

COORDENAÇÃO MODULAR PARA ABRIGOS EMERGENCIAIS: A PROPOSTA DE UM SISTEMA CONSTRUTIVO UTILIZANDO BAMBU

*Modular Coordination for Emergency Shelters: a proposal for a
constructive system using bamboo*

Heloisa Helena Bataier, aluna especial da pós-graduação na disciplina de Sistemas Construtivos da Universidade Estadual de Londrina.

E-mail: heloisa.bataier@uel.br

Lara Galdeano Petini, aluna especial da pós-graduação na disciplina de Sistemas Construtivos da Universidade Estadual de Londrina.

E-mail: lara.galdeano.petini@uel.br

Jorge Daniel de Melo Moura, Professor da Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

E-mail: jordan@uel.br

Resumo

O presente artigo, realizado para a disciplina de Sistemas Construtivos do curso de pós-graduação do departamento de Arquitetura e Urbanismo, tem como objetivo propor um sistema modular de habitação emergencial utilizando o bambu como principal componente estrutural. A intensificação dos desastres naturais, relacionados ou não à intervenção humana, e a problemática do déficit habitacional trazem a necessidade de se pensar em novas tecnologias e propostas alternativas para habitações emergenciais que possam abrigar a população mais vulnerável. Nesse contexto, a coordenação modular atua como solução projetual, tanto na racionalização das peças e redução de perdas como na montagem rápida e simplificada das edificações. Fazendo uso da modulação aliada às novas tecnologias e materiais sustentáveis de origem local, é possível propor uma habitação funcional, de pequeno custo e baixo impacto ambiental.

Palavras-chave: Sistema construtivo; Modular; Bambu; Bahareque; Emergencial.

Abstract

This article, conducted for the Constructive Systems discipline of the graduate course of the Department of Architecture and Urbanism, aims to propose a modular emergency housing system using bamboo as the main structural component. The increasing number of natural disasters related or not to human intervention, and the housing deficit bring the need to think about new technologies and alternative proposals for emergency housing that can shelter the most vulnerable population. In this context, the modular coordination acts as a design solution, both in the rationalization of the parts and in the reduction of losses and in the quick and simplified assembly of the buildings. By making use of modulation combined with new technologies and sustainable materials of local origin, it is possible to propose a functional housing with small cost and low environmental impact.

Keywords: *Constructive system; Modular, Bamboo, Bahareque, Emergency.*

1. Introdução

Com o passar dos anos, a humanidade enfrenta diversos desastres humanos e naturais, alguns ocasionados devido a constante modificação do ambiente natural pelo homem. Um exemplo recente registrado no Brasil foi o rompimento da barragem nas cidades de Brumadinho e de Mariana, no estado de Minas Gerais, deixando grande número de famílias desabrigadas.

Como forma de mitigar os problemas da população afetada, os abrigos emergenciais são construídos após os desastres, normalmente de forma improvisada e com materiais de rápida execução. Apesar de cumprirem a função de abrigo, por se tratarem de construções improvisadas, alguns modelos apresentam obstáculos na montagem e na gestão de resíduos em caso de demolição. Nesse contexto, as pesquisas na área da construção civil vêm apresentando a coordenação modular como principal solução para os projetos de habitações emergenciais.

A utilização de módulos de construção, além de auxiliar na montagem da estrutura, é uma alternativa para a redução de custos por meio da otimização da matéria prima, da agilidade no processo de decisão de projeto ou compra de componentes e da diminuição de perdas. Além disso, a modularidade aliada à utilização de materiais sustentáveis e energias renováveis pode ser a chave para a realidade moderna. (GREVEN, BALDAUF, 2007)

No âmbito da arquitetura e do urbanismo, a coordenação modular na concepção de abrigos emergenciais encontra o desafio de gerar espaços acolhedores e confortáveis para seus habitantes, contando com a possibilidade de permanecerem no local por longo período, se necessário. Considerando tais fatores, a proposta apresentada traz como principais diretrizes a modularidade, a funcionalidade, a sustentabilidade, a habitabilidade e a durabilidade.

O local escolhido para a implantação do projeto foi a cidade de Londrina, localizada no estado do Paraná, uma cidade de aproximadamente 570 mil habitantes, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). De acordo com a Defesa Civil do Paraná, em 2017, foram registrados nessa localidade mais de 10 desastres relacionados à incidências de chuvas (NAKASATO, 2020).

