

**ABRIGO TEMPORÁRIO E SUSTENTÁVEL:
proposta para a cidade de Petrópolis, Rio de Janeiro**

TEMPORARY AND SUSTAINABLE SHELTER:
proposal for the city of Petrópolis, Rio de Janeiro

Talita Marini Brandelli¹
talitabrandelli@hotmail.com

Tais Marini Brandelli²
taisbrandelli@hotmail.com

Renata Bernardi Miguel³
renata.bernardi@uel.br

Jorge Daniel de Melo Moura⁴
jordan@uel.br

¹ Servidora Técnico-Administrativa em Educação no Instituto Federal do Paraná. Mestra em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas (2024). De 2018 a 2023 atuou como servidora da Universidade Federal de Pelotas na Coordenadoria de Obras e Planejamento Físico. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande (2015), realizando graduação sanduiche na Università degli Studi di Trento na Itália no curso de Ingegneria Civile (2013-2014).

² Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, desde 2023, pelo Programa de Associado UEM/Uel de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPU). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) da Universidade Federal de Pelotas, na linha de pesquisa Tecnologia e Conservação do Ambiente Construído. MBA em Gestão de Projetos pelo Centro Universitário Univel. Especialista em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas (2016).

³ Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual de Londrina (2007), e duas pós-graduações. Primeira em Arquitetura e Pós Modernidade: Composição e Linguagem, pela Universidade Estadual de Londrina (2008) e a segunda em Construção de Obras Públicas pela Universidade Federal do Paraná (2010). Proprietária da empresa RBM - Serviços de arquitetura e engenharia, desde 2009.

⁴ Professor Associado do programa de mestrado e doutorado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1983), mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1989) e doutorado em Ciências da madeira – pela École Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois França – Université de Nancy I (1996), pós-doutorado pela Forintek Canada Corp. Canadá (2002) e no Forest Products Laboratory-EUA (2013).

Resumo: Os desastres naturais aumentaram em frequência e gravidade nos últimos anos; as inundações e deslizamentos de terra são as tragédias mais recorrentes no Rio de Janeiro. Este estudo propõe se apropriar do conhecimento técnico de arquitetos para contribuir com soluções adequadas, rápidas e mais econômicas para acomodar os afetados. O presente artigo parte de uma revisão bibliográfica, fundamental para a escolha adequada de materiais a serem utilizados em um abrigo de caráter temporário, emergencial e sustentável. Como fruto do estudo tem-se a concepção de um pré-projeto de abrigo para a cidade de Petrópolis, o qual se espera exequível. A proposta é a substituição de materiais convencionais por materiais mais limpos e econômicos, com a utilização do bambu, caixas de plástico (engradados), placas de OSB e lonas de poliestireno, todos com boas características físicas, que proporcionam agilidade na construção e menor custo.

Palavras-chave: Abrigo; Habitação Emergencial; Sustentabilidade

Abstract: Natural disasters have increased in frequency and severity in recent years; floods and landslides are the most recurrent tragedies in Rio de Janeiro. This study proposes to appropriate the technical knowledge of architects to contribute with adequate, fast and more economical solutions to accommodate those affected. This article is based on a bibliographic review, fundamental for the adequate choice of materials to be used in a temporary, emergency and sustainable shelter, as a result of the study, there is the conception of a pre-project of shelter for the city of Petrópolis, which is expected to be feasible. The proposal is to replace conventional materials with cleaner and more economical materials, with the use of bamboo, plastic boxes (crates), oriented strand boards and polystyrene tarpaulins, all with good physical characteristics, which provide agility in construction and lower cost.

Keywords: Shelter; Emergency Housing; Sustainability

1. Introdução

Os desastres naturais tais como os dilúvios, deslizamentos de terras, erosões, incêndios florestais, inundações, tempestades, representam um conjunto de fenômenos da natureza e são conceituados como decorrência de acontecimentos adversos que acarretam grandes impactos na sociedade. Depois de um desastre natural, muitos locais precisam ser reconstruídos e o ambiente afetado muitas vezes não possui abrigos suficientes para a população. A arquitetura tem um papel importante e em muitos casos a experiência técnica de arquitetos pode ajudar dando respostas e soluções rápidas capazes de adaptar um espaço e materiais para acomodar os afetados.

Diante desse cenário, como também pensando em minimizar a problemática dos altos custos e gerar menos impactos ambientais, esse estudo tem como objetivo elaborar um pré-projeto para um abrigo temporário substituindo os materiais convencionais por materiais mais limpos e econômicos, com um impacto negativo mínimo ao meio ambiente. Dentre uma gama de materiais possíveis e disponíveis de utilização para a elaboração de um abrigo temporário, o estudo propõe o emprego de bambu, caixas de plástico (engradados) e placas de

OSB, materiais que possuem boas características físicas, velocidade da construção, fácil transporte e baixo custo.

O método de pesquisa aplicada para este trabalho foi um modelo misto que combina duas abordagens metodológicas. O trabalho inclui uma revisão bibliográfica a fim de ajudar na tomada de decisão para a escolha de materiais e desenvolvimento de critérios de projeto e arranjo de projeto técnico que resultou na concepção de um pré-projeto de abrigo de caráter temporário, emergencial e sustentável. Foi considerada a adoção de um projeto único que correspondesse às circunstâncias e necessidades locais. A proposta apresentada traz como principais diretrizes a modularidade, a funcionalidade e a sustentabilidade.

2. Desastres Naturais e a Necessidade de Abrigo

A frequência e a gravidade dos desastres aumentaram desde o final de 1900 e só devem aumentar ainda mais devido às mudanças climáticas, crescimento populacional, aumento da densidade costeira e preparação inadequada para desastres (Perrucci; Vazquez; Aktas, 2016).

Os desastres naturais são uma grande preocupação social em todo o mundo. Inundações e deslizamentos de terra, furacões ou terremotos podem matar um grande número de pessoas a qualquer hora e em qualquer lugar, deixando os sobreviventes em situações altamente vulneráveis (Pérez-Valcárcel et al., 2021).

