

Habitação modular para indivíduos de baixa renda utilizando madeira de floresta plantada

Modular housing for low-income individuals using planted forest wood

Isabella Granato de Almeida, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas – Poços de Caldas, MG

isbellagranato@gmail.com

João Marcelo Danza Gandini, mestre em Arquitetura e Urbanismo, PUC Minas – Poços de Caldas, MG

jmgandini@gmail.com

Resumo

O déficit habitacional vem se agravando ao longo dos anos. A precariedade de habitações ou mesmo a falta delas submete famílias a condições indignas de sobrevivência, em uma busca constante por alternativas de melhoria de vida. Assim, levando em consideração as características estruturais da madeira como material construtivo, sua versatilidade e, acima de tudo, seu caráter sustentável, o presente trabalho apresentará um módulo habitacional concebido em sistema de painéis, de fácil montagem e manutenção, produzido através de componentes pré-fabricados, adequando-se a diversas condições de topografia. **Objetivo:** Apresentar o caráter versátil e sustentável da madeira como material de construção civil, bem como apresentar um projeto de habitação modular que possua viabilidade técnica e facilidade de montagem por meio de componentes pré-fabricados. **Metodologia:** Enfatizar a versatilidade da madeira, bem como seu caráter sustentável; demonstrar as vantagens de seu uso frente a outros materiais, viabilizando a construção de baixa renda. **Conclusão:** Destacar a potencialidade construtiva de habitações modulares em madeira de floresta plantada.

Palavras-chave: Madeira; Módulo; Sustentabilidade; Habitação.

Abstract

*The housing deficit has worsened over the years. The precariousness of housing or even the lack of it submits families to conditions that are unworthy of survival, in a constant search for alternatives to improve their lives. Thus, taking into account the structural characteristics of wood as a construction material, its versatility and, above all, its sustainable character, the present work will present a housing module designed in a panel system, easy to assemble and maintain, produced using prefabricated components, adapting to different topography conditions. **Objective:** To present the versatile and sustainable character of wood as a building material in the design of a prefabricated housing module. **Methodology:** Emphasize the versatility of wood, as well as its sustainable character; demonstrate the advantages of its use over other materials, enabling low-income construction. **Conclusion:** Highlight the feasibility of producing modular dwellings in planted forest wood.*

Keywords: Wood; Module; Sustainability; Housing.

1. Introdução

Problemas habitacionais permeiam sociedades há séculos. Após a Revolução Industrial do século XVIII ocorrida na Europa, o massivo êxodo rural e a superlotação das cidades em virtude da busca por emprego alteraram por completo a dinâmica dos ambientes urbanos, bem como sua paisagem em um contexto geral, levando à ocupação de áreas periféricas não planejadas, cujo ápice se deu no século XIX.

Já no Brasil, segundo o grupo Agro 2.0, esse intenso deslocamento de indivíduos do campo para a cidade tomou grandes proporções por volta de 1950, quando o território de configuração tipicamente rural passa por um pesado processo de industrialização e mecanização dos meios de produção. Apenas a partir desse momento a questão da habitação foi de fato colocada em pauta, escancarando problemas sociais já existentes (má distribuição de renda e desigualdade social, por exemplo), contribuindo para a inadequação de moradias e para o crescente déficit habitacional em que o país se encontra.

Na intenção de oferecer uma alternativa a famílias e comunidades que sofrem pela falta de moradia ou com a realidade de uma habitação precária e insuficiente, surge a proposta de um módulo habitacional concebido em madeira de floresta plantada que atenda às necessidades mínimas de uma vida digna, de fácil montagem e manutenção relativamente simples.

