

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Luiz Massi Junior

**Abrigo temporário para desabrigados em situações emergenciais,
com suporte de energia elétrica a partir de células a combustível a
hidrogênio**

São Paulo

2014

Luiz Massi Junior

Abrigo temporário para desabrigados em situações emergenciais, com suporte de energia elétrica a partir de células a combustível a hidrogênio

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia

Data da aprovação ____/____/____

Prof. Dr. Paulo Ernesto de Oliveira Lainetti
(Orientador)
IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Ernesto de Oliveira Lainetti (Orientador)
IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Prof. Dr. André Luiz Gonçalves Scabbia (Membro)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof^a. Dr^a Lara Leite Barbosa (Membro)
USP – Universidade de São Paulo

Luiz Massi Junior

Abrigo temporário para desabrigados em situações emergenciais, com suporte de energia elétrica a partir de células a combustível a hidrogênio

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia

Área de Concentração: Planejamento, Gestão e Projeto

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ernesto de Oliveira Lainetti

São Paulo
Setembro/2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

M417a

Massi Junior, Luiz

Abrigo temporário para desabrigados em situações emergenciais, com suporte de energia elétrica a partir de células a combustível a hidrogênio. / Luiz Massi Junior. São Paulo, 2014.
169p.

Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Planejamento, Gestão e Projeto.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ernesto de Oliveira Lainetti

1. Projeto arquitetônico 2. Abrigo temporário 3. Desabrigados 4. Desastre natural
5. Saneamento básico 6. Instalação sanitária 7. Energia elétrica 8. Ônibus a hidrogênio 9. Assentamento humano 10. Área de risco 11. Convívio social 12. Tese
I. Lainetti, Paulo Ernesto de Oliveira, orient. II. IPT. Coordenadoria de Ensino

Tecnológico III. Título

14-69

CDU 728.59(043)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos governos e organizações de defesa civil e assistência social, nacionais e internacionais, para que, a partir do seu conteúdo, possam viabilizar soluções para atender emergencialmente e de forma adequada, os desalojados e desabrigados vitimados por eventos adversos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Ernesto de Faria Lainetti, pesquisador do IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, por sua dedicação, paciência e entusiasmo nas orientações, que possibilitaram o desenvolvimento desse estudo.

Ao meu coorientador Prof. Dr. André Luiz Gonçalves Scabbia, pesquisador do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, por suas orientações e estímulo na busca por ideias inovadoras e criativas.

Aos professores e funcionários do Mestrado Profissional do IPT, por sua orientação, dedicação e suporte que direta ou indiretamente participaram dessa jornada.

RESUMO

A partir da década de 70, a população brasileira passou de maioria rural para maioria urbana, correspondendo atualmente a 85% de brasileiros vivendo em grandes cidades. Esse adensamento urbano aconteceu de forma acelerada e desordenada, o que promoveu e ainda promove uma ocupação maciça de áreas de risco, principalmente, nas 10 regiões metropolitanas brasileiras. O IBGE, a partir de 2010 aprimorou o conhecimento sobre as condições de vida da população brasileira em todos os municípios do território nacional e classificou as condições de habitação dos aglomerados subnormais, para um contingente de 11.425.644 de pessoas. Ao inserir essas condições de vulnerabilidade aos efeitos dinâmicos de fenômenos naturais, que ocorrem no território nacional periodicamente, o resultado inevitável será um cenário de desastres. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor. A perda da casa enquanto local de residência e as consequências da desestruturação familiar em decorrência de um desastre natural, vão além do enfoque econômico e atingem o estágio de desorientação do indivíduo e de perda da sua identidade social. No Brasil, assim como em outras regiões do mundo, as soluções adotadas pelos governos para abrigar provisoriamente e em caráter emergencial as vítimas desabrigadas e desalojadas nos desastres naturais, são precárias e desumanas. Neste estudo será apresentado o projeto arquitetônico de um abrigo temporário que considerou não só o caráter emergencial de abrigar, mas as questões sociais e humanas, que possa ser montado pelos próprios desabrigados, a partir de materiais de baixo custo e disponíveis no mercado brasileiro. O projeto do abrigo se completa com a proposta inovadora de infraestrutura de saneamento básico e suporte de energia elétrica com a utilização, a partir de adequações, do Ônibus a Hidrogênio Brasileiro, da EMTU. Dessa forma tem-se flexibilidade e mobilidade para que os abrigos possam ser implantados em locais seguros, sem a necessidade da existência prévia de infraestrutura urbana de serviços básicos.

Palavras-chave: Abrigos Temporários, Desastres Naturais, Sociologia do Desastre, Desabrigados, Célula Combustível a Hidrogênio.

ABSTRACT

A Temporary Shelter with Self-Ruling Infrastructure for Victims of Disasters

From the 70s on, the Brazilian population grew from rural to urban majority, currently accounting for 85% of Brazilians living in large cities. The urban density occurred rapidly and disorderly, what promoted and still promotes a massive occupation of risky areas, mainly in the 10 Brazilian metropolitan regions. The IBGE, as of 2010, has improved the knowledge of the population living conditions in all municipalities of the country and ranked the housing conditions of subnormal agglomerates for a total of 11,425,644 people. By inserting these conditions of vulnerability into the effects of natural phenomena, which occur periodically in the national territory, the inevitable result will be a disastrous scenario. The intensity of a disaster depends on the interaction between the magnitude of the adverse event and the degree of vulnerability of the receptor system. The loss of a house, as a place of residence, and the consequences of the family breakdown, due to a natural calamity, go beyond the economic focus and reach the stage of individual disorientation and failure in the social identity. In Brazil, as in other regions of the world, the solutions adopted by governments to shelter temporarily and on an emergency basis, the homeless and displaced victims, are precarious and inhuman. In this study, the architectural design of a temporary shelter is presented, considering not only the emergency aspect, but, also, social and human issues, besides the possibility of being constructed by the own homeless, with low-cost and materials available in the Brazilian market. The shelter plan is completed with the innovative proposal of sanitation infrastructure and electricity support, using, with adaptations, the Brazilian Hydrogen Bus, EMTU. Thus, there may be flexibility and mobility in the construction of the houses in secure locations, without the need of a prior existence of urban basic services.

Key Words: Temporary Shelters, Natural Disasters, Sociology of Disaster, Victims of Disasters, Hydrogen Fuel Cell.

Lista de ilustrações

Figura 1	Perfil esquemático da topografia de New Orleans	35
Figura 2	Mapa em tempo real de alerta de tempestades e furacões dos EUA	37
Figura 3	Forma primitiva de abrigo	61
Figura 4	Pirâmide das necessidades humanas de Maslow	64
Figura 5	Primeira forma de abrigo estruturado	73
Figura 6	Hierarquia das necessidades em design	80
Figura 7	Estrutura primitiva de abrigo	80
Figura 8	Representação esquemática do espaço útil	81
Figura 9	Estrutura principal de abrigo invertida	82
Figura 10	Espaço útil na estrutura invertida	82
Figura 11	Perspectiva de parte da estrutura do abrigo	83
Figura 12	Vista longitudinal da estrutura do abrigo	84
Figura 13	Perfis prováveis de estrutura de cobertura do abrigo	85
Figura 14	Estrutura do abrigo temporário	86
Figura 15	Estrutura principal do abrigo com peças referenciadas	87
Figura 16	Posicionamento das peças F1 e F2 na base	88
Figura 17	Tipos de instalação das peças F2 na base	89
Figura 18	Fixação por chumbamento ou apoio da peça F1 na base	90
Figura 19	Encaixe das peças P1 as peças F2	91
Figura 20	Peças A1 e encaixe nas peças P1	92
Figura 21	Peças de C1 a C11 – engate nas F1 e transpasse nas A1	93
Figura 22	Estrutura completa e cobertura da proposta de abrigo	99
Figura 23	Planta do Abrigo Temporário-1 (AT1)	102
Figura 24	Planta do Abrigo Temporário-2 (AT2)	103
Figura 25	Corte longitudinal do Abrigo Temporário-2 (AT2)	104
Figura 26	Corte transversal do Abrigo Temporário-1 (AT1)	105
Figura 27	Detalhes 1, 2 e 3 dos perfis de montagem dos painéis	105
Figura 28	Detalhes 4, 5 e 6 dos perfis de montagem dos painéis	106
Figura 29	Elevação dos conjuntos de painéis com portas e caixilho	107
Figura 30	Vista 1 do <i>design</i> interno com mobiliário do abrigo AT2	109
Figura 31	Vista 2 do <i>design</i> interno com mobiliário do abrigo AT2	109
Figura 32	Sistema de fornecimento de água e coleta de efluentes	112
Figura 33	Proposta de área para implantação de abrigos	114

Figura 34	Perspectiva esquemática da área para os abrigos	115
Figura 35	Embalagem para acondicionar os abrigos	116
Figura 36	Identidade visual dos abrigos	117
Figura 37	Descarga de abrigos na área proposta	118
Figura 38	Descarga completa de abrigos na área proposta	118
Figura 39	Abertura das embalagens dos abrigos na área proposta	119
Figura 40	Montagem das peças F1 e F2 chumbadas na base	119
Figura 41	Montagem das peças F1 e F2 apoiadas no solo	120
Figura 42	Montagem das peças P1 em F2	120
Figura 43	Montagem das peças A1 em P1 (Lado A)	121
Figura 44	Montagem das peças de C1a C6 com aplicação da cobertura	121
Figura 45	Inversão de lado A para B do conjunto	122
Figura 46	Peças de C7 a C11 montadas com aplicação da cobertura	122
Figura 47	Estrutura principal montada e estabilizada com cobertura	123
Figura 48	Montagem dos perfis da base para receber os painéis	123
Figura 49	Início da montagem dos painéis da envoltória	124
Figura 50	Continuação da montagem dos painéis da envoltória	124
Figura 51	Conclusão da montagem dos painéis da envoltória do abrigo	125
Figura 52	Esquema de produção de hidrogênio a partir de diferentes fontes	131
Figura 53	Projeto “Casa do Futuro – Protótipo 1”	135
Figura 54	Projeto H2PIA para uma casa a hidrogênio	136
Figura 55	Unidade estacionária de CaC a hidrogênio de 5kW	139
Figura 56	Unidade estacionária de CaC - hidrogênio de 50kW	140
Figura 57	Ônibus híbrido H2+2 projetado pela COPPE	144
Figura 58	Esquema de uma Célula a Combustível	145
Figura 59	Empilhamento de células unitárias que formam um “ <i>stack</i> ”	146
Figura 60	Casa modelo de alternativa energética com CaC – Tokyo Japão	148
Figura 61	CaC 4,6kW + água quente + baterias em residência no Japão	149
Figura 62	Esquema de instalação de CaC em residência	150
Figura 63	Ônibus movido a hidrogênio – EMTU/SP	153
Figura 64	Processo de produção e abastecimento H ₂ - EMTU	154
Figura 65	Proposta arranjo interno da UMI	158
Figura 66	Instalações elétricas e sanitárias na área de abrigos AT2	161
Figura 67	Configuração final da implantação da área de abrigos proposta	162
Foto 1	Vista aérea do desastre na UC em Bophal na Índia	43

Foto 2	Memorial às vítimas do desastre em Chernobyl na Rússia	44
Foto 3	Desabrigados no Ginásio Esportivo Pedro Jahara-Teresópolis/RJ	50
Foto 4	Desabrigados no estádio Astrodome – Texas/EUA	51
Foto 5	Desabrigados no estádio Astrodome – Texas/EUA	51
Foto 6	Idosos aguardando resgate de helicóptero – Teresópolis/RJ	52
Foto 7	Ferido chegando no GE Pedro Jahara – Teresópolis/RJ	52
Foto 8	Desabrigados vítimas de tsunami – Miyag - Japão	53
Foto 9	Unidade estacionara de 5kW no CCCH do IPEN	141
Foto 10	Unidade estacionária de 50kW no CCCH do IPEN	142
Foto 11	Eletrolisador no CCCH do IPEN	142
Foto 12	Cilindros de H e O no CCCH do IPEN	143
Gráfico 1	Evolução do número de desastres naturais no mundo	28
Gráfico 2	Evolução do número de desastres naturais no Brasil	29
Gráfico 3	Número de afetados por tipos de desastres no Brasil	30
Quadro 1	Classificação de desastres Naturais do EM-DAT	25
Quadro 2	Classificação de desastres naturais do COBRADE	26
Quadro 3	Classificação de desastres tecnológicos do COBRADE	26
Quadro 4	Aspectos de um programa de necessidades (PINTO, 2012)	55
Quadro 5	Aspectos fundamentais do programa de necessidades	59
Quadro 6	CaC – hidrogênio em edificações na Europa	133
Quadro 7	CaC – hidrogênio em edificações em três continentes	137

Lista de Tabelas

Tabela 1	Tipos de Célula a Combustível pelo tipo de eletrólito	147
Tabela 2	Equipamentos eletro eletrônicos e iluminação no AT2	159
Tabela 3	Planilha de dados quantitativos e custos unitários de materiais e serviços	164

Lista de Abreviaturas e Siglas

AIEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
AVADAN	Relatório de Avaliação de Danos
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
CaC	Célula a Combustível
CCCH	Centro de Células a Combustível e Hidrogênio
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
DC	Defesa Civil
GE	Ginásio Esportivo
EM-DAT	<i>Emergency Events Database</i>
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
EMTU/SP	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos do Estado de SP
EUA	Estados Unidos da América
EPS	Poliestireno Expandido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Instituto Geológico do Estado de São Paulo
INIS	<i>International Nuclear Information System</i>
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
MEA	<i>Membrane Electrode Assembly</i>
MI	Ministério da Integração Nacional
MME	Ministério de Minas e Energia
NEPED	Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NWS	<i>National Weather Service</i>
NOPRED	Formulário de Notificação Preliminar de Desastre
ONG	Organização Não Governamental
PEM	<i>Proton Exchange Membran</i>
PEMFC	Célula a Combustível com Membrana de Troca de Protons
PIB	Produto Interno Bruto
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo

PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
RIO+20	Conferência das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento Sustentável
SP	Estado de São Paulo
SOFC	<i>Solid Oxid Fuel Cell</i>
TEPCO	<i>Tokyo Electric Power Company's</i>
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UMI	Unidade Móvel de Infraestrutura
US\$	Dólar – Moeda dos Estados Unidos da América
USP	Universidade de São Paulo

Lista de símbolos

kW	Kilowatt
kVA	Kilovolt Ampére
kV	Kilovolt
kg	Kilograma
m	Metro
m ²	Metro quadrado
mm	Milimetro
MWh	Megawatt Hora
MVA	Megavolt Ampére
H2+2	Projeto Ônibus Híbrido – Hidrogênio + Elétrico
t	Tonelada
¥	Iene - Moeda Japonesa

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	20
3	METODOLOGIA	21
4	DESASTRES NATURAIS	23
4.1	Classificação dos desastres	25
4.2	Frequência e impacto de desastres naturais no mundo	28
4.3	Critérios e definições catalogação de desastres	31
4.4	Desastres naturais a tecnológicos	34
4.4.1	Desastres naturais	35
4.4.1.1	Desastre natural em New Orleans nos Estados Unidos da América	35
4.4.1.2	Desastre natural Fukushima no Japão	38
4.4.1.3	Desastre natural no Rio de Janeiro no Brasil	41
4.4.2	Desastres tecnológicos	42
4.4.2.1	Desastre tecnológico em Bhopal na Índia	42
4.4.2.2	Desastre tecnológico em Chernobyl na União Soviética	44
5	ASSENTAMENTOS HUMANOS E DESASTRES	46
5.1	Risco e vulnerabilidade	47
6	O CICLO DE RISCO E VULNERABILIDADE NOS ACENTAMENTOS HUMANOS DO BRASIL: DA IRREGULARIDADE NA OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO A CONSOLIDAÇÃO DA VITIMIZAÇÃO NOS ABRIGOS	49
6.1	Situação dos desabrigados nos abrigos temporários	50
7	PROGRAMA DE ENCESSIDADES PARA O PROJETO DO ABRIGO	55
7.1	Programa de necessidades	56
7.1.1	Aspectos humanos	60
7.1.2	Aspectos ambientais	69
7.1.3	Aspectos técnicos	72

7.1.4	Aspectos financeiros	74
8	DIRETRIZES PARA O PROJETO DO ABRIGO TEMPORÁRIO	78
9	PROJETO DO ABRIGO TEMPORÁRIO	80
9.1	Concepção da forma	80
9.2	Detalhes técnicos do sistema estrutural e cobertura	88
9.3	Envoltória do abrigo e forro	95
9.4	Projeto executivo	96
9.5	<i>Design</i> interno modelo do abrigo AT2	103
9.6	Suprimento de água e coleta de efluentes	105
10	IMPLANTAÇÃO DOS ABRIGOS	108
10.1	Execução da base para os abrigos	110
10.2	Embalagem e transporte dos abrigos	111
10.3	Implantação dos abrigos em áreas seguras	112
10.4	Procedimentos para montagem de um abrigo	114
11	SUPORTE DE ENERGIA ELÉTRICA E INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	121
11.1	Fontes alternativas e geração de energia elétrica	121
11.2	Geração autônoma de energia elétrica de pequeno porte	122
10.2.1	Grupo moto-gerador	123
11.2.1.1	Análise dos aspectos positivos e negativos para aplicação	123
11.2.2	Célula a combustível a hidrogênio	124
11.2.2.1	Aplicações de célula a combustível a hidrogênio em veículos automotores, edificações e equipamentos portáteis no mundo	127
11.2.2.2	Funcionamento de uma célula a combustível a hidrogênio	140
11.3	Fonte primária para acionamento das CaC na área dos abrigos	145
11.4	Dimensionamento da demanda em kW na área dos abrigos	154
12	ESTIMATIVA DE CUSTO DO ABRIGO TEMPORÁRIO	158
13	CONCLUSÃO	161
	REFERENCIAS	167

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, a distribuição da população brasileira no seu território passou de maioria rural para maioria urbana e atualmente caracteriza-se por uma ocupação eminentemente urbana. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2011, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), demonstra que 85% dos brasileiros estão atualmente domiciliados em áreas urbanas, o que corresponde a 165 milhões de pessoas. Nos últimos 70 anos a taxa de urbanização no Brasil saltou de 31,24% em 1940 para 53,48% em 2007, Segundo dados estatísticos do IBGE, o que demonstra o êxodo rural ocorrido nesse período.

