

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GUILHERME ANTÔNIO BATISTOTI FILHO
VERÔNICA DE FÁTIMA MACHADO SILVA

PROPOSTA DE PROJETO PARA MORADIAS DE EMERGÊNCIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2017

GUILHERME ANTÔNIO BATISTOTI FILHO
VERÔNICA DE FÁTIMA MACHADO SILVA

PROPOSTA DE PROJETO PARA MORADIAS DE EMERGÊNCIA

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. José Alberto Cerri

CURITIBA
2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE PROJETO PARA MORADIAS DE EMERGÊNCIA

Por

GUILHERME ANTÔNIO BATISTOTI FILHO
VERÔNICA DE FÁTIMA MACHADO SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 29 de junho de 2017, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – José Alberto Cerri, Dr.
UTFPR

Profa. Celimar Azambuja Teixeira, Dra.
UTFPR

Profa. Christine Laroca, Dra.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela forma que tudo aconteceu, mesmo por não ter saído como eu planejei e muitas vezes ter ficado extremamente frustrada com o rumo das coisas, devo admitir que tudo aconteceu na mais perfeita harmonia e exatamente no momento certo.

Aos meus pais por me ajudarem financeiramente, por serem compreensivos e não me pressionarem em nenhum momento da minha vida acadêmica.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ao corpo docente que me ajudou a adquirir o conhecimento para chegar até aqui e ao meu professor orientador que norteou nos momentos que estivemos perdidos.

Aos meus amigos que me deram momentos inesquecíveis e mostraram para a menina tímida do interior de São Paulo que a universidade não é um ambiente cheio de *bullying* da qual ela estava acostumada a enfrentar. Em especial agradeço aos meus amigos Alexsander Abreu, Bruna Couto, Camila Poglitsch, Felipe Pereira, Fernanda Lukasevicius, Thiago Carvalho e Victor Saab, vocês não têm ideia do quanto vocês me ajudaram nesse último ano, obrigada por todo o suporte que vocês me deram nessa fase sombria.

Ao meu psicólogo Allan Mohr, que tem me ajudado a me encontrar e me ensinou que não há nada de errado em pedir ajuda quando se precisa.

Por fim agradeço ao meu melhor amigo e parceiro do TCC Guilherme Batistoti, faço minha as suas palavras, sem você eu não teria um tema para o TCC, obrigada por todo o carinho, paciência, dedicação, caronas, conversas e colo. Obrigada de verdade Gui, você não sabe o quanto eu me sinto orgulhosa de ser amiga de uma pessoa tão generosa igual a você.

RESUMO

BATISTOTI, Guilherme Antônio; SILVA, Verônica de Fátima Machado. Proposta de projeto para moradias de emergência. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Desastres hídricos resultados pelo desequilíbrio ambiental vêm colocando milhares de brasileiros na situação de desabrigados todo ano. Atualmente a solução utilizada pelo Estado para assistir os cidadãos desabrigados não atende a necessidades básicas de segurança e conforto, prejudicando a transição dos prejudicados de volta a rotina anterior ao desastre. Dessa maneira, o presente trabalho avaliou diversos projetos de moradias de emergência ao redor do mundo e, após levar em consideração singularidades nacionais, criou um projeto utilizando a estrutura de um container modelo High Cube 40' que proporcione segurança, conforto, dignidade aos usuários e, ao mesmo tempo, seja de fácil transporte e aplicação em situações de desastres hídricos.

Palavras-chave: Desastres hídricos. Moradia de emergência. Container High Cube 40'.

ABSTRACT

BATISTOTI, Guilherme Antônio; SILVA, Verônica de Fátima Machado. Project proposal for emergency housing. 2017. Final work for the Civil Engineering Undergraduating course – Federal University of Technology – Paraná. Curitiba, 2017.

Water disasters resulting from the environmental instability have put thousands of Brazilians in a situation of homelessness every year. The current solution used by the State to assist homeless citizens does not meet basic needs of security and comfort, damaging the transition of those harmed people back to the pre-disaster routine. For those reasons, this research evaluated several emergency housing projects around the world and, after considering national singularities, created a project using the structure of a container High Cube 40' model that provides safety, comfort, dignity to the users and at the same time, be easy to transport and apply in situations of water disasters.

Palavras-chave: Water disasters. Emergency Housing. Container High Cube 40'.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição macrorregional das ocorrências de alagamentos em 2013 ...	10
Figura 2 - Distribuição macrorregional das ocorrências de enxurradas em 2013.....	10
Figura 3 - Distribuição macrorregional das ocorrências de chuvas intensas em 2013	11
Figura 4 - Distribuição macrorregional das ocorrências de inundação em 2013.....	11
Figura 5 - Distribuição da população desabrigada, por município.....	13
Figura 6 – Desastre do Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina.....	14
Figura 7 - Distribuição da população desabrigada, por município.....	15
Figura 8 - Desastre da região serrana do Rio de Janeiro.....	16
Figura 9 – Tenda Beduína.....	18
Figura 10 – Cabana Yurt.....	19
Figura 11 – Abrigo Nissen Hut.....	20
Figura 12 – Abrigo Liina.....	23
Figura 13 – Diagrama de montagem do abrigo Liina.....	23
Figura 14 – Abrigo Ex-Container.....	24
Figura 15 – Residência modular em aço.....	25
Figura 16 – Abrigo modular de concreto armado.....	25
Figura 17 – Abrigo protótipo Puertas.....	26
Figura 18 – Tendões fornecidas pela Defesa Civil.....	28
Figura 19 – Construção de moradia de emergência TETO.....	30
Figura 20 – Conjunto residencial do programa “Minha Casa Minha Vida”.....	31
Figura 21 - Componentes da estrutura principal de um container.....	33
Figura 22 - Cantoneira genérica utilizada em containers.....	34
Figura 23 - Tamanhos de janelas em moradias.....	39
Figura 24 - Planta baixa modelada no software ArchiCAD.....	40
Figura 25 - a) Perfis Verticais tipo "U", b) Perfis horizontais tipo "U" enrijecido.....	42
Figura 26 - Estruturas metálicas modeladas em ArchiCAD.....	42
Figura 27 - Contraventamento modelado no software.....	43
Figura 28 - Contraventamento modelado no software ArchiCAD, vista interna.....	44
Figura 29 - Detalhes do contraventamento impermeabilizado.....	44
Figura 30 - Detalhe da manta asfáltica no banheiro.....	45

Figura 31 - Detalhes para manta asfáltica na cozinha	45
Figura 32 - Detalhes para placas internas do banheiro	46
Figura 33 - Projeto elétrico sugerido	47
Figura 34 - Tubos de alimentação de água potável da residência	49
Figura 35 - Tubos e válvulas de esgoto recomendados	49
Figura 36 - Vista externa do projeto	50
Figura 37 - Vista interna da cobertura em aço corrugado	51
Figura 38 - Placas sugeridas para forro	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das soluções contemporâneas	28
Tabela 2 – Características High Cube 40'	33
Tabela 3 - Móveis e equipamentos padrão	35
Tabela 4 - Dimensões mínimas de mobiliário.....	36
Tabela 5 - Folha de porta com dentes e batentes inteiros DIN 18101	38
Tabela 6 - Dimensões das janelas	40
Tabela 7 - Simbologia do projeto elétrico	47

SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO.....	8
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS	9
1.1.1 Objetivo Geral	9
1.1.2 Objetivos Específicos	9
1.2 JUSTIFICATIVA	9
2. A NECESSIDADE DE MORADIAS EMERGENCIAIS NO PÓS-CATASTROFE.....	12
2.1 GRANDES DESASTRES NATURAIS NO BRASIL.....	12
2.1.1 Desastre de Santa Catarina, Vale do Itajaí (2008)	13
2.1.2 Desastre da região serrana do Rio de Janeiro (2011).....	14
2.1.3 Legislação e políticas públicas	16
2.2 BREVE HISTÓRICO DAS HABITAÇÕES TEMPORÁRIAS.....	17
2.2.1 Desenvolvimento das habitações transportáveis pelo uso militar	20
2.2.2 Habitações emergenciais	21
2.3 RECOMENDAÇÕES GERAIS	29
2.3.1 Implantação da obra.....	29
2.3.2 Programa mínimo de necessidades	29
3. EXPERIMENTAL.....	31
3.1 SELEÇÃO DA TECNOLOGIA CONSTRUTIVA	32
3.1.1 Container marítimo	32
3.2 DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	34
3.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	35
3.4 SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES.....	41
3.4.1 Estrutura de Steel Frame	41
3.4.2 Contraventamento com placas OSB	43
3.4.3 Impermeabilização	44
3.4.4 Instalações elétricas	46
3.4.5 Instalações hidrossanitárias	48
3.4.6 Cobertura e forro	50
3.4.7 Fundação	52

4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	SELEÇÃO DA TECNOLOGIA CONSTRUTIVA	53
4.1.1	Container marítimo	53
4.2	DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	53
4.3	CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	53
4.4	SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES	53
4.4.1	Estrutura de Steel Frame	54
4.4.2	Contraventamentos com placas OSB.....	54
4.4.3	Impermeabilização	54
4.4.4	Instalações Elétricas	54
4.4.5	Instalações hidrossanitárias	54
4.4.6	Cobertura e forro	55
4.4.7	Fundação	55
5.	CONCLUSÃO.....	56
5.1	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	57

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das alterações do meio ambiente pelo homem a fim de se moldar os meios físicos às necessidades contemporâneas vem provocando significativas mudanças no equilíbrio dos sistemas naturais. Com base nos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) esse desequilíbrio tem sido notado principalmente como fenômenos de mudanças climáticas globais e que no Brasil resultaram em uma intensificação de eventos extremos relacionados às chuvas (IPCC, 2007). Dessa maneira, a Secretaria Nacional de Defesa Civil prevê um aumento significativo no número de pessoas que serão afetadas pela destruição ou dano severo a suas moradias. Muitos dos afetados irão se tornar desabrigados, categoria que define aqueles que, na ausência de relações de parentesco, compadrio e afins que lhes permitam ser acolhido provisoriamente em moradia alheia, dependem exclusivamente da ação do Estado na tomada de providências de reabilitação, num abrigo temporário (CASTRO, 1999). Como exemplos, o estado do Rio de Janeiro, que apenas no mês de março de 2016 registrou 1.763 casos de pessoas desabrigadas e outras 4.330 desalojadas (G1, 2016) e, o Estado do Paraná que registrou em 2014 mais de 56 mil pessoas tiveram suas residências afetadas pelas chuvas (GAZETA DO POVO, 2014).

O problema habitacional causado pelas chuvas não é apenas um problema social de responsabilidade do Estado, uma vez que os reflexos da falta de moradia e dignidade a quais milhares de famílias brasileiras são submetidas todos os anos impactam também a economia brasileira. Apesar de anualmente a Secretaria Nacional de Defesa Civil quantificar os prejuízos materiais sofridos pela população atingida após catástrofes, são incalculáveis as perdas sofridas pela economia nacional devido abstenções, aumento de uso de serviços públicos e consequências sociais.

Atualmente a Secretaria de Proteção e Defesa Civil tem como papel principal reduzir os riscos de desastres, tomar ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação da população. Estas ações ocorrem de forma multissetorial envolvendo os governos federal, estadual e municipal, com ampla participação da comunidade (BRASIL, 2016a). Aos municípios cabe, segundo o Art. 8 da Lei Federal nº 12.608 de 10 de abril de 2012, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança. Entretanto, é notada uma clara dificuldade do

Estado em atuar de maneira eficaz na solução dos problemas habitacionais pós-catástrofes. Esta situação requer pesquisa e desenvolvimento de novos processos e soluções para abrigos provisórios, uma vez que os atuais não atendem os requisitos impostos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é desenvolver um projeto para moradia de emergência, na forma de kit, que possa ser implantado em todo o Brasil, atendendo a Norma Brasileira de Desempenho - NBR 15.575/2013.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Propor um sistema construtivo de fácil transporte, que seu método de montagem seja fácil, que use ferramentas e técnicas simples.
- Propor soluções para instalação hidráulica, sanitária e elétrica que sejam seguras e de fácil montagem.
- Propor um sistema de instalação da habitação no local de uso, desde que a fundação esteja previamente executada.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em um desastre natural, a Defesa Civil oferece amparo para a população desabrigada. No Anuário Brasileiro de Desastres Naturais os desabrigados são identificados como pessoas desalojadas ou cuja habitação foi afetada por um dano ou ameaça de dano e necessita de abrigo, promovido pelo governo (MI, 2014). No último Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, publicado em 2014, mostra que os maiores números de desabrigados foram por inundações sendo 59.023 atingidos, alagamento com 44.330, chuvas intensas com 25.585 e enxurradas com 17.266.

As maiores ocorrências de alagamentos, enxurradas e chuvas intensas segundo o Ministério da Integração Nacional (MI, 2014) foram registradas no Sudeste e no Sul. Para distribuição de inundações, novamente a região Sul figura entre as mais afetadas, junto com o Sudeste e a região Norte. Na Figura 1 observa-se os

valores em porcentagem da distribuição macrorregional das ocorrências de alagamento no Brasil em 2013.

