

## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

### PROJETO MODULAR DE HABITAÇÃO EMERGENCIAL COM O USO DE PALLETS E BAMBU<sup>1</sup>

**LOPES, Geane Talia de Almeida (1); COSTA, Marcella Ribeiro da (2); GUERREIRO, Marcos Vinicius Dias Ramos (3); FREITAS, Valeria de Cerqueira Tramontini (4); MOURA, Jorge Daniel de Melo (5)**

(1) UEL, e-mail: geanea.lope@gmail.com; (2) UEL, e-mail: marr.cella@hotmail.com;  
(3) UEM, e-mail: rriarcos@gmail.com; (4) UEM, e-mail: valeriatramontini@hotmail.com;  
(5) UEL, e-mail: jordan@uel.br

#### RESUMO

Os fenômenos naturais que podem dar origem às catástrofes ocorrem em diversas condições. O Brasil tem sofrido impactos ambientais negativos devido a esses fenômenos. A pesquisa propõe o projeto de habitação emergencial e temporária com área máxima de 25 m<sup>2</sup>, com módulo 240cmx200cm. Os principais materiais construtivos são o pallet e o bambu. A estrutura principal e a cobertura são em bambu (em cana), pois apresenta características mecânicas semelhantes do aço e do concreto. O sistema construtivo modular tem como base o pallet padrão PBR. A estrutura articulável juntou-se quatro pallets em duas linhas, formando uma placa de 2,40m por 2,00m. Com quatro destas placas criou-se um módulo, constituído de piso, duas paredes laterais e forro. Esta forma proporcionou um pé-direito de 2,40m e como as ripas do pallet são orientadas neste sentido, sugere-se uma maior rigidez a compressão e a flambagem. As vigas, pilares e estrutura do telhado foram interligados com parafusos anti-corrosivos e braçadeiras em metal para garantia de segurança e estabilidade da edificação. Conclui-se que o uso desses materiais através de produção modular é uma excelente solução para as situações de desastres, pois é um sistema de construção eficaz, que atende rapidamente às condições de emergência.

**Palavras-chave:** Habitação Emergencial. Sistema construtivo. Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

*Natural phenomena that can lead to disasters occurring in various conditions. Brazil has suffered negative environmental impacts due to these phenomena. The search proposes the emergency and temporary housing project with a maximum area of 25 m<sup>2</sup>, module 240cmx200cm. The main construction materials are the pallet and bamboo. The main structure, pillars, beams and roof are in bamboo (shaped cane), because it has similar mechanical properties of steel and concrete. The modular building system is based on the standard pallet PBR. The pivotable structure joined four pallets in two rows, forming a plate of 2.40m by 2.00m. With four such plates created a module, consisting of floor, two side walls and ceiling. This form provided a ceiling height of 2.40 m and as pallet slats are orientated in this direction suggests greater rigidity compression and buckling. The beams, pillars and roof structure were linked with anti-corrosive screws and metal clamps to guarantee security and stability of the building. We conclude that the use of these materials through modular production is an excellent solution for disaster situations, because it's a rapid construction system that meets quickly to emergency situations.*

---

<sup>1</sup>LOPES, G. T. A.; COSTA, M. R.; GUERREIRO, M.V.D.R.; FREITAS, V. C. T.; MOURA, J. D. M. Projeto modular de habitação emergencial com o uso de pallets e bambu. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

**Keywords:** *Emergency housing. Build system. Sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

Ultimamente o Brasil tem sofrido impactos ambientais negativos devido aos fenômenos naturais que podem dar origem às catástrofes que ocorrem em diversas condições geológicas, climáticas e regionais. E são considerados como aleatórios, muitas vezes não sendo possível evitar seus efeitos. A população desabrigada muitas vezes é relocada para abrigos coletivos improvisados devido à rapidez dos fatos.

As primeiras coisas que aqueles que ficaram sem casa e abrigo precisam são: comida, medicamentos e primeiros auxílios, mas também seguramente os arquitetos estão em importante posição de poder para aconselhar com autoridade e fazer pressão para que a ONU (Organização das Nações Unidas) ou [...] UNRRA (United Nations Relief and Rehabilitation Administration) [...] proporcionem casas imediatas que chegue o quanto antes às zonas de catástrofe. (DAVIS, 1980, p.63, tradução livre).

Passada a intercorrência, os rastros de destruição são incalculáveis, e uma das demandas que normalmente é de difícil e lenta solução é a questão das Habitações Emergenciais Temporárias.

Existem várias dificuldades para se prover abrigos unifamiliares, ou que se proponha dar certa privacidade às famílias, como a disponibilidade de áreas preparadas para implantação, mão de obra qualificada e em quantidade, fornecimento de insumos, dentre outras.

Com isso, exige-se uma solução rápida e barata para atender esta população. A inovação tecnológica é indispensável na busca de horizontes de sustentabilidade. Em virtude disso, diversas pesquisas em tecnologia têm sido desenvolvidas, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais das construções, em especial, utilizando materiais alternativos de baixo custo, como por exemplo, o bambu e o pallet.

Algumas propostas de habitações de emergência modulares contemplam diversos materiais entre os quais pode-se ressaltar: madeira proveniente de plantio florestal (Silva 2006), materiais recicláveis e materiais industriais (Nogueira 2012), utilização do concreto armado em painéis pré-fabricados tipo sanduíche (Delaqua, 2013), painéis de madeira "sanduíches"<sup>2</sup>, abrigos feitos com tubos de papel<sup>3</sup> e uso do prolipropileno (Abrigo Origami- Alastair Pryor), um tipo de plástico que pode ser 100% reciclado.

O bambu é um material sem muito valor econômico, social ou cultural em nossa sociedade. Em outros países é motivo de orgulho e objeto de

---

<sup>2</sup>Abrigo Luna - desenvolvido por estudantes na Finlândia. Os painéis são fixados usando somente os encaixes na madeira e fitas de nylon, sem a utilização de parafusos ou ferramentas elétricas.

