



# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ENGENHARIAS 2020

## CONSTRUÇÕES EMERGENCIAIS AUTOSSUFICIENTES E DE RÁPIDA EXECUÇÃO

André Cruciani de Lima<sup>1</sup>  
Rafael Gonçalves de Godoy<sup>1</sup>  
Cândida Maria Costa Baptista<sup>2</sup>  
Universidade São Francisco  
[andre.cruciani@hotmail.com](mailto:andre.cruciani@hotmail.com)

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

<sup>2</sup>Professora Orientadora Metodológica e Temática, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

**Resumo.** Este artigo discorre sobre as construções emergenciais e suas utilizações no amparo as pessoas que tiveram suas residências afetadas em um evento natural de grande magnitude. A princípio, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um projeto de abrigo que visa a rápida montagem de seus componentes e que seja, dentro do possível, autossustentável. Esta necessidade de desenvolver uma solução para proteger as vítimas de um pós-desastre, surge da vulnerabilidade em que a população brasileira está exposta e a qualidade de suas moradias, já que construções irregulares, ocupações ilegais de solo, crescimento desordenado das cidades (dos centros para as periferias) e a fraqueza aquisitiva, geram um cenário socioeconômico que põe em risco a vida dessas pessoas. Tendo este cenário descrito, vale ressaltar que as ações após um desastre natural devem ser feitas da forma mais rápida possível, para minimizar o impacto na saúde da população atingida. Estas ações são realizadas em conjunto pelos governos municipais, estaduais e, em alguns casos, até mesmo pelo poder federal, para que o desastre natural não tenha seus efeitos sentidos por longos períodos após sua ocorrência. Então, este artigo apresentará as pesquisas realizadas no âmbito da engenharia civil, visando os métodos construtivos, para auxiliar nas construções rápidas de abrigos emergenciais.

**Palavras-chave:** Desastres naturais, Pós-desastre, Proteção, Projeto e Abrigo.

**Abstract.** This article discusses emergency constructions and their use in protecting people who have had their homes affected in a natural event of great magnitude. At first, the objective of this work was to develop a shelter project that aims at the quick assembly of its components and that is, as far as possible, self-sustainable. This need to develop a solution to protect the victims of a post-disaster arises from the vulnerability to which the Brazilian population is exposed and the quality of their homes, since irregular constructions, illegal land occupations, uncontrolled growth in cities (in the centers for the peripheries) and the acquisitive weakness, generate a socioeconomic scenario that puts the people's lives at risk. Having described this scenario, it is worth mentioning that actions after a natural disaster

must be taken as quickly as possible, to minimize the impact on the health of the affected population. These actions are carried out jointly by the municipal, state governments and, in some cases, even by the federal power, so that the natural disaster does not have its effects felt for long periods after its occurrence. Then, this article will present the research carried out in the scope of Civil Engineering, aiming at the construction methods, to assist in the rapid construction of emergency shelters.

**Keywords:** Natural disasters, Post-disaster, Protection, Project and Shelter.

## **Introdução**

A partir do impacto que os desastres naturais causam a população, a pesquisa realizada neste trabalho tem como intuito utilizar os conhecimentos técnicos da engenharia civil para construir abrigos emergenciais, seguros e de rápida execução. Estas construções buscam favorecer a população em momentos críticos. Estes tipos de obras exigem planejamento com cronogramas curtos, tecnologia e materiais construtivos de rápida montagem e excelente resistência, que irão amparar e assegurar tanto no salvamento de vidas, como no alojamento de pessoas que perderam suas residências.

### *A definição de desastre natural*

Como o foco principal do trabalho é desenvolver um sistema construtivo emergencial para vítimas de desastres naturais, deve-se expor uma explicação do que são esses desastres e como afetam as populações de diversas partes do planeta. Esses eventos normalmente trazem consigo grande dano e prejuízo socioeconômico, independentemente do local onde ocorram.

Desta forma, desastres naturais são, segundo Kobiyama et al. (2006, p.07), “[...] fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, rocha, solo, topografia, vegetação, condições meteorológicas”. Além das influências regionais, as influências humanas também acarretam o agravamentos de tais fenômenos, estas ações antropológicas, ainda segundo Kobiyama et al. (2006, p. 01), “[...] se deve, principalmente, ao aumento da população, a ocupação desordenada e ao intenso processo de urbanização e industrialização.”.

Este crescimento desordenado do espaço urbano tem destaque nestas definições, pois quão mais danoso e letal são os efeitos do desastre natural, maior é a situação de vulnerabilidade da população daquele local. Isto deve-se a menor fiscalização por parte dos órgãos governamentais para com as construções irregulares e a prevenção as ameaças naturais da região. O exposto se esclarece perante a definição de Narváez, Lavell, Ortega (2009) apud Freitas, et al (2014, p. 02):

Um desastre natural resulta da combinação de quatro fatores importantes para a Saúde Coletiva, que são: 1) a ocorrência de uma ameaça natural; 2) uma população exposta; 3) as condições de vulnerabilidade social e ambiental desta população; 4) insuficientes capacidades ou medidas para reduzir os potenciais riscos e os danos à saúde da população.

Sendo assim, pode-se definir desastre natural como a combinação de fatores naturais e humanos, que combinados levam a uma catástrofe de diferentes impactos, que geram diferentes prejuízos e acaba sendo danosa às populações.

## *Ocorrência de desastre naturais no Brasil*

Como citado anteriormente, os desastres naturais podem ser definidos como a combinação de fatores antropológicos e naturais, e no Brasil isso não é diferente, afinal o crescimento desorganizado das áreas urbanas e a frequente ocupação de áreas irregulares é um fator presente na maioria das cidades do país. O processo de urbanização do Brasil se difere daqueles que ocorreram em outros locais, um exemplo disso, é o processo de urbanização do continente europeu, que se prolongou por mais de um século e meio, enquanto no Brasil, o mesmo se estendeu por, aproximadamente, cinquenta anos. Portanto, a urbanização trouxe consigo consequências graves no âmbito socioeconômico e ambiental (Robaina, 2008, p. 96).

Tendo em vista este cenário urbano brasileiro e as constantes notícias divulgadas pelos veículos de comunicações do país, fica evidente que os desastres naturais se tornaram quase que uma rotina para os habitantes de áreas vulneráveis, somando milhares de vítimas fatais e não-fatais, além de enormes prejuízos financeiros. Isso é exemplificado na fala de Marcelino (2007) apud Mello, Zanetti, Papali (2014, p. 01):

Inundações, vendavais, tornados, granizos, escorregamentos e até terremotos tem sido constante nos noticiários brasileiros. Do total de ocorrências, segundo estudo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 84% foram computados a partir da década de 1970, demonstrando um aumento considerável de desastres nas últimas décadas, com 8.183 vítimas fatais e um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares.

Em meio a esses dados do INPE e das inúmeras notícias veiculadas nos meios de comunicação do Brasil, cabe lembrar um desastre natural ocorrido em janeiro de 2011, na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Este evento causou grande comoção em todo o país devido à quantidade de cidades e, conseqüentemente, o número de pessoas afetadas pelas chuvas naquele período. Conforme é relatado por Mori (2019): “Uma sequência de fortes chuvas atingiu a região serrana do Estado causando deslizamentos e inundações em dezenas de municípios, deixando 918 mortos e cerca de 30 mil pessoas desalojadas e desabrigadas”.



**Figura 1** – Deslizamento em Teresópolis - RJ (Fonte: <http://especiais.ig.com.br/zoom/enchentes-no-rio-de-janeiro/>).

O número de vítimas fatais neste desastre é equivalente à metade (50%) das mortes contabilizadas por desastres naturais no país todo nos 20 anos anteriores ao evento (1991 a 2010) e parte das famílias vítimas destes desastres encontram-se ainda desamparadas pelas entidades governamentais, já que apenas uma porcentagem das moradias prometidas e necessárias foram reconstruídas para atender a população. Além do impacto social, o dano financeiro, segundo o Banco Mundial, foi de um prejuízo de 4,8 bilhões de reais decorrentes dos danos causados pelo desastre (Mori, 2019).

