

PROJETO DE EDIFICAÇÕES UTILIZANDO PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS:

Análise comparativa entre o método construtivo convencional e o modular na

Engenharia Civil

Arthur Morgan Pires¹

Profa. Dra. Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

Este trabalho faz uma análise comparativa entre o método construtivo convencional e o modular na Engenharia Civil. Tal abordagem se justifica devido aos altos custos e geração de resíduos oriundos da construção civil. O objetivo desta pesquisa consistiu em uma investigação de outros métodos construtivos que possam atender às necessidades de moradia, não comprometendo a qualidade, a resistência e a segurança da edificação. Dentre os métodos já existentes, o escolhido foi o modular com a utilização de painéis pré-fabricados com estrutura de aço. Esta tarefa foi possível através de pesquisa bibliográfica, incluindo materiais de empresas e arquitetos, bem como o estudo comparativo de um projeto tipo feito com duas empresas, uma no sistema convencional e outra com o sistema modular. A análise evidenciou que o sistema construtivo modular é mais oneroso, porém possui previsibilidade orçamentária, sem custos extras e mais rápido de ser executado em comparação com o sistema convencional em alvenaria. Mostrou também que o profissional da área de construção civil precisa ponderar sobre a viabilidade antes de fornecer um novo método construtivo e escolher junto com seu cliente o que for recompensador em termos de cronograma e orçamento.

Palavras-chave: Construção. Arquitetura. Modular. Pré-fabricado.

1 INTRODUÇÃO

O segmento da construção civil vem passando por importantes transformações. Uma delas é o alto crescimento tecnológico difícil de acompanhar, desde a concepção do projeto realizado em realidade aumentada até o desenvolvimento de novos materiais e processos construtivos. (ROSA et al., 2018, p. 2) Além disso, enfrenta grandes desafios como: escassez de matérias primas, o alto custo dos materiais de construção e falta de mão de obra especializada, o que torna difícil controlar os custos e fornecer moradias de acordo com as demandas de mercado.

O objetivo desta pesquisa consistiu em uma investigação de outros métodos construtivos que possam atender às necessidades de moradia, não comprometendo a

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG.

² Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutora em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG.

qualidade, a resistência e a segurança da edificação. Dietz (2021) esclarece que a construção de uma residência não visa atender somente a necessidade de moradia em si, mas deve fazer com que o usuário se sinta confortável e aconchegado em seu lar. Fica evidente principalmente no Brasil que para atender tal necessidade de moradia, métodos convencionais de construção, que envolvem alvenaria, são amplamente utilizados e mais acessíveis, mas não garante, na maioria das vezes, o bem-estar desejado. Isso é comprovado pelas inúmeras construções sem o devido acabamento ou revestimento, seja por problemas da própria construção, como atrasos e desperdícios de materiais, e por problemas do proprietário, como falta de experiência e falta de orçamento para completar a obra. Levando em conta essas dificuldades e outros fatores abordados nesta pesquisa, é possível a aplicação de outros métodos construtivos. O escolhido como base de estudo foi o modular com a utilização de painéis pré-fabricados com estrutura de aço.

Esta pesquisa é importante porque visa contribuir de muitas maneiras para os diversos interessados envolvidos em construção e arquitetura. Os engenheiros civis e arquitetos são orientados sobre outros métodos e materiais de construção além dos já existentes, acrescentando outras alternativas construtivas mesmo diante de um período de incertezas. Quanto à sociedade como um todo, há a possibilidade de serem oferecidas moradias diferenciadas com alternativas de materiais, *design* e ambientes inovadores. Por fim, quanto ao meio ambiente, há a possibilidade de redução no consumo de itens essenciais como a água e areia, redução da geração de resíduos de construção e utilização de energias alternativas como a solar e eólica.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

Os métodos construtivos convencionais, ou seja, aqueles que utilizam como padrão os materiais comuns de alvenaria, como areia, brita, cimento, aço estrutural e água, embora sejam eficientes e seguros, desde que corretamente utilizados, possuem alguns inconvenientes em termos de produtividade e desperdício. Não somente no Brasil, mas em países europeus, como no caso de Portugal, o setor de construção civil tem sido responsável pelo consumo de cerca de 40% de matérias-primas. Quanto ao lixo acumulado, o setor produz 20% a 26% de resíduos que são lançados atualmente em aterros. (PATINHA, 2011)

Nogueira (2020) trazendo um estudo sobre a geração de resíduos de construção e demolição oriundos de canteiros de obras localizados na cidade de Manaus no Amazonas,

conclui que 50% desses resíduos pertencem a classe A, ou seja, resíduos reutilizáveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassas, concretos, tubos, meio-fio, solos de terraplanagem, etc. Se não se estabelecer a correta política de destino desses resíduos, continuarão a ser lançados em aterros sanitários, prejudicando o meio ambiente.

Para a indústria de construção civil do Brasil, foi proposta em 2003 a Agenda 21, um instrumento que tem por principal objetivo o planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável, baseado na conservação ambiental, justiça social e o crescimento econômico. Este instrumento possui propostas como melhoria dos processos produtivos, ocasionando a redução de perdas de materiais; reutilização dos resíduos gerados na construção civil; execução de construções mais duráveis; e conservação através de um programa de manutenção periódicas. Antes de se adotar um sistema construtivo sustentável, alguns fatores devem ser considerados. O primeiro estudo a se fazer deve ser para qual finalidade deseja-se construir, por exemplo, edificações familiares, industriais e comerciais. Em seguida, deve-se escolher um processo produtivo que tenha geração mínima de resíduos. (AMORIM, 2016)

Existe uma importante parceria entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) com o objetivo de propor melhorias para o setor da construção civil, para torná-lo mais inovador, modernizado e competitivo. Embora estas melhorias estejam sendo feitas, ainda há muito o que se fazer, pois é comum a utilização dos métodos convencionais aplicados de maneira inadequada e precariedade de fiscalização. O processo industrializado de construção, que possui como características o controle e o planejamento do fluxo produtivo, é uma solução viável para se aplicar na construção civil, embora seja uma aplicação lenta e desafiadora. Ao se escolher um método construtivo através de itens industrializados, algumas premissas devem ser observadas, como o controle de qualidade que deve acompanhar todo o processo produtivo, desde o planejamento até sua entrega e assistência técnica, incluindo também uma programação de manutenção de acordo com a vida útil do produto oferecido. Além disso, caberá à empresa a especificação e responsabilidade de procedimento de montagem no canteiro de obras. Por isso é importante que o profissional, antes de se fazer o projeto e adotar o sistema, conheça o procedimento das empresas fornecedoras. Assim, o profissional terá melhores condições de oferecer a garantia para o seu cliente. (ABDI, 2015)

Coelli e Dombeck (2018) acrescentam as montagens das divisórias para o uso interno são mais limpas e organizadas, dispensando materiais que possam sujar ou danificar os pisos, como argamassa, gesso, tinta ou tijolos, além de possuir rápida montagem. Fazendo a utilização inteligente de divisórias de vidro, há a possibilidade de aproveitamento de iluminação natural nos cômodos, economizando energia elétrica por iluminação artificial. Por fim, utilizando-se divisórias com núcleo isolante, pode-se reduzir a climatização forçada no ambiente, aumentando o conforto térmico. As desvantagens são que ainda, tais divisórias possuem um preço expressivo e não são muito difundidas no Brasil.