<sup>3</sup>Abrigo em tubos de papel – projeto do escritório Shigeru Ban, no Japão. Paredes com tubos de papel, envernizadas ou com pintura anti -fogo; madeiramento do telhado com preenchimento de papel.

pesquisas por seu potencial em diversas e comprovadas áreas de aplicação. O bambu não é poluente, não requer grande consumo de energia e oxigênio em seu processo de beneficiamento, sua fonte é renovável, de baixo custo e apresenta características mecânicas similares do aço e do concreto (RIPPER, 1994).

O pallet em madeira, como já sabido, é uma plataforma móvel em forma de estrado concebida para facilitar o transporte e armazenamento de cargas e possui dois apelos: ser constituído por madeira reflorestada, ou seja, a liberação de dióxido de carbono em sua produção é praticamente zero, e também por poder reciclar os que estão presentes em diversos setores do comércio.

Portanto a habitação emergencial proposta nesse trabalho tem por objetivo um projeto versátil e de fácil montagem para ser executado rapidamente em situações de catástrofes em diferentes áreas, com adaptação para terrenos distintos. O estudo propõe o projeto de uma habitação emergencial e temporária, podendo permanecer por um período maior do que previsto em algumas situações que as populações atingidas estejam desabrigadas, com área máxima de 25 m<sup>2</sup>. Teve como uso de materiais construtivos principais o pallet e o bambu.

## 2 METODOLOGIA

Como etapa preliminar, foi elaborado um programa de necessidades compatível com a metragem estipulada. Os ambientes considerados de maior importância para habitação em casos emergenciais foram: banheiro, sala para refeições, cozinha, e dormitório.

Portanto no contexto do projeto – problema 4 a forma veio como resposta ao que o programa de necessidades identificou, como descreve abaixo, a fim de descobrir a natureza do problema:

Se entendermos o papel real do programa, fica claro que - por definição - ele não pode determinar a solução nem dificultá-la. Na medida em que é um sistema de atividades, o programa estabelece o âmbito de possibilidades da forma e, ao mesmo tempo, atua como elemento de verificação do projeto em diversas fases do seu processo. (PIÑÓN, 2006 p. 50).

Entendendo o projeto como o processo e considerando que no papel a ideia toma forma<sup>5</sup>, o trabalho teve seu início na concepção dos croquis e seguiu as variáveis externas, problemas e tentativas de soluções que, gradualmente se tornaram nas intenções formais da planta e dos volumes.

---

<sup>4</sup> Conceito projeto – problema: é um exemplo de estrutura conceitual que tem objetivo de formular uma abordagem simples o bastante para que possa ser utilizada em qualquer projeto. Também chamado método *ProblemSeeking*.

<sup>5</sup> Juan Pablo Aschner, Rossellie e outros autores como Doris Catherine Cornelié, Knatz, Kowaltowski abordam sobre o processo de projeto em Arquitetura.

Conhecimento das necessidades implica também saber os meios ou recursos disponíveis para esta variável, que foi criativamente interessante.

Para a análise das condições do projeto foi usado o método *ProblemSeeking*, que é abrangente o bastante para cobrir a maior parte dos fatores que irão influenciar nos resultados, o qual está estruturado em cinco passos e quatro aspectos que foram considerados. (Ver tabela 1)

Tabela 1 - Metodologia do *ProblemSeeking*

Passos	Aspectos a Considerar
1 – METAS – O que o cliente quer obter, e por quê?	Função - o que vai acontecer no edifício? As palavras-chaves são: pessoas, atividades e relações.
2 – FATOS – O que se sabe? O que é dado?	Forma - o que será visto e sentido? As palavras-chave são: local, ambiente e qualidade.
3 – CONCEITOS – Como o cliente quer alcançar as metas?	Economia - diz respeito ao orçamento e qualidade da construção, mas também pode incluir considerações de custos de operação e do ciclo de vida. Palavras-chaves são: orçamento inicial, custos operacionais e custos do ciclo de vida.
4 – NECESSIDADES – Quanto dinheiro e espaço? Qual nível de qualidade?	Tempo - três classificações : passado, presente e futuro – as quais lidam com influências da história, as mudanças inevitáveis do presente e as projeções para o futuro. As palavras-chave são: passado, presente e futuro.
5 – PROBLEMA – Quais são as condições significativas que afetam o projeto do edifício? Quais são as direções gerais que o projeto deve tomar?	

Fonte: PEÑA; PARSHALL, 2001 [1969], p.30-31 apud MOREIRA, 2007 p.87 a 90)

Com relação ao dimensionamento físico, foram quantificados os equipamentos, os mobiliários, as circulações, as infraestruturas técnicas, os serviços de apoio correspondendo às dimensões humanas. Consideraram-se, além das medidas estáticas, as medidas dinâmicas do corpo humano, com espaço mínimo em torno dos equipamentos para a realização de atividades necessárias de maneira descontraídas.

Segundo OKAMOTO (2002), dimensionar os espaços em torno dos objetos e equipamentos, pode ocasionar restrições aos movimentos do indivíduo, tornando-os cansativos e desgastantes. Embora o projeto não tenha chegado a detalhamento de mobiliário, pois não fazia parte de seu enfoque, as dimensões do espaço interno foram contempladas em planta, visando que o espaço seja funcional, confortável e acessível.

## 2.1 Processo do Projeto

A escolha dos materiais foi orientada por parâmetros econômicos, disponibilidade no mercado e facilidade do emprego da tecnologia no projeto. Foram estabelecidos como matérias bases para o desenvolvimento desta ideia o pallet e o bambu.

O projeto priorizou o uso dos pallets de madeira pinus como sistema de vedação, pois verificou-se que a sua produção no país é abundante e há possibilidade de reaproveitamento desse material no padrão PBR. E o

bambu, por ser uma abundante espécie vegetal encontrada em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil, é barato, leve, de crescimento veloz e com qualidades mecânicas significantes, se enquadra como um material excelente, pois seu beneficiamento não exige grandes aportes de energia.

