

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROJETO DE UM ABRIGO TEMPORÁRIO SUSTENTÁVEL: O USO DE PAINÉIS FLEXÍVEIS DE BAMBU E LONA

MODULAR COORDINATION IN A SUSTAINABLE TEMPORARY SHELTER PROJECT: THE USE OF FLEXIBLE PANELS OF BAMBOO AND CANVAS

Bruno José Olivari Pasello, Mestrando em Arquitetura e Urbanismo, UEL

brunopasello@hotmail.com

Guilherme M. Rodrigues Yuki, graduado em Arquitetura e Urbanismo, UEL

guiyuki@gmail.com

Jorge Daniel De Melo e Moura, Doutor, UEL

jordan@uel.br

Nelson Yuji Koga, Pós-graduado, UTFPR

kogaimagens@gmail.com

Thiago Ribeiro de Souza Domingos Paleari, Pós-graduado, UEL

prof.trpaleari@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como foco o processo de concepção de um abrigo emergencial temporário e sustentável baseado na coordenação modular. O projeto tem como diretriz a pré-fabricação de um sistema híbrido que tenha como base o bambu. A partir da definição do sistema, a coordenação modular orienta a escolha de elementos construtivos, distribuição dos espaços do abrigo em pavilhões secos e módulos molhados. Como resultado final, chegou-se à proposta de um estudo preliminar de projeto para a construção de um abrigo sustentável e de baixo custo de fabricação.

Palavras-chave: Abrigo temporário; Coordenação Modular; Pré-fabricação

Abstract

This work focuses on the design process of a temporary and sustainable emergency shelter based on modular coordination. The project has as its guideline the pre-fabrication of a hybrid system based on bamboo. From the system definition, modular coordination guides the choice of constructive elements, distribution of shelter spaces in dry pavilions and wet modules. As a result, we reached the proposal of a preliminary project study for the construction of a sustainable and low-cost manufacturing shelter.

Keywords: Temporary shelter; Modular Coordination; Prefabrication

1. Introdução

“Desastre natural é o resultado de eventos naturais que impactam diretamente o ser humano de forma material, econômica ou social” (KOBAYAMA, MENDONÇA, MORENO, 2006, pg. 1). Diante desses fatos é imprescindível a adoção de medidas rápidas, adequadas e viáveis para a garantia da vida humana. Abrigar-se adequadamente é uma condição imprescindível ao ser humano em qualquer situação, mas em casos de eventos de grandes proporções os problemas se potencializam mudando a condição de vida de um conjunto de pessoas de uma hora para outra inesperadamente.

Habitar, para Barakat (2003), é um processo humano complexo, frágil e vulnerável. Comunidades estabelecem relações que evoluem em um contexto físico, psicológico, social e cultural. Em decorrência de conflitos ou desastres naturais, pessoas são forçadas a se mudarem para novas casas, geralmente em outros locais. A perda da identidade e desconexão com o território desacelera o processo de reabilitação.

Diante do cenário complexo da tragédia, as intervenções através de abrigos de caráter temporário permitem uma primeira resposta rápida ao desastre, funcionando como uma transição menos dolorosa até uma razoável normalização de suas vidas. A pré-fabricação é colocada como uma saída mais eficiente para estas situações. As peças já produzidas que estão estocadas podem rapidamente ser transportadas e montadas no local. Isto permite uma simplificação e agilidade. Quando todo processo termina, já com as famílias em novas casas, o abrigo é desmontado e armazenado para futuras intervenções. Esta estratégia oferece segurança e privacidade para as famílias desalojadas além de proporcionar tempo para que o reassentamento ocorra de maneira mais planejada e eficiente. A pré-fabricação, no entanto, produz melhores resultados, quando aliada à uma coordenação modular de forma que os componentes possam ser utilizados em múltiplas situações diversas diminuindo drasticamente a variedade de peças, o que resulta em simplificação e agilidade.

