

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESASTRES AMBIENTAIS

Abrigo temporário como alternativa sustentável para questões emergenciais

**Ana Maria Denardi Piccini¹,
Jorge Daniel de Melo Moura², Ricardo Morandin Figueiredo³,
Bruna Alessandra Gaffuri⁴ e Anderson Rodrigo Piccini⁵**

Introdução

O mundo tem sofrido com os desastres naturais ocorridos nas últimas décadas. Segundo o *Emergency Event Database EM-DAT*, em 2022 foram registrados 387 eventos desastrosos relacionados a desastres naturais em todo o mundo. No total, foram 30.704 mortes (número 3 vezes maior que no ano de 2021) que afetaram 185 milhões de pessoas e causaram aproximadamente 223,8 bilhões de dólares em perdas econômicas (Cred, 2023).

Vale registrar que o Centre for Research on the Epidemiology for Disasters define um desastre como “uma situação ou evento que sobrecarrega a capacidade local, necessitando de um pedido no nível nacional ou internacional para assistência externa; um evento imprevisto e muitas vezes súbito que causa grandes danos, destruição e sofrimento humano” (Cred, 2023, p. 7). Os desastres naturais, causados por fatores externos sem intervenção humana, geram fenômenos e desequilíbrios na natureza, impactando a sociedade e o espaço urbano, aumentando o número de desabrigados e colocando em perigo as pessoas e seus bens.

No Brasil, os grandes desastres (naturais ou ambientais) ocorridos nos últimos tempos deixaram marcas de destruição, mortes e milhares de pessoas desabrigadas que foram obrigadas a sobreviver em um ambiente onde a paisagem foi totalmente transformada após os acontecimentos. Entre os principais desastres pode-se elencar: Mariana (2015), Brumadinho (2019), Petrópolis (2022), Recife (2022 - maior desastre já registrado no estado de Pernambuco no século 21) e o estado do Rio Grande do Sul (2024 – considerada a maior catástrofe natural registrada ao longo da sua história).

Em todos os eventos de desastres ocorridos um mesmo cenário se repete: milhares de desabrigados, desamparados e sem saber para onde ir. Essas pessoas então, são abrigadas temporariamente de forma coletiva em ginásios de esportes, escolas, igrejas, associações entre outros, dependendo de dividir espaço em uma estrutura totalmente improvisada. Ali, os mesmos ficam em um contexto de superlotação, falta de privacidade e falta de conforto, não sendo possível suprir as necessidades básicas, e, muitas vezes, não sabendo ao certo, quanto tempo precisarão permanecer dessa forma (Santos *et al.*, 2022).

¹ Doutoranda no Programa Associado UEM / UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Professora do Instituto Federal do Paraná – IFPR/Paranavaí.

² Prof. Dr. do Programa Associado UEM / UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

³ Mestrando na Escola de Arquitetura da UFMG /MG.

⁴ Doutoranda no Programa Associado UEM / UEL de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

⁵ Prof. Dr. do Instituto Federal do Paraná – IFPR/Paranavaí.

A Agenda 2030, adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2015, enfatiza a busca por um desenvolvimento sustentável que exige políticas inclusivas, cooperação internacional, inovação tecnológica e participação ativa de todos os setores da sociedade, principalmente quando se trata de mudanças climáticas e desigualdade econômica e social. As mudanças climáticas representam uma ameaça global pois são responsáveis pelos eventos climáticos extremos que acabam aumentando a vulnerabilidade das populações mais pobres. Como resultado, a desigualdade econômica e social coloca a parcela da população mais vulnerável na linha de frente dos problemas provocados por esses desastres.

Perante tal problemática essa pesquisa tem por objetivo apresentar uma solução na forma de anteprojeto de um abrigo emergencial sustentável, de caráter provisório, feito sob os conceitos da coordenação modular e da sustentabilidade, para atender às populações desabrigadas em decorrência de desastres naturais e ambientais. Foi tomado como partido norteador os fatores que favorecessem o fácil transporte, a rápida montagem e desmontagem, a redução de desperdício decorrente das perdas de material, a fácil adaptação a diferentes locais (quando necessário) e a sustentabilidade na escolha dos materiais utilizados.

Para tanto, criou-se uma estrutura modular para empregar soluções construtivas e métodos de designs práticos no desenvolvimento do projeto, otimizando as etapas da construção de modo a facilitar a logística de seu processo. A ideia foi criar um modelo na forma de kit montável simplificado de interfaces acopláveis (Pasello, 2020). Tal modulação pensada para o projeto, permite que o abrigo venha com suas peças prontas e seja de fácil montagem, com funcionamento comparado na forma de lego, ou seja, peças de encaixes, podendo ser construído por especialistas ou pelos próprios moradores do espaço. O módulo consiste em um formato retangular, de modo a atender às necessidades básicas, com espaço para famílias de uma a seis pessoas, tendo possibilidade de expansão, caso necessário.

A metodologia usada para pesquisa teve início com a análise do referencial teórico estudando os desastres naturais, a demanda dos abrigos emergenciais e os materiais utilizados em sua concepção. Posteriormente foi feito um estudo de obras correlatas que, por meio delas, pode-se analisar diferentes formas e técnicas construtivas, tornando possível atingir o objetivo de se criar um anteprojeto de um Abrigo Temporário com soluções rápidas e sustentáveis. Por fim, foi apresentada a metodologia de projeto utilizada para o módulo, assim como o conceito, o partido e os parâmetros projetuais que foram adotados por meio dos conhecimentos adquiridos ao longo da pesquisa.

