

O processo de projeto de abrigo emergencial com materiais de refugo: Etapas e desafios a partir do desenvolvimento de uma proposta projetual

The Project process of emergency shelter with waste materials: Steps and challenges from the development of a project proposal

Prof. Dr. Jorge Daniel de Melo Moura, Phd. Arquiteto e Urbanista, UEL.
jordan@uel.br

Bruna Bessa Rocha Yano, Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia, UNESP.
bessa.rocha@yahoo.com.br

Renan Vilani de Camargo, Eng. Civil, Especialista em Projeto Arquitetônico, UEL.
renancamargov@gmail.com

Ricardo Cesar Rodrigues, Arquiteto e Urbanista, UNIFIL.
rcrodrigues.arq@gmail.com

Ricardo da Silva Dias, Arquiteto e Urbanista, Mestrando em Arquitetura, UEL.
ricardodiasconta@gmail.com

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, adotando-se princípios de modulação. O projeto foi elaborado partir do método tentativa e erro associado ao ciclo de síntese-análise-avaliação. Preliminarmente as etapas abrangeram o delineamento do problema, estudo de correlatos e definição dos materiais. Sequencialmente rodadas de ideias, ilustração através de croquis, análises e 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 novo ciclo de análise e avaliação e a síntese de novas soluções. Os desafios referiram-se a adaptabilidade a diferentes usuários, relevo, aspectos bioclimáticos, a possibilidade de autoconstrução, simplicidade do sistema, reduzido números de peças e variações dimensionais e facilidade no transporte. Estes desafios permearam o processo e formataram o produto final.

Palavras-chave: Processo de projeto; Abrigo emergencial; Materiais de refugo

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.

Keywords: Project process; Emergency Shelter; Waste materials

1. Introdução

Em 1982 a *United Nations Disaster Relief Coordinator* (UNDRO) analisou a prática e 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 Commission for Refugees* (UNHCR). Para estes, é necessário uma estratégia abrangente de abrigo com padrões apropriadamente desenvolvidos, métodos de produção, especificações para os 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 tais eventos. Paralelamente, nos últimos anos, designers e a indústria de transformação esforçam-se para tentar minimizar a série de problemas causados por desastres estão em desenvolvimento (KRONENBURG, 2014). Pode-se concluir que estudos que possam contribuir para melhorias do processo e do produto nesta área são promissores.

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

Andrade et al. (2011) explicaram que o processo de projeto é mal estruturado porque a maioria dos problemas é mal definida; dessa forma, não se torna possível descrever passos precisos que levem a uma solução bem-sucedida do problema de projeto. Isto induz a criação de soluções para então verificar se estas resolvem satisfatoriamente ou não as condições colocadas pelo problema.

O abrigo emergencial insere-se neste contexto de indefinições sobre os problemas de projeto. No sentido de oferecer abrigo às vítimas em diversas regiões de um país os projetos destas unidades, na maioria dos casos, precisam lidar com inúmeras variáveis entre elas as mais evidentes com relação aos usuários, topografia e clima entre outras desconhecidas que podem surgir ao longo do processo. Portanto, para atingir o objetivo deste trabalho que é registrar as etapas e os desafios do processo de projeto de abrigo, a proposta é desenvolver uma proposta projetual de abrigo emergencial. As diretrizes iniciais foram a utilização dos princípios da modulação, da sustentabilidade através da utilização de materiais de refugo e o conceito de adaptabilidade.

Em Discurso do Método, Descartes propôs um método dentre os quatro outros que ele propõe, que tudo o que é complexo deve ser dividido em partes simples, pois a razão ao focar um problema delimitado, tem mais condições de resolver, do que se encarar algo composto de várias maneiras. Assim, pretende-se registrar o processo em etapas e identificar os principais desafios encontrados para obter uma perspectiva do processo geral utilizado neste caso, fruto das diferentes experiências profissionais dos projetistas/autores.

