

Projeto de abrigo emergencial: etapas e desafios a partir de um método construtivo com materiais de refugo

Emergency shelter project: steps and challenges from a construction method with waste materials

Bruna Bessa Rocha Yano*, Jorge Daniel**

*Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Estadual de Londrina, área de concentração em Metodologia de Projeto, linha de pesquisa Processos e Sistemas Construtivos na Universidade Estadual de Londrina (2019), bruna.bessayano@uel.br

**Professor Associado da Universidade Estadual de Londrina. É professor do programa de mestrado e doutorado em Arquitetura e Urbanismo do departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina, jordan@uel.br

usjt
arq.urb

número 31 | maio – ago de 2021

Recebido: 18/01/2021

Aceito: 30/06/2021

DOI: [10.37916/arq.urb.vi31.507](https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi31.507)



Palavras-chave:

Processo de projeto;
Abrigo emergencial;
Materiais de refugo.

Keywords:

Project process;
Emergency shelter;
Waste materials.

Resumo

Este trabalho objetiva registrar as etapas e os desafios do processo de projeto de abrigo emergencial através do desenvolvimento de uma proposta de projeto com materiais de refugo e princípios de modulação. Preliminarmente, as etapas abrangeram o delineamento do problema, o estudo de correlatos e a definição dos materiais. Sequencialmente, por meio de rodadas de ideias e ilustração através de croquis, as análises e as avaliações indicaram o descarte de ideias iniciais e a geração de outras. Em seguida, a modelagem eletrônica e a maquete física evidenciaram outros problemas técnicos, iniciando-se novo ciclo de análise e avaliação, e síntese de novas soluções. Os desafios referiram-se à adaptabilidade a diferentes usuários, relevos, aspectos bioclimáticos, possibilidade de autoconstrução, simplicidade do sistema, reduzido número de peças e variações dimensionais e facilidade no transporte. Esses desafios permearam o processo e formataram o produto final.

Abstract

This paper aims to record the stages and challenges of the emergency shelter project process through the development of a project proposal with scrap materials and modulation principles. The project was elaborated from the trial and error method associated to the synthesis-analysis-evaluation cycle. Preliminarily the stages covered the problem design, study of correlates and definition of materials. Sequentially brainstorming, illustration through sketches, analyzes and evaluations indicated the discarding of initial ideas and the generation of others. Then the electronic modeling and the physical model showed other technical problems starting a new cycle of analysis and evaluation and the synthesis of new solutions. The challenges referred to adaptability to different users, relief, bioclimatic aspects, the possibility of self-construction, simplicity of the system, reduced numbers of parts and dimensional variations and ease of transportation. These challenges permeated the process and shaped the end product.

Introdução

Em 1982, a United Nations Disaster Relief Coordinator (Undro) analisou a prática e as melhorias no campo de *disaster relief* (alívio de desastres) e constatou que o de habitação emergencial precisava de progressos. Dez anos depois, a mesma carência foi retratada pela United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). Para esse, é necessária uma estratégia abrangente de abrigo com padrões apropriadamente desenvolvidos, métodos de produção, especificações para abrigos e indústrias para disponibilizar os produtos certos a tempo (KRONENBURG, 2014).

Mesmo arquitetos experientes e respeitados como Shigeru Ban, Buckminster Fuller e Alvar Aalto tendo dedicado tempo e energia na criação de protótipos para situações de pós-desastre, vê-se com frequência através da mídia pessoas sem abrigo adequado, em óbvias situações de necessidade, após esses eventos. Paralelamente, nos últimos anos, *designers* e a indústria de transformação esforçam-se para tentar minimizar a série de problemas causados pelos desastres que estão em desenvolvimento (KRONENBURG, 2014). Pode-se concluir que estudos que contribuam para melhorias do processo e do produto nessa área são promissores.

Davis (2013) considera que abordar o processo em situações de desastre é um desafio para arquitetos e engenheiros, porque eles tendem a considerar o produto como uma solução natural. O autor reforça que, se não considerarem o contexto de forma ampla em seus aspectos sociais, econômicos e ambientais, essas propostas tendem a falhar em seus objetivos.

O abrigo emergencial insere-se nesse contexto de indefinições sobre os problemas de projeto. No sentido de oferecer abrigo às vítimas em diversas regiões de um país, os projetos dessas unidades, na maioria dos casos, precisam lidar com inúmeras variáveis; entre elas, as mais evidentes são aquelas relacionadas aos usuários, à topografia e ao clima, além de outras desconhecidas que podem surgir ao longo do processo.

Fundamentação teórica

Aspectos sobre vulnerabilidades em diversos contextos

As situações de desastre podem ocorrer como resultado de fenômenos naturais, como condições climáticas extremas ou instabilidade geológica, ou como resultado de conflitos humanos. Um grande número de pessoas fica desabrigado em alguns

minutos e precisa ser deslocado de suas casas, necessitando de uma moradia temporária (ASFOUR, 2019).

O direito ao abrigo está implícito na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em outros documentos elaborados por organizações multilaterais, como a ONU, sendo o acesso ao abrigo básico e contextualmente apropriado uma necessidade humana essencial. Os padrões para esse abrigo podem variar dependendo do contexto cultural, da situação, do clima etc. (NAPPI, 2016).