Existem vários indicativos e estudos científicos que mostram a crescente frequência dos eventos ambientais causadores de desastres em diversas regiões do Brasil, aumento de incidentes como tempestades e deslizamentos de terras (Tolentino, 2013).

No Rio de Janeiro as inundações e deslizamentos de terra são os desastres naturais mais recorrentes. Em fevereiro de 2022, centenas de pessoas morreram vítimas de um desmoronamento causado pela chuva em Petrópolis, além de deixar milhares de desabrigados, sendo registrado como o pior desastre no município (Satriano, 2022).

Em 1966 ocorreu o primeiro registro de desastre, quando houve 80 mortes, que se repetem ano após ano, em 1979, 1988, 2001, 2011, 2013, devastando a região e deixando muitas vítimas (Satriano, 2022).

Uma série de medidas deveriam ser tomadas para evitar tais desastres, como o respeito ao planejamento urbano, a promoção de políticas de habitação social e o preparo dos

municípios e defesa civil para prevenção e também para resposta imediata aos desastres (Assumpção, 2015).

As perdas e danos causados pelos desastres comprometem os elementos básicos de dignidade e bem-estar da população, como o acesso à alimentação, energia, água e moradia, mas como também acesso aos serviços como saúde e educação, agravando as consequências dos desastres (Freitas et al, 2012).

Contudo, após um desastre, entre as medidas tomadas é também necessário resolver imediatamente a questão da habitação, porque a perda da habitação significa muito mais do que uma perda material: implica uma perda de dignidade, identidade e privacidade (Barakat, 2003).

A definição e os benefícios da habitação temporária não são simples, nem há consenso entre os especialistas (Pérez-Valcárcel et al., 2021). De acordo com Davis e Alexander (2015), após um desastre, existem três modos principais de abrigo e habitação: abrigos provisórios, abrigos transitórios e habitações permanentes. Nesse mesmo sentido, o manual *IRC Shelter after Disaster* simplifica para uma estratégia de três fases: abrigo de emergência, abrigo transitório e alojamento permanente (IFRC, 2015).

A etimologia do adjetivo temporário define uma maneira de viver em uma casa que é limitada no tempo, permitindo que as pessoas tenham acesso a um ambiente protegido, seguro e espaço confortável para retornar à vida cotidiana (Félix et al., 2015).

A última classificação amplamente utilizada é a de Quarantelli (1995), que define quatro soluções, embora de acordo com a definição fornecida pela UNDRO (1982), existam oito tipos. A classificação de Quarantelli é considerada a mais apropriada. De acordo com o projeto Sphere (2018) as definições da classificação de Quarantelli são:

1) Abrigo de emergência: local onde uma família fica no local da emergência. Pode ser uma instalação pública ou a casa de um amigo ou familiar. O fornecimento de alimentos ou serviços é resolvido em um ambiente comunitário.

2) Abrigo temporário: um local onde uma família permanece imediatamente após um desastre e por um curto período de tempo. Pode ser uma barraca, um abrigo autoconstruído, uma instalação pública, a casa de familiares ou amigos ou uma segunda casa. Dependendo da duração da estadia, serão determinadas as formas de alimentação e outros serviços, especialmente os médicos.

3) Habitação temporária: local onde uma família reside temporariamente, e retoma as suas atividades domésticas e, se necessário, laborais. Pode ser uma casa pré-fabricada temporária, uma tenda de inverno, um abrigo autoconstruído, uma casa móvel, um apartamento ou a casa de um familiar ou amigo.

4) Habitação permanente: o local onde uma família irá residir definitivamente após o desastre. Isso se refere ao retorno da família à sua casa reconstruída ou à mudança para uma nova moradia permanente em sua própria comunidade ou em uma nova comunidade.

Quarantelli propôs uma categorização dos abrigos com base no tempo de vida dos abrigos e no comportamento das pessoas (Alshawawreh et al., 2020). Nesse sentido é importante a diferenciação de abrigo temporário e habitação temporária no aspecto comportamental, no abrigo as pessoas ainda não têm condições de voltar às atividades diárias e laborais.

Pérez-Valcárcel et al. (2021) ressaltam que os abrigos para situações de emergência precisam ser transportáveis, uma vez que se supõe que os edifícios permanentes existentes foram destruídos ou danificados; para que o transporte seja fácil e econômico, o prédio precisa ser o mais leve e compacto possível. É também altamente desejável que este envoltório possa ser desconstruída e reutilizada quando não for mais necessária, pois foi substituída por soluções permanentes.

Johnson (2007) identifica uma série de características, fatores e recursos necessários para um abrigo temporário, alguns deles são: tempo rápido, custo adequado em relação aos padrões do país, consideração da estratégia geral de reconstrução, design e conforto adequados da unidade, manutenção de laços sociais pré-desastre. Karami, Nazari e Karami (2015) explicam que sem abrigos temporários a sociedade é mais vulnerável a desastres, portanto, pode-se afirmar que há uma melhoria da resiliência da comunidade com o projeto de abrigos.

3. A proposta

O estudo propõe um abrigo temporário para a cidade de Petrópolis, uma cidade brasileira ao norte do estado do Rio de Janeiro. Petrópolis está localizada em uma região serrana, com encostas muito íngremes e rios entre elas. A possibilidade de episódios de chuvas concentradas nessa região é alta. A cidade possui o clima tropical de altitude, com verões

úmidos e quentes e invernos secos e relativamente frios. No período dos meses de verão, as chuvas e tempestades são catastróficas.

O conceito principal deste estudo se deu a partir do formato de coroa, apresentada na Figura 1, uma vez que a cidade de Petrópolis foi fundada por iniciativa do imperador Dom Pedro II, a qual seria o refúgio de verão de toda a corte. Por meados de 1843, vários palácios, mansões e construções do tipo foram erguidos e, então, criou-se uma atmosfera imperial na cidade.