## *Atuação governamental nos desastres naturais*

Conforme apresentado nos tópicos anteriores, as entidades governamentais têm papel essencial nas ações relativas aos desastres naturais. Sendo assim, dito os problemas encontrados no planejamento urbano e os riscos enfrentados pela população, vale ressaltar a política relacionada à gestão destes riscos e quando ela foi criada:

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), concretizada por meio da edição da Lei nº 12.608/2012 dispõe sobre as ações de Defesa Civil no gerenciamento dos riscos e dos desastres. Englobam ações de Prevenção, Mitigação, Preparação, Resposta e Recuperação (Shadeck, et al, 2013).

Além de ressaltar a política nacional competente, é relevante mostrar onde a União, Estados e Município participam destas ações:

Constitucionalmente, a União possui a competência de legislar sobre defesa civil e deve atuar na defesa contra calamidades públicas; aos Estados compete, por meio dos bombeiros militares, a execução de atividades de defesa civil; aos Municípios, compete o planejamento da ocupação do solo, ação intimamente ligada à prevenção de inundações e deslizamentos. (Bertone, Marinho, 2013, p.10).

Como este trabalho trata dos abrigos emergenciais, ou seja, onde e como as pessoas estarão no cenário pós-desastre, são essenciais os esclarecimentos das ações de resposta a desastres naturais que é estipulado pela PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil). Desta forma, esta fase é explicada por Shadeck, et al. (2013):

A fase da Resposta aos desastres, por sua vez, compreende as atividades de socorro às populações em risco e assistência às populações afetadas (apoio logístico, assistencial, promoção da saúde etc.). Esse estágio do desastre vai do ponto em que o impacto é sentido até o ponto em que o evento adverso é dissipado.

Sendo assim, é fundamental que as unidades locais de respostas sejam bem estruturadas e que tenham conhecimento da população e da localidade das quais estão responsáveis, pois a velocidade de resposta é crucial para o tratamento das vítimas e, conseqüentemente, no salvamento de vidas (Shadeck, et al, 2013). A partir do início da fase de resposta é que a pesquisa deste artigo visa atuar e contribuir com as construções de abrigos emergenciais.

### *Abrigos emergenciais*

O primeiro registro de abrigos utilizados pelos seres humanos foi a aproximadamente dois milhões de anos, onde eram utilizadas cavernas com serventia de proteção contra os climas desfavoráveis e animais. Com o tempo a espécie humana foi desenvolvendo necessidades e aprimorando sua inteligência, o que ocasionou na busca pela criação de assentamentos com aspectos tanto temporários como permanentes.

As primeiras comunidades de que se tem registro eram nômades e estas tinham como característica a mudança geográfica periódica, não permanecendo em um local de forma definitiva. Dessa forma, os assentamentos eram criados para serem temporários, já que cada sociedade nômade possuía suas particularidades a se preocupar com a transição de localidade, dependendo de aspectos como clima, formas de obtenção de alimentos, conforto e segurança. (Silver, 2002 apud Anders 2007).

Por ser uma construção periódica, as moradias temporárias demandam estruturas de fácil transporte, montagem e desmontagem, leves, flexíveis e duradouras, a fim de prover abrigos seguros e ideais para cada região. Dentre as regiões do planeta foram encontrados

diversos tipo de construções temporárias, por exemplo, os índios da América do Norte usavam uma tenda cônica, estruturada por varas e cobertas por couro, esta era denominada de tenda Tipi. Já os povos do norte da África utilizavam abrigos que os protegiam das tempestades de areia e das quedas bruscas de temperatura no deserto. Estas tendas eram feitas de tiras de tecido costuradas, sustentadas por varas e presos ao solo por tirantes. Por fim, ainda pode-se citar as tendas Yurt, que tem a construção originária dos povos da Ásia. Estas estruturas eram feitas em formato circular e com as paredes formadas por treliças que sustentavam um cone coberto por feltro ou lã. (Anders 2007).



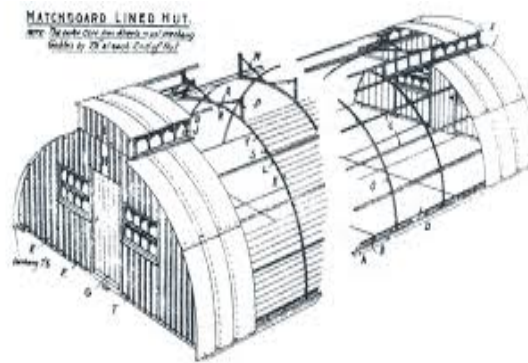
**Figura 2** – Montagem tenda Yurt (Fonte: <http://espaconaturalmente.eco.br/kit-tenda-yurt/>).

Os abrigos emergências da antiguidade ainda inspiraram a solução de um outro problema, que é a alocação de tropas militares. As edificações militares, com as necessidades de mudança territoriais, sofreram alterações no começo do século XIX, pois era fundamental a locomoção de tropas de um local para o outro constantemente, sendo assim, suas acomodações os acompanhavam, tornando a produção de abrigos portáteis um dos aspectos fundamentais para a melhoria de moradia em campo e instalações tanto militares como médicas mais eficazes e adequadas. (Anders, 2007).

Conforme Kronenburg (1995) apud Anders (2007) um dos primeiros abrigos militares desenvolvidos foi o *Nissen Hut*, desenvolvido por um engenheiro canadense. Esse abrigo substituiu os demais da época, que apresentavam desvantagens como peso próprio elevado, montagem complexa e dificuldade de transporte. O *Nissen Hut* demandava uma montagem simples, a única ferramenta necessária era a chave de boca e com apenas quatro homens a instalação do abrigo, com cerca de quarenta metros quadrados, demorava quatro horas. Sua composição de materiais segue a definição de Anders (2007, p.49):

O abrigo *Nissen Hut* era produzido a partir de poucos componentes: cobertura semicircular e os dois fechamentos, sendo que em um dos lados adicionavam-se duas janelas e uma porta. As peças de chapas de ferro corrugado eram intercambiáveis; piso era de painéis de madeira, também intercambiáveis, apoiados em berços longitudinais.

O modelo *Nissen Hut* foi inovador para os padrões da época, utilizado na primeira e segunda guerra mundial, foi um dos precursores dos abrigos na atualidade, pois cada abrigo disponibilizava cerca de 25 moradias para soldados. (Anders, 2007).



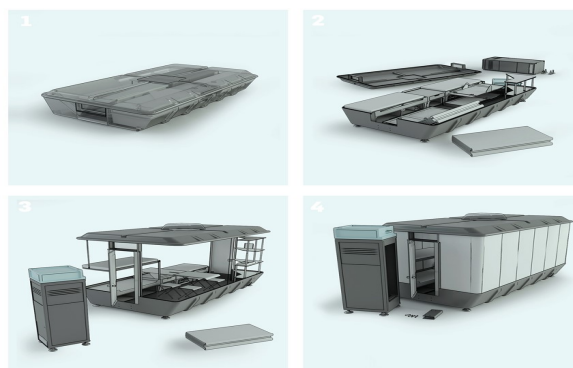
**Figura 3** – Montagem Abrigo *Nissen Hut* (Fonte: Anders, 2007).

Com o avanço da tecnologia, foi apenas uma questão de tempo até que a construção de abrigos acompanhassem o mundo moderno, sendo assim, vários modelos e projetos foram desenvolvidos ao longo dos anos, visando atender a demanda emergencial. Com isso, surgiram concurso e trabalhos acadêmicos que tinham o intuito de desenvolver soluções habitacionais de rápida construção. Dentre estas soluções pode se destacar alguns projetos que visam se adequar e atender as situações adversas, são eles o *Lightweight Emergency Shelter*, feito de poliéster reciclado e alumínio, com montagem instantânea. O *Paper Log House*, composto de plásticos recicláveis e sacos de areia de contrapeso, tubos de papel e esponja adesivas impermeáveis nas paredes e lona plástica na cobertura. O Protótipo *Puertas*, que é um projeto que visa um período de permanência maior das pessoas (até 3 meses) e por isso é estruturado com materiais mais resistentes, como painéis OSB (*Oriented Stand Board*), perfis metálicos e pallets de madeira. Por fim o projeto *4:10 House*, que consiste em uma estrutura composta de uma série de compartimentos, onde cada baía é composta por perfis metálicos, tecidos de vinil e painéis OSB, sendo todos os materiais leves e que podem ser unidos e instalados em até cinco horas. (Junqueira, 2011).