Desastres ambientais e módulos de abrigos emergenciais

Os desastres naturais são aqueles provocados por fatores externos, ou seja, sem a intervenção humana, gerando fenômenos ou desequilíbrios da natureza. Essas intercorrências acabam por gerar impactos tanto na sociedade, como no espaço urbano em si, uma vez que cresce o número de população desabrigada associada ao perigo iminente às próprias pessoas e aos seus bens (Castro, 2003).

Ao pensar no módulo de abrigo emergencial é necessário que fatores baseados nos princípios teóricos de eficiência da modularização sejam definidos ainda no estágio que antecede a obra em si. Segundo Pasello (2020) o impacto da modularidade no projeto, produção, transporte e montagem do ambiente construído deve resultar em economias significativas de recursos e tempo. Para o mesmo autor, os benefícios da modularidade concentram-se na flexibilização da concepção, manufatura e uso de um produto, entendendo que, sob a perspectiva da engenharia de produção, flexibilidade

corresponde à capacidade de mudar ou se adaptar com o mínimo esforço e de forma mais econômica possível.

Diante desse cenário destaca-se os fatores primordiais para concepção de abrigos temporários resolvendo questões voltadas a: transportabilidade (para que o módulo possa chegar de forma rápida e prática nas mais diversas cidades que não dispõem de tal infraestrutura); facilidade de montagem e desmontagem (visto que a população já está desabrigada e é preciso agilidade para que esses módulos de casas fiquem prontos o mais rápido possível); a resistência a intempéries (podendo ser adaptado conforme o clima e terreno a ser implantado); a sustentabilidade (uma vez que o módulo não pode sobrecarregar o sistema onde será instalado promovendo mais geração de entulhos e desperdícios); além da durabilidade (uma vez que o uso do módulo por uma mesma família poderá perdurar por um tempo além do previsto) (Anders, 2007).

Materiais e métodos

Diante desse cenário o estudo aqui proposto elegeu como premissa a concepção de projeto baseado em materiais sustentáveis. A busca por esses materiais tomou como princípio o uso de elementos que possam ser reutilizados ou sejam biodegradáveis com o menor desperdício possível, fazendo com que ao fim da utilização do módulo, suas partes possam ser desmontadas e reaproveitadas em outro local, não se tornando mais uma fonte geradora de entulhos.

Foram elencados os principais materiais que iriam compor o sistema, sendo eles: o bambu, a placa pré fabricada projetada para esse módulo chamado de painel misto ecológico, a telha ecológica e a chapa de OSB além dos outros componentes apresentados na sequência.

O Bambu

A viabilidade do bambu como matéria prima, se deve ao fato de ser um material natural, possui baixo custo e alta qualidade, tendo a possibilidade de ser renovável. Conforme Carbonari *et al.* (2017), o bambu, planta predominantemente tropical, destaca-se por crescer mais rapidamente do que qualquer outra planta, levando, em média, de três a seis meses para que um broto atinja sua altura máxima, que pode chegar a 30 metros nas espécies gigantes. Além disso, o bambu apresenta boa resistência a diferentes esforços e baixo peso específico, o que contribui para a redução dos custos de manuseio e transporte.

Segundo Sharma *et al.* (2014), embora o bambu possa ser usado de forma bem flexível, sendo comparado ao aço e ao concreto, ele é composto por seções e propriedades heterogêneas devido seu formato de cone, ou seja, sua ponta inferior não tem o mesmo diâmetro que sua ponta superior. Nesse sentido o primeiro fator a ser observado para a concepção das placas de fechamento do abrigo (aqui em estudo) foi a utilização de um reduzido comprimento de bambu compatível com a largura da chapa ecológica (que será melhor detalhada na sequência), evitando dessa forma grandes variações no seu diâmetro.

Para esse projeto foi utilizado o Bambu Gigante (*Dendrocalamus Giganteus*) cujos diâmetros podem chegar a 20 cm dependendo do local de utilização. Também optou-se em utilizar o bambu previamente seco e com tratamento visando o aumento de sua durabilidade e a proteção contra os ataques biológicos.

Vale lembrar que o bambu, embora possua grande resistência, acaba por ter sua durabilidade diminuída, devido, basicamente, ao ataque de insetos e fungos, fazendo necessário com que esse passe por um tratamento. No que tange ao tratamento realizado, optou-se pelo uso do Tanino, que é uma solução presente em casca de árvores ou frutos muito amargos, sendo o mecanismo de defesa das plantas contra fungos e insetos. A escolha desse tratamento se deu por ser um sistema de preservação natural que acaba por inibir a ação dos agentes agressivos, tornando-as, também, hidrorrepelentes. Essa ação resulta das propriedades ácida e adstringente presente no Tanino, além disso, não é agressivo à saúde humana nem ao meio ambiente (Aintec, s/d).

A chapa e a telha ecológica

As chapas ecológicas são aquelas compostas por alumínio, garrafa PET, polietileno e polinyon, destacam-se por serem resistentes a mofo e fungos, impermeáveis, com isolamento térmico, semiacústicas (não propagam sons), resistentes ao fogo (não propagam chamas) e a produtos químicos. Além disso, elas aceitam pregos, parafusos e rebites, permitindo também a aplicação de pintura acrílica. Para este trabalho optou-se pelo modelo de chapa ecológica encontrada no mercado da construção civil com espessura de oito milímetros com dimensões pré fabricadas de 2,20 x 1,10 m.