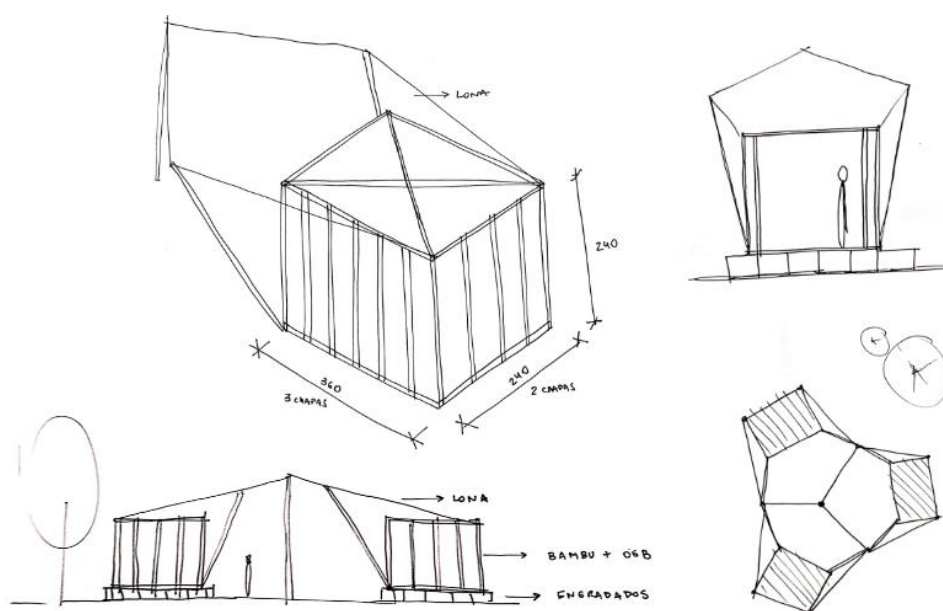


Figura 1 - Croquis iniciais. **Fonte:** Autores (2023).

Elaborou-se um estudo preliminar para um abrigo com soluções sustentáveis e eficientes do ponto de vista construtivo, buscando custo baixo e construção rápida. O abrigo proposto é para um período de permanência de dois meses ou menos, local para a pessoa permanecer imediatamente após o desastre por um curto período de tempo, e tem a função principal de dormitório, no qual cada módulo tem capacidade para quatro pessoas. A proposta é que haja, além dos módulos dormitórios, áreas de apoio, banheiros químicos e áreas de alimentação.

O curto tempo de permanência no abrigo está diretamente relacionado à estrutura oferecida ao usuário, que não é destinada a longos períodos de permanência, devido às suas

características rústicas, apesar da estrutura e demais materiais serem resistentes a períodos mais longos, o que permitiria a montagem e desmontagem dos abrigos.

A proposta de projeto foi guiada pelos seguintes princípios: permitir montagem e desmontagem; possibilitar a execução com agilidade; empregar sistemas construtivos leves; permitir a execução do modelo sem a necessidade de mão de obra especializada; utilizar materiais sustentáveis; obter um abrigo capaz de ser utilizado mais de uma vez (Rodrigues et al., 2020); ser fácil de processar e manusear; manter o mínimo custo possível relacionado ao material e à fabricação; em termos de desempenho físico, o clima interior deve ser de conforto e ambiente saudável (Fajrin et al., 2021).

Todos os critérios foram discutidos a partir de diferentes pontos de vista, percebeu-se que é impossível satisfazer todos os critérios no mesmo nível, especialmente quando tempo e dinheiro eram uma restrição significativa, conforme afirma Fajrin et al. (2021). Além dos princípios já citados, a busca por racionalização no processo de execução trouxe a necessidade de projetar com base na arquitetura modular.

A coordenação modular desempenha papel importante na realidade moderna da indústria da construção, onde produtividade, baixo custo e desempenho ambiental são características indispensáveis para a produção de edificações (Greven; Baldauf, 2007). A coordenação modular pode ser definida como o uso de uma unidade de medida comum, representada pelo módulo (ABNT, 1975).

Junior (2019) apresenta as vantagens do sistema de coordenação modular, são elas: racionalização do processo projetual; menor número de modificações na hora da execução, o que reduz custo e tempo; relação do modo de construir aos processos de produção industrial; maior produtividade da mão de obra; redução do prazo de execução de obra; maior conexão entre o autor do projeto, o fabricante e o executor.

Dessa forma, a utilização de módulos de construção, além de auxiliar na montagem da estrutura, reduz o custo em virtude da otimização do uso da matéria prima, com aumento da agilidade dos processos e diminuição de perdas (Bataier; Petini; Moura, 2021).

Por isso, no projeto proposto, as medidas do abrigo foram adaptadas para as dimensões dos materiais utilizados; o primeiro passo do projeto modular foi determinar quais componentes seriam utilizados para a montagem da edificação, definindo a chapa de OSB como elemento de fechamento, assim, utilizou-se como dimensões base para o abrigo valores

múltiplos da dimensão da chapa, que possui 1,22 x 2,44m, resultando em um abrigo com medidas externas de 3,66 x 2,44m.

As principais diretrizes que guiaram a identificação dos problemas e as tomadas de decisões para a resolução foram a necessidade de simplicidade na concepção, a facilidade de montagem e desmontagem e a utilização de materiais de refugo abundantes e materiais sustentáveis. Os materiais que compõem o abrigo são: bambu, chapas de OSB, engradados de cerveja, areia e lona.

Para a fundação do abrigo emergencial foi proposta a utilização de engradados de cerveja com saco de areia em seu conteúdo interior e aparafusados entre si. Os engradados utilizados como fundação possuem papel muito importante uma vez que a utilização dele eleva a construção a 31,5 cm acima do nível do terreno, assim protege o bambu e o abrigo contra a umidade do solo e contra a água da chuva. Segundo Rodrigues et al. (2020), a escolha se torna uma opção de reaproveitamento de materiais que são descartados e evita o uso do concreto na fundação não gerando resíduos, tornando-se ambientalmente correta.