No Brasil, os pinus vêm sendo plantados há mais de um século, tendo sido, inicialmente, introduzidos para fins ornamentais. A partir de 1950 é que foram plantadas em escala comercial para produção de madeira. O principal uso deles é como fonte de matéria-prima para as indústrias de madeira serrada e laminada, chapas, resina, celulose e papel. O estabelecimento e o manejo de florestas plantadas com pinus vêm possibilitando o abastecimento de madeira que, anteriormente, era suprido com a exploração do pinheiro brasileiro. Essa prática estabeleceu-se como uma importante aliada dos ecossistemas florestais nativos, pois vem suprimindo uma parcela cada vez maior da necessidade atual de madeira. (EMBRAPA, 2009).

Segundo o IPT (1989), a madeira pinus apresenta vantagens como secagem e manejo. É fácil de desdobrar, aplainar, lixar, tornejar, furar, fixar, colar e permite bom acabamento. A tabela 2 expõe os valores das propriedades físicas e mecânicas da madeira pinus.

Tabela 2 – Propriedades da madeira pinus.

PROPRIEDADES FÍSICAS				
Densidade de massa ( $\rho$ )		Contração		
Aparente a 15% de umidade (kg/m³)	Básica (kg/m³)	Radial (%)	Tangencial (%)	Volumétrica (%)
480	400	3,4	6,3	10,5
PROPRIEDADES MECÂNICAS				
Flexão - Resistência ( $f_m$ )				
Madeira verde (MPa)	Madeira a 15% de umidade (MPa)	Limite de proporcionalidade - madeira verde (MPa)	Módulo de elasticidade - madeira verde (MPa)	
48,0	69,6	19,7	6463	
Compressão paralela às fibras - Resistência ( $f_{c0}$ )				
Madeira verde (MPa)	Madeira a 15% de umidade (MPa)	Limite de proporcionalidade - madeira verde (MPa)	Módulo de elasticidade - madeira verde (MPa)	
18,5	31,5	13,7	8846	
Outras propriedades				
Resistência ao impacto na flexão (MPa)	Cisalhamento - madeira verde (MPa)	Dureza janka paralela - madeira verde (N)	Tração normar as fibras - madeira verde (MPa)	
14,5	5,8	1932	3,0	

Fonte: (IPT, 1989).

Segundo Salgado et. al. (1994), o bambu é uma espécie vegetal pertencente à família das *Gramineae*, com aproximadamente 45 gêneros e mais de mil espécies catalogadas e espalhadas pelo mundo. Matéria – prima de baixo custo e de fácil apropriação, o bambu pode ser encontrado com facilidade em todo o território brasileiro. Dentre os vários países latino-americanos onde o bambu se desenvolve, o Brasil reúne o maior número de espécies desta planta, algumas nativas e outras exóticas (GRACA, 1988).

A aplicação do bambu na construção civil gera vantagens, pois chega a produzir uma economia de até 50%, pode surgir como alternativa de gerar emprego, além de apresentar resistência à tração próxima de uma chapa de aço. A tabela 3 apresenta as propriedades do material.

Considerando as limitações que os dois materiais apresentam, focou-se na modulação dos pallets como elemento definidor do projeto.

O sistema modular é um instrumento que auxilia no dimensionamento, posicionamento e conectividade dos materiais e componentes, tanto no projeto quanto na execução da construção. A vantagem do uso do sistema é a simplificação e a compatibilização dos projetos e das operações de execução, com maior precisão dimensional e locação da obra, facilitada pelo reticulado modular; a padronização dos materiais e componentes, facilitando a produção em série, evitando quebras e a substituição; a redução dos problemas de interface entre os componentes, elementos e subsistemas; a facilidade na utilização de técnicas pré-definidas; o possível intercâmbio nacional e internacional das tecnologias de construção e inovações nos materiais (PARIZOTTO FILHO, 2004).

Tabela 3 - Propriedades físicas e mecânicas do bambu.

<b>CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO BAMBU</b>	
Compressão	Peças curtas podem suportar 50 MPa, superando a resistência dos concretos convencionais.
Resistência específica	O bambu mostra-se mais eficiente do que o concreto.
Tração paralela às fibras	O módulo de elasticidade é em torno de 20.000 MPa.
Flexão estática	Apresenta rigidez suficiente para que possa ser utilizado em estruturas secundárias, na forma de treliças e vigas.
O peso no entanto é 90% menor que do aço.	
Cabos de bambus trançados oferecem resistência similar ao aço CA-25 (2.500 Kg/cm <sup>2</sup> ).	
<b>PROPRIEDADES FÍSICAS E RESISTÊNCIA DAS FIBRAS</b>	
Flexão	Tensão
<b>Externa (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
2.531	949
<b>Interna (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
3.200	1.150

Fonte: Marçal (2008).

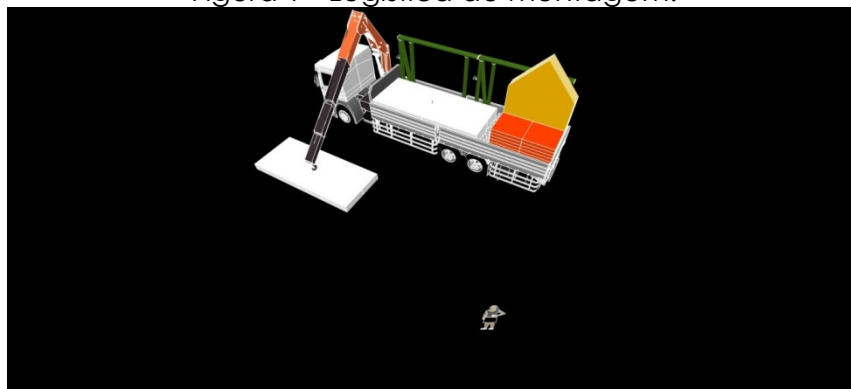
Portanto para a modulação da proposta foi necessário escolher qual padrão de pallet seria utilizado, pois existem muitos. Porém identificou-se que a maior parte dos pallets produzidos no Brasil, são em Padrão Brasil (PBR), ou seja, 1,20m x 1,00m x 0,14m.