Já as telhas ecológicas têm como matéria-prima as caixas de leite longa-vida e são fabricadas por meio da combinação de pressão e calor, tendo o mesmo formato das telhas de fibrocimento. Elas têm como características principais serem resistentes à flexão, resistentes ao granizo, não propagam chamas e som além de ser um material leve. A telha escolhida para esse projeto foi o modelo comercial revestido por uma manta térmica em alumínio na parte superior, cujo objetivo é refletir o sol e manter a temperatura interna do ambiente. A espessura escolhida foi a de seis milímetros com dimensões pré fabricadas de 2,20 x 0,95 m.

A chapa de OSB e o pinus tratado

O painel *Oriented Strand Board* (OSB) é um painel estrutural feito a partir de tiras de madeira secas que passam por um processo de prensagem a quente após receberem a aplicação de adesivos e aditivos químicos. Para este abrigo a chapa de OSB terá como função ser a superfície total de piso, suportando a estrutura que será fixada sobre ela.

A madeira pinus tratada foi utilizada como uma opção de madeira de reflorestamento, leve, baixo custo e com durabilidade adequada. A vantagem da madeira tratada está na garantia de sua imunização contra ataques de fungos, cupins, carunchos e outros agentes biológicos, como também permite a diminuição dos danos causados pelo contato da madeira com a água e o solo.

Para esse projeto o pinus tratado será usado de quatro formas diferentes: na interligação da fundação com o piso de OSB, para a construção dos painéis de fechamento do abrigo na forma de pilar, para travamento dos bambus que servirão de componentes estruturais na forma de cubo e, por fim, a testeira que protege o entorno do telhado e a estrutura de bambu. Todas essas aplicações serão mais bem apresentadas na sequência.

Outros componentes do sistema

A implantação dos módulos, decorrentes de emergências causadas por desastres naturais, acabam por acontecer em locais não planejados, ou seja, são alocados em espaços muitas vezes sem infraestrutura adequada de energia, água ou esgoto. Desse modo, foram utilizados alguns componentes que favorecessem a melhor eficiência e diminuíssem a geração de resíduos ou sobrecarga da rede existente, como por exemplo, o uso do banheiro químico.

O banheiro químico foi utilizado como uma forma de facilitar a estrutura de esgoto sanitário. Esse banheiro é dotado de subprodutos que fazem a digestão e a filtragem dos dejetos que ficam depositados em uma caixa fechada com capacidade para modelos comerciais de até 220 litros de material sólido.

Aqui nesse caso, no espaço do banheiro convencional com bacia fixa, optou-se por utilizar o banheiro químico modelo comercial de dimensões 1,20x1,20x2,20m posicionado-o dentro da planta. Para o acesso a manutenção do mesmo, não se projetou parede de fechamento nos fundos da cabine. Dessa forma, foi utilizado o painel de acabamento feito por meio da esteira de bambu, cuja função foi agregar estética e funcionalidade.

Outra escolha feita para o projeto foi o uso de caixa de gordura disponível no mercado no modelo de pvc com cesto de limpeza com alça para auxiliar na retirada dos resíduos sólidos gerados pelo uso do módulo e também para ser reaproveitada em outro lugar, acompanhando o módulo. Dessa forma, evita-se a construção da caixa em alvenaria sendo essa mais uma fonte geradora de resíduos.

Outro detalhe importante a ser destacado é que cada módulo de abrigo emergencial foi projetado para receber um kit de energia solar fotovoltaica off grid e um kit acoplado de aquecedor solar de modo a se tornar autossustentável.

O Kit de energia solar fotovoltaica off grid consiste em sistemas autônomos ou isolados da rede elétrica pública e que contam com um conjunto de baterias para armazenamento da energia. Esse tipo de sistema se mostra eficiente ao se tratar de locais afastados ou que não possuem serviço público de distribuição. As baterias nesse caso funcionam como acumuladores de energia que permitem que a energia gerada durante a presença da radiação solar possa ser utilizada nos períodos sem essa radiação (Piccini, 2014).

Nesse caso o Kit conta com módulos solares fotovoltaicos, banco de baterias para armazenamento, inversor solar (autônomo) e controlador de carga. O dimensionamento de cargas desse sistema não é assunto a ser explorado no momento.

Já o Kit acoplado de aquecedor solar foi pensado no intuito de não sobrecarregar o sistema de energia solar off grid uma vez que, esses sistemas, têm um limite de capacidade para produção e armazenamento, não sendo indicado para uso com chuveiros elétricos entre outros. Assim, o kit acoplado de aquecedor solar garantiria a produção de água quente no chuveiro do abrigo. Esse kit conta com coletor solar e reservatório térmico e são indicados para uso em Habitações de Interesse Social.

Partido arquitetônico e programa de necessidades

O direito à moradia é um bem concedido a todos por meio da Constituição Federal Brasileira (Brasil, 1988), sendo apoiado pela Organização das Nações Unidas – ONU (1948), garantindo ao cidadão fundamentos tanto sociais como humanitários para o

desenvolvimento do meio urbano.