Este artigo procurou verificar a importância da aplicação da coordenação modular no desenvolvimento de um abrigo emergencial pré-fabricado, objetivando a eficiência na organização dos espaços, bem como para a utilização racional dos materiais e componentes. A sustentabilidade foi buscada na eficiência da pré-fabricação modulada evitando desperdícios e também na escolha de materiais renováveis ou de reaproveitamento para a composição do abrigo.

2. Embasamento Teórico

Projetar um abrigo emergencial requereu antes de tudo aprofundar no entendimento de questões como necessidades urgentes de pessoas vitimadas, produção em escala, uso de materiais apropriados e logística para implantação. Os trabalhos envolvendo essas ideias tiveram como ponto de partida a coordenação modular. Quanto aos materiais, a opção adotada foi recorrer a aqueles sustentáveis ou mesmo os descartados que pudessem ser reaproveitados adequadamente. Também a pré-fabricação pareceu, desde o início, ser imprescindível para agilizar o processo de construção. Muitas incertezas surgiram no desenvolvimento do projeto, mas a cada passo puderam ser equacionadas recorrendo-se a ensaios de laboratório.

2.1. A Coordenação Modular Como Ferramenta Diretiva de Projeto

A coordenação modular é segundo Barboza *et al.* (2011) um sistema ordenador de espaços que relaciona as medidas do projeto com as da indústria através de critérios de geometria e proporção. Esta estratégia permite a integração de componentes e sistemas pré-fabricados no projeto e montagem de um edifício. Ainda para o autor, o canteiro de obras deixa de ser o local de fabricação para acomodar processos padronizados de encaixes. A maior parte do trabalho em sistemas modulares ocorre portanto na etapa da indústria.

A ABNT NBR 15873:2010 define a estratégia como a coordenação dimensional pelo emprego do módulo básico ou de um multimódulo. O módulo, internacionalmente representado pela letra “M”, corresponde, segundo Graven e Baldauf (2007) à medida de dez centímetros. Para simplificação do projeto, multimódulos e sub-módulos podem ser adotados, por exemplo quando se trata de medidas maiores como eixos de pilares ou menores como placas de gesso acartonado. Ainda segundo o autor, o espaço reservado para o componente no projeto deve prever uma folga ou ajuste modular. Assim, possíveis imperfeições na produção do componente podem ser absorvidas na montagem.

O impacto da estratégia é a maior qualidade e produtividade além da redução dos custos de fabricação e desperdícios com ajustes no local. A coordenação modular permite segundo Ribeiro e Michalka (2003) uma produção industrial mais horizontal e aberta em que pequenos fornecedores passam a substituir a cadeia vertical de produção fechada. A delimitação de espaços e folgas para componentes permite a inclusão de diferentes empresas no processo, o que contribui para a sinergia do setor produtivo ligado à construção.

A pré-fabricação é imprescindível nos projetos de abrigos temporários emergenciais pois reduz a quantidade de trabalho especializado no local da entrega. Assim, o tempo de montagem é reduzido. A possibilidade de armazenagem dos componentes permite uma resposta imediata. A partir do desastre, todos os módulos estocados podem ser rapidamente transportados ao local. As dificuldades ficam restritas às adaptações posteriores e às condições climáticas.

O *International Red Cross and Red Crescent Movement* apresenta em seu guia de design para para abrigos temporários, *Post-disaster shelter: Ten designs* (2013), diretrizes e considerações para este tema. Ela define cinco tipos diferentes de abrigos: emergencial, temporário, transitório, progressivo e nuclear. Cada um tem um período de vida útil diferente. Os emergenciais são fornecidos logo após o desastre e se assemelham a tendas. Os temporários e transitórios devem ser projetados para serem realocados e reutilizados. Os demais visam a edificação e ocupação permanente, já prevendo adaptações e expansões ao longo do tempo.

Portanto, a coordenação modular é um princípio ordenador em que diferentes elementos e sistemas se comunicam de forma simples e direta. Ao aplicá-la no processo de concepção de um abrigo emergencial é possível racionalizar o transporte, o armazenamento, além de simplificar o processo de montagem e desmontagem. Outra vantagem é a possibilidade de aproveitamento da mão de obra voluntária e não qualificada do local.