Dessa forma o exercício de projeto proposto buscou identificar a problemática de projeto em sua forma mais ampla e sedimentar as diretrizes para gerar soluções na tentativa de atender as exigências. A principal questão foi: em uma situação de desastre, como poderia ser feito um sistema construtivo modular pré-fabricado com materiais de baixo valor agregado ou de refugo adaptável a diferentes contextos?

A modulação e os materiais de refugo formaram o eixo central do projeto tangenciado pela adaptabilidade. A definição por este 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. Foram estabelecidos quesitos como eficiência e durabilidade para tal definição, resultando na composição final de lona plástica usada de *outdoor*, bambu e painéis compósitos de serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar e adesivo poliuretano (PU) à base de mamona. A modulação apresentou-se como solução ao problema central que se referia à simplicidade do sistema.

Contudo, a limitação do estudo realizado não se trata apenas da descrição de etapas a serem executadas na obtenção de soluções para abrigos emergenciais, mas também o desenvolvimento uma proposta projetual que facilitasse o contato com todas as etapas e os desafios do projeto arquitetônico para abrigos emergenciais.

2. Fundamentação teórica

2.1 Metodologia de projeto

Para Stroeter (1986) o método significa a forma de proceder ao longo de um caminho para alcançar um objetivo preestabelecido, que ele define como o desenho - o método mais tradicional frequente utilizado até os dias de hoje. Esse método no qual o autor intitula, pode ser modificado várias vezes ao longo do processo até os resultados mais satisfatórios.

Com o avanço da tecnologia, e a complexidade dos projetos, não há mais um controle sobre as etapas e as decisões somente com o método tradicional, se fazendo necessário a formulação de novos, com capacidade de controle sobre cada uma das operações parciais, assegurando um controle sobre o processo como um todo (STROETER, 1986).

Ao longo década de 1950, engenheiros e arquitetos buscaram por novas formas de melhorar a qualidade dos produtos através da melhoria dos processos (MOREIRA; KOWALTOWISKI, 2009). A primeira conferência sobre métodos de projeto aconteceu em 1962, em Londres, e tinha como foco identificar métodos sistemáticos para resolver problemas (SLANN, 1963).

De acordo com Moreira e Kowaltowski (2009), entre 1960 até os dias atuais foram e são realizados estudos com este objetivo e muitos deles apoiam-se em outras disciplinas. Destaca-se cronologicamente a inclusão das possibilidades oferecidas pelo computador, a consideração da psicologia ambiental e sociologia habitacional, a admissão do caráter cíclico do projeto e o inclusão do usuário no processo, a inclusão dos sistemas de processamento de informações, softwares como CAD e os algoritmos matemáticos.

Lawson (2011) apresentou diversos trabalhos sobre “métodos de projetar” e explicou que se tratam de técnicas adaptáveis para nortear os pensamentos. Os autores apresentaram algumas táticas para projetar, sendo pertinente destacar a técnica de geração de alternativas cujos defensores são Michael Wilford e Eva Jiricna. Ainda segundo Lawson (2011), esta tática precisa de uma base sobre a qual gerá-las a qual para Eva são os materiais. O processo consiste em gerar, escolher, associar e eliminar ideias a fim de encontrar a alternativa mais satisfatória.

O método de tentativa e erro visa encontrar ou desenvolver soluções viáveis e verificar se atendem as metas estabelecidas e restrições impostas. Este processo se repete até que se encontre a melhor solução ou até que se observe a necessidade de mudar as metas e restrições, reiniciando todo o processo (ANDRADE et al., 2011).

Considerando a proposta deste trabalho que é o desenvolvimento de um abrigo emergencial a partir de materiais de refugo, a tática da geração de alternativas ou tentativas e erro pode apresentar-se como método pertinente para a elaboração da proposta e observação do registro do processo projetual.