Dadas suas características estruturais, a madeira é aplicada em diversos países como matéria-prima base na construção de edificações. No Brasil é popularmente empregada na execução de coberturas, possuindo enorme potencial no mercado nacional, mostrando-se ideal para finalidades diversas. No caso de florestas nativas, a extração seletiva descuidada e a abertura de grandes clareiras para resguardo do material derrubado são responsáveis pela produção de grande quantidade de resíduos orgânicos. Essa metodologia é aplicada, especialmente em matas da região Norte do país, enquanto seus principais consumidores situam-se no Sul e Sudeste, sendo necessárias viagens de longas distâncias. Esse cenário resulta na emissão exacerbada de CO₂ ao longo de toda cadeia de extração da madeira.

Florestas plantadas, por sua vez, são de mais fácil manuseio. Através do chamado “manejo florestal”, todo o processo é racionalizado e mecanizado, reduzindo ao mínimo as perdas materiais e geração de resíduos – as sobras podem ser utilizadas, ainda, na produção de energia. No Brasil, as florestas plantadas são, em sua maioria, de *Pinus* e *Eucalyptus* e encontram-se próximas aos mercados consumidores, especialmente a região Sudeste, conforme o relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2019). Assim, a madeira proveniente de floresta plantada, quando submetida ao manejo florestal adequado, mostra-se uma alternativa muito mais viável e eficaz, tanto pelas distâncias reduzidas entre produtor e consumidor final quanto pelo curto ciclo de renovação das espécies.

Retirada a matéria-prima, esta pode ser trabalhada e beneficiada na forma de componentes pré-fabricados por meio de processos industriais de acordo com sua finalidade. Sejam peças ou painéis para fins estruturais ou de acabamento, esses elementos contam com a possibilidade de reutilização, tão fácil é sua montagem e desmontagem, características provenientes da racionalização na etapa de projeto.

Tendo em vista as vantagens e do material como elemento significativo na construção civil, a produção de habitações modulares em madeira de floresta plantada apresenta grande potencial, bem como a possibilidade de fornecer uma alternativa de moradia digna à

população de baixa renda, cumprindo com o dever social da construção sem dispensar a eficiência.

2. Materiais e métodos

No decorrer do processo de concepção, priorizou-se a madeira em sua essência como material estrutural de caráter versátil e sustentável, bem como o estudo do processo construtivo do sistema de painéis. Para tanto, adotou-se a seguinte metodologia: A) Estudo teórico do material com ênfase em seu caráter sustentável; B) Estudo conceitual de um módulo habitacional, bem como do sistema construtivo; C) Apresentar uma alternativa construtiva de baixa complexidade.

3. Resultados e discussões

Nessa seção serão colocadas em pauta questões relacionadas à sustentabilidade da madeira como matéria-prima, bem como a utilização do sistema de painéis para fins de edificação, cumprindo com o dever social da construção e apontando, ainda, a habitação modular como alternativa para o crescente déficit de moradias no país.

3.1 A madeira, a habitação e a sustentabilidade

Parte dos problemas referentes à desigualdade social se deve aos modelos de desenvolvimento adotados. A expansão das atividades produtivas do homem acarreta o aumento do uso de recursos naturais, sejam esses renováveis ou não, visando o aumento do lucro em detrimento da qualidade de vida de uma parcela da população.

Após a Segunda Guerra Mundial, o modo de produção vigente revelou-se responsável pelo progressivo desequilíbrio ambiental, acarretando crises econômicas e sociais, tornando-se insustentável frente à possibilidade de escassez matéria-prima. Em meados da década de 80, então, a questão da sustentabilidade começou a ser colocada em pauta.

A crescente inquietação com as agressões à natureza levou, em 1987, à criação do Relatório Brundtland (chamado “Nosso Futuro Comum” ou “*Our Common Future*”), em que a recém-formada Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento firmou bases e preceitos para a manutenção ecológica dos recursos naturais, conceituando, ainda, Desenvolvimento Sustentável como “um desenvolvimento que responda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias necessidades”.

De acordo com BOFF (2012), a sustentabilidade tornou-se o paradigma do século XXI, dominando os mais diversos meios de comunicação (jornais, revistas, redes sociais), entre outras esferas da vida comum, incluindo a arquitetura. Experiências de uso sustentável voltadas para a abordagem prática de projeto passaram a levar em consideração pormenores como facilidade de obtenção, prazos, preços e ciclo de vida dos materiais.