ABDI (2015) faz referência ao processo de fabricação por se utilizar painéis de aço, contribuindo com a qualidade, eficiência e sustentabilidade: Rigoroso controle de qualidade na industrialização dos componentes utilizados nos painéis, como o aço; melhor desempenho na estrutura e precisão dimensional; problemas de corrosão evitados pelo processo de galvanização do aço; elementos de isolamento e vedação são produzidos para atender as mais rígidas normas internacionais e nacionais e o mercado brasileiro tem à sua disposição estes materiais de qualidade comprovada; visto que os elementos são leves, torna-se mais fácil a montagem, transporte e manuseio nas operações; redução da utilização de recursos naturais e desperdício, por ser considerada uma construção a seco (*drywall*); visto que os perfis de aço já possuem furações de fábrica, existe grande facilidade na instalação elétrica e hidráulica, que depois são cobertas pelas placas, sejam elas cimentícias ou de gesso; a eficiente utilização e combinação de materiais de isolamento e isolamento (como lãs minerais) torna possível que a edificação atinja bons níveis de desempenho térmico e acústico; os perfis são muito fáceis de serem montados e ligados; montagem e construção muito mais rápida; o aço é durável e resistente ao fogo e, além disso, pode ser reciclado de maneira infinita sem perder suas propriedades; flexibilidade de projeto arquitetônico, tornando possível que o arquiteto possa utilizar sua criatividade sem limites.

Amorim (2016) cita que os materiais utilizados não causam grandes impactos ao meio ambiente, pois os níveis de gás carbônico gerados durante o seu processo produtivo são cerca de cinco vezes menores do que os das construções tradicionais.

Pedroso et al. (2014) argumenta sobre a limpeza que é possível ter no canteiro de obras, por ser uma construção a seco, dispensando a utilização de itens que geram muitos resíduos, como o concreto. Também, o que torna rápido o processo construtivo é o

aproveitamento de materiais, visto que os perfis possuem precisão dimensional e os cálculos também são mais precisos, agilizando e otimizando o tempo e mão de obra.

Isso é possível de ser comprovado através da análise de várias construções no sistema convencional em alvenaria comparando-se com o sistema modular ainda na fase de construção. Na figura 1, percebe-se a dificuldade na organização do canteiro de obras e na inevitável geração de resíduos oriundos do processo. Já na figura 2, o sistema modular torna possível uma limpeza maior do canteiro de obras e aspectos de pouca geração de resíduos.

Figura 1 - Imagem de uma residência em fase de construção pelo sistema convencional em alvenaria.



Fonte: o autor (2021).

Figura 2 - Imagem de uma residência em fase de construção pelo sistema modular, utilizando estruturas em aço e combinando com painéis de madeira.



Fonte: <https://www.visia.eng.br/tag/construcao-modular/>, acesso em 11/11/2020.

A eficiência térmica e acústica também é comprovada por Pedroso et al. (2014), através da combinação de elementos como lã de rocha, a qual é cerca de duas a três vezes superior ao da alvenaria convencional. O trabalho citado mostra o resultado de uma

experiência realizada em laboratório, um comparativo de um painel de *light steel frame* (estrutura de aço leve) com 9 cm de espessura que possui a mesma eficiência de uma parede de alvenaria com 15 cm de espessura. Com isso, há redução de custos em aquecimento ou refrigeração da edificação, visto que as condições de temperatura são mantidas por muito mais tempo do que o convencional.

Pires (2018) aborda sobre as metodologias ágeis de projeto que podem ser aplicadas na construção civil. Em qualquer projeto de construção, muito tempo é gasto na espera de que uma parte do trabalho fique pronta antes que a seguinte possa começar. Por exemplo, não é possível começar a levantar as paredes sem antes iniciar a fundação, a construção do telhado sem as paredes, e assim por diante. No método de construção convencional por alvenaria, isso é muito comum, principalmente no momento das instalações hidráulicas e elétricas, onde frequentemente se tem o rompimento das paredes prontas para instalação das tubulações. Como será comparado nos resultados deste artigo, o método de construção por painéis pré-fabricados torna possível a aplicação de metodologias ágeis no projeto, sendo que há um planejamento prévio das etapas de construção, onde as paredes já são preparadas para receber as instalações hidráulicas e elétricas no momento de sua montagem. Com isso, os prazos no cronograma são consideravelmente reduzidos.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR

3.1 Definições

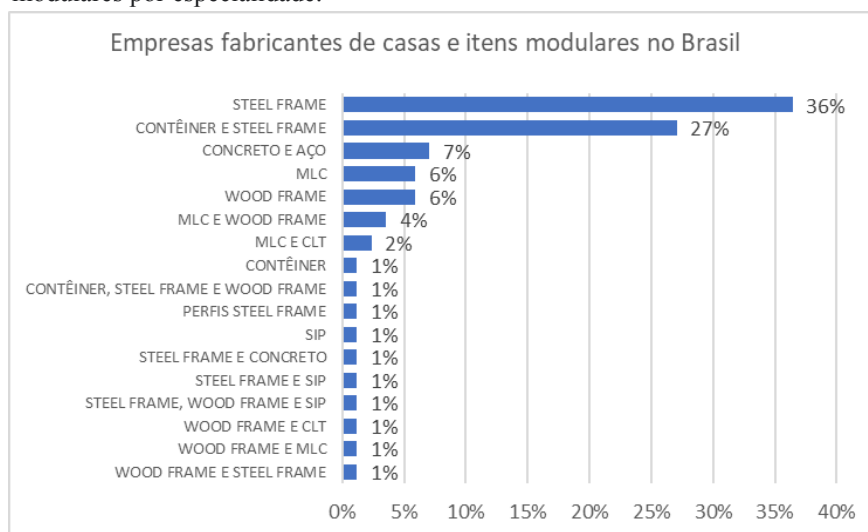
Trata-se de um método construtivo que pode ser oferecido através de duas formas principais: por painéis ou por módulos pré-fabricados (conjunto de painéis formando a edificação completa ou parte dela) com todas as instalações previstas, podendo incluir até os revestimentos e as mobílias. A montagem no canteiro de obras depende do projeto, sendo que poderá ser disposto lado a lado ou por empilhamento. Isto por si só é capaz de gerar grande economia em termos de prazo. (PEDROSO et al, 2014) A característica básica deste sistema é a grande capacidade de adaptação, montagem e desmontagem de acordo com a necessidade de cada família ou empresa.