3. Desenvolvimento de Projeto

O foco deste trabalho foi projetar uma unidade habitacional baseada na coordenação modular que pudesse atender vítimas de desastres e que fosse transportável, montável e desmontável de forma prática. Partiu-se da proposição de um painel híbrido de bambu e lona. O processo de desenvolvimento do projeto abrangeu estudos e análises que se retroalimentaram e gradativamente implementaram novos requisitos.

3.1. Definições de Projeto

3.1.1. Metodologia de trabalho

Inicialmente o grupo se dividiu em 2 frentes. Uma pesquisando os materiais que atendessem ao quesito de sustentabilidade e baixo custo e outra verificando as possibilidades da aplicação da coordenação modular no projeto. Como os dois assuntos se interligavam na viabilização do sistema de construção, as reuniões foram frequentes para troca de informações, resultando em ajustes e compatibilizações.

Quanto aos materiais, buscou-se desde o início aqueles que fossem sustentáveis ou que fossem usados ou mesmo descartados. Foram verificadas várias alternativas, como painéis de madeira, lonas plásticas, telhas metálicas, garrafas pet e também o uso do bambu. A possibilidade de pré-fabricação baseada num sistema de modulação do projeto sempre fez parte das discussões. O bambu, como material principal a ser adotado, teve uma especial aceitação do grupo, por trata-se de material abundante e renovável e de manejo razoavelmente simples. Mas havia uma dúvida com relação a como poderia se tornar um componente pré-fabricado e produzido em escala. Mesmo assim optou por estudá-la por sua característica singular de leveza e alta resistência, principalmente às forças axiais quando submetido à compressão, ou mesmo à tração, além da flexibilidade. Por essa razão vislumbrou-se a possibilidade de uso não somente como vedação como também estruturalmente em paredes autoportantes.

3.1.2. O painel modular

Ao contrário do que se esperava inicialmente, não foram os traçados do projeto e as definições do sistema modular que direcionaram a escolha do material e o sistema construtivo. A ideia de pré-fabricação de um painel de vedação utilizando-se o bambu foi o ponto de partida para a elaboração do projeto. A forma de executar o painel, com a colagem dos colmos de bambu a uma lona plástica foi bastante comemorada após vários testes em laboratório. Com isso seria possível a pré-fabricação do componente principal que também seria estanque à água e vento. Quanto às dimensões a mesma deveria ter altura de um pé direito e largura máxima para transporte e manuseio. Com dimensões adequadas, a mesma peça poderia ser utilizada tanto para parede quanto para a cobertura, restringindo assim a variedade na produção de componentes. Dos 2,50 m x 2,50 m iniciais previstos, posteriormente foram ajustados para 2,40 m x 2,40 m quando da aplicação do sistema

modular no projeto propriamente dito. Ou seja, a coordenação modular já se iniciou desde o estudo do primeiro componente.

3.2. O sistema modular e a concepção do projeto

A recomendação de área mínima de 18 m² para abrigos temporários (IFRC, 2013) foi adotada ao projeto em questão como parâmetro para uma família de 4 integrantes. Nos desenhos iniciais não houve logo uma preocupação com a aplicação do sistema modular. O interesse maior recaiu na conceituação do espaço projetado, de forma que a área bastante restrita fosse bem aproveitada e de qualidade. Pensou-se em traçados não ortogonais, com espaços mais fluidos, mas a aplicação posterior da modularidade fez a proposta não evoluir.

Das várias tentativas com esboços, uma pareceu promissora pois, apesar das paredes ortogonais, a ideia básica era de um pavilhão livre com ocupação flexível. Apenas mais um volume em anexo concentrando a área molhada, completava a proposta.

Com o intuito de aplicar os princípios da coordenação modular de medidas, em que o módulo M= 10 centímetros, foi utilizado inicialmente um multimodulo básico de 4M e 5M para aprimorar o projeto. Os resultados, porém, não foram satisfatórios na simulação de ocupação do espaço ao subdividi-lo em ambientes específicos (social, íntimo, serviço). Ou ficava restritiva ao uso ou extrapolava a área de parâmetro, dependendo da redução ou acréscimo dos módulos. Também apresentou incompatibilidade com outros sistemas, tais como de outros produtos industrializados.