Dada sua alta disponibilidade na natureza, a madeira foi um dos primeiros materiais utilizados pelo ser humano tanto na produção de ferramentas quanto para a edificação de abrigos e cabanas. Segundo PFEIL (2006), é um dos materiais mais utilizados ao longo dos séculos devido à sua versatilidade – são diversos os sistemas e métodos construtivos que podem ser observados fazendo uso de madeira, os quais vêm se aprimorando em virtude da mecanização e industrialização de processos. A madeira conta, ainda, com propriedades térmicas e acústicas singulares, que somadas à sua praticidade, tornam-na o elemento ideal para as mais diversas finalidades, em especial no que diz respeito à massa e à resistência mecânica.

Grandes estruturas foram concebidas valendo-se das principais características estruturais da madeira, desde pontes a grandes palácios. No entanto – e ainda segundo PFEIL (2006) – somente a partir de meados do século XX foi de fato colocada como objeto de estudo de técnicas construtivas e processos de cálculo estrutural. ANDRAE, SCHNEIDER E DURLO (2018) afirmam que “a sustentabilidade não é sinônimo único de proteção da natureza, mas principalmente de produção, visto que a primeira não pode existir sem a segunda”. Assim, foram desenvolvidos métodos de plantio e manejo visando conduzir o mercado construtivo.

As florestas plantadas surgem como alternativa ambientalmente aceitável para o mercado madeireiro. O manejo florestal garante matéria-prima ao longo de todo o ano, reduzindo a quantidade de resíduos e destinando aqueles que se formam para a produção de energia através de queima, produção de forragem, entre outros. Os exemplares florestais são, em sua maioria, espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, cujo reduzido ciclo de vida garante a manutenção da técnica de manejo. De acordo com o relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2019), o Brasil conta com cerca de 7,83 milhões de hectares de florestas plantadas, dos quais cerca de 72,8% são de *Eucalyptus*.

A racionalização dos processos de produção reduz o desperdício de material, bem como as emissões de CO₂ pela diminuição de sobras orgânicas: os derivados de base florestal contribuem não somente com a manutenção do estoque de carbono nas áreas plantadas, mas evita emissões potenciais associadas ao uso de combustíveis – entre outros produtos de base fóssil – principalmente em relação ao transporte a longas distâncias.

De acordo com o CNDB - Centro Nacional para o Desenvolvimento da Madeira da França - apud GAUZIN-MULLER (2001), a cada 1,0 tonelada de madeira empregada na construção civil, cerca de 1,6 toneladas de CO₂ deixam de ser liberados na atmosfera, pois, mesmo após o corte, a madeira retém o estoque de CO₂ absorvido durante seu ciclo de vida, ao contrário de sua decomposição natural ou mesmo de sua queima, processos que permitem o retorno do gás carbônico à natureza.

Além das emissões de CO₂ e gastos com combustíveis, se comparadas a outros materiais como aço, concreto ou alumínio, a madeira mostra-se ainda mais vantajosa, como apresenta a Tabela 1, uma vez que o consumo energético para sua produção é inferior a tais materiais.

Material	Consumo energético (kWh)
Madeira	8 a 30
Concreto	150 a 200
Peças de construção em aço	500 a 600
Peças de construção em alumínio	800

Tabela 1: Energia necessária em kWh para a produção de 1m³ de componentes construtivos -

Fonte: CRUZEIRO (1998).

Após a Segunda Guerra Mundial, a abordagem projetual se alterou e a Europa, preocupada com os problemas habitacionais e econômicos derivados dos investimentos enviados ao conflito, passou a oferecer incentivos para a produção de pré-fabricados e edificações elaboradas em madeira, material tão utilizado culturalmente em sua construção civil. Apesar das tecnologias tão avançadas, é perfeitamente compreensível a opção dos países desenvolvidos pela madeira, dado o presente cenário.

