



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## HABITAÇÃO DE EMERGÊNCIA CONSTRUÍDA EM BAMBU

**ALENCAR, Juliana Mussi (1); GASPARINE, José Carlos (2); HOFFMANN, Alessandra Corsato (3); MOURA, Jorge Daniel (4); RECCO, Emanuelle Graça (5); SKRABA, Cristiana (6).**

(1) Universidade Estadual de Londrina-Pr (UEL), [juliana\\_mussi@hotmail.com](mailto:juliana_mussi@hotmail.com), (2) UEL, [jcgasparine@yahoo.com.br](mailto:jcgasparine@yahoo.com.br), (3) Universidade Estadual de Maringá-Pr (UEM), [alecorsato@hotmail.com](mailto:alecorsato@hotmail.com), (4) UEL, [jordan@uel.br](mailto:jordan@uel.br), (5) UEL, [emanuellegracarecco@yahoo.com.br](mailto:emanuellegracarecco@yahoo.com.br), (6) UEL, [cristiana.skraba@gmail.com](mailto:cristiana.skraba@gmail.com).

### RESUMO

As catástrofes naturais, os conflitos sociais, políticos e principalmente os de cunho econômicos, são eventos que sempre estiveram presentes na história da humanidade. Diante do presente cenário, este artigo tem como objetivo apresentar metodologia de projeto com soluções construtivas para uma proposta de habitação de emergência utilizando o bambu como material predominante. O bambu é um recurso renovável, perene e tropical, cresce rapidamente e possui um grande potencial agrícola, protege o solo, sequestra carbono e ainda, combinado com outras madeiras, pode ser usado em reflorestamento, na recomposição de matas ciliares e como regenerador ambiental. A coordenação modular e a restrição na utilização de alguns materiais foram condicionantes para o desenvolvimento do projeto. Este artigo foi caracterizado como experiência didática com objetivos exploratórios e práticos. Em todas as etapas do desenvolvimento do projeto houve a preocupação com a facilidade de montagem/desmontagem, além da durabilidade da construção, para possível utilização do módulo emergencial por longos períodos. Através deste processo de projeto, visualiza-se que é possível construir uma edificação de baixo custo com rapidez e facilidade na execução utilizando o bambu.

**Palavras-chave:** Habitação de emergência, Construção em bambu, Coordenação modular, Sistemas construtivos.

### ABSTRACT

*Natural disasters, social conflicts, political and especially economic nature, are events that have always been present in human history. Given this scenario, this paper aims to present design methodology with constructive solutions for a proposed emergency housing using bamboo as the predominant material. Bamboo is a renewable, perennial and tropical resort, grows quickly and has great agricultural potential, protects the soil, sequesters carbon and, combined with other woods can be used in reforestation, the restoration of riparian forests and how environmental regeneration. The modular coordination and restraint in the use of some materials were constraints to the development of the project. This article was featured as didactic and practical experience with exploratory objectives. At all stages of project development were concerned with the ease of assembly / disassembly, plus the durability of construction, for possible use in the emergency module for long periods. Through this design process, it displays that it is possible to construct a building of low cost speed and ease of application using bamboo.*

**Keywords:** *Emergency housing, bamboo construction, modular coordination, Construction systems.*

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, constantes desastres naturais vêm ocorrendo no mundo todo. No Brasil, este fenômeno também tem sofrido um aumento significativo a partir da década

de 1970. A população desalojada muitas vezes é relocada para abrigos coletivos improvisados devido à rapidez dos fatos. Em alguns casos, são transladadas para locais também provisórios, mas que possam acomodar as famílias com mais privacidade, por um período de tempo maior, até que retornem a suas casas, ou a outro local definitivo.

Além de uma resposta rápida para atender as vítimas, uma solução com baixos custos para prestar essa assistência também deve ser incorporado às ações, inclusive pela frequência destes fenômenos. A utilização de materiais naturais locais e que podem ser reaproveitados pode ser uma solução para atender as duas premissas, rapidez e baixo custo. Entre os materiais naturais de fácil produção, fácil manuseio, e com baixo custo agregado, destaca-se o bambu.