Londrina, assim como as demais cidades brasileiras, sofre também com a crescente crise habitacional. Segundo dados da Cohab (Companhia de Habitação Popular de Londrina) levantados em 2017, existem 3.860 famílias vivendo em ocupações irregulares e assentamentos precários. Nesse caso, além dos desastres naturais, o abrigo emergencial pode ser proposto também como forma de auxiliar na problemática do déficit habitacional resultante da financeirização da moradia.

Para a concepção estrutural do projeto, o material escolhido foi o bambu. De acordo com estudo realizado pelo pesquisador Tarciso Filgueiras, junto ao Jardim Botânico e Instituto de Botânica de São Paulo, o sudeste do Brasil apresenta a maior diversidade de espécies dessa planta. Na região Sul, onde está localizada a cidade de Londrina, são catalogadas 63 espécies.

Entre as principais vantagens deste material, estão a leveza das estruturas; a alta produtividade por hectare; o rápido crescimento para a utilização na construção; o baixo custo de plantio, corte e transporte; e a elevada resistência à tração. As desvantagens incluem a alta vulnerabilidade ao ataque de fungos e insetos e à exposição aos raios

ultravioletas e umidade; o comportamento estrutural variável; e a seção circular que dificulta a união e suporte das peças.

Outras técnicas construtivas foram exploradas para complementarem a elaboração do projeto. A técnica de bioconstrução conhecida como *bahareque* foi escolhida para as vedações dos módulos por sua execução simplificada, podendo ser executada pelos próprios moradores. Entretanto, para as conexões da estrutura em bambu, é recomendável o acompanhamento de mão de obra especializada visando qualidade e durabilidade.

2. Metodologia

Para a concepção do projeto, foi realizado um estudo preliminar a respeito da coordenação modular na construção civil, além de pesquisas envolvendo o uso do bambu como material estrutural e a análise de correlatos. A partir dos estudos, foram dispostas as seguintes prioridades projetuais:

- Modulação e racionalização do projeto, buscando uma proposta de baixo custo, com o mínimo de desperdício no canteiro de obras, dispensando ao máximo a necessidade de mão de obra especializada;
- Utilização do bambu como elemento estrutural, material resistente, encontrado facilmente e que não gera resíduos;
- Utilização de energias renováveis e aproveitamento da água da chuva;
- Possibilidade de alterações dos fechamentos para que a habitação possa ser adaptada para diferentes climas;
- Padronização do tamanho das peças e tipos de encaixes;
- Possibilidade de ampliação das unidades habitacionais;
- Funcionalidade e estética projetual.

3. Proposta

A proposta consiste em um módulo habitacional de 20 m², destinado ao uso unifamiliar, contendo um ambiente integrado formado por sala e cozinha, um banheiro e dois dormitórios. A habitação possui capacidade para abrigar 5 pessoas, considerando a recomendação de 3,5 m²/pessoa (SPHERE PROJECT, 2018).



Figura 1: Proposta de abrigo emergencial. Fonte: elaborado pelos autores.

A estrutura principal consiste em pilares e vigas estruturais de bambu formando molduras dispostas a 1,20 m de distância. A espécie de bambu indicada para a estrutura é o *Dendrocalamus giganteus*, conhecido como “bambu gigante”, que possui diâmetro variável de 12 a 20 cm e é encontrado facilmente na região norte do Paraná.

A habitação é elevada do solo por sapatas de concreto que sustentam o piso constituído de chapas de OSB e o contrapiso de bambus da espécie *Bambusa tuldoides*. A modularidade das peças permite que a área da habitação possa ser aumentada, criando novos ambientes ou até mesmo uma varanda externa a partir da colocação de mais fundações e chapas de OSB.