Tal iniciativa não se destinava a sanar apenas as marcas herdadas dos embates entre nações, como também a tratar sequelas deixadas pelo desenvolvimento não planejado, que vigorava até então, aumentando gradativamente o uso de recursos e contribuindo para sua escassez, agravando cada vez mais desigualdades sociais e econômicas que por vezes resultaram em ambientes e moradias precários para a população mais pobre, como simplifica a Figura 1.



Figura 1: Consequências do desenvolvimento não planejado - Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com ZAMBRANO (2007), a “arquitetura sustentável objetiva prioritariamente a melhora na qualidade da vida humana, dentro dos limites do que os ecossistemas podem suportar”. Esse tipo de construção, quando somado ao chamado “tripé sustentável” – que firma o caráter sustentável da madeira levando em consideração aspectos sociais, econômicos e ambientais integrados entre si, como representa a Figura 2 – permite elaborar um tipo de moradia que forneça o essencial à sociedade.

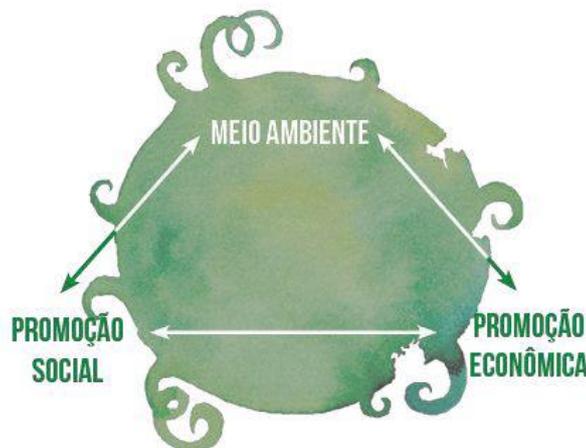


Figura 2: Tripé sustentável – Fonte: ALMEIDA E GANDINI, 2019.

A premissa de sustentabilidade deve-se fazer presente em todas as fases do projeto. Quando aliada à racionalização do processo, essa ideia contribui para redução considerável da geração de resíduos. Quando aplicados à esfera da construção civil, esses fatores podem maximizar a qualidade do empreendimento, diminuindo a necessidade de manutenção futura, bem como a probabilidade de problemas estruturais ocasionais, fornecendo, ainda, a possibilidade de reaproveitamento dos materiais ao fim de sua vida útil.

Frente a esse panorama, um módulo habitacional expansível concebido em madeira – em especial destinada à população de baixa renda – surge como uma solução potencial, de fácil produção e manutenção, satisfazendo premissas básicas de habitação, bem como condições de vida mínimas e dignas para seus usuários.

3.2 O sistema construtivo

Amplamente utilizados na Europa e nos Estados Unidos, componentes pré-fabricados vêm se difundindo cada vez mais espaço no mercado construtivo brasileiro. Visando diminuir custos e reduzir desperdícios, a racionalização dos processos de produção permitem a otimização do tempo e do material, bem como da obra já em canteiro. A madeira, dada sua versatilidade e facilidade de usinagem e manutenção, faz-se material ideal para fins de construção civil.

O Brasil, devido a questões culturais, não ampliou significativamente o emprego da madeira em suas construções até o final do século XX, imperando ainda o sistema construtivo que utilizava estrutura de concreto e fechamento em alvenaria para fins civis. Apenas a partir dos anos 2000 o desenvolvimento de técnicas e a consciência das vantagens e facilidades do material impulsionou seu uso em elementos estruturais para edifícios. Em contrapartida - e de acordo com ZAMBRANO (2008) - na Europa, após a

Segunda Guerra Mundial, as dificuldades econômicas e habitacionais herdadas dos combates impulsionaram o desenvolvimento de tecnologias para produção em massa e racionalização de projetos de habitação para a população que carecia de uma solução rápida e eficaz.