Associando o índice de aceleração de 267% da taxa de urbanização nas últimas 6 décadas à taxa de crescimento da população presente e residente de 462%, identifica-se um adensamento urbano acelerado e desordenado que em decorrência da falta de planejamento e de investimentos em infraestrutura urbana, promoveu e ainda promove uma ocupação maciça e desordenada principalmente nas 10 regiões metropolitanas brasileiras.

As principais capitais do Brasil, que se transformaram em regiões metropolitanas, não previram, por exemplo, a localização da população de baixa renda como também desconsideraram a força de atração que os grandes centros urbanos possuem por disponibilizarem muita oferta de emprego e, conseqüentemente, aumento da renda pessoal e familiar.

Teorias econômicas afirmam existir uma relação direta nesses fatores, ou seja, concentração de capital = concentração espacial. Tais fatores determinaram a ocupação informal e ilegal de áreas de risco, de proteção ambiental, de preços fundiários depreciados e de áreas contaminadas. Com a realização do Censo Demográfico de 2010, o IBGE aprimorou o conhecimento sobre as condições de vida da população brasileira em todos os municípios e trabalhou num recorte territorial específico, identificando e caracterizando o que denominou de “aglomerados subnormais”, como sendo:

um conjunto de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais,

ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. (IBGE, 2010).

O panorama descrito configura as condições de habitação desfavoráveis para um contingente de 11.425.644 de brasileiros, que se reflete, a princípio, numa baixa qualidade de vida. Mas se submetemos esse cenário aos efeitos dinâmicos de fenômenos naturais, que ocorrem no território nacional periodicamente, temos um cenário de desastres.

Os fenômenos naturais estão relacionados à geodinâmica terrestre, tanto externa como interna. Portanto, as manifestações espontâneas da natureza sobre o planeta terra, além de serem ocorrências dentro da ordem natural e independentes do controle do homem, não passariam da escala de eventos da natureza à escala de desastres, não fosse pelo desrespeito ou desconhecimento da força desses fenômenos. Quando esses fenômenos se manifestam em regiões desabitadas ou em áreas estruturalmente preparadas para receber seus efeitos, o evento e suas consequências são registrados apenas pela sua magnitude. No entanto, quando esses fenômenos incidem sobre regiões habitadas pelo homem e sem infraestrutura urbana adequada e, portanto, vulneráveis, ou quando a magnitude desses fenômenos atinge proporções inéditas, inevitavelmente geram desastres que causam perdas humanas e danos materiais e ambientais.

No Brasil a classificação dos desastres naturais segue as referências mundiais que os subdivide em seis grupos: **Geofísicos**, **Meteorológicos**, **Hidrológicos**, **Climatológicos** e **Biológicos** dentre os naturais e entre os antropogênicos: os **Tecnológicos**.

A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor. No território brasileiro não ocorrem grandes e graves desastres súbitos de evolução aguda, como terremotos, furacões, erupções vulcânicas ou tsunamis. No entanto sofremos com a ocorrência de outros tipos de desastres súbitos como os decorrentes de chuvas com taxas de precipitação superiores a 50mm por hora. Essas precipitações intensas ocasionam os deslizamentos de encostas, as inundações e as enchentes em áreas de risco.

Os critérios de caracterização e avaliação de impactos dos desastres em regiões habitadas servem-se de estudos técnicos de engenharia para determinação das causas e de soluções técnicas emergenciais, bem como de quantificação dos custos para reparar os danos materiais nas edificações e na infraestrutura urbana. Na área de assistência social e médica, as avaliações limitam-se a levantamentos quantitativos das vítimas classificadas entre feridos levemente ou gravemente e de óbitos. Quanto à adoção de indicadores sociais que permitissem avaliar os impactos na vida das vítimas dos desastres, desalojadas e desabrigadas, e que abrangessem aspectos sociais, econômicos e humanos, para além do momento do evento, não existe essa prática e, portanto não se aprimorou uma metodologia para tal avaliação.

A perda do domicílio, enquanto local de residência e as consequências da desestruturação familiar em decorrência de um desastre natural vão além do enfoque econômico e atingem o estágio de desorientação social do indivíduo e de sua identidade. A expressão “perdi tudo” comumente adotada pelas vítimas de desastres, pode ser valorada quantitativamente quanto aos aspectos econômicos relativos ao inventário de perdas de bens materiais, mas não sob o aspecto social e humano, pois sua abrangência e extensão é quase adimensional. Seriam necessários estudos e levantamentos de dados sociais obtidos não só no intervalo temporal inicial e final dos eventos, mas durante um período mínimo de dois anos após a ocorrência do evento, para que fosse possível avaliar com precisão o grau dos reais danos e prejuízos. O prazo de 2 anos tem como referência acompanhamento científico, de base sociológica, realizado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais (NEPED) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), do Estado de São Paulo, cujos resultados serão apresentados e discutidos na subseção 5.1.

No Brasil, assim como em outras regiões do mundo, as soluções adotadas pelos governos e órgãos competentes para abrigar provisoriamente e em caráter emergencial as vítimas desabrigadas e desalojadas em decorrência de desastres naturais são, normalmente, de três tipos:

- utilização de espaços públicos tais como: escolas, ginásios de esportes, igrejas, pavilhões de eventos, etc.

- abrigos temporários precários do tipo: tendas e barracas desenvolvidas especificamente para fins militares.
- disponibilização de verba para aluguel social ou auxílio-moradia.

A seção 5 deste trabalho discorrera sobre uma análise dos aspectos humanos, elencando os problemas sociais vivenciados pelos desabrigados e desalojados nos abrigos temporários, e também os aspectos técnicos que permitam dimensionar o período de temporalidade de um abrigo.

No Brasil, dados do NEPED confirmam que o temporário, ou provisório, torna-se definitivo em alguns casos, o que consolida a condição sub-humana de vulnerabilidade a novos desastres. E por outro lado é frequente também a prática de ações de governo que pretendem, o mais rapidamente possível, retirar da paisagem os abrigos temporários, pois a permanência dos mesmos cristaliza a precariedade de um sistema efetivo de suporte às vítimas. Segundo a pesquisadora Valencio (2011) do NEPED, é uma tendência das ações políticas nos municípios afetados a transformação do desabrigado em desalojado, para assim sublimar a assistência social às vítimas.

Neste estudo será apresentada proposição de solução de abrigo temporário que englobe as questões sociais levantadas anteriormente, e que possibilite aos desabrigados prosseguirem com suas rotinas de convívio social sem perda da sua identidade social, e que permita a continuidade de suas atividades econômicas de sustento pessoal e familiar. Dentre as questões rotineiras que exemplificam a necessidade de suporte na esfera social, está à conquista de um endereço fixo, que embora a princípio possa parecer mera formalidade, traria de volta o sentido de territorialidade para essas vítimas, identificando-as enquanto cidadãos e mitigando sua condição de exclusão social diante de uma fatalidade.

Portanto, a ação de abrigar deve ir além do conceito primitivo de um abrigo, enquanto objeto ou local que proporcione aos seus ocupantes a proteção necessária às intempéries. Deve, mesmo que de forma temporária assemelhar-se a algo próximo de uma residência, no sentido de lar. Para tanto este estudo discutira e apresentara soluções técnicas que embarquem os aspectos arquitetônicos e de sistemas construtivos, que utilizem as tecnologias atuais e os princípios de

sustentabilidade, e que considerem os custos de produção, transporte, montagem e desmontagem, como também da possibilidade de reutilização do sistema, como fundamentos estruturais da proposta.

Abrigar temporariamente as vítimas de desastres que tiveram como uma das causas de sua vitimização a ocupação de áreas de risco e, portanto, de sistemas vulneráveis e realocá-las em abrigos implantados em locais sem infraestrutura básica, faria com que essas vítimas novamente fossem classificadas enquanto habitantes de um “aglomerado subnormal”, e assim formatar-se-ia um novo ciclo de futuros cenários de desastres. Portanto é de fundamental importância que sejam consideradas também as condições de infraestrutura de saneamento básico e de fornecimento de energia elétrica, a partir da utilização de células a combustível a hidrogênio, em unidades autônomas e móveis, por contemplarem as características de flexibilidade de implantação devido à mobilidade. Dessa forma os abrigos poderão ser implantados em áreas seguras, e sem a necessidade da existência prévia de infraestrutura urbana de serviços básicos.

2 OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo apresentar o projeto arquitetônico de um abrigo temporário para atendimento a desabrigados e desalojados, vítimas de desastres, sustentado por infraestrutura básica de saneamento e fornecimento de energia elétrica limpa e sustentável, a base de células a combustível a hidrogênio, o que possibilitará a sua implantação em qualquer localidade, mesmo sem a existência prévia de infraestrutura urbana de serviços.

3 METODOLOGIA

Nas áreas de conhecimento na qual as características deste trabalho se enquadram, é muito comum que a pesquisa a ser desenvolvida seja classificada na categoria de “propositiva” que, segundo Serra (2006), recebe essa denominação por conter uma proposta para resolver determinado problema arquitetônico ou urbanístico.

Devido à abrangência da abordagem temática que embasará este trabalho, percorrendo desde as questões técnicas nas especialidades de engenharia e arquitetura, até as questões de âmbito social, na esfera da sociologia dos desastres e dos direitos humanos, até atingirmos o objetivo principal, faz-se necessária a utilização de mais de um método. No momento inicial será aplicado o “*método estatístico*”, para o levantamento e discussão dos dados sobre a ocorrência dos fenômenos naturais e dos desastres ocasionados pela magnitude de suas manifestações, sobre um meio ambiente vulnerável, seja no território nacional, seja no restante do mundo.

As questões sociais e humanas serão tratadas de modo descritivo e analítico, a partir de referenciais publicadas por diversos autores que trataram dessa temática e em dados, em grande parte pesquisados e tratados pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres – NEPED, grupo de pesquisa certificado pela Universidade Federal de São Carlos no Estado de São Paulo. O NEPED utilizou basicamente dois métodos: o estudo de casos e o método de ação participativa, no qual este último, segundo Serra (2006), trata do envolvimento de pesquisadores com determinados grupos sociais para juntos encontrarem soluções para os problemas locais.

Para o tratamento dos dados técnicos utilizar-se-á o método quantitativo e qualitativo. Esses dados serão levantados e analisados a partir de documentos técnicos tais como: relatórios de ensaios de materiais e de sistemas técnico-construtivos, que estão disponibilizados na literatura técnica específica da área de conhecimento referente à engenharia civil e arquitetura.

Na etapa final deste trabalho que tratará especificamente da elaboração da proposta para o abrigo temporário e da infraestrutura de instalações sanitárias e

suprimento de energia limpa, sustentável e autônoma, a mesma será estruturada em quatro premissas que são fundamentais para sustentá-la, a saber:

- materiais, técnicas e sistemas construtivos;
- segurança física e patrimonial;
- segurança contra incêndio; e
- suporte de energia elétrica e instalações sanitárias autônomas.

4 DESASTRES NATURAIS

A princípio o conceito de desastre natural pode denotar antagonismo se observarmos a aparente contradição na associação contida nos significados das duas palavras que o definiram. Como é possível que a natureza que se entende, pelo senso comum de uns, como algo belo e que deleita nossos sentidos e, de outros, como algo produzido por obra de deuses, manifestar-se de forma tão violenta a ponto de gerar um desastre ou calamidade ou mais ainda uma catástrofe? Em seu livro *“Primavera Silenciosa”*, publicado pela primeira vez em 1962, a bióloga e ambientalista Carson (2010) resumiu essa contradição da seguinte forma:

O homem é parte da natureza e sua guerra contra a natureza é inevitavelmente uma guerra contra si mesmo. Temos pela frente um desafio como nunca a humanidade teve, de provar nossa maturidade e nosso domínio, não sobre a natureza, mas sobre nós mesmos. (CARSON, 2010).

Na contextualização de Carson (2010) notam-se questões fundamentais que devem ser analisadas na nossa relação com a natureza. Primeiro ela identifica o homem como parte da natureza e posteriormente ela aponta uma situação de conflito entre ambos. Conflito que culmina numa guerra onde não existirão vencedores, mas somente perdedores, pois estaremos lutando contra nós mesmos. Num segundo momento ela aponta nossa imaturidade e nossa posição de domínio sobre a natureza.

Essa breve discussão de cunho mais contextual do que científica, serve para introduzirmos o conceito de desastre humano ou antropogênico onde a ação do homem sobre a natureza, seja por desconhecimento da geodinâmica da terra, seja por displicência, patrocina essa ambiguidade. Portanto, naturais são as manifestações dos fenômenos na terra, mas não são naturais os desastres que vitimam populações decorrentes dessas manifestações. Exemplificando: a chuva torrencial ou um temporal não é em si um desastre, mas poderá sê-lo, na perspectiva humana, caso o meio na qual ela incida seja vulnerável. Assim como não são os terremotos que levam ao óbito centenas de pessoas, mas sim o desabamento das edificações nas quais essas pessoas estavam abrigadas.

O Instituto Geológico do Estado de São Paulo (IG) publicou em 2009 o título: “Desastres naturais: conhecer para prevenir”. Nele os autores tratam a questão do relacionamento do homem com a natureza na seguinte ótica:

A relação do homem com a natureza ao longo da história evoluiu de uma total submissão e aceitação fatalista dos fenômenos da natureza a uma visão equivocada de dominação pela tecnologia. As inundações que ultrapassaram e romperam diques e barragens em New Orleans, por ocasião do furacão Katrina em 2005, nos Estados Unidos e o terremoto de Kobe no Japão em 1995, com milhares de vítimas e pessoas afetadas, são exemplos que demonstram que muitas vezes os fenômenos naturais surpreendem até mesmo as nações mais bem preparadas para enfrentá-los. Obviamente os avanços tecnológicos permitem hoje que a humanidade enfrente melhor os perigos decorrentes destes fenômenos (IG, 2009).

Fica, portanto, evidente que a base de princípios dos conceitos apresentados está na relação do homem com a natureza.

A Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) no seu glossário conceituava, até 2012, “desastre” como:

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. (BRASIL, 2012).

Esse conceito foi ampliado e atualizado pela Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012 da SEDEC, que passou a ter o seguinte texto:

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um cenário vulnerável causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios. (BRASIL, 2013).

Analisando a reedição do texto original que definia o que é um desastre, observamos que se tratou de evidenciar a dimensão dos danos e perdas de prejuízos econômicos e sociais, para algo muito maior, ou seja, para extensivas perdas e danos e também apontando a incapacidade de uma comunidade ou sociedade de lidar com o problema usando meios próprios. Observa-se também que a reedição do conceito abrangeu a definição adotada por organismos internacionais, tais como o *Emergency Events Database* (EM-DAT), do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED), que conceitua desastre como:

Situação ou evento, que supera a capacidade local, necessitando ajuda externa nacional ou internacional; um evento imprevisto e muitas vezes súbito, que provoca grandes danos, destruição e sofrimento humano. Embora muitas vezes causados pela natureza, os desastres podem ter causas humanas. (EM-DAT, tradução nossa).

O novo texto que define desastres do ponto de vista da SEDEC deixa evidente que os cenários de desastres no território brasileiro têm apresentado aumento no número e na periodicidade das ocorrências, no número de pessoas afetadas e nas perdas materiais com consequentes prejuízos econômicos e sociais. Evidencia também a incapacidade das comunidades afetadas e de seus respectivos governos em adotar ações preventivas em áreas de risco, o que evitaria ou minimizaria os danos, como também principalmente no gerenciamento das ações recuperativas. Entende-se não caber nesse espaço uma discussão mais detalhada que abordasse também os aspectos políticos que se percebe na análise do texto, pois a ênfase desse trabalho é o caráter assistencial às vítimas desabrigadas em situações emergenciais.

4.1 Classificação dos desastres

Os desastres são classificados a partir de várias referências, as mais utilizadas distinguem os desastres quanto à origem e a intensidade, bem como os divide em duas categorias: os naturais e os tecnológicos. Adotamos como fonte referencial os dados do *Emergency Events Database* (EM-DAT) do *Centre for Research on the*

Epidemiology of Disasters (CRED), o mais abrangente e completo banco de dados internacionais sobre o tema, o qual mantém em seus bancos relatórios de desastres no mundo desde 1900. O EM-DAT foi criado com o suporte da *World Health Organization* (WHO) e pelo governo Belga. Os dados do EM-DAT são compilados para relatórios de vários organismos internacionais, dentre eles a Organização das Nações Unidas (ONU). O governo brasileiro através do Ministério da Integração Nacional (MI) e por meio da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), também adota o EM-DAT como base de referência para tratar dados de desastres. O Quadro 1 apresenta-se como o EM-DAT classifica os desastres.