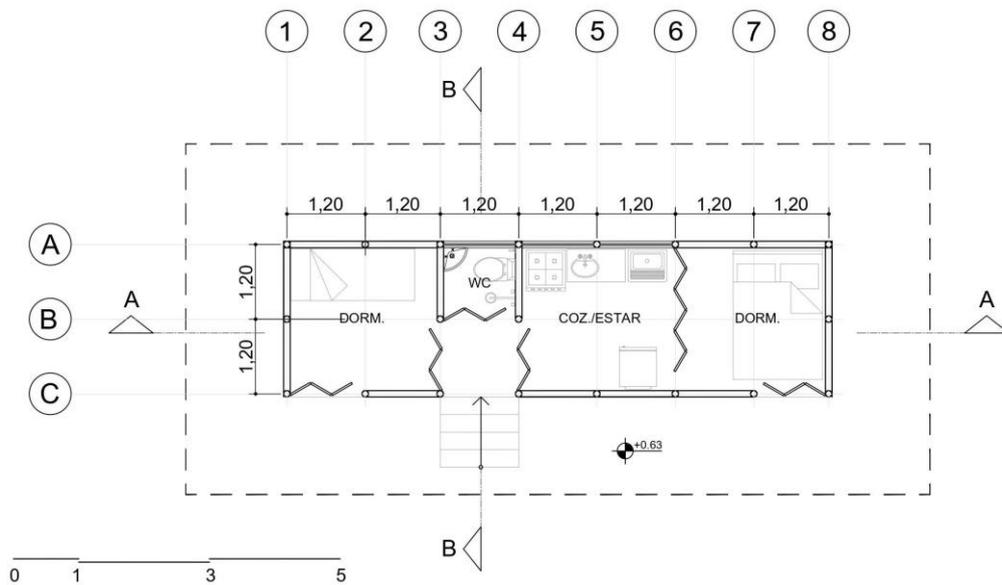


Figura 2: Planta baixa. Fonte: elaborado pelos autores.

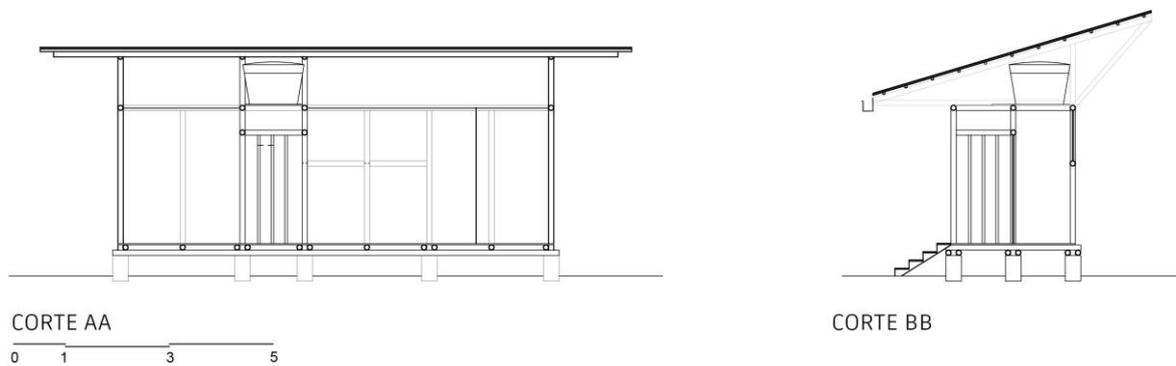


Figura 3: Cortes esquemáticos. Fonte: elaborado pelos autores.

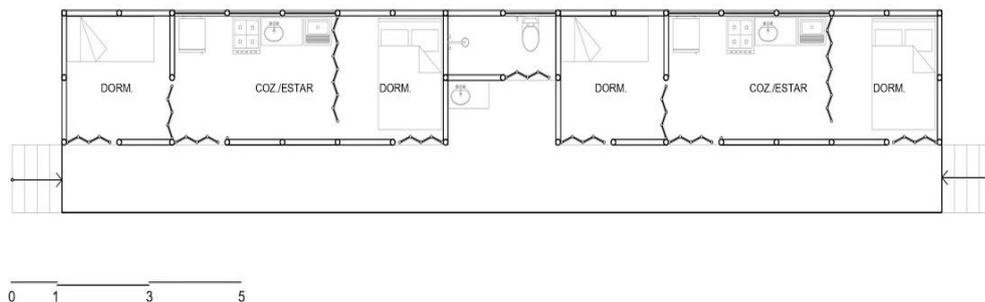


Figura 4: Planta baixa da possibilidade de ampliação da habitação, com mais módulos e varanda. Fonte: elaborado pelos autores.

Para o fechamento da estrutura, foi proposta a técnica tradicional conhecida como *bahareque* ou *bareque*, um sistema de materiais naturais que funciona como isolante térmico, e não necessita de mão de obra especializada, podendo ser executado pelos futuros moradores.

Comumente utilizado em diversos países da América Latina, o *bahareque* é composto de três camadas: a primeira é uma mistura de barro úmido com areia e alta quantidade de fibras. Essa mistura é colocada no interior de uma estrutura de bambus cortados ao meio e dispostos horizontalmente. Em seguida, é aplicada a segunda camada, que consiste em uma mistura de barro e areia com umidade média e menor quantidade de fibras. Por último, se aplica uma terceira camada de argila, areia e selador.