Com o uso de multimódulos 6M chegou-se a uma dimensão satisfatória para o espaço principal de 2,40 m x 7,20 m que pôde comportar os ambientes almejados. Para o anexo, as medidas ajustadas ficaram em 1,20 m x 3,60 m. Assim a área final totalizou 21,60 m².

O corpo principal ficou definido com quarenta e oito módulos quadrados e sem paredes divisórias fixas. Esta decisão permitiu flexibilização de uso do espaço, redução de material e simplificação no processo de montagem.

A padronização dos componentes principais foi estabelecida para simplificar a pré-fabricação e conseqüentemente a montagem no canteiro. Atendendo à modulação, o painel principal é um quadrado com 24M de dimensão (2,40 m). Conforme citado anteriormente o mesmo painel pôde então ser usado tanto para paredes como também na cobertura por causa da sua dimensão compatível com a planta. Assim, o pé-direito útil do abrigo também ficou em 2,40 m. Nos painéis secundários, um que divide a cozinha e a lavanderia e o outro curvo, do banheiro, não foi possível manter as mesmas dimensões, ficando com 12M (1,20m) x 24M (2,40 m) e 21M (2,10 m) x 24M (2,40 m), respectivamente.

Quanto ao piso, ainda que tendo as mesmas dimensões da cobertura, não se mostrou viável o uso dos mesmos painéis por várias razões. Primeiro, por ser a base da construção e necessitar de maior rigidez, mas também pela necessidade de fixação das paredes e ainda suportar toda carga superior, incluindo os usuários e a mobília completa. A solução encontrada foi o uso de paletes, devido ao seu baixo custo e a facilidade de obtenção. As dimensões encontradas comercialmente também podem ser o multimódulo de 12M. As frestas, comuns neste produto, poderão ser preenchidas com tábuas de madeira e as unidades aparafusadas entre si formando um plano único ao qual se fixarão lateralmente os painéis de parede. Para assegurar que a umidade natural do solo não afete os paletes, decidiu-se por

elevantoda a construção utilizando pneus velhos (Figura 1). Esta escolha visou solucionar o problema reaproveitando um produto que é descartado em grande quantidade e muitas vezes de forma irregular. Uma camada de pneus será disposta e enrijecida através do preenchimento do vazio central com sacos plásticos cheios de terra ou areia do local.