Para Gonçalves (2015) os abrigos emergenciais proporcionam uma sensação de bem-estar e segurança, pois mantém o senso de indivíduo e comunidade no mesmo espaço. Além disso, a construção de abrigos mostra-se como uma verdadeira forma de refúgio para os atingidos que, mesmo de forma temporária, tem como finalidade preservar a integridade dos usuários tanto pelos aspectos fisiológicos quanto psicológicos.

Por meio de premissas determinantes para o desenvolvimento do projeto, pôde-se definir o partido projetual deste estudo. A potencialização de um ambiente de 41 m² que visa dar ao indivíduo uma sensação de lar em um momento de vulnerabilidade, foi feita por meio da distribuição do ambiente de modo a colocar o mínimo possível de divisórias internas, deixando o espaço mais aberto e fluido.

O programa de necessidades foi feito visando o bom atendimento das necessidades básicas daqueles que foram vítimas de desastres naturais, de modo a garantir conforto e qualidade de vida. Para tanto, foram desenvolvidos módulos familiares, os quais abrigam 6 pessoas, com possibilidade de expansão. Pensando nas necessidades a serem atendidas, optou-se por manter as unidades habitacionais familiar individual, como forma de garantir a privacidade e conforto dos seus habitantes, fazendo com que, na medida do possível, essas famílias voltem a sua rotina.

Cada módulo possui uma varanda no acesso principal, uma espaço aberto com área para sala/quarto com beliches, infraestrutura para cozinha, banheiro com área para banho, e um banheiro químico. O espaço da varanda, caso seja necessário, tem possibilidade de receber fechamento e abrigar mais pessoas de forma confortável.

Para melhor distribuição do espaço interno, optou-se por utilizar um formato retangular. Esse formato permitiu a melhor adaptação dos outros materiais, como pisos e paredes, evitando recortes e resultando em menor desperdício.

O estudo que originou o anteprojeto seguiu o princípio da união entre volumetria, setorização e aproveitamento de materiais com o menor desperdício possível. Por isso, o projeto foi feito em etapas de montagem, podendo ser facilmente explicado por manuais e simulação em vídeo do processo.

Etapa 1: a fundação e o piso

No que tange à implantação do módulo, tomou-se como inspiração o projeto de Shigeru Ban (Ban, 2014) optando-se pela utilização de engradados de cerveja em sua fundação. Nesse caso, a fundação consiste no enfileiramento ordenado conforme projeto desses engradados atulhados com sacos de areia para fixação da base no terreno. O modelo de engradado de cerveja utilizado foi o de 24 garrafas de 600ml com dimensões de 51,25x35x31,9 cm cada. No total foram utilizadas 102 caixas ocupando um espaço limite de implantação de 49 m² (5,31 x 9,23 m) conforme mostra a Figura 1a.

Essa base para a construção desempenhou o papel no estilo radier e garantiu que o módulo não entrasse em contato direto com o solo, evitando problemas oriundos de umidade. Outro ponto crucial para a escolha deste material foi a facilidade de encontrá-lo, pois o mesmo pode ser doado pelo próprio município onde o abrigo será montado.

O alinhamento dessas caixas foi pensado de modo a acompanhar e suportar o posicionamento das chapas de OSB que formariam a área de piso do abrigo. Em cima

desses engradados foram fixados dois quadros de tábuas de madeira parafusadas diretamente sobre locais pré estabelecidos do engradados. O primeiro quadro interno teria a função de fixar o piso de OSB, já o segundo quadro externo teria a função de apoiar os pilares de bambu que ficariam por fora das paredes de fechamento conforme mostra a Figura 1b.

No total foram utilizadas no quadro interno 19 tábuas de pinus tratado espessura 2,1 cm dimensão 0,145 X 3 m e no quadro externo 10 tábuas de pinus tratado nas mesmas dimensões que a anterior. As madeiras foram dispostas de forma a ter o menor desperdício possível.

Para o piso foram utilizadas chapas de OSB de dezoito milímetros com dimensões de 2,44 x 1,22 m. Nesse caso foram usadas quatorze chapas inteiras (sem nenhum recorte) dispostas em duas colunas que resultaram na área total da obra. Os engradados de cervejas foram dispostos na fundação de forma a apoiar as extremidades e o meio de todas as chapas utilizadas.

Todas as chapas foram parafusadas no quadro interno feito de madeira sendo que a fixação deste piso foi pré-estabelecida, de modo que sua montagem seja intuitiva, não exigindo mão de obra especializada conforme mostra Figura 1c.

Etapa 2: a estrutura e o fechamento das paredes

A partir do posicionamento das chapas do piso, determinou-se os locais das paredes e divisórias, pois estas também foram projetadas de modo a acompanhar os alinhamentos do piso OSB. Deste modo o ambiente foi separado da seguinte forma: uma varanda que consiste no hall principal, sendo a entrada da casa e também o espaço disponível caso haja necessidade de expansão totalizando 11,95 m² de área útil. A área de sala/quarto com os beliches e estrutura de cozinha totalizando 22,30m² de área útil. E por fim a área de banheiro totalizado 5,10 m² de área útil. O espaço foi pensado com o mínimo de divisórias possíveis, com o intuito de disponibilizar a maior área útil possível ao morador, como mostra a Figura 2.