2.2 Problemas em projetos

Os problemas de projeto, em muitos casos, não são claros e bem definidos, e precisam ser desvendados (LAWSON, 2011). Rowe (1987) denominou estes problemas de *Wicked problems* ou problemas perversos. Sua principal característica é que não podem ser totalmente definidos e que questionamentos e reflexões constantes levam à sua reformulação inevitavelmente, tornando o processo não linear e composto por etapas e com tempos de duração distintos. A partir destas definições é possível, com certa clareza, categorizar os problemas de projeto de um abrigo emergencial como problemas perversos. As indefinições com relação ao clima, terreno, aspectos culturais e formas de acesso e abastecimento a diferentes locais e contextos em que estes abrigos poderão ser implantados levam a reformulações constantes dos problemas. Lawson (2011) explicou que um projeto é considerado bom se oferecer uma resposta integrada a um maior número de questões.

Para Andrade (2011) assim como para Peña e Parshall (2012) a compreensão da problemática de projeto arquitetônico passa por duas etapas. Primeiramente a análise que 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 localidades. Kronenburg (2014) ressaltou que os objetivos dos abrigos temporários devem maximizar a saúde e segurança, além disso, os materiais e métodos construtivos devem ser familiares aos usuários para que possa-se ter acesso à mão de obra local.

O segundo passo para a compreensão completa da problemática tanto para Andrade (2011), quanto para Peña e Parshall (2012), é 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, também vista como a fase criativa dos estágios de decisão, podendo se beneficiar de técnicas como *brainstorming*, uso de precedentes, metáforas, esboços reflexivos etc. Além destes também pode se buscar métodos que explorem o processo criativo (caixa preta) ou a racionalidade (métodos sistemáticos).

2.3 Processo cognitivo de projeto

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

A ciência cognitiva provinda da década de 1950 por Gardner, se propõe a explicar o funcionamento e as faculdades mentais. Para Souza (2001), a cognição é entendida como um processo disparado por uma situação compreendida pelos mecanismos perceptivos do cérebro. O autor completou que a situação quando não é entendida, o indivíduo deve recorrer aos seus métodos de raciocínio buscando encontrar a solução de problemas.

Fabricio e Melhado (2011) explicaram que nos projetos as principais habilidades intelectuais praticadas relacionam-se com a capacidade de análise e síntese, criatividade, raciocínio lógico, conhecimento, comunicação e interação.

Isto acontece com o projeto do abrigo emergencial do qual participam indivíduos com formações e domínios distintos, no âmbito intelectual, social e cultural que interferem no processo de forma a ampliar os conhecimentos e a discussão de ideias.

2.4 Programa arquitetônico

O projeto deve ser conduzido para satisfazer necessidades, onde o edifício possa atender às exigências de seu uso, sendo útil e cumprir com a função social. Para Moreira e Kowaltowski (2011), o objetivo do programa arquitetônico é descrever o contexto do projeto e assim estabelecer o problema ao qual a forma deverá responder. O programa trata do levantamento e da organização de uma variedade de informações que são fundamentais para o processo (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – (NBR 13531), 1995 define o programa como: “etapa destinada à determinação das exigências de caráter ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida”

Durante o processo de projeto para o abrigo emergencial, foi possível compreender as necessidades dos usuários a partir do contexto preestabelecido e diretrizes para a formatação do programa, como o caráter temporário da edificação, o aproveitamento racional do espaço interno com o objetivo de abrigar o maior número de pessoas proporcionado através do desenho de layout adaptado, sem prejudicar a circulação.

Para alguns autores como Mahfuz (2003) e Moreira e Kowaltowski (2011), o programa não se restringe a uma lista de ambientes com dimensões mínimas e deve ser visto como uma relação de ações humanas. É neste caminho que o projeto do abrigo pretende seguir ao 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.

2.5. Modelos e Maquetes

De acordo com Florio (2013), todo projeto de arquitetura possui inúmeras variáveis, sendo assim, o projetista deve utilizar as ferramentas disponíveis para a resolução de problemas do projeto elaborado, garantindo sua qualidade e, conseqüentemente, do ambiente construído. Em se tratando de abrigos, devido à variabilidade submetida a uma situação emergencial, o desenvolvimento projetual é delimitado por fatores não totalmente definidos, manifestando a presença de *wicked problems* (ROWE, 1987) e exigindo do projetista utilização de recursos de projeto que garantam a resolução destes.