Para atender à demanda da moradia temporária, é necessário entender as condicionantes do lugar: condições climáticas, fatores socioculturais, fatores econômicos.

Para Moles et al. (2014), a cultura local é um processo em constante evolução, como as mudanças na sociedade, no meio ambiente, na disponibilidade de novas tecnologias. O projeto do abrigo a ser construído ajuda a população local a entender o valor de sua cultura e a priorizar a melhoria da habitação de acordo com suas capacidades técnicas e financeiras, bem como com o potencial do ambiente local.

As famílias afetadas não devem mais ser tratadas como passivas, por isso muitos projetos habitacionais temporários são voltados para o envolvimento da comunidade, de maneira a permitir melhores efeitos sociais.

Segundo Charlesworth (2014), a preocupação de querer ajudar a melhorar o bem-estar de pessoas em necessidade no campo da arquitetura emergencial é denominada humanitária, pois busca desenvolver habilidades para ajudar comunidades vulneráveis após crises de guerra, conflito social ou desastre natural.

Para o autor, a arquitetura humanitária não é apenas sobre como intervir com soluções projetuais inteligentes aos efeitos do desastre, mas sobre como colaborar com comunidades afetadas, muito além das consequências de um desastre, reconstruindo lentamente sua sociedade, cultura, economia e ambiente físico (CHARLESWORTH, 2014).

As vítimas dessas crises devem ter todas as oportunidades para se envolver em sua própria recuperação, utilizando-se do conhecimento e da mão de obra local, o que pode criar microeconomias que auxiliam no processo (SALVALAI et al., 2015; ZHANG; SETUNGE; VAN ELMPT, 2014).

Para Moles et al. (2014), a indústria da construção é um setor com alto potencial para as economias locais e nacionais, desde que a estratégia de emprego e qualificação seja considerada desde o início.

No entanto, esses abrigos geralmente exigem instalações, serviços públicos, como eletricidade, saneamento, esgoto, estradas etc.

Segundo Bredenoord (2017), uma casa deve proteger contra os efeitos da condição climática regional – frio e calor, vento, chuva – e atender às ações preventivas que envolvem a construção de novas unidades habitacionais: habitação sustentável e planejamento urbano, terrenos para programas habitacionais, segurança, serviços básicos, participação comunitária, construção segura, materiais de construção sustentáveis (locais) e acesso ao financiamento da habitação.

As questões econômicas pesam quando uma unidade temporária da casa custa mais do que reconstruir uma casa permanente. Outra questão econômica é a vida útil de um abrigo. Certos tipos de abrigos, como casas temporárias, geralmente são criados por um período temporário.

De acordo com Abulnour (2014), as habitações temporárias podem ser definidas como estruturas para abrigar pessoas que vivem em comunidades afetadas por desastres. O assentamento temporário é um complexo urbano que inclui as moradias juntamente com outros serviços, como o de educação e o de saúde. A necessidade de habitações temporárias é urgente quando os sobreviventes não podem viver em suas residências anteriores e enquanto a aquisição de novas casas permanentes ainda não foi obtida.

A denominação e conceitos que definem os abrigos emergenciais

A Sedec/RJ (2006, p. 23) descreve o abrigo como instalação que proporciona hospedagem a pessoas necessitadas e o classifica como permanente ou temporário. O abrigo permanente se refere a instituições públicas ou privadas destinadas à assistência a pessoas desamparadas socialmente; o abrigo temporário é organizado em uma instalação fixa e adaptado de acordo com a finalidade por um período de tempo determinado.

Diversos autores classificam os tipos de abrigos emergenciais. Para Sanderson et al. (2014), abrigo refere-se a estruturas temporárias melhores que tendas, não destinadas a serem uma estrutura permanente e projetadas com uma vida útil prevista entre três e cinco anos.

Félix et al. (2014) definem abrigo temporário e moradia temporária; os abrigos são ocupados durante o período de socorro (por menos de um mês), as moradias temporárias são ocupadas durante a reconstrução por um período de tempo (por menos de dois anos) e as casas permanentes são concebidas para proporcionar vida normal às pessoas.

Para Zhang, Setunge e Van Elmpt (2014) e Bashawri, Garrity e Moodley (2014), os abrigos podem ser divididos em quatro categorias: abrigos de emergência, abrigos temporários, moradia temporária e moradia permanente.

Segundo Abulnour (2014), existem duas distintas categorias de habitações temporárias utilizadas após desastres: abrigo temporário e casa temporária. O abrigo temporário pode ser um abrigo público, um abrigo sob uma barraca de plástico ou qualquer outro compartimento. A necessidade pelas habitações geralmente termina quando as pessoas recebem as casas temporárias ou as casas permanentes. A casa temporária pode assumir a forma de um apartamento alugado ou uma casa pré-fabricada.

Um abrigo exige mais do que apenas um telhado para que um espaço seja habitável; as pessoas que vivem em um abrigo devem ter acesso a serviços, como água e saneamento, fogões, colchões e cobertores, além de vestuário e materiais de higiene (BASHAWRI; GARRITY; MOODLEY, 2014).