No Brasil, a forma mais utilizada do bambu na construção é a natural, mas ainda, segundo PEREIRA (2008), pode ser encontrado de outras formas, como:

- Reforço de concreto pelo bambu - o bambucreto;
- Placas cerâmicas armadas com bambu, compósito à base de cimento e bambu particulado - o biokreto, utilizado na confecção de telhas, pisos e placas para calçadas e blocos vazados,
- Painéis de bambu laminado colado - BLC,
- Chapas de partículas de bambu,
- Chapas de partículas de bambu e resina poliuretana,
- Compósito bambu-resina-fibra de vidro,
- Compósito de bambu e resíduos de borracha;
- Bambu e poliestireno.

Mesmo com a infinidade de usos para este material, a sua utilização ainda é modesta no Brasil, PEREIRA (2008) relata que aspectos culturais delegam ao bambu um papel secundário, e aponta outros fatores que contribuem para este fato, entre eles, a inexistência de normas para a execução de ensaios referentes às características físico-mecânicas de algumas espécies do bambu. JANSSEN (2000) apud PEREIRA (2008), afirma que se forem consideradas as relações resistência/massa específica, tais valores superam aos das madeiras e do concreto, podendo ser tais relações comparáveis inclusive ao aço.

### **1.1 Sistema construtivo e coordenação modular**

Estabelecer parâmetros sobre metodologia de projeto é uma tarefa complexa, vários fatores devem ser levados em consideração, como processo de projeto e o sistema construtivo a ser utilizado na construção. Conhecer o processo construtivo, desde a concepção de projeto aos detalhes de encaixe das peças no local, e aplicar este conhecimento no desenvolvimento do projeto, transforma o projeto em um manual de construção. Esta metodologia de desenvolvimento projetivo, leva em consideração todas as restrições e opções que podem influenciar no resultado, como cita KOWALTOWSKI (2011).

Segundo as normas brasileiras de coordenação modular citadas por PEREIRA (2005) módulo básico é definido como a distância entre dois planos consecutivos do Reticulo Modular Espacial de Referência, que é de 10 cm por convenção internacional. Portanto, módulo, é a unidade básica de medida para a coordenação dimensional dos componentes e das partes da construção.

Segundo Ribeiro (2002) deve ser considerado alguns fatores na determinação da medida modular, como:

- A medida do módulo base deve ter um tamanho grande o suficiente para permitir uma relação entre as medidas modulares dos componentes e as medidas dos espaços do projeto;
- O módulo base deverá ser pequeno o suficiente para que sua repetição seja abrangente reduzindo as alterações necessárias para ajustá-los a medida modular mais próxima e nos espaços previstos em projeto;
- A eleição do modulo base deve ser a maior medida possível a fim de proporcionar uma menor variedade de produtos;
- Para facilitar a aplicação, a medida do módulo deverá ser um número inteiro.

No processo projetual para elaboração da habitação de emergência em bambu que trata este artigo, foram aplicados os conceitos de coordenação modular com o intuito de agilizar o processo de fabricação dos elementos construtivos, bem como o processo de montagem da própria edificação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 O projeto da habitação de emergência

A experiência didática da qual foi elaborado o projeto de habitação emergencial em questão, possuiu como principal condicionante a utilização do bambu como material predominante, justificado principalmente por ser uma matéria prima de baixo custo e de fácil manuseio. Além deste material, outros foram disponibilizados para a elaboração do projeto e se restringiram a: duas chapas de OSB (*Oriented Strand Board*), conectores metálicos, uma carcaça de geladeira, cordas, lonas e engradados de cerveja (caixas plásticas). Para a elaboração do projeto outras condicionantes foram impostas, entre elas: tal habitação deveria suprir a necessidade de dormir, estar e se alimentar das vítimas, tendo em vista que as dependências sanitárias seriam coletivas, dispostas em edificação separada, não contemplada neste experimento.