O bambu é largamente utilizado como material de construção, sendo tradição em várias regiões do mundo, especialmente em países asiáticos, em outros países orientais e na América do Sul, em países andinos (Marinho, 2013). O bambu como material de construção pode ter um impacto social positivo na sociedade (Manandhar, Kim; Kim, 2019).

É conhecido como o aço vegetal, as vantagens fundamentais do uso do bambu na construção são: sua leveza e resistência; seu rápido crescimento, pronto para uso dentro de 3 a 6 anos de idade; por ser da família das gramíneas, podemos fazer diversas colheitas em uma mesma touceira, o que fortalece o bambuzal; alta captação e fixação de carbono; é o material do futuro (Lengen, 2021, p. 170). É importante ressaltar que, para o uso do bambu na indústria da construção civil, deve-se fazer a sua retirada no mínimo a partir de 3 anos de amadurecimento do colmo, pois assim já está com 80% da sua resistência (Junior, 2019).

Freire e Beraldo (2003) corroboram, dizem que o bambu oferece muitos benefícios, tais como: resistência mecânica, custo diminuído, flexibilidade, leveza, é renovável, pode ser facilmente carregado; porém, por ser um material biológico apresenta desvantagens como baixa durabilidade natural, combustibilidade e modificações dimensionais (Junior, 2019). Alguns destes fatores inconvenientes podem ser minimizados com tratamentos preservativos dos colmos, que permite aumentar de quatro a cinco vezes a resistência do bambu (Freire;

Beraldo, 2003). De forma geral, para a construção de abrigos de emergência, o bambu é fortemente recomendado (Karami; Nazari; Karami, 2015).

Em sua forma natural o bambu dura de 2 a 3 anos, com a utilização de tratamentos químicos para protegê-lo de pragas naturais e com o uso de elementos arquitetônicos adequados para protegê-lo dos efeitos do clima, a vida útil do bambu pode aumentar para 30 a 40 anos (Manandhar, Kim; Kim, 2019).

O bambu é suscetível à degradação e a ataques de insetos xilófagos, conforme Oliveira, Gaffuri e Moura (2020), é necessário tratamento adequado para protegê-lo, preferencialmente, um tratamento de menor impacto ambiental. Conforme Souza (2004), o tratamento impede o ataque de fungos, insetos, aumenta a durabilidade e eficiência e ainda protege da umidade; existem os métodos por imersão, *boucheire*, por transpiração das folhas e aplicação externa.

Com o intuito de não ferir um dos maiores fatores que tornam viável a utilização do bambu, que é o fato de ser um recurso natural, renovável e não poluente, procura-se evitar o tratamento químico das peças; pode-se, portanto, tomar partido de defensivos naturais, como o nim, o tanino, tabaco e outros (Barros; Souza, 2004).

Por isso, é proposto o tratamento das peças de bambu utilizadas para a execução do abrigo com o tanino, um tratamento natural, que, conforme a pesquisa de Carbonari (2013), aumenta a vida útil dos colmos de bambu pois o tanino tem propriedades ácidas e adstringentes, que neutralizam o amido presente nas células do bambu, acabando com o atrativo para os insetos.

A supraestrutura será executada em bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, conhecido como “bambu gigante”, “bambu balde” ou “bambu do dragão”, que, em função da grande espessura da parede do colmo desta espécie foi escolhida para ser utilizada como estrutura principal do abrigo. O bambu gigante é uma planta considerada de grande porte que se adaptou com excelência ao Brasil (Moraes; Uchôa, 2011), sendo uma das espécies mais utilizadas na construção civil. Apresenta altura dos colmos de 24 a 60m, diâmetro dos colmos de 10 a 20cm e espessura da parede de 2,5cm (Souza, 2004).

A estrutura será do tipo viga-pilar (Santana, 2016), composta por varas com diâmetro em torno de quinze centímetros. Devem ser escolhidos exemplares que apresentem um aspecto mais retificado e uniforme em sua extensão útil. Apesar do bambu gigante apresentar

uma forma mais cônica do que circular, como a altura dos colmos dessa espécie vai de 24 a 60m e serão utilizadas alturas de até 5m, a variação de diâmetro e de formato não será significativa.

Ainda no que se refere às características físicas, nos pontos nodais o bambu apresenta menos resistência e rigidez, contudo, isto pode ser compensado pela espessura do colmo na região do nó (Junior, 2018). Carbonari (et al., 2017) realizaram ensaios de laboratório com várias espécies de bambu a fim de estudar suas características mecânicas, concluíram que o bambu possui uma alta resistência aliada a uma alta flexibilidade. Segundo os autores, a presença de nós não afetou significativamente o valor do módulo de elasticidade e tão pouco a resistência à compressão das espécies de bambu ensaiadas.

O bambu é um material extremamente eficiente, com baixo peso e altas resistências, tanto à tração quanto à compressão, porém com uma deficiência natural em seu módulo de elasticidade à flexão. Os valores relativamente baixos obtidos dos módulos de elasticidade à flexão comprovam a alta flexibilidade do bambu, características estão associadas às ações impostas pela natureza, já que no bambuzal os colmos de aproximadamente 25 metros devem resistir à ação do vento (Carbonari et al., 2017).

Conforme Souza (2004), é o sistema mais indicado, porém deve ser cuidadosamente executado devido à necessidade de executar furos; é recomendado utilizar borracha ou silicone nas ligações estruturais, no contato entre as peças de bambu e entre o bambu e o parafuso, a fim de melhorar o ajuste e evitar as fissuras ou o esmagamento.

Uma vez concluída a estrutura resistente, são instalados os painéis que formam o piso, os fechamentos verticais e o teto, com a utilização da chapa de *Oriented Strand Board* (OSB). A escolha do OSB se deu visto que as chapas são confeccionadas com madeira de reflorestamento, logo, apresenta um menor impacto ambiental.