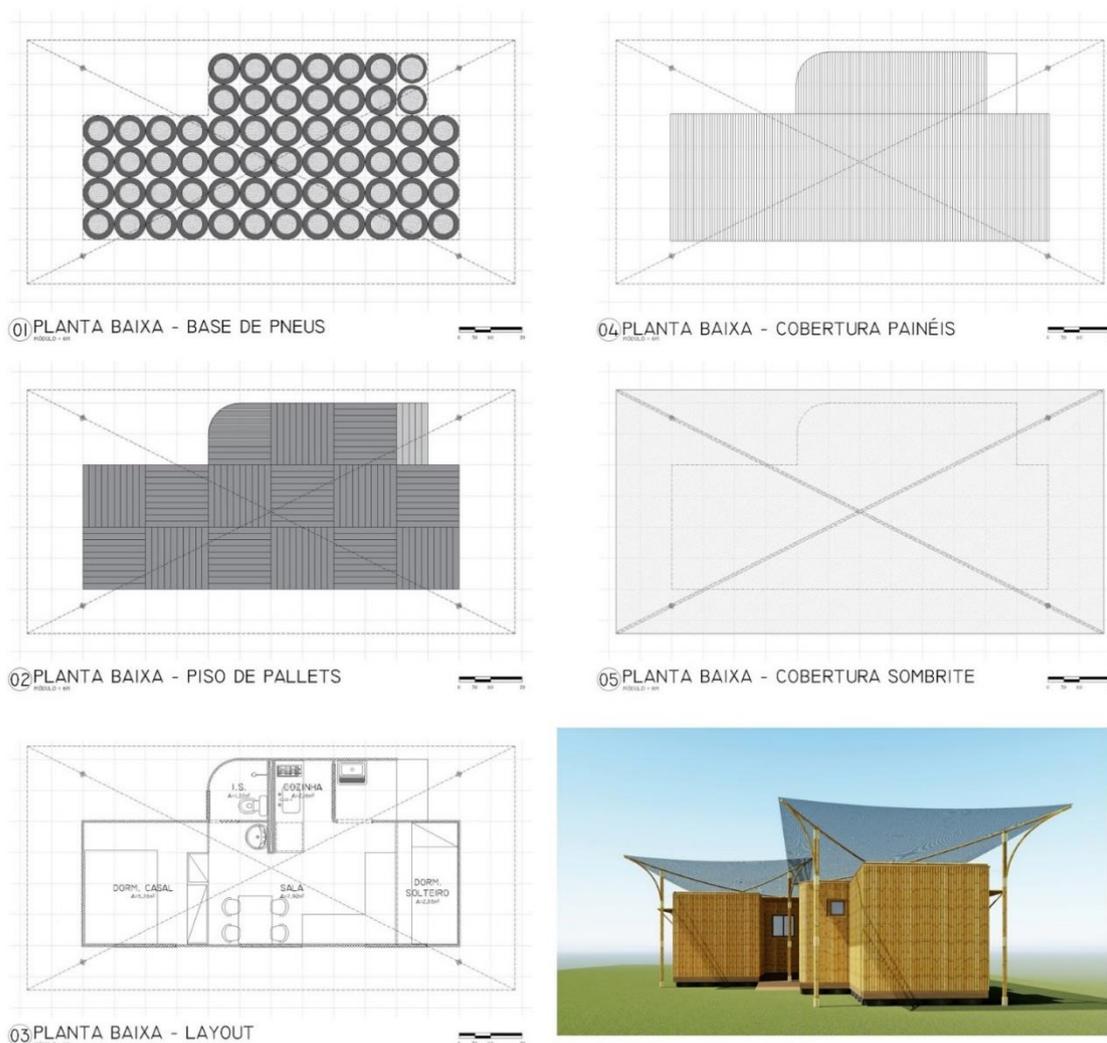


Figura 1: Plantas do Projeto e Perspectiva. Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando que os painéis de vedação vertical e horizontal são constituídos apenas por uma camada de bambu, o conforto térmico poderia ser prejudicado pela insolação direta. Talvez pudesse ser utilizado o mesmo painel de bambu da cobertura duplicando-se uma camada para cima, mas outra solução se mostrou mais viável. Foi proposta uma cobertura elevada de tela do tipo “Sombrite”, que normalmente é utilizada na agricultura e em estacionamentos para sombreamento de baixo custo. Sendo um tecido leve, pôde-se utilizar o bambu como suporte estrutural do sistema. Cada pilar foi composto por quatro canas de bambu e fixado ao solo nas quatro extremidades do abrigo e recuados da construção. A

estrutura foi reforçada por tirantes em “X” também de bambu, ligando diagonalmente os pilares e apoiando a tela (Figura 2). Todas as junções das peças poderão ser feitas com anéis de garrafa PET, aquecidos com um soprador térmico de ar quente e que depois de resfriados garantirão a rigidez necessária da estrutura. Neste caso não foi preciso a aplicação da modularidade pois se tratou de uma estrutura independente, ajustável conforme a necessidade da unidade ou mesmo de um conjunto de abrigos.