Para o processo de concepção da unidade emergencial adotou-se como base principal um módulo composto por meia cana em bambu. Foi executado um protótipo físico deste módulo de modo a verificar o seu desempenho, funcionalidade, e consequentemente utiliza-lo como instrumento de experimentação no desenvolvimento do projeto. Na Figura 01 pode-se visualizar a aparência final deste protótipo, que se mostrou de grande importância em todas as etapas do projeto, desde a determinação da vedação e estrutura, até as soluções mais adequadas para as ligações e encaixes.

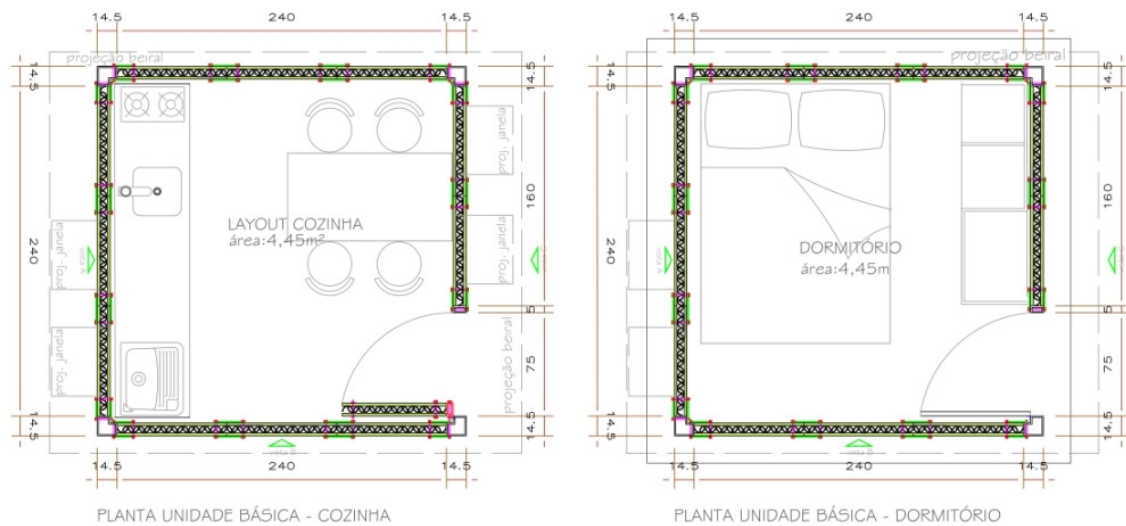
**Figura 01 – Protótipo elaborado para a composição da unidade emergencial.**



Fonte: Os autores

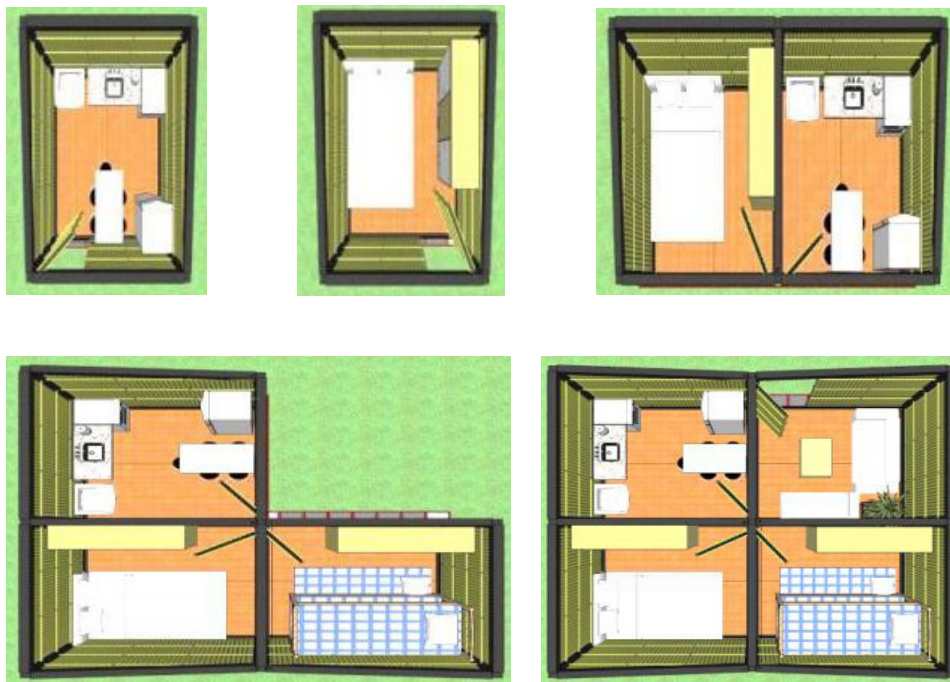
O processo do projeto iniciou-se com elaboração de croquis e perspectivas, dispondo os ambientes e dimensões. Com relação ao volume proposto optou-se por uma planta baixa com as dimensões das duas placas de OSB e mesma dimensão para o pé-direito (2,40m x 2,40m x 2,40m), resultando na unidade básica, podendo ser dormitório, cozinha, sala ou até mesmo varanda. Esta unidade básica poderá ser repetida e disposta conforme a necessidade de cada família, possibilitando diversas composições, como ilustram as Figuras 02 e 03.