Habitações modulares, em especial as pré-fabricadas – elementos atualmente tão favorecidos no mercado construtivo - são respostas práticas e versáteis para situações precárias. Com a finalidade de sanar necessidades diversas, esses módulos, já muito utilizados em países do Hemisfério Norte – que frequentemente sofrem com catástrofes naturais, geralmente intensificadas pela ação antrópica - foram criados para maximizar a eficiência. São confeccionados a partir de embrião modular habitacional que pode ser expansível ou não, de fácil montagem, reduzindo significativamente o número de trabalhadores e a necessidade de mão-de-obra especializada.

O sistema entramado, mais conhecido como sistema de painéis, é um método construtivo realizado em madeira amplamente difundido pela sua baixa complexidade de produção, fácil montagem e consequente desmontagem, permitindo ainda que possa ser reutilizado ou transferido para outras localidades. Dependendo da concepção projetual, pode, ainda, se adaptar a diversos terrenos. Nesse sistema, são erigidas estruturas a partir de travessas e montantes, uma espécie de moldura em que são fixadas chapas de fechamento, em geral de *Oriented Strand Board* (OSB), placa composta por lascas de madeira unidas através de uma resina sintética, o que lhes confere um excelente comportamento estrutural.



Figura 4: Perspectivas tridimensionais – Fonte: elaborado pelos autores.

Toda a estrutura foi concebida em madeira de floresta plantada, de contraplacados de piso até mesmo painéis, barrotes, vigotas, entre outros elementos. O módulo possui fundação regulável através de placas metálicas rosqueáveis, permitindo que se adapte aos mais diversos terrenos. Quando alocado no espaço desejado, as placas serão inseridas no solo, estabilizando a edificação.

O telhado borboleta receberá uma calha no encontro de suas águas, que será responsável pela captação de água para posterior reaproveitamento. As janelas, por sua vez, foram distribuídas estrategicamente a fim de criar um circuito de ventilação cruzada.

As paredes são compostas de uma ossatura composta por travessas e montantes, como espaçamento máximo de 0,60 m entre si, onde são fixadas placas de OSB em ambos os lados. Essa mesma chapa servirá de acabamento para o interior da obra, enquanto a face externa das paredes receberá lambris horizontais, responsáveis por evitar o contato direto da estrutura com águas pluviais, escoando-as rapidamente, prevenindo o apodrecimento da madeira devido ao acúmulo de água. Um esquema do painel-parede é apresentado na figura 5.

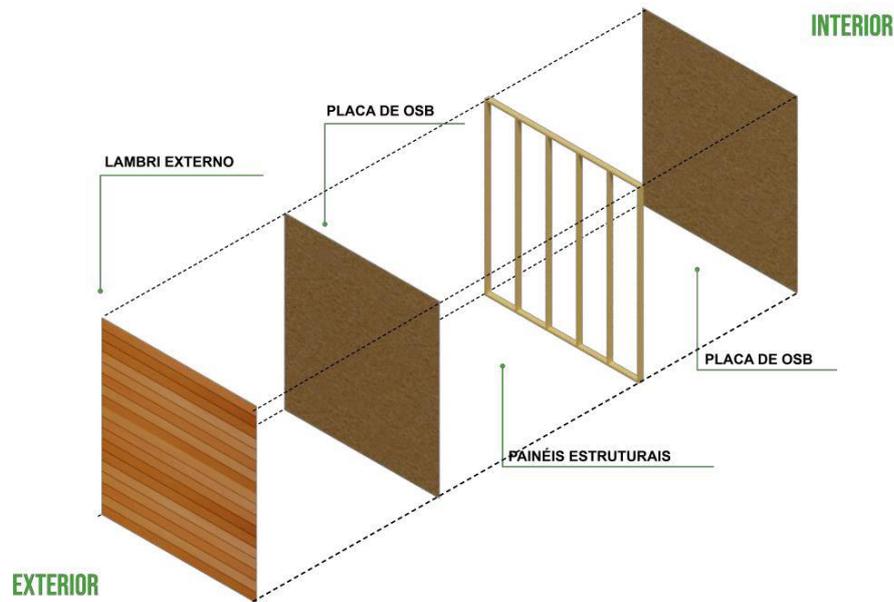


Figura 5: Painel composto de ossatura e chapas OSB – Fonte: elaborado pelos autores.