**Figura 4** – Abrigo *4:10 House* (Fonte: Junqueira, 2011).

Além desses modelos apresentados, ainda é possível visualizar projetos que visam a logística de transporte, como é o caso do abrigo emergencial *Shelter Pack*, que é uma estrutura desenvolvida com o objetivo de ser compacta quando desmontada e extremamente útil e resistente quando instalada. Quando desmontado o abrigo tem apenas 80 cm de altura e após sua montagem, este conta com um sistema de coleta da água da chuva para reaproveitamento e, também, conta com uma claraboia para aproveitamento da luz solar. Já as paredes são compostas por camadas de materiais aprova de água e fogo, propiciando segurança contra os agentes externos e conforto térmico interno (Distasio, 2016).



**Figura 5** – Abrigo compacto *Shelter Pack* (Fonte: <http://designnobis.com/wordpress/?portfolio=shelter-pack>).

### *Categoria dos abrigos emergenciais*

Para abrigar as vítimas de desastres naturais há dois tipos de pensamentos: são eles à intervenção mínima, que consiste na utilização de materiais existente no local onde ocorreu o desastre para as construções dos abrigos, e a intervenção melhor planejada, que se baseia no fornecimento de abrigos mais tecnológicos e de alto custo. Tendo em vista estas duas linhas de pensamento, podem-se classificar os abrigos emergenciais em dois principais grupos, que são os de construções in loco e os de fornecimento de *kits* (Anders, 2007, p. 60).

As construções in loco seguem a linha de raciocínio da intervenção mínima, onde são utilizados materiais e técnicas construtivas locais, colaborando apenas com o suporte as vidas em questão. Já os fornecimentos de *kits* se estruturam no pensamento da intervenção planejada, onde os custos são maiores, a tecnologia envolvida é superior e, conseqüentemente, gera uma dependência em longo prazo nas vítimas. Estes *kits* devem ser pequenos, duráveis, temporários e possuírem aceitabilidade cultural perante as vítimas (Anders, 2007, p. 60).

Esses *kits* são criados obedecendo à divisão sugerida por Kronenberg (1995), estes formam quatro categorias, o *Module*, *Flat-Pack*, *Tensile* e *Pneumatic* (Kronenberg, 1995 apud Anders, 2007).

Os abrigos da categoria *Module* são estruturas que são entregues prontas ao local, sem que necessitem de montagem. Esta categoria de abrigos é subdivida em dois grupos, aqueles que são independentes, que necessitam apenas da ligação de energia, água e esgoto, e outros que são também independentes, porém podem ser interligados estruturalmente uns aos outros, obtendo maior espaço físico (Anders, 2007, p. 61).

Já a categoria *Flat-Pack* é semelhante aos abrigos da categoria *Module*, exceto pelo fato de serem distribuídas de maneira desmontada, ou seja, a unidade é armazenada e distribuída em pallets que contém os componentes necessários para a montagem do abrigo. Esta categoria tem as vantagens de serem transportadas de maneira mais fácil, já que seu volume quando desmontado é muito menor. (Anders, 2007, p. 62-63).

A categoria *Tensile* é uma estrutura mais flexível quando comparada às anteriores, pois pode ser utilizada em locais mais apertados e irregulares. Este tipo de estrutura consiste em uma armação, geralmente de aço ou alumínio, que exerce função de compressão e que sustenta uma membrana tensionada de cobertura (Anders, 2007, p. 64).

Por fim, a categoria pneumática se resume a estruturas infláveis que trabalham de forma tensionada, só que esta tensão é exercida pelo ar, já que a membrana é inflável. Este sistema tem como vantagens a construção de estruturas de grande porte, com baixo peso e volume, se tornando fácil de instalar e transportar (Anders, 2007, p. 64).

## *Recomendações nos projetos de abrigos*

Este tópico tratará a respeito das recomendações para projetos de abrigos emergenciais. Estes projetos devem obedecer a uma série de pré-requisitos, dentre eles estão às recomendações para se instalar os abrigos em um local seguro, de preferência fora da área onde ocorreu o desastre, com fornecimentos de água, energia e meios de comunicação, além de possuir fácil acesso e que permitam condições de higiene adequadas (Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2001 apud Anders, 2007, p. 65).

Nestas emergências há quatro formas de abrigar as vítimas de desastres naturais, uma delas é a de utilizar construções já existentes para alocar essas pessoas. Estes edifícios podem ser escolas, igrejas, ginásios, entre outros. Porém como o foco deste trabalho é desenvolver um abrigo emergencial para situação mais crítica, não serão citados maiores detalhes de outros tipos de alocação, apenas os acampamentos de desabrigados.

Quanto às instalações que deverá conter no acampamento de desabrigados, Castro (1999, v. 1) apud Anders (2007, p. 78) recomenda que:

- Há necessidade da construção ou alocação de um reservatório de água para abastecimento do abrigo, porém a água potável pode ser redistribuída em reservatórios de 200 litros, que deve abastecer até 4 famílias;
- As unidades de abrigo deverão estar 3 m espaçadas entre si e os arruamentos devem conter no mínimo 10 m de largura;
- No caso de tendas ou barracas, que utilizam cordas, tecidos, entre outros materiais inflamáveis, o distanciamento deve ser de 8 m entre as unidades;
- Os depósitos de lixo devem ser alocados em locais cujo vento não traga odores para o acampamento e as latas de lixo devem ter entre 50 e 100 litros para cada 4 ou 8 unidades de abrigo (devem ser colocadas fora do alcance de animais);
- É necessária a construção de valas de drenagem no perímetro do abrigo e das estradas, para evitar a formação de lama;
- Os banheiros devem ser construídos a uma distância razoável dos abrigos e os vasos sanitários consistem na proporção de uma unidade para cada duas famílias;
- Cada campo de abrigados deve conter no máximo 1.000 pessoas, após isso se devem dividir as famílias e duas áreas distintas, isso ocorre como maneira de conter doenças infecciosas.

Já quanto às construções das unidades de abrigos, Castro (1999, v. 1) apud Anders (2007, p. 78) orienta que:

- Os abrigos devem disponibilizar, aproximadamente, 18 m<sup>2</sup> para famílias de 6 pessoas, portanto, dentro do abrigo o espaço mínimo por pessoa não deve ser inferior à 3 m<sup>2</sup>;
- É interessante haver abrigos de tamanhos variáveis para atender os diferentes grupos familiares;
- Nas regiões de clima frio devem ser disponibilizados dispositivos aquecedores;
- É indispensável que haja ventilação nos abrigos.

Além de todas as recomendações de projetos para abrigos emergenciais, o gerenciamento de obra de tais estruturas também devem ser levado em consideração, já que estas construções requerem prazos curtos, logísticas de materiais e certo controle de qualidade.

## Construções Industrializadas

Para atender todas as recomendações de projetos de abrigos emergenciais, deve-se utilizar métodos construtivos que permitam uma montagem rápida e precisa dos elementos. Para isso, as construções industrializadas surgem como solução, já que permitem um menor prazo de obra. É possível entender mais a respeito das vantagens da construção industrializada na citação abaixo:

A construção industrializada já ocupa hoje um bom espaço nas obras de grandes dimensões do país, principalmente naqueles cujos prazos de execução são fatores determinantes. É um sistema de rápida execução (em torno de 1/5 do tempo quando comparado à construção tradicional) devido ao fato de ser produzida com elementos industrializados previamente. A construção industrializada transforma o canteiro de obras em uma linha de montagem, evitando desperdício de material e atendendo melhor os requisitos de sustentabilidade (Din, 2015 apud Centro Brasileiro Da Construção em Aço, 2016)

Com os benefícios deste tipo de construção, surgem métodos construtivos industrializados que tem ótimos desempenhos nos quesitos de montagem, padronização, alta resistência e durabilidade, como é o caso dos perfis formados a frios, também denominados de *Light Steel Framing* (Centro Brasileiro Da Construção em Aço, 2016).