## 2.2 Logística

Constatando a amplitude das possibilidades de criação de painéis modulares utilizando a estrutura do pallet, os projetos de painéis verticais em madeira foram baseados nas seguintes premissas: proporcionar simplificação, organização, rapidez de produção, redução de mão-de-obra, desperdício de materiais, custos na construção, montagem e desmontagem e a sustentabilidade.

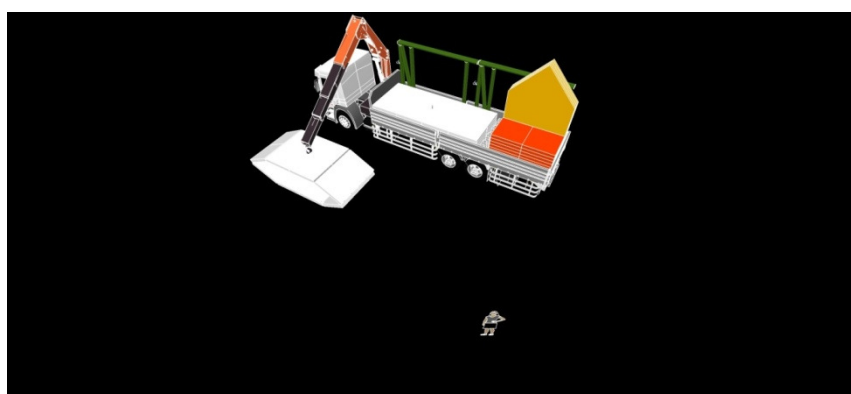
Como ponto de partida, imaginou-se uma estrutura articulada, em que um caminhão munck, conforme as Figuras 01, 02, 03, poderia auxiliar a montagem, eliminando assim mão de obra e aproveitamento do meio de transporte que seria necessário para entregar estas unidades aos locais atingidos. As articulações poderiam ser como em algumas escadas de manutenção, Figura 04, que ao se afastarem as extremidades ela se auto-trava, porém com uma lingueta ela permite o seu destravamento voltando ao estado inicial.

Figura 1 - Logística de montagem.



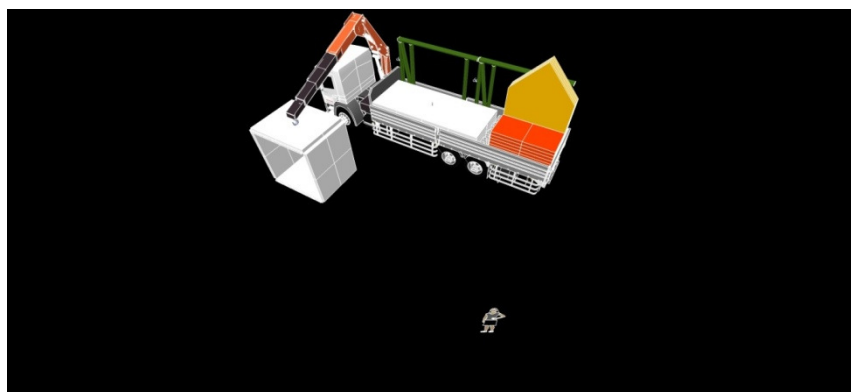
Fonte: Os autores.

Figura 2 - Logística de montagem.



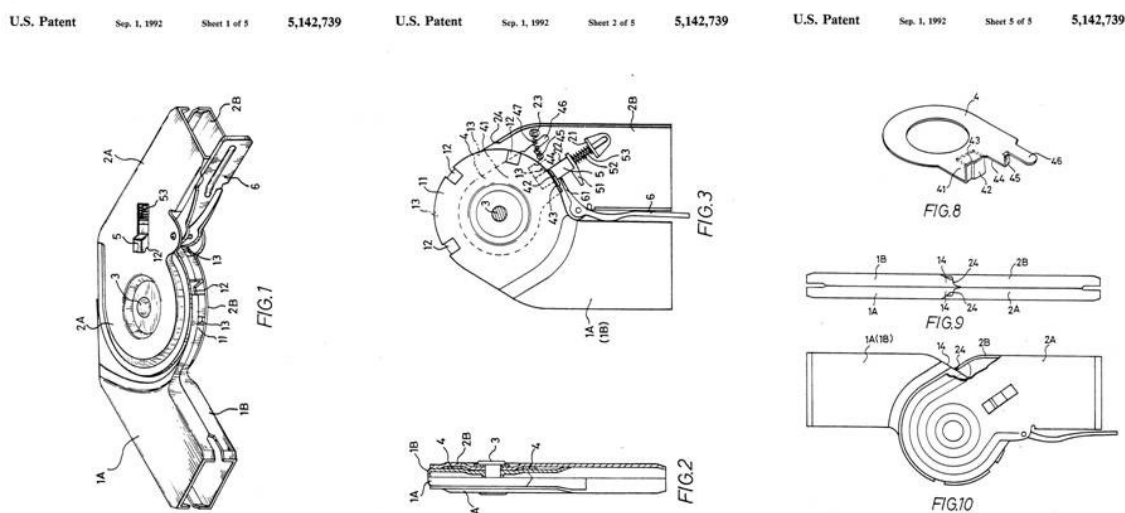
Fonte: Os autores.

Figura 3- Logística de montagem.



Fonte: Os autores.

Figura 4- Conexão Flexível.



Fonte: Sung C. Line, inventor; Palhood Industries Corporation, cessionário. Lockable hinge joint for folding ladders. United States Patent US 005142739A. 1992, Sep. 1.