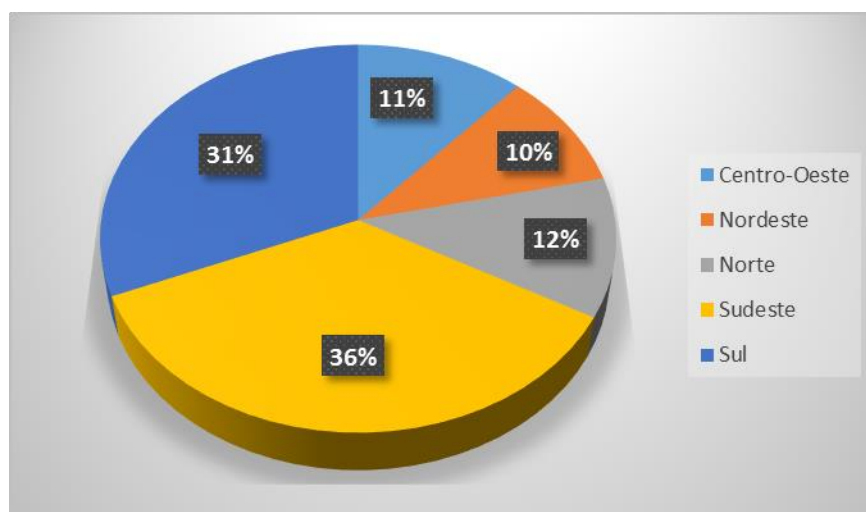


Figura 1 - Distribuição macrorregional das ocorrências de alagamentos em 2013

Fonte: Adaptado de MI, 2014

Pode-se observar que as ocorrências de alagamentos foram maiores na região Sudeste (36%) e Sul (31%). Na Figura 2 observa-se os valores em porcentagem distribuição macrorregional das ocorrências de enxurradas no Brasil em 2013.

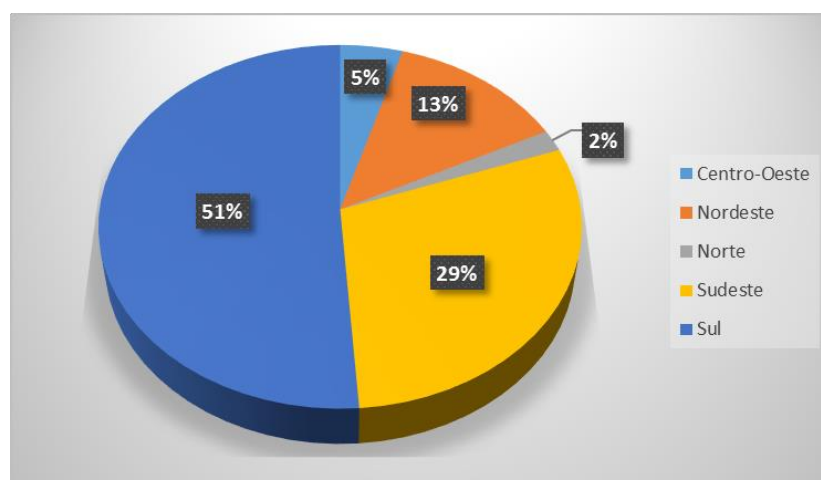


Figura 2 - Distribuição macrorregional das ocorrências de enxurradas em 2013

Fonte: Adaptado de MI, 2014

Observa-se que as ocorrências de enxurradas foram maiores na região Sul (51%) e Sudeste (29%). Na Figura 3 observa-se os valores em porcentagem distribuição macrorregional das ocorrências de chuvas intensas no Brasil em 2013.

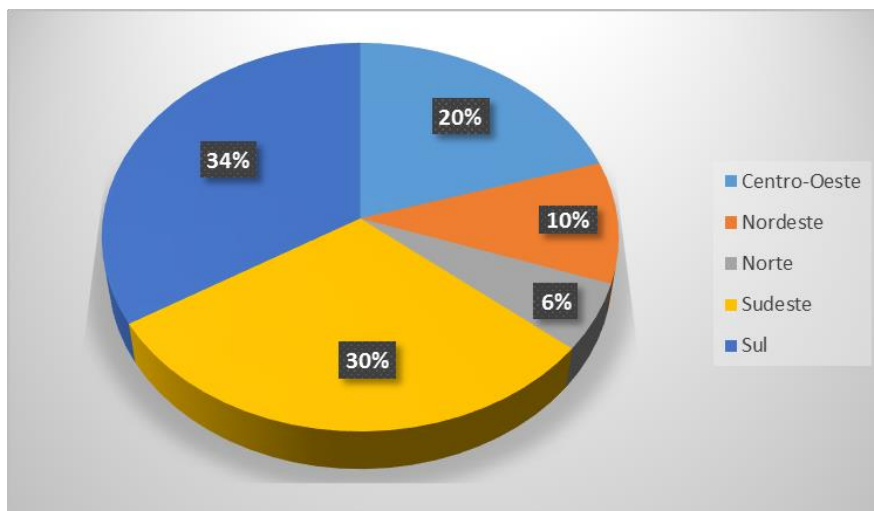


Figura 3 - Distribuição macrorregional das ocorrências de chuvas intensas em 2013

Fonte: Adaptado de MI, 2014

Nota-se que as ocorrências de chuvas intensas foram maiores na macrorregião Sul (34%) e Sudeste (30%). Por fim na Figura 4 percebe-se os valores em porcentagem distribuição macrorregional das ocorrências de inundação no Brasil em 2013.

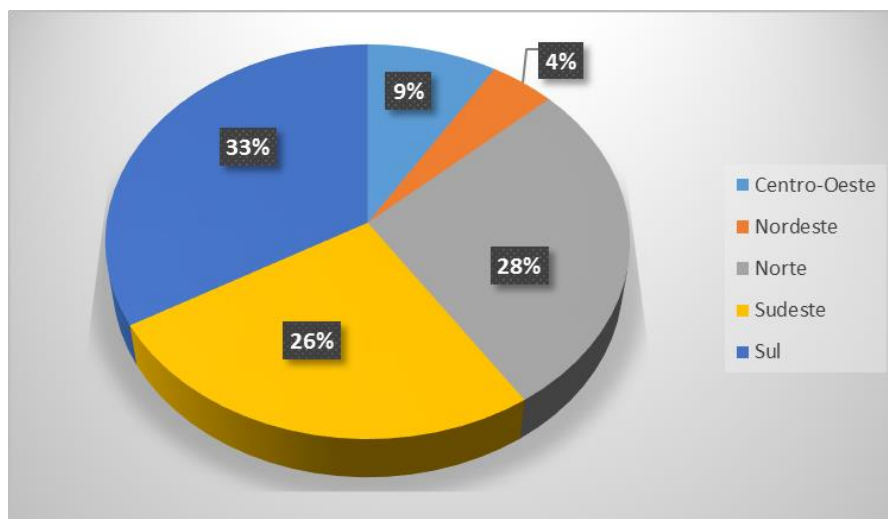


Figura 4 - Distribuição macrorregional das ocorrências de inundação em 2013

Fonte: Adaptado de MI, 2014

Percebe-se que as ocorrências de inundação foram maiores na região Sul (33%) e Norte (28%).

As populações atingidas perdem todo o esforço de uma vida nesses desastres. Na situação de desamparo que elas se encontram é fundamental oferecer moradias de emergência que proporcione a retomadas das atividades rotineiras e que sejam minimamente confortáveis, já que vão habitá-las até que sua situação se normalize, o que pode demorar alguns meses ou até alguns anos.

2. A NECESSIDADE DE MORADIAS EMERGENCIAIS NO PÓS-CATASTROFE

Os principais conceitos relacionados ao tema trabalhado são apresentados neste capítulo, com dados atuais referentes aos desastres hídricos e suas consequências em diferentes Estados brasileiros, um breve histórico sobre abrigos temporários, abrigos emergenciais e suas soluções ao redor do mundo e algumas diretrizes e requisitos que serão seguidas para a confecção do projeto tido como objetivo neste trabalho.

2.1 GRANDES DESASTRES NATURAIS NO BRASIL

Segundo o Centro Nacional De Monitoramento E Alertas De Desastres Naturais (CEMADEN, 2016) os principais desastres naturais que ocorrem no Brasil estão relacionados tanto pelo excesso de água quanto pela escassez da mesma. Em 1994 alterações climáticas entraram na agenda pública do Brasil por meio de assinaturas na Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e nos Protocolos de Quioto e de Montréal. As assinaturas estabelecem o compromisso dos países envolvidos em coordenar e supervisionar a implementação de soluções sobre mudanças climáticas.

O CEMADEN (2016) menciona que nos períodos de 2007 e 2011 o Brasil se destacou pela ocorrência anual de desastres naturais nunca antes registrados. Em 2008 foi a região do Vale do Itajaí em Santa Catarina, no fim de 2009 e início de 2010 as regiões atingidas foram Angra dos Reis e Ilha Grande no Rio de Janeiro, ainda em 2010 os estados de Pernambuco e Alagoas sofreram com enchentes e alagamentos e em 2011 a região afetada pelas fortes chuvas foi a região serrana do Rio de Janeiro.

Em julho de 2011 após o desastre no estado do Rio de Janeiro, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), que tem como objetivo principal realizar monitoramentos e emitir alertas em desastres

naturais, salvando vidas e diminuindo a vulnerabilidade social e econômica. A seguir serão abordados os dois maiores desastres naturais ocorridos no Brasil, ambos aconteceram dentro do período de 2007 e 2011.

2.1.1 Desastre de Santa Catarina, Vale do Itajaí (2008)

No período de novembro de 2008 a janeiro de 2009 o estado de Santa Catarina recebeu um grande volume de precipitação pluviométrica, o que se configurou em um dos maiores desastres do estado (BANCO MUNDIAL, 2012). Esse desastre afetou a região litorânea e o Vale do Itajaí, desabrigando e desalojando mais de 80 mil pessoas, obrigando 60 municípios a decretarem situação de emergência e 14 municípios, estado de calamidade pública.

Segundo os Relatórios de Avaliação de Danos (Avadans) da Defesa Civil, as perdas humanas foram de 110 vidas, sendo 97% dos óbitos resultantes de soterramento pós-deslizamento de encostas (BANCO MUNDIAL, 2012), uma vez que a região tem solo de composição argilosa e quando saturado sua ruptura tende a ser abrupta. O mesmo relatório informou que 38.261 habitantes ficaram desabrigados, vê-se na Figura 5 a distribuição de desabrigados nos municípios de Santa Catarina.

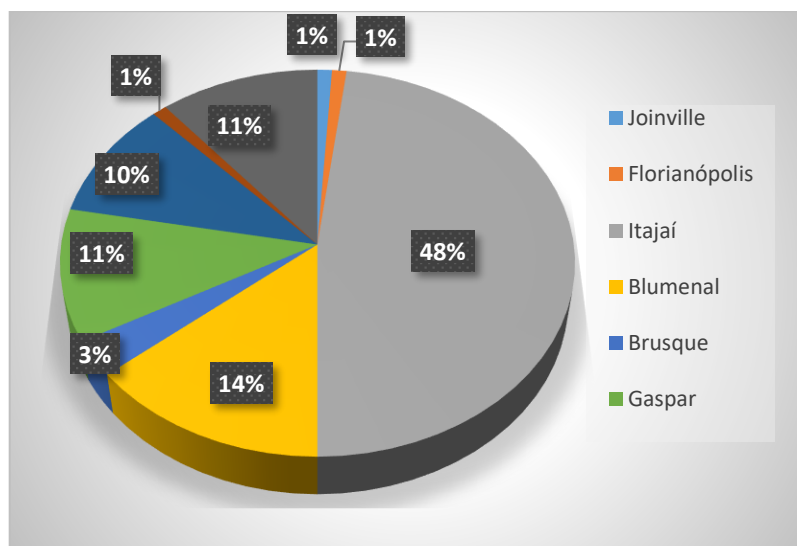


Figura 5 - Distribuição da população desabrigada, por município

Fonte: Adaptado BANCO MUNDIAL, 2012a

Explicita-se como Itajaí foi a área com maior contingente afetado, acumulando 48% dos casos.



Figura 6 – Desastre do Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina

Fonte: PENSAMENTO VERDE, 2014

As dimensões do desastre em Itajaí podem ser observadas na Figura 6, nota-se que grande parte da cidade ficou embaixo d'água.

2.1.2 Desastre da região serrana do Rio de Janeiro (2011)

Em janeiro de 2011, na região serrana do Rio de Janeiro ocorreu um dos maiores desastres naturais registrado no Brasil. A ocorrência de 10 horas de chuvas intensas desencadeou mais de 50 deslizamentos naturais ou induzidos de taludes, sendo considerados eventos geológicos e hidrológicos de larga escala (MI, 2016).

Foram 12 municípios atingidos: Angra dos Reis, Areal, Bom Jardim, Bom Jesus do Itabapoana, Nova Friburgo, Paraty, Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis, Três Rios (BRASIL, 2016b). Segundo o MI (2012, p.63)

O 'Megadesastre' provocou 912 mortes e deixou mais de 45.000 desabrigados e desalojados, caracterizando-se como o maior desastre registrado no Brasil e consolidando, infelizmente, a Serra Fluminense como a região brasileira com o maior quantitativo de vítimas fatais provocadas por desastres naturais (40% do total nacional entre 1988 e 2012)

Vê-se na Figura 7 a distribuição geográfica de desabrigados nos municípios do estado do Rio de Janeiro.

