção transversal aberta. Ao verificar o documento, você encontra todos os requisitos para a construção com steel frame no que está relacionado ao contato com a matéria-prima em questão.

ABNT NBR 14715:2010

Essa norma especifica os requisitos para as **chapas de gesso acartonadas (drywall)** destinadas à execução de paredes, forros e revestimentos internos nas obras com *steel* ou *wood frame*.

ABNT NBR 14762:2010

A norma descreve os requisitos básicos que devem ser respeitados no que se refere ao **dimensionamento, em temperatura ambiente, de estruturas de aço formadas a frio**, constituídas por chapas ou tiras de aço-carbono ou aço de baixa liga, conectadas por parafusos ou soldas, empregadas na base estrutural de edifícios.

ABNT NBR 15217:2018

A norma estabelece os requisitos e os métodos de ensaio para os **perfilados de aço utilizados nos sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall**, destinados a montagens de paredes, forros e revestimentos internos não estruturais. Apesar de não ser regra, em alguns casos, é possível combinar esses métodos de preenchimento nas construções com *steel frame*.

ABNT NBR 15253:2014

Essa norma orienta os processos que envolvem **perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações**. Nas especificações estão contidos os métodos de ensaio e os requisitos gerais destinados ao manejo com os materiais citados. Como exemplo, podemos citar a execução de paredes com função estrutural, as estruturas de entrespisos, de telhados e de fachadas das edificações, nas quais se insere o sistema steel frame.

ABNT NBR 15498:2016

O documento determina os requisitos e os métodos de ensaio, assim como as condições de recepção das **placas de fibrocimento reforçadas com fibras, fios, filamentos ou telas**, com exceção de fibras de amianto. No sistema construtivo steel frame, é importante que o profissional responsável pelo projeto cumpra todas as especificações relacionadas aos materiais empregados no fornecimento de energia. Portanto, não dá para ignorar a norma.

Recomendamos a consulta, também, das seguintes normas da ABNT:

[NBR 7190](#) - Projeto de estruturas de madeira

[NBR 16143](#) - Preservação de madeiras

[NBR 15575](#) - Norma de Desempenho

[NBR 6211](#) - Corrosão atmosférica

[NBR 14432](#) - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações

Consulta recomendada

A seguir, listamos algumas fontes de consulta sobre o tema.

LEITURA:

CLT Diaphragm Design Guide

Disponível em [woodworks.org/resources/CLT-diaphragm-design-guide](https://www.woodworks.org/resources/CLT-diaphragm-design-guide)

CAD & Revit Details

Disponível em [woodworks.org/cad-revit](https://www.woodworks.org/cad-revit)

Codes & Standards

Disponível em [woodworks.org/tools-guides/codes-standards](https://www.woodworks.org/tools-guides/codes-standards)

Light-Frame

Disponível em [woodworks.org/learn/light-frame](https://www.woodworks.org/learn/light-frame)

Mass Timber / CLT

Disponível em [woodworks.org/learn/mass-timber-clt](https://www.woodworks.org/learn/mass-timber-clt)

FP Innovations

Disponível em [web.fpinnovations.ca/publications](https://www.fpinnovations.ca/publications)

2023 Global Construction Survey : Familiar challenges – new approaches

Disponível em bit.ly/KPMG_2023

Buildoffsite Publications

Disponível em buildoffsite.com/publicationsguidance/publications

Introduction to Commercial Modular Construction

Disponível em modular.org/college-course

VÍDEOS:

Can Factory-Built Homes Help Solve The Housing Crisis?

Disponível em bit.ly/YouTube_CNBC

Build Show – Canal de Matt Risinger

Disponível em youtube.com/@buildshow

ELK Fertighaus: Ein Blick in die Produktionsanlage – Canal da ELK

Disponível em bit.ly/ELK_canal

Japan Technologies House Construction – Canal da Orient Media Production

Disponível em bit.ly/OrientMedia_canal

The Genius of 2x4 Framing – Canal de Stewart Hicks

Disponível em bit.ly/StewartHicks_canal

DOCUMENTOS:

DIRETRIZ SINAT N° 005 Revisão 03. Biblioteca do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

Disponível em bit.ly/sinat005

DATec n° 020 E – Biblioteca do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

Disponível em bit.ly/DATec020

Referências

Editors of Fine Homebuilding. **Framing Floors, Walls & Ceilings** (For Pros by Pros). Taunton Press, 2015

HAUN, Larry. **The Basics of Carpentry**. Taunton Press, 1999

HAUN, Larry. **The Very Efficient Carpenter**: Basic Framing for Residential Construction. Taunton Press, 1998

HAUN, Larry; LAURENCE, Vincent; SNYDER, Tim. **Habitat for Humanity**: How to Build a House. Taunton Press, 2008

THALLON, Rob. **Graphic Guide to Frame Construction**: Fourth Edition, Revised and Updated (For Pros by Pros). Taunton Press, 2016

WING, Charlie. **The Visual Handbook of Building and Remodeling**. Taunton Press, 2018



Fundada em 1973, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (**AsBEA**) é uma entidade independente, de abrangência nacional, sediada na cidade de São Paulo. Única na representação da atividade empresarial, que congrega empresas de arquitetura e fornecedoras de produtos e serviços, do setor da construção civil.