O processo projetual e as soluções construtivas

Os problemas de projeto, em muitos casos, não são claros e bem definidos, e precisam ser desvendados (LAWSON, 2011). Rowe (1987) denominou esses problemas de *wicked problems* ou problemas perversos. Sua principal característica é que não podem ser totalmente definidos e, por isso, questionamentos e reflexões constantes levam a sua reformulação inevitavelmente, tornando o processo não linear e composto de etapas e com tempos de duração distintos. A partir dessas definições, é possível, com certa clareza, categorizar os problemas de projeto de um abrigo emergencial como problemas perversos. As indefinições com relação a clima,

terreno, aspectos culturais e formas de acesso e abastecimento a diferentes locais e contextos em que esses abrigos poderão ser implantados levam a reformulações constantes dos problemas. Lawson (2011) explica que um projeto é considerado bom ao oferecer uma resposta integrada ao maior número de questões.

Para Peña e Parshall (2012), assim como para Andrade, Ruschell e Moreira (2011), a compreensão da problemática de projeto arquitetônico passa por duas etapas. Primeiramente, a análise visa identificar os elementos que compõem o problema de projeto, estabelecendo-se metas e objetivos que o projeto deve alcançar, além de critérios de desempenho, restrições e possíveis impactos das soluções para os usuários e as localidades. Kronenburg (2014) ressalta que os objetivos dos abrigos temporários devem maximizar a saúde e a segurança; além disso, os materiais e os métodos construtivos devem ser familiares aos usuários para que se possa ter acesso à mão de obra local.

De acordo com Peña e Parshall (2012) e Andrade, Ruschell e Moreira (2011), a segunda etapa para a compreensão completa da problemática ocorre quando os elementos que compõem o problema são colocados em conjunto, em detrimento de uma concepção de ideia ou solução que satisfaça as restrições de projeto. Esta etapa também é vista como a fase criativa dos estágios de decisão, podendo se beneficiar de técnicas de *brainstorming*, uso de precedentes, metáforas, esboços reflexivos etc.

O projeto é uma consequência das influências sociais e culturais estabelecidas pelo indivíduo, que assimila os fatos com base nas suas experiências, vivências e memória. Sob o ponto de vista intelectual, o projeto envolve habilidades cognitivas e motoras: os sentidos e as habilidades manuais (FABRICIO; MELHADO, 2011).

Arquitetos experientes e respeitados como Shigeru Ban, Buckminster Fuller e Alvar Aalto têm dedicado tempo e energia na criação de protótipos para situações de pós-desastre.

Chamada de estrutura de tubo de papel, a residência temporária de um andar tem uma área total de 16 m². Os critérios de projeto exigem uma estrutura barata que possa ser construída por qualquer pessoa, com propriedades razoavelmente isoladas que sejam aceitáveis na aparência.

A solução é uma fundação de caixas de cerveja cheias de areia, paredes de tubos de papel (diâmetro de 108 mm e espessura de 4 mm) e com tetos feitos de material de membrana. O *design* é uma espécie de cabana de madeira, com caixas de cerveja alugadas do fabricante e usadas para formar etapas durante o processo de construção.



Figura 1: Paper log house. Fonte: Jodidio (2010).

De acordo com Barboza et al. (2011) e Greven e Baldauf (2007), após a Primeira Guerra Mundial, na Europa houve a necessidade de reconstrução das cidades com madeira racionalizada e ordenada, como um processo fabril. E, a partir dessa necessidade, surgiu a coordenação modular, que permitia racionar as medidas do projeto com as medidas da produção industrial.

Segundo Mascaró (1976), a modulação de um componente ou projeto, também conhecida como coordenação modular, visa padronizar as dimensões dos componentes construtivos buscando a simplificação e a inter-relação dessas dimensões, a fim de que, na etapa de construção ou montagem, a união entre os componentes necessite de mínima modificação e ajustes.

Barboza et al. (2011) analisaram a coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto aplicado a escolas utilizando componente modular com encaixe macho-fêmea. E concluíram que a coordenação modular melhora os índices de qualidade do componente construtivo e da obra, uma vez que as dimensões de projeto precisam ser compatibilizadas com as dimensões do componente construtivo.

No Brasil, a norma NBR 15873 (ABNT, 2010) estabelece requisitos para a compatibilização de componentes construtivos a partir da medida padrão de 100 mm. A modulação tem como vantagens a ampliação da cooperação entre agentes de toda a cadeia produtiva da construção civil, a redução da variedade de medidas utilizadas na fabricação de componentes construtivos, a simplificação do processo de marcação do canteiro de obras e a simplificação do processo de posteriores reformas e melhorias ao longo da vida útil da edificação.

Para Cuperus (2001), a indústria da construção está em processo de transformação, reduzindo o trabalho no canteiro de obras e aumentando a utilização de componentes feitos em fábrica. Em vista disso, são desenvolvidos componentes manufaturados com restrições de dimensões e conexões.

Segundo Klinger e Pellicane (1995), as conexões em painéis de *wood frame* têm grande importância na estrutura, especialmente quando materiais leves são utilizados, como painéis MDP.