Em determinados pontos do módulo, viabilizando a possibilidade de maiores aberturas para melhor ambiência da habitação, será aplicado um reforço estrutural a partir de vigotas superiores e inferiores em algumas paredes, como mostra a Figura 6.

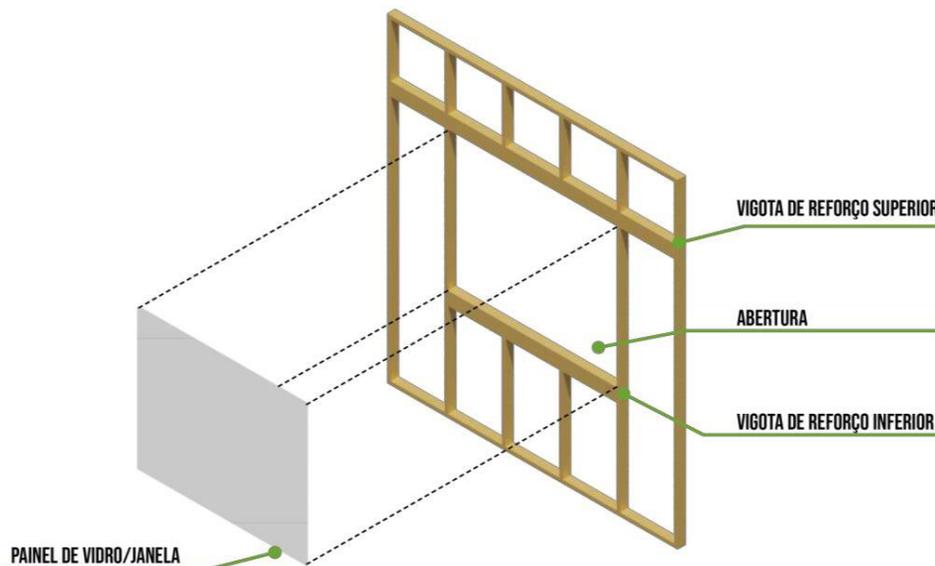


Figura 6: Reforço estrutural do painel – Fonte: elaborado pelos autores.

O módulo é expansível. Dessa forma, poderá ser ampliado de acordo com o desejo dos moradores. O embrião habitacional conta com aproximadamente 23 m², sendo capaz de brigar pelo menos 4 pessoas em sofá-cama e beliches. É equipado com uma única parede hidráulica, facilitando sua posterior junção a outros módulos, dependendo da necessidade. A Figura 7 exemplifica o processo.