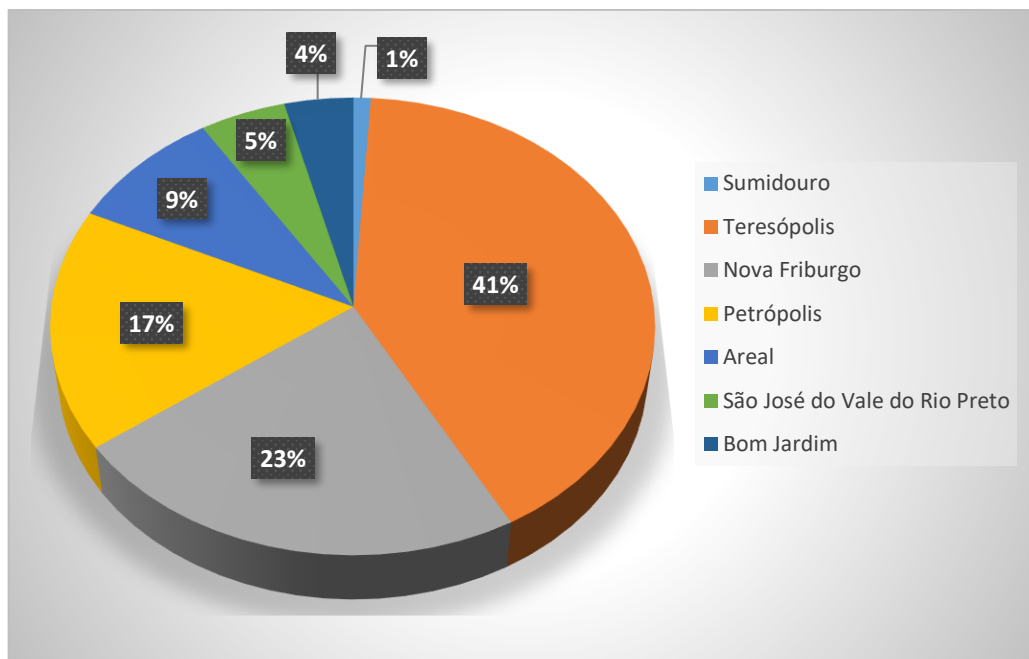


Figura 7 - Distribuição da população desabrigada, por município

Fonte: Secretaria Nacional da Defesa Civil e Defesa Civil do Rio de Janeiro

Na Figura 7 nota-se que a cidade mais atingida foi Teresópolis (41%) e também que dos 12 municípios atingidos, 7 tiveram a população desabrigada devido ao desastre.

Cinco anos após o desastre, de acordo com o jornal G1 (2016), o governo do Rio de Janeiro ainda não havia entregue 2.628 moradias das 4.573 prometidas. Em Teresópolis, 1.600 dessas moradias estão prontas, mas não podem ser entregues pois necessitam de um viaduto na BR-166 para dar acesso à essas unidades. As famílias de Areal e Sumidouro, que não receberam casas, vivem com aluguel social, auxílio que é oferecido à todas as cidades afetadas ajudando mais de três mil famílias. Conforme G1 (2016):

Foram entregues ao todo 1.945 moradias - 1.857 para Nova Friburgo, 50 para Petrópolis, 28 para Bom Jardim e 10 para São José do Vale do Rio Preto. [...] De acordo com o Estado, as próximas unidades previstas são 204 casas modulares em Areal; 194 em Bom Jardim; 480 apartamentos no Terra Nova, em Friburgo; 740 em Teresópolis; e 150 unidades em Sumidouro.

Observa-se na Figura 8 os impactos provocados pelo desastre na região serrana do Rio de Janeiro.



Figura 8 - Desastre da região serrana do Rio de Janeiro

Fonte: O GLOBO, 2015

Nota-se os inúmeros deslizamentos ocorridos na região. Outro ponto visível é a quantidade de casa construídas ao longo da encosta, isso aconteceu pela saturação do solo, quando isso ocorre o solo se comporta como um fluido.

2.1.3 Legislação e políticas públicas

Após a ocorrência dos mais variados desastres naturais no Brasil, o Governo Federal notou a necessidade de estabelecer responsabilidades para atendimento à população desabrigada. Em 2005 o Brasil foi um dos 168 países a assinar o Marco de Ações Hyogo, contrato que estabelece que os países envolvidos irão se comprometer com medidas de prevenção a desastres. Entretanto, a primeira ação foi tomada apenas em abril de 2012, com a aprovação da Lei federal nº 12608 na qual diretrizes básicas de prevenção e resposta a desastres naturais foram estabelecidas.

A Lei nº 12608 de 2011, tem por finalidade determinar, impor e obrigar atitudes do Estado em casos de desastre, mesmo que o foco seja a prevenção. O interessante dessa lei é a imposição da responsabilidade aos municípios, pelo artigo 8º, itens VII e XVI, que estabelecem, respectivamente:

Item VII: organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;

Item XVI: prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres

Com as imposições a garantia de abrigo temporário aos desabrigados vítimas de desastres naturais é um direito irrevogável e deve ser cedido pelo Estado por meio da atuação dos municípios. A lei também estabelece por meio do item XV do mesmo artigo, que os municípios devem estimular a participação de entidades privadas e associações de voluntários na assistência de vítimas. Resumidamente, a Lei federal nº 12608 estabelece um ambiente propício a pesquisa e desenvolvimento de novos modelos de abrigos temporários.

2.2 BREVE HISTÓRICO DAS HABITAÇÕES TEMPORÁRIAS

O nomadismo é conhecido por ser característica marcante das civilizações antigas, que migravam incessantemente em busca de terras férteis para manterem sua subsistência. Algumas civilizações se mantiveram nômades durante séculos, entretanto, a domesticação dos animais e o desenvolvimento de técnicas mais avançadas na agricultura trouxeram um novo estilo de vida, o estilo dos assentamentos permanentes (NOLLI et al, 2016). Apesar do novo estilo ter sido adotado por grande parte das civilizações, muitos foram os povos que se mantiveram nômades, alguns por necessidades e outros por opção (devido a cultura ou facilidade proporcionada por esse estilo de vida nas regiões que se encontravam).

Esse estilo de vida foi o responsável pelo surgimento das tendas nômades e essas, por sua vez, podem ser consideradas as precursoras dos abrigos temporários. Vários desafios enfrentados pelos povos nômades para confecção de seus abrigos são também enfrentados para o desenvolvimento de abrigos temporários contemporâneos já que ambos devem ser duráveis, apresentar facilidades para transporte e devem prover proteção as intempéries atmosféricas (ANDERS, 2007)

Dezenas são os exemplos de habitações temporárias desenvolvidas por civilizações antigas, cada qual com suas especificidades, seguindo as condições impostas pelo clima e topografia local. Entre as mais diversas formas de habitações desmontáveis, tem-se dois exemplos que mostram da melhor maneira a adaptação dos povos antigos às intempéries locais, são elas: as tendas dos povos asiáticos e as tendas dos povos nômades do deserto norte-africano.

As tendas dos povos nômades ao Norte da África foram desenvolvidas ao longo de milhares de anos. Por se tratar de uma região com clima e topografia extremos, as habitações têm papel fundamental na sobrevivência da população e animais frente a esse ambiente (ANDERS, 2007). Apesar do grande número de povos nômades norte africanos, existe uma tribo que consegue manifestar de maneira simples e geral as principais características do modo de vida das tribos africanas.

Os beduínos são uma tribo milenar e que mantém seu modo de vida transitória até os dias de hoje, devido a suas atividades pastoris, deslocam seus rebanhos de cabras e camelos para pastagens mais frescas frequentemente. Esse modo de vida de alta rotatividade local junto com as determinantes climáticas levaram os beduínos a desenvolverem uma tenda de fácil transporte e montagem.

As tendas beduínas são compostas por tiras de um tecido com cerca de 70 cm de largura e formato retangular, que formam uma cobertura resistente a tração exercida por tirantes e prendedores usados na estrutura (JUNQUEIRA, 2011).



Figura 9 – Tenda Beduína

Fonte: SHELTER PUBLICATIONS (1973 apud ANDERS, 2007)

Na Figura 9 nota-se as tiras retangulares de tecido usadas como cobertura, são sustentadas por tirantes cravados no terreno. A região de contato entre o tirante

e o tecido é adaptada para distribuir a tensão proporcionada a cobertura, evitando que a mesma se rasgue. Após a montagem da cobertura, as paredes são suspensas ao redor dos tirantes, essa mobilidade das paredes permite que elas sejam fechadas em caso de tempestades de areia ou abertas para melhor ventilação durante o dia e noite (ANDERS, 2007).

A cultura asiática também possui em suas origens populações nômades e, assim como os povos africanos, precisam resistir as mais severas condições impostas pelo ambiente. Dessa maneira, diversas tribos, desde o Irã até a Mongólia, utilizam a tradicional cabana *Yurt*, mostrada na Figura 10, como abrigo em suas transições por busca de pastagens.

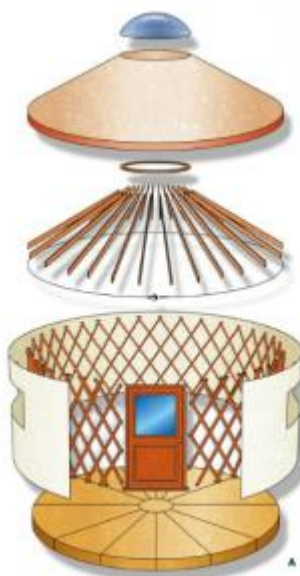


Figura 10 – Cabana Yurt

Fonte: Yurt, 2016

Fator marcante dessa cabana portátil se deve as suas duas características principais: baixo peso para transporte e alta solidez quando montada. A *Yurt* é uma cabana simples com forma circular, estrutura interna de madeira e que raramente ultrapassam a altura de um homem. A parede é uma estrutura treliçada de tiras de madeira com juntas articuladas que assim permitem a contração do painel para transporte e sua expansão durante o uso. A estrutura circular é colocada na parte superior dos painéis de madeira e amarrada à estrutura da porta. Por fim, a cobertura

é composta por uma estrutura de varas presas em uma coroa circular e coberta com tecidos como feltro ou lã, para resistirem ao intenso frio típico da região.

2.2.1 Desenvolvimento das habitações transportáveis pelo uso militar

Devido aos intensos conflitos vivenciados durante o século XX, o crescente número de pessoas envolvidas em operações militares e a escassez de materiais convencionais para construção de abrigos motivou uma necessidade emergencial de estudos e desenvolvimento de habitações transportáveis e temporárias para adequado atendimento à soldados e civis (ANDERS, 2007).

As duas primeiras Guerras Mundiais podem ser classificadas como grandes precursoras do desenvolvimento das habitações transportáveis. O abrigo Nissen Hut, foi desenvolvido em 1916 pelo capitão engenheiro canadense Peter Norman Nissen, permitiu prover habitação para mais de quinhentos mil soldados até o ano de 1917 (ANDERS, 2007). Na Figura 11 observa-se o Abrigo Nissen Hut.

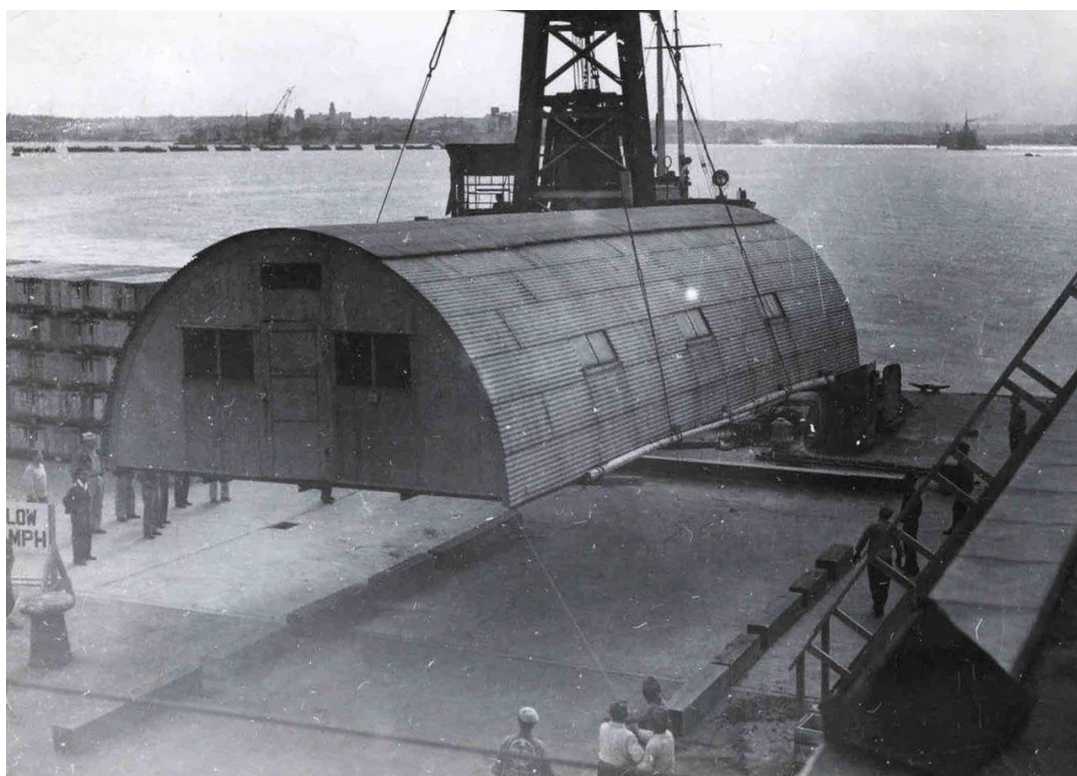


Figura 11 – Abrigo Nissen Hut

Fonte: US Army Corps of Engineers, 1947

O abrigo Nissen Hut era simples por ser produzido com poucos componentes: uma cobertura semicircular e os dois fechamentos, no qual um deles recebe duas janelas e uma porta. A cobertura semicircular e o fechamento eram produzidos a partir de chapas de ferro corrugado e o piso era composto de painéis de madeira apoiados em berços longitudinais. Possui dimensões de 8,2 metros por 4,9 metros e podia ser montado por uma equipe de 4 homens em apenas 4 horas (ANDERS 2007, p. 49). Uma grande facilidade nesse tipo de abrigo, adotado como padrão durante a Segunda Guerra Mundial era o manuseio simples pois precisava apenas de uma chave de boca para ser montado.

O grande aumento do uso de aço para confecção de materiais bélicos durante a Segunda Guerra Mundial tornou o abrigo Nissen Hut inviável durante um grande período da guerra. Devido a esse período de escassez de material, iniciou-se a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para criação de abrigos que usassem materiais disponíveis e de fácil transporte. De qualquer maneira, estavam estabelecidos os principais princípios que norteavam a criação de abrigos: Facilidade de transporte e montagem e fabricação barata.