A carência de matéria-prima para construção em alvenaria induziu civilizações a desenvolverem um processo que fosse tão bom quanto a alvenaria, e com um material que fosse muito mais acessível; portanto, através desta circunstância se desenvolveu a tecnologia dos painéis de madeira, por se tratar de algo muito fácil de deparar na natureza, e sendo uma matéria-prima renovável. O incremento desta tecnologia alternativa, e tão efetiva quanto a alvenaria, cunhou um caminho muito mais acessível a este tipo de cultura ideologia (Poblete, 2001).

O fato de a madeira ser uma matéria-prima renovável e requerer um baixo consumo de energia para ser processada, representa uma vantagem comparativa em relação a outros produtos de mesma aplicação (Mendes, 2001). De acordo com Hometeka (2016), cerca de 90% do tronco de uma árvore pode ser convertido em OSB; além disso, as placas são totalmente recicláveis, tornando o produto uma alternativa mais sustentável.

Segundo Cloutier (1998) os painéis de OSB podem ser empregados para aplicações estruturais, tais como paredes, suporte para piso e forro, elementos de vigas estruturais, e embalagens. Portanto, as chapas serão utilizadas nas paredes, pisos, esquadrias e forro do abrigo temporário proposto, as chapas utilizadas terão dimensões de 2,44 x 1,22m e espessura de 18,3mm. Nas paredes serão utilizadas duas chapas de OSB, uma interna e outra externa à estrutura, presas nas vigas da estrutura, nas faces superior e inferior, com a utilização de parafusos.

Além da questão ambiental, as chapas de OSB possuem um bom isolamento termoacústico e são consistentes e uniformes, não deixando espaços vazios (Hometeka, 2016). As esquadrias foram projetadas para serem de fácil execução, por isso também são executadas em chapas de OSB com moldura, conforme ilustrado na Figura 5.

Consequentemente em virtude de a estrutura principal ser construída em bambu e das vedações serem duplas, proporcionando maior conforto térmico dos abrigos devido a camada de ar entre as chapas de OSB, o abrigo ficou com medidas internas de 3,29 x 2,03m, totalizando uma área interna de 6,68m², procurando atender somente a necessidade de dormir das pessoas. A Figura 2 apresenta a planta baixa do abrigo na qual pode-se observar que será possível utilizar dois beliches para abrigar 4 pessoas.

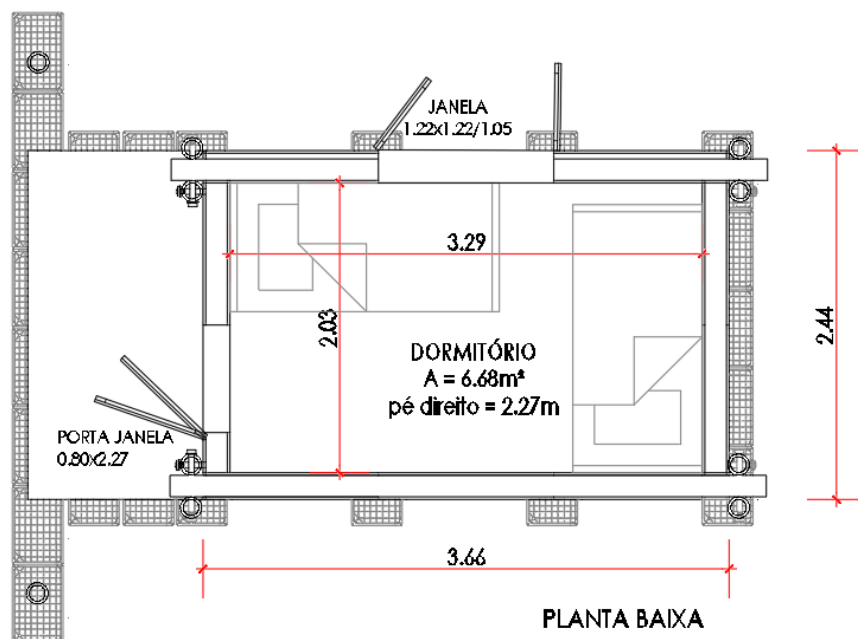


Figura 2 - Planta baixa do abrigo. **Fonte:** Autores (2023).

A Figura 3 apresenta as vistas lateral e frontal do abrigo, pode-se observar a cobertura inclinada e uma altura livre de pé-direito no interior do abrigo de 2,27m.

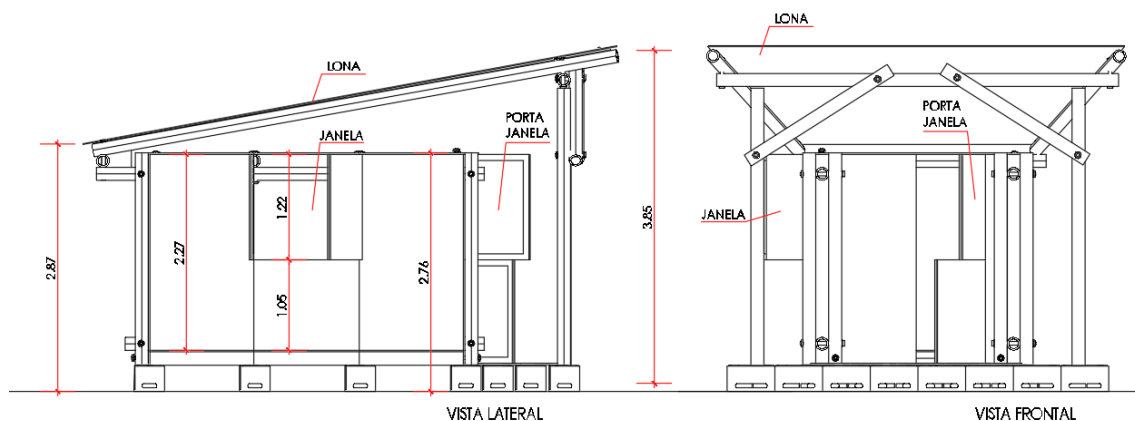


Figura 3 - Vistas lateral e frontal do abrigo. **Fonte:** Autores (2023).