Morassi, Silva e Orteni (2018) analisaram a eficiência de paredes-sanduíches utilizando painéis aglomerados e concluíram que o componente é viável em relação à resistência do painel e do conector estudado, indicando possível potencial do componente em relação a conforto térmico e acústico (Figura 2).

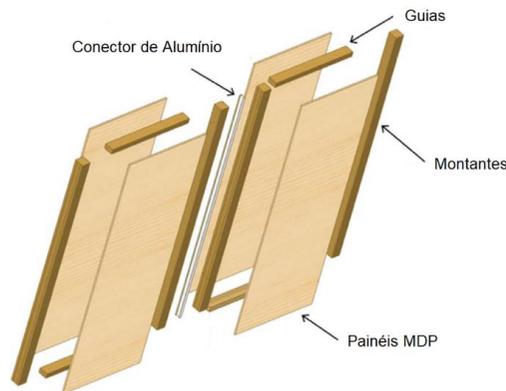


Figura 2: Paredes-sanduíches utilizando painéis aglomerados. Fonte: Morassi, Silva e Orteni (2018).

Carvalho (2012) avaliou o comportamento térmico de painéis aglomerados produzidos apenas com bagaço de cana e resina que sofrem maior retenção de calor, demonstrando sua baixa condutividade térmica de 0,10 K(W/m.K) em relação ao painel aglomerado de pinus e eucalipto com 0,14 K(W/m.K).

3. Aplicação dos conceitos compilados em projeto experimental

Este projeto consiste em uma pesquisa projetual e experimental que busca condições para um novo sistema a fim de compreender a necessidade e a funcionalidade dos abrigos temporários com caráter emergencial. Em vista disso, deve criar um componente construtivo modular em que a vedação será realizada a partir de painéis aglomerados de madeira com resíduos, compostos de serragem e bagaço de cana-de-açúcar, desenvolvidos por Rocha (2016).

Será proposto ainda na composição final do projeto o uso de lona plástica reciclada empregada em *outdoor* e de bambu como elemento estrutural da cobertura.

Além disso, este projeto objetiva facilitar o desenvolvimento do processo projetual e a autoconstrução de habitações emergenciais, a partir do componente modular, estabelecendo quesitos como eficiência e habitabilidade, assim como a possibilidade de replicação do projeto.

Ainda propõe identificar características como dimensões, pesos e encaixes para os módulos construtivos, relacionando as características levantadas de necessidades sociais com o *layout* dos ambientes.

Materiais empregados no experimento

Para a definição dos materiais utilizados neste projeto de pesquisa, o princípio de sustentabilidade foi considerado. Para tal, materiais de refugo, ou seja, resíduos provenientes de indústrias, serão aplicados no componente construtivo de maneira predominante.

Dentro desse panorama, o material utilizado como fechamento do componente construtivo foram os painéis aglomerados de serragem de madeira, bagaço de cana e resina poliuretana à base de óleo de mamona, desenvolvidos por Rocha (2016) (Figura 3).

De acordo com Rocha (2016), painéis aglomerados de serragem e bagaço de cana com resina poliuretana à base de óleo de mamona têm características físico-mecânicas superiores às dos painéis produzidos atualmente. Em relação à propriedade de módulo de ruptura à flexão, apresentou valor mínimo de 18,56 MPa, com variação em torno da média de 0,24%, valor acima da norma para painéis não estruturais (11 MPa) e para painéis estruturais (16 MPa).

Em relação ao módulo de elasticidade, os resultados no intervalo de 95% de confiança encontram-se dentro do valor mínimo proposto pela norma NBR 14810-2 (ABNT, 2013) para painéis estruturais de 6 mm em condições secas (1800 MPa). Os resultados obtidos no ensaio de tração perpendicular têm valor mínimo de 0,50 MPa, estando acima do valor mínimo da norma NBR 14810-2 (ABNT, 2013) para painéis de uso estrutural (0,40 MPa).

Em relação às propriedades de inchamento e absorção, os painéis do grupo T5 apresentaram desempenho superior ao de produtos comerciais análogos. Para o teor de umidade de 5 a 13% o painel apresentou 9,75% e ao inchamento permitido até 18%, o painel apresentou 11,34%.

O painel a ser utilizado apresenta teor de umidade e inchamento de acordo com as exigências da norma, sendo a densidade determinada com valores superiores à referência normativa mínima, o que o faz apresentar melhor desempenho em relação aos painéis convencionais.

Além disso, as propriedades mecânicas dos painéis foram bastante satisfatórias em relação às propriedades de módulo de ruptura à flexão, módulo de elasticidade e tração perpendicular, estando acima do valor mínimo da norma. Contudo, o painel apresenta requisitos que podem fazer o papel da vedação de piso e do forro de cobertura, sendo estruturado por montantes (peças maciças de madeira).

O dimensionamento das placas de 60 cm x 120 cm e 1cm de espessura segue um padrão de medidas coerente com a realidade comercial nos sistemas de construção que utilizam *drywall*, *steel frame*, *wood frame* e placas cimentícias, e montantes de madeira maciça de 10cm x 8cm.

O segundo material escolhido, dentre os materiais de construção disponíveis em grande escala, foi o bambu, pois apresenta baixo custo, é um material renovável e capaz de resolver o problema da falta de moradias (FREIRE, 2003).