Para montar uma estrutura com este equipamento, deveria se considerar apenas o esforço no eixo "Y" (vertical). Portanto, pensou-se em juntar quatro pallets em duas linhas, formando uma placa com dimensões de 2,40m por 2,00m, e com quatro destas placas criou-se um módulo, constituído de piso, 02 paredes laterais e forro. Desta forma obteve-se um pé-direito razoável de 2,40m e como as ripas do pallet são orientadas neste sentido, obtêm uma maior rigidez à compressão e à flambagem.

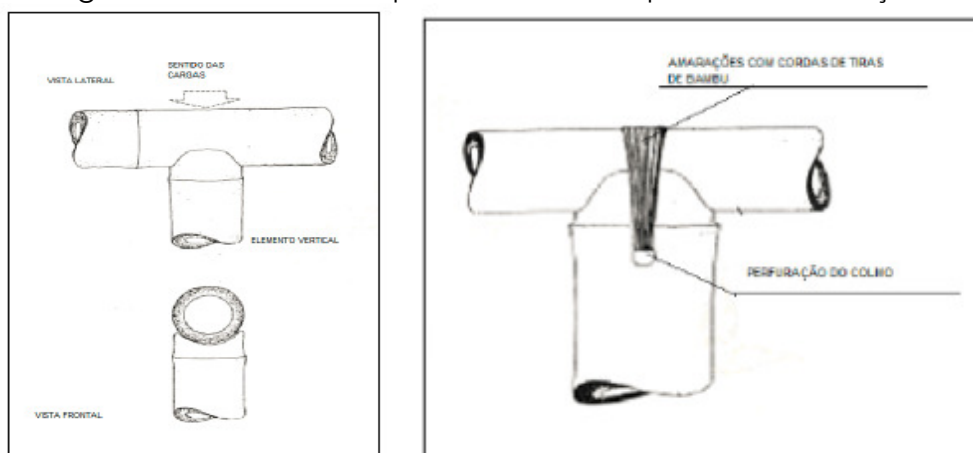
Deste modo, o módulo se compõe de duas placas rígidas e duas articuladas; as rígidas seriam o piso e o teto, e as paredes seriam articuladas na horizontal ao meio. Como o piso deste módulo de quatro placas possui apenas 4,8m², as aberturas laterais possibilitariam o aumento de área ao se articular outros módulos similares a este.



## 2.3 Conexão dos Módulos e Estrutura de Bambu

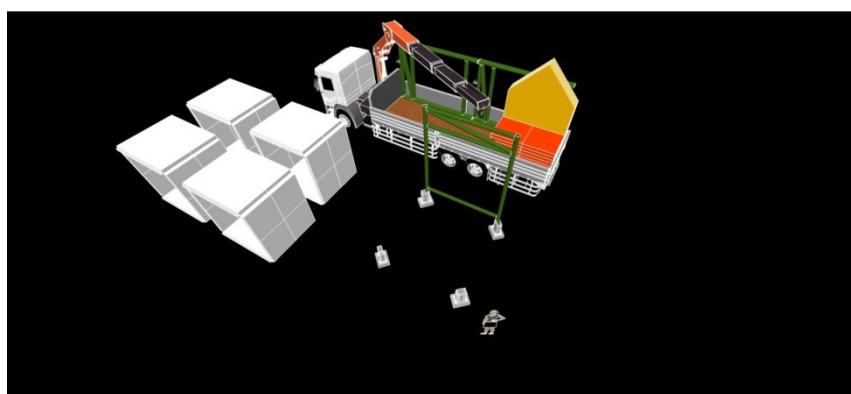
Para a conexão dos módulos, utilizou-se o bambu. Na Figura 05, demonstra como seriam os encaixes. Chegou-se a um componente em forma de "Ó", com os montantes horizontais inferiores afastados do solo e no superior dois montantes afastados com contraventamento, Figura 06, configurando uma treliça. Foram utilizados quatro destes componentes para acoplar os módulos, e contraventados horizontalmente na parte superior e inferior de acordo com a Figura 07. Para a fixação dos módulos pallet com a estrutura de componentes em bambu, pensou-se em perfis "U" fixados nos seguimentos horizontais de cada módulo, e que se encaixam quando em posições contrárias.

Figura 5 - Conexão a topo; Conexão a topo com amarração.



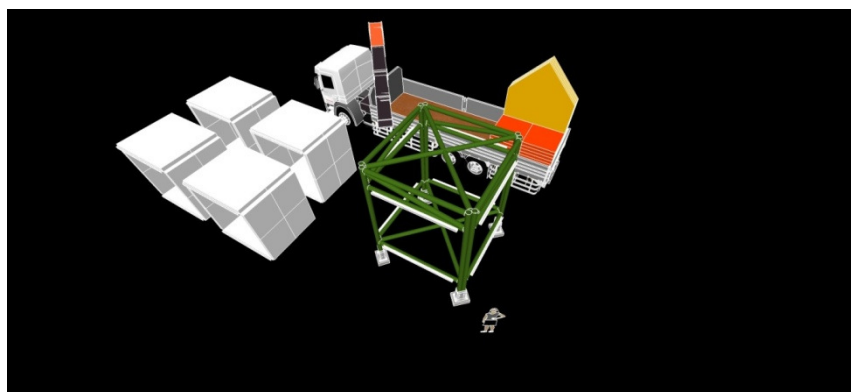
Fonte: Dunkelberg (1996) citado por Padovan. O Bambu na arquitetura: Design de conexões estruturais. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf>, consultado em: 07 fevereiro 2016, p. 111.

Figura 6 - Componente em Bambu.



Fonte: Os autores.

Figura 7- Montagem dos Componentes.