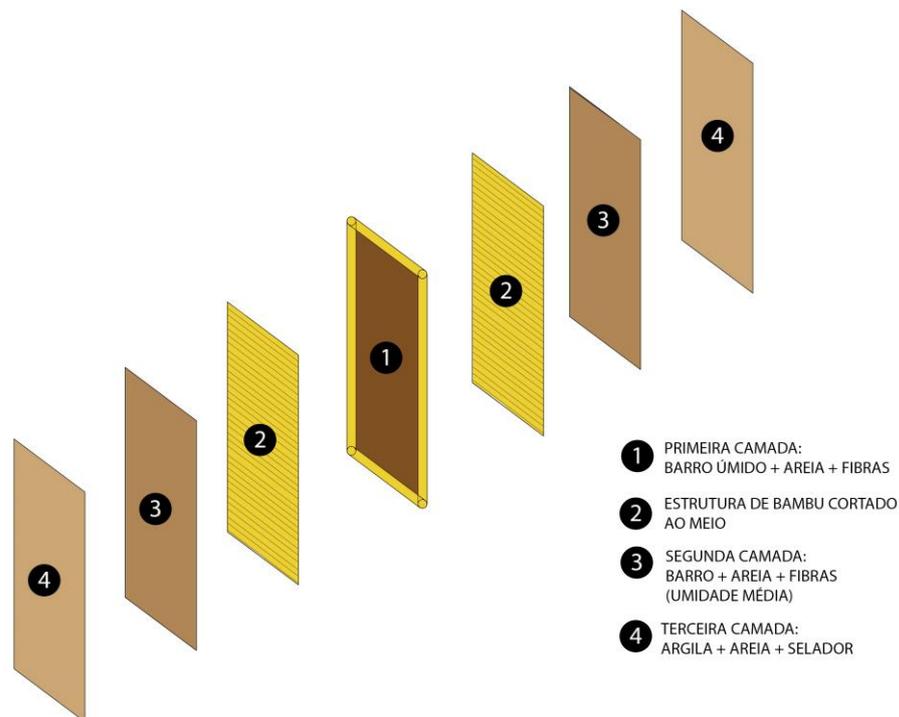


Figura 5: Esquema exemplificando o painel de bahareque. Fonte: elaborado pelos autores.

Para a divisão dos ambientes, foram propostas portas sanfonadas de 3 folhas compostas por molduras de madeira *Pinus* preenchidas com trançado de bambu. Cada folha possui 35 cm de largura e se conecta às outras e aos módulos de bambu através de dobradiças. Quando abertas, as folhas de 35 cm contribuem para a otimização do espaço interno dos cômodos. No banheiro e cozinha, o painel de *bahareque* possui altura menor, e o restante é preenchido com trançado de bambu, promovendo iluminação e ventilação.