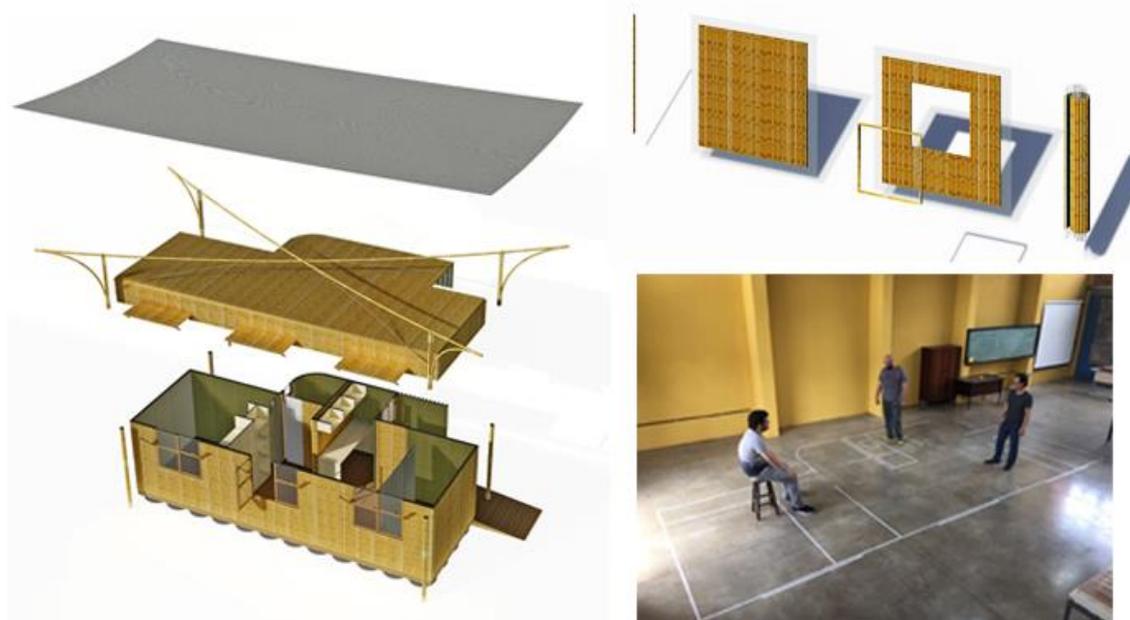


Figura 2: Perspectivas explodidas e estudo de planta 1:1 com fita adesiva.

3.3. A definição dos ambientes

Como sugestão de uso do pavilhão e verificação da qualidade do espaço, foi concebido um layout, baseado também no sistema modular, em que a área de estar/refeições se localiza ao centro, diretamente ligado às áreas molhadas (cozinha e banheiro) e as áreas íntimas nas duas extremidades. Destas, uma para casal e outra para comportar uma beliche. Como este último espaço ficou bastante reduzido e eventualmente pode não ser utilizado desta forma, a divisão proposta é apenas com cortina fixada no piso e teto que pode ser recolhida. Da mesma maneira flexível, o que delimita o quarto do casal é apenas um armário, sem paredes fixas.

A busca em concentrar os ambientes molháveis (banheiro, cozinha e lavanderia) resultou num bloco de doze módulos mínimos, anexado à construção principal. O banheiro e a cozinha são contíguos e entre esses foi possível instalar uma parede hidráulica pré-fabricada pela empresa Merckits, que os atende com um sistema completo para água e esgoto conectando todos os pontos necessários (Figura 1).

Por se tratar de um projeto em que as dimensões dos ambientes são bastante restritas, foi necessário buscar uma forma de verificação da viabilidade dos espaços mínimos propostos. Para tanto, recorreu-se à uma representação em escala real da planta baixa do abrigo com os principais móveis. No interior de um galpão industrial, os ambientes foram demarcados no piso com fita do tipo crepe (Figura 2). Caminhar por esse traçado de dimensões reais possibilitou definir e ajustar com mais segurança as medidas propostas no projeto.

3.4 Implantação das unidades

A unidades habitacionais foram projetadas para serem implantadas aos pares. Mesmo acopladas em diversas configurações cada moradia apresenta um acesso independente e janelas que não afetam a privacidade uma da outra. Esta estratégia permite uma densidade maior, reduzindo a área de implementação do assentamento e os custos de preparação do terreno.