Quadro 1 – Classificação de desastres

Subgrupos	Definições	Principais Tipos
Geofísicos	Eventos provocados em terreno sólido	Terremoto, Vulcânico, Movimento de Massa Seca
Meteorológicos	Eventos causados de curta duração de pequena a meso escala em processos atmosféricos	Tempestades
Hidrológicos	Eventos causados por desvio no curso normal das águas e ou rompimento de barragem	Inundações, Movimento de Massa Molhada
Climatológicos	Eventos causados de longa duração nos processos	Temperaturas Extremas, Seca, Incêndios Mata
Biológicos	Desastres causados por exposições de organismos vivos a germes e substâncias tóxicas	Epidemias, Infecções por Insetos, Debandada de Animais

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da *Emergency Events Database do Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (2013)

No Brasil a classificação dos desastres segue os mesmos critérios internacionais. A partir do sistema de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os desastres são categorizados em Naturais e Tecnológicos. A partir dessa classificação detalhou-se os Quadros 2 e 3 que serão apresentados na sequência.

Quadro 2 – Classificação desastre natural

GRUPO	Geológico	Hidrológico	Meteorológico	Climatológico	Biológico
	1. Terremoto	1. Inundações	1. Sistema de grande escala	1. Seca	1. Epidemias
	2. Emissão vulcânica	2. Enxurradas	2. Tempestades		2. Infecções/pragas
	3. Movimento de massa	3. Alagamentos	3. Tempestades extremas		
	4. Erosão				

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Quadro 3 – Classificação desastre tecnológico

GRUPO	1	2	3	4	5
	Desastres relacionados a substâncias radioativas	Desastres relacionados a produtos perigosos	Desastres relacionados a incêndios urbanos	Desastres relacionados a obras civis	Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Quanto à intensidade (ou porte), os desastres são classificados em quatro níveis:

- nível I, desastres de pequena intensidade;
- nível II, desastres de média intensidade;
- nível III, desastres de grande intensidade e,
- nível IV, desastres de muito grande intensidade.

A escala de aferição da intensidade de um desastre, que estabelece os níveis de pequena a muito grande, é determinada pela caracterização dos danos. Os danos que variam na escala entre pouco importantes a muito importantes, bem como os

prejuízos causados, que são enquadrados entre pouco vultosos a muito vultosos, se inserem na escala de recuperáveis a irrecuperáveis.

A amplitude de um desastre depende da razão entre duas variáveis: magnitude do fenômeno natural ou evento adverso sobre um sistema vulnerável. Contextualizando os termos da razão temos que: vulnerabilidade é a probabilidade de uma determinada área geográfica ou comunidade ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, e risco é a probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. Os riscos são identificados e determinados a partir de estudos técnicos, como por exemplo: “Análise e mapeamento de riscos associados a escorregamentos em áreas de encostas e a solapamentos de margens de córregos”, elaborado pelo IPT, em fevereiro de 2011, para a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP). Esse estudo é o maior mapeamento de áreas de risco do Brasil e cobriu a totalidade das áreas vulneráveis da Cidade de São Paulo.

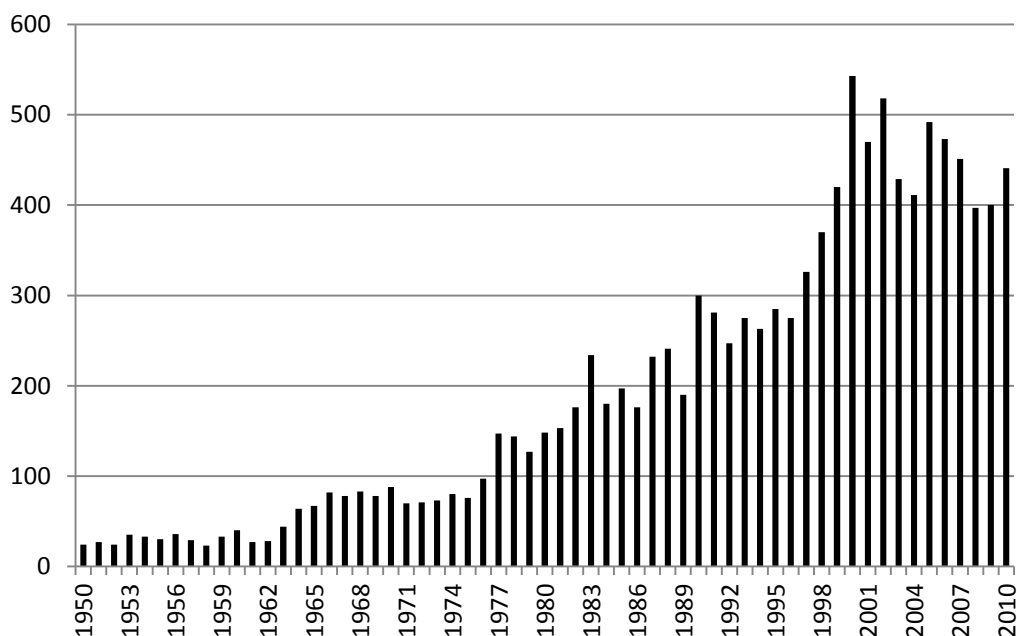
Portanto, a vulnerabilidade, como bem diz o conceito, está relacionada com o grau de defesa, resistência de edificações, sistemas, bem como com as medidas de segurança, que são determinadas, executadas e realizadas pela população para reduzir os riscos ao ambiente e à população e, desta forma, evitar e minimizar os desastres e as consequências ou danos dos mesmos. (IPT, 2011)

4.2 Frequência e impacto de desastres naturais no mundo

O mundo tem enfrentado os impactos decorrentes de desastres naturais sobre as vidas humanas e as economias numa escala enorme. Só no ano de 2011, 302 desastres provocaram a morte de 29.782 pessoas e afetaram outras 206 milhões e geraram prejuízos econômicos na ordem de US\$ 366 bilhões. Dos cinco continentes do mundo o asiático ocupa o primeiro lugar em ocorrências, atingindo um número de 4.600 desastres, o que representa 39% das ocorrências no mundo. Esses desastres mataram 5.721.000 pessoas e afetaram outras 5.989.771.000. Do total de eventos globais que ocorreram no período de 1950 a 2011, os mais frequentes tipos de desastres foram: as inundações que representaram 33%, as tempestades 28% e os terremotos 9%. O gráfico 1 na sequência, detalha e ilustra a evolução do número de

desastres naturais que ocorreram no mundo, no período compreendido entre o ano de 1950 até o ano de 2009.

Gráfico 1 – Evolução do número de desastres no mundo

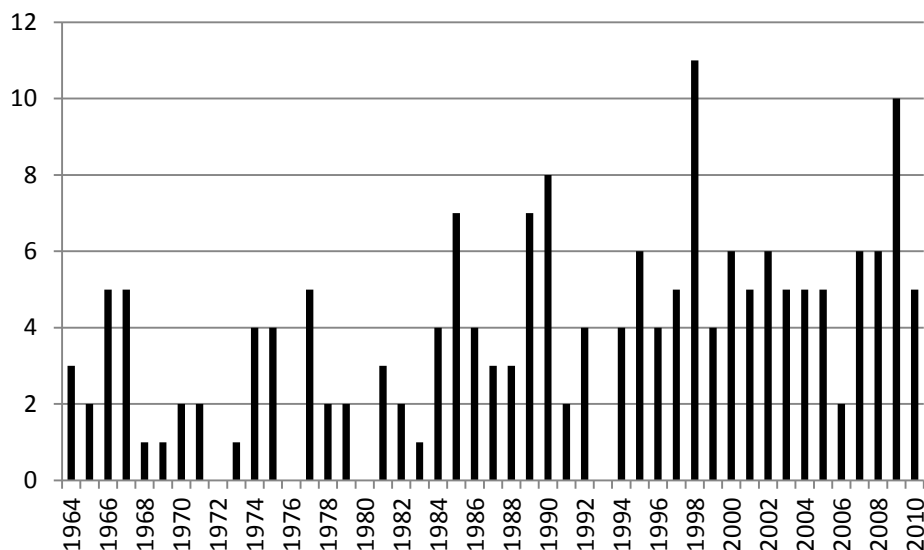


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do *Emergency Events Database* do *Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (2013)

No Brasil não existem dados confiáveis até o ano de 1964 e até meados de 1990 o documento oficial do governo brasileiro para registros de desastres era o Relatório de Danos que foi posteriormente substituído pelo Relatório de Avaliação de Danos (AVADAN). Além disso, no período de 1991 a 2010 as informações oficiais sobre um desastre no Brasil surgiam pela emissão de dois documentos distintos e não obrigatoriamente dependentes: o Formulário de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) e o Formulário de Avaliação de Desastre (AVADAN). Na ocorrência de um desastre os relatórios eram elaborados pelas autoridades do município envolvido no evento e encaminhados à Coordenadoria Estadual da Defesa Civil e a SEDEC, no qual eram informados os danos causados e informando os dados requeridos. Somente a partir de 1990 os desastres passaram a fazer parte de um banco de dados elaborado e mantido pela Secretaria Nacional da Defesa Civil do atual Ministério da Integração Nacional (MI). A partir desses dados elaborou-se o

gráfico 2, que apresenta a evolução do número de desastres naturais que ocorreram no território nacional até o ano de 2010, a partir de dados do EM-DAT.

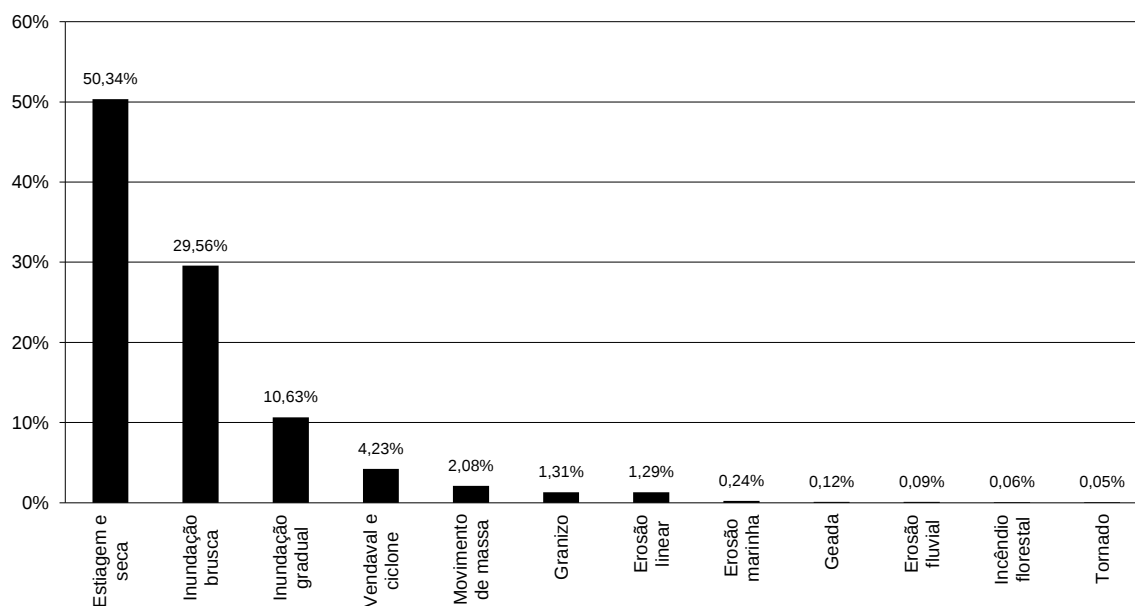
Gráfico 2 – Evolução no número de desastres no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do *Emergency Events Database do Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (2013)

No Brasil o primeiro trabalho de pesquisa em âmbito nacional foi realizado em conjunto pela SEDEC e pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o qual resultou na publicação, no ano de 2012, do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais que trabalhou dados de 1991 a 2010. A partir dessa publicação, que traz dados históricos mais recentes, bem como da metodologia de levantamento de dados e registro de ocorrências que foi implantada a partir de então, conta-se atualmente com uma base de dados mais confiável para que dessa forma as autoridades, os pesquisadores e os especialistas brasileiros, possam planejar adequadamente as políticas e programas de gestão de riscos e redução de desastres, como também tratar de forma mais eficaz as ações recuperativas. Com dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, o gráfico nº 3 ilustra por unidades de percentagens o número de pessoas afetadas nos desastres que ocorreram no território nacional.

Gráfico 3 – Percentual de afetados por tipo de desastre



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – Volume Brasil 2012

4.3 Critérios e definições para catalogação de desastres

Para que um desastre seja catalogado na base de dados do EM-DAT deve se enquadrar em pelo menos um dos seguintes critérios:

- 10 ou mais mortes;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- Declaração de estado de emergência;
- Pedido de ajuda internacional.

Para compreensão e uniformidade no tratamento conceitual das informações a serem catalogadas no EM-DAT, selecionou-se os conceitos mais relevantes para inclusão de um desastre em seu banco de dados:

- Mortos: pessoas confirmadas como mortas e pessoas desaparecidas e presumivelmente mortas;

- Feridos: pessoas que sofreram ferimentos físicos, traumas ou doença que requerem tratamento e cuidados médicos em decorrência do desastre;
- Desabrigados e desalojados: pessoas que necessitam de assistência imediata por abrigo;
- Afetados: pessoas que necessitam de assistência imediata durante o período de emergência, podendo incluir também desabrigados e desalojados;
- Total de afetados: somatória de feridos, desabrigados e desalojados;
- Danos estimados: diversas instituições têm desenvolvido metodologias para quantificar os danos. No entanto, não há um procedimento padrão nem indicadores para determinar os impactos econômicos. O resultado é apresentado em US\$.

No Brasil o MI através da publicação da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal.

No Art. 1º Para os efeitos desta Instrução Normativa entende-se como:

I – situação de emergência: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade de um determinado município, Estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta;

II – estado de calamidade pública: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, Estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta;

III – dano: resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições e aos ecossistemas, como consequência de um desastre;

IV – Prejuízo: medida da perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastre.

No art. 3º quanto à intensidade os desastres são classificados em dois níveis:

- a) Nível I – desastres de média intensidade;
- b) Nível II – desastres de grande intensidade.

§1º A classificação quanto a intensidade obedece a critérios baseados na relação entre:

I – a necessidade de recursos para o restabelecimento da situação de normalidade;

II – a disponibilidade desses recursos na área afetada pelo desastre e nos diferentes níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC)

[...]

[...]

§4º Os desastres de nível I ensejam a decretação de situação de emergência, enquanto os desastres de nível II a de estado de calamidade pública.

Prosseguindo na caracterização a IN nº 01 destaca os desastres de nível I e de nível II e comparando-os com a classificação do EM-DAT, tem-se que para desastres de nível I os danos humanos correspondem basicamente aos mesmos indicadores, ou seja:

- I- De um a nove mortos; ou
- II- Até noventa e nove pessoas afetadas.

Para os desastres de nível II:

- I- Dez ou mais mortos; ou
- II- Cem ou mais pessoas afetadas.

Na IN nº 01 encontra-se também vários parâmetros que caracterizam os diferentes níveis de desastres quanto a danos ambientais e prejuízos econômicos.

Retoma-se aqui a análise quanto aos indicadores que são utilizados para caracterização e classificação de desastres, tanto nas referências internacionais quanto nas brasileiras, pois ambas tratam os aspectos humanos e econômicos do ponto de vista da lógica fria e direta de quantificação de danos e perdas, ou seja: a quantidade de pessoas que morreram, dentre essas as que desapareceram, ou

quantas foram afetadas e também os prejuízos econômicos gerados pelos desastres. Evidentemente indicadores para avaliação da extensão dos danos humanos e materiais de um desastre devem se servir de parâmetros objetivos e consequentemente passíveis de caracterização e quantificação, por unidades de valores matemáticos absolutos.

No entanto, para o objetivo principal deste trabalho, que trata de uma proposição no âmbito assistencial às vítimas desabrigadas e desalojadas nos desastres, com uma solução de abrigo temporário com infraestrutura autônoma de energia elétrica e saneamento básico, é fundamental considerar as questões sociais geradas pelos desastres às vítimas, sob um olhar mais recortado na esfera do que o NEPED classificou como: sociologia dos desastres, as quais foram discutidas na subseção 4.1.

4.4 Desastres naturais e tecnológicos

Seguindo a classificação da IN nº1 do Ministério da Integração Nacional quanto à origem ou causa primária do agente causador de um desastre, os desastres que podem ser naturais ou tecnológicos. Os naturais têm sua causa na manifestação dos fenômenos da natureza, originadas pela dinâmica interna e externa da terra. Os decorrentes da dinâmica interna são terremotos, maremotos, vulcanismo e tsunamis. Os da dinâmica externa são tempestades, tornados, inundações, escorregamentos, entre outros. Os tecnológicos são os que têm sua origem nas ações do homem sobre a natureza e que também podem ser classificados como humanos ou antropogênicos, como citamos na subseção 4.1.