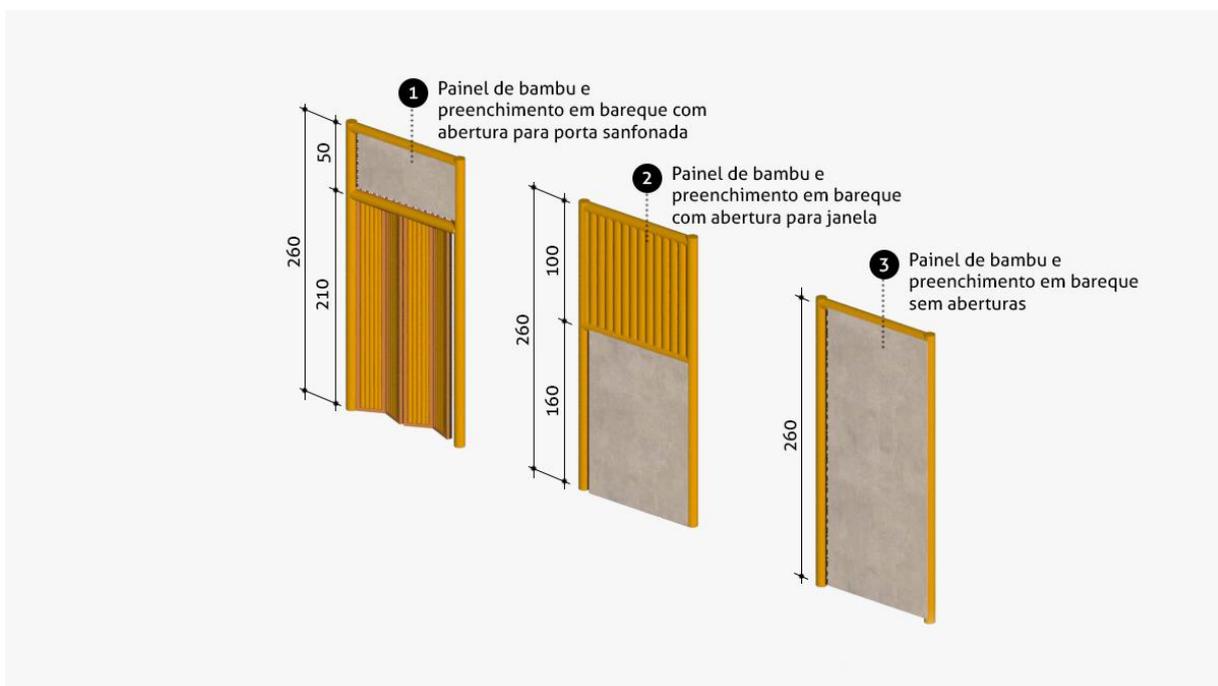


Figura 6: Módulos dos painéis de bahareque. Fonte: elaborado pelos autores.

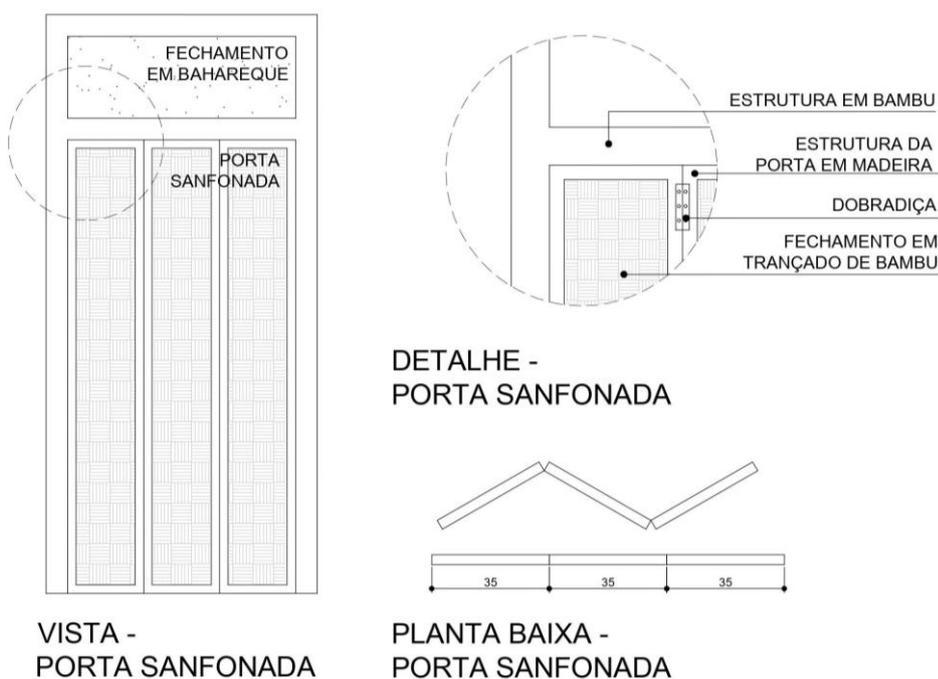


Figura 7: Detalhe da porta sanfonada. Fonte: elaborado pelos autores.

Nas edificações em bambu, é recomendável a projeção de um beiral maior para proteger a estrutura das intempéries, aumentando sua durabilidade. A habitação proposta possui cobertura em telhas metálicas e beirais de 1,50 m. A estrutura da cobertura é elevada e utiliza fechamentos laterais em trançado de bambu para possibilitar a ventilação natural.

Foi prevista a utilização de placas de energia solar e calhas para a captação e armazenamento da água da chuva.

As fundações elevadas em concreto foram concebidas a fim de evitar o contato direto do bambu com a umidade do solo. Tal solução também possibilita que as moradias sejam implantadas em terrenos com desníveis.