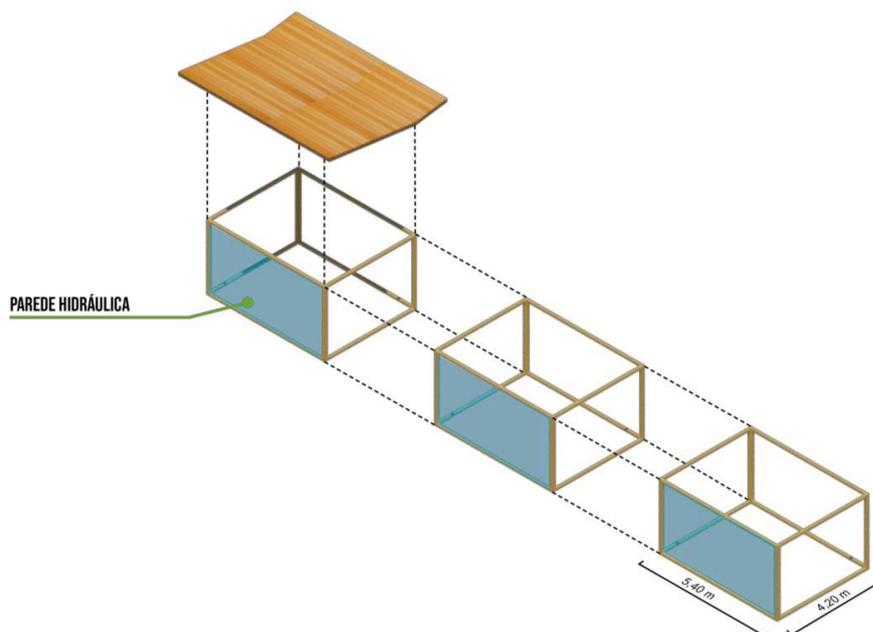


Figura 7: Expansão esquemática do módulo – Fonte: elaborado pelos autores.

A versatilidade fez-se marcante ao longo de todo o processo de fabricação do módulo, que pode ser montado e desmontado conforme necessário – até mesmo em casos de mudança da família que vier a utilizá-lo. Sua manutenção é simples e a troca de peças danificadas pode ser facilmente realizada, uma vez que a pré-fabricação e o planejamento na etapa de projeto reduzem drasticamente a possibilidade de problemas pontuais e estruturais severos na edificação. As ligações entre painéis e outros elementos serão realizadas através de peças metálicas (chapas, placas, parafusos, pregos), como na Figura 8.

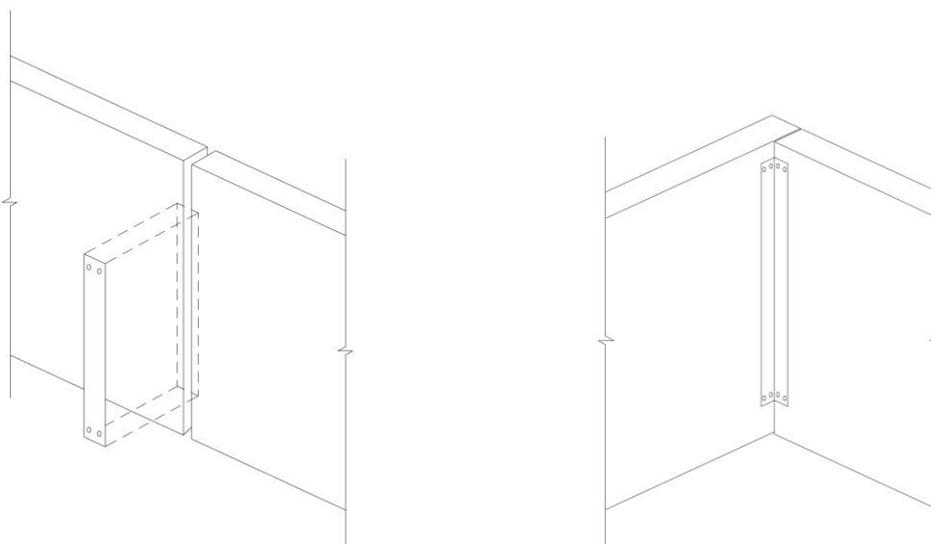


Figura 8: União de paredes – Fonte: elaborado pelos autores.

O transporte será realizado por meio de rodovias e no que se refere a instalações elétricas e hidrossanitárias, poderão elas ser facilmente instaladas no interior dos painéis e posteriormente conectadas a redes de distribuição onde as comunidades estiverem alocadas.

Valendo-se da praticidade da madeira, a habitação modular mostra-se uma boa solução para indivíduos que venham a sofrer com precariedade de moradias ou mesmo a falta dessas, uma possibilidade construtiva digna e de baixa especialização.