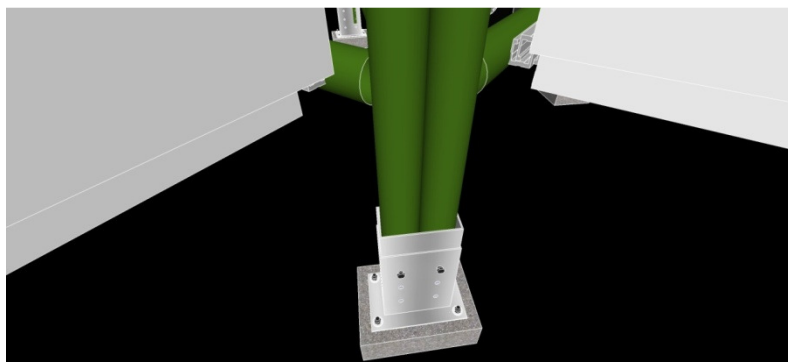


Fonte: Os autores.

## 2.4 Fundação

Para que não fosse necessário terraplenagem, e também que a estrutura não ficasse em contato com o solo, pois madeira não resiste a grandes variações de umidade, foi proposto quatro pontos de apoio (em bambu, descrita anteriormente) apoiados sobre blocos de concreto. Por meio de duas "luvas" de aço de dimensões diferentes e perfuradas, uma envolvendo a extremidade inferior dos componentes em bambu, a outra nos blocos de concreto, funcionaria como um "macaco", onde o nível seria regulado com pinos conforme a Figura 08.

Figura 8- Bambu em luvas de aço.



Fonte: Os autores.

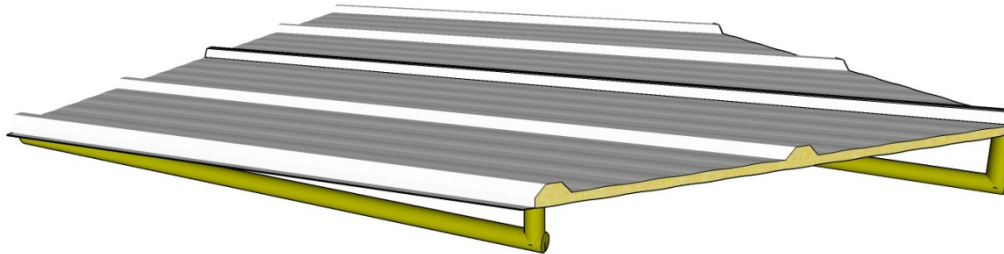
## 2.5 Cobertura

Para a cobertura, pensou-se utilizar o bambu em cana como estrutura, conforme a Figura 09, e inicialmente, a utilização do bambu em meia cana como telha, porém o material é pouco durável em contato com umidade direta.

Então optou-se pelas telhas sanduíche, constituídas em duas camadas de aço galvanizado (liga de Zinco e Alumínio), nas extremidades, e uma de poliuretano ao meio. Com inclinação mínima de 5%, ela exige menos estrutura, resultando em leveza e suavidade ao telhado.

Outro ponto a favor é a quantidade reduzida de telhas, pois é feita sob medida, o que proporciona uma estanqueidade maior, pois os recobrimentos podem ser pontos passíveis de infiltração. Outra vantagem é o ganho do desempenho térmico, contribuindo para o conforto do usuário.

Figura 9- Estrutura de cobertura.

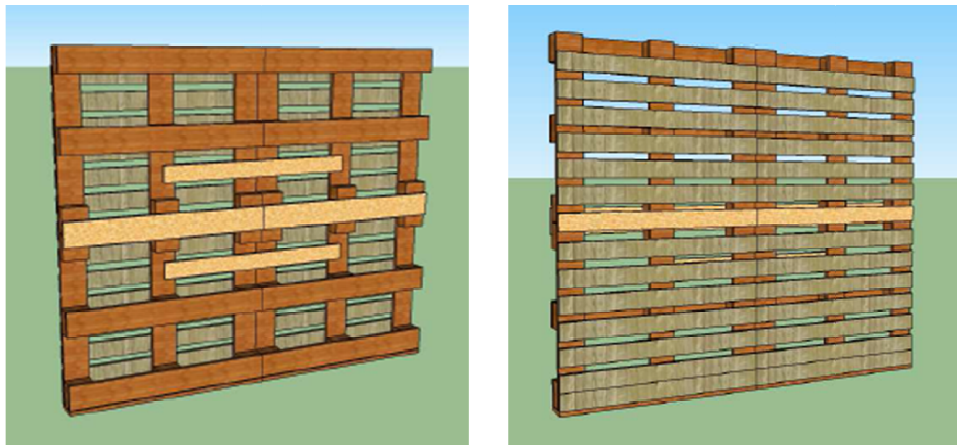


Fonte: Os autores.

## 2.6 Vedação e Ligação dos Pallets

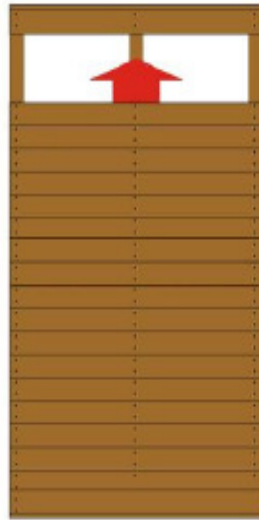
Tanto para paredes como para piso utilizou-se o pallet como mencionado anteriormente. A ligação entre eles foi através de mata juntas produzidas com os próprios tirantes superiores dos mesmos. Para o fechamento, ou seja, a vedação de suas aberturas optou-se a utilização de meias ripas de madeiras pregadas no próprio pallet. Como mostram as Figuras 10 e 11.

Figura 10- Ligação entre pallets.



Fonte: RIBEIRO, F.M. ; ANDRADE, R. (2015).

Figura 11- Vedação dos pallets.