Para a estrutura de pilares foi escolhido o Bambu como elemento principal. Essas peças de bambu foram distribuídas de forma a equilibrar as placas de fechamento das paredes e suportar o peso da cobertura. Elas foram dispostas sempre em pares (uma em cada lado da placa de fechamento) e conectadas na parte inferior com o auxílio de duas peças desenhadas exclusivamente para essa finalidade (a peça metálica em L e o cubo de pinus). O detalhe desse conjunto foi denominado de Conjunto de fixação (Cf) e é mais bem exemplificado na Figura3 sendo: A – chapa ecológica; B – Coluna de pinus; C – Pilar de Bambu; D – Peça metálica em L; E – cubo de pinus.

Para o fechamento de paredes foi concebido o painel misto ecológico composto por bambu, chapa ecológica e madeira pinus tratada conforme detalhado a seguir.

Etapa 3: o painel misto ecológico - uma inovação para o projeto

Conforme descrito anteriormente, a ideia principal para o abrigo é um tipo de kit montável simplificado de interfaces acopláveis conforme Pasello (2020). Para isso, tornou-se importante que as partes se encaixassem na forma de lego agilizando a montagem e desmontagem do conjunto. Assim, para esse abrigo foi concebido um painel de fechamento padrão encaixado no sistema macho-fêmea para formar o fechamento principal do módulo.

Esse painel foi projetado de forma a utilizar materiais sustentáveis, duráveis e facilmente encontrados no mercado da construção civil. Além disso, o painel deveria ser dimensionado de forma a evitar recortes e descartes, ser de fácil manuseio e transporte. Outra função importante para o painel é a proteção do interior do módulo, proporcionando um ambiente agradável tanto no que diz respeito ao desempenho térmico quanto acústico. Assim, projetou-se o painel no formato sanduíche sendo estruturado conforme mostra a Figura 4.

Cabe ressaltar que o arranjo escolhido para a formação do painel teve como premissa minimizar o desperdício de materiais e proporcionar uma camada interna de ar entre as chapas. Esse painel foi denominado de Painel padrão fechado (Ppf) e se repete diversas vezes no fechamento da obra.

Como resultado se obteve um painel com 2,75 m de altura, 1,10 m de largura e aproximadamente 0,10 m de espessura (0,096 m). Esta dimensão de painel ficou compatível com o projeto como um todo, se encaixando de forma adequada.

No total, o fechamento do abrigo utilizou 11 painéis padrão fechado (Ppf), 5 painéis canto para se encaixar no local indicado e pré-fabricado, dependendo somente de encaixe local e 3 painéis acabamento projetados de forma similar aos painéis canto. A Figura 5 indica todas as peças e sua localização na planta.

No vão criado entre a cinta de amarração de paredes e o telhado foram utilizadas esteiras de bambu cuja a função foi a de ventilar e iluminar o ambiente. Portas também foram concebidas em estrutura com esteira de bambu seguindo o padrão já estabelecido em planta. Para fechamento e ventilação do banheiro foi projetado um painel de bambu externo que tem a função de ventilar e iluminar o ambiente, além de agregar o banheiro químico no corpo do abrigo.

Etapa 4: a cobertura

A cobertura foi projetada com leve inclinação no sentido longitudinal da planta, finalizando-se no lado mais baixo junto ao painel treliçado de bambu, dando uma continuidade estética ao conjunto. Na varanda foi projetado um painel treliçado de bambu inclinado para dentro, o que promove a proteção dos materiais das intempéries, conforme mostra a Figura 6.

A estrutura oferece beiral em todo o entorno para proteção dos materiais contra as águas da chuva. Todas as vigas de sustentação do telhado foram idealizadas com peças de bambu. Nota-se que houve cuidado ao fazer uma testeira em tábua de madeira pinus em toda a perímetro da cobertura cujo objetivo foi fechar as extremidades do bambu colaborando dessa forma para a sua proteção.

A estrutura do telhado que não faz parte das extremidades do entorno foi fixada por meio de amarração feita entre as peças, associado a um pino perpendicular às mesmas. As telhas ecológicas foram posicionadas acima dessa estrutura que recebeu a inclinação de 15%, sendo fixados na própria viga por meio de parafusos.

O kit de energia solar fotovoltaica *off grid* e um kit acoplado de aquecedor solar foram instalados na parte mais alta da cobertura. Além disso recomenda-se que a instalação desses kits sigam a orientação para o norte aproveitando a melhor insolação possível. O kit acoplado de aquecedor solar foi implantado acima do banheiro de modo a diminuir os custos de instalação.

Figura 1 - (a) alinhamento dos engradados de cerveja (b) colocação dos quadros de madeira interno e externo (c) distribuição das chapas de OSB para o piso. Fonte: autores, 2023. Figura 2 - Layout do Abrigo. Fonte: autores, 2023. Figura 3 - Conjunto de Fixação. Fonte: autores, 2023