### *Perfis formados a frio – Light Steel Framing*

O *Light Steel Framing* é um sistema industrializado em aço, de construção a seco e que possui elementos padronizados, permitindo assim, uma montagem rápida de seus componentes. Os elementos metálicos do *Steel Framing*, podem ser estruturais e não estruturais, constituindo vigas de piso, vergas, paredes, tesouras de coberturas, entre outros (Craato, 2005, p. 08).

Conforme a definição de Barros (2017): “Nos termos da engenharia, *Frame* está relacionado a um esqueleto composto por elementos leves desenhados para dar forma e sustentação a um edifício. *Framing* é o processo de união desses elementos.”

A partir do exposto, segundo Pedrosa (2014), o sistema construtivo *Light Steel Framing* também conhecido como LSF ou estrutura em aço leve, tem na sua composição o aço galvanizado como elemento estrutural principal, possuindo baixa massa e fazendo parte do sistema CES (Construção Energética Sustentável).



**Figura 6** – Estrutura de *Steel Frame* (Fonte: <http://www.solaradrywallbh.com.br/blog/afinal-e-seguro-construir-em-steel-frame/>).

A escolha da estrutura metálica é indicada em casos em que há a necessidade de adaptações, reformas, ampliações e mudanças de ocupações de edifício. O aço adota sistemas

de fabricação industrializados, reduzindo o desperdício de materiais e tempo de fabricação, além do acúmulo de materiais a serem utilizados e estocados (Açominas, 1989 apud Junqueira, 2011).

Portanto, assim como o aço é importante na concepção de projetos industrializados, alguns outros componentes de cobertura e vedação também são necessários para compor uma construção. Estes componentes possuem ampla variedade, porém, para efeitos deste trabalho, serão apresentados abaixo os painéis OSB e um sistema de geração de energia.

### *Oriented Stand Board - OSB*

Segundo Bastos (2009), o material conhecido como OSB (*Oriented Stand Board*) é originado das regiões de grandes lagos do Canadá, chegou a ser utilizado no Brasil no início do século XXI, aos poucos vem substituindo o compensado em aplicações com fins estruturais para suportes de lajes, caixarias, tapumes, vedações em estruturas modulares, entre outros aspectos da construção civil.



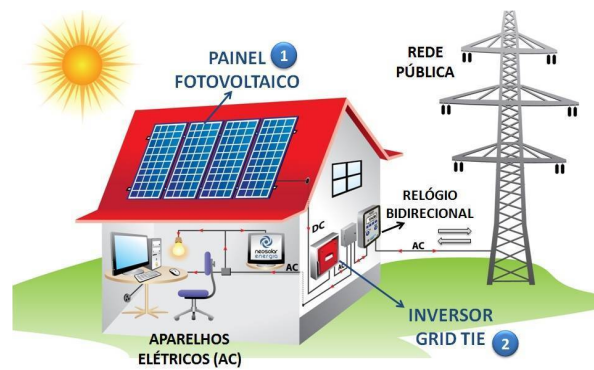
**Figura 7** – Painéis OSB (Fonte: <https://pt.topeca.pt/catalogo/fachadas-paredes-tetos/sistema-regularizacao-placas/placa-construcao/placa-osb/placasosb>).

Sua composição é dívida por várias camadas cruzadas e intercaladas de listras de madeiras da espécie pinus, madeira obtida através de reflorestamento de árvores, ela é preparada através de processos automatizado, dessa forma, sua resistência é superior em 2,5 vezes a outros tipos de madeira e a qualidade de sua chapa é uniforme (Mendes, 2001 apud Bastos, 2009).

### *Autossuficiência energética – Painéis fotovoltaicos*

A energia solar é obtida através da luminosidade advinda do sol, como ondas eletromagnéticas (fótons) que chegam à superfície da terra a uma distância de 150 milhões de quilômetros, ou seja, uma unidade astronômica (UA). Além de ondas eletromagnéticas, o sol emite irradiação de cerca de 1.367,00 kW/m<sup>2</sup> no nível da atmosfera terrestre, valor conhecido como constante solar. Parte dessa radiação é absorvida pela atmosfera em forma de calor, outra parte é refletida pela atmosfera e a uma terceira parte atinge a superfície da Terra, sendo tanto absorvida como refletida. A diferenciação de reflexão, absorção e transmissão varia de acordo com o estado da atmosfera, levando em consideração: a umidade do ar, a nebulosidade e a distância percorrida pelos raios solares que atravessam a atmosfera (Diestmann, 2009).

A absorção do corpo humano de energia solar é menor comparando com a energia que é transmitida para a superfície da Terra, essa energia pode ser aproveitada artificialmente de três maneiras: Através de arquiteturas bioclimáticas, efeitos foto térmicos ou fotovoltaicos (Diestmann, 2009).



**Figura 8** – Esquema de energia fotovoltaica (Fonte: <https://www.neosolar.com.br/images/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica-grid-tie.jpg>).

A energia solar fotovoltaica consiste em obtenção de eletricidade através da conversão da luz, apresentando um diferencial de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor. Segundo a empresa Blue Sol (2016) as vantagens da energia solar fotovoltaica são a inesgotável obtenção de sua matéria prima, a inexistência de emissores de poluição durante a geração de eletricidade e a emancipação do sistema para instalação em todo o planeta, porém apresenta limitações como o pequeno fluxo de potencial presente na superfície do planeta (comparando as fontes fósseis), a dependência de condições climáticas, localidade favorável e investimento financeiro alto em equipamentos de captação e conversão.

## Metodologia

### *Sistema construtivo*

Para realização deste trabalho foram realizadas várias pesquisas no âmbito das ocorrências dos desastres naturais, a legislação vigente que ampara as medidas de socorro as vítimas, a origem dos abrigos temporários, as divisões e subdivisões dos tipos dos abrigos atuais, as recomendações de projetos de abrigos e acampamentos, os métodos construtivos que permitem maior eficiência de montagem, locação de materiais, resistência e, por fim, o modelo construtivo adotado para este estudo e para a aplicação do método construtivo nos projetos de abrigos emergenciais. Todos estes tópicos pesquisados podem ser visualizados, compactamente, na introdução deste artigo.

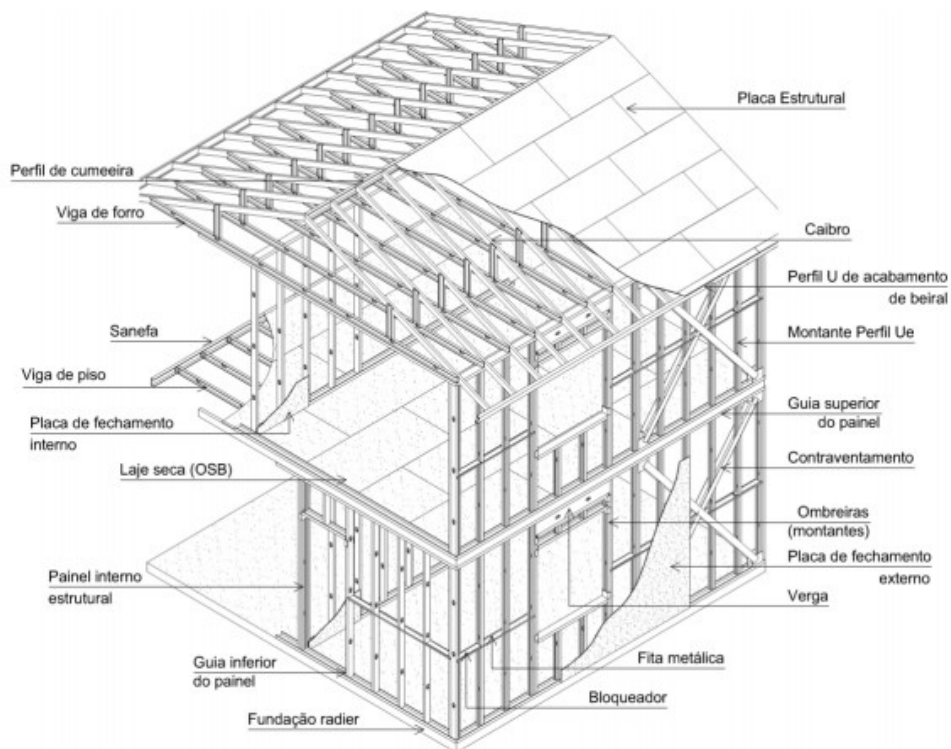
Após o período de pesquisa, foram iniciadas as etapas de criação de um projeto base do abrigo emergencial. Antes de iniciar o desenvolvimento da planta baixa da estrutura, foi realizado uma lista resumida de todas as recomendações obtidas durante as pesquisas, esta lista tem como intuito incorporar todas as sugestões ao projeto do abrigo emergencial (Anexo 1).