Porém o termo “construção modular” é mais abrangente, fazendo referência ao método de padronização de medidas. De acordo com ABNT (2010), foram estabelecidos requisitos que compatibilizam os elementos construtivos na construção civil, sejam eles

painéis pré-fabricados ou peças pré-moldadas, através de um módulo básico com dimensão padrão. Este tipo de compatibilidade dimensional visa cumprir os seguintes objetivos: ampliar a cooperação entre os fabricantes da construção civil, racionalizar as variedades de medidas; simplificar o processo de marcação, posicionamento e instalação no canteiro de obras; e aumentar a intercambialidade dos componentes. Munido com este artifício, o projetista pode mudar a forma conceitual do projeto, buscando ao máximo possível a padronização das dimensões, tornando a construção mais viável e econômica.

Atualmente no Brasil, através de pesquisas e recomendado por Savassi (2021), foi possível selecionar 85 empresas que trabalham com o método construtivo modular, seja oferecendo ambientes completos ou somente os painéis fabricados nos mais diversos tipos de materiais. O gráfico 1 traz a classificação dessas empresas por especialidades.

Gráfico 1 - Quantidade de empresas fornecedoras de ambientes e painéis modulares por especialidade.



Fonte: o autor (2021).

Conforme demonstrado no gráfico 1, as diversas opções de materiais são as seguintes:

- *Steel frame*: Estrutura de aço.
- Contêiner: Elementos metálicos volumétricos em formato retangular, utilizados para transportes logísticos e adaptados como ambientes para moradia.
- MLC: Painéis de madeira laminada colada.
- *Wood frame*: Estrutura de madeira.
- CLT: *Cross Laminated Timber*, painéis de madeira laminada cruzada. Esses painéis em particular são pré-fabricados por madeira engenheirada, e são empregados como lajes, vedações e podem possuir função estrutural. Como o próprio nome já diz, são compostos por camadas de madeira maciça coladas de maneira perpendicular entre si. O início de seu desenvolvimento se deu em 1990 na Europa, e no Brasil a partir de

2012, e a maioria das construções com este tipo de painel consiste em residências unifamiliares. (OLIVEIRA, 2018)

- SIP: *Structural Insulated Panel*, painéis isolantes estruturais, podendo ser metálicos ou de madeira, com núcleo de material isolante.

Dentre as várias opções, o construtor poderá adotar um sistema híbrido, onde os painéis de diversos materiais podem ser combinados, além da utilização de alvenaria para fundação e determinados cômodos. Nota-se também que a maioria das empresas combinam certos tipos de especialidades. Porém, devido à facilidade na obtenção, fabricação e resistência, os painéis metálicos e o aproveitamento de contêineres representam 63% e, por causa disso, esta pesquisa decidiu selecionar um projeto que tem como principal material as estruturas e painéis metálicos, embora tenha acréscimos de painéis de outros materiais para agregar certa sofisticação ao produto final.

Estas empresas estão espalhadas em diversas partes do Brasil, de acordo com as informações do mapa a seguir. Pode-se notar que a maior concentração dessas empresas está localizada na região Sul e Sudeste, onde o apelo por este tipo de construção está mais avançado e difundido.

Gráfico 2 - Localização das empresas fornecedoras do sistema modular. Os pontos em azul se referem às cidades nos estados.



Fonte: o autor (2021).

O método construtivo que utiliza *steel frame* (estrutura de aço), basicamente, consiste em painéis metálicos fabricados com aço estrutural nas partes que formam a sua estrutura

(como pisos, pilares, vigas) e de um aço mais leve chamado de *light steel frame* (painéis de aço leve) que compõem as vedações (paredes). As instalações elétricas e hidráulicas, bem como o enchimento das paredes (que pode utilizar lãs minerais ou outros materiais para conforto térmico e acústico) poderão vir preparadas de fábrica, bastando somente uma preparação prévia do terreno antes da montagem dos módulos ou painéis. (ABDI, 2015),

Na estrutura de *steel frame*, os itens que compõem a edificação (paredes, pisos e cobertura) se juntam formando uma estrutura capaz de resistir aos esforços solicitantes. Os perfis são de aço galvanizado, resistentes à corrosão, e são dimensionados de acordo com o cálculo estrutural, o que define também o sistema de padronização desses painéis, na qual o projetista deve se atentar antes de fazer o projeto. Quanto mais se puder padronizar e aproveitar os perfis, melhor será a redução de custo e mão de obra. Após se colocar os materiais de enchimento no interior dos painéis, para o seu fechamento, pode-se fazer uso de outros painéis, como demonstrado pelo gráfico 1. (AMORIM, 2016)

3.2 Estudos sobre aplicações

Para se utilizar este método construtivo, vários paradigmas devem ser quebrados, e o principal deles é a mudança de cultura. Infelizmente no Brasil ainda é difícil o acesso a métodos diferentes de alvenaria devido ao custo mais alto e dificuldade de mão de obra especializada. Portanto, pelo menos no Brasil, este mercado está acessível somente para clientes de maior poder aquisitivo. Cabe o desafio ao profissional da construção, seja ele arquiteto, engenheiro ou mestre de obras intensificar seus estudos e contribuir para a difusão de outros métodos, para que mais pessoas tenham acesso e suas necessidades atendidas. Mesmo assim, foi possível coletar alguns estudos contendo casos, tanto no Brasil quanto no exterior, da utilização desse método.

Coelli e Dombeck (2018) demonstram a construção de um laboratório francês construído na região nobre da cidade de São Paulo, utilizando divisórias em vidro para melhor iluminação.

Bologna e Barth (2015) demonstram um estudo de caso sobre a construção de módulos de unidade funcional, como assentamento temporário para situações de emergência, em resposta ao terremoto de 2009 em Abruzzo, região central da Itália, fazendo bom uso de estrutura e painéis metálicos.