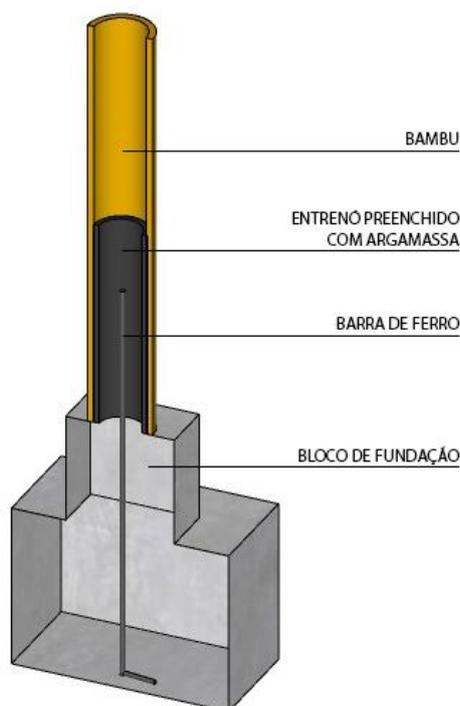


Figura 8: Fixação do pilar de bambu em sapata de concreto. Fonte: elaborado pelos autores a partir da Norma peruana NTE E.100 (2012).

A incorporação do pilar de bambu na fundação de concreto é realizada através da união com ancoragem interna, que consiste no preenchimento do colmo com argamassa e a colocação de uma barra de aço de no mínimo 9mm de diâmetro que fará a ligação entre a argamassa no interior do bambu e o bloco de fundação, conforme a norma peruana NTE E.100.

Em relação às ligações entre as peças de bambu, foi proposta a conexão com concretagem, levando em consideração que a construção deve ser durável caso os moradores necessitem permanecer no local por tempo indeterminado. Para atingir tal objetivo, foi utilizada a ligação proposta pelo arquiteto colombiano Simón Vélez. Comumente usada para ligações em “T”, consiste na concretagem interna dos bambus e conexão das peças por um gancho metálico e uma barra rosqueada. Parafusar o bambu faz com que não ocorra o afastamento entre as fibras, evitando o cisalhamento entre as peças. (PADOVAN, 2010). Outra possibilidade de conexão, em caso de um abrigo temporário, seriam as ligações viga-pilar em boca de pescada, conforme a norma NTC 5407, priorizando a simples execução.

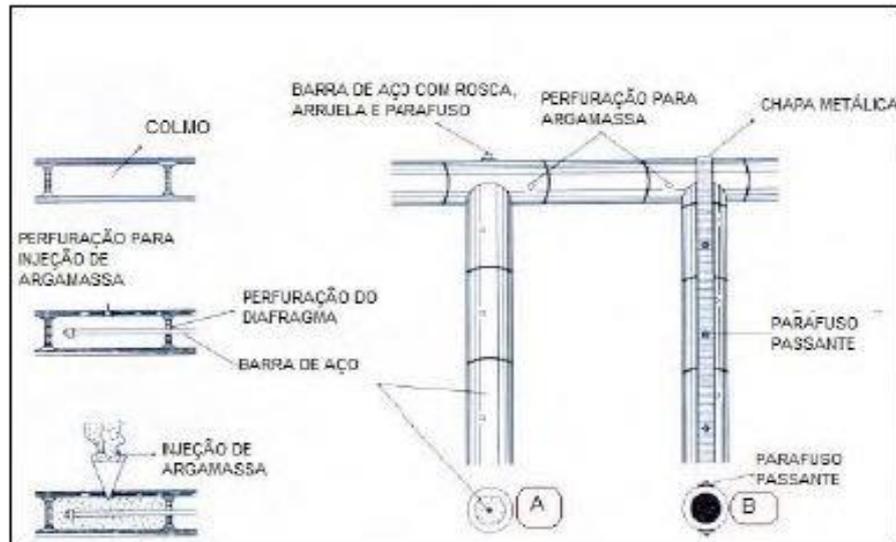


Figura 9: Ligação Simón Vélez. Fonte: RWTH Aachen, 2009.

COBERTURA

1. Telha metálica com placas para captação de energia solar e calha para captação de água da chuva;
2. Ripado de bambu;
3. Caibros de bambu;
4. Treliça de bambu;
5. Caixa d'água;
6. Placa de OSB 1,2m x 2,4m para sustentação da caixa d'água;
7. Vigas de sustentação da caixa d'água.

ESTRUTURA

8. Aberturas do banheiro e cozinha com trançado de bambu;
9. Estrutura formada por molduras de bambu com 1,2m de largura, podendo ser vazado ou não, a depender do ambiente. Preenchimento da moldura com técnica bahareque (estrutura de bambu, barro, areia e fibras);
10. Portas sanfonadas com estrutura de madeira e fechamento em trançado de bambu.