Em seguida ao preenchimento da lista de recomendações, iniciou-se o desenvolvimento da planta baixa e do desenho da cobertura, para isso, foram seguidas as recomendações das áreas mínimas por pessoas (3 m<sup>2</sup> por pessoa), as acomodações necessárias, os vãos para ventilação e as medidas modulares. Já para o desenho da cobertura foi seguido o percentual de declividade de 15% para telhas metálicas e com isso foi encontrado, também, a altura da cumeeira. Todos estes desenhos foram realizados no *software AutoCad* para posterior exportação ao aplicativo responsável pela modelagem 3D.

Com a realização da planta baixa, foi preciso adaptar o projeto ao modelo construtivo escolhido. Sendo assim, neste trabalho foi escolhido o método construtivo *Light Steel Framing*, devido as vantagens apresentadas por esse tipo de construção industrializada. Estas construções permitem a adequação do projeto em um abrigo emergencial do tipo *Flat Pack*, já

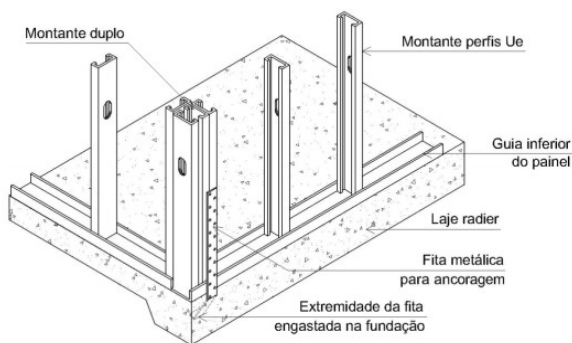
que tem seu volume reduzido quando desmontado e baixo peso, possibilitando maior eficiência no transporte e na montagem das unidades.

Este tipo de construção permitirá mudanças nas dimensões dos abrigos atendendo a necessidade das vítimas dos desastres naturais. Além dessa flexibilidade, a construção *Steel Framing* é capaz de fornecer excelente resistência e constitui quase que todas as peças e componentes necessários para a construção (paredes, coberturas, vigas, vergas etc.). A Figura 9 exemplifica a totalidade dos elementos em aço em uma construção *Steel Framing*.



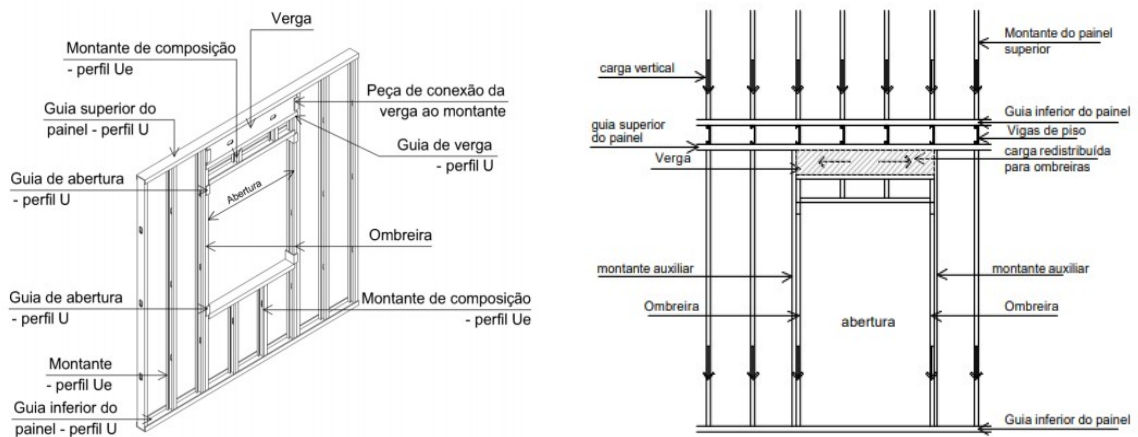
**Figura 9** – Estrutura de *Steel Framing* e seus componentes (Fonte: Crasto, 2005).

Antes de começar a criar o modelo 3D do abrigo emergencial de estrutura metálica, vale ressaltar as etapas construtivas deste projeto. De início, é essencial a construção de uma fundação rasa do tipo radier, para que a carga da estrutura seja distribuída conforme cálculos dimensionais e de solicitação do solo. Após o radier, vem as guias inferiores que serão bases para o posicionamento dos montantes. Estes montantes são as estruturas principais e demandam dimensionamento de acordo com os esforços solicitantes. Como adotamos medidas conservadoras, foram utilizados montantes duplos nas junções de painéis.



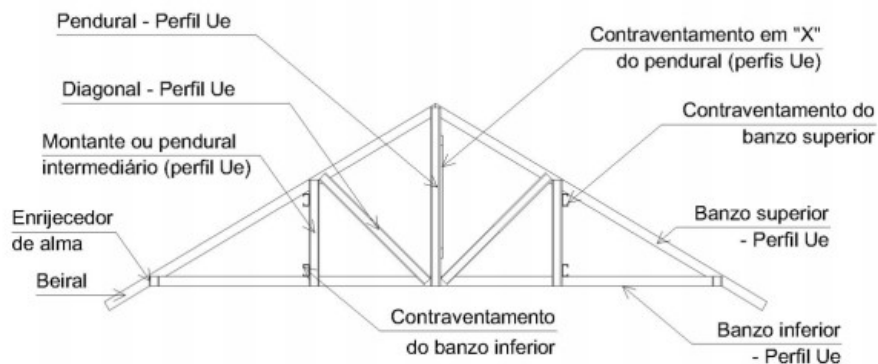
**Figura 10** – Fixação das guias e dos montantes (Fonte: Crasto, 2005).

Após a colocação das guias inferiores, superiores e dos montantes, foram acrescentados os elementos dos vãos das portas e janelas. Estes vão necessitam de elementos como as ombreiras, os montantes de composição, os guias de abertura, vergas metálicas e as conexões entre a vergas e os montantes.

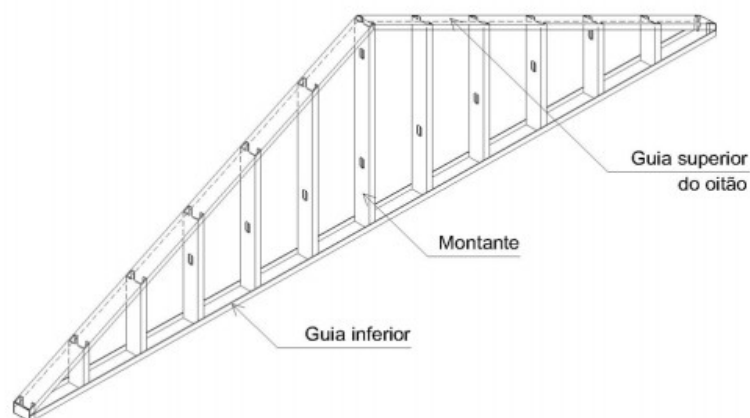


**Figura 11** – Componentes para abertura de vãos de porta e janelas (Fonte: Crasto, 2005).

Posteriormente aos ajustes nos elementos dos vãos de portas e janelas, foram colocadas as estruturas de coberturas. Estas foram realizadas através de uma tesoura no centro da abertura do telhado e com oitão de fechamento nas duas extremidades.