Caseiro (2013) e Freitas (2014) trazem estudos sobre a construção de casas modulares por empresas especializadas em Portugal, com a utilização constante de painéis de madeira, trazendo um forte apelo em termos de sustentabilidade, além de fornecer análise de projetos tipo.

Marinho (2020) aborda sobre a viabilidade da utilização do sistema *light steel frame* (estrutura de aço leve) para a construção de habitações populares no Brasil. Para alcançar pessoas de baixa renda, além da utilização desses materiais, a proposta é fazer projetos pensando sempre na coordenação modular conforme norma ABNT NBR 15873 (ABNT, 2010), visando baixar os custos de construção, conforme estudos sobre estes métodos por Mayor (2012) e Mello (2010).

Por fim, Santos (2017) traz em sua pesquisa um estudo de caso de uma construção utilizando-se contêiner na cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais preparados para este estudo foram selecionados através da pesquisa bibliográfica, sendo estes artigos acadêmicos, manuais e sites especializados na internet. Empresas construtoras que utilizam o método convencional e outras que já trabalham na fabricação de painéis e casas modulares também foram consultadas. Por fim, foi feita uma consulta de materiais e trabalhos de um arquiteto específico, especialista na construção modular.

O método para a formulação da pesquisa seguiu os seguintes passos:

(1) Referencial teórico a respeito do sistema construtivo modular, através da pesquisa bibliográfica. (2) Escolha de um projeto tipo, cuja autoria é de uma empresa construtora do estado de São Paulo, de uma residência padrão baixo para fins de programas sociais de habitação, conforme ABNT (2006), possuindo 51 m², contendo dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área de serviço. (Ver Anexos 1 e 2) (3) Realização do comparativo de projeto com informações coletadas de duas empresas: empresa denominada simplesmente CONVENCIONAL, construtora de residências de acordo com o método construtivo convencional em alvenaria, localizada na região Sul do estado de Minas Gerais; empresa denominada simplesmente MODULAR, fornecedora de residências montadas por módulos e painéis pré-fabricados em aço, com auxílio de um arquiteto especialista, localizados na região Sul do Brasil.

Para se estabelecer o comparativo entre os projetos, os seguintes critérios foram levantados e pesquisados entre as empresas, com o objetivo de tabular os resultados: (1) Resumo das etapas do processo; (2) Sistema construtivo por etapas: (2.1) Fundação, (2.2) Estrutura, (2.3) Vedação (paredes), (2.4) Cobertura, (2.5) Esquadrias e revestimentos, (2.6) Instalações elétricas e hidráulicas; (3) Cronograma da construção e (4) Orçamento da obra.

Os resultados foram tabulados com utilização de quadros comparativos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resumo das etapas do processo

O processo de construção de uma residência envolve uma série de etapas que devem ser seguidas até a sua conclusão. As empresas foram pesquisadas sobre os detalhes de cada etapa, desde a aquisição do terreno até a conclusão da obra. Embora haja pouca diferença nas etapas entre os métodos construtivos, o sistema modular permite algumas particularidades, como atividades simultâneas, gerando cronogramas mais rápidos, instalação de acessórios e equipamentos adicionais, garantia de fábrica e um período de acompanhamento em caso de problemas. Interessante notar que a principal diferença na contratação dos métodos é que no sistema convencional o contrato é de prestação de serviços, mas no sistema modular, o contrato é de compra de um produto. As análises comparativas estão tabuladas no Quadro 1.

Quadro 1 - Comparativo das etapas de cada método construtivo.

Etapa	CONVENCIONAL	MODULAR
1 - Terreno	Não há auxílio no processo de compra e escolha do terreno. Se houver a necessidade, pode-se contratar o serviço à parte com auxílio de especialistas.	Auxílio no processo de escolha ideal do terreno. Permite a implantação de unidades mesmo em terrenos já aplainados e nivelados. Verificam a legislação do seu município ou condomínio. É possível a realização de visitas ao terreno para esclarecimento de dúvidas sobre a viabilidade da construção.

Quadro 1 - Comparativo das etapas de cada método construtivo (continuação)

Etapa	CONVENCIONAL	MODULAR
2 - Projeto	Possibilidade de oferecer projetos padrão de acordo com o tipo de terreno ou projetos personalizados. Podem ser incluídos itens opcionais como tipos de revestimento externo, cobertura e pacotes de acabamento interno. Não estão inclusos itens opcionais, como mobiliários e equipamentos.	Possibilidade de adquirir através de coleções ou projetos personalizados. Escolhendo modelos da coleção, é possível entregar em até 90 dias. Realiza projetos personalizados. Podem ser incluídos itens opcionais como tipos de revestimento externo, cobertura e pacotes de acabamento interno. Podem ser incluídos acessórios, como lareiras, churrasqueiras, sistema de aquecimento, geração de energia, automação e equipamentos de lazer e segurança. O cliente já recebe instalado e pronto para usar.
3 - Contrato	Um contrato de prestação de serviços é elaborado, fazendo referência ao Memorial Descritivo, ao projeto e ao cronograma estimado da construção. Detalhes da forma de pagamento também são estipulados. Aditivos ao contrato são previstos, devido às incertezas que podem ocorrer durante a construção, principalmente em atrasos do cronograma e custos adicionais.	Um contrato de compra é elaborado juntamente com um Memorial Descritivo com todas as configurações definidas, assim como as especificações do produto adquirido. Detalhes da forma de pagamento também são estipulados. Não são necessários aditivos de contrato, pois é fornecido um produto pronto ao cliente.
4 - Documentação	Desenvolvimento dos projetos legais necessários para aprovação em condomínios e órgãos competentes, como Prefeituras Municipais e concessionárias de água e energia. Desenvolvimento de todos os projetos executivos necessários para a execução da obra.	Desenvolvimento dos projetos legais necessários para aprovação em condomínios e órgãos competentes, como Prefeituras Municipais e concessionárias de água e energia. Desenvolvimento de todos os projetos executivos necessários para a produção, desde o projeto estrutural ao detalhamento para a indústria dos módulos e/ou painéis.
5 - Execução	Execução no canteiro de obras, desde o preparo para a fundação até os acabamentos. Acompanha equipes de ligação de água e energia. As etapas de cada processo de construção são feitas em sequência.	Produção na fábrica. É iniciado o processo de fabricação dos módulos e painéis necessários para a montagem da casa. A equipe de Engenharia elabora projetos das fundações e ligações de água, esgoto e energia, e orientam equipes contratadas pelo cliente, fazendo o acompanhamento de todo o processo e a conferência da qualidade dos serviços executados. O processo de fabricação e a execução das fundações são feitos simultaneamente. Com a conclusão da etapa da industrialização em fábrica e fundações do terreno, é iniciado o processo de montagem dos módulos e painéis. Realização dos acabamentos e instalação dos acessórios adicionais, de acordo com o estipulado no contrato.