Embora a evolução das ferramentas digitais tenha facilitado a modelagem eletrônica de edificações, esta facilidade pode e deve ser associada a croquis e maquetes físicas, cuja manipulação soluciona limitações das maquetes eletrônicas e favorece o diálogo entre tecnologias e linguagens (PINA, 2011).

Grandes escritórios de arquitetura demonstram que o uso de modelos e maquetes físicas é fundamental para a plena compreensão do espaço (FLORIO, 2011), pois auxiliam na análise da volumetria, impacto no entorno, orientação de volumes, aberturas e outros elementos da arquitetura. Segundo Pina (2011), no processo de projeto, a maquete física, assim como o croquis, introduz uma abordagem que auxilia no entendimento da questão arquitetônica e não apenas na solução do problema, levando a respostas mais criativas e pertinentes, passíveis de construção e vivência.

3. Materiais e Métodos

3.1 Materiais

Como parte do sistema construtivo, a definição e utilização do material é uma condição imposta e necessária. Para a definição dos materiais utilizados neste trabalho foi considerado o princípio de sustentabilidade. Por isso materiais de refugo foram definidos com aplicabilidade predominante no projeto, além de peças metálicas de conexão industrializadas. A partir das inúmeras opções disponíveis destes materiais foram escolhidos três que serão apresentados a seguir.

Dentro deste panorama, um dos materiais utilizados para a concepção do sistema construtivo foram os painéis produzidos por Rocha (2014) a partir de compósitos de serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar colados por uma PU derivada de óleo de mamona.

De acordo com Caraschi et. al (2009), a produção de painéis alternativos, com aproveitamento de resíduos de diferentes origens pode contribuir para o atendimento da demanda de painéis e estimular a produção de novos materiais e de painéis para uso arquitetônico, adicionado ao fato de que o uso de resíduos lignocelulósicos e plásticos contribui para amenizar os impactos ambientais, advindos de seu descarte no meio ambiente.

Os painéis aglomerados apresentaram resultados satisfatórios de acordo com os ensaios físicos e mecânicos realizados em laboratório. Para Rocha (2014), o teor de umidade e o inchamento dos painéis estão de acordo com as exigências da norma e a densidade foi determinada com valores superiores à referência normativa mínima, apresentando desempenho superior ao dos produtos comerciais análogos.

As propriedades mecânicas dos painéis foram bastante satisfatórias, em relação às propriedades de Módulo de Ruptura à Flexão, Módulo de elasticidade e Tração Perpendicular mostrando-se superiores aos valores mínimos preconizados pela norma (ROCHA, 2014). Contudo, o painel fará o papel da vedação, piso e forro de cobertura, sendo estruturado por montantes (peças maciças de madeira).

O segundo material escolhido dentre os materiais de construção disponíveis em grande escala, o bambu apresenta baixo custo, é um material renovável e capaz de resolver o problema da falta de moradias (FREIRE; BERALDO 2003). O autor ressaltou que comparado aos outros materiais de construção, o bambu apresenta resistência mecânica e específica (razão entre a resistência mecânica e a massa específica) elevadas. A partir deste panorama, o bambu se encaixou corretamente como um material que atribuisse resistência a todo o componente construtivo suportando a subcobertura de lona plástica reciclada.

Este material facilmente encontrado no mercado oferece simplicidade na montagem, permite o reúso, proporciona vedação impedindo o contato da água de chuva diretamente no forro de cobertura. A utilização deste material também contribuiu para o sombreamento nas paredes provocando um efeito de beiral favorecendo o conforto ambiental.

O terceiro material foi a lona plástica descartada após o uso em *outdoors*. Este material foi selecionado para compor a cobertura devido às suas dimensões que possibilita a não necessidade de emendas, além de sua grande flexibilidade.