**Figura 12** – Componentes de uma tesoura (Fonte: Crasto, 2005).



**Figura 13** – Fechamento de oitão (Fonte: CCASTO, 2005).

Depois da colocação dos elementos metálicos, ainda foram aplicadas as placas OSB para vedação. Para finalizar, toda essa sequência construtiva foi realizada um modelo 3D, utilizando o *software Sketchup* para posterior exportação das imagens do abrigo finalizado.

### *Painéis Fotovoltaicos*

Para gerar autossuficiência ao abrigo emergencial é essencial que se tenha energia elétrica e água. Por isso, no projeto foi previsto uma calha para captação de águas pluviais para posterior armazenamento em um reservatório de reuso. Já para a geração de energia elétrica, foi previsto painéis fotovoltaicos de acordo com o dimensionamento do abrigo e, também, de outras estruturas, como por exemplo, o refeitório.

A quantidade de placas solares a serem usadas varia conforme a temperatura média da localização e do consumo regular de energia. A região pode ocasionar alterações no consumo mensal, conforme a tabela abaixo.

**Tabela 1** – Produção de Energia Fotovoltaica

<b>Região</b>	<b>Potência</b>	<b>Produção p/ mês</b>
<b>Região Sudeste e Centro-Oeste</b>	0,042 kW	30,30kWh
<b>Região Norte e Nordeste</b>	0,043 kW	31,20kWh
<b>Região Sul</b>	0,047 kW	34,20kWh

Fonte: Portal Solar, 2020

Neste trabalho foi considerado o dimensionamento de placas solares para atender um refeitório e, também, os abrigos. Para se calcular a quantidade necessária a fim de obter o consumo mensal, é utilizado a fórmula da Figura 14.

$$Energia = PotênciaSolar * Tempo * Rendimento$$

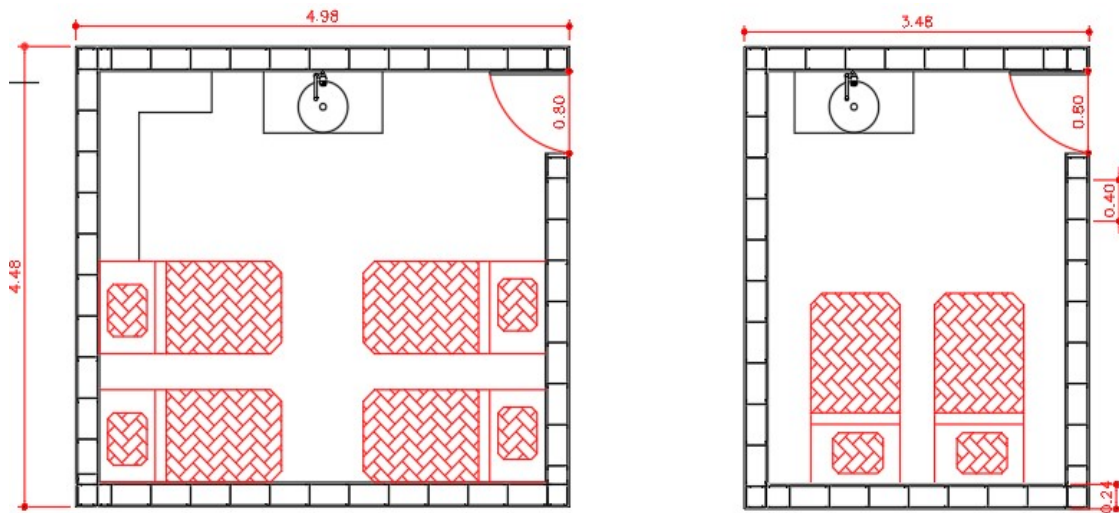
**Figura 14** – Fórmula do consumo mensal (Fonte: Portal Solar, 2020).

As unidades de medidas das grandezas da fórmula são pré-definidas, como energia é medido em kWh sendo o consumo necessário, a potência solar em kW define a quantidade de energia a ser utilizada, o tempo em h determinando a duração da utilização dos equipamentos e o rendimento, um valor adimensional, pré-estabelecido como 1,5 para painéis solares. O resultado deste cálculo é multiplicado por trinta a fim de obter a energia equivalente mensal. Enfim, assim encerra-se a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

## **Resultados e Discussão**

### *Sistema construtivo*

O trabalho desenvolvido tem como resultado um estudo de como aplicar o método construtivo a um projeto emergencial que necessita de uma rápida montagem, de materiais leves, resistentes e de fácil transporte. Sendo assim, foi criado no *AutoCad* duas plantas de abrigos emergenciais, uma com área suficiente para quatro pessoas e outra com área para duas pessoas.



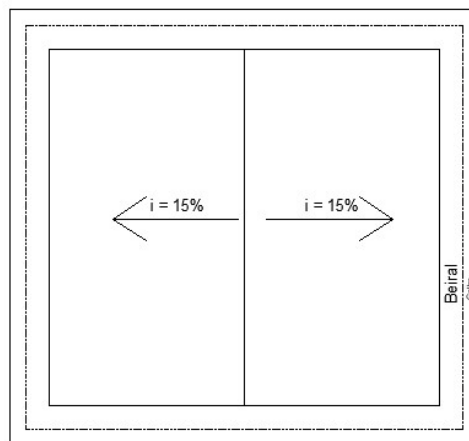
**Figura 15** – Plantas dos abrigos emergenciais (Fonte: Próprio Autor).

A projeto para quatro pessoas (à direita na Figura 15) possui uma metragem privativa de 18 m<sup>2</sup>, totalizando 4,5 m<sup>2</sup> por pessoas e superando a recomendação de no mínimo 3 m<sup>2</sup> por pessoas em abrigos. Já o projeto para duas pessoas (à esquerda na Figura 15) possui uma metragem privativa de 12 m<sup>2</sup>, totalizando 6 m<sup>2</sup> por pessoa e, também, superando os 3 m<sup>2</sup> mínimos.

A princípio, a ideia foi realizar a otimização de áreas, pois quantos mais pessoas abrigadas, sem ultrapassar o mínimo de 3m<sup>2</sup> por pessoa, é melhor. Porém, como o projeto necessitará da construção de radier ou da utilização de áreas concretadas já existentes, foi mantida a dimensão vertical em 4,48 m para ambos os projetos, visando facilitar a organização e possível construção dos acampamentos de desabrigados.

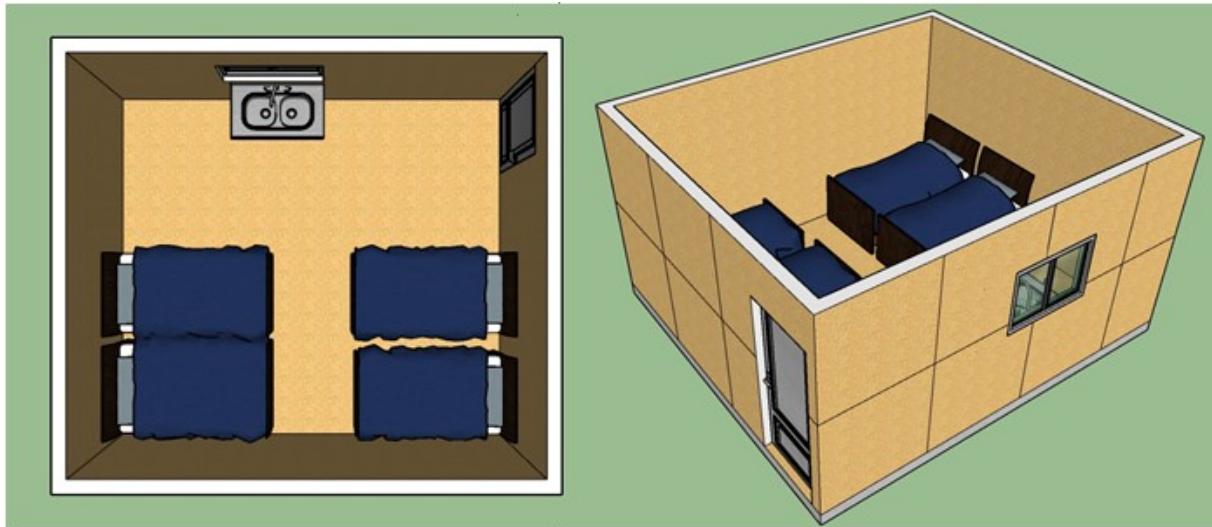
Ainda a respeito da planta baixa, as espessuras das paredes foram determinadas em 24 cm, contando a utilização de painéis OSB de 2 cm (com revestimentos) interna e externamente, mais o conjunto montante e guia de 20 cm. Além disso, foram utilizados montantes com perfis U separados à 40 cm entre eixos, pois segundo as pesquisas, esta é a medida usual mais conservadora (Craсто, 2005).