Freire (2003) ressalta que, comparado aos outros materiais de construção, o bambu apresenta resistência mecânica e específica (razão entre a resistência e a massa específica) elevada. A resistência à tração alcançou o valor máximo de 350 MPa e mínimo de 180 MPa, resultando em valores muito superiores que a do aço. A partir desse panorama, o bambu se encaixou corretamente como um material que atribui resistência a todo o componente construtivo, suportando a subcobertura de lona plástica reciclada.

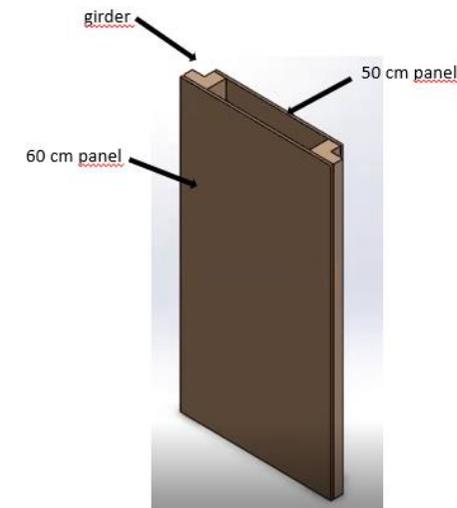


Figura 3: Componentes do painel como painel parede. Fonte: Autores (2019)

O bambu é facilmente encontrado no mercado, oferece simplicidade na montagem, permite o reuso e proporciona vedação, impedindo o contato da água da chuva diretamente no forro de cobertura. A utilização desse material também contribui para o sombreamento nas paredes, provocando um efeito de beiral e favorecendo o conforto ambiental.

O terceiro material utilizado foi a lona plástica descartada após o uso em *outdoors*. Esse material foi selecionado para compor a cobertura devido a suas dimensões, que possibilitam flexibilidade e não exigem emendas.

Método do projeto experimental

Para a criação de um projeto modular que pode resultar em um novo produto, é fundamental o acompanhamento de metodologias que venham a orientar o conhecimento, levando a um estudo dirigido e eficaz.

A metodologia é um estudo de métodos, técnicas e ferramentas e suas aplicações, organização e solução de problemas teórico-práticos. Conforme Platcheck (2012), a metodologia para o desenvolvimento de projetos é uma ferramenta que se ocupa da aplicação de métodos dirigidos à atividade projetual e da prática do desenvolvimento de projetos através da utilização de técnicas de exploração do processo lógico, do processo criativo, da avaliação e do controle de tempo; é uma forma de garantir o sucesso do resultado final das atividades criativas. Logo, a criatividade, a originalidade e a inovação são as condições básicas para resolver os problemas, cada vez mais complexos, de maneira não intuitiva (PLATCHECK, 2012).

A principal questão da pesquisa consiste em saber como pode ser feito um sistema construtivo modular pré-fabricado com materiais de baixo valor agregado ou de refugo adaptável a diferentes contextos em uma situação de emergência.



Figura 4: Painel compósito de madeira e bagaço de cana. Fonte Rocha (2016).

A modulação e os materiais de refugo formaram o eixo central do projeto, tangenciando a adaptabilidade. A definição por esse tipo de material está atrelada ao princípio de sustentabilidade por destinar nova utilidade a materiais que seriam descartados ou são produzidos em abundância sem destinação definida. A Figura 3 ilustra o painel de compósitos desenvolvido por Rocha (2016), que definiu todo o processo

do projeto do abrigo. Este dimensionamento foi considerado apropriado por abrir a possibilidade de se agregar posteriormente mais componentes que viam a melhorar o desempenho e a vida útil do abrigo temporário, além de facilitar a produção, recorte das chapas em indústrias que já utilizam usualmente essas medidas. O material do montante é de madeira serrada de eucalipto, abaixo o protótipo feito em uma escala de redução de 1/10.

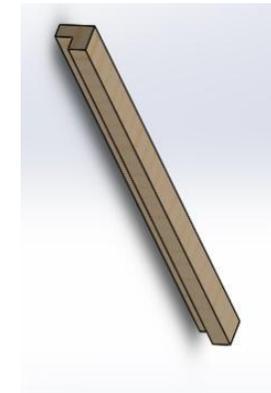


Figura 5: Peça de encaixe. Fonte Elaborada pelos autores (2019).



Figura 6: Protótipo do painel com encaixe. Fonte Elaborada pelos autores (2019).

Resultados

Os materiais de refugo foram os elementos norteadores do processo, pois a partir do painel compósito de madeira e bagaço de cana que segundo Carashi, Keão e

Coiado Chamma (2008), os materiais provenientes de subprodutos agroindustriais vêm sendo utilizados com sucesso na fabricação de painéis, por terem propriedades lignocelulósicas, ou seja, composto principalmente por celulose, hemicelulose e lignina. As ligninas podem ser utilizadas em vários processos químicos, como na fabricação de espumas de poliuretanos, resinas fenólicas e epóxi, na produção de fenol e etileno, e podem ser convertidas em fibras de carbono (RODRIGUES et.al 2016).

Foi possível propor um subsistema construtivo pensado conforme algumas diretrizes, como adaptabilidade, montagem, resistência, transporte e desmontabilidade.