2.2.2 Habitações emergenciais

A influência das habitações anteriormente apresentadas é percebida em soluções propostas por engenheiros e arquitetos contemporâneos. Entretanto, alguns requisitos tornam-se mais ou menos importantes devido ao caráter emergencial aqui trabalhado. Segundo Kronenburg (1998, apud ANDERS, 2007, p. 57) um abrigo emergencial deve sustentar uma vida, sendo assim, pessoas em situação de pós desastre devem ter acesso a um abrigo de maneira imediata e, qualquer atraso ou falha do Estado, terá influência direta na própria sobrevivência dos indivíduos desabrigados.

No desenvolvimento de projetos de abrigos temporários emergenciais a necessidade repentina de abrigo pela população na situação pós desastre já define alguns dos principais requisitos do projeto. Os abrigos devem utilizar materiais e estruturas de fácil transporte, rápida montagem e desmontagem e, além disso, devem ser apropriados às intempéries locais (ANDERS, 2007).

Outro requisito que pode ser considerado uma necessidade é percebido por Babister (2002 apud ANDERS 2007) e diz respeito sobre a preservação da dignidade

dos indivíduos abrigados. A preservação da dignidade é um elemento menos tangível na concepção de um projeto e reflete a maneira como o abrigo proporcionará privacidade e segurança aos moradores. Dessa maneira, o abrigo deve prover aos moradores opções de controle de entrada e saída, facilitando o restabelecimento da dignidade e proporcionando melhores condições para que os abrigados retornem a suas rotinas.

Uma última observação feita por Anders (2007) é relativa a maneira como a população considera o abrigo disponibilizado. Esse abrigo deve ser capaz de suportar os esforços das vítimas em reconstruir suas vidas, atividades econômicas e atividades sociais, entretanto, deve cumprir esse papel durante um período pré-determinado, evitando tornarem-se atrativos para outro tipo de uso que não o emergencial ou criar uma dependência na relação abrigo-usuário.

a) Soluções contemporâneas

Como algumas necessidades requisitadas em abrigos são similares para diferentes situações emergenciais, diversos arquitetos, agências humanitárias e engenheiros propuseram ao longo dos anos diferentes tipos de soluções. Apesar de serem diversos os tipos de abrigos desenvolvidos, será focado aqui aqueles que são desenvolvidos para serem transportados e montados *in loco*, de maneira geral em forma de *kits* fornecidos pelas autoridades responsáveis.

2.2.2.1 Abrigo Liina

Segundo AALTO UNIVERSITY (2011) o projeto do Liina foi idealizado por estudantes finlandeses, com a finalidade de atender a região de Ararat na Turquia, mas podendo ser utilizado e adaptado para diversas necessidades culturais e situações ambientais. O abrigo foi projetado para atender uma família de 5 pessoas e tem vida útil prevista de 5 anos.



Figura 12 – Abrigo Liina

Fonte: AALTO UNIVERSITY, 2011

O AALTO UNIVERSITY (2011) afirma que o abrigo Liina baseia-se em uma série de painéis pré-fabricados tipo “sandwiches” de madeira com 60 cm de largura, possibilitando que um adulto consiga transportá-lo com facilidade. O abrigo pode ser montado por dois adultos em seis horas sem a necessidade de ferramentas especiais. Depois de montado a área útil pode chegar a 18 m² e mais um espaço externo de 3,5 m², embora o abrigo tenha a possibilidade de aumentar ou diminuir a área com a mobilidade dos quadros. A Figura 13 tem-se o diagrama de montagem do abrigo.

Diagrama de Montagem

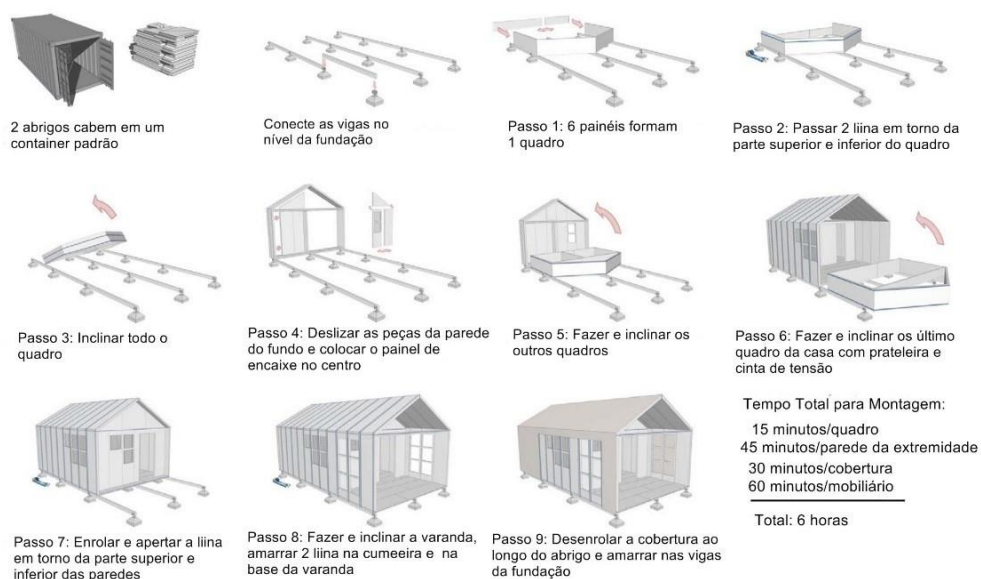


Figura 13 – Diagrama de montagem do abrigo Liina

Fonte: Adaptado de AALTO UNIVERSITY, 2011

2.2.2.2 Abrigo Ex-Container

Segundo MINNER (2011) o *Ex-Container Project* foi desenvolvido pela empresa de arquitetura Yasutaka Yoshimura e, o objetivo era fornecer de maneira rápida um abrigo emergencial para a população do Japão que foi atingida pelo terremoto seguido de tsunami em 11 de março de 2011. Além de ser de fácil transporte, a curto prazo serve como abrigo emergencial por dois anos, porém a longo prazo pode ser convertido em moradia permanente. É mostrado na Figura 14 o abrigo sendo transportado e alocado para uso.



Figura 14 – Abrigo Ex-Container

Fonte: EX-CONTAINER, 2009.

Ex-CONTAINER (2009) apresenta um projeto com duas configurações diferentes: térrea ou vertical. Na configuração térrea chega a ter 28 m² e, na configuração vertical 26 m². O isolamento do teto é feito por espuma de poliuretano e a vedação é feita com chapas de madeira tipo sanduíche.

2.2.2.3 Sistema modular em aço

Segundo PENAZZI *et al* (2014) esse sistema consiste na escolha de perfis comerciais de chapas de aço conformadas a frio e ligações parafusadas, o que facilitam a montagem. A Figura 15 apresenta execução da residência modular em aço.



Figura 15 – Residência modular em aço

Fonte: HABITISSIMO, 2016

A vedação é feita por painéis estruturais tipo sanduiche, nos quais as instalações elétricas e hidráulicas são embutidas. O telhado é composto de telhas termo acústica preenchidas por polietileno expandido.

PENAZZI *et al* (2014) descrevem que essas residências são vendidas em *kits* variando de 48 m² até 50 m², embora algumas empresas possibilitam a ampliação de até 96 m². Geralmente a residência é composta de dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço. A montagem leva de 3 a 4 dias. Na Figura 15 é possível ver uma das etapas da construção desse sistema.

2.2.2.4 Abrigo modular de concreto armado

Foi desenvolvido para atender mãe solteiras de Cutral Có, Argentina, tirando-as da situação de vulnerabilidade em curto prazo. O projeto foi desenvolvido pela 4L ARQ e pode ser visto na Figura 16 (DELAQUA, 2009).



Figura 16 – Abrigo modular de concreto armado

Fonte: DELAQUA, 2009

Segundo DELAQUA (2009), a construção do módulo é feita em uma fábrica, sendo facilmente transportada por caminhões e habitada logo após ser descarregada. Composta de painéis de concreto armado tipo sanduiche, trazem embutidas as instalações elétrica e hidráulica, tem 30 m² de área útil e, possuem um quarto, sala, cozinha e banheiro, permitindo que o módulo seja ampliado. Na Figura 16 vê-se a colocação desses abrigos, que chegam prontos transportados em carretas específicas para o transporte e implantação do abrigo.

2.2.2.5 Protótipo Puertas

Salim Rabí Contreras (JUNQUEIRA, 2011), arquiteto chileno, desenvolveu esse protótipo no Chile, na tentativa de padronizar os materiais utilizados na construção de abrigos de emergência. Na Figura 17 é possível visualizar as proporções do protótipo montado e pronto para uso. Foram utilizados materiais de baixo custo e facilmente encontrados em lojas de materiais de construção do Chile. O projeto tem aproximadamente 14,2 m², usa pallets de madeira e placas OSB (Oriented Strand Board, ou painel de tiras de madeira orientadas) como piso e contra piso. Para a vedação vertical e teto o arquiteto optou pela utilização de portas de madeira da madeireira Chólguan, por ser a maior madeireira no Chile e ser capaz de fornecer os produtos em todo o território do país (JUNQUEIRA, 2011).



Figura 17 – Abrigo protótipo Puertas

Fonte: Plataforma Arquitectura

Para maior eficiência termo acústica o arquiteto Contreras utilizou plástico bolhas acoplado as portas e ao steel frame do telhado. Os resultados de tais medidas foram avaliados e comprovados pelo laboratório de Bioclimática da Universidade do Chile. Esse protótipo pode ser construído em 8 horas por uma equipe de 7 pessoas e tem custo de US\$ 350,00.

2.2.2.6 Barracas fornecidas pela Defesa Civil brasileira

Na ocorrência de um desastre natural, a Defesa Civil é imediatamente acionada, tomando assim medidas necessárias para auxiliar a população atingida. Uma dessas medidas é a instalação de abrigos, segundo o Manual de Administração para Abrigos Temporários (DEFESA CIVIL, 2006). Estas instalações são divididas em permanentes, que são públicas ou privadas e, temporárias, que são transportáveis e adaptadas para essa finalidade.

Atualmente o auxílio da Defesa Civil aos desabrigados é realizado utilizando-se barracas de campanha com área útil de 25 m² e com capacidade recomendada para 10 pessoas. A Ouvidoria do Ministério da Integração Nacional (Órgão responsável pela Defesa Civil) destaca ainda que cada barraca é composta de 3 embalagens individuais para transporte, organizadas da seguinte maneira:

- Embalagem 1: estrutura constituída de barras metálicas e base de material polimérico, peso total de 53 kg e volume de 0,19 m³
- Embalagem 2: piso com kit para reparo incluso e manual, peso total de 31 kg e volume de 0,064 m³
- Embalagem 3: cobertura de lona impermeável, peso total de 48 kg e volume de 0,12 m³

Em casos de clima extremo as barracas podem ser climatizadas (seja com aquecimento ou resfriamento do ar). Pode-se observar pela Figura 18 que o material utilizado para cobertura é feito com uma lona.



Figura 18 – Tendas fornecidas pela Defesa Civil

Fonte: JORNAL PEQUENO, 2013

Para que fique de mais fácil visualização na Tabela 1 observa-se a comparação de cada solução apresentada anteriormente.

Tabela 1 - Comparação das soluções contemporâneas

Soluções	Critérios				
	Transporte	Montagem	Área útil	Sistema Construtivo	Durabilidade
Abrigo Liina	Fácil	Fácil	18 m ²	Painéis pré-fabricados tipo "sanduíches"	5 anos
Ex-Container	Fácil	Fácil	28 m ²	Container	2 anos, podendo virar solução permanente
Sistema modular de aço	Fácil	Fácil	50 m ²	Perfis comerciais de chapa de aço conformadas a frio e ligações parafusadas	Não informado
Abrigo modula de concreto armado	Fácil	Fácil	30 m ²	Concreto armado	Alta
Protótipo Puertas	Fácil	Fácil	14,2 m ²	Placas OSB e pallet de madeiras	Não informado
Barracas fornecidas pela Defesa Civil brasileira	Fácil	Fácil	25 m ²	Barras metálicas e lona impermeável	Não informado

Fonte: Autoria própria, 2017

2.3 RECOMENDAÇÕES GERAIS

Para prover uma residência digna que satisfaça os requisitos básicos de uma edificação residencial os materiais utilizados e os projetos deverão cumprir com requisitos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) e outros requisitos discutidos nesta seção.

2.3.1 Implantação da obra

De acordo com a NBR 15.575 (ABNT, 2013), para edificações ou conjuntos habitacionais com local de implantação definido, os projetos desenvolvidos devem usar como referência as condições geomorfológicas do local avaliando-se sempre os riscos de deslizamento, enchentes, erosões e outros. Será de responsabilidade do município atingido fornecer local adequado para execução das moradias de emergência assim como levar em conta as interações com possíveis construções existentes nas proximidades e fornecer dados hidrológicos e do solo utilizando-se os métodos de investigação previstos nas normas vigentes.

2.3.2 Programa mínimo de necessidades

Um dos principais fatores de uma moradia é sua área útil, no caso de moradias emergências esse fator é indispensável uma vez que, com uma área útil adequada passar pela experiência indesejada de um desastre pode ser menos estressante.

Com uma área útil adequada as necessidades dos usuários, a vítima pode guardar os objetos que conseguiu salvar e as doações recebidas. Na sequência serão apresentadas as áreas úteis dos projetos habitacionais utilizados pela ONG TETO, pelo Programa “Minha Casa Minha Vida” e pela Defesa Civil.