Os critérios adotados para elencar os desastres naturais e tecnológicos mais relevantes para compor esta amostra, foram os mesmos adotados pelos bancos de dados de registro de desastres das instituições oficiais internacionais e nacionais, já citadas anteriormente. Portanto os critérios são basicamente o número de mortos e o número de afetados. A adoção desse critério vem de encontro também à essência deste trabalho, que busca enxergar os aspectos humanos e sociais enquanto prevalente sobre os aspectos de danos e prejuízos materiais e econômicos. Até porque existem exemplos de desastres que causaram danos materiais em valores

muito superiores aos de outros desastres que, com prejuízos materiais bem menores, levaram a morte um número milhares de vezes maior de pessoas.

4.4.1 Desastres naturais

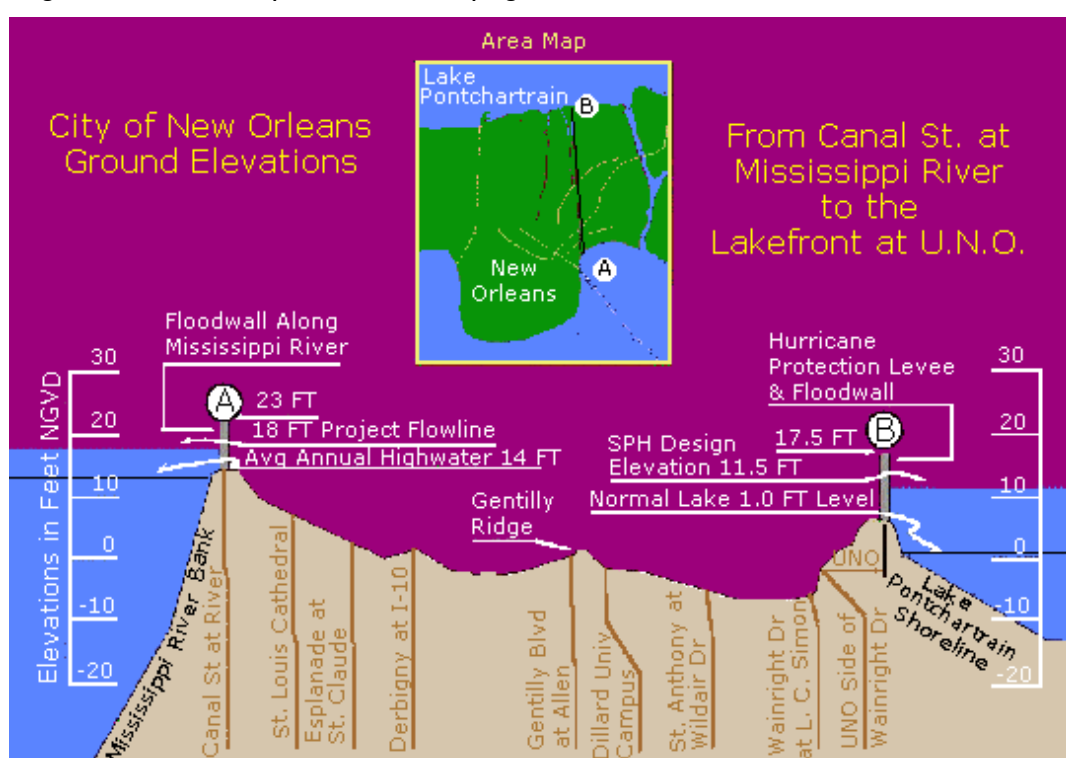
Com base nos registros do EM-DAT ocorreram 19.744 desastres naturais no mundo, no período entre 1950 a 2010. Três exemplos servem para esta amostra, considerando mais suas características do que propriamente a abrangência em número de mortos e afetados, pois nesse período de 60 anos ocorreram desastres no mundo com número de mortos e afetados enormes, como por exemplo: em Bangladesh, no ano de 1991, onde uma tempestade com ciclone tropical vitimou 138.866 pessoas e afetou outras 15.438.849, ou como na República da China em 2008, onde um terremoto matou 87.476 pessoas e afetou outras 45.976.596. A opção pelos três exemplos selecionados, sendo um no Brasil e dois fora do território brasileiro, se fez pelas características de desastres naturais com desdobramentos de um desastre tecnológico e, no caso brasileiro, por tratar-se de desastre natural dentro do padrão de ocorrências mais comum às nossas questões de ocupação por habitações em áreas de risco. Também se optou na seleção pela proximidade do momento do evento com os dias atuais. O processo seletivo dos desastres dentre as dezenas de milhares de ocorrências tornou-se uma tarefa instigante, pois trouxe durante o processo a inevitável constatação da amplitude do crescimento na curva de ocorrências e frequências desses desastres, ao longo do referido período; o que leva a interrogar e buscar os fatores que deram causa a esse crescimento. No entanto, não se trata aqui de analisar esses fatores, mas sim na seção 5, na qual se discutirá sobre: risco, vulnerabilidade, crescimento populacional, urbanização e demais fatores que explicitarão essa discussão.

4.4.1.1 Desastre natural em New Orleans nos Estados Unidos da América

A cidade de New Orleans situada no golfo do México, na região sul dos Estados Unidos da América, enfrenta problemas com inundações desde o período de sua fundação pelos franceses, em 1718. Sua localização geográfica e sua posição topográfica determinam um alto nível de vulnerabilidade e risco para sua população. Os fatores que determinaram a implantação de New Orleans numa

região pantanosa no delta do rio Mississippi e tendo sua cota de implantação abaixo do nível das águas do rio Mississippi e do lago Pontchartrain, foi o enorme potencial vislumbrado pelos franceses, na época, para que New Orleans se tornasse uma cidade economicamente muito importante devido à rota comercial a caminho do rio Mississippi. Na figura 1 na sequência pode-se observar o perfil de implantação da cota da cidade com relação à cota de nível das águas do Mississippi e do lago Portchartrain.

Figura 1 – Perfil esquemático da topografia de *New Orleans*



Fonte: Usace (2013)

A escolha do desastre ocorrido no ano de 2005 na região, teve sua causa num ciclone tropical, o Katrina – que provocou o rompimento dos diques de contenção das águas do Mississippi, inundando 80% da área da cidade e levando a morte de 1.833 pessoas e afetou gravemente outras 500.000 – deveu-se à peculiaridade das suas características territoriais, que proporciona um bom exemplo de um cenário de risco e vulnerabilidade a qual uma comunidade está submetida. Ele exemplifica também as interferências das ações do homem sobre a natureza e que podem vir a classificar os desastres como humanos ou antropogênicos, quando esse é o agente

causador de um desastre, que nesse caso não é, pois o agente causador foi um ciclone tropical. O desastre ocorrido é de um nível de complexidade interessante, pois contém elementos que o enquadram enquanto um desastre natural, mas com desdobramentos de um desastre tecnológico. Essa observação pode induzir a uma interpretação e classificação precipitada de um desastre com essas características, pois de forma prematura pode-se entender que classificá-lo enquanto um desastre misto seria mais adequado. Partindo dessa observação cabe esclarecer o que é um desastre misto. Segundo o Manual de Desastres no seu volume III, do MI (BRASIL, 2008):

[...] existe uma tendência moderna para considerar que, na sua maioria, os desastres que vêm sendo rotulados de desastres naturais, na realidade são mistos. Esta interpretação se fundamenta na própria definição de desastre que resulta da ação de eventos adversos sobre cenários vulneráveis (ou vulnerabilizados) aos mesmos.

O conceito de desastre misto relaciona-se com a percepção de que ações humanas podem contribuir para desencadear fenômenos físicos e químicos que ocorrem na natureza, por causas naturais, mas que podem ser desencadeados por ações antrópicas.

Os desastres mistos são classificados nos mesmos grupos dos desastres naturais, ou seja, relacionados à geodinâmica interna e à geodinâmica externa da terra. Quanto à geodinâmica externa, o MI (v. III, 2008) define que:

No entanto os desastres mistos relacionados a geodinâmica terrestre externa resultam da exaltação de fenômenos naturais, em consequência de atividades humanas, que elevam o nível de poluição da atmosfera e alteram a dinâmica das camadas.

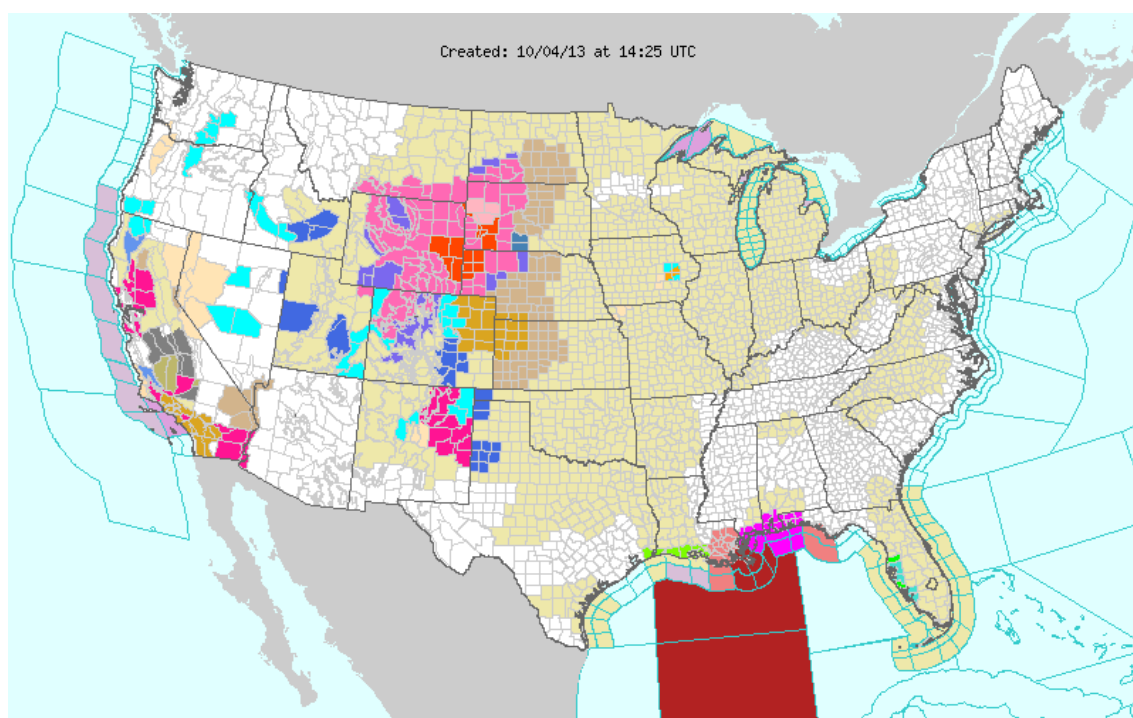
Os desastres mistos relacionados com a geodinâmica interna da terra, segundo o Manual de Desastres (MI, v. III, 2008) define que:

“Está comprovado que ações antrópicas podem alterar o equilíbrio dinâmico relativo ao metabolismo das camadas superficiais e profundas da crosta terrestre, induzindo abalos sísmicos ou alterando as características do solo”.

Partindo dos conceitos apresentados, fica claro que a classificação adotada pelo EM-DAT, bem como a da IN nº1 do MI, para desastres como o do furacão Katrina enquanto desastre natural, são as mais coerentes, pois para classificação quanto à origem ou causa primária, consideraram o agente causador de um desastre, que nesse caso foi um fenômeno natural.

Durante a pesquisa efetuada no site da *National Weather Service* (NWS), no dia 04 outubro 2013, observa-se que a região do Golfo do México, que na Figura 2 abaixo aparece com uma grande área destacada na cor vermelho, está sinalizada que a região do Golfo do México encontra-se sob aviso de tempestade tropical. Portanto, a história de desastres naturais na região ainda não terminou.

Figura 2 – Mapa em tempo real de alerta de tempestades e furacões nos EUA



Fonte: NWS (2013)

4.4.1.2 Desastre natural em Fukushima no Japão

O arquipélago japonês constituído por quatro grandes ilhas: Hokaido, Honshu, Shikoku e Kyushu, que representam 98% do seu território, situa-se ao longo do chamado Anel de Fogo do Pacífico, uma zona estreita em torno do Oceano Pacífico,

onde ocorrem aproximadamente 90% dos terremotos do mundo. Por ano, no Japão, ocorrem aproximadamente 1.500 tremores, sendo que os menores ocorrem quase que diariamente.

O desastre ocorrido no dia 11 de março 2011 no distrito de *Tohoku*, está classificado no EM-DAT como desastre natural, que teve sua origem ou agente causador num sismo de magnitude 9M, com epicentro a 130km da costa leste do Japão e com hipocentro a uma profundidade de 24,2km, provocando um tsunami com onda de altura superior a 10,0m, sendo esta especificamente a que atingiu e devastou a cidade de Fukushima e provocou o acidente na usina nuclear da Companhia de Energia Elétrica de Tokyo (TEPCO). Devido ao acidente na TEPCO, esse evento assumiu proporções e características de um acidente nuclear e passou a ter uma relevância e repercussão, principalmente pelos meios de comunicação no mundo, muito maior de que a ocorrência do superterremoto seguido de tsunami, e seus efeitos catastróficos sobre a região. Cabe esclarecer que a força de um terremoto é estimada pela sua magnitude, que segundo publicação do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (OBSIS,2013), está relacionada com a energia liberada no foco e também com a amplitude das ondas registradas pelos sismógrafos. Prosseguindo na referência citada acima:

Para cobrir todos os terremotos, desde os microterremotos, de magnitudes negativas, até os superterremotos, com magnitudes superiores a 8,0 - foi idealizada uma escala logarítmica, sem limites. No entanto, a própria natureza impõe um limite superior a esta escala já que ela está condicionada ao próprio limite de resistência das rochas da crosta terrestre. (OBSIS, 2013).

Pretende-se com a citação desses conceitos, reiterar os critérios utilizados pelo EM-DAT e outras entidades que classificaram esse desastre como sendo um desastre natural e não um desastre tecnológico, no qual um acidente nuclear seria classificado, como no caso de *Chernobyl* na Federação Russa e *Three Miles Island* nos Estados Unidos da América. A *International Atomic Energy Agency* (IAEA) por ser uma organização que regula e fiscaliza instalações, pesquisas e aplicações de energia nuclear no mundo, registra esse evento como: *Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations*. Ou seja, um acidente na usina nuclear na

TEPCO, em Fukushima Daiichi, que teve sua origem a partir de um desastre natural, segundo relatório do governo japonês à IAEA na Conferência Ministerial de Segurança Nuclear e transmitida pela missão permanente do Japão na IAEA em 7 de junho de 2011.

Nesse mesmo relatório, no capítulo XII, no qual são elencadas as lições que devem ser aprendidas com esse evento, destacam-se duas: a primeira diz respeito aos níveis de segurança nuclear que devem passar a determinar os novos parâmetros de projetos de usina e instalações nucleares, com níveis de segurança muito superiores aos até então estabelecidos. A segunda trata dos prejuízos à imagem da energia nuclear na sociedade em função da repercussão negativa gerada por mais um acidente nuclear, que fez aumentar o medo e os argumentos de ambientalistas e do público em geral, sobre o uso da energia nuclear e seus benefícios em contrapartida aos enormes riscos e danos a curto, médio e longo prazo a saúde do homem e ao meio ambiente.

A incerteza com relação à segurança de instalações nucleares promoveu um movimento a favor da desativação de usinas nucleares no Japão e na Europa, como também do incremento de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de fontes alternativas para geração de energia elétrica limpa e segura, a fim de suprir a demanda atual e de projeções de crescimento econômico e populacional futuro.

No entanto embora o desastre natural na região de *Tohoku*, onde Fukushima está situada, tenha assumido proporções inimagináveis, tanto pelo poder destrutivo provocado pelo tsunami quanto pelo consequente acidente nuclear, não se registraram mortes em consequência da exposição direta a radiação, tanto de trabalhadores das equipes de emergência radiológica da usina, como também da população da região, seja por ingestão de produtos agrícolas, água ou de frutos do mar.

O desastre natural para esse evento catalogado no EM-DAT, registrou 19.846 mortos e 368.820 afetados. Nesse mesmo ano de 2011 foram registrados, também no EM-DAT, outros 24 desastres naturais do tipo terremoto no continente asiático, que levou a morte de 902 pessoas e afetou 1.058.425.

4.4.1.3 Desastre natural no Rio de Janeiro no Brasil

Na noite do dia 11 de janeiro de 2011 teve início o megadesastre na região serrana do estado do Rio de Janeiro, estendendo-se até a manhã do dia 12. Quatro municípios foram envolvidos diretamente por escorregamento em encostas nesse megadesastre: Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis e Sumidouro. Provocou também danos indiretos devido às enxurradas nos municípios de: Areal, São José do Vale do Rio Preto e Bom Jardim. Segundo dados da SEDEC do MI publicados no Anuário brasileiro de desastres naturais de 2011:

O Megadesastre 11 da Região Serrana do Rio de Janeiro foi o evento catastrófico na história do Brasil. A ocorrência de chuvas intensas em um curto período de tempo, aliado aos altos volumes acumulados no mês antecedente, desencadeou eventos geológicos e hidrológicos em larga escala, que deixaram um enorme rastro de destruição – 912 vítimas e mais de 45.000 pessoas desalojadas e desabrigadas. (BRASIL, 2012).