Visando à necessidade de simplificar o sistema, buscou-se desenvolver um único tipo de encaixe nos sistemas de fechamento e base que liga os painéis de compósitos de madeira (60 cm x 120 cm) entre si, formando então o corpo do edifício retangular com 240 cm na altura e largura. Para a determinação do peso do painel compósito em escala real, foi multiplicado o tamanho do painel obtido em laboratório pela sua massa específica, chegando a um valor de 18kg, que por sua vez, comparado ao OSB (Oriented Strand Board) u painel com propriedades estruturais, com peso de 17,5kg.

Quanto às exigências nos quesitos de economia e energia, procurou-se resolução dentro da modulação e da pré-fabricação, pois essas são consideradas boas práticas que podem vir a solucionar esse problema, levando materiais de refugo à indústria de transformação para se obter uma construção enxuta e rápida.

Portanto, as chapas de madeira e os encaixes serão produzidos na indústria e previamente montados antes do transporte; essa pré-montagem facilita o processo de construção *in loco*, pois é necessário fixar apenas quatro encaixes em cada face de todo o módulo.

O dimensionamento das placas de 60 cm x 120 cm segue um padrão de medidas coerente com a realidade comercial nos sistemas de construção que utilizam *drywall*, *steel frame*, *wood frame* e placas cimentícias. Esse dimensionamento foi considerado apropriado por abrir a possibilidade de se agregarem posteriormente mais componentes que venham a melhorar o desempenho e a vida útil do abrigo temporário, além de facilitar a produção, o recorte e a compressa das chapas em indústrias que já utilizam usualmente essas medidas.

As placas serão estruturadas através de vigas de madeira maciça, com foco na eficiência da construção do processo, nas unidades padronizadas e no *design* modular.

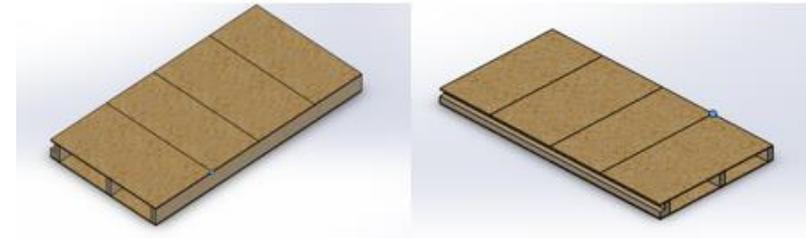


Figura 7: Componentes construtivos de vedação, piso e forro. Fonte: Projeto dos autores (2019).

Para alguns autores como Mahfuz (2003) e Moreira e Kowaltowski (2011), o programa não se restringe a uma lista de ambientes com dimensões mínimas, deve ser visto como uma relação de ações humanas. É neste caminho que o projeto do abrigo pretende seguir, propor uma relação humanizada entre as pessoas, concebido pelos espaços coletivos que parte de uma solução formal simples e flexível através do sistema construtivo de modulação.

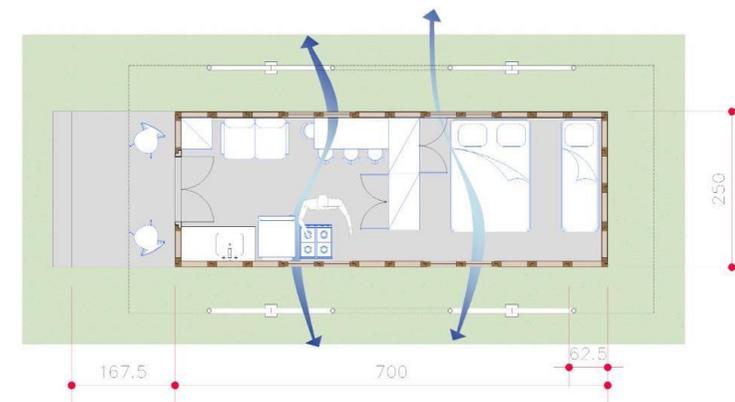


Figura 8: Planta baixa com layout. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

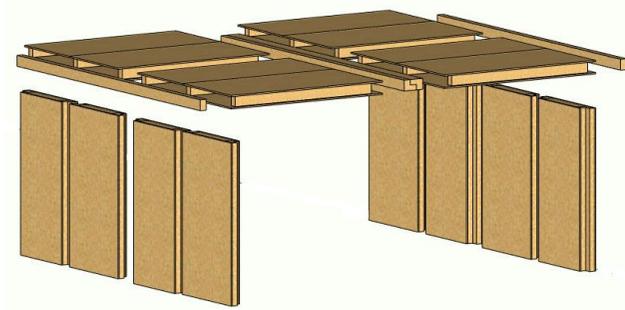


Figura 9: Perspectiva isométrica explodida dos componentes. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