ONG Teto

A organização não governamental TETO está presente na América Latina e Caribe e, no Brasil atua nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Bahia. As ações da ONG TETO (2016) são baseadas na implementação de um modelo de intervenção focado no trabalho solidário com moradores de comunidades de baixo poder aquisitivo.

Construir moradias mais dignas, promover a educação de crianças por meio de oficinas de leitura, formar lideranças comunitárias e envolver toda comunidade em

projetos de melhoria para seus bairros estão entre as atividades realizadas pela ONG (TETO, 2016).

Dentre as atividades, uma delas é a construção de moradias de emergência voltada a pessoas em situação de risco e/ou vulnerabilidade social, a construção é feita com o esforço e dedicação de famílias e voluntários nas comunidades, para atender uma demanda massiva possui um projeto de 18 m² (TETO, 2016).

Essa habitação não tem divisões internas e são construídas com chapas de madeira pregada, as ligações hidráulica e elétrica são responsabilidades do morador. O banheiro não é fornecido pela ONG, cabendo ao morador construí-lo. Geralmente esses são construídos separados da moradia e no tipo fossa, uma vez que geralmente o local não é servido por coleta de esgoto. Na Figura 19 observa-se a construção das moradias de emergência da ONG TETO.



Figura 19 – Construção de moradia de emergência TETO

Fonte: HAN BRAZIL, 2015

Programa Minha Casa Minha Vida

O programa governamental “Minha Casa Minha Vida” viabiliza a construção de unidades habitacionais para famílias com renda de R\$ 1.800,00 até R\$ 6.500,00. Segundo a Caixa Econômica Federal (2016) as unidades habitacionais térreas possuem área mínima de 32 m² (sem área de serviço computada) e, em caso de

acessibilidade incluída, possuem área mínima de 36 m² (também sem área de serviço computada).

As unidades contam com 2 quartos, 1 banheiro, sala, cozinha e área de serviço, sendo executadas em alvenaria com blocos cerâmicos ou de concreto. O programa não tem caráter emergencial e sim servir para minimizar o déficit habitacional, entretanto as informações sobre sua área útil e quantidade de quartos orientam o que é essencial para uma família.



Figura 20 – Conjunto residencial do programa “Minha Casa Minha Vida”

Fonte: MINHA CASA MINHA VIDA, 2016

Na Figura 20 vemos um conjunto residencial do Programa “Minha Casa Minha Vida”, detalhando a padronização das unidades.

Recomendações da Defesa Civil

O Manual de Administração para Abrigos Temporários (DEFESA CIVIL, 2006) recomenda um valor mínimo de 4 m² de área coberta por pessoa e, quando se trata de alojamento, essa área cai para 2 m² por pessoa. Instalações como banheiro, cozinha, área de serviço e refeitório são espaços comunitários.

3. ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE MORADIA EMERGÊNCIAL

3.1 DIRETRIZES PARA SELEÇÃO DA TECNOLOGIA CONSTRUTIVA

A seleção da tecnologia construtiva foi feita de acordo com a melhor adequação aos critérios: disponibilidade no mercado, transporte, durabilidade e manutenibilidade. Primeiramente a tecnologia construtiva deve apresentar a possibilidade de pré-fabricação, minimizando-se tempos de montagem in loco e, conseqüentemente, contribuir para um rápido tempo de resposta em casos de desastres naturais. Além disso as estruturas devem ser de fácil deslocamento por meios de transporte comumente utilizados em solo nacional. Por último, as estruturas devem proporcionar durabilidade e manutenibilidade adequada, justificando assim os recursos públicos investidos na solução proposta. Além desses critérios, o foram analisadas também algumas propostas de abrigos emergenciais, reconhecendo as estruturas utilizadas em situações passadas e avaliando-as para uso em condições climáticas do Brasil.

Após análises, foi definido como solução para o projeto um container marítimo modelo High Cube 40 feet (pés), substituindo os fechamentos laterais em chapas de aço corrugado pela tecnologia de *steel frame* com contraventamento externo de placas OSB e interno de gesso acartonado. As dimensões e especificações das soluções propostas serão explicadas nos tópicos subsequentes.

Com as tecnologias e projetos definidos, a equipe utilizou o software ArchiCAD, da empresa Graphisoft, para criar um modelo tridimensional e apresentar de maneira mais dinâmica cada solução proposta.

3.1.1 Container marítimo

O decreto nacional nº 80.145, de 15 de agosto de 1977 define o container como “um recipiente de material resistente, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, dotado de sistemas de segurança aduaneira e devendo atender às condições técnicas e de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil”.

Atualmente os containers são fabricados de acordo com a ISO 668:2013, que define as resistências, medidas e outros detalhes construtivos pertinentes. O container escolhido possui as características listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características High Cube 40'

	Medidas Externas (m)	Medidas Internas (m)	Peso e Carga (kg)
Comprimento	12,192	12,032	Máx. 24000
Largura	2,438	2,350	Tara 2800
Altura	2,895	2,695	Carga 21200

Fonte: Adaptado da ISO 668, 2013

As peças estruturais de um container ISO são compostas por oito vigas, sendo quatro superiores e quatro inferiores, que se conectam em seus vértices por meio de pilares, constituindo uma estrutura intertravada e rígida. Além disso, os containers utilizam vigas inferiores soldadas a estrutura principal que servem para suporte ao revestimento da base. O piso é composto de chapas de compensado naval com espessura de 18 mm e será mantido para a maior parte do projeto, exceto na área do banheiro a Figura 21 é possível observar o esquema geral da estrutura principal e da base do container High Cube 40' escolhido para o projeto.



Figura 21 - Componentes da estrutura principal de um container

Fonte: Autoria própria, 2017

Outro detalhe que levou a escolha de containers como estrutura para o projeto são as cantoneiras padronizadas que se encontram nos vértices da estrutura. Essas cantoneiras são padronizadas pela ISO 1161:2016 e tal padronização fornece peças estruturais altamente resistentes, facilitando o içamento da estrutura e permitindo que os containers sejam empilhados em até oito unidades vazias uns sobre os outros, o que facilita o armazenamento a Figura 22 observa-se o desenho tridimensional de uma cantoneira genérica utilizada em containers.

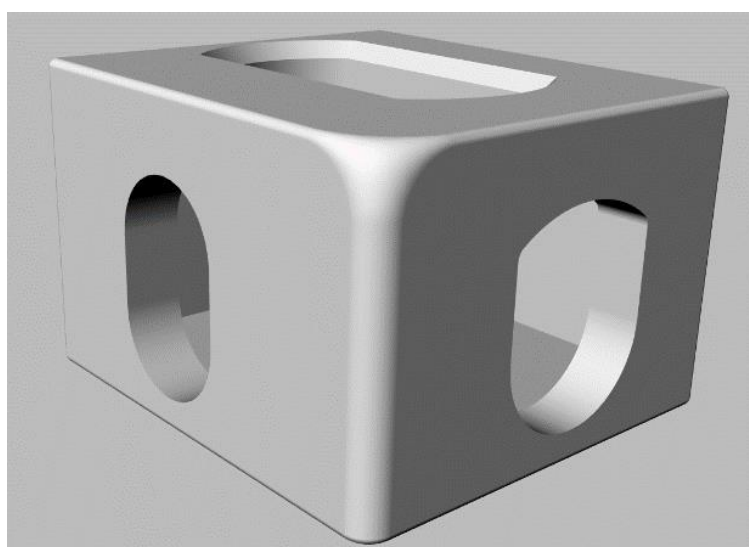


Figura 22 - Cantoneira genérica utilizada em containers

Fonte: Adaptado da ISO 1161:2016

3.2 DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

O *layout* a ser proposto deverá ser apropriado ao desenvolvimento de abrigos na forma de *kits*, favorecendo o rápido transporte, facilitando a montagem e diminuindo o tempo de resposta ao desastre. O projeto arquitetônico deverá também levar em consideração os materiais utilizados para produção dos abrigos, descartando soluções de projeto que não sejam adequadas aos materiais padronizados, possibilitando o uso do menor número possível de elementos e favorecendo a facilidade de transporte e montagem.

O abrigo deverá também atender a dinâmica de vida da família assistida, garantindo o melhor ambiente possível para o retorno da rotina familiar anterior ao desastre, e proporcionar privacidade e segurança aos seus usuários.

3.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Para a desenvolvimento do projeto arquitetônico, foram utilizados como referências o livro Arte de projetar em Arquitetura e a NBR 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais, que descreve dimensões mínimas de projeto para cada atividade humana. Conforme a ABNT (2013) cada cômodo deve possuir alguns mobiliários que auxiliarão no cálculo de áreas coerentes para cada função. A Tabela 3 apresenta a relação de mobiliários por cômodo.

Tabela 3 - Móveis e equipamentos padrão

Atividades essenciais / Cômodo	Móveis e equipamentos-padrão
Dormir / Dormitório de Casal	Cama de casal + guarda-roupa + criado-mudo (mínimo 1)
Dormir / Dormitório para duas pessoas	Duas camas de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo ou mesa de estudos
Dormir / Dormitório para uma pessoa	Cama de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo
Estar	Sofá de dois ou três lugares + armário/estante + poltrona
Cozinhar	Fogão + geladeira + pia de cozinha + armário sobre a pia + gabinete + apoio para refeição (2 pessoas)
Alimentar / fazer as refeições	Mesa + quatro cadeiras
Higiene pessoal	Lavatório + chuveiro (box) + vaso sanitário NOTA: No caso de lavabos, não é necessário o chuveiro.
Lavar, secar, e passar roupa	Tanque (externo para unidades habitacionais térreas) + máquina de lavar roupa
Estudar, ler, escrever, costurar, reparar e guardar objetos diversos	Escritivaninha ou mesa + cadeira

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013

É obrigatório que o mobiliário apresentado na Tabela 1 esteja discriminado no projeto bem como o espaço necessário e a área livre necessária para o seu uso. A informações sobre as dimensões estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Dimensões mínimas de mobiliário

Ambiente	Mobiliário			Circulação (m)	Observações
	Móvel ou equipamento	Dimensões (m)			
		<i>l</i>	<i>p</i>		
Sala de Estar	Sofá de 3 lugares com braços	1,70	0,70	Prever espaço de 0,50 m na frente do assento, para sentar, levantar e circular.	Largura mínima da sala de estar deve ser 2,40 m. Número mínimo de assentos determinado pela quantidade de habitantes da unidade, considerando o número de leitos.
	Sofá de 2 lugares com braços	1,20	0,70		
	Poltrona com braço	0,80	0,70		
	Sofá de 3 lugares sem braços	1,50	0,70		
	Sofá de 2 lugares sem braços	1,00	0,70		
	Poltrona sem braços	0,50	0,70		
	Estante/armário para TV	0,80	0,50	0,5 m	Espaço para o móvel obrigatório
	Mesinha de centro ou cadeira	-	-	-	Espaço para o móvel opcional
Sala estar/jantar Sala de jantar/copa Copa/cozinha	Mesa redonda para 4 lugares	D=0,95	-	Circulação mínima de 0,75 m à partir da borda da mesa (espaço para afastar a cadeira e levantar)	Largura mínima da sala de estar/jantar e da sala de jantar (isolada) deve ser 2,40 m Mínimo: 1 mesa para 4 pessoas. Admite-se leiaute com o lado menor da mesa encostado na parede, desde que haja espaço para seu afastamento, quando da utilização.
	Mesa redonda para 6 lugares	D=1,20	-		
	Mesa quadrada para 4 lugares	1,00	1,00		
	Mesa quadrada para 6 lugares	1,20	1,20		
	Mesa retangular para 4 lugares	1,20	0,80		
	Mesa retangular para 6 lugares	1,50	0,80		

(Continua)

(Continuação)

Cozinha	Pia	1,20	0,50	Circulação mínima 0,85 m frontal à pia, fogão e geladeira.	Largura mínima da cozinha: 1,50 m Mínimo: pia, fogão e geladeira e armário.
	Fogão	0,55	0,60		
	Geladeira	0,70	0,70		
	Armário sob a pia e gabinete	-	-	-	Espaço obrigatório para móvel
	Apoio para refeições (2 pessoas)	-	-	-	Espaço opcional para móvel
Dormitório casal (dormitório principal)	Cama de casal	1,4	1,9	Circulação mínima entre o mobiliário e/ou paredes de 0,50 m.	Mínimo: 1 cama, 2 criados-mudos e 1 guarda-roupa Admite-se apenas 1 criado-mudo, quando o 2º interferir na abertura de portas do guarda-roupa.
	Criado-mudo	0,5	0,5		
	Guarda-roupa	1,6	0,5		
Dormitório para 2 pessoas (2º dormitório)	Camas de Solteiro	0,80	1,90	Circulação mínima entre as camas de 0,60 m Demais circulações mínimo de 0,50 m.	Mínimo: 2 camas, 1 criado-mudo e 1 guarda-roupa
	Criado-mudo	0,50	0,50		
	Guarda-roupa	1,50	0,50		
	Mesa de estudos	0,80	0,60	-	Espaço para o móvel opcional
Dormitório para 1 pessoa (3º dormitório)	Cama de Solteiro	0,80	1,90	Circulação mínima entre o mobiliário e/ou paredes de 0,50 m.	Mínimo: 1 cama, 1 guarda-roupa e 1 criado-mudo
	Criado-mudo	0,50	0,50		
	Armário	1,20	0,50		
	Mesa de estudos	0,80	0,60	-	Espaço para o móvel opcional
Banheiro	Lavatório	0,39	0,29	Circulação mínima de 0,4 m frontal ao lavatório, vaso e bidê.	Largura mínima do banheiro: 1,10 m, exceto no box. Mínimo: 1 lavatório, 1 vaso e 1 box.
	Lavatório com bancada	0,80	0,55		
	Vaso sanitário (caixa acoplada)	0,60	0,70		
	Vaso sanitário	0,60	0,60		
	Box quadrado	0,80	0,80		
	Box retangular	0,70	0,90		

(Continua)

(Conclusão)

Banheiro	Bidê	0,60	0,60	-	Peça opcional
Área de serviço	Tanque	0,52	0,53	Circulação mínima de 0,50 m frontal ao tanque e máquina de lavar.	Mínimo: 1 tanque e 1 máquina (tanque de no mínimo 20 L)
	Máquina de lavar roupa	0,60	0,65		
<p>NOTA 1 Esta Norma não estabelece dimensões mínimas de cômodos, deixando aos projetistas a competência de formatar os ambientes da habitação segundo o mobiliário previsto, evitando conflitos com legislações estaduais ou municipais que versam sobre dimensões mínimas dos ambientes.</p> <p>NOTA 2 Em caso de adoção em projeto de móveis opcionais, as dimensões mínimas devem ser obedecidas.</p>					

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013

Com os dados fornecidos na Tabela 2, foi projetado uma habitação de emergência com dois dormitórios, um deles sendo de casal, uma cozinha com área de serviço e um banheiro. Deste modo obtêm-se as seguintes áreas para cada ambiente:

- Cozinha / Sala de Jantar / Área de Serviço : 8,71 m²
- Dormitório: 5,08 m²
- Dormitórios de Casal: 6,35 m²
- Banheiro: 2,33 m²

O próximo passo foi a escolha das porta e janelas necessárias para atender minimamente a moradia de emergência. Seguindo a Tabela 5, tabela de porta com dentes e batentes inteiros do DIN 18101, foram selecionadas as seguintes portas: para entrada (87,5 x 200) cm, quartos (75 x 200) cm e banheiro (62,5 x 200) cm.