**Figura 02 – Planta da Unidade Básica de Emergência**



Fonte: Os autores

**Figura 03 - Composições possíveis através da unidade básica.**



Fonte: Os autores

## 2.2 O Sistema Construtivo

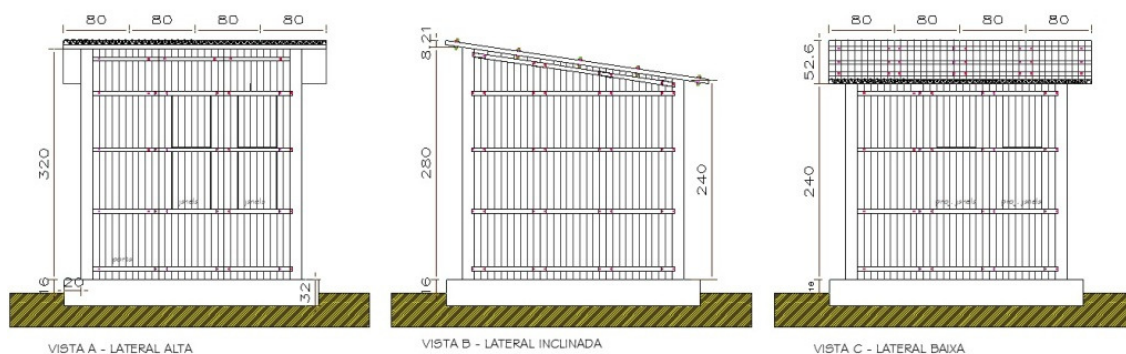
Estabelecida a volumetria da unidade básica e o módulo em bambu, iniciou-se o processo de concepção do sistema construtivo. Em todas as etapas do desenvolvimento do projeto houve a preocupação com a facilidade de montagem e desmontagem, além da durabilidade da construção, pois apesar de seu caráter emergencial, muitas vezes é longo o período de uso pelos desabrigados.

Devido a irregularidade e conicidade das peças de bambu, definiu-se portanto material metálico para os pilares e vigas compondo a estrutura, garantindo uma maior resistência para a unidade, e o módulo desenvolvido em bambu foi utilizado como vedação, facilitando os encaixes e ligações.

Como base da unidade básica utilizou-se os engradados de cerveja preenchidos com brita e concreto, visando à estabilidade e facilidade de montagem e desmontagem da habitação. Para a vedação foram utilizados os módulos de bambu, tanto para o fechamento lateral quanto superior. Todos com mesma largura, porém, se diferenciam no comprimento dependendo da fachada em que for utilizado e também quando utilizados como portas ou janelas.