PISO E FUNDAÇÃO

11. Escada de acesso;
12. Placas de OSB 1,2m x 2,4m;
13. Contrapiso de bambu;
14. Estrutura do piso em bambu;
15. Fundação em concreto elevada do solo, com barra de aço e argamassa para fixação do pilar de bambu.

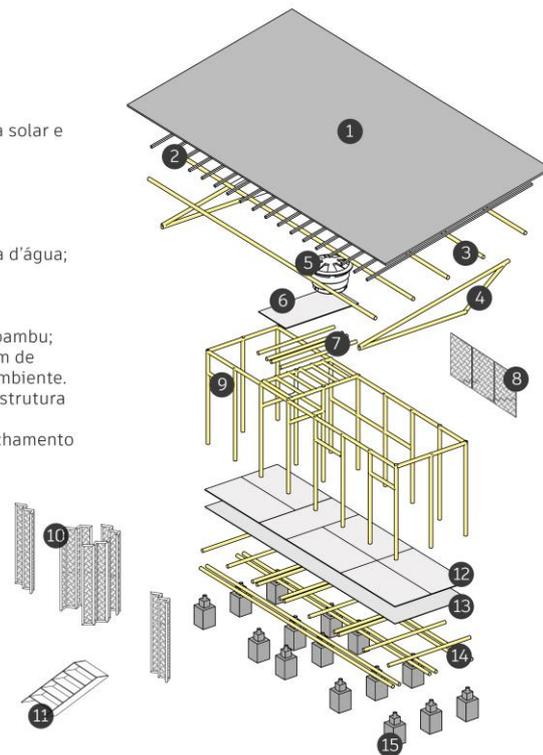


Figura 10: Perspectiva esquemática do projeto. Fonte: elaborado pelos autores.