Tabela 5 - Folha de porta com dentes e batentes inteiros DIN 18101

	Medida padrão	Medida da folha da porta		Medida do batente	
	Vão para portas em paredes DIN 18100	Medida externa da porta (Medida padrão)	Medida interna (entre dentes) da folha de porta	Medida Nominal	Vão luz do batente (largura entre dentes)

(Continua)

(Conclusão)

					Difer. Perm.		Difer. Perm. ± 1	Difer. Perm. 0 -2
					± 1	+2 0		
1	87,5	187,5	86	188	83,4	184,7	84,1	185,8
2	62,5	200	61	198,5	58,4	197,2	59,1	198,3
3	75	200	73,5	198,5	70,6	197,2	71,6	198,3
4	87,5	200	86	198,5	83,4	197,2	84,1	198,3
5	100	200	98,5	198,5	95,9	197,2	96,6	198,3
6	75	212,5	73,5	211	70,9	209,7	71,6	210,8
7	87,5	212,5	86	211	83,4	209,7	84,1	210,8
8	100	212,5	98,5	211	95,9	209,7	96,6	210,8
9	112,5	212,5	111	211	108,4	209,7	109,1	210,8

Fonte: Adaptado NEUFERT, 2011

É importante ressaltar que cada cidade possui suas próprias normas pra dimensões para janelas, para que não fosse um problema de adaptação em território nacional utilizou o método usado no Neufert (2011). Segundo Neufert (2011) as janelas devem ter largura de no mínimo metade da largura da parede onde será instalada, as áreas mínimas das janelas devem ser seguidas pela Figura 23, na qual há uma relação entre o ângulo de inclinação luminosa e o ambiente em questão, o qual são representados pelas letras **a**, **b** e **c**, em que **a** é a sala de estar, **b** é a cozinha e **c** os demais ambientes.

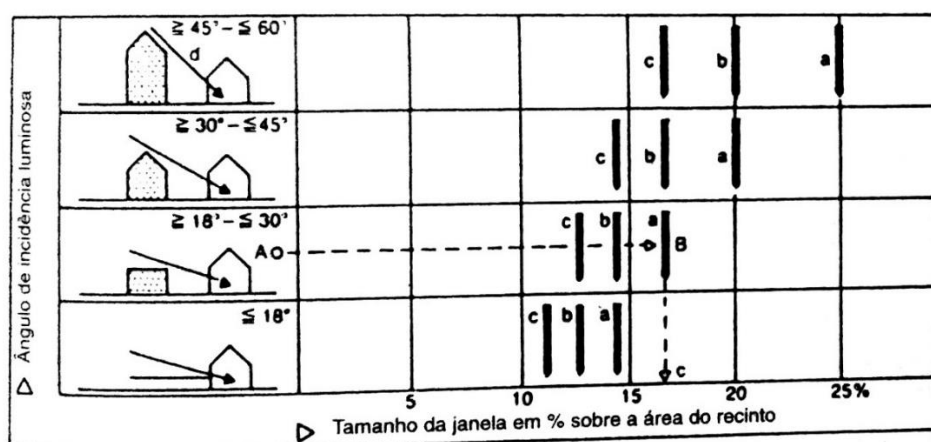


Figura 23 - Tamanhos de janelas em moradias

Fonte: NEUFERT, 2011

Ao adotar para os cálculos das janelas o intervalo de incidência luminosa de 30° à 45° em relação à construção vizinha, foram obtidas as seguintes áreas mínimas para janelas:

- Cozinha / sala de jantar: 1,74 m² / 1,48 m²
- Dormitório: 0,41 m²
- Dormitório de casal: 0,89 m²
- Banheiro: 0,33 m²

A Tabela 6 mostra as dimensões escolhidas após os cálculos realizados.

Tabela 6 - Dimensões das janelas

Dimensões das janelas				Área do cômodo (m ²)
Ambiente	Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	
Dormitório	1,20	1,00	1,20	5,08
Dormitório de Casal	1,50	1,00	1,50	6,35
Sala de Jantar	1,60	1,10	1,76	3,43
Cozinha	1,20	0,90	1,08	3,84
Área de Serviço	0,90	0,90	0,81	1,44
Banheiro	1,00	0,50	0,50	2,33

Fonte: Autoria própria, 2017

Após os cálculos e as premissas apresentadas, o projeto arquitetônico foi elaborado e executado no software Graphisoft ArchiCAD. A disposição das mobílias está recomendada no próprio projeto e pode ser observada, conforme a Figura 24.



Figura 24 - Planta baixa modelada no software ArchiCAD

Fonte: Autoria própria, 2017

3.4 SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES

Com relação aos materiais, os critérios adotados são relacionados a melhoria do tempo de resposta ao atendimento à desastres, por isso, foram selecionados aqueles que pudessem ser transportados já instalados ao projeto e prontos para o uso ou que precisassem de pequenos ajustes *in loco*. Além disso, devido a necessidade de se reutilizar a moradia para eventos posteriores, ou mesmo transformar-se em definitivas, foram adotados materiais resistentes e duráveis a intempéries.

As instalações elétricas foram executadas no espaço entre a cobertura metálica e o material proposto para forro e são dimensionadas seguindo a NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão. As instalações hidrossanitárias seguiram as prescrições da NBR 5626:2008 – Instalações prediais de água fria, entretanto, alguns equipamentos (como parte dos tubos e conexões de esgoto) devam ser instalados *in loco*, após a correta alocação da moradia em fundação elevada, conforme será recomendado em próximos tópicos.

3.4.1 Estrutura de Steel Frame

A estrutura para o fechamento das paredes em steel frame foi escolhida devido a possibilidade de ser executada previamente ao uso, possuir rápida execução e ainda possibilitar que a estrutura seja facilmente transportada, devido ao peso reduzido.

Dessa maneira, a estrutura escolhida para as paredes é composta de perfis leves de aço zincado conformado à frio, com massa de revestimento de zinco especificada em 275 gramas por metro quadrado. Os perfis horizontais são do tipo “U” com 90 mm de alma, 40 mm de mesa e 0,8 mm de espessura enquanto os verticais são do tipo “U enrijecido” com 90 mm de alma, 40 mm de mesa, 12 mm de enrijecimento e 0,8 mm de espessura. Ambos os perfis são ilustrados na Figura 23. Os espaçamentos entre os perfis verticais são especificados no projeto em anexo, mas não excedem 600 mm. As aberturas de portas e janelas foram realizadas utilizando os mesmos perfis anteriormente citados.

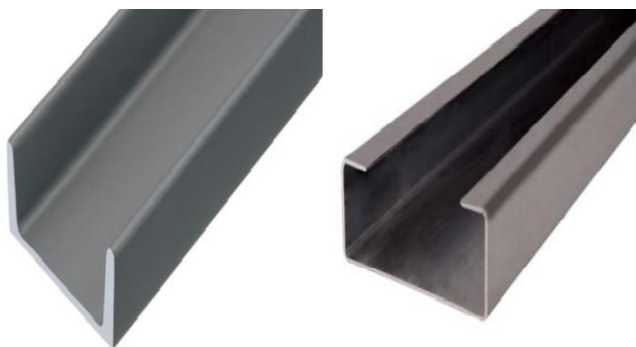


Figura 25 - a) Perfis Verticais tipo "U", b) Perfis horizontais tipo "U" enrijecido

Fonte: Adaptado GERDAU, 2017

O fechamento lateral do container é substituído pelos perfis metálicos tipo “U enrijecido” que tem a mesma função das placas de aço corrugado. A Figura 26 mostra o modelo proposto com as estruturas de fechamento em steel frame modeladas em 3D (com os espaços destinados para as esquadrias já inclusos) no software Graphisoft ArchiCAD.



Figura 26 - Estrutura metálicas modeladas em ArchiCAD

Fonte: Autoria própria (2017)

As paredes internas do projeto serão realizadas utilizando-se peças de gesso acartonado. Os perfis metálicos verticais e horizontais para sustentação do gesso acartonado possuem alma de 70 mm, mesa de 35 mm e espessura de 4,8 mm.

3.4.2 Contraventamento com placas OSB

O contraventamento da estrutura é realizado utilizando-se placas de OSB (*Oriented Strand Board* ou Painel de Tiras de Madeira Orientadas) com dimensões de 1.200 mm de largura, 11 mm de espessura e altura de acordo com as necessidades do projeto. As chapas de OSB são fixadas às vigas superiores e inferiores do container e também aos perfis verticais e horizontais do steel frame, configurando uma placa com altura de 2.880 mm. Para fixação, utilizou-se parafusos do tipo cabeça trombeta com ponta broca, com diâmetro de 4,2 mm, comprimento de 32 mm e o espaçamento adotado entre os parafusos de 200 mm. A Figura 27 mostra o modelo construído com auxílio do software Graphisoft ArchiCAD do contraventamento, já com as esquadrias instaladas.



Figura 27 - Contraventamento modelado no software

Fonte: Autoria própria (2017)

A Figura 28 mostra por outro ângulo, com vista interna, o contraventamento externo em placas OSB.



Figura 28 - Contraventamento modelado no software ArchiCAD, vista interna
Fonte: Autoria própria (2017)

3.4.3 Impermeabilização

A impermeabilização adotada para as placas de OSB consiste na aplicação de membranas hidrófugas (impermeáveis a líquidos mas permitem a saída de vapor de água de seu interior, evitando proliferação de fungos na madeira) em todo exterior das placas, com sobreposição de 40 cm nos lados internos. Para as zonas úmidas da habitação, as placas internas devem ser totalmente revestidas pela membrana. A Figura 29 mostra o modelo em Graphisoft ArchiCAD das placas OSB exteriores e interiores com aplicação da manta asfáltica.



Figura 29 - Detalhes do contraventamento impermeabilizado
Fonte: Autoria própria (2017)

A Figura 30 mostra as placas internas do banheiro.



Figura 30 - Detalhe da manta asfáltica no banheiro

Fonte: Autoria própria (2017)

A Figura 31 mostra as placas internas da cozinha, impermeabilizadas com a manta hidrófuga proposta.



Figura 31 - Detalhes para manta asfáltica na cozinha

Fonte: Autoria própria (2017)

Para as paredes internas do banheiro foram utilizadas placas de gesso acartonado tratadas para ambientes úmidos. Essas placas tem a cor verde para facilitar a identificação e por possuírem um aditivo que as torna mais resistente a água. Essas placas devem receber ainda revestimento em peças cerâmicas e são impermeabilizadas desde a base até a altura de 20 centímetros com manta asfáltica. A estrutura do piso de placas de compensado naval sobre vigas metálicas e o fechamento superior metálico, possuem impermeabilidade requerida pela própria ISO 668:2013, entretanto, o piso do banheiro deve receber revestimento em peças cerâmicas e impermeabilização com manta asfáltica na área de uso do chuveiro. A Figura 32 observa-se as placas de gesso acartonado internas do banheiro.



Figura 32 - Detalhes para placas internas do banheiro




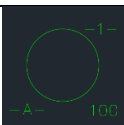



Fonte: Autoria própria (2017)

3.4.4 Instalações elétricas

Os pontos de luz e tomadas do projeto estão dimensionados e localizados de acordo com as recomendações da norma vigente para instalações elétricas de baixa tensão, de acordo com a NBR 5410:2004. As posições foram definidas para garantir o máximo conforto e eficiência para os usuários. Para melhor compreensão do projeto,

a Tabela 7 observa-se os símbolos e os respectivos significados na planta arquitetônica.

Tabela 7 - Simbologia do projeto elétrico

	Tomada de uso geral - baixa
	Tomada de uso geral - média
	Tomada de uso geral - alta
	Ponto de luz, discriminando a qual interruptor responde e o valor da potência
	Interruptor, discriminando qual lâmpada aciona.
	Eletrodutos para cabos e com as dimensões
	Quadro de distribuição para entrada de energia elétrica

Fonte: Autoria própria (2017)

Os eletrodutos foram dimensionados para atender a todos os cabos necessários para a instalação dos pontos de iluminação e tomadas propostas, independente da corrente fornecida na região (127 Volts ou 220 Volts). As alturas das tomadas variam entre 30 cm para tomadas baixas, 110 cm para tomadas médias e 220 cm para tomadas altas. As potências dos pontos de iluminação e das tomadas estão discriminadas na Figura 33, assim como os diâmetros dos eletrodutos.