Quadro 1 - Comparativo das etapas de cada método construtivo (continuação)

Etapa	CONVENCIONAL	MODULAR
6 - Entrega	Sistema <i>turn-key</i> (chave na mão). A entrega das chaves é feita ao cliente, com apenas uma conferência se tudo estiver em ordem e após todos os itens dos contratos e seus aditivos forem cumpridos.	Sistema <i>turn-key</i> (chave na mão). A equipe orienta o cliente quanto aos detalhes da operação de sistemas e tecnologias instalados. É feita uma conferência se tudo estiver em ordem e após todos os itens do contrato forem cumpridos.
7 - Acompanhamento	Não é previsto nenhum acompanhamento posterior à entrega das chaves, desde que este serviço seja contratado à parte ou que seja combinada uma garantia dos serviços oferecidos pelo contratado. Outra opção é a realização de um seguro para o imóvel durante um período solicitado pelo cliente.	A partir do momento que a casa está concluída, a empresa fica à disposição para assegurar que se mantenha em boas condições de instalação, pelo prazo de garantia estipulado em contrato. A equipe técnica fará um acompanhamento durante os primeiros meses de estadia para garantir o funcionamento do que foi entregue. Em caso de dúvidas sobre a manutenção, funcionamento ou eventual dano ocorrido, o acompanhamento é feito por um técnico especializado.

Fonte: o autor (2021).

5.2 Sistema construtivo por etapas

A principal diferença entre os sistemas construtivos é o material utilizado, o que inevitavelmente diferencia alguns processos de execução e montagem. Nas seções a seguir, foi feito um comparativo de acordo com cada parte da residência, relatando principalmente os tipos de materiais utilizados e suas formas de execução para o mesmo tipo de projeto.

5.2.1 Fundação

No caso da fundação, não há mudanças em termos de materiais, mas existem pontos a serem observados no momento da construção da viga baldrame para a correta recepção dos módulos. O quadro 2 a seguir mostra o comparativo.

Quadro 2 - Comparativo do sistema de fundação entre os métodos construtivos.

Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
Fundação	Considerando terreno plano com boa resistência: sapatas isoladas unidas por viga baldrame, utilizando concreto armado com resistência de acordo com peso da estrutura e vergalhão de aço CA-50. Deve-se fazer o aterramento entre os espaços dos cômodos entre as vigas para receber a camada do contrapiso de concreto.	Considerando terreno plano com boa resistência: sapatas isoladas unidas por viga baldrame, utilizando concreto armado com resistência de acordo com peso da estrutura e vergalhão de aço CA-50. Não há necessidade de aterramento entre os espaços dos cômodos entre as vigas, pois os espaços devem permanecer como “áreas técnicas” de manutenção, para sistema hidráulico e/ou elétrico. As vigas devem possuir esperas de diâmetro compatível com a tubulação hidráulica para instalação do sistema de esgoto.

Fonte: o autor (2021).

Como observado no quadro 2 e como ilustrado na figura 3, para o método construtivo modular, a viga baldrame precisa estar preparada com as furações das tubulações para o sistema de esgoto. Isso porque, no momento do assentamento do módulo, as instalações hidráulicas que envolvem tubulações e caixas de passagens são instaladas simultaneamente. Além disso, é sempre recomendado que haja “espaços técnicos” na fundação com o objetivo de facilitar as manutenções do sistema, sem a necessidade de aberturas de pisos. Para o correto nivelamento e estabilidade do módulo acima da fundação, calços em chapas de aço são necessários.

Figura 3 - Exemplo do assentamento do módulo sobre a viga baldrame de fundação.

Fonte: Savassi (2021) com adaptações do autor.

5.2.2 Estrutura

A estrutura da residência é considerada de suma importância em uma edificação, pois ela é responsável por receber as cargas e direcioná-las para a fundação. A partir desse momento, importantes mudanças são observadas entre os sistemas construtivos, como pode se ver no quadro 3.

Quadro 3 - Comparativo do sistema de fundação entre os métodos construtivos.

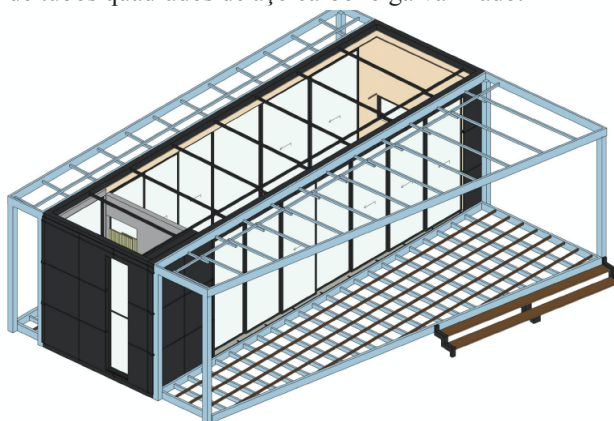
Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
Estrutura	Colunas e vigas, utilizando concreto armado com resistência de acordo com o peso calculado da estrutura e vergalhão de aço CA-50. Piso: camada de concreto com malha de aço.	Colunas e vigas, utilizando tubos quadrados de aço carbono galvanizado, com bitolas de acordo com a resistência calculada da estrutura, com juntas soldadas ou parafusadas, dependendo do projeto. Piso: travessas de tubo de aço carbono galvanizado.

Fonte: o autor (2021).

Geralmente, para o projeto tipo apresentado, utiliza-se pilares e vigas superiores com seção de 30 x 20 cm. Os pilares fazem união entre as vigas superiores e a viga baldrame na fundação, fazendo com que a estrutura se torne uma peça monolítica de concreto armado. Os espaços entre as estruturas são preenchidos com as paredes, compondo a vedação da estrutura.