Antes de partir para a modelagem 3D, ainda foi realizado o esboço da cobertura com as suas devidas inclinações. Como foram utilizadas telhas metálicas, a declividade adotada foi de 15%, o que resultou em uma cumeeira a uma altura de 0,42 cm a partir da guia superior, no abrigo para 4 pessoas.



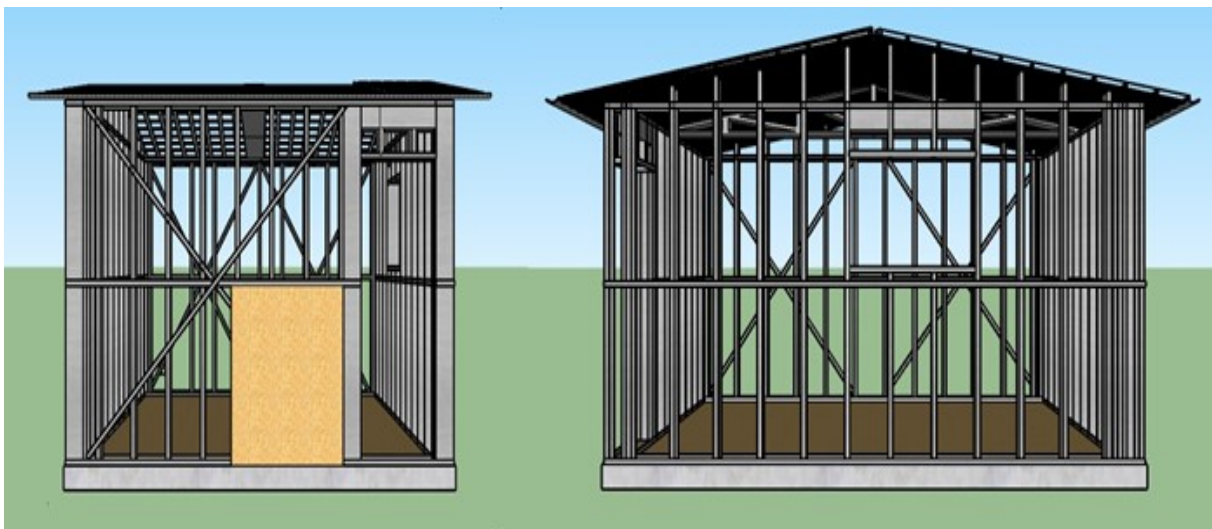
**Figura 16** – Cobertura do abrigo de 18 m<sup>2</sup> privativos (Fonte: Próprio Autor).

Após expor os resultados do projeto da planta baixa, é essencial partir para a modelagem 3D. Conforme dito anteriormente, a modelagem foi realizada no *software Sketchup* e foi dividida em duas etapas. A primeira foi a modelagem arquitetônica, mostrando as disposições do mobiliário, o espaço interno de circulação e as paredes revestidas com as placas OSB.

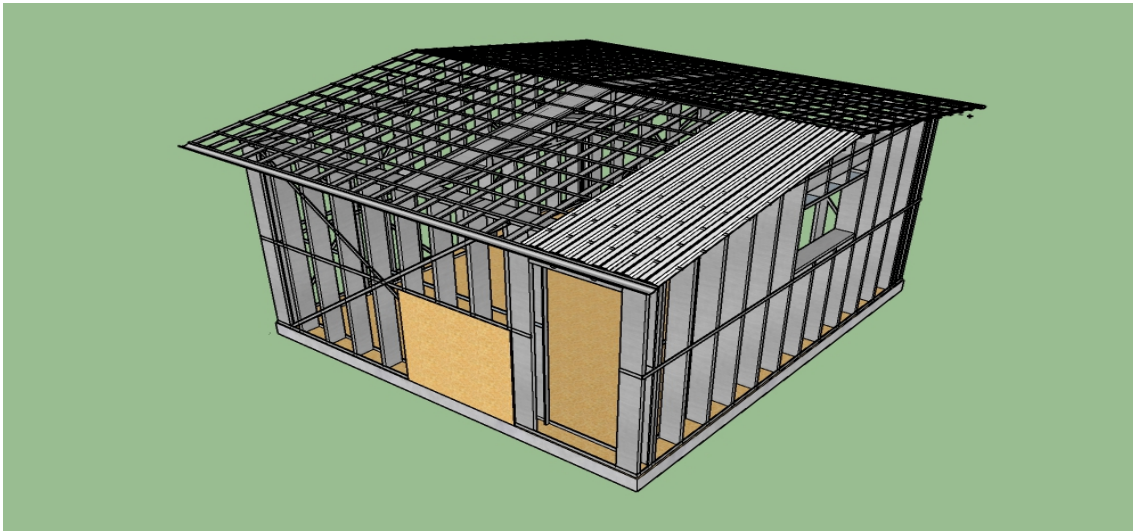


**Figura 17** – Modelagem 3D arquitetônica do abrigo de 18 m<sup>2</sup> privativos (Fonte: Próprio Autor).

Já a segunda etapa consistiu em modelar a estrutura de *Light Steel Framing*, buscando representar todos os componentes construtivos, como as guias inferiores, as guias superiores, os montantes, os contraventamentos, as ombreiras, as vergas, os montantes de composição, a tesoura, o oitão de fechamento de cobertura e as calhas. Para não sobrepor totalmente a estrutura, ainda foi representada uma placa OSB e uma telha metálica.



**Figura 18** – Modelagem 3D da estrutura *Steel Framing* do abrigo de 18 m<sup>2</sup> privativos (Fonte: Próprio Autor).



**Figura 19** – Modelagem 3D da estrutura *Steel Framing* do abrigo de 18 m<sup>2</sup> privativos (Ampliação da vista) (Fonte: Próprio Autor).

### *Painéis Fotovoltaicos*

Para obter a quantidade necessária de painéis solares a serem utilizados tanto no refeitório, quanto nos abrigos, é preciso listar os equipamentos elétricos existentes, a fim de obter o valor mínimo de consumo mensal. No estudo, foi considerado a existência de uma geladeira de 60 kWh/ mês com um alto consumo para atender toda a população dos alojamentos, um forno elétrico de 20 kWh/ mês e um micro-ondas de 20 kWh/ mês e lâmpadas LED de até 20W por hora, considerando ligadas 24 horas todos os dias do mês, obtemos 15 kWh/ mês. Com essas informações obteve-se cerca de 115 kWh/ mês como média de potência solar (Portal Solar, 2020). Utilizando a fórmula apresentada anteriormente (Figura 20), obtemos os cálculos conforme a Figura 18.

$$\begin{aligned} \text{Energia} &= 115 * 1,5 \\ \text{Energia} &= 172,5 \text{ kWh / mês} \end{aligned}$$

**Figura 20** – Cálculo de energia de consumo mensal (Fonte: Próprio Autor).

Realizando o cálculo mínimo de energia de consumo mensal, podemos definir as quantidades e o modelo de placas solares a serem considerados, escolhendo o painel solar de 33 W, um modelo comercial usual mais indicado com potência de 32,50 kWh/ mês. Serão necessários, no mínimo, seis painéis solares para cada refeitórios. Já quanto aos abrigos, eles estão planejados para possuir apenas uma lâmpada LED, ou seja, a cada dois abrigos montados haverá o aumento de uma placa solar.