A classificação específica do desastre natural na região serrana do Rio de Janeiro na categoria de Megadesastre partiu da quantidade, volume em movimento de massa e diversidade de escorregamentos registrados, os quais foram considerados como um evento tão magnífico que deu origem a denominação “Megadesastre”. Na avaliação pós-desastre efetuada pelos técnicos da SEDEC, tanto nas vistorias em campo quanto nos sobrevoos por helicóptero na área, relatou-se o seguinte:

[...] o que mais chamou a atenção foi o caráter absolutamente generalizado dos escorregamentos, que, ao não respeitarem a variedade das encostas nem a gênese dos materiais geológicos dispostos a superfície, atingiram indistintamente setores urbanos e rurais, e, praticamente, todas as encostas suaves, íngremes ou escarpadas, sejam as compostas por solos residuais e transportados, sejam aquelas com depósitos de movimentos de massa pretéritos ou afloramentos rochosos. (BRASIL, 2012).

Os escorregamentos e deslizamentos registrados nesse desastre estão classificados nas seguintes categorias:

- Deslizamentos do tipo “Na Parroca”: iniciados no contato solo/rocha, na parte superior das escarpas rochosas.
- Fluxos Torrenciais, Hiperconcentrados e *Debris flows*: magníficos fluxos viscosos, compostos por variadas concentrações de sedimentos.
- Escorregamentos “Catarina”: deslizamentos planares, na transição do solo residual jovem com o solo maduro.
- Escorregamentos “Urbanos”: deslizamentos recorrentes na região serrana, afetando taludes escavados na base de elevações de inclinação média entre 30° e 45°.

O município de Nova Friburgo absorveu drasticamente o evento Megadesastre, iniciado por volta das 4h da manhã do dia 12 de janeiro de 2011. Os “urbanos” atingiram e destruíram totalmente 877 habitações e promoveram o maior número de mortos. Esse desastre alcançou níveis de destruição tão altos quanto a um terremoto de grande magnitude ou um tsunami.

O desastre na região serrana do Rio de Janeiro contribuiu de forma significativa, com cerca de 90%, no total número de óbitos decorrentes de desastres provocados por deslizamentos e enxurradas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

4.4.2 Desastres tecnológicos

A seleção a partir do cadastro no banco de dados do EM-DAT dentre os 7.409 desastres tecnológicos que ocorreram no mundo no período entre 1950 a 2010, os mais relevantes, considerando o número de mortos e afetados, destacou-se como exemplo para análise os seguintes: desastre tecnológico em Bhopal, na Índia e desastre tecnológico em Chernobyl, na União Soviética.

4.4.2.1 Desastre tecnológico em Bhopal na Índia

O desastre da cidade de Bhopal, no centro da Índia, ocorreu na madrugada do dia três de dezembro de 1984, nas instalações industriais da multinacional de

indústria química, *Union Carbide*, onde segundo dados levantados pela Organização Não governamental (ONG) Greenpeace, 40 toneladas de gases letais vazaram de um tanque durante as operações de rotina e é considerado uma das maiores tragédias industriais que o mundo já presenciou.

Esse acidente é comumente citado tendo como causa uma série de falhas humanas e técnicas nas operações dos vários níveis de segurança das instalações da empresa química *Union Carbide*, que levaram à morte, nos primeiros três dias a partir do início do evento, cerca de 3,5 mil pessoas e estima-se que nos 25 anos seguintes entre 25 mil e 30 mil mortes tenham ocorrido pelos efeitos do vazamento e dispersão aérea, principalmente do gás metil isocianato lançado na noite do acidente.

A madrugada do desastre foi apenas o início de uma longa tragédia, cujos efeitos se estendem até os dias atuais. Estima-se que aproximadamente 500 mil pessoas foram afetadas ao longo desse período, segundo artigo publicado na revista *Times*, na edição de 07 de junho de 2010. Segundo levantamento de informações efetuado pela ONG Greenpeace:

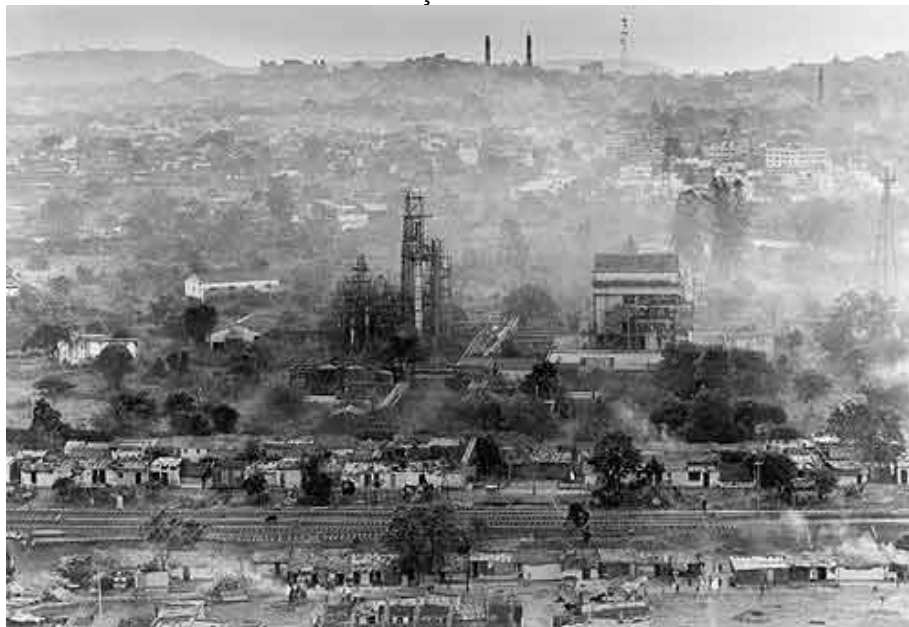
Na noite do desastre, as seis medidas de segurança criadas para impedir vazamentos de gás fracassaram, seja por apresentarem falhas no funcionamento, por estarem desligadas ou por serem ineficientes. Além disso, a sirene de segurança, que deveria alertar a comunidade em casos de acidente, estava desligada.

Os gases provocaram queimaduras nos tecidos dos olhos e dos pulmões, atravessaram as correntes sanguíneas e danificaram praticamente todos os sistemas do corpo. Muitas pessoas morreram dormindo; outras saíram cambaleando de suas casas, cegas e sufocadas, para morrer no meio da rua. (Times, 2010)

O desastre em Bhopal está registrado no EM-DAT na tipologia de desastre tecnológico enquanto acidente industrial com vazamento de gases tóxicos em fábrica de pesticidas, com 2.500 mortos e 300.000 afetados. As consequências desse desastre perduram até os dias atuais, no entanto o EM-DAT trata mais especificamente os dados do evento.

A Foto 1 na sequência ilustra o cenário nas instalações industriais da *Union Carbide*, no momento pós-desastre.

Foto 1 – Vista aérea das instalações fabris da *Union Carbide*



Fonte: Bhopal (2013)

4.4.2.2 Desastre tecnológico em Chernobyl na União Soviética

Segundo publicação do *International Nuclear Information System* (INIS) da *International Atomic Energy Agency* (AIEA):

Em 26 de abril de 1986, o mais destrutivo acidente da história da indústria nuclear ocorreu na unidade 4 da usina nuclear de Chernobyl, localizada a 100 km de Kiev, na Ucrânia (na época era parte da União Soviética). O consequente incêndio no reator, o qual ardeu por 10 dias, resultou num lançamento sem precedentes de material radioativo na atmosfera, que contaminou uma área maior que 200.000km² no território europeu, predominantemente nas áreas adjacentes a Bielorrússia, na Federação Russa e na Ucrânia.

Altíssimas doses de radiação atingiram trabalhadores nas ações emergenciais na planta da usina, num total aproximado de 1.000 pessoas durante os primeiros dias do acidente, e essas doses foram fatais para alguns trabalhadores das equipes de emergência. No momento mais de 600.000 pessoas foram registradas como casos de emergência. Embora muitos tenham recebido altas doses de radiação durante os trabalhos, muitos deles a maioria de residentes

das áreas classificadas como “contaminadas” na Bielorrússia, Rússia e Ucrânia (mais de 5 milhões de pessoas) receberam relativamente baixas doses de radiação, não muito acima das doses normais encontradas na natureza. As medidas de mitigação adotadas pelas autoridades incluíram evacuação da população das áreas mais contaminada. (AIEA, 2012).

Segundo dados registrados no EM-DAT para o acidente em Chernobyl, o número de mortos foi de 31 pessoas e o número de afetados chegou a 135.000. A aparente discrepância dos números de afetados entre as duas referências tem sua razão nos critérios adotados pelas fontes distintas que as registraram, bem como nos critérios e indicadores particulares a cada fonte. O EM-DAT registra os desastres enquanto evento e considera seus impactos imediatos. Já a AIEA enquanto entidade que controla e regula o uso da energia nuclear no mundo, registra a extensão total de um acidente nuclear monitorando os níveis de radiação e sua extensão territorial do início do evento até o momento em que os níveis sejam suficientemente baixos para não causar danos à saúde humana pela exposição permanente aos mesmos. Diferentemente de outros tipos de desastres naturais, os desastres tecnológicos e principalmente os nucleares têm seus efeitos sobre as pessoas afetadas e o meio ambiente, estendidos ao longo de anos e dependendo do caso de décadas. Na sequência segue foto do memorial construído no local do acidente em memória às vítimas.

Foto 2 – Memorial em Chernobyl pós-acidente



Fonte: laea (2013)

5 ASSENTAMENTOS HUMANOS E DESASTRES

A população mundial atual de 7,2 bilhões está projetada, segundo relatório da ONU – *World Population Prospects, the 2012 Revision*, publicado em 17 junho 2013, para aumentar em 1 bilhão de pessoas ao longo dos próximos 12 anos e chegar a 9,6 bilhões até 2050. Aponta também que esse crescimento será principalmente nos países em desenvolvimento. No caso específico da América Latina e Caribe, o relatório publicado pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT) de 2012, a população urbana da América Latina chegará a 89% em 2050, sendo que desse total a taxa de urbanização no Brasil e nos países do Cone Sul chegará a 90% até 2020. Considerando dados apresentados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em seu documento *“La Reducción de Riesgos e de Desastres – Um Desafio para El Desarrollo, Un informe Mundial”* (2004), aproximadamente 75% da população mundial vive em zonas que pelo menos uma vez foram afetadas por algum tipo de desastre natural.

De acordo com o *World Disasters Report* (IFRC, 2003) entre 1993 e 2002, nos países com alto índice de desenvolvimento humano (IDH), mais de 35,8 milhões de pessoas foram afetadas por “desastres naturais”; ao passo que em países com médio ou baixo IDH, mais de 2,4 bilhões de pessoas foram afetadas, ou seja, um número de pessoas atingidas 65 vezes maior.

Analisando os dados apresentados fica evidente a tendência de aumento no número de vítimas no cenário mundial de desastres para as próximas décadas. Dentre os fatores que embasam essa dedução, destacam-se:

- Crescimento populacional nos países em desenvolvimento;
- Crescimento da taxa de urbanização;
- Aumento da vulnerabilidade nos assentamentos humanos;
- Relação entre IDH médio e baixo e o número de vítimas em desastres;
- Mudanças climáticas no planeta.

5.1 Risco e vulnerabilidade

A contextualização dos significados de risco e vulnerabilidade bem como a discussão das relações diretas e/ou indiretas entre os termos permeia um amplo espectro de especialidades do conhecimento científico, gerando estudos e pesquisas desde as áreas das ciências médicas até a das ciências exatas. Nesse extenso percurso entre as ciências, Marandola e Hogan (2005), respectivamente doutores em geografia e sociologia, destacam que um marco crucial no desenvolvimento desses estudos é a discussão da Sociedade de Risco, inaugurada pela sociologia em meados da década de 80.

Esses estudiosos deslocaram o debate de um local circunscrito no tempo e no espaço para o âmbito das macrotransformações sociais. Essas transformações na sociedade são fundamentais e indissociáveis da discussão sobre a vulnerabilidade das comunidades em situações de risco, principalmente no grupo dos países em desenvolvimento, no qual o Brasil está inserido.

As variáveis socioeconômicas nas transformações da sociedade atual e seus efeitos nos centros urbanos, tem associado o poder latente cada vez maior de atração pela força do capital, à busca individual por subsistência e pelo sentimento de pertencimento, de identidade social que o lugar de cada um traz na concretização de um local para habitar.

Pretende-se, portanto aprofundar a discussão dos efeitos do pós-desastre nas suas vítimas não letais, os quais desestruturam e até em grande parte destroem de forma definitiva os objetos e seus significados sociais. No caso brasileiro essas vítimas passam da condição de habitante irregular em áreas de risco, certificadas pelos órgãos técnicos e autoridades governamentais, onde convivem cotidianamente sob a tensão das ameaças latentes de inevitáveis danos materiais e de perdas humanas, para a condição pós-desastre de exclusão social.

Para Valencio (2010), a perda da concha (habitação) gera a perda de si, dos referentes externos da identidade.

Uma moradia destruída ou a qual o sujeito se veja obrigado a abandonar intempestivamente é um pedaço da identidade arrancada

subitamente. Sobre ela, seus membros erguem, do despertar ao devaneio, as possibilidades de atuar no mundo e ser parte dele. O suporte da casa não está apenas nos objetos materiais disponíveis diretamente aos vários afazeres e finalidades – na forma de vestimentas para trabalho e para passeio, nos utensílios domésticos, nos materiais escolares e instrumentos de trabalho – ou indiretamente relacionados, como os objetos de higiene pessoal, de entretenimento, de exercício de práticas religiosas, de repouso. Está na cumplicidade da casa antropoformizada, conforme o imaginário social corrente. É cúmplice quando inventamos papéis e personagens os quais precisamos testar na intimidade para, convencendo-nos, obter alguma segurança para a figuração externa, quando sentimos que ‘o mundo desaba’, na perda do emprego, de um ente querido, de um amor, e podemos voltar para o nosso canto que é, também, na topoanálise de Bachelard (2003), um necessário espaço para o recolhimento interior; estar em casa é quando, no geral e enfim, buscamos ser ‘nós mesmos’, o que implica na manutenção do *habitus*, o que confere níveis de segurança propiciados tanto pelo sentimento de bem-estar quanto por saber da tolerância mais alargada dos que conosco partilham aquele espaço. (VALENCIO, 2010).

No entanto para reconstrução ou recuperação das moradias afetadas ou destruídas, por tratarem-se, no caso das áreas atingidas pelos fenômenos naturais no Brasil, de áreas que estão na categoria de áreas de risco, sua reocupação é inviável e irregular. Dessa forma as parcelas da população que se enquadram nessa categoria ficam em situação de desamparo total.

O NEPED tem realizado pesquisas de extrema importância e disponibilizado publicações com conteúdos específicos que servem de referência para pesquisadores brasileiros e estrangeiros, enriquecerem estudos na temática dos desastres naturais e suas consequências nas vítimas, na especificidade que o grupo classificou de Sociologia dos Desastres.

6 O CICLO DE RISCO E VULNERABILIDADE NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS DO BRASIL: DA IRREGULARIDADE NA OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO À CONSOLIDAÇÃO DA VITIMIZAÇÃO NOS ABRIGOS

A trajetória das vítimas desabrigadas por ocasião dos desastres ou eventos extremos se dá sobre um pavimento instável geológica e emocionalmente, no qual os personagens tentam conduzir suas tragédias pessoais utilizando como combustível a insegurança e o medo.

De acordo com Valencio (2009):

A transformação da área carente em área de risco, e desta em prenúncio de desastre envolvendo os que ali residem, indica uma forma de controle territorial excludente que se reflete em medidas de reabilitação de operacionalidade duvidosa sob a égide dos direitos humanos.

Analisando o contexto no qual Valencio (2009) apresenta os aspectos sociológicos no controle por parte das autoridades governamentais, ou dos detentores do poder sobre o território, no processo de transformação de uma área carente em área de risco, tal reflexão orienta a visão para uma abordagem menos técnica das relações do homem com o meio ambiente e a aproxima de uma visão mais humanista.

Nessa ótica, deve-se considerar as carências como fatores determinantes para qualificar áreas de encostas de morros ou áreas nas margens de rios e córregos como habitáveis e passíveis de ocupação, como também considerar que desprezar os riscos e atestar a vulnerabilidade dessas ocupações, sejam ações humanitárias. Se uma área é considerada carente essa carência se expressa e se define na ausência de infraestrutura urbana e da oferta de serviços públicos, tais como: fornecimento de energia elétrica de forma segura, rede pública de sistemas de comunicação (telefonia e dados), coleta de lixo doméstico segregado, saneamento básico e necessário sistema de drenagem de águas pluviais de superfície. A ausência de infraestrutura mínima para o funcionamento de uma comunidade nas áreas carentes desqualifica essas áreas para ocupação ou, na hipótese de sua

ocupação irregular, transforma-a em área vulnerável e a insere na cartografia dos mapas de risco.

Na fase intermediária da trajetória desse ciclo ocorre um fenômeno natural com proporções não estimadas ou estimadas subjetivamente, e gera um desastre de magnitude até então não catalogado. Assim, passamos a contabilizar os danos materiais e as perdas humanas e lançá-los nos sistemas estruturados por metodologias de tratamento de dados mais complexos e os cadastramos nos atlas de tragédias e nos anuários de desastres, publicados pela secretaria de Defesa Civil do Ministério do Interior (MI). Fechando o ciclo e no rescaldo do pós-desastre colhem-se os mortos e os feridos mais graves são encaminhados aos hospitais dos municípios envolvidos ou nos mais próximos e abrigam-se os desabrigados e desalojados em edificações não adequadas a recebê-los.