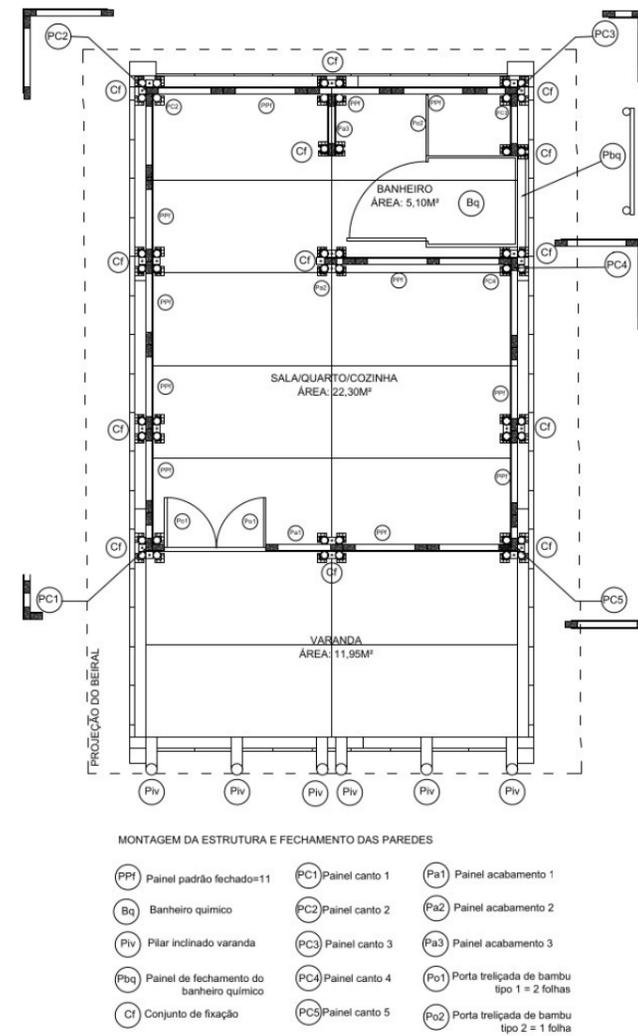
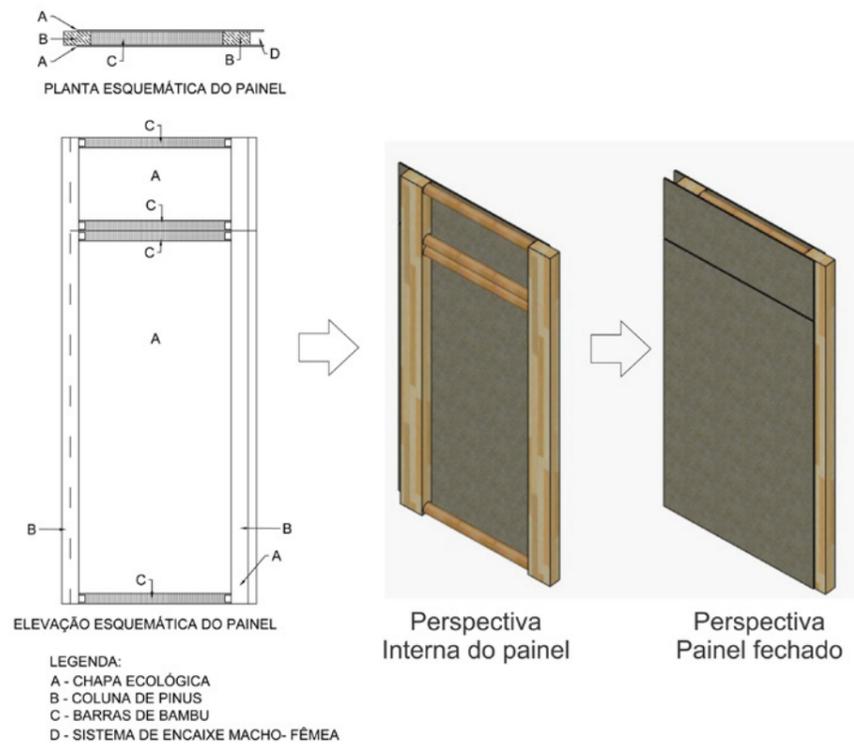
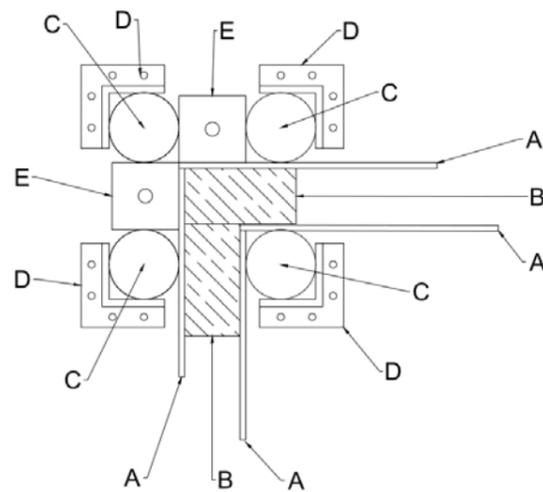
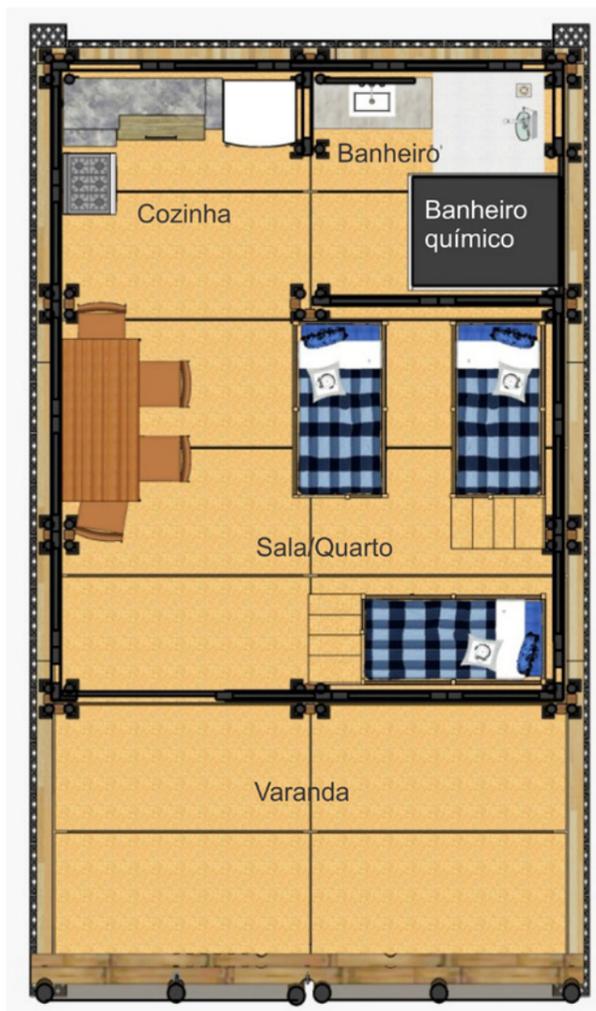