Como se pode notar na figura 4, o sistema modular propriamente dito faz a composição dos cômodos através de módulos pré-fabricados que são montados de acordo com o projeto da residência. O material utilizado para a estrutura são os tubos metálicos quadrados, de aço carbono galvanizado para resistência à corrosão. Os pilares e as vigas dos módulos para este projeto foram propostos com seção de 100 por 100 mm, com espessura de parede 4,75 mm, que são alocados a cada 3 m. Como estrutura do piso, travessas de tubo metálico também em aço carbono galvanizado de seção 50 x 50 mm, com espessura de parede de 3 mm. A empresa, ao fornecer o módulo com estas configurações, garante o cálculo estrutural através de seu departamento de Engenharia. A utilização de perfis tubulares como estrutura reduz consideravelmente o próprio peso, aliviando a fundação.

Figura 4 - Módulos estruturais pré-fabricados compostos de tubos quadrados de aço carbono galvanizado.



Fonte: Savassi (2021).

5.2.3 Vedações (paredes)

Outra importante diferença entre os sistemas construtivos é o sistema de vedação entre as estruturas, ou seja, a composição das paredes. No sistema convencional por alvenaria, as paredes mais usuais são compostas por tijolos de argila, blocos de cimento ou blocos cerâmicos. Para o projeto tipo apresentado, principalmente por ser uma residência de padrão baixo, tijolos cerâmicos foram propostos pela empresa, assentados com argamassa de cimento e areia, e o revestimento tanto externo quanto interno é o reboco com argamassa de cimento, areia e cal. O próximo quadro mostra o comparativo.

Quadro 4 - Comparativo do sistema de vedação (paredes) entre os métodos construtivos.

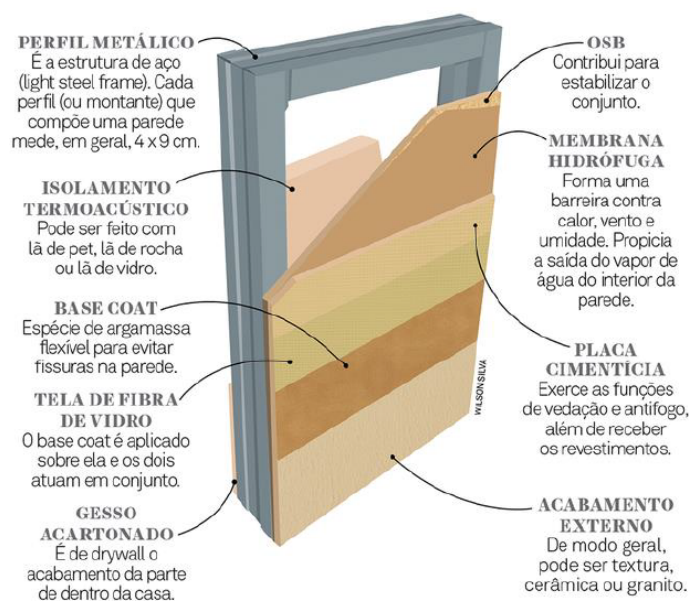
Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
Vedações (paredes)	Blocos cerâmicos assentados com argamassa de cimento e areia. Revestimento interno e externo com reboco de argamassa de cimento, areia fina e cal.	Estrutura em <i>light steel frame</i> (aço leve) galvanizado, preenchido com lã mineral para isolamento térmico e acústico. Revestimento interno por painel de gesso acartonado nas áreas secas e de gesso acartonado resistente à umidade nas áreas molhadas. Na parte externa, placa cimentícia e painéis isotérmicos, todos com acabamento pintado.

Fonte: o autor (2021).

Diferentemente do sistema convencional em alvenaria, as paredes fornecidas pela empresa modular são constituídas por uma estrutura de *light steel frame* (aço leve) galvanizado e preenchido com lã mineral para conforto térmico e acústico. (Figura 5). No lado interno da parede e áreas secas, são utilizados painéis de gesso acartonado, e para as

áreas molhadas, gesso acartonado resistente à umidade. No lado externo, uma série de camadas reveste a parede, para garantir a integridade, qualidade e resistência: (1) placa de OSB (*Oriented Strand Board*), que são placas compostas por tiras de madeira dispostas na mesma direção, unidas por resina e prensadas sob alta temperatura, adquirindo rigidez, estabilidade e resistência mecânica. Estas placas são oferecidas para estabilizar o conjunto. (2) Aplicação de uma membrana hidrófuga que forma uma barreira contra calor, vento e umidade, além de propiciar a saída de vapor de água no interior da parede. (3) Placa cimentícia, composta por cimento e exerce as funções de vedação e antifúngico, além de receber os revestimentos. (4) Aplicação de uma tela de fibra de vidro com *base coat*, uma espécie de argamassa flexível para evitar fissuras na parede. (5) Acabamento externo, que pode ser pintura, textura, cerâmica ou granito.

Figura 5 - Detalhe da composição da parede interna, referente ao sistema construtivo modular.



Fonte: Savassi (2021).

5.2.4 Cobertura

Quanto ao sistema de cobertura (telhado) as principais mudanças entre os sistemas são os materiais: a substituição das treliças de madeira para perfis metálicos e a substituição das telhas cerâmicas por telhas com revestimento térmico, podendo ser de poliestireno expandido (EPS) ou poliisocianurato (PIR), muito utilizado por ser um componente químico livre de agressões à camada de ozônio. Veja o comparativo no quadro a seguir.

Quadro 5 - Comparativo da parte cobertura (telhado) entre os métodos construtivos.

Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
4 - Cobertura	Forro em placas de PVC branco. Telhado com estrutura de madeira de eucalipto e telhas cerâmicas. Rufos metálicos e calhas instalados para direcionamento de água pluvial.	Forros em placas de PVC branco. Telhado com estrutura em perfis de aço e telhas isotérmicas (com material isolante). Rufos metálicos e calhas instalados para direcionamento de água pluvial.

Fonte: o autor (2021).

5.2.5 Esquadrias e revestimentos

Fazendo primeiramente um comparativo com as esquadrias, ambos os métodos construtivos podem utilizar os mesmos tipos de produto, dando preferência para os em alumínio, mais resistentes à corrosão. Já no caso dos pisos, a empresa modular oferece a opção do piso laminado nas áreas íntimas ao invés de revestir a casa por completo pela cerâmica. A única diferença é que no caso do método construtivo modular, não existe um contrapiso de concreto, mas há a utilização de painel Masterboard, que são compostos de miolo de madeira, revestidos com placas cimentícias coladas e prensadas. Esses painéis são fixados nas travessas metálicas e depois recebem os revestimentos. Veja o comparativo no quadro a seguir.

Quadro 6 - Comparativo das partes de esquadrias e revestimentos entre os métodos construtivos.

Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
5 - Esquadrias	Janelas e portas em alumínio anodizado branco e vidros com espessura 3 mm.	Janelas e portas em alumínio anodizado branco e vidros com espessura 3 mm.
6 - Revestimentos	Piso: revestimento cerâmico em todos os cômodos. Paredes: revestimento cerâmico nas paredes do banheiro e cozinha. Pintura: tinta látex ou acrílica.	Piso: painel Masterboard por toda a residência. Revestimento cerâmico no banheiro, cozinha e área de serviço. Piso laminado nos demais cômodos.

Fonte: o autor (2021).

5.2.6 Instalações hidráulicas e elétricas

A principal diferença e vantagem do sistema construtivo modular, em se tratando das instalações hidráulicas e elétricas é que elas podem ser realizadas bem antes da elevação das paredes, o que no sistema convencional por alvenaria não é possível, onde há a constante quebra ou corte das paredes para inserção de tubulações e condutos de cabos elétricos. Veja o comparativo no quadro a seguir.

Quadro 7 - Comparativo das partes de esquadrias e revestimentos entre os métodos construtivos.

Parte	CONVENCIONAL	MODULAR
7 - Instalações	Hidráulica: Peças cerâmicas para pias e sanitários. Tubulações em PVC inseridas nas paredes. Elétricas: Fiação e tomadas inseridas nas paredes através de conduítes.	Hidráulica: parede hidráulica com todas as tubulações inseridas juntamente com a estrutura de aço. Elétrica: fiação e tomadas inseridas entre as estruturas de aço nas paredes através de condutos rígidos ou conduítes.

Fonte: o autor (2021).

No sistema modular, é possível fazer a montagem prévia ou comprar montada uma parede hidráulica com todas as peças e tubulações em seus devidos lugares, como ilustrado na figura 6, sendo possível apenas encaixar no restante do módulo em construção. As tubulações ficam entre os vãos dos painéis, sendo cobertas por painéis pré-fabricados. Projetando os devidos *shafts* ou aberturas nos painéis, a manutenção fica muito fácil, sem ter de quebrar parede.

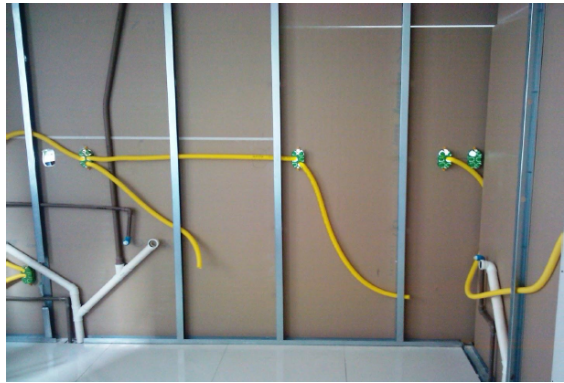
Figura 6 - Parede hidráulica utilizada em uma construção modular.



Fonte: Savassi (2021).

No caso das instalações elétricas, o processo também é facilitado devido à instalação simultânea da montagem do módulo, sem o problema de corte nas paredes. Esta instalação simultânea, torna possível agilizar várias atividades ao mesmo tempo no processo de produção, evitando atrasos no cronograma, como pode ser visto na figura 7.

Figura 7 - Instalações elétricas no módulo; eletrodutos passados no vão da estrutura das paredes.



Fonte: Savassi (2021).

5.3 Cronograma da construção

Ambas as empresas foram pesquisadas sobre o tempo estimado da construção para o projeto tipo apresentado, e os resultados foram demonstrados na figura a seguir. Deve-se notar que no cronograma não está envolvido tempo de projeto, preparação do terreno e atrasos por imprevistos.

Figura 8 - Comparativo entre os cronogramas de execução da obra.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO - MÉTODO CONVENCIONAL												
Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fundação	█	█										
Elevação das paredes e estruturas			█	█	█	█	█					
Execução do telhado								█	█			
Instalação das esquadrias							█	█				
Instalação elétrica									█	█		
Instalação hidráulica										█	█	
Revestimentos e pintura											█	█

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO - MÉTODO MODULAR												
Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fundação	█	█										
Fabricação dos módulos estruturais	█	█										
Fabricação dos módulos do telhado			█	█								
Instalação dos painéis e esquadrias			█	█								
Instalação elétrica			█	█								
Instalação hidráulica					█	█						
Revestimentos e pintura												

Fonte: o autor (2021).

Analisando os cronogramas na figura 8, percebe-se que devido às características do método construtivo convencional, poucas etapas são possíveis de se fazer simultaneamente, principalmente quando a mão de obra contratada é feita de forma particular. No caso da pesquisa, por se tratar de uma empresa construtora, esta situação já é mais facilitada devido a existir um planejamento prévio e equipes de trabalho específicas. Portanto, a empresa

convencional oferece um prazo de 12 meses para o término da construção baseado no projeto tipo.

Quanto ao sistema modular, já existe a possibilidade de quase todas as etapas serem realizadas de forma simultânea, visto que a partir da fundação, a fábrica de módulos inicia o processo de produção e os painéis são entregues junto com os módulos no canteiro de obras para se iniciar a montagem. Além disso, as esquadrias, instalações elétricas e hidráulicas são instaladas em paralelo com os painéis, visto fazer parte do processo de montagem da edificação. Por fim, as partes concluídas recebem o revestimento. Portanto, a empresa modular oferece um prazo de cinco meses para o término da construção baseado no projeto tipo. Com isso há um ganho expressivo de tempo de entrega da obra em torno de 40%. Este resultado é coerente com o estudo de projeto tipo de Marinho (2020) onde existe o comparativo entre o sistema convencional e de estrutura de aço.

5.4 Orçamento da obra

Para o projeto tipo de 51 m², especificado na seção 4, ambas as empresas foram pesquisadas para elaboração do orçamento. Os valores propostos incluem projetos de engenharia, mão de obra e materiais, mas não incluem acessórios adicionais (como equipamentos e mobiliários) e fretes para transporte dos módulos. Os valores são resumidos no quadro a seguir e são atualizados até dezembro de 2021.

Quadro 8 - Comparativo de orçamento entre os métodos construtivos.

Etapa	CONVENCIONAL	MODULAR
Orçamento	R\$ 110.000,00	R\$ 160.000,00

Fonte: o autor (2021).