6.1 Situação dos desabrigados nos abrigos temporários

Segundo os manuais da defesa civil, o abrigo temporário é um local provisório de atendimento às necessidades básicas dos desabrigados, devendo o gestor público ali atender a um conjunto de provisões que se referem à proteção física, a um local de repouso, à alimentação, ao vestuário, à medicação, dentre outras, até que uma solução definitiva seja implementada pelo Estado.

Pesquisas realizadas pelo grupo de pesquisadores do NEPED nos dá um panorama muito claro e objetivo dos problemas vivenciados pelos desabrigados que são alojados nos abrigos temporários. Segundo Valencio et al (2008):

Estruturados circunstancialmente em ginásios de esportes, estabelecimentos escolares e, em menor escala, em acampamentos, os abrigos temporários são geridos para ver deteriorar definitivamente a espacialização das relações comunitárias e privadas dissolvendo-se umas nas outras. No abrigo, perde-se o direito à privacidade, colocando as famílias em constante estado de alerta e ansiedade frente à curiosidade alheia, sem condições de descanso e devaneio. As regras de convivência são ditadas por um ente externo – o gestor do abrigo – e o desempenho dos papéis complementares do interior da família, como marido/mulher, mãe/filho, fica restringido pelas regras formais e informais impostas ao grupo.

[...]

Devido à insatisfação dos abrigados com as normas impostas, a irregularidade de provimentos (sobretudo após o desastre deixar de ser interessante à mídia) e o risco de que conflitos com os gestores e entre o grupo eclodam, o abrigo temporário passa a ser visto pela defesa civil como de difícil administração. Seus gestores reportam a constante indisposição para lidar com seu funcionamento e o desejo de desativação do estabelecimento público para essa função mesmo que ações de reconstrução de moradia dos abrigados não tenham sido devidamente viabilizadas. A recuperação da comunidade afetada ou sua reterritorialização passa, por seu turno, por vieses burocráticos que dificultam uma solução favorável aos afetados. (VALENCIO et al 2008).

Devido à natureza emergencial dessas situações, as organizações de defesa civil e demais autoridades conduzem suas ações orientadas por princípios rígidos e hierarquizados, que são imprescindíveis, embora muitas vezes questionados, para que se restabeleça a ordem social nesses cenários de desordem. Tanto no Brasil quanto em outros países, as ações imediatas para abrigar provisoriamente as vítimas de desastres são a utilização, de forma compulsória, de edificações públicas ou privadas com grandes espaços, onde se instalam os desabrigados e desalojados. As fotos a seguir ilustram essa situação.

Foto 3 – Desabrigados no Ginásio Esportivo Pedro Jahara Teresópolis, na região serrana do Rio de Janeiro.



Fonte: Terra (2013)

Foto 4 – Desabrigados do Katrina no Estádio Astrodome – Texas/EUA



Fonte: Financial Times (2005)

Foto 5 - Desabrigado do Katrina no Estádio Astrodome – Texas/EUA



Fonte: Financial Times (2005)

Foto 6 - Idosos aguardam resgate de helicóptero - Teresópolis/RJ



Fonte: Terra (2013)

Foto 7 – Ferido chegando ao Ginásio Esportivo Pedro Jahara - Teresópolis/RJ



Fonte: Terra (2013)

Foto 8 – Desabrigados vítimas do tsunami na região de Fukushima abrigados em ginásio na cidade de *Minamisanriku*, província de *Miyagi* - Japão



Fonte: R7 (2013)

Os aspectos culturais e socioeconômicos de cada grupo de desabrigados em seus países de origem determinam as variações nas condições de higiene, assistência médica, suprimentos, alimentação, vestuário e ordem social nesses locais. No entanto a distribuição espacial restrita, a falta de privacidade, o desconforto, o aspecto emocional fragilizado e a falta de esperança na reestruturação do cotidiano de cada desabrigado, são as mesmas.

Nessas instalações provisórias identificam-se elementos suficientes não só para constatação das dificuldades e os conflitos vividos pelas vítimas de desastres, que só tem como opção os abrigos coletivos, como também conteúdo suficiente para que se possa discutir e estabelecer um programa de necessidades, para elaboração do projeto arquitetônico de um abrigo temporário, que atenda às necessidades dos desabrigados e que minimize os efeitos degradantes decorrentes dessas situações, os quais vêm consolidar sua vitimização.

7 PROGRAMA DE NECESSIDADES PARA O PROJETO DO ABRIGO

No exercício do processo criativo de elaboração de um projeto arquitetônico, é essencial que o rigor metodológico ou a estruturação de procedimentos a serem adotados, tenham a flexibilidade necessária para evitar que se condicione demasiadamente o desenvolvimento do raciocínio criativo, tendo em vista que o mesmo é fluído e tem seu amadurecimento em constantes retroalimentações e reavaliações. No entanto, a fase inicial parte sempre da elaboração de um programa de necessidades ou programa arquitetônico. Segundo Pinto (2012):

Briefing para os Ingleses, *pré-design* para os norte-americanos, o programa arquitetônico ou programa de necessidades é o primeiro passo para o desencadeamento do processo de projeto, porque trata das condições que devem ser observadas ao longo do processo. O programa arquitetônico não descreve a forma ou seus aspectos; mas, sim, estabelece o problema a que a forma deverá responder, ou seja, ele apenas expõe as propriedades funcionais exigidas pelo contexto, pois seu objetivo é descrever o contexto do projeto, a fim de que o “problema” seja identificado e compreendido.

Ainda de acordo com Pinto (2012) a compreensão do papel do programa de necessidades está formulada a partir da subdivisão deste em três etapas: análise, síntese e avaliação.

No acervo das normas técnicas brasileiras da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) encontram-se a NBR 13531 e a NBR 13532 que tratam respectivamente das atividades técnicas do projeto arquitetônico e das condições exigíveis para a elaboração de projeto de arquitetura para construção de edificações. Nelas são apresentadas as definições e descrições de um programa de necessidades, sendo que resumidamente a NBR 13511 define o programa de necessidades enquanto etapa destinada à determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida. A NBR 13532 apresenta a descrição do conteúdo do programa que é dividido em três partes: informações de referência a utilizar, informações técnicas a produzir e documentos técnicos a apresentar.

7.1 Programa de necessidades

Deve-se, portanto iniciar o processo de concepção de um projeto arquitetônico a partir da estruturação de um programa de necessidades. As diretrizes devem ser estabelecidas a partir de princípios fundamentais, que de forma geral nascem de descrições detalhadas das atividades que serão desempenhadas na edificação que é objeto do projeto. De acordo com a NBR 13532 exigências de caráter prescritivo ou desempenho referem-se diretamente as necessidades e expectativas dos usuários.

Tratou-se até esse ponto da estrutura básica e geral de um programa de necessidades, no entanto para o projeto que iremos conceber nesta proposta de trabalho, existem peculiaridades que determinarão características próprias e até certo ponto únicas que resultarão num programa de necessidades com especificidades peculiares. Como referência para o embasamento da nossa proposta, no que se refere à determinação de aspectos fundamentais, citamos a estrutura apresentada por Pinto (2012), que foi buscar em *Vitruvius*, três valores fundamentais: *Firmitatis* (solidez), *utilitatis* (utilidade) e *venustatis* (beleza), e atualizou esses valores para as exigências contemporâneas, com o seguinte resultado, conforme Quadro 4 abaixo:

Quadro 4 – Aspectos de um programa de necessidades

Aspectos humanos	Atividades funcionais para ser habitável Relações a serem mantidas As características físicas e necessidades dos usuários As características fisiológicas e necessidades dos usuários As características psicológicas e necessidades dos usuários
Aspectos ambientais	Terreno e vistas Contexto urbano Recursos naturais Resíduos
Aspectos técnicos	Materiais Sistemas estruturais Processos construtivos e de concepção de forma
Aspectos culturais	Histórico Institucional Político Legal
Aspectos temporais	Crescimento Mudança Permanência

Fonte: (PINTO, 2012)

Fundamentado na análise de conceitos até esse ponto, pode-se considerar que a adoção de um programa de necessidades para a concepção de um abrigo temporário para vítimas de desastres que se encontram em situação de desabrigo e em caráter emergencial, seja demasiado criteriosa. Bastaria que se tratasse a questão sob a ótica do assistencialismo demandado nessas situações. No entanto as várias questões sociais e humanas discutidas nesse trabalho que envolve as vítimas de desastres justificam a necessidade da adoção de critérios semelhantes aos que são aplicadas para outras categorias de projeto arquitetônico. Como também considerar o processo de desenvolvimento e criação de um abrigo temporário, enquanto atividade profissional no campo da arquitetura e engenharia, que deve receber tratamento conceitual, projetual e documental no mesmo nível de projetos arquitetônicos de maior complexidade e talvez relevância.

Em palestra proferida para TED - *Ideas worth spreading*, filmado por TEDx – Tokyo em maio de 2013 e postado no site da entidade em agosto de 2013, sob o título: Shigeru Ban: Abrigos de Emergência Feitos de Papel, Shigeru Ban discorreu sobre seu projeto de abrigo emergencial feito com tubos de papel e sobre a responsabilidade social do arquiteto na sociedade atual. Ele nos diz:

[...] então, completei o *Pompidou Center*, em Metz. É um museu muito popular agora, e criei um grande monumento para o governo.

Mas ai fiquei muito desapontado com minha profissão de arquiteto, porque não estamos ajudando, não estamos trabalhando para a sociedade, mas estamos trabalhando para pessoas privilegiadas, pessoas ricas, governos e investidores. Eles têm dinheiro e poder. Coisas invisíveis. Então, eles nos contratam para visualizar seu poder e dinheiro, criando arquitetura monumental. Essa é a nossa profissão; até historicamente é a mesma. Mesmo hoje estamos fazendo o mesmo.

Então, eu estava muito desapontado por não estarmos trabalhando para a sociedade, embora tantas pessoas que perderam suas casas em desastres naturais. Mas devo dizer que não são mais desastres naturais. Por exemplo, terremotos nunca matam pessoas. Mas o desabamento de edifícios mata pessoas. Essa é a responsabilidade dos arquitetos.

Depois as pessoas precisam de moradia temporária, mas não existem arquitetos trabalhando lá, porque estamos muito ocupados trabalhando para pessoas privilegiadas.

Por isso pensei: “mesmo como arquitetos podemos participar da construção de moradias temporárias”. Podemos fazer a diferença. Foi por isso que comecei a trabalhar em áreas de desastres. (BAN... 2013).

A qualidade dos projetos para abrigos temporários elaborados pelo arquiteto Shigeru Ban, pode ser discutida e questionada quanto aos aspectos técnicos ou mais subjetivamente quanto ao aspecto conceitual. No entanto essa discussão não cabe no escopo deste trabalho. O propósito de referenciar o ponto de vista de Shigeru Ban, diz respeito à responsabilidade social dos arquitetos e da contribuição que podem dar a sociedade, se ampliarem o campo de atuação profissional para além das fronteiras do mercado imobiliário. Quanto maior for o número de propostas, projetos e discussões sobre abrigos temporários, maior quantidade e mais qualidade será alcançada na produção de conhecimento específico sobre o tema, e consequentemente na melhoria da qualidade técnica de projetos e de sistemas construtivos.

A hipótese levantada para justificar a escassez de projetos e soluções técnicas construtivas para abrigos temporários, não se deve tanto as questões relacionadas ao papel da arquitetura e engenharia nesse tema, mas a dois aspectos que emergem na nossa análise: o primeiro é o caráter de temporalidade desse tipo de projeto arquitetônico. Se é temporário e, portanto, para poucos meses de uso, porque devemos dedicar muito tempo no desenvolvimento de uma solução mais elaborada e mais adequada? O segundo aspecto que colabora com a escassez de projetos nessa área, principalmente no caso brasileiro, diz respeito ao posicionamento político das autoridades governamentais com relação ao tema. Ao reconhecer a necessidade de estudos mais aprofundados e buscar soluções mais adequadas para um abrigo temporário, estariam assumindo a responsabilidade pela existência de uma demanda por habitação, que atualmente supera a casa dos seis milhões de unidades, e que são oriundas da dificuldade de gerenciar políticas habitacionais mais eficientes. O paradoxo, no entanto é que tal postura política, de forma indireta, patrocina a ocupação de áreas de risco. Mas na relação custo benefício os custos para tratar os cenários de desastres, no recorte da assistência aos desabrigados é bem menor que os custos do prejuízo político e financeiro de remover os ocupantes das áreas de risco, ou de executar nessas áreas obras de

infraestrutura com custos muito elevados. Para embasar essa hipótese podemos citar a instalação por parte da Defesa Civil de alarmes sonoros ou sirenes nas áreas de risco, e os treinamentos periódicos da população residentes nessas áreas, para fuga imediata na eminência de desastres.

No cenário brasileiro de desastres e consequentemente de vítimas desabrigadas e também desalojadas o conceito de temporário ou provisório, como anteriormente já nos referimos, descaracteriza-se e assume em diversos casos proporções de quase definitivo, devido às condições socioeconômicas e culturais da nossa sociedade. Diante dessa incerteza na determinação do período de tempo que deve ser adotado para caracterização de temporário ou provisório, estabelecemos nesta proposição que a solução de abrigo temporário esteja contida na faixa temporal entre seis meses a um ano. A determinação desse período de tempo, embora contenha um grau de incerteza razoável, é fundamental para que se estudem os materiais a serem utilizados, a partir de dados de ensaios de resistência e durabilidade já desenvolvidos e publicados.

Serão apresentados na sequência os aspectos considerados relevantes do programa de necessidades do projeto arquitetônico do abrigo temporário e discuti-se cada um deles. Para ordenar esses aspectos partiu-se da estrutura apresentada por Pinto (2012), e das definições da NBR 13511 que trata as exigências de caráter prescritivo ou de desempenho, enquanto necessidade e expectativas dos usuários a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida. Portanto os aspectos humanos devem ser a base dos princípios do programa. Com base na proposta elaborada por Pinto (2012), surge a proposta de estruturação, da qual suprimiu-se alguns aspectos que após análise concluiu-se não serem relevantes para nossa proposta.

Nos aspectos ambientais foram excluídos os Recursos naturais, pois não serão empregados materiais, seja na produção ou instalação dos abrigos, que tenha origem nos recursos naturais das regiões onde os abrigos serão implantados. Excluiu-se também os aspectos culturais e temporais tendo em vista que a implantação dos abrigos tem caráter emergencial, portanto não caracteriza consistência suficiente para essas questões. Tal condição determina particularidades no projeto, que se estabelecem a margem dos aspectos históricos, legais e institucionais. O aspecto político teria alguma relação com as questões sociais e

assistências, o que não caracteriza uma questão a ser tratada no âmbito de decisões políticas ou que venha a gerar políticas futuras.

Os aspectos financeiros no qual serão levantados os custos estimativos de produção e instalação dos abrigos, também foram incluídos por serem relevantes na viabilização da proposta, tendo em vista que os recursos financeiros são públicos e escassos. O Quadro 5 detalha nossa proposta de estruturação do programa de necessidades.

Quadro 5 - Aspectos fundamentais do programa de necessidades

Aspectos humanos	Atividades funcionais para ser habitável Relações a serem mantidas As características físicas e necessidades dos usuários As características fisiológicas e necessidades dos usuários As características psicológicas e necessidades dos usuários
Aspectos ambientais	Terreno e vistas Contexto urbano Resíduos
Aspectos técnicos	Materiais Sistemas estruturais Processos construtivos e de concepção de forma
Aspectos financeiros	Custo de produção Custo de montagem e instalação Custo da infraestrutura

Fonte: Elaborado pelo autor

7.1.1 Aspectos humanos

Toda edificação deve ser concebida para que as necessidades dos usuários e das atividades que nela serão desenvolvidas, possam ser plenamente atendidas.

Porém, no processo de concepção de um abrigo temporário os conceitos de necessidade, de usuário, de expectativa e de satisfação, não devem ser definidos a partir do significado etimológico das palavras. As condições psicológicas e sociais sob as quais os desabrigados estão submetidos nos cenários de desastres exigem que se ampliem os significados para além da lógica cognitiva desses termos.

Considerou-se ser mais coerente que num abrigo temporário os seus ocupantes sejam classificados enquanto vítimas e não enquanto usuários. Esta classificação, embora revestida de um grau elevado de obviedade, serve de princípio fundamental para que a análise seja desenvolvida a partir do ponto de vista das vítimas, que devem ter suas necessidades circunstanciais atendidas. Retomando a caracterização dada por Pinto (2012), para os aspectos humanos elencados na sua proposta de programa de necessidades, decidiu-se por utilizá-los, considerando-os adequados a nossa proposta. Porém, cabe analisar cada um deles com a empatia necessária, que a condição de vitimado enseja. Segue abaixo parte do Quadro 5 que servirá para ordenar sequencialmente a análise.