Estes foram os resultados do trabalho sobre abrigos emergenciais, que visou implantar um método construtivo de rápida montagem, seguro, resistente e reutilizável. Além disso, ainda teve como objetivo a autossuficiência em sua utilização, com dimensionamento do número de placas solares para abastecer as unidades habitacionais e, também, as de uso comunitário, como os refeitórios.

### **Conclusões**

Este artigo apresentou conceitos sobre os desastres naturais, mostrando suas causas e efeitos a saúde da população. Estes efeitos foram exemplificados citando ocorrências no Brasil e destacando os prejuízos financeiros e, principalmente, os danos humanos. Com estas

informações expostas, o fato de se preocupar com as ações pós-desastre se justifica e se mostra importante no âmbito não somente acadêmico, mas também, no que diz respeito as ações governamentais. A estas instituições fica a sugestão de criar não somente parâmetros para projetos residenciais, mas para incorporar em seus planos gestores medidas de ações quanta a infraestrutura de uma rápida construção para atender, o mais brevemente possível, os desabrigados em caso de emergência.

Saindo da questão de gestão, este artigo mostrou a importância que os abrigos temporários tiveram desde a antiguidade e que ainda continuam sendo desenvolvidos ao redor do mundo. Os diversos sistemas construtivos desses abrigos enriquecem o desenvolvimento de soluções, já que cada modelo tem suas particularidades e suas vantagens.

Este trabalho então, buscou um projeto menos vistoso, do ponto de vista arquitetônico, porém com uma estrutura que permite uma adaptabilidade muito grande as situações adversas. Portanto, os métodos construtivos foram apresentados e aplicados a um projeto base de um abrigo emergencial.

Sendo assim, este artigo focou no histórico dos abrigos emergenciais ao redor do mundo, nas recomendações de projeto, no sistema construtivo em *Light Steel Framing*, e na geração de energia solar, porém não apresentou cálculos estruturais e orçamentários, permitindo que novas pesquisas deem continuidade a este projeto que pode ajudar no amparo de muitas vidas.

## **Referências Bibliográficas**

ANDERS, G.C. **Abrigos Temporários de Caráter Emergencial**. São Paulo: USP, 2007. 119p.

BARROS, V.V.B. **Estruturas Em *Light Steel Framing*: Projeto E Dimensionamento Em Softwares 3d**. Uberlândia: UFU, 2017.

BASTOS, E.F. **Caracterização Física E Mecânica De Painel De OSB Do Tipo Form**. Campinas: UNICAMP, 2009. 131 p.

BERTONE, P. MARINHO, C. **Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento**. Brasília: CONSAD Nacional, 2013.

BLUE SOL. Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica**.

CRASTO, R.C.M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: *Light Steel Framing***. Ouro Preto: UFOP, 2005.

CBCA. **Construção industrializada é o futuro da construção civil**. Revista Congresso Latino-americano Steel Frame, 2015.

DIENSTMANN, G. **Energia Solar: Uma Comparação de Tecnologias**. Porto Alegre: UFRS, 2009. 92 p.

DISTASIO, C. **Shelter Pack emergency homes compress to 31-inch-tall slabs for easy transport**. Inhabitat, 2016.

FREITAS, C. M. SILVA, D.R.X. SENA, A.R.M. SILVA, E.L. SALES, L.B.F. CARVALHO, M.L. MAZOTO, M.L. BARCELLOS, C. COSTA, A.M. OLIVEIRA, M.L.C. CORVALÁN,

**C. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil.** Rio de Janeiro: Ciência e saúde coletiva, 2014.

JUNQUEIRA, M.G. **Abrigo Emergencial Temporário.** Presidente Prudente: FCT/UNESP 2011.

KOBIYAMA, M. MENDONÇA, M. MORENO, D.A. MACELINO, I.P.V.O. MARCELINO, E.V. GONÇALVES, E.F. BRAZETTI, L.L.P. GOERL, R.F., MOLLERI, G.S.F. RUDORFF, F.M. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos.** 1. ed. Curitiba: Editora Organic Trading, 2006.

MELLO, L. F. ZANETTI, V. PAPALI, M. A. **Brasil, Éden desmoronado: desastres naturais no Brasil.** São Paulo: Contemporâneo Ambiente, 2014.

MORI, L. **Impunidade: 5 grandes tragédias brasileiras em que ninguém foi responsabilizado criminalmente.** São Paulo: BBC News Brasil, 2019

PEDROSO, S. P. FRANCO, G. A. BASSO, G. L. BOMBONATO, F. A. **Steel Frame Na Construção Civil.** 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014.

PORTAL SOLAR. **Quantos Painéis Solares Preciso Para uma Residência.** 2020.

ROBAINA, L. E. S. **Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil.** Santa Maria: Ciência e Natura, 2008, p. 93-105.

SHADECK, R. **A atuação da secretaria nacional de defesa civil (SEDEC) na gestão de riscos e resposta a desastres naturais.** Brasília: CONSAD Nacional, 2013.

## Anexos

### Anexo I

<b>Recomendações de Projeto (Check List)</b>			
	<b>Recomendações</b>	<b>Recomendações previstas no projeto e aplicadas</b>	<b>Recomendações previstas no projeto porém com aplicação sujeita ao local</b>
1	Os abrigos deverão ser de baixo-custo, visando sempre à utilização de materiais e mão-de-obra locais. Quando importados ou industrializados, sempre buscar <b>materiais de baixo custo, resistentes, leves e de fácil transporte</b>	X	
2	As unidades deverão ser de tamanho variável, com conforto térmico de acordo com a localidade	X	
3	Tentar se adequar a cultura das vítimas	X	
4	Construídos em locais espaçosos, que possua drenagem, fácil acesso e proteção contra ameaças naturais		X
5	É essencial que os abrigos tenham caráter único e exclusivamente temporário	X	
6	A topografia deve ser adequada à drenagem do terreno		X
7	O terreno de ser coberto com vegetação baixa, para evitar a formação de lama, mas também não deve ter vegetação alta, pois pode servir de tocas para animais		X
8	O local deve ser seguro, afastado das áreas de risco ocasionadas pelo desastre		X
9	Devem ser afastados de áreas comerciais e industriais, pois a poluição, ruídos, odores, entre outros, pode ser um fator de complicação para a recuperação das vítimas		X
10	O projeto do acampamento deve prever uma área de 3 a 4 hectares para cada mil desabrigados		X
11	O terreno deve ter fácil acesso		X
12	O acampamento deve ter sua área dividida em duas, uma para as estruturas residenciais e outra para as estruturas comunitárias	X	
13	Há necessidade da construção ou alocação de um reservatório de água para abastecimento do abrigo, porém a água potável pode ser redistribuída em reservatórios de 200 litros, que deve abastecer até 4 famílias	X	
14	As unidades de abrigo deverão estar 3 m espaçadas entre si e os arruamentos devem conter no mínimo 10 m de largura	X	
15	Materiais inflamáveis, o distanciamento deve ser de 8 m entre as unidades	X	
16	Os depósitos de lixo devem ser alocados em locais cujo vento não traga odores para o acampamento e as latas de lixo devem ter entre 50 e 100 litros para cada 4 ou 8 unidades de abrigo (devem ser colocadas fora do alcance de animais)	X	
17	É necessária a construção de valas de drenagem no perímetro do abrigo e das estradas, para evitar a formação de lama	X	
18	Os banheiros devem ser construídos a uma distância razoável dos abrigos e os vasos sanitários consistem na proporção de uma unidade para cada duas famílias	X	
19	Cada campo de abrigados deve conter no máximo 1.000 pessoas, após isso se devem dividir as famílias e duas áreas distintas, isso ocorre como maneira de conter doenças infecciosas		X
20	Os abrigos devem disponibilizar, aproximadamente, 18 m <sup>2</sup> para famílias de 6 pessoas, portanto, dentro do abrigo o espaço mínimo por pessoa não deve ser inferior à 3 m <sup>2</sup>	X	
21	É interessante haver abrigos de tamanhos variáveis para atender os diferentes grupos familiares	X	
22	Nas regiões de clima frio devem ser disponibilizados dispositivos aquecedores	-	
23	É indispensável que haja ventilação nos abrigos	X	