Figura 1. Corpo de prova produzido a partir dos compósitos. Fonte: Rocha (2014),

Cana de bambu. Fonte: <https://www.elo7.com.br>.

Lona plástica usada em outdoors. Fonte: <https://lojasansuyblog.com.br/uso-de-lona-em-outdoor-e-melhor-opcao/>.

3.2 Método

Durante todo o processo, adotaram-se como ferramentas o uso de croquis manuais, seguidos de modelagem eletrônica e realização de maquete física, de forma que a cada análise e alteração de partido, os produtos do estudo eram reformulados.

A maquete de papel permitiu a análise da posição do abrigo no terreno, a estabilidade do conjunto em relação à base estrutural feito de blocos vazados de concreto e suas dimensões, a proporcionalidade dos componentes com o sistema, as aberturas de porta e janelas, a altura da câmara de ar, e a harmonia do todo.

A maquete de madeira trouxe uma análise mais técnica sobre a precisão do encaixe, as dimensões dos montantes em relação aos painéis, as possibilidades de travamento, bem como a facilidade de montagem, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Maquete do abrigo feita de papel e maquete do encaixe dos painéis de madeira. Fonte: elaborado pelos autores.

“O projeto arquitetônico visa uma solução que satisfaça às metas e objetivos desejados pelos clientes...” (ANDRADE et al, 2011, p. 91). Para Davis (2013), no caso do abrigo temporário se tem uma variedade de funções: Proteção do sol, frio, vento e chuva; Armazenagem de pertences; Proteção de propriedade; Estabelecimento de posse territorial; Estabelecimento temporário pra futura reconstrução; Segurança emocional e privacidade; Acomodação de famílias que evacuaram suas casas temendo possíveis desastres subsequentes. Além destas, Kronenburg (2014) também acrescentou que o abrigo deve atender a atividades econômicas e que seja capaz de expansão dando condições para armazenar e proteger seus pertences.

4 Resultados

O processo de projeto não foi linear sendo composto por vários ciclos de síntese, análise e avaliação com o objetivo de encontrar soluções que atendessem ao maior número de variáveis possíveis. O processo pode ser dividido em três etapas: Aspectos preliminares, desenvolvimento e detalhes construtivos.

A primeira etapa intitulada aspectos preliminares envolveu o delineamento do problema através de discussões e levantamentos abrangentes para a familiarização e entendimento sobre o tema. Para tanto foram realizadas pesquisas individuais e apresentações a fim de compatibilização das informações entre os integrantes sobre modulação. A análise de projetos correlatos também compôs esta etapa e ocorreu através de exposições pelos integrantes do grupo. Os projetos estudados associavam abrigos a materiais de refugio ou não, porém todos os exemplos serviram para ampliar o panorama da equipe acerca da temática e também das possibilidades formais e técnicas. A definição dos materiais de refugio

a serem utilizados encerrou esta primeira etapa. Foram realizadas diversas rodadas de ideias para sua escolha, associados às obras de arquitetos que se destacam neste tema como Shigeru Ban. Discorreu-se sobre a utilização de garrafas pet, tubos de papel, tambores, pallets, pneus, bambu e até mesmo sucata de automóveis. Considerou-se a importância desta definição, visto que as técnicas construtivas dependem das exigências dos materiais. Como citado anteriormente foram selecionados: painéis compostos, bambu e lona plástica. Definidos os materiais partiu-se para a definição dos problemas apoiando-se em inúmeros questionamentos acerca dos possíveis usuários, relevos, aspectos bioclimáticos, técnicas construtivas, modulação e transporte. As múltiplas questões contribuíram para o delineamento geral do problema o qual pode ser resumido em uma única diretriz: adaptabilidade.