No processo de desenvolvimento do projeto e detalhes das conexões, muitas vezes foi necessário retroceder e fazer alterações, tendo em vista que soluções adotadas após etapas evoluídas não alcançaram o resultado desejado. Desta forma, para a determinação das dimensões do módulo base em bambu e conectores metálicos, foi necessário o desenho do conjunto em planta baixa e elevações, como ilustrado na Figura 04, com o objetivo de validar as soluções adotadas.

**Figura 04 – Elevações Unidade de Emergência.**



Fonte: Os autores

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Conexões do módulo base

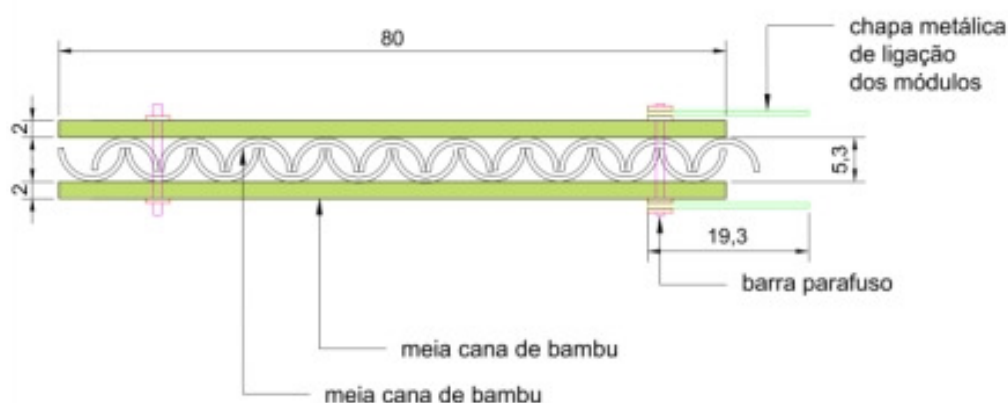
A montagem do módulo base em bambu consiste na junção de uma sequência de meias canas posicionadas lado a lado, unidos por uma meia cana de travamento fixada no sentido oposto por parafusos e chapa metálica, como demonstra a figura 05.

A construção de cada módulo exigiu uma fixação própria para unir as meias canas e manter o módulo estável para depois fixar lateralmente um módulo ao outro formando o painel de vedação da habitação. A Figura 05, detalha o esquema de montagem e fixação



do módulo, onde o parafuso atravessa as meias canas travando o módulo base com uma porca.

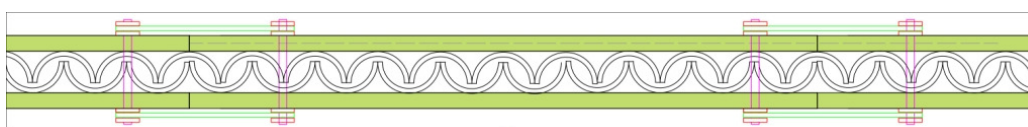
**Figura 05 - Esquema de construção do módulo base em planta baixa.**



Fonte: Os autores

Para a fixação dos módulos, utilizou-se o mesmo ponto de fixação do módulo base. Com um parafuso mais longo e uma chapa metálica, conecta-se os dois módulos formando um painel maior, conforme Figura 06. Nota-se na Figura 05 a meia cana que transpassa o limite do travamento, auxilia no encaixe de um módulo no outro, como um sistema de macho e fêmea.