O design para circunstâncias emergenciais pode ser definido como parte do conceito de design social, assim unido diretamente às necessidades humanas; o objetivo é se apropriar

das ferramentas de projeto arquitetônico como instrumento criativo para suprir problemas sociais e ambientais, antes de quaisquer questões mercadológicas (Papanek, 1984).

Conforme Junior (2019) em sua proposta, é importante a ideia de conexão nortear o projeto, assim as pessoas que ficaram desabrigadas não se dispersam, pelo contrário, ficam unidas. Pensando nisso, a solução propõe uma relação humanizada entre as pessoas, com uma integração social pós-desastre, projetando a possibilidade de união de seis dormitórios, a fim de formar um módulo completo, com uma área de convivência coberta, espaço privativo semiexterior.

A Figura 4 apresenta a união de seis módulos de abrigo em torno de uma área central, um espaço de convivência e de colaboração entre os abrigados, porém, cabe salientar que o módulo também pode ser utilizado de forma individual ou em outras conformações.

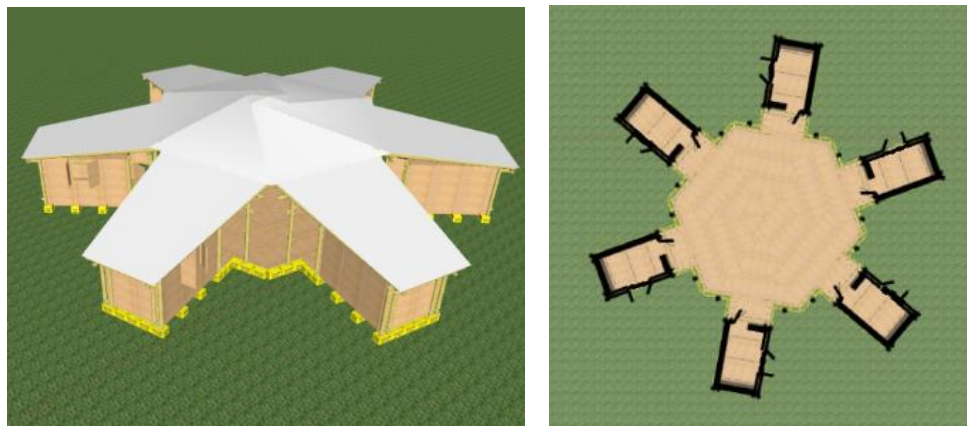


Figura 4 – Área de convivência. **Fonte:** Autores (2023).

Em seu estudo, Albadra, Coley e Hart (2018) destacaram a importância da criação de espaços privados semiexteriores em frente aos abrigos, o layout em grade dos abrigos resultou em famílias tendo que construir suas próprias extensões para impedir os transeuntes de olhar para seus abrigos. Ainda segundo os autores, espaços privados sombreados e bem ventilados são muito desejáveis no verão, enquanto no inverno oferece certa proteção contra os ventos (Albadra; Coley; Hart, 2018).

Para a cobertura central é proposta uma estrutura independente com bambu gigante e pele superior em lona, material maleável, leve e de fácil transporte, bem como o proposto

por Yano e Moura (2021). A cobertura é o elemento de destaque do abrigo, confere leveza, dá um aspecto delicado, a lona abraça o abrigo, ao mesmo tempo em que protege, há uma dinamicidade na composição estética.

Conforme ilustrado na Figura 5, a proposta de uma porta janela com duas folhas para a área coberta permite que se mantenha a ventilação com proteção contra os ventos fortes e intempéries no inverno. Além disso, a concepção de uma janela adicional garante a ventilação cruzada, importante estratégia bioclimática que permite um adequado conforto térmico internamente, bem como garante a renovação de ar e salubridade do ambiente.

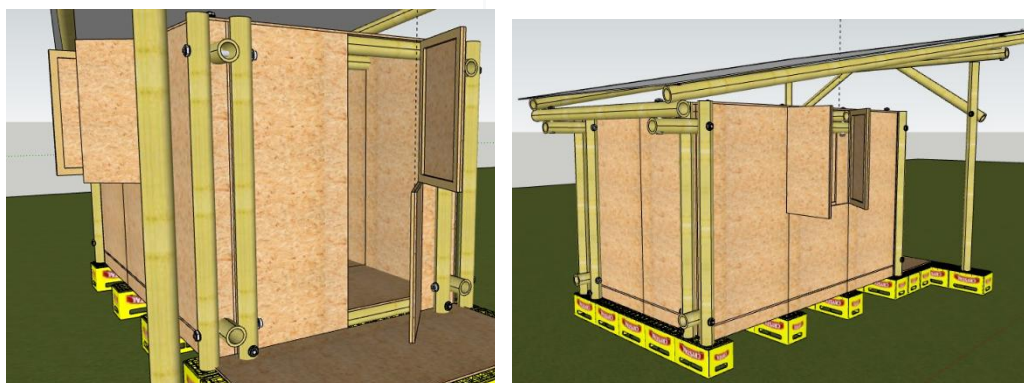


Figura 5 – Ventilação: janelas e portas. Fonte: Autores (2023).

A estrutura em bambu que une os seis módulos possui auto travamento, inspirado na estrutura ilustrada na Figura 6 à direita, não sendo necessárias, portanto, barras adicionais de contraventamento, sem movimentação e deslocamento horizontal e vertical, a estrutura por si só é estável e leve, em virtude de a cobertura ser executada com lona. A estrutura pode ser executada no chão e içada e amarrada aos módulos.