Pelo comparativo de valores entre os sistemas construtivos, o convencional está 31,3% mais barato que o modular, e este está 45,5% mais caro que o convencional. Esta análise se comprova pelos seguintes fatores: durante o momento da pesquisa e da coleta de dados, os valores dos materiais e mão de obra refletem a alta de preços devido à instabilidade econômica e retorno ao aquecimento no segmento da construção civil. Mesmo assim, o método convencional em alvenaria ainda possui um custo menor devido às características dos materiais utilizados e seu método construtivo, exigindo uma mão de obra não tanto especializada. O sistema construtivo modular já possui itens pré-fabricados de alta tecnologia,

que também sofreram reajustes nos preços, principalmente pela utilização de estrutura de aço. Além disso, embora nesse método se utilize menos mão de obra na construção e montagem da edificação, por se exigir uma mão de obra mais especializada, seu custo é ainda superior ao método convencional.

6 CONCLUSÃO

Após a pesquisa realizada, fica evidente alguns fatores positivos sobre o sistema construtivo modular: torna possível executar uma construção mais limpa, com menos geração de resíduos; a construção é 40% mais rápida, sendo possível usufruir do imóvel em menos tempo, sem problemas no atraso do cronograma, salvo problemas raros com a empresa ou o transporte; possui melhor previsibilidade orçamentária, visto que o cliente está comprando um produto pronto, com preço fechado, sem problemas em aditivos no contrato; torna possível a utilização de materiais sustentáveis e reciclados, como aço e madeira, reduzindo o consumo de materiais naturais.

Alguns pontos negativos também ficam evidentes, como: o custo elevado para adoção do sistema, em torno de 45%; visto que os módulos e os painéis são produtos de alta tecnologia e envolvem mão de obra especializada para sua instalação, isso também contribui para a elevação dos custos.

Diante desses fatores, existem importantes desafios tanto para o profissional de engenharia quanto para o consumidor na adoção de um sistema construtivo diferente do convencional em alvenaria. É importante analisar antes de tudo os aspectos regulatórios em cada região, se há programas de financiamentos disponíveis e se a cadeia de suprimentos tornará possível uma construção eficaz. Caso esses problemas sejam resolvidos, há a necessidade de ponderação entre as duas principais variáveis que podem decidir qual método construtivo escolher: cronograma e orçamento.

Espera-se, com este estudo, que o profissional da construção civil possa analisar a possibilidade de oferecer métodos alternativos além do convencional em engenharia. A mudança deve ser gradual, agregando mais especialidade ao profissional e aumento de possibilidades para o cliente. Devido aos avanços da tecnologia, ao apelo ambiental e às tendências do mercado evidenciados na pesquisa, é certeza que novos métodos construtivos vão ocupar cada vez mais espaço na construção civil, e que esta pesquisa seja uma fonte de orientação para que o profissional possa estar preparado para estes desafios.

ABSTRACT

This work makes a comparative analysis between the conventional and the modular construction method in Civil Engineering. Such an approach is justified due to the high costs and generation of waste from civil construction. The objective of this research consisted of an investigation of other construction methods that can meet the housing needs, without compromising the quality, strength and safety of the building. Among the existing methods, the chosen one was the modular one with the use of prefabricated panels with steel structure. This task was possible through bibliographic research, including materials from companies and architects, as well as the comparative study of a type project made with two companies, one in the conventional system and the other with the modular system. The analysis showed that the modular construction system is more expensive, but has budget predictability, without extra costs and faster to execute compared to the conventional masonry system. It also showed that the construction professional needs to consider the feasibility before providing a new construction method and choose, together with his client, what is rewarding in terms of schedule and budget.

Keywords: Construction. Architecture. Modular. Prefabricated.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Manual da Construção Industrializada**. Conceitos e Etapas. Volume 1: Estrutura e Vedação. Brasília: 2015, 208 p.

AMORIM, F. R. **Estudo de processos construtivos modulares do ponto de vista da sustentabilidade**. 2016. 68 f. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12721**. Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento. 2a. ed. v.3 - 2021, Rio de Janeiro, 2006, 91 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15873**. Coordenação modular para edificações. 1a ed. Rio de Janeiro, 2010, 9 p.

BOLOGNA, R. e F. BARTH. **Construção modular e evolutiva para situações de emergência**. *Arquitextos*. Ano 15, n. 177.01, 2015. <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.177/5478>. Acesso em 10 de outubro de 2021.

CASEIRO A. **O sistema construtivo modular em madeira como contributo à arquitetura sustentável**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado). Universidade da Beira Interior - Engenharia. Covilhã, Portugal, 2013.

COELLI, G., and G. DOMBECK. **As vantagens do uso de divisórias montáveis substituindo paredes de concreto, gesso ou drywall**. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, vol. 05, no. 02, 2018, pp. 48-59.

DIETZ, K. M. **A casa como instrumento para o bem-estar do usuário.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, vol. 01, no. 06, 2021, pp. 66-80.

FREITAS, F. M. C. **Construção modular sustentável - Propostas de um projeto tipo.** 2014. 307 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal, 2014.

MARINHO, L. D. **Viabilidade da utilização do sistema Light Steel Frame para construção de habitações populares.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, vol. 03, no. 03, 2020, pp. 19-52.

MAYOR, W. R. S. **Sistema construtivo modular.** 2012. 105 f. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2012.

MELLO, V. F. L. **Uma visão geral sobre modulação na construção civil.** 2010. 34 f. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010, 34 f.

NOGUEIRA, C. S. **Gestão de resíduos na construção civil.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.*, vol. 10, no. 11, 2020, pp. 67-84.

OLIVEIRA, G. L. **Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho. Recomendações para o processo de projeto arquitetônico.** 2018. 194 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

PATINHA, S. M. P. A. **Construção modular - desenvolvimento da ideia: Casa numa caixa.** 2011. 184 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Aveiro. Portugal, 2011.

PEDROSO, S. P., et al. **Steel frame na construção civil.** *Anais do 12º Encontro Científico Interinstitucional*, vol. 1, no. 1, 2014, p. 14.

PIRES, A. M. **Gestão Estratégica e Ágil de Projetos: Um estudo sobre aplicação de técnicas inovadoras de gestão para indústrias.** 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Internacional Iberoamericana. Florianópolis, 2018.

ROSA, D. J. A., et al. **Construindo em módulos, inovações na construção civil e sua aceitação: Casas Modulares.** Faculdade de Engenharia de Sorocaba - Facens. São Paulo, 2018.

SANTOS, C. N. **Construção modular: utilização de containers como ambiente construído.** 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

SAVASSI, F. **Fórmula da Arquitetura Modular.** *Nutror, Eduzz.* 2021. Disponível em: <https://app.nutror.com/v3/curso/>. Acesso em 30 de outubro de 2021.

ANEXO 1 - Projeto tipo: Planta baixa e planta de cobertura.