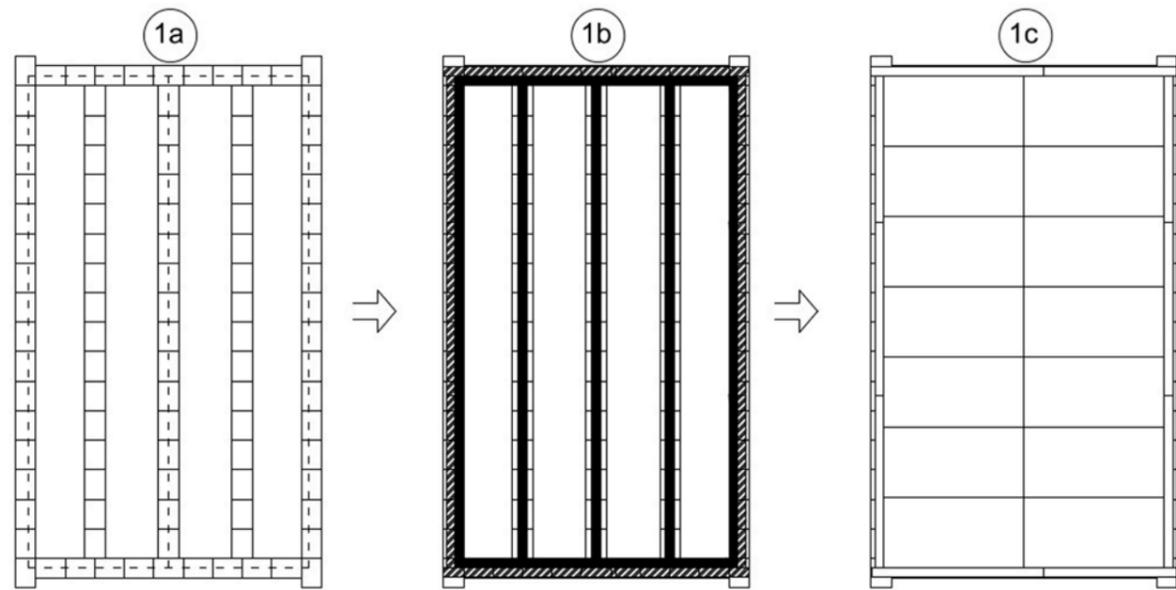
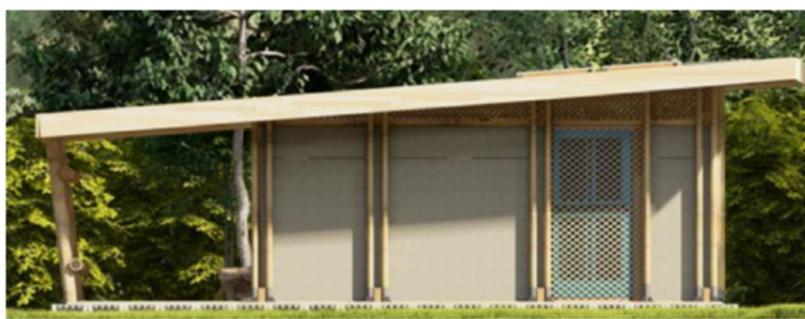
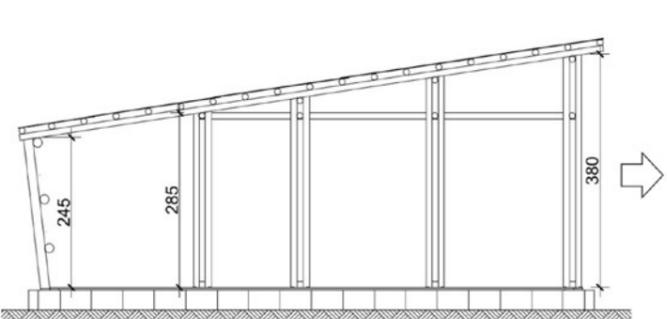