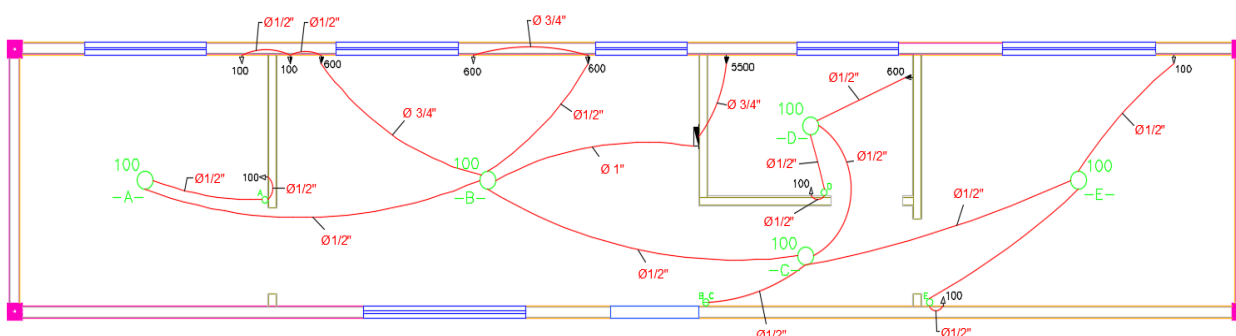


Figura 33 - Projeto elétrico sugerido

Fonte: Autoria própria (2017)

Observa-se na Figura 32 que todos os pontos de iluminação possuem previsão para potência de 100 Watts. Além disso, as tomadas possuem apenas três valores, 100 Volt-Amperes (quartos, cozinha e banheiro), 600 Volt-Amperes e a tomada de uso específico prevista para o chuveiro elétrico, de 5500 Volt-Amperes. Devido ao uso de sistema de steel frame e placas de gesso acartonado, o percurso dos eletrodutos pelo forro é muito flexível, permitindo modificações caso haja necessidades.

3.4.5 Instalações hidrossanitárias

As instalações hidrossanitárias de água fria foram dimensionadas de acordo com a norma vigente NBR 5626:1998 – Instalações prediais de água fria. É importante destacar que o projeto de esgoto possui uma particularidade: as instalações devem ser realizadas *in loco*, após correto posicionamento da moradia em uma fundação elevada em pelo menos 20 cm do chão. Isso ocorre, pois, os tubos de saída do banheiro são maiores que o espaço livre proporcionado pela estrutura, sendo impossível alocação de tubos sem a elevação da moradia.

O projeto não possui acomodação para reservatório de água, por isso, parte-se da premissa que o local disponibilizado pelas autoridades competentes terá alimentação de água potável e solução para o esgoto produzido.

Os ramais de alimentação de água potável são alocados nas partes internas das paredes de OSB, todos os ramais de alimentação são feitos em tubos de PVC com diâmetro de 25 cm. O projeto pode sofrer alterações conforme necessidades. Outra vantagem da estrutura em OSB é a fácil manutenção de tubos e conexões, proporcionando uma vida útil maior a moradia. Na Figura 34 é possível observar a alocação recomendada do tubo de alimentação da moradia, os tubos de alimentação de água potável dos equipamentos previstos da residência (cuba da cozinha, tanque da área de serviço, chuveiro elétrico, vaso sanitário e cuba do banheiro) e a localização do registro de alimentação do banheiro. É importante ressaltar que essa concepção já leva em consideração as esquadrias e outros possíveis obstáculos.

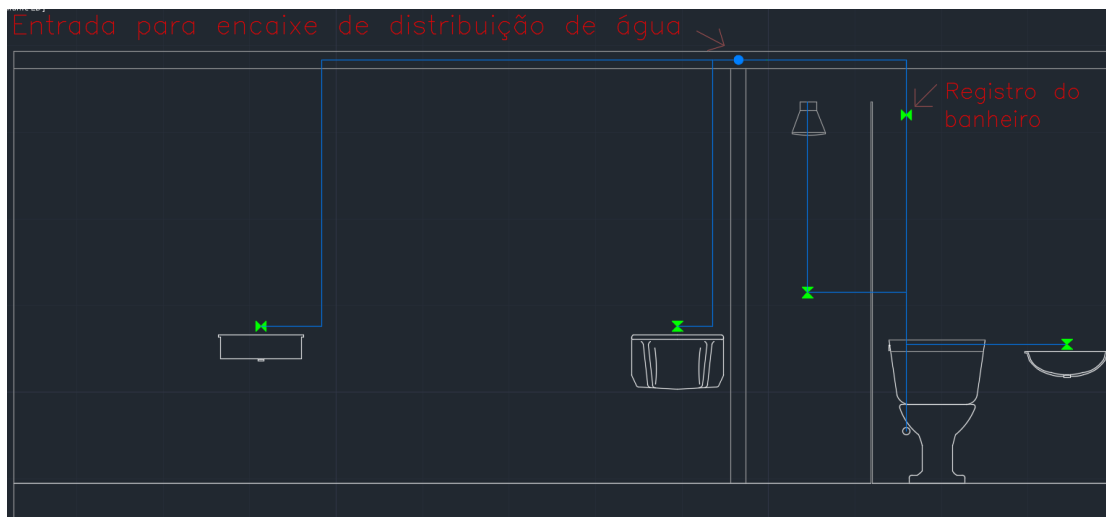


Figura 34 - Tubos de alimentação de água potável da residência

Fonte: Autoria própria (2017)

As tubulações de esgoto recomendadas para o projeto foram desenhadas em planta e são mostradas na Figura 35 a seguir, junto com o registro geral da residência e outras válvulas e conexões.

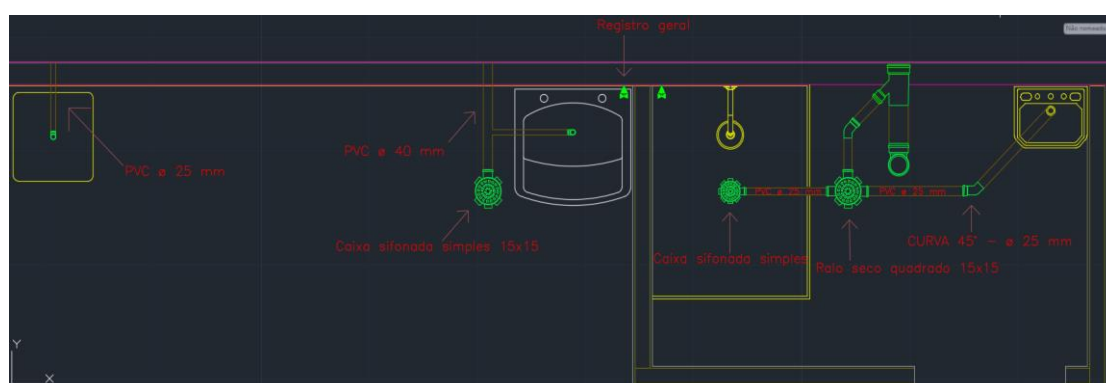


Figura 35 - Tubos e válvulas de esgoto recomendados

Fonte: Autoria própria (2017)

Para as saídas de pias e do chuveiro, são utilizados tubos de PVC com diâmetro de 25 mm. A tubulação de saída do vaso sanitário possui 100 mm de diâmetro, atendendo a norma vigente NBR 7160 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário. A saída do ralo seco do banheiro possui diâmetro de 40 mm. Todos os tubos de saída encontram-se alinhados e com orientação na mesma parede para facilitar a coleta de esgoto da residência.

3.4.6 Cobertura e forro

A cobertura em aço corrugado da estrutura do container marítimo será mantida. Recomenda-se que a cobertura tenha a cor branca para ter uma maior refletância de raios solares e melhorar o desempenho térmico aos usuários. Vale destacar que a estanqueidade da cobertura é garantida pelos testes da ISO 668:2013. Na Figura 36 pode-se observar uma visão externa do container modelado com a cobertura em aço corrugado na cor branca.



Figura 36 - Vista externa do projeto

Fonte: Autoria própria (2017)

Na Figura 37 nota-se o detalhe da cobertura em aço corrugado visto internamente sem mobiliários e paredes internas.



Figura 37 - Vista interna da cobertura em aço corrugado

Fonte: Autoria própria (2017)

Para o forro, a proposta é a utilização de placas constituídas de madeira quimicamente tratada, misturada com cimento e prensada. Esse tipo de tratamento as placas garantem que o material seja incombustível e imputrescível, tornando a durabilidade praticamente ilimitada. Essas placas formarão um forro rebaixado de 10 cm, sustentado por pequenas estruturas metálicas presas ao aço corrugado e também as estruturas metálicas das paredes de gesso acartonado, as quais permitirão a passagem dos eletrodutos e outros tubos ou conexões. As placas têm dimensões conforme necessidade do projeto, por isso, podem ser adaptadas a diferentes singularidades. Uma sugestão de fornecedor para este tipo de placa é a Climatex, a qual possui um projeto de patente sobre esse processo construtivo. É apresentado na Figura 38 exemplo genérico do forro e da estrutura proposta.



Figura 38 - Placas sugeridas para forro

Fonte: Catálogo Climatex (2017)

3.4.7 Fundação

Os containers marítimos são projetados estruturalmente para possibilidade de serem empilhados uns sobre os outros e, essa característica se dá principalmente devido à alta resistência dos pilares e cantoneiras normatizados pelas ISO 668:2013 e ISO 1161:2016. Devido a esses elementos altamente resistentes, o projeto proposto não necessita de grandes estruturas de fundação, apenas elementos sob os quatro pilares e que resistam adequadamente ao peso da estrutura.

A solução proposta parte da premissa que o terreno está adequadamente nivelado e tenha resistência de suporte adequada ao peso total da estrutura. Elementos de fundação superficiais, como sapatas armadas, apresentam-se como soluções de rápida e fácil execução *in loco*. Outros elementos estruturais (estacas associadas a blocos de concreto, sapatas corridas e etc.) podem ser usados, de acordo com as especificidades impostas pelo solo local. Uma solução simples e de fácil execução no local seriam pequenas sapatas de concreto, com dimensões geométricas adequadas a perfeita alocação do container e, que permitam que o container possa ser fixado sobre ela, evitando deslocamentos causados pela ação de ventos. Vale ressaltar que a altura dessas sapatas, devem elevar a moradia do plano em que está contida em pelo menos 20 cm, para correta execução do projeto hidrossanitário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 SELEÇÃO DA TECNOLOGIA CONSTRUTIVA

Como argumentado anteriormente, a escolha mais viável é uma solução pré-fabricada já que se leva em conta os critérios que foram propostos no começo desse trabalho de conclusão de curso, disponibilidade no mercado, transporte, durabilidade, manutenibilidade e montagem rápida.

4.1.1 Container marítimo

A escolha do container foi a mais coerente pois ele possui ISO 668: 2013 que assegura a estanqueidade, a resistência e padronização das medidas. Devido ao sistema de intertravamento e área útil, o container marítimo *High Cube 40'*, apresentou uma solução viável, sem mencionar que atende aos critérios estabelecidos.

4.2 DIRETRIZES PARA A CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

A principal diretriz que regeu a concepção do projeto foi que tivesse um *layout* o mais próximo de uma residência, uma vez que não há uma solução que possibilite o retorno das vítimas à rotina diária, anterior ao desastre. Com a ideia que o abrigo funcione igual a um *kit*.

4.3 CONCEPÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Como o container marítimo *High Cube 40'* tem uma área útil fixa, foi necessário trabalhar com o fornecido, utilizando a NBR 15575 : 2013 para projetar os cômodos e as melhores disposições de móveis. O livro de Neufert (2011) auxiliou na melhor solução para janelas e portas, uma vez que cada localidade possui suas próprias normas, dificultando que fosse implementado em todo o território nacional.

4.4 SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES

Os fatores que mais influenciaram na seleção foram a resistência (ao transporte, as intemperes e afins) dos mesmos e a facilidade no transporte de modo que não fosse necessário praticamente nenhum ajuste *in loco*.

4.4.1 Estrutura de Steel Frame

Essa tecnologia construtiva foi escolhida por ser leve, facilitando o transporte, e execução, pois é rápida praticamente não gera resíduos. O fechamento lateral é substituído pelos perfis metálicos “U enrijecido” que tem a mesma função das placas de aço corrugado. As paredes internas utilizaram o gesso acartonado.

4.4.2 Contraventamentos com placas OSB

A placa OSB ao usá-la como contraventamento obtêm-se uma opção leve e de baixo custo, sem afetar as diretrizes do projeto.

4.4.3 Impermeabilização

Embora seja uma placa de madeira transformada com resina, o OSB necessita de impermeabilização para que tenha uma vida útil maior, possibilitando a reutilização da moradia por várias vezes sem perder as propriedades. A membrana hidrófuga é aplicada em todo o OSB externo e nas áreas úmidas que tem OSB é aplicado manta asfáltica, o gesso acartonado do banheiro também necessita de impermeabilização e ainda de aplicação de cerâmica, pelos mesmos motivos do OSB. A impermeabilização do fechamento superior metálico e o compensado naval, já é garantido por ISO 668:2013.

4.4.4 Instalações Elétricas

A instalação elétrica atende a NBR 5410:2004, garantindo a segurança dos moradores. Optou pelo uso de um sistema flexível pois permite modificações caso seja necessário. O projeto parte da premissa que no local onde será alocado as moradias já tenham acesso à energia elétrica, sendo necessária apenas a ligação.