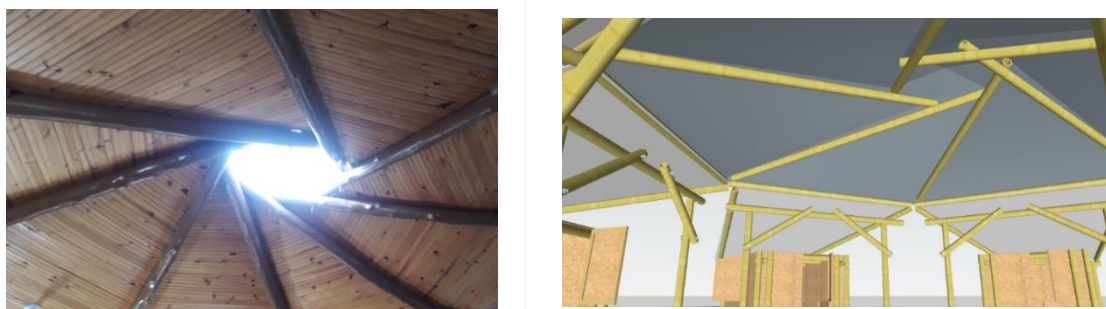


Figura 6 – Contraventamento cobertura. Fonte: Autores (2023).

A lona, impermeável e de fácil amarração na estrutura, pode ser proveniente de materiais publicitários, como banners e outdoors, que são facilmente encontrados. Devido a maleabilidade e adaptação à forma, elas podem revestir os colmos de bambu, ajudando na proteção contra intempéries, prolongando a vida útil das estruturas.

As lonas podem ser compostas de polietileno de baixa densidade (PE) e de policloreto de vinila (PVC), a escolha pela lona de polietileno reciclada tem papel importante na questão ambiental. O polietileno é o polímero mais empregado no mundo, não-tóxico, frequentemente reciclado e usado em artigos diários (FESPA BRASIL, 2017).

A lona vinílica leva cerca de 400 anos para se decompor e é raramente reaproveitada (Revista Press, 2019). A lona de PVC geralmente acaba em aterros sanitários devido às dificuldades da reciclagem. As lonas de PE têm um baixo custo de produção com o emprego de matéria-prima completamente reciclada, essencial para a conservação do meio ambiente. Por causa da diferença de peso e dos materiais utilizados em cada produto, a energia consumida na produção de um metro quadrado de lona PE é menos da metade do que o necessário para produzir a mesma quantidade de lona PVC (FESPA BRASIL, 2017).

4. Considerações finais

Este trabalho proporcionou conhecimento acerca da arquitetura emergencial, a partir do estudo de abrigos temporários e de materiais e técnicas construtivas sustentáveis. A sustentabilidade destaca-se na construção de abrigos visto que está diretamente ligada à resiliência, indispensável em situações emergenciais e de desastres.

A construção de abrigos temporários deve ocorrer de forma veloz, ser de baixo custo e de baixo impacto ambiental. Diante disso, o projeto de abrigo temporário proposto neste trabalho buscou soluções viáveis para atender as necessidades das pessoas em situações emergenciais.

A revisão bibliográfica se tornou uma ferramenta importante para a determinação das diretrizes e processo de concepção da unidade emergencial. A utilização de materiais de baixo custo e ambientalmente corretos, como o OSB, o bambu, os engradados e a lona de poliestireno, bem como a solução construtiva proposta, que segue os princípios da modularidade, da sustentabilidade e da eficácia construtiva, com utilização de sistemas leves e

de fácil processamento, montagem e desmontagem, surgem como soluções factíveis a esse tipo de situação.

Além disso, a proposta buscou soluções além de construtivas e técnicas, mas também de cunho social, como a proposição de um ambiente de convivência entre diferentes abrigados junto aos espaços privados, possibilitando compartilhamento e integração entre as pessoas em situações pós-desastres.

Destaca-se que este trabalho não é o fim, é somente uma das etapas de um longo processo de concepção de uma edificação, no qual são necessários estudos mais aprofundados, bem como a execução de um protótipo para a verificação da exequibilidade da construção do abrigo.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Síntese da Coordenação Modular**. Rio de Janeiro, 1975.

ALBADRA, D.; COLEY, D.; HART, J. RIBA President's Awards for Research 2017 Winner of the Annual Theme-Housing, **The Journal of Architecture**. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13602365.2018.1424227>. Acesso em: 8 abr. 2023.

ALSHAWAWREH, et al. Qualifying the Sustainability of Novel Designs and Existing Solutions for Post-Disaster and Post-Conflict Sheltering. **Sustainability** 2020, 12, 890. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/890>. Acesso em: 8 abr. 2023.

ASSUMPÇÃO, R. **Petrópolis: Um histórico de desastres sem solução? Do Plano Koeler ao Programa Cidades Resilientes**. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/40233/ve_Rafaela_dos_Santos_Facchetti_Vinhaes_ENSP_2015?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 8 abr. 2023.

BARAKAT, S. **Housing reconstruction after conflict and disaster**. London: Overseas Development Institute. 2003.

BARROS, R. de B.; SOUZA, F. A. M. de. Bambu: Alternativa Construtiva de Baixo Impacto Ambiental. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável - X **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 2004. São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

BATAIER; PETINI; MOURA. Coordenação Modular Para Abrigos Emergenciais: A Proposta De Um Sistema Construtivo Utilizando Bambu. IX ENSUS – **Encontro de Sustentabilidade em Projeto** – UFSC. Florianópolis. 2021.

CARBONARI, G. **Tratamento do Bambu com Tanino**. 2013. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020130207888, título: Tratamento do Bambu com Tanino. Instituição de registro: INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

CARBONARI, G.; et al. Bambu – O Aço Vegetal. **Mix Sustentável**. Edição 05. V3. N.1. 2017.

CLOUTIER, A. Oriented Strand Board (OSB): raw material, manufacturing process properties, and uses. In: **International Seminar On Solid Wood Products Of High Technology**. Belo Horizonte: 1998. p. 173-185.