4. Considerações Finais

A reconstrução do local atingido por desastres naturais ou humanos pode ser um processo longo e demorado. O abrigo emergencial deve proporcionar condições adequadas para a manutenção da vida humana e da comunidade pré-existente até que a readequação final seja concluída, atendendo de forma rápida a população afetada.

Constatou-se pela experiência de projeto de um abrigo coordenado modularmente que está se apresenta como uma boa alternativa pela racionalização dos materiais e simplificação no processo de produção e montagem. Consequentemente significa menor custo e agilidade na resposta ao evento. Também pode flexibilizar o uso conforme a necessidade do usuário e até mesmo permitir ampliações necessárias e uso de elementos construtivos industrializados já disponíveis.

Além disso, viabilizou-se o abrigo pela incorporação de materiais de refugo como pneus e paletes usados, bem como materiais renováveis e abundantes como o bambu e outros novos, mas com custo acessível. E por fim, a simplificação das atividades no local da implantação, através da pré-fabricação dos principais componentes, os painéis híbridos portantes para paredes e cobertura. A possível continuação do projeto implica em estudar a implementação de novos sistemas, como painéis fotovoltaicos, projetos com mais ambientes ou projetos mais relacionados com os usuários e com a identidade local.

Devido ao tamanho reduzido do abrigo, a construção de um protótipo em escala real seria relevante para permitir eventuais ajustes antes da definição de todos os parâmetros industriais. Enfim, espera-se que este trabalho possa contribuir para estimular novas alternativas de construção sustentável no país.

Referências

BARAKAT, Sultan. Housing reconstruction after conflict and disaster. Humanitarian Policy Group, Network Papers, v. 43, p. 1-40, 2003

BARBOZA, Aline da Silva Ramos et al. A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. *Ambiente Construído*, v. 11, n. 2, p. 97-109, 2011.

BENAVIDES, Andrea Salomé Jaramillo; CEOLIN, Eliká Deboni. Coordenação Modular aplicada à habitação de interesse social com estrutura de bambu *Guadua roliço*.

COOK, Jesselyn. *7 Years After Haiti's Earthquake, Millions Still Need Aid*. <https://www.huffpostbrasil.com/entry/haiti-earthquake-anniversary_us_5875108de4b02b5f858b3f9c> . Acesso em 7 dez.2018.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada. ANTAC, 2007.

HUMANITARIAN BAMBOO. HUMANITARIAN BAMBOO A manual on the humanitarian use of bamboo in Indonesia. Disponível em: <http://humanitarianbamboo.org/wp-content/uploads/2018/03/IFRC_SHELTER_2009_hmnrn_bmbooDv2-1.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2018.

INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES (IFRC)/RCS 2013. Post-disaster shelter: Ten designs. Geneva: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Disponível em: <<http://shelterprojects.org/files/tshelter-8designs/10designs2013/2013-10-28-Post-disaster-shelter-ten-designs-IFRC-lores.pdf>>.

KARAOGLAN CEMRE, Fusun; ALAÇAM, Sema. Design of a Post-Disaster Temporary Living Space Through the Use of Shape Evolution. *In: Blucher Design Proceedings*. São Paulo: Editora Blucher, 2018, p. 191–198. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/29704>>. Acesso em 7 dez. 2018.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; *et al.* Prevenção de desastres naturais - Conceitos Básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. Disponível em: <http://www.labclima.ufsc.br/files/2010/04/Livro_Prevencao_de_Desastres_Naturais.pdf>. Acesso em 7 dez. 2018.

PAUDEL, S. K. Engineered bamboo as a building material. *In: Modern Bamboo Structures*. CRC Press, 2008. p. 45-52.

RIBEIRO, Marcellus Serejo; MICHALKA JR, Camilo. A Contribuição dos Processos Industriais de Construção para Adoção de Novas Tecnologias na Construção Civil no Brasil. *Vértices*, v. 5, n. 3, p. 89-108, 2010.

UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS (OCHA), U.N. Global Humanitarian Overview 2019. Nova Iorque: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.unocha.org/sites/unocha/files/GHO2019.pdf>>. Acesso em 7 dez. 2018.