Com maior conhecimento sobre o tema, modulação, obras correlatas, definição dos materiais e a principal diretriz de projeto foi possível iniciar a segunda etapa referente ao desenvolvimento efetivo da proposta. A partir do método tentativa e erro, ilustração das ideias através de croquis, discussões e ciclos de síntese, análise e avaliação foram propostas duas alternativas. A primeira alternativa formada por módulos triangulares configurava atraente aspecto estético ao projeto individual e ao agrupamento das unidades, gerando saliências e recuos imprimindo movimento e identidade (Imagem 3). Porém, ao serem avaliadas questões com relação à forma e desempenho da cobertura quanto ao escoamento de água e o aproveitamento dos espaços internos, optou-se pelo descarte desta proposta inicial e retomada de um novo partido, como mostra a Figura 3.



Figura 3. Primeira proposta projetual - módulo triangular. Fonte: elaborado pelos autores.

Na segunda tentativa, foram adotados módulos retangulares, para melhor aproveitamento dos espaços internos, e cobertura independente e monolítica para evitar uso de calhas, melhorar o desempenho térmico e facilitar o processo de montagem. É pertinente destacar que os elementos que agregaram valor à segunda alternativa derivaram da avaliação da primeira. Após a análise da segunda alternativa, identificou-se que as soluções adotadas atendiam a determinado número de variáveis, configurando interessante alternativa (Figura 4).

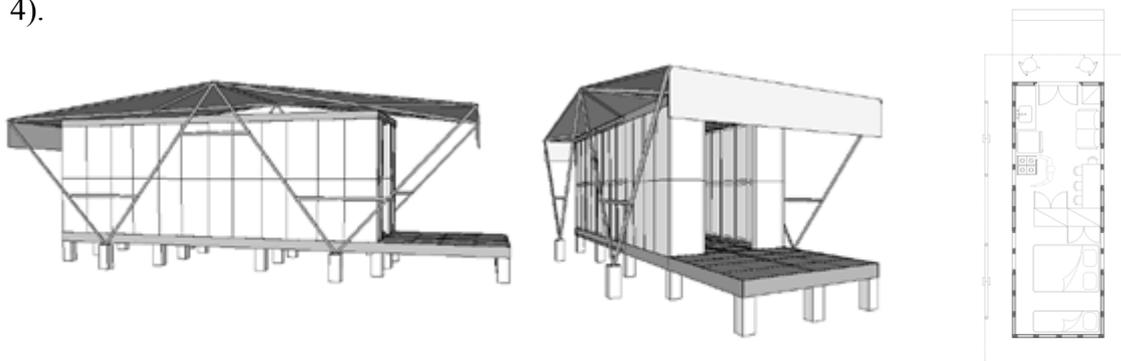


Figura 4. Segunda proposta projetual com módulo retangular perspectivas e planta. Fonte: elaborado pelos autores.

Vale destacar que, durante o desenvolvimento da proposta, o método de tentativa e erro, proposto por Andrade et al. (2011), foi predominante dada a diferença de formação dos projetistas, que abrangia conhecimentos tanto de arquitetura quanto de engenharia civil, propiciando discussões e questionamentos mais amplos e técnicos e, conseqüentemente, enriquecendo o processo projetual.

Visando à necessidade de simplificar o sistema, através do método tentativa e erro buscou-se desenvolver um único tipo de encaixe nos sistemas de fechamento e base, que liga os painéis de compósitos madeira (60cm x 120 cm) entre si formando então o corpo do edifício retangular com 240 cm na altura e na largura.

As exigências nos quesitos de economia e energia procuraram sua resolução dentro da modulação e pré-fabricação, estas foram consideradas boas práticas que podem vir a solucionar este problema levando materiais de refugio à indústria de transformação para se obter uma construção enxuta e rápida.

Portanto, as chapas de madeira e encaixes seriam produzidas na indústria, e previamente montados antes do transporte pois essa pré-montagem facilitaria o processo de construção in-loco, sendo necessário apenas fixar quatro encaixes em cada face de todo o modulo.

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. Este dimensionamento foi considerado apropriado por abrir a possibilidade de se agregar posteriormente mais componentes que viriam 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.