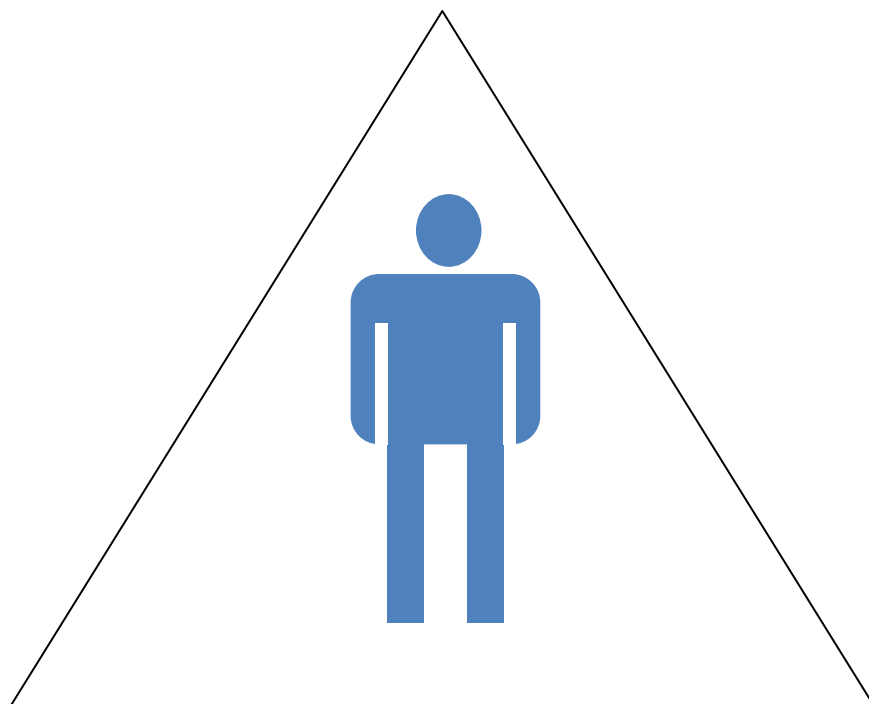
Aspectos humanos	Atividades funcionais para ser habitável
	Relações a serem mantidas
	As características físicas e necessidades dos usuários
	As características fisiológicas e necessidades dos usuários
	As características psicológicas e necessidades dos usuários

a) Atividades funcionais para ser habitável

Para que se analise a dimensão do que pode se considerar por habitável, faz-se necessário descartar critérios mais amplos e subjetivos do termo e adotar para a proposta parâmetros técnicos específicos, que permitam uma avaliação do desempenho da função primária das atividades que necessitam ser desenvolvidas num abrigo temporário.

Um abrigo temporário não pode ser considerado uma habitação no sentido mais direto do termo, mas por outro lado deve conter no seu espaço construído o mínimo de condições propícias que o torne habitável. Para um desabrigado ou desalojado vitimado por um desastre sua necessidade primordial é a de ser abrigado. A princípio não é tão relevante a forma desse abrigo, basta que o mesmo tenha condições estruturais mínimas para protegê-los das intempéries. Simbolicamente é possível ilustrar essa necessidade básica utilizando a forma mais primitiva de abrigo, conforme representação na Figura 3:

Figura 3 - Forma primitiva de abrigo



Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, o desabrigado tem atendido a sua primeira e mais urgente necessidade, que é a de estar protegido. Porém é evidente que a categoria de habitabilidade não será alcançada com essa configuração. Surge assim, a primeira premissa para concepção do projeto do abrigo, ou seja: ser habitável. E para tanto será necessário que as atividades funcionais sejam contempladas. Na seção 9.1 será detalhada de que maneira o desenvolvimento do processo de desenho do abrigo, buscou uma solução para tornar o espaço proposto para o desabrigado, enquanto um espaço habitável.

b) Relações a serem mantidas

Na ocorrência de um evento extremo as vítimas desabrigadas se veem de forma repentina e inesperada diante da interrupção compulsória de suas rotinas diárias. As atividades que vinham sendo desenvolvidas nas suas relações com a comunidade, e também com suas rotinas domésticas que dão suporte a essas atividades sociais e econômicas, ficam abruptamente suspensas. O ambiente construído para uma habitação transcende para

muito além da sua função primeira. As relações dos moradores com o espaço físico ultrapassam os limites do estar abrigado em compartimentos que segmentam o desempenho das várias atividades domésticas. Relações pessoais de convívio entre os moradores, sejam por grau de parentesco ou por relações amistosas, transformam uma habitação numa residência e na maioria dos casos, num lar. As ações humanas que expressam as relações de amor, amizade, companheirismo, assistência e cooperação mútua entre os seus moradores, fundem-se e se impregnam no decorrer do tempo da sua ocupação (as alvenarias das paredes, a estrutura de concreto, a laje) e dão uma dimensão de conforto, segurança e bem estar aos seus ocupantes. O desmoronamento provocado por um deslizamento de encosta destrói a estrutura parcial ou total de uma habitação e inevitavelmente desestrutura as relações dos moradores com o seu habitáculo, promovendo simultaneamente a perda da identidade social. Não existindo mais o seu lar, a sua residência, as vítimas desabrigadas ficam numa espécie de espaço etéreo e mais que a desorientação e a ausência de uma referência física para que o simples ato de receber uma correspondência via correio seja praticado, vivem uma vitimização humilhante, pois sua sobrevivência dependerá de ações humanitárias que se expressam na forma de doações de suprimentos alimentícios, água, colchões, roupas usadas e cobertores.

Encontra-se assim a segunda premissa para concepção do projeto do abrigo, ou seja: que o espaço físico proposto possibilite minimamente a manutenção das relações humanas e sociais das vítimas desabrigadas.

c) As características físicas e necessidades dos usuários

A área de conhecimento que estuda as características físicas das pessoas é a antropometria, uma vez que ela está relacionada à adaptação humana aos espaços interiores. Segundo Panero (2002):

Apesar das tentativas de *Vitruvius* de relacionar o corpo humano com o sistema de medidas empregado pelos gregos no projeto dos templos, historicamente a preocupação básica da humanidade com a

figura humana foi mais estética, mais envolvida com as proporções que com medidas e funções absolutas. Nas últimas décadas, entretanto, houve um aumento da preocupação com as dimensões humanas e corporais, como fatores decisivos no processo de projetar. Em nenhum outro setor esta preocupação foi maior que no campo da engenharia das configurações do homem, assim chamada nos Estados Unidos, ou Ergonomia como é chamada na Europa.

[...] A ergonomia já foi definida como “a tecnologia do projeto” que “é baseada nas ciências biológicas humanas: anatomia, fisiologia e psicologia”. Em outras circunstâncias foi definida como “uma ciência interdisciplinar que estuda as relações entre as pessoas e seus ambientes”.

A adoção de referências que tratam especificamente de estudos mais complexos das características físicas das pessoas, que utilizarão os abrigos temporários, deve-se não só aos critérios que estabelecemos para o desenvolvimento do projeto do abrigo, mas principalmente por estarmos tratando de um conjunto de pessoas com dimensões físicas bastante heterogêneas. Essas características variarão entre homens, mulheres, crianças, jovens, idosos, deficientes físicos, pessoas debilitadas, pessoas com mobilidade reduzida e feridos em processo de recuperação. Infelizmente algumas dessas condições, menos favoráveis nas quais as vítimas estarão enquadradas, serão decorrentes da exposição ao próprio evento adverso.

A terceira premissa a ser observada no processo de concepção do abrigo temporário deverá tratar com atenção essas variáveis. Dados antropométricos serão utilizados para o dimensionamento do espaço interno, da disposição e dimensão do mobiliário e da altura útil entre piso e forro ou teto do abrigo. Esses dados serão também utilizados para projetar o sistema de montagem e desmontagem do abrigo, e para o dimensionamento do conjunto de peças que comporão as partes móveis do abrigo, levando em consideração parâmetros como: alcance vertical de apreensão, limite de peso das peças condicionado a capacidade de erguer e manipular.

d) As características fisiológicas e necessidades dos usuários

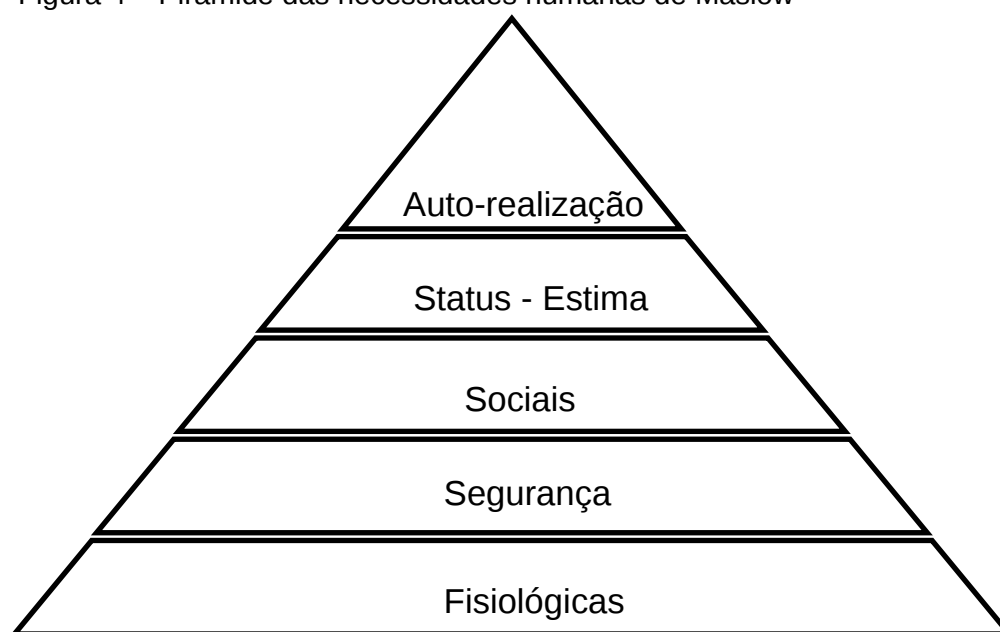
Atender as características e necessidades fisiológicas do ser humano é primordial e indispensável em todo e qualquer processo de concepção e produção de um ambiente.

O ser humano é em essência um organismo vivo e a manutenção da vida depende da homeostase de vários sistemas. Dentre os principais destacam-se: respiratório; digestivo, que inclui alimentação e excreção; endócrinos, como por exemplo, o sono.

Embora faça parte de área de conhecimento que estuda a administração e a evolução de recursos humanos numa organização, a conhecida pirâmide de *Abraham H. Maslow* apresenta semelhanças na hierarquização das necessidades humanas com as que estamos tratando nessa proposta. Tais semelhanças não ocorreram acidentalmente, mas sim por estarmos tratando do mesmo objeto de estudo: o ser humano. Embora as finalidades do objeto de estudo sejam distintas, nossa proposta de abrigo temporário tem como unidade de referência para elaboração do projeto, não as unidades métricas, mas o ser humano.

Abaixo a Figura 4 representa a pirâmide das necessidades humanas de Maslow.

Figura 4 – Pirâmide das necessidades humanas de Maslow



Fonte: Elaborado pelo autor

Esse esquema apresenta uma divisão hierárquica e propõe uma escalada do indivíduo até atingir sua plena auto-realização, cujas necessidades consideradas de nível mais baixo devem ser satisfeitas antes das necessidades de nível mais alto.

Partindo das semelhanças já mencionadas anteriormente, entendemos que a sequencia das necessidades que deve ser proposta no projeto do abrigo, para que o desabrigado possa retomar o controle da sua vida, segue o mesmo esquema.

Nesse ponto identifica-se a quarta premissa enquanto fundamental para subsidiar o programa de necessidades do projeto do abrigo, qual seja: o abrigo idealmente deve contemplar instalações sanitárias e área de preparo de alimentação. Caso no processo de desenvolvimento do projeto tal condição torne-se inviável tecnicamente ou gere custos elevados que não justifiquem a sua implantação, a mesma deve ser contemplada em instalação comum e coletiva, porém priorizando as práticas de higiene, salubridade e de preservação da privacidade.

e) As características psicológicas e necessidades dos usuários

Estudos do comportamento das pessoas e das reações psicológicas vivenciadas nas situações adversas, tais como: acidentes e desastres, pertencem à área da psicologia conhecida como Psicologia das Emergências. Na visão de Mattedi (2008):

É papel específico da psicologia compreender e intervir sobre os efeitos que o desastre exerce sobre o comportamento individual e sobre as condições subjetivas dos indivíduos afetados nos desastres. Ele vê a intervenção psicológica como um meio de se produzir e aplicar conhecimentos que possam ser utilizados para cuidar dos efeitos negativos causados pela ruptura da vida cotidiana, cuidando da saúde mental dos indivíduos que, diretamente ou indiretamente, foram afetados. (MATTEDI, 2008)

Pesquisa de campo de natureza qualitativa, exploratória e descritiva realizada por Gomes e Cavalcante (2012) investigou as perdas vivenciadas e as consequentes reações psicológicas de vítimas das enchentes ocorridas no ano de 2009, em Teresina no Estado do Piauí. As autoras realizaram a pesquisa num abrigo provisório no ginásio de esportes de um dos bairros afetados pela enchente, localizado na zona sudeste de Teresina. O local abrigou 36 famílias, com aproximadamente 115 membros, entre os meses de dezembro de 2009 a junho de 2010. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas, seguindo

um roteiro de questões norteadoras. Nomes fictícios foram atribuídos aos sujeitos da pesquisa.

As pesquisadoras observaram que as vítimas expressaram sua percepção do desastre de maneira velada, citando o evento enquanto algo que “não foi bom”, ao invés de assumirem que foi algo ruim. Essa passividade frente às dificuldades a serem enfrentadas é fruto de uma construção social compartilhada pelos membros comunitários.

Ainda Segundo Gomes e Cavalcante (2012), o não falar ou falar pouco do que foi vivenciado também é um dado a ser observado, considerando que a fala nos remete ao momento do fato, causando angústia nessas pessoas porque não querem sentir ou demonstrar o que sentem.

Nos cenários de desastres as perdas materiais são inevitáveis. Em um dos depoimentos colhidos o desabrigado relata que:

Muita coisa no ano passado eu perdi. Som, televisão. [...] Tem até um dizerzinho que o pessoal gosta de dizer que pobre num tem nada e quando vem uma enchente perde tudo. Realmente isso acontece mesmo. (Crispin)

Perdi tudo; geladeira, armário, panela, cama [...]

Perdi documento, perdi roupa. Tudo (Pé de Jesus)

Avaliar a condição psicológica dos afetados a partir das referências da perda de bens materiais, embora seja para os casos de pessoas que não perderam familiares ou entes queridos bastante citados, não revelam os verdadeiros significados. De acordo com Gomes e Cavalcante (2012), as famílias perderam não apenas a sua casa, mas também necessidades psicológicas por ela supridas, como segurança, intimidade e dignidade.

Prosseguindo nos relatos colhidos no ginásio de esporte:

[...] aqui eu não posso sair porque tenho medo de mexerem nas minhas coisas. Se mexer não tem problema não, mas assim, a gente sempre tem um medozinho, né, que a gente vai, guarda, tira um trocado, entendeu? Porque aqui é plástico, aqui qualquer um pode

entrar. A gente não pode ter coisa boa que, se vê, à noite eles levam. (Crispin)

Aqui ninguém pode fazer nada que num tem privacidade, todo mundo ta vendo tudo, é muito ruim. (Lara)

Tive muitas perdas materiais e pessoais. Só a dignidade da gente de viver num lugar desse bem aqui. (Num-se-pode)

Nas conversas informais que as psicólogas tiveram com os desabrigados, eles tomaram conhecimento que teriam garantias de prioridade nas casas que vêm sendo construídas em Teresina, por meio do Programa Minha Casa Minha Vida. A concretização dessa medida evitaria que as vítimas voltassem a ocupar o mesmo local de risco, desfazendo o ciclo: desastres-danos-reparação-desastre.

A esperança de mudar de vida então ressurgiu apresentada no desabafo dos participantes da pesquisa ao se referirem às ajudas recebidas:

Tem, vem é muita coisa, [...] Mas eu quero é minha casa [...] não quero comer, quero é morar. Negócio de comer, comer todo o tempo a gente come, aí tem umas cestas básicas que vem praí eu tenho o que comer aí, mas o importante é a casa da gente. (Tupã)

Cada um em suas casas, aí a vida muda. A gente retorna a vida normal da gente, que nem é igual, cada um tem sua vida diferente da outra. Vai mudar, vai melhorar. (Zabelê)

Das informações e dados colhidos na pesquisa de Gomes e Cavalcante (2012), identificamos a quinta premissa para a concepção do abrigo. O projeto do abrigo deve seguir modulação que permita a composição de até três unidades, mantendo-se os padrões de concepção, para abrigar constituições variáveis de famílias com relação ao número de membros. Especificar a aplicação de materiais, que permitam a envoltória de cada abrigo, atender as exigências de segurança física e que possibilitem o isolamento visual para resgatar a condição de privacidade de cada grupo.

Dessa forma as bases das necessidades apontadas tanto por Maslow quanto por Pinto (2012), estariam atendidas. O que pressupõe que o projeto do abrigo temporário atenderá às necessidades básicas das vítimas.

7.1.2 Aspectos ambientais

Prosseguindo na estrutura do programa de necessidades proposto por Pinto (2012), tratou-se na sequência dos aspectos ambientais. Para tanto segue abaixo parte do Quadro 5 referente a esses aspectos.