**Figura 06 - Esquema de construção de encaixe dos módulos-base**

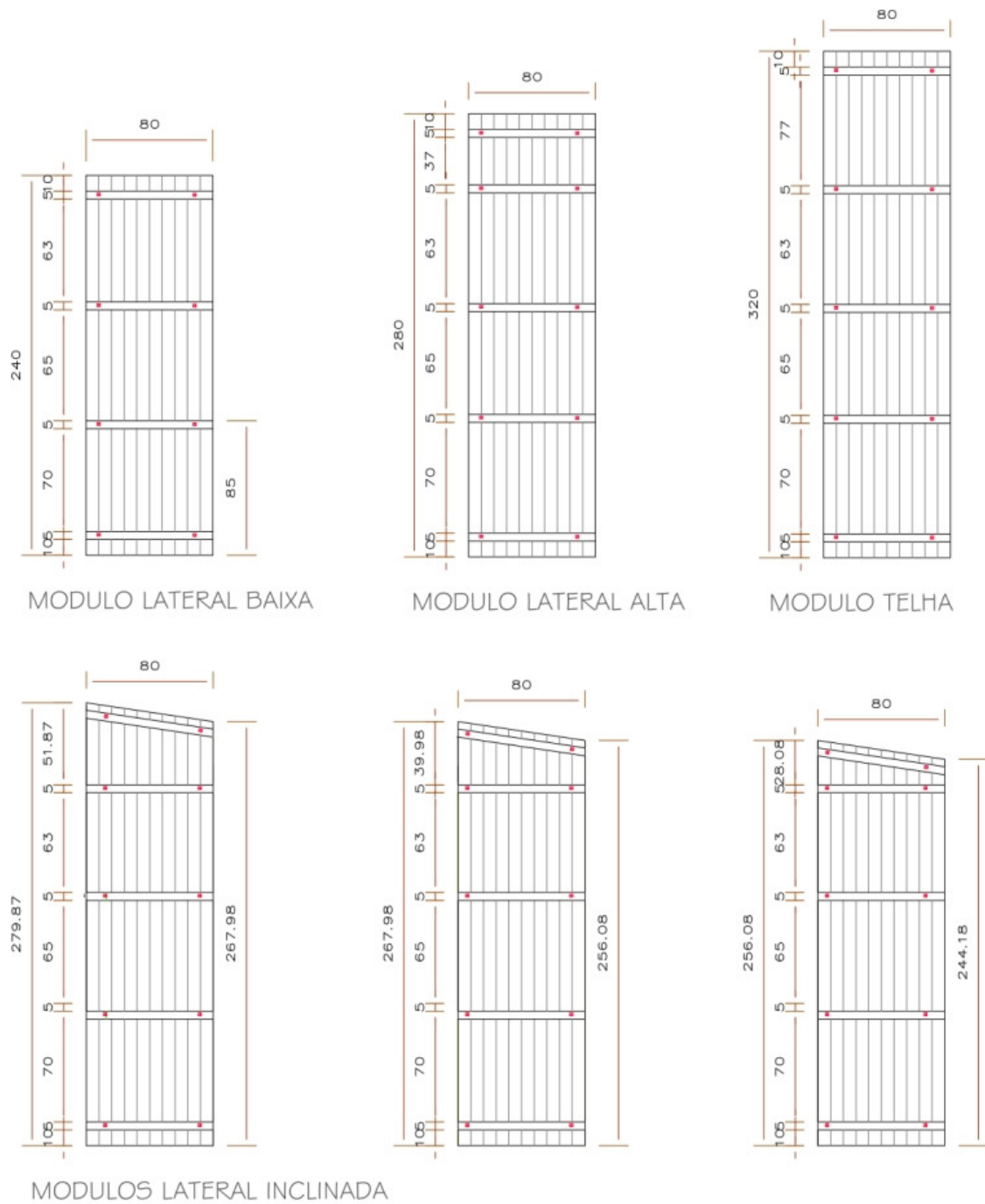


Fonte: Os autores

A partir desta concepção de montagem foram desenvolvidos os tipos de módulos de vedação para atender as variações do projeto, facilidade de montagem e resultado estético. Adotou-se uma inclinação da cobertura de aproximadamente 15%, resultando em 6 tipos de módulos, conforme Figura 07. Considerando que os módulos de vedação já possuem a altura do pé direito da Unidade de Emergência e que existe a necessidade da desmontagem e aproveitamento posterior das peças, esta solução foi bastante eficiente para o projeto.