Para a cobertura propôs-se uma estrutura independente com bambu com encaixes metálicos (Figura 5), que se encontra fixada em uma fundação de concreto pré-fabricado e possui um contra-ventamento nas laterais e em X na parte superior. Para a cobertura observou-se a necessidade de se ter um material leve que pudesse ser facilmente transportado, portanto optou-se por uma lona que é maleável, portanto pode ser dobrada ou enrolada, além de se adequar às diretrizes de materiais de refugio. A lona da cobertura segue um padrão de 9 m x 3 m que é a medida padronizada de *outdoors* no Brasil.

A cobertura ventilada e a face branca da lona são soluções que viriam diminuir a absorção de calor do abrigo; outra solução adotada foi utilizar isopor entre o vazio das chapas de compósitos colocadas na parte superior do abrigo, pois estas diminuem a absorção de 50 Watts/m² para 19 Watts/m² na face superior. Posteriormente a sua montagem uma pintura branca nos fechamentos externos também poderia diminuir a absorção de calor do abrigo como um todo.

A terceira e última etapa, denominada detalhes construtivos, foi composta pelo refinamento das soluções técnicas e construtivas de todo o sistema através da elaboração de detalhes construtivos através da modelagem 3D (eletrônica e física). Foram discutidos e redefinidos todos os encaixes e travamentos propostos inicialmente (Figura 5). O abrigo foi decomposto em fundação, piso, fechamentos e cobertura para facilitar a análise.



Figura 5. Encaixes e travamentos. Fonte: elaborado pelos autores..

Cada subsistema foi pensado a partir de diretrizes como adaptabilidade, montagem, resistência, transporte e desmontabilidade (Figura 6). Nesta etapa a geração de alternativas e a submissão a análise-avaliação também foi constante.

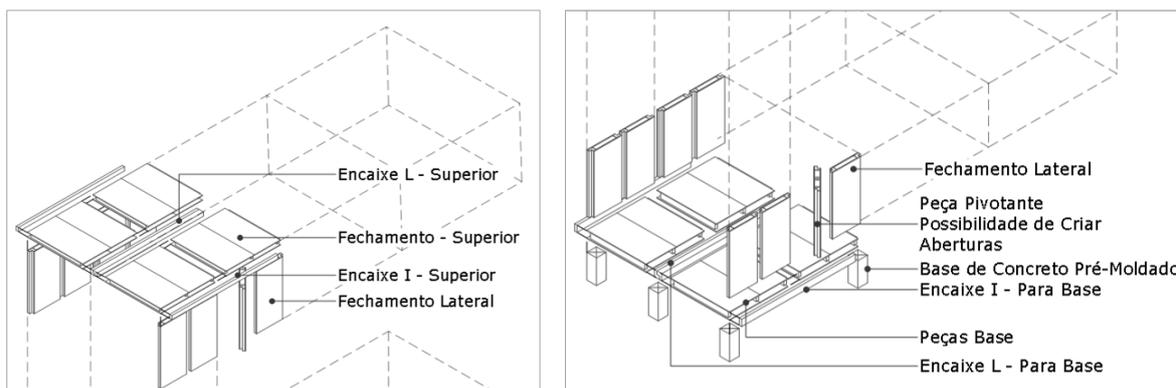


Figura 6. Isométrica explodida da proposta. Fonte: elaborado pelos autores.

Ao final, o processo e o projeto foram avaliados e concluiu-se que as etapas desenvolvidas direcionaram o trabalho resultando em um produto satisfatório, ou seja, que atende ao problema/diretriz principal: adaptabilidade e as demais como a modulação, simplicidade, montagem e desmontagem.

5. Discussão.

Os autores Rowe (1987), Andrade et. al (2011), Fabricio e Melhado (2011), Lawson (2011) e Peña e Parshall (2012) mencionaram a identificação do problema como um dos fatores chave que contribuem na solução do projeto. Nesse exercício exploratório, as principais diretrizes que guiaram a identificação dos problemas e as tomadas de decisão para resolução foram a adaptabilidade, além de outras secundárias como modulação, necessidade de simplicidade na concepção, facilidade de montagem e desmontagem, leveza dos materiais e transporte e utilização de materiais de refugo abundantes-

Pode-se concluir que o processo do projeto foi beneficiado pela etapa preliminar nas técnicas utilizadas, no alinhamento das informações gerais sobre modulação, análise de correlatos, *brainstorms* sobre materiais e definição da diretriz principal. O entendimento coletivo norteou as discussões e facilitou esta etapa.