DAVIS, I.; Alexander, D. **Recovery from disaster**. Routledge. 2015

FAJRIN, et al. Bamboo-based temporary house for post disaster relief: A conceptual design and prototype built after Lombok Earthquake 2018. 2nd International Conference on Disaster and Management IOP Conf. Series: **Earth and Environmental Science** **708**. 2021. 012076; doi:10.1088/1755-1315/708/1/012076

FÉLIX, D., et al. The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing reconstruction. **Journal of Housing and the Built Environment**, 2015. 30(4), 683-699.

FESPA BRASIL. **Lona de PE**. 2022. Disponível em: <https://www.fespabrasil.com.br/pt/noticias/nova-lona-pe-rafia-da-digigraf-e-100-reciclavel>. Acesso em: 8 abr. 2023.

FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. **Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção**. Campinas, SP. Editora Unicamp. 1 ed. 2003. v.1. 338p.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre. ANTAC, 2007. Coleção Habitare, 9. 72 p. ISBN 978-85-89478-23-6

HOMETEKA. **OSB: Tudo que você precisa saber sobre o material**. 2016. Disponível em: <https://www.hometeka.com.br/aprenda/osb-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-o-material/>. Acesso em: 8 abr. 2023.

IFRC. INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS. OCHA. **Shelter after disaster**. Second Edition. Genebra: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. 2015.

JOHNSON, C. Strategic planning for post disaster temporary housing. **Disasters**, 31(4): 435–458. Journal compilation © Overseas Development Institute, 2007. doi:10.1111/j.0361-3666.2007.01018.x

JUNIOR, E. E. de L. **Arquitetura emergencial: abrigo para desastres**. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2019. 52f.

KARAMI, N.; NAZARI, S.; KARAMI, A. A. Improving Community Resilience using Bamboo Emergency Sheltering in the Face of Disasters. **International Journal of Scientific Engineering and Technology** ISSN: 2277-1581. Volume N 4. Issue N 10. pp:494-497. 2015.

LENGEN, J. V. **Manual do Arquiteto Descalço**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

MARINHO, A. C. **Abrigo desmontável para emergências ambientais utilizando painel-sanduíche de Bambu**. Rio de Janeiro, 2013, 184p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

MANANDHAR, R.; KIM, J.; KIM, J. Environmental, social and economic sustainability of bamboo and bamboo-based construction materials in buildings. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**. 2019. 18:2, 49-59, DOI:10.1080/13467581.2019.1595629

MENDES, L. M. **Pinus spp na Produção de Painéis de Partículas Orientadas (OSB)**. Curitiba: Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, 2001.

MORAES, J.; UCHÔA, E. **Usos do bambu em construções**. 2a ed. Brasília: Bioestrutura Engenharia Ltda, 2011.

NOIA, P. R. da C.; YOSHIOKA, E. Y. Sistema construtivo em bambu para habitação de interesse social. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Tradução. Rio de Janeiro: ICH, 2017.

OLIVEIRA, A. M. DOS S. B.; GAFFURI, B. A.; MOURA, J. D. de M. Proposta de Sistema Modular em Bambu para Habitação Emergencial. **Mix Sust**. Florianópolis. v.8. n.1. p.102-116. 2022. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n1.102-116>

PAPANEK, V. **Design for the real world: human ecology and social change**. 2. ed. Chicago: Academy Chicago Publishers, 1984.

PÉREZ-VALCÁRCEL, et al. Modular Temporary Housing for Situations of Humanitarian Catastrophe. **Journal of Architectural Engineering**, 2021, 27(2), 05021004; [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000471](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000471)

PERRUCCI, D. V.; VAZQUEZ, B. A.; AKTAS, C. B. Sustainable Temporary Housing: Global Trends and Outlook. **Procedia Eng**. 2016, 145, 327–332.

POBLETE, H. **Tableros de Partículas**. Chile: Ed. El Kultrún, 2001.

QUARANTELLI, E. L. Patterns of sheltering and housing in US disasters. **Disaster Prevention and Management**, 4, 43-53. 1995.

REVISTA PRESS. **Aplicativo 99 transforma todas as suas lonas de publicidade em brindes e objetos para doações**. Advertising. Revista Press. 2019. Disponível em: <http://revistapress.com.br/advertising/aplicativo-99-transforma-todas-as-suas-lonas-de-publicidade-em-brindes-e-objetos-para-doacoes/>. Acesso em: 8 abr. 2023.

RODRIGUES, N. N. A., et al. Estudo De Projeto De Um Abrigo De Carater Temporário, Emergencial E Sustentável Em Wood Frame E Bambu. VIII ENSUS – **Encontro de Sustentabilidade em Projeto**. UNISUL. Palhoça. 2020

SANTANA, I. de R. A. **Aplicação do Bambu na Arquitetura de Brasília: Obtendo a Maior Eficiência para a Elaboração de um Projeto com Qualidade Construtiva e Ambiental**. Relatório final. Pós-Graduação e Pesquisa. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília/DF. 2016.

SATRIANO, N. Com 178 mortos, tragédia em Petrópolis é a maior já registrada na história do município. Portal G1, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/02/20/tragedia-em-petropolis-maior-registrada-na-historia-o-municipio.ghtml>

SOUZA, A. P. C. C. **Bambu na Habitação de Interesse Social no Brasil**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v. 11, n. 12, p. 217-245, dez. 2004.

SPHERE. Manual Esfera: **Carta Humanitaria Y Normas Mínimas Para La Respuesta Humana**. 2018.

TOLENTINO, L. **Desafios dos eventos climáticos**. 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/desafios-dos-eventos-climaticos>> Acesso em: 8 abr. 2023.

UNDRO. UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION. **Shelter after Disaster: Guidelines for Assistance**. Folder United Nations Disaster Relief Organization: New York, NY, USA, 1982.

YANO, B. B. R., MOURA, J. D. De M. Projeto de abrigo emergencial: etapas e desafios a partir de um método construtivo com materiais de refugio. USJT. **ARQ.URB**. número 31. 2021. DOI: 10.37916/arq.urb.vi31.507