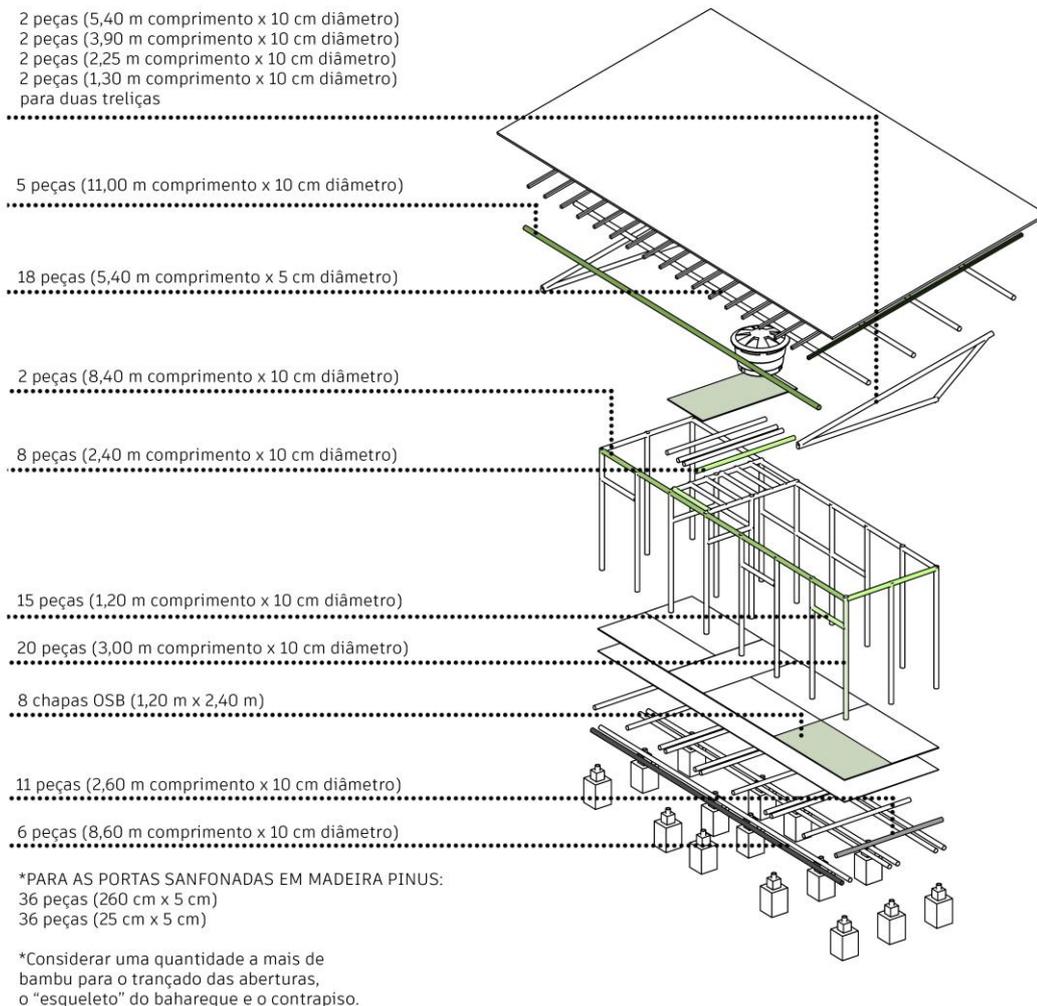


Figura 11: Modulação e contabilização das peças de bambu. Fonte: elaborado pelos autores.

Como soluções sustentáveis, além da captação da energia solar e reaproveitamento da água da chuva, a gestão de resíduos é proposta através da complementação do projeto com composteiras e biodigestores. Outras soluções, como a disposição de hortas para o cultivo de alimentos, foram pré-definidas. Entretanto, ainda é necessária a realização do estudo de viabilidade.

4. Considerações finais

As propostas apresentadas configuram um anteprojeto, evidenciando a necessidade da execução de um protótipo para que sua funcionalidade e desempenho possam ser melhor avaliados.

Apesar das vantagens da técnica do *bahareque*, não foi realizado seu cálculo estrutural, levando em consideração a estrutura elevada e o peso das paredes. O fechamento em *bahareque* é uma alternativa sustentável e de simples execução que cumpre sua função térmica. Entretanto, a modularidade da estrutura em bambu admite outras possibilidades de fechamentos que continuam sendo analisadas e estudadas a fim de se encontrar a um material que, além das características já citadas, seja também mais leve e acessível.

Os sistemas de energia renovável, gestão de resíduos e captação de água, embora citados, ainda necessitam de detalhes de instalação e estudos de viabilidade voltados para a realidade do projeto. Sendo assim, ainda não foi possível estabelecer o custo final da unidade habitacional.

A durabilidade da estrutura e de suas ligações foram pensadas para que o abrigo pudesse ser utilizado por seus moradores por tempo indeterminado. Tal fato não impede que o projeto seja executado com ligações mais simples em casos temporários.

O processo de projetar uma habitação emergencial, de baixo custo e que utilize materiais renováveis pode ser uma solução tanto para situações de desastres naturais como para a crise habitacional. Como profissionais da área da construção civil, é importante que possamos priorizar a moradia como um direito básico não somente no âmbito teórico, mas também no desenvolvimento técnico de projetos que sejam capazes de fornecer moradia digna a todos.

Referências

Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia / organização Patrícia Maria Drumond, Guilherme Wiedman. - 1. ed. - Rio de Janeiro : ICH, 2017.

CARTILHA CANTEIRO ESCOLA: **Tecnologias Construtivas de Baixo Carbono**. HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade), IAU - USP.

COHAB - Companhia de Habitação Popular de Londrina. Estudo sobre o déficit habitacional e sobre Habitações de Interesse Social de Londrina.

GREVEN, H. A., BALDAUF, A. S. F. **Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: Uma Abordagem Atualizada**. Coleção Habitare, v. 9. Porto Alegre: ANTAC, 2007, 72p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População da cidade de Londrina. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/londrina/panorama>. Acesso em: setembro, 2020.

MARÇAL, V. H. S. **Análise comparativa de normas técnicas internacionais para o emprego do bambu – colmo em estruturas prediais**. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, 2018.

NAKASATO, Marcos Seidi. **Abrigos Temporários: recomendações de projeto para sistemas construtivos em madeira no Paraná**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, 2020.

PADOVAN, Roberval Bráz. **O bambu na arquitetura: design de conexões estruturais**. 2010. 181 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/89702>> .

RWTH AACHEN. **Modern bamboo architecture**. 5 fotografias, color. Disponível em: <<http://bambus.rwth-aachen.de/eng/index.html>>. Acesso em: dezembro de 2020.

SILVA, Ricardo Dias. **Plantando casas: estudo da cadeia produtiva para implantação de habitação de interesse social em madeira de Pinus spp no Paraná - Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) -



Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
Doi: 10.11606/T.18.2010.tde-05092013-143946. Acesso em: 2020-09-16.