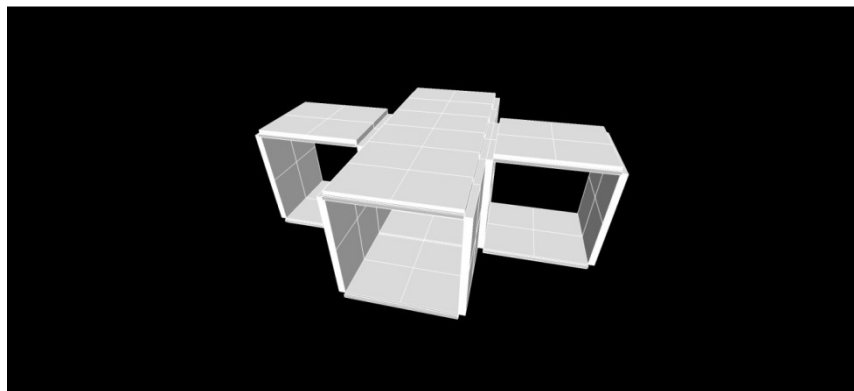


Fonte: Baungarten *et. al.* (2011).

### 3 RESULTADOS

Como foi exposto anteriormente, a limitação da área máxima foi de 25m<sup>2</sup>, desta forma poderia se utilizar até cinco módulos, chegando-se a 24m<sup>2</sup>, conforme a Figura 12. Em formato de cruz, posicionando três deles como um túnel e mais dois, sendo um de cada lado, nas laterais do módulo central. Esta configuração impedia a circulação entre os módulos adjacentes obrigando a introdução de aberturas, o que poderia enfraquecer a estrutura.

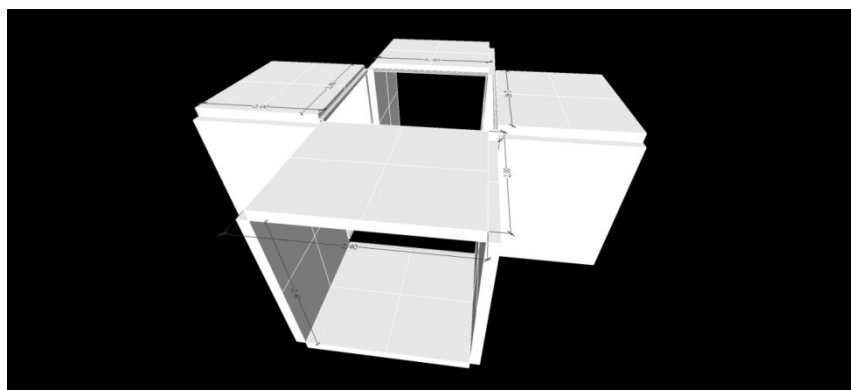
Figura 4- 05 módulos.



Fonte: Os autores.

Outra problemática seria impossibilitar um layout razoável para o mobiliário, pois as dimensões não eram suficientes nesta disposição. Com isso, abrindo mão de um módulo, ou seja, trabalhando com apenas quatro, colocou-se em formato de cruz novamente, com as aberturas voltadas para o centro e para as extremidades, favorecendo a circulação, conforme a Figura 13.

Figura 5- 04 módulos.



Fonte: Os autores.

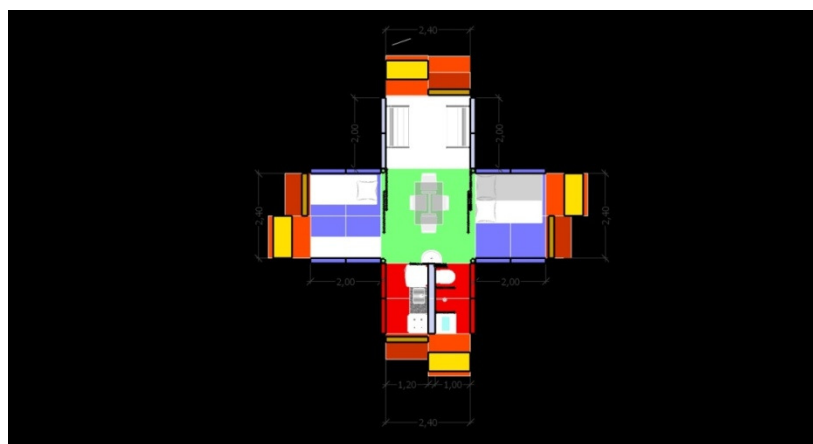
Este formato contribuiu também para a configuração do layout, segundo a Figura 14, e possibilitando trabalhar com módulos com funções específicas. Criou-se então os módulos: "dormitório", "molhado" - com cozinha e banheiro e o "estar".

No espaço vazio ao centro, locou-se a função "jantar". No módulo "dormitório", prevê as camas na transversal (que podem ser tanto duas de solteiro (0,80m x 1,95), como uma de casal (1,45m x 1,95m), liberando espaço para circulação lateral).

No módulo "molhado", foi inserida uma parede hidráulica ao meio para servir a ambos os cômodos, a cozinha e ao banheiro. Deste último foi retirado o lavatório, pois foi considerada necessária a inserção de um espaço para a máquina de lavar roupas.

O Lavatório foi inserido na parte central da estrutura junto à função "jantar" e fixado na parede hidráulica. No módulo "estar", pode-se inserir um sofá articulado em um dos lados e a TV do outro<sup>6</sup>. Para o fechamento das extremidades voltadas para o exterior, utilizou-se de dois conjuntos de dois pallets articulados em cada módulo para fazer o papel de janelas e portas.

Figura 6- Disposição dos módulos.