4 Considerações Finais

É fato que a racionalização de recursos naturais exige novas estratégias e métodos alternativos nas mais diversas esferas da vida comum, e isso não foge à construção civil. Assim, a madeira surge como matéria-prima potencial. Renovável e versátil, pode ser aplicada às mais diversas finalidades e posteriormente reutilizada ou reciclada dependendo do caso, servindo, ainda, de fonte de energia ao fim de sua vida útil.

Uma das funções da arquitetura é cumprir com a função social da construção. Para tanto, frente ao atual cenário ambiental, cabe a ela desenvolver técnicas e buscar soluções dentro da capacidade de utilização do ecossistema para sanar as necessidades básicas da população, em especial a mais vulnerável.

O sistema entramado surge como possibilidade de resolução prática e eficaz, cuja simplicidade confere democracia projetual suficiente a ponto de tornar-se acessível a diferentes níveis de especialização. O modelo apresentado, de fácil montagem e desmontagem, mostra-se uma alternativa interessante nesse caso, uma vez que os painéis podem ser produzidos de forma artesanal sem grandes empecilhos, visto sua baixa complexidade.

Vale ressaltar que, se necessárias, a troca de peças e/ou manutenção do embrião habitacional, bem como sua expansão ocasional, são de fácil execução, dada a simplicidade projetual e vantagens do método construtivo adotado.

A tendência é que o uso da madeira para fins de construção civil ganhe cada vez mais espaço no mercado brasileiro. Cabe ao profissional da área desenvolver técnicas e aptidões para trabalhar com o que lhe é ofertado e buscar cada vez mais a integração de materiais alternativos de baixo impacto no mercado construtivo.

Referências

- ALMEIDA, I.; GANDINI, J. M. D, **Proposta de abrigos emergenciais temporários utilizando madeira de floresta plantada**. In: VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2019 Florianópolis – SC. Anais... Florianópolis, 2019.
- ANDRAE, F. H.; SCHNEIDER, P. L.; DURLO, M. A., **IMPORTÂNCIA DO MANEJO DE FLORESTAS NATIVAS PARA A RENDA DA PROPRIEDADE E ABASTECIMENTO DO MERCADO MADEIREIRO**. In: Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1293-1302, jul.- set., 2018.
- BOFF, L., **Sustentabilidade: o que é – o que não é**, Petrópolis, RJ, Editora Vozes, 2012.
- CRUZEIRO, E. C., **Produção e construção de casas em madeira de reflorestamento sistema I.F.** São Carlos, 1998. 283 p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC/USP).
- FONTOURA, R. O, **A arquitetura na encruzilhada da sustentabilidade: considerações à literatura e a experiências existentes**. 2007. 215 p. Dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo. Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GALL, Joana. **Êxodo rural é o processo migratório intensificado na década de 50**
Fonte: Agro 2.0. In: Êxodo rural é o processo migratório intensificado na década de 50.
[S. l.], 4 abr. 2019. Disponível em: <https://agro20.com.br/exodo-rural/>. Acesso em: 24
jan. 2020.

GANDINI, J. M. D.; BARATA, T. Q. F.; PABLOS, J. M. **Projeto de interfaces de
componentes estruturais para sistemas construtivos pré-fabricados com emprego de
madeira de florestas plantadas.** In: ENSUS - V Encontro de Sustentabilidade em
Projeto, 2017, Florianópolis – SC. Anais... Florianópolis, 2017.

GAUZIN-MULLER, D., **Arquitetura Ecológica**, 304 p. São Paulo. Editora Senac São
Paulo, 2011.

PFEIL, W., PFEIL, M. **Estruturas de Madeira**, Rio de Janeiro, 6 ed., Livros Técnicos e
Científicos, 2003. VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNISUL –
Palhoça – 12 a 14 de maio de 2020.

VALLE, I. M. R.; INO, A; FOLZ R. R.; CALLIL J. **A Pré-Fabricação na Construção
em Madeira no Brasil.** In: XII Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de
Madeira, 2012, Vitória – ES. Anais... Vitória, 2012.

ZAMBRANO, L. M. A. **Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de
Arquitetura.** 2008. 385 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade
Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.