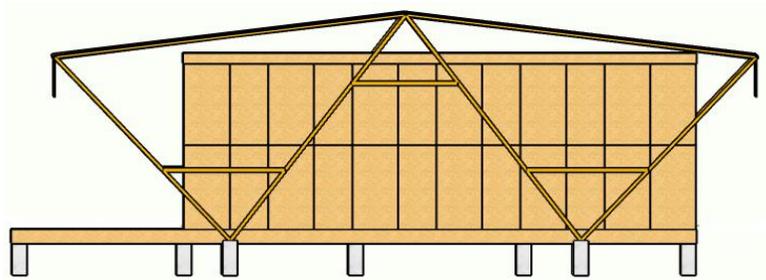


Figura 10: Volumetria do abrigo. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

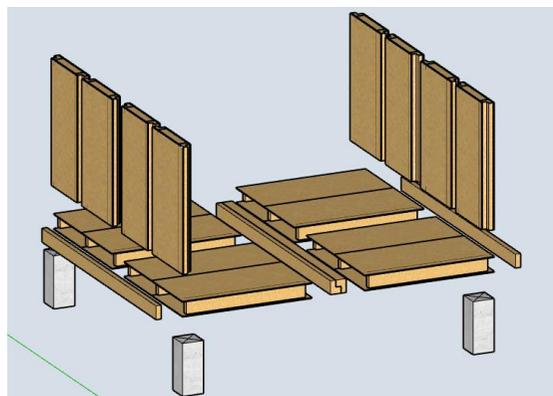


Figura 11: Perspectiva isométrica explodida com a estrutura. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Para a cobertura, propôs-se uma estrutura independente com bambu e encaixes metálicos (Figuras 10 e 11), a qual deve ser fixada em uma fundação de concreto pré-fabricado e ter um contraventamento nas laterais e em X na parte superior. Para a pele superior, observou-se a necessidade de se ter um material leve que pudesse ser facilmente transportado; portanto, optou-se por uma lona que é maleável, podendo ser dobrada ou enrolada, além de se adequar às diretrizes de materiais de refugo. A lona da cobertura segue um padrão de 9 m x 3 m, que é a medida padronizada de *outdoors* no Brasil.



Figura 12: Maquete física da estrutura de bambu e cobertura plástica de lona. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).



Figura 13: Maquete física do abrigo. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A terceira e última etapa, denominada detalhes construtivos, foi composta de refinamento das soluções técnicas e construtivas de todo o sistema através da elaboração de detalhes construtivos por meio da modelagem 3D (eletrônica e física). Foram discutidos e redefinidos todos os encaixes e travamentos propostos inicialmente (Figuras 12 e 13).



Figura 14: Encaixes e travamentos. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).



Figura 15: Ligações com a base. Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Conclusão

Os autores Rowe (1987), Andrade, Ruschell e Moreira (2011), Fabricio e Melhado (2011), Lawson (2011) e Peña e Parshall (2012) mencionam a identificação do problema como um dos fatores-chave que contribuem para a solução do projeto. Nesse exercício exploratório, a principal diretriz que guiou a identificação dos problemas e as tomadas de decisão para a resolução foi a adaptabilidade, além de outras secundárias, como a modulação, a necessidade de simplicidade na concepção, a facilidade de montagem e desmontagem, a leveza dos materiais e do transporte e a utilização de materiais de refugio abundantes.

É possível concluir que as etapas de projeto podem ter diferentes ordens ou ser executadas ao mesmo tempo, de acordo com Peña e Parshal (2012). Outro aspecto que contribuiu fortemente para as soluções nessa etapa foi a escala do desenho, considerando o sistema do abrigo estruturado a partir dos painéis de madeira provenientes de resíduos. Essa técnica evitou o desperdício de tempo e propiciou o surgimento de soluções mais ágeis de encaixes para fechamentos, cobertura e base.

A utilização de materiais de refugio foi um desafio marcante, visto que introduz um novo problema ao desenvolvimento projetual. Justapor bambu, lona plástica e placa de resíduos a materiais e técnicas convencionais de projeto e construção civil provocou desafios com relação à compatibilização de encaixes, ligações e estabilidade estrutural. Essas dificuldades foram solucionadas apoiando-se na prototipagem física e virtual do modelo do abrigo. Esse foi um aspecto de suma importância e impacto nessa etapa do projeto.

O abrigo emergencial foi desenvolvido seguindo as metodologias apresentadas neste artigo e testadas durante a execução do trabalho. De modo geral, atendeu às necessidades e exigências estipuladas no início do projeto, bem como resolveu os problemas gerados pelo tema, pois resultou em uma proposta coerente a todas as reflexões e diretrizes estabelecidas. Por fim, tratando-se de um estudo em nível de projeto apenas, a proposta necessita de ensaios laboratoriais de estanqueidade, estabilidade estrutural e detalhes executivos para validação.