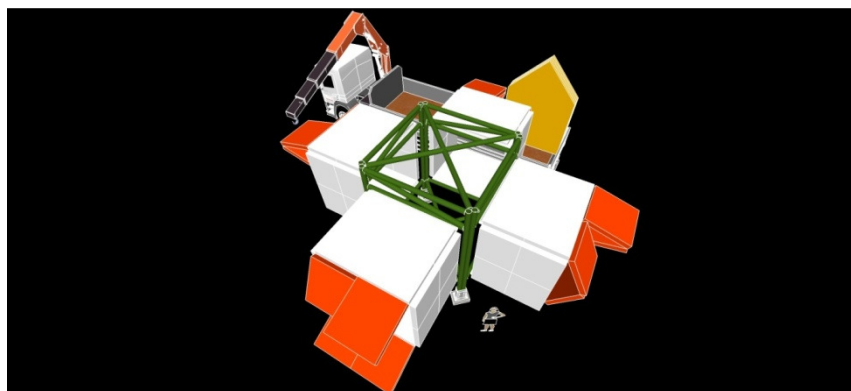


Fonte: Os autores.

<sup>6</sup> O mobiliário não foi pensado como objetos articuláveis, mas nesse artigo não será abordado.

Portanto esta pesquisa teve como resultado um Estudo Preliminar de uma habitação modular (módulo 240cmx200cm) considerando questões de funcionalidade, estruturais e estéticas para o seu desenvolvimento, de acordo com as Figuras 15, 16 e 17.

Figura 7- Colocação dos módulos.



Fonte: Os autores.

Figura 8- colocação da cobertura.



Fonte: Os autores.

Figura 9- Corte esquemático - instalação sanitária, cozinha e Estar.



Fonte: Os autores.

## 4 CONCLUSÕES

A necessidade do desenvolvimento de projetos que abordem tecnologias diferenciadas e visem questões como sustentabilidade e métodos inovadores com materiais de fácil acesso é um problema que está sendo debatido em diversos fóruns na atualidade.

O estudo para a elaboração de projeto de uma habitação emergencial e temporária, usando pallet e bambu, compreendendo uma área máxima de 25m<sup>2</sup> teve como conclusão uma planta dimensionada e imagens em 3D (três dimensões) de uma habitação modular (módulo 240cmx200cm).

O projeto considerou questões de funcionalidade, estruturais e estética para o seu desenvolvimento, segundo a metodologia do *ProblemSeeking*. O sistema modular, devido à sua racionalidade, foi aplicado, mantendo como base as dimensões do pallets PBR.

Durante a pesquisa pode-se observar quanto potencial esses materiais construtivos principais apresentam para que seu uso seja efetivado no mercado da construção civil. As pesquisas científicas, em nível mundial, têm apontado caminhos para soluções sustentáveis na construção civil, porém, pouco divulgado e conhecido no mercado de trabalho.

Observa-se que o tema proposto é pertinente e urgente na diversidade de fatos catastróficos que acometem as nações. Sobre o Projeto Preliminar proposto conclui-se que o uso dos materiais pallet e bambu através de produção modular é uma excelente solução para as situações de desastres, pois é um sistema de construção rápida, que atende às condições de emergência.

O módulo proposto para habitação emergencial indica uma solução que precisa ser estudada com mais detalhes nos aspectos técnicos de conexões, devendo chegar a um protótipo para testar sua eficácia diante de uma situação real. A continuidade dessa pesquisa pode contribuir para o conjunto científico que existe sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

DAVIS, Ian. **Arquitectura de emergência**. Barcelona, Gustavo Gili, 1980.

DELAQUA, Victor. Habitação de Emergência para Mães Solteiras/ 4L ARQ. Portal Archdaily. 29 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-130699/habitacao-de-emergencia-para-maes-solteiras-slash-4l-arq>> Acesso em: 23 jun. 2013

EMBRAPA (**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**). Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes>> Acesso em: 15 JUN. 2016.

GRAÇA, V.L. **Bambu, térmicas para o cultivo e suas aplicações**. 2ª ed. Ed. Ícone, SP 1988.

IPT (**Instituto de pesquisas tecnológicas**). Disponível em <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=7](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7)> Acesso em: 15 JUN. 2016.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K. et al. **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MARÇAL, S.H.V. **Uso do bambu na construção civil**. Monografia – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2008.

NOGUEIRA, Waldeir. Habitação portátil: ECOmoradia de emergência- Ecobitat. **Portal Paineis Sustentável**. 1 mai. 2012 Disponível em: < <http://painelsustentavel.blogspot.com.br/2012/05/felipe-campolina-ecobitat-um-sistema-de.html>> Acesso em 23 jun. 2016

NORBERG-SCHULTZ, Christian. **Intenciones enarquitectura**. Barcelona: Gustavo Gili, S.A., 1998.

PARIZOTO FILHO, S. **Análise Arquitetônica e construtividade tipos habitacionais** edificados com painéis pré-fabricados com blocos cerâmicos. Tese (Mestrado) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2004.

PIÑÓN, Helio. **Teoria do projeto**. Tradução Edson Mahfuz. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.

RIBEIRO, F.M. ; ANDRADE, R. C. **Construção de Casas Emergenciais utilizando “Pallet” em Rio Grande/RS**. CONFERENCE PAPER · APRIL 2015 [online]. 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/280089130\\_Construcao\\_de\\_Casas\\_Emergenciais\\_utilizando\\_Pallet\\_em\\_Rio\\_GrandeRS](https://www.researchgate.net/publication/280089130_Construcao_de_Casas_Emergenciais_utilizando_Pallet_em_Rio_GrandeRS)> Acesso em: 05 Fev. 2016.

ROSSO; T. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo: FAUUSP, 1976.

SALGADO, A.L. de B. el. al. **Instruções técnicas sobre o bambu**. Boletim técnico, 143, 43p. Campinas: Instituto Agrônômico, 1994.

SILVA, Ricardo Dias. Habitação de Emergência com Resíduos de Madeira e Derivados. 2006 Disponível em: < <http://www.lares.org.br/2006/artigo%20ricardo%20silva%20habitacao%20de%20emergencia%20vfinal.doc>. Acesso em 23 jun. 2016

VENTURA, Alessandro. **Reflexão sobre conceitos de produção modular e arquitetura**. Pós. Rev Programa Pós-GradArquit Urban. FAUUSP [online]. 2006, n.20, pp. 170-185. ISSN 1518-9554.