Para as janelas e portas são realizadas adaptações no módulo base. A porta tem a largura do módulo reduzida devido ao batente e as janelas são recortes no módulo base com dimensão de 40cm x 60cm. Ambos os módulos das aberturas são dispostos de acordo com a composição de volume escolhida.

**Figura 07 - Tipos de módulos de vedação da habitação de emergência**



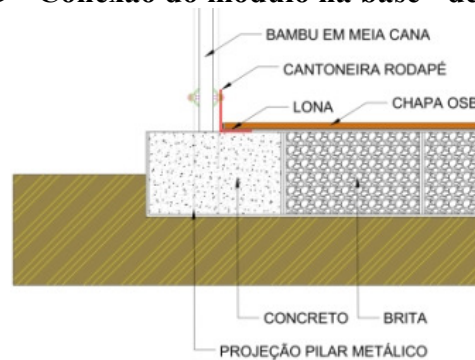
Fonte: Os autores

### 3.2 Conexões do módulo de vedação na base

Para a fixação da base de caixas de cerveja no solo propõem-se o corte do terreno na cota -17 cm, meia altura dos engradados. Assim a casa fica elevada em torno de 17 cm (altura de um degrau), facilitando o acesso à habitação e melhorando a fixação da base no solo. As caixas dos cantos serão concretadas com a forma dos pilares na posição exata para o encaixe posterior dos pilares metálicos. Nas demais caixas, a brita foi utilizada para proporcionar estabilidade à base da unidade emergencial.

Posicionadas estrategicamente uma ao lado da outra, as caixas recebem uma lona e posteriormente as chapas de OSB formando assim a base da habitação. No ponto de encontro da chapa de OSB com o módulo de bambu, foi proposto um “rodapé”, uma chapa metálica com secção “L” presa no ponto de fixação do módulo base para proteger a madeira (chapa OSB) da possível entrada de água, além de ser o elemento de ligação dos módulos na base proporcionando estabilidade ao painel de vedação, como mostra a Figura 09.

**Figura 09 - Conexão do módulo na base - detalhe do piso.**

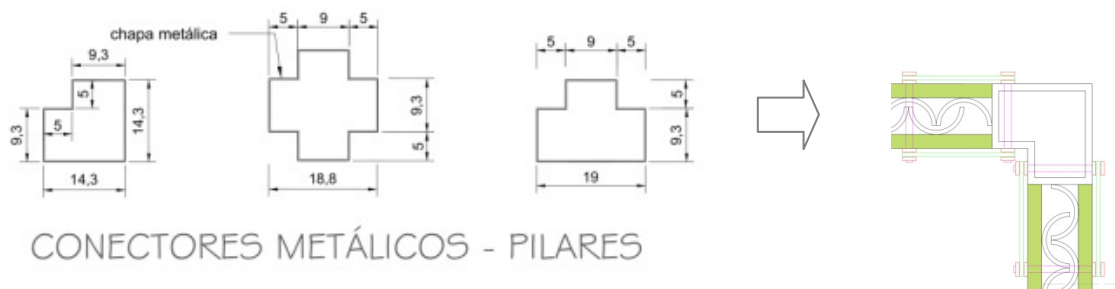


Fonte: Os autores

### 3.3 Conexões do módulo de vedação nos pilares e vigas

As conexões dos módulos de bambu aos pilares são as mesmas utilizadas para unir um módulo ao outro, representada pela chapa metálica presa ao parafuso longo que une o módulo ao pilar metálico, como se verifica no detalhe da Figura 10.