4.4.5 Instalações hidrossanitárias

Como no caso da instalação elétrica, foi considerado que o local onde estarão as moradias fornecerão água potável e um sistema de esgoto que comporte a demanda. Não haverá reservatório de água uma vez que deve estar previsto pela prefeitura um ponto de água potável que se encaixe nos ramais de alimentação da moradia. A instalação hidrossanitária seguiu a NBR 5626:1998 sendo que, a

manutenção é facilitada uma vez que não é necessário quebrar a parede, sendo necessário apenas remover a porta de inspeção da placa OSB. A conexão da saída do esgoto deverá ser feita *in loco*.

4.4.6 Cobertura e forro

A cobertura de aço corrugado tem garantia de estanqueidade na ISO 668: 2013, sendo necessário apenas a pintura branca para refletir os raios solares e com isto reduzir a absorvência à radiação solar. Foram escolhidas placas de madeira quimicamente tratada misturada com cimento e prensada para o forro por serem incombustíveis e imputrescíveis, além de terem elevado desempenho acústico, com NRC de 0,70 e condutividade térmica.

4.4.7 Fundação

Para a solução da fundação prevê-se que o terreno cedido para as moradias esteja nivelado e tenha resistência adequada para o suportar o peso da estrutura total. Como os pilares e cantoneiras do container possuem alta resistência à compressão, será necessário apenas alguns elementos simples superficiais, nesse caso pequenas sapatas de concreto onde será encaixado o container, evitando que ele se desloque por causa da ação do vento e que haja um perfeito encaixe do projeto de esgoto da moradia.

5. CONCLUSÃO

Esse trabalho apresenta uma proposta de projeto de uma moradia emergencial voltado às vítimas de desastres naturais, foi possível compreender que a ocorrência de inundações, alagamentos, deslizamentos, enxurradas e chuvas intensas se tornaram frequentes nos últimos anos e infelizmente o governo não fornece uma solução que proporcione o mínimo de conforto e retomada das atividades rotineiras dessas vítimas.

Deste modo, a solução encontrada foi que a moradia emergencial tivesse um *layout* que atendesse uma família de até cinco pessoas e que funcionasse como um *kit*. Foi escolhido o container marítimo *High Cube 40'* que pode ser facilmente transportado por um caminhão sem necessidade de batedores e também por possuir a ISO 668:2013 que assegura estanqueidade, resistência e padronização das medidas, sua área útil também possibilitou desenvolver um projeto arquitetônico seguisse as recomendações da NBR 15575:2013.

Com o método construtivo de Steel Frame obtêm -se uma estrutura leve, de execução rápida. Ao adotar as paredes internas de gesso acartonado e os contraventamentos de OSB permitiu-se uma solução leve e de baixo custo sem afetar as diretrizes do projeto. A instalação elétrica é um sistema flexível que permite modificações se for necessário e a energia elétrica chega a moradia por um sistema de encaixe. A instalação hidrossanitária tem uma manutenção fácil sendo necessário remover a porta de inspeção da placa OSB, a chegada de água potável também é feita por encaixe e a conexão de saída de esgoto é feita *in loco*, ambas instalações seguiram suas respectivas normas.

A impermeabilização do OSB e das áreas úmidas é essencial para a durabilidade da moradia, assim como a escolha do forro, que foram placas de madeira quimicamente tratada misturada com cimento e prensada por serem imputrescíveis, incombustíveis e terem elevado desempenho acústico. A fundação escolhida foram pequenas sapatas que sirvam de encaixe para o container impedindo haja um arraste devido a força do vento e que possibilite um encaixe perfeito do projeto de esgoto da moradia.

Após observar os resultados, pode-se afirmar que os objetivos específicos foram alcançados, uma vez que a solução proposta é de fácil transporte, propõe uma solução de montagem rápida, sendo necessário atenção no encaixe correto nas

sapatas e das conexões de esgoto, energia elétrica e água potável. E que também a instalação elétrica e instalação hidrossanitária seguiram suas respectivas normas NBR 5410:2004 e NBR 5626:1998 assegurando a segurança dos moradores e ambas utilizaram um sistema flexível, possibilitando que montagem, manutenção e modificação se dê de modo fácil.

Para se chegar a esses resultados foram estabelecidos diversos critérios. Os critérios estabelecidos para a tecnologia construtiva foram: disponibilidade comercial, execução rápida, fácil transporte, elevada durabilidade e reduzida manutenibilidade. A concepção do projeto arquitetônico utilizou como critérios que a moradia emergencial atenda a dinâmica de uma família de cinco pessoas, funcione como um *kit*, utilize materiais padronizados e siga a NBR 15575:2013.

Por fim, os critérios para seleção de materiais e componentes foram: durabilidade, estanqueidade, normatização das instalações elétricas e hidrossanitárias, com a ressalva que parte dos tubos e conexões do projeto de esgoto, água potável e a conexão com a fonte energia elétrica sejam instaladas *in loco*.

Desta forma o projeto de moradia emergencial atingiu seu objetivo principal de poder ser utilizado como um *kit*, podendo ser implantado em todo território nacional do ponto de vista logístico, de durabilidade, de manutenibilidade e de desempenho estrutural, e atendendo a Norma Brasileira de Desempenho - NBR 15.575:2013.

5.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Fica como sugestão de trabalhos futuros para esse projeto:

- Análise de desempenho térmico, luminância e acústico do projeto;
- Análise do revestimento externo sobre as placas OSB;
- Estudo de viabilidade financeira focando no orçamento e quantitativo do projeto;
- Projeto de esgotamento coletivo para atender as moradias de emergências.

REFERÊNCIAS

AALTO UNIVERSITY. **Wood Program 2010: Shelter Project**. 2010 à 2011. Disponível em: <<https://blogs.aalto.fi/shelter/about/>> Acesso 03 fev. 2017

ALVES, M. E. O GLOBO. **Tragédia na Serra: maior desastre natural do país arrasou cidades**. 19 jul. 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/rio/tragedia-na-serra-maior-desastre-natural-do-pais-arrasou-cidades-16837188>> Acesso 28 out. 2016.

ANDERS, G; **Abrigos temporários de caráter emergencial**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/publico/Dissertacao.pdf>> Acesso 5 de out. 2016

ANTONELLI, D. GAZETA DO POVO. **Tempestades danificam mais de 9 mil casas em Rolândia; no PR são 9,9 mil**. 14 jan. 2016. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/tempestades-danificam-mais-de-9-mil-casas-em-rolandia-no-pr-sao-99-mil-5a59hutwsoxdqc8wgyys8l88g>> Acesso em 3 de out. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 688**: Classificação, dimensões e capacidade. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 1161**: Container de carga serie 1, cantoneiras e acessórios intermediários - Especificações. Rio de Janeiro, 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tenção. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos: Inundações Bruscas em Santa Catarina - Novembro de 2008**. Brasília, 2012a.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro – Janeiro de 2011**. Brasília, 2012b.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Secretária Nacional, de Proteção e Defesa Civil**. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/sedec/apresentacao>> Acesso em 20 ago. 2016a.

BRASIL. Ministério da integração Nacional. **Dados dos desastres do Rio de Janeiro**. 18 jan. 2011. Disponível em <<https://goo.gl/7lrDGq>> Acesso em 3 out. 2016b.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). Habitação. **Minha Casa Minha Vida – Habitação Urbana**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx#quem-pode-ter>> Acesso em 12 out. 2016a.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). Habitação. **Minha Casa Minha Vida – Recursos FAR**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/programas-uniao/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx/saiba_mais.asp#como-funciona> Acesso em 12 out. 2016b.

CAMILO, J. VIVIANI, O. JORNAL PEQUENO. **Desabrigados de SL necessitam de água, cida, roupas e remédios**. 21 fev. 2013. Disponível em: <<https://jornalpequeno.com.br/2013/02/21/desabrigados-de-sl-necessitam-de-agua-cida-roupas-e-remedios/>> Acesso em 28 out. 2016.

CASTRO, A. **Segurança Global da População 2007**. Disponível em: <http://mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=618ce54d-5e77-4aa5-a606-9ffa6f47038a&groupId=10157> Acesso em 29 de set. 2016.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DO CEMADEN**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/historico-da-criacao-do-cemaden/>> Acesso em 22 out. 2016.

CLIMATEX. **Forros**. Disponível em: <<http://www.climatex.ind.br/forros/>> Acesso 17 jun. 2017.

DELAQUA, V. ArchDaily. **Habitação de Emergência para Mães Solteira/ 4L ARQ**. 29 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-130699/habitacao-de-emergencia-para-maes-solteiras-slash-4l-arq>> Acesso 18 out. 2016.

EX-CONTAINER. **Ex-Container Project**. Dezembro, 2009. Disponível em: <http://exc.ysmr.com/container_e/> Acesso 15 out. 2016.

GOVERNO DO ESTADO RIO DE JANEIRO. Secretária de Estado da Defesa Civil. **Manual Administração para Abrigos Temporários**. Rio de Janeiro, 2006.

G1 PORTAL DE NOTÍCIAS. **RJ tem mais de seis mil desalojados e desabrigados após chuva, diz governo**. 02 mar. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2016/03/rj-tem-mais-de-seis-mil-desalojados-e-desabrigados-apos-chuva-diz-governo.html>> Acesso em 2 de out. 2016

HABITISSIMO. **Casas Fabricadas Sistema PVC / Concreto**. Disponível em: <<https://empresas.habitissimo.com.br/pro/casas-pre-fabricadas-sistema-pvc-concreto>>http://exc.ysmr.com/container_e/ Acesso 28 out. 2016.

HAN BRAZIL. **Alumni destaque: Thais Varella, construindo um futuro melhor em comunidades carentes**. 28 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.hanbrazil.org/site/br/noticia/alumni-destaque-thais-varella-construindo-um-futuro-melhor-em-comunidades-carentes>>http://exc.ysmr.com/container_e/ Acesso 28 out. 2016.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Mudança do Clima 2007: impactos, adaptação e vulnerabilidade**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg2-spm.pdf>> Acesso em 26 de out. 2016.

JUNQUEIRA, M. G. **ABRIGO EMERGENCIAL TEMPORÁRIO**. Dissertação submetida à Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2011.

KRONENBURG, R. **Houses in Motion: the genesis, history and development of the portable building – 1995**. Disponível em: <<http://agiepee.ru/nymew.pdf>> Acesso em 21 de out. 2016

MARINHO, A. C. **Abrigo desmontável para emergências ambientais utilizando painel-sanduíche de Bambu**. Tese de Mestrado submetida à Pontifícia Universidade Católica – Rio. Rio de Janeiro, 2013.

MINHA CASA, MINHA VIDA. Disponível em: <http://www.minhavidaminhacasa.com/http://exc.ysmr.com/container_e/> Acesso 28 out. 2016.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2011**. Brasília, 2012.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2013**. Brasília, 2014.

MINNER, K. ArchDaily. **Ex-Container Project/Yasutaka Yoshimura Architects**. 13 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/127534/ex-container-project-yasutaka-yoshimura-architects>> Acesso 15 out. 2016.

NBR 15.575-2013 DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS. **Guia Orientativo para atendimento à NORMA ABNT NBR 15575/2013**. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf> Acesso em 17 de out. 2016

NEUFERT, P. **ARTE DE PROJETAR EM ARQUITETURA**. 17^a edição. Barcelona: Gustavo Gili, 2011. 618 p.

NOLLI, V; LAROCCA, C; VARISCO, Q. **Desenvolvimento de Projeto para um abrigo de caráter temporário, emergencial e sustentável em madeira e bambu**. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/19151406-Desenvolvimento-de-projeto-para-um-abrigo-de-carater-temporario-emergencial-e-sustentavel-em-madeira-e-bambu.html>> Acesso 15 de out. 2016.

PENAZZI, M; SOUZA, A; SERRA, S. **CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: ASPECTO GERAL**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, 2014.

Plataforma Arquitectura. **Abrigo Protótipo Puertas**. Disponível em: <<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-38122/prototipo-puertas-vivienda-de-emergencia-para-casos-catastroficos-cubo-arquitectos>> Acesso em 21 de out. 2016

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – CASA CIVIL - **LEI Nº 12.608, DE 10 DE ABRIL DE 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm> Acesso em 1 de out. 2016.

PENSAMENTO VERDE. **Conheças os principais acidentes ambientais no Brasil**. 12 abr. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/conheca-os-principais-acidentes-ambientais-brasil/>> Acesso 28 out. 2016.

SCARINI, J; RODRIGUES, B. G1 REGIÃO SERRANA. **Tragédia na Serra do Rio completa 5 anos e ainda há espera por ajuda**. 21 jan. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2016/01/tragedia-na-serra-do-rio-completa-5-anos-e-ainda-ha-espera-por-ajuda.html>> Acesso 12 out. 2016.

TETO. **O que é o TETO**. Disponível em: <<http://www.techo.org/paises/brasil/teto/o-que-e-teto/>> Acesso em 12 out. 2016.

TETO. **Visando Trabalhar Com Mais Famílias Teto E Ecohouse Criam Protótipos De Novas Casas**. Disponível em: <<http://www.techo.org/paises/brasil/informate/visando-trabalhar-com-mais-familias-teto-e-ecohouse-criam-prototipos-de-novas-casas/>> Acesso em 12 out. 2016.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Abrigo Nissen Hut**. Disponível em: <<http://www.usace.army.mil/About/History/Historical-Vignettes/Military-Construction-Combat/074-Military-Reconstruction/>> Acesso em 19 de out. 2016

YURT 2016. **Modelo de cabana Yurt**. Disponível em: <<http://yurt.com.br/comprar/>> Acesso 29 de out. 2016

ZAMPRONIO, I. E; SIQUEIRA, M. M. S. **PROPOSTA DE ABRIGO TEMPORÁRIO EMERGENCIAL PARA O BRASIL A PARTIR DO ESTUDO DE MODELOS EXISTENTES.** Publicado em IX Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura. 3 out. 2013.