Aspectos ambientais	Terreno e vistas Contexto urbano Resíduos
---------------------	---

a) Terreno e vistas

Na proposta de abrigo temporário a questão relativa a vistas enquanto paisagem pode ser desconsiderada, pois se trata de um aspecto de pouca relevância diante da emergência no assistencialismo às vítimas. No entanto a questão do terreno, aqui entendido como local para implantação dos abrigos é fundamental para que se possa interromper o processo de involução gerado pelo ciclo: desastres-danos-reparação-desastre.

A condição favorável à escolha mais criteriosa de um terreno e que reúna características geológicas e topográficas que não configurem uma futura área de risco, tende a esbarrar na provável ausência de infraestrutura urbana de serviços, tais como: disponibilidade de rede pública de energia elétrica e saneamento básico. Aventou-se essa hipótese, com um grau maior de certeza na afirmação, quando se reduziu as probabilidades a um recorte que considere os municípios do território brasileiro que mais frequentemente são atingidos por eventos adversos. As ocupações irregulares e até invasões ocorrem sistematicamente nas áreas limítrofes dos centros urbanos desses municípios, guiados pela busca de proximidade a esses centros por possuírem atividade econômica geradora de emprego e renda. No entanto não são locais passíveis de fracionamento do espaço para implantação de loteamentos regulares.

A decisão no processo de escolha do local para implantação dos abrigos temporários caberá às autoridades legalmente constituídas e aos governos dos municípios afetados pelos desastres. No entanto a proposta deste trabalho é apresentar além do projeto do abrigo, uma solução para a infraestrutura básica, que facilitará o processo de escolha, pois flexibilizará a seleção dos locais, independentemente da existência de infraestrutura de serviços básicos de fornecimento de energia elétrica e de saneamento básico. Essa solução tratará do fornecimento autônomo de energia elétrica, limpa e sustentável, com a utilização de Células a Combustível a Hidrogênio, para aplicação imediata, tendo em vista já existirem unidades disponíveis no mercado.

Essa solução será detalhada na seção 11. Dessa forma a escolha do local para implantação dos abrigos ficaria centrada somente nos aspectos topográficos e geológicos mais favoráveis e, portanto seguros.

O dimensionamento da área onde serão implantados os abrigos fica condicionado à quantidade de famílias e conseqüentemente de unidades de abrigo que serão necessárias para suprir a demanda. Na seção 10 será apresentada a dimensão e o arranjo de uma área hipotética, em função da quantidade estimada de abrigos.

b) Contexto urbano

As vítimas desabrigadas que perderam parcial ou totalmente suas casas ficam não só sem as suas residências como também sem a possibilidade de darem prosseguimento as suas atividades rotineiras. As atividades econômicas que os adultos e jovens desenvolvem para suprir as necessidades pessoais e familiares, bem como as atividades relacionadas ao crescimento pessoal e educacional das crianças e dos jovens, também são interrompidas. Propiciar condições favoráveis à continuidade dessas atividades e da participação dos afetados na vida comunitária pode ser contemplado com a implantação dos abrigos em áreas seguras situadas nos limites do próprio município e dentro de um contexto urbano parcialmente estruturado.

c) Resíduos

No processo de concepção do abrigo houve a preocupação de utilizar materiais e sistemas construtivos que gerassem o mínimo possível de resíduos, nas etapas de fabricação, montagem e operação. Da embalagem a todo o conjunto de peças que compõe o abrigo, todos os materiais empregados foram especificados para possibilitar o reaproveitamento quando finalizado o seu período de utilização. Após a desmontagem dos abrigos todo o conjunto de peças serão reembaladas e disponibilizadas para novas montagens em outras localidades. Na fabricação dos painéis serão gerados resíduos sólidos compostos de chapas de fibrocimento e poliestireno expandido (EPS) no processo de ajuste dimensional. Os resíduos líquidos e sólidos, bem como os dejetos e efluentes sanitários que serão gerados a partir da ocupação desses abrigos pelos desabrigados, deverão ser coletados, segregados e depositados em containers ou em reservatórios, para destinação final adequada.

Nos casos de desastres que ocasionem a destruição parcial ou total de edificações serão gerados resíduos sólidos que se constituirão basicamente de fragmentos das edificações afetadas, tais como: entulho das alvenarias, estruturas e coberturas, caixilharia metálica, esquadrias de madeira e componentes de instalações elétricas e hidráulicas. Dessa massa de resíduos o entulho das alvenarias e de materiais cerâmicos e de fibrocimento das coberturas poderá ser segregado para ser submetido a processo de trituração, que produzirá material composto de agregados miúdos. Esses agregados adicionados de um aglomerante do tipo cimento produzirá uma massa com propriedades físicas que após a cura e consequente endurecimento, pode atingir a resistência mecânica necessária para aplicação. Esse material poderá ser aplicado na execução da sub-base ou contrapiso do pavimento que constituirá a área onde serão instalados os abrigos. Também poderá ser utilizado para execução de pavimentos nas áreas adjacentes à área dos abrigos, configurando um sistema viário mínimo que viabilize o acesso de veículos de carga, automóveis e ônibus urbano.

7.1.3 Aspectos técnicos

A discussão da estrutura do programa de necessidades tratará nessa seção dos aspectos técnicos. Para tanto segue abaixo parte do Quadro 5.

Aspectos técnicos	Materiais Sistemas estruturais Processos construtivos e de concepção de forma
-------------------	---

a) Materiais

Existe uma relação direta entre materiais, sistemas construtivos e custos. Viabilizar uma proposta de abrigo temporário passa inevitavelmente pela adequação dos custos de execução e instalação dos abrigos à realidade socioeconômica dos cenários de desastre, nos respectivos países de origem.

Desenvolveu-se o projeto do abrigo utilizando materiais disponíveis no mercado nacional, com baixo custo e de fácil aquisição.

b) Sistemas estruturais

Do conjunto de aspectos que compõe esse programa de necessidades, as premissas para projetar o sistema estrutural de um abrigo temporário, no âmbito dos aspectos técnicos, é o que solicita dedicação e maior atenção, pois impactará fortemente sobre os demais aspectos. Ótimas ideias do ponto de vista arquitetônico foram, após análise mais criteriosa, desprezadas por não reunirem condições técnicas que viabilizassem a sua transformação em objeto concreto.

Para que não ocorra essa dicotomia entre o exercício projetual e a concretização do objeto projetado, deve-se orientar o processo criativo a partir do sistema construtivo que dará forma a proposta. A forma deve ser obtida como uma resultante dos princípios técnicos adotados no sistema de construção do objeto idealizado.

Dentre esses princípios apontamos os seguintes:

- Estabilidade estrutural;
- Componentes do conjunto em materiais duráveis e leves;
- Estruturação da forma com o mínimo de peças;
- Sistema de montagem e desmontagem sem utilização de ferramentas e ou equipamentos.

c) Processos construtivos e de concepção da forma

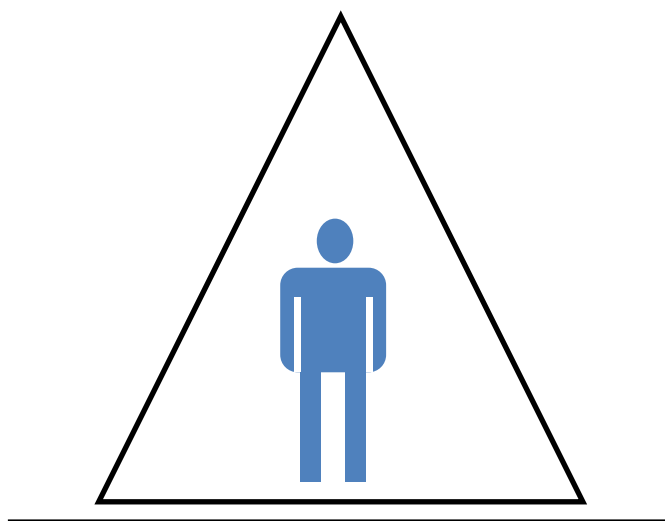
Para determinar o sistema construtivo que será adotado para a proposta do abrigo, dois aspectos são fundamentais. O primeiro deles refere-se à redução de custo. Tal premissa serve de norte para construção de abrigos que podem ser instalados em qualquer localidade, de qualquer país, onde ocorram eventos adversos e exista a demanda por abrigos temporários. Como nos referimos na seção 4 existe uma relação direta entre a frequência percentualmente maior de ocorrência de desastres naturais e consequentemente de desabrigados, nos países em desenvolvimento e de IDH baixo, do que nos países desenvolvidos. Portanto é recomendável que o sistema construtivo a ser adotado não gere custos elevados, o que inviabilizaria a sua produção. No caso de abrigos a serem produzidos e instalados no território brasileiro, quanto menor os custos, mais viável será a sua implantação. Para atender essa premissa o processo construtivo a ser adotado deve descartar os procedimentos complexos que demandem profissionais com conhecimento técnico especializado, e também dispensar a utilização de ferramentas e de equipamentos elétricos, eletrônicos ou mecânicos. As condições agressivas e desfavoráveis encontradas nos cenários de desastres não favorecem as tarefas de maior complexidade. Quanto mais simples for o processo de construção dos abrigos, mais próximo estará de uma solução que atenda as necessidades dos usuários.

O segundo aspecto aborda uma questão cultural, principalmente para os desabrigados brasileiros que inseriram no seu cotidiano o sistema de autoconstrução para edificar as suas moradias. Conceber um processo construtivo no qual as etapas de montagem do abrigo

possam ser desenvolvidas pelos próprios desabrigados, traria um alívio nesses momentos de desespero e desesperança, pois as vítimas estariam construindo suas próprias moradias, mesmo que de forma temporária.

Em essência a função primária de um abrigo é oferecer a proteção necessária contra a ação agressiva das intempéries e dar aos ocupantes desse espaço a idéia de um local de pertencimento, territorializando a sua dimensão humana na relação com o meio ambiente. Recomenda-se que os primeiros esboços da forma do abrigo temporário iniciem-se a partir do exemplo ilustrativo apresentado na Figura 5, por ser a forma que simbolicamente melhor representa a função de abrigar a partir de uma estrutura simples.

Figura 5 – Primeira forma de abrigo estruturado



Fonte: Elaborado pelo autor

7.1.4 Aspectos financeiros

Nos eventos adversos que ocorrem no território brasileiro, os recursos financeiros aplicados nessas circunstâncias são originalmente recursos públicos. Esses são disponibilizados aos respectivos municípios atingidos, em função das regras de caracterização da situação de emergência e do estado de calamidade pública. Os municípios caracterizam e classificam essas situações e publicam os

respectivos decretos. O governo federal fará a análise e o reconhecimento do cenário descrito e da situação decretada pelos municípios, seguindo uma série de formalidades burocráticas e exigências legais. A partir do reconhecimento da gravidade desses cenários, os respectivos recursos serão liberados aos municípios. A instrução normativa nº 01 de 24 de agosto de 2012 do Ministério de Integração Nacional, estabelece os critérios, os procedimentos e também os parâmetros para classificação dos desastres.

A apropriação dos limites financeiros do custo de uma unidade padrão de abrigo com um grau razoável de confiabilidade, em função da disponibilidade de recursos públicos para os desabrigados, usará como referência o valor mensal de aluguel social, ou auxílio moradia que os governos municipais vem distribuindo para esse fim. Foram desprezados na apropriação os possíveis valores oriundos de doações, pois esses valores não tem previsibilidade para captação e aplicação.

Os valores atuais do aluguel social são em média de quinhentos reais mensais. Portanto, pode-se adotar esse valor por família e multiplica-lo pelo número de meses de permanência no abrigo. No entanto, o período de permanência variará de família para família o que dificulta a apropriação correta do custo. E por isso, para efeito de base de cálculo considerou-se dois cenários prováveis. O primeiro de menor gravidade com a perda parcial da edificação utilizada como residência. Nesse caso o período de permanência deve variar no intervalo temporal de no mínimo três meses a no máximo seis meses. O segundo cenário seria o de maior gravidade que considera a perda total da habitação. Nesse caso o período de permanência deve variar no intervalo temporal de no mínimo seis meses a um máximo de doze meses. Portanto para o cálculo dos recursos financeiros necessários para cobrir os custos de execução de uma unidade de abrigo do tipo AT2, a contrapartida sem considerar investimentos públicos ou arrecadações em doações, é de seis mil reais.

Preliminarmente é possível antecipar que o valor de seis mil reais será ultrapassado quando do fechamento do levantamento total estimado dos custos. Portanto deverão ser considerados recursos complementares oriundos de investimentos públicos dos governos envolvidos nos desastres, ou de arrecadações através de doações de empresas, ONGs ou pessoas físicas.

Aspectos financeiros	Custo de produção Custo de montagem e instalação Custo da infraestrutura
----------------------	--

a) Custo de produção

O critério para compor o custo de produção, para que essa etapa não inviabilize a captação de recursos financeiros para uma unidade padrão, é a de que esse custo deve corresponder percentualmente a 70% do custo total de cada unidade. Esse percentual condiciona o desenvolvimento do projeto na questão relativa aos materiais e processos fabris que serão empregados na produção.

b) Custo de montagem e instalação

Considerada a estimativa de até 70% dos recursos para o processo produtivo, restarão 30% do total que condicionarão os custos de montagem e instalação. O custo de montagem compõe-se do transporte dos abrigos do local de armazenamento ao local de instalação e da embalagem que acondicionará o conjunto de peças do abrigo desmontado. O tipo de veículo para transporte dos abrigos deverá ser um caminhão do tipo *truck* com capacidade de carga de até 14t, provido de equipamento do tipo *munck*, com alças hidráulicas, que deverá estar instalado no próprio caminhão, para movimentar as embalagens da carroceria até o piso onde serão montados os abrigos.

A partir do depósito das embalagens dos abrigos na área onde eles serão instalados, o procedimento para montagem será desenvolvido pelos próprios desabrigados, contando com o apoio de um manual de instruções para a montagem e com a supervisão de um técnico da Defesa Civil ou da prefeitura do município afetado. Tal

procedimento implicará numa redução do custo de instalação, no que se refere ao abrigo especificamente.

Na seção 10.4 serão detalhados os procedimentos e apresentados os desenhos esquemáticos desta proposição.

Quanto os custos de execução da área onde os abrigos serão instalados, esses serão estimados pela adoção de um padrão de referência do dimensionamento da área, e sua correlação com a quantidade de abrigos. O resultado da somatória dos valores apropriados será diluído no conjunto das unidades instaladas no local. Porém o limite de 30% dessa etapa com relação ao custo total de uma unidade padrão deverá ser apropriado devidamente.

c) Custo da infraestrutura

Como anteriormente citado uma das premissas para viabilizar a proposta de implantação dos abrigos, é que os órgãos governamentais e as autoridades competentes das localidades afetadas pelos desastres tenham a flexibilidade de escolha de um local seguro.

Para estimar os custos desta possibilidade, determinou-se em projeto uma área para implantar uma determinada quantidade de abrigos, bem como os sistemas necessários para dar suporte às atividades rotineiras de vivência adequada nesses locais. A partir dessa hipótese serão estimados os custos do sistema autônomo de energia elétrica e das instalações sanitárias. Esse custo será compartilhado no conjunto da área para estimativa total.

Na seção 11 será apresentada a proposta do sistema autônomo de energia elétrica e das instalações sanitárias, e na seção 12 a apropriação dos custos.

8 PREMISSAS PARA O PROJETO DO ABRIGO TEMPORÁRIO

A premissa fundamental a ser considerada no desenvolvimento da linha de raciocínio para a concepção de um abrigo temporário são a questão da circunstância de emergência nos cenários de desastres e a temporalidade. Nesses cenários a finalidade de um abrigo temporário é essencialmente abrigar as vítimas e proporcionar as condições mínimas, para que a subexistência no período de permanência dessas pessoas nos abrigos possam ser atendidas.

Como referenciado no item 7.1.1 relativo aos aspectos humanos, uma das condições a serem atendidas no programa de necessidades ou programa arquitetônico é a de que o projeto deva contemplar a qualidade das atividades funcionais para tornar o abrigo habitável.

No entanto deve-se ampliar a discussão sobre esse aspecto, pois o que qualifica os projetos arquitetônicos de uma habitação, enquanto habitável, são características funcionais com critérios que abrangem aspectos mais criteriosos na análise e avaliação do conceito do projeto. Isso se deve ao fato de que as restrições que possam limitar o gesto criativo, são bem mais rigorosas. Nesses casos a análise do projeto parte de princípios técnicos mais específicos, tais como:

- a) A qualidade na relação entre os princípios elencados no programa de necessidades com relação à funcionalidade das atividades a serem desenvolvidas no interior do espaço projetado, e sua solução projetada.
- b) O dimensionamento das áreas internas ou externas, em função do arranjo espacial dos equipamentos e mobiliários que serão contidos nesses espaços, para que o desenvolvimento das atividades nesses espaços seja coerente e fluída.
- c) Os índices de desempenho técnico nos ambientes projetados para atender as necessidades de:
 - Valores normativamente requeridos do nível de ruído admissível;

- Níveis de isolamento térmico para que as condições de conforto interno dos ambientes sejam preenchidas;
- Atendimento aos índices normativos de luminosidade natural ou artificial;
- Orientação espacial e impacto ambiental da edificação, com relação ao ambiente