**Figura 10 - Conexão do módulo no pilar metálico e tipos de pilares**



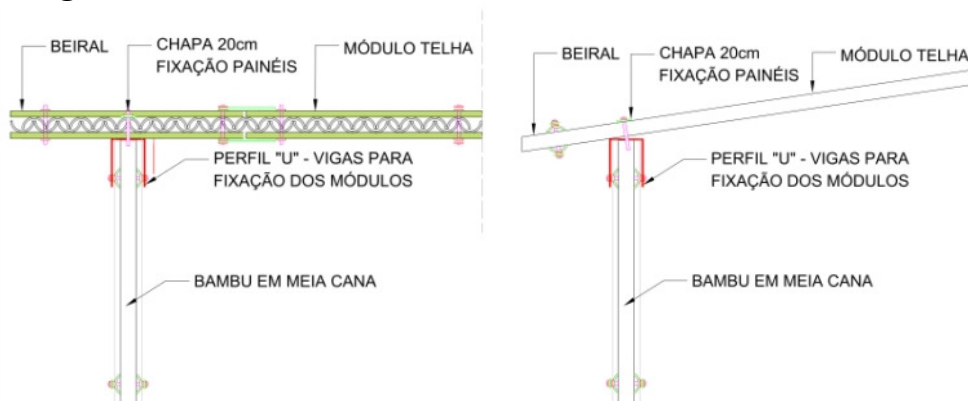
Fonte: Os autores

### 3.4 Conexões do módulo de vedação na cobertura

Para a conexão dos módulos de vedação ao módulo da cobertura foi utilizada uma chapa metálica seção “U” com função de viga e de conexão dos painéis na parte superior, servindo tanto de travamento como de conector entre os painéis e a cobertura, conforme Figura 11. Os conectores são presos por um parafuso e porca, facilmente montados e desmontados.



**Figura 11 - Fixação dos módulos de vedação nos módulos da cobertura.**



Fonte: Os autores

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer de todo trabalho ficou evidente que o bambu, na sua generalidade, é um material com um alto potencial de aplicabilidade na construção civil, principalmente para construções emergenciais, sendo muitas vezes subvalorizado, inclusive quando se dispõe deste recurso como nativo e disponível.

Neste experimento a revisão bibliográfica criteriosa foi uma ferramenta de grande importância para a determinação das diretrizes e processo de elaboração do projeto da unidade emergencial. A execução do protótipo físico do módulo de bambu contribuiu significativamente para o entendimento e elaboração do sistema construtivo proposto, assim como para o desenvolvimento dos detalhes das conexões e ligações, elementos chaves na proposta construtiva.

#### REFERÊNCIAS

- CUPERUS, Y.; **An Introduction to Open Building**. IGLC9, the Ninth Conference of the International Group for Lean Construction, Singapore, National University of Singapore. 2001.
- INBAR** - International Network For Bamboo And Rattan. Disponível em <http://www.inbar.int/publications>. Acesso em 20 de novembro de 2013.
- JANSSEN, J. A. **Building with bamboo – a handbook**. London, UK: Intermediate Technology Publications. 2000.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K., CELANI, M.G.C., MOREIRA, D.C., PINA, S.A.M.G., RUSCHEL, R.C., SILVA, V.G., LABAKI, L.C., PETRECHE, J.R.D., **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico**, Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr./jun. 2006.
- KOWALTOWSKI D.C.C.; **Arquitetura Escolar: O projeto do Ambiente de Ensino**. Oficina de Textos, São Paulo. 2011
- KUDERER, K.; **Benefits of Modularity**. In: **DEVELOPMENT OF MODULAR PRODUCTS**, 2006; Anais, Dalarna: School of Industrial Leadership, 2006, 1.v. p. 74-81.
- MARCELINO, E. V.; **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Ministério da Ciência e Tecnologia. INPE; São José dos Campos, 2008.
- PEREIRA, A.C.W., **Diretrizes para implantação de sistemas construtivos abertos na Habitação de interesse social através da modulação**. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Paraná, 2005.

PEREIRA, M. A. R., BERALDO, A. L. Bambu de corpo e alma. Bauru, SP: Canal 6, 2008. 2º ed. 2010.

RIBEIRO, M. S.; **A Industrialização como Requisito para a Racionalização da construção.** 2012; Dissertação de Mestrado. Programa de Pós - Graduação em Arquitetura/ FAU/UFRJ.

ZIEBELL, A. C.; **Arquitetura de Emergência: Entre o Imediato e o Definitivo.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Faculdade de Arquitectura- Universidade técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.