Tem como papel contribuir para a contínua evolução no campo da arquitetura, para a valorização da sua importância no desenvolvimento urbano e na melhoria qualitativa da construção civil do país. O estatuto prevê a existência de regionais, já sediadas no Rio Grande do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo, Ceará, Amazonas, Santa Catarina, Minas Gerais, Goiás e Pernambuco que obedecem a um estatuto social único, mantendo, no entanto, autonomias financeira e operacional.

Em Santa Catarina, a regional da AsBEA foi fundada em 2006 com adesão de oito escritórios, com a missão de buscar o fortalecimento da atividade empresarial profissional no estado, o reconhecimento, a regulamentação e o relacionamento comercial dos arquitetos com a indústria, com o dever de zelar pela qualidade do exercício da arquitetura e do urbanismo e realizar um trabalho com seriedade e ética.

O foco da **AsBEA-SC** volta-se, principalmente, para assuntos relacionados à arquitetura e ao urbanismo, mas também de outros que se conectam indiretamente a profissão, que contribuam para a formação. A troca de conhecimentos, experiências e vivências são sempre temas em voga, trazendo novas ideias e inspirações, mantendo a conexão com a realidade do momento e com as soluções importantes que têm sido discutidas na profissão.

A AsBEA/SC é uma rede de relacionamento onde os arquitetos, juntos, fazem a diferença!

Cartilha Capacitação Arquitetos e Urbanistas

CONSTRUÇÃO MODULAR CONTEMPORÂNEA

CONTEÚDO

Pedro Virmond Moreira
Arquiteto e urbanista

Felipe Basso
Engenheiro Civil

CONCEPÇÃO GRÁFICA

Eduardo Faria
Officio

DIAGRAMAÇÃO

Alex Martins

EDIÇÃO

Letícia Wilson
Santa Editora

Publicação produzida como apoio de conteúdo do projeto Capacitação e Aperfeiçoamento do Profissional Arquiteto e Urbanista idealizado pela Comissão de Organização, Administração e Finanças (COAF) do Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Santa Catarina (CAU-SC) conforme Chamamento Público n 01/2023 para seleção de Organizações da Sociedade Civil (OCSs) parceiras para a execução do projeto, do qual a AsBEA-SC foi contemplada.

Distribuição gratuita. Venda e reprodução proibidas.
Copyright 2023 CAU/SC
Todos os direitos reservados.



secretaria@asbeasc.org.br
www.asbeasc.org.br

DIRETORIA GESTÃO 23/24

PRESIDENTE

Ronaldo Matos Martins - ATO9 Arquitetura

VICE-PRESIDENTE ADMINISTRATIVO FINANCEIRO

Patrícia Moschen

MM Arquitetura Conectada

Luana Cristina de Bortoli D'Agostini (suplente)

Vivaplan Arquitetura

VICE-PRESIDENTE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS

Douglas Goulart Virgílio

Ocabrasil Arquitetura e Construção

Ricardo Martins da Fonseca (suplente)

PSF Arquitetura

VICE-PRESIDENTE EVENTOS

Andrea Hermes Silva

AT Arquitetura

Roberta Ghizoni (suplente)

MOS Arquitetos Associados

VICE-PRESIDENTE COMUNICAÇÃO

Maria Aparecida Cury Figueiredo

Cury Figueiredo Arquitetura e Execução de Obras

Marina Makowiecky (suplente)

Allume Arquitetura de Iluminação

DIRETORIA DE INOVAÇÃO

Maria Andrea Triana Montes

DUX Arquitetura e Engenharia Bioclimática

Ana Carolina Melo da Silva (suplente)

ELO Arquitetos

CONSELHO DELIBERATIVO

Henrique Pimont

Pimont Arquitetura

Luiz Eduardo de Andrade

Arquidois Arquitetura e Interiores

André Lima de Oliveira

Studio Methafora

CONSELHO FISCAL

José Angelo Casagrande Mincache

Bittencourt & Mincache Arquitetura

Allan George Soares Cherighini

Progetta Studio de Arquitetura e Interiores

Eliane Castro

Queiroz e Castro Arquitetura



CAU/SC

Conselho de Arquitetura
e Urbanismo de Santa Catarina

**AS
BEA**

SC ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DOS
ESCRITÓRIOS DE
ARQUITETURA