Figura 4 - Painel Misto ecológico. Fonte: autores, 2023. Figura 5 - Esquema total da montagem do abrigo. Fonte: autores, 2023.



Resultados

Ressalta-se que essa proposta trata-se de um ensaio preliminar cuja exequibilidade deverá ser verificada na execução de um protótipo no qual todas as partes projetadas serão estudadas. A partir daí possíveis adaptações nas questões ligadas à habitabilidade e adequação aos hábitos dos usuários serão imprescindíveis para a retroalimentação e reprojeto definitivo do módulo proposto, alcançando assim um ambiente esteticamente agradável, adequadamente funcional e ambientalmente sustentável.

O rol de materiais utilizados teve uma gama simplificada possibilitando a escolha por aqueles de fácil acesso, boa resistência e durabilidade e custo reduzido.

A facilidade de transporte, montagem e desmontagem também foram fatores primordiais para a concepção do projeto. Nesse sentido o arranjo de montagem foi pensado na forma de kit montável e de fácil entendimento sem o uso necessário de mão de obra especializada, uma vez que, grande parte dos componentes utilizados são pré-fabricados e montados conforme exposto na simulação isométrica da Figura 7.

No entanto, observa-se que a capacitação das equipes de montagem é sempre uma melhor opção para evitar possíveis contratempos no canteiro de obras.

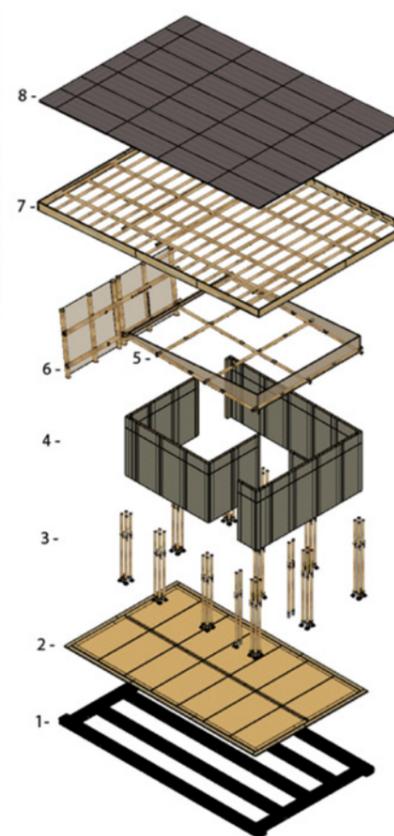
Dessa composição se obteve a volumetria apresentada nas Figura 8a e Fig. 8b de modo a atender os princípios elencados no desenvolvimento do projeto.

O módulo individual aqui apresentado quando associado a outros módulos similares possibilita a formação de pequenas vilas. Esse arranjo objetiva a atendimento de aspectos psicológicos daqueles que sofrem com a adaptação e os traumas decorrentes do desastre conforme mostram as Figura 9 e Figura 10.

Conclusões

O trabalho aqui proposto partiu de soluções construtivas e estruturais fruto de uma reflexão teórica. Para entender o seu funcionamento de modo geral considerando os aspectos de: construtibilidade, durabilidade, estabilidade e aceitação por parte do usuário torna-se necessário sair da esfera teórica e partir para a parte da modelagem e testes práticos.

Como continuidade para trabalhos futuros sugere-se que seja feito o detalhamento mais específicos das formas de fixação, amarração e detalhes de acabamentos. Também torna-se necessário os ensaios físicos mecânicos para entender o comportamento do conjunto.



Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Estadual de Londrina e do Instituto Federal do Paraná.

Referências

AINTEC - Agência de Inovação Tecnológica da UEL. *Tratamento Natural do Bambu com Tanino*. Escritório de Transparência e Tecnologia. s/d.

ANDERS, Gustavo Caminati. *Abrigos Temporários de Caráter Emergencial*. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura) – Faculdade de Arquitetura Urbanismo. São Paulo. 2007.

BAN, Shigeru *et al.* Shigeru Ban: Humanitarian Architecture. [S. l.]: *Aspen Art Museum*, 2014. p. 311.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CARBONARI, Gilberto *et al.* Bambu – o aço vegetal. *MIX Sustentável*, 3(1), 17–25, 2017. Acessado em: 6 jun. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2017.v3.n1.17-25>

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. Manual de desastres: desastres naturais. Brasília, MIN, 2003, p. 86 e 174.

CRED - Centre for Research on the Epidemiology for Disasters. *Disasters in numbers (Desastres em números de 2022)*. Bruxelas: CRED; 2023. Acessado em 23 mar 2023. Disponível em: https://cred.be/sites/default/files/2022_EMDAT_report.pdf

GONÇALVES, Bruno Manuel de Brito Pereira. *Arquitetura de Emergência: o papel da arquitetura na resolução dos problemas pós-catástrofe*. Dissertação – Escola Superior Gallaecia, Vila Nova de Cerveira, Portugal, 2015.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Assembleia Geral das Nações Unidas. 1948.

PASELLO, Bruno. *A modularidade na indústria da construção brasileira: o desenvolvimento de um sistema modular para o Pantanal*. Londrina, 2020. 149 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Programa de pós graduação em arquitetura e urbanismo, 2020.

PICCINI, Anderson Rodrigo. *Análise da viabilidade da conexão de geração solar fotovoltaica na rede de distribuição de Palmas-To via MATLAB/PSAT*. 2014. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. DOI:<https://doi.org/10.14393/ufu.di.2014.70>

SANTOS, Jayne Tereza Brito *et al.* Abrigo Emergencial Temporário em Situações de Desastres Naturais: um Estudo de Caso para o Município de Santo Amaro, MA-Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 8 (3), 16246–16262, 2022. Acessado em 25 de mai 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-049>

SHARMA, Bhavna *et al.* Engineered bamboo: State of the art. *Proceedings of the ICE - Construction Materials*. 168. 57-67. Acessado em 25 de mai 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1680/coma.14.00020>