A partir da segunda e terceira etapas é possível concluir que as etapas de projeto podem ter diferentes ordens ou serem feitos simultaneamente, de acordo com Peña e Parshall (2012). Mesmo o caráter cíclico síntese-análise-avaliação, conforme Lawson (2011), apresenta alterações nesta ordem, contudo independentemente da ordem estes reflexos em grupo contribuem positivamente com o encadeamento das ideias e conceitos do grupo sobre o trabalho e, conseqüentemente, sobre o processo ao torná-lo transparente. Outro aspecto que contribuiu fortemente para as soluções nesta etapa foi a escala do desenho, desenvolvida projetualmente do macro para o micro, considerando o sistema estrutural do abrigo como

um todo. 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 refugo foi um desafio marcante, visto que insere 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. Estas dificuldades foram solucionadas apoiando-se na prototipagem física e virtual do modelo do abrigo. Este foi um aspecto de suma importância e impacto nesta etapa de projeto.

De modo geral atendeu às necessidades e exigências estipuladas no início do projeto, bem como supriu os problemas gerados pelo tema, pois resultou em uma proposta coerente com todas as reflexões e diretrizes estabelecidas. Verifica-se que o método de tentativa e erro com caráter cíclico de síntese-análise-avaliação, associado à modelagem virtual e física, trouxe maior agilidade ao desenvolvimento projetual permitindo visão mais precisa de possíveis falhas construtivas, o que garantiu a compatibilização ao longo do processo. Por fim, tratando-se de um estudo em nível de projeto apenas, a proposta necessita de ensaios laboratoriais de estanqueidade, de estabilidade estrutural e dos detalhes executivos para validação.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995 a.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHELL, R. C.; MOREIRA, D. de C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRÍCIO, M. M. (orgs.). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de textos, 2011, pp. 80-100.

DAVIS, Ian. What have we learned from 40 years' experience of Disaster Shelter?. In: **Beyond Shelter after Disaster: Practice, Process and Possibilities**. Routledge, 2013. p. 15-34.

FABRÍCIO, 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.

FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 2003.

FLORIO, Wilson. **Modelagem paramétrica de projeto destinado a abrigo de emergência**. III Simpósio de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído/ VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. São Paulo, 2013.

FLORIO, Wilson. **Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura**. Gestão e Tecnologia de Projetos. Volume 6, Número 2. São Carlos, 2011. P.43-66.

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

KRONENBURG, Robert. **Architecture in Motion: The History and Development of the Portable Building**, Oxford, Routledge, 2014, p.318.

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam**. Oficina de Textos, 2011.
MAHFUZ, Edson da Cunha. REFLEXÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DA FORMA PERTINENTE. In: PROJETAR 2003, 1., 2003, Natal. **SEMINÁRIO**. Natal: Ufrs, p. 1 - 21. 2003.

MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 31-45, abr./jun. 2009.
MOREIRA, Daniel de Carvalho; KOWALTOWSKI, Doris C. O programa arquitetônico. 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.

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

PINA, Sílvia A. Mikami G.; BORGES FILHO, Francisco; MARANGONI, Renata França. Maquetes e modelos como estímulo à criatividade no projeto arquitetônico. 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.

ROCHA, Bruna Bessa. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA E BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

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

SLANN, P. A. Foreword. In: JONES, J. C.; THORNLEY, D. G. (ed.). **Conference on Design Methods**. Oxford: Pergamon Press, 1963. p. xi-xii.

SOUZA, Bruno Carvalho Castro. **Criatividade: uma arquitetura cognitiva**. 2001. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

STROETER, João Rodolfo. **Arquitetura e Teorias**. São Paulo: Nobel, 1986.