Referências

- ABULNOUR, Adham Hany. The post-disaster temporary dwelling: fundamentals of provision, design and construction. *Hbrc Journal*, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 10-24, abr. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.06.001>.
- ANDRADE, Max L. V. X.; RUSCHELL, Regina C.; MOREIRA, Daniel de C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. et al. (org.). *O processo de projeto em arquitetura*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 80-100.
- ASFOUR, Omar S. Learning from the past: temporary housing criteria in conflict areas with reference to thermal comfort. Temporary housing criteria in conflict areas with reference to thermal comfort. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, [s. l.], v. 38, p. 101206, ago. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13531: elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas*. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15873: coordenação modular para edificações: atividades técnicas*. Rio de Janeiro, 2010.
- BARBOZA, Aline da Silva Ramos et al. A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. *Ambiente Construído*, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 97-109, jun. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212011000200007>.
- BASHAWRI, Abdulrahman; GARRITY, Stephen; MOODLEY, Krisen. An overview of the design of disaster relief shelters. *Procedia Economics and Finance*, [s. l.], v. 18, p. 924-931, 2014. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)01019-3](http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671(14)01019-3).
- BREDENOORD, Jan. Sustainable building materials for low-cost housing and the challenges facing their technological developments: examples and lessons regarding bamboo, earth-block technologies, building blocks of recycled materials, and improved concrete panels. *Journal of Architectural Engineering Technology*, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 327-345, 23 mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9717.1000187>.
- CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L.; COIADO CHAMMA, P. V. Avaliação de painéis produzidos a partir de resíduos sólidos para aplicação na arquitetura. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 47-53, 2008.
- CARVALHO, Sylvia Thais Martins. Propriedades térmicas do painel aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar. 2012. 73 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Curso de Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- CHARLESWORTH, Esther. The rise of humanitarian architecture. *Architectural Research Quarterly*, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 267-271, set. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s135913551400061x>.
- CUPERUS, Y. An introduction to open building. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL CONFERENCE, 9., 2011, Singapura. *Proceedings...* Singapura: NUS, 2011. p. 261-270.
- DAVIS, Ian. What have we learned from 40 years' experience of disaster shelter? In: SANDERSON, David; BURNELL, Jeni. *Beyond shelter after disaster: practice, process and possibilities*. Routledge, 2013. p. 15-34.
- FABRICIO, Márcio M.; MELHADO, Silvio B. O processo cognitivo e social de projeto. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D. *O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 21-504.
- FÉLIX, Daniel et al. The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing reconstruction. *Journal of Housing and the Built Environment*, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 683-699, 20 dez. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10901-014-9431-4>.
- FREIRE, Wesley Jorge. *Tecnologias e materiais alternativos de construção*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2003.
- GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. *Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada*. Porto Alegre: Antac, 2007.
- JODIDIO, Philip. *Shigeru Ban*. Slovakia: Taschen, 2010. 95 p.
- KLIGER, I. R.; PELLICANE, P. J. Prediction of creep properties of chipboard used in stressed-skin panels. *J. Test. Eval.*, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 408-414, 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1520/JTE11428J>.

KRONENBURG, Robert. *Architecture in motion: the history and development of the portable building*. Oxford: Routledge, 2014.

LAWSON, Bryan. *Como arquitetos e designers pensam*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MASCARÓ, Juan Luis. Coordinación modular? Qué es? *Revista SUMMA+*, Buenos Aires, n. 103, ago. 1976.

MOLES, Olivier *et al.* From local building practices to vulnerability reduction: building resilience through existing resources, knowledge and know-how. Building resilience through existing resources, knowledge and know-how. *Procedia Economics and Finance*, [s. l.], v. 18, p. 932-939, 2014.

MORASSI, Shandy Alexandra; SILVA, Júlia Lopes Ribeiro da; ORTENZI, Altibano. Comparative result between standard requirements and finite element analysis of wood-frame panels. *Journal of Building Engineering*, [s. l.], v. 15, p. 78-84, jan. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2017.11.002>.

NAPPI, Manuela Marques Lalane. Desastres naturais: seleção e localização espacial de abrigos para flagelados. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES*, 1., 2016, Ponta Grossa.

PEÑA, William M.; PARSHALL, Steven A. *Problem seeking: an architectural programming primer*. Canadá: John Wiley & Sons, 2012.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. *Design industrial: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis*. São Paulo: Atlas, 2012.

ROCHA, Bruna Bessa. *Aproveitamento de resíduos de madeira e bagaço de cana-de-açúcar na produção e avaliação de painéis aglomerados*. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

RODRIGUES, Cristiane *et al.* Materiais lignocelulósicos como matéria-prima para a obtenção de biomoléculas de valor comercial. **RESENDE, RR Biotecnologia aplicada à agro&indústria: fundamentos e aplicações**, v. 4, p. 283-314, 2016.

ROWE, Peter G. *Design thinking*. Cambridge: MIT Press, 1987.

SALVALAI, Graziano *et al.* Thermal performance measurement and application of a multilayer insulator for emergency architecture. *Applied Thermal Engineering*, [s. l.], v. 82, p. 110-119, maio 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaling.2015.02.062>.

SANDERSON, David *et al.* Principles, practice and lessons from haiti for urban post-disaster shelter recovery programs. *Asian Journal of Environment and Disaster Management – Focusing on Pro-active Risk Reduction in Asia*, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 131-151, 2014. DOI 10.3850/S1793924014000362.

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. *Sedec/RJ. Administração para abrigos temporários*. 1. ed. Rio de Janeiro: Sedec, 2006.

ZHANG, Guomin; SETUNGE, Sujeeva; VAN ELMPT, Stefanie. Using shipping containers to provide temporary housing in post-disaster recovery: social case studies. *Procedia Economics and Finance*, [s. l.], v. 18, p. 618-625, 2014. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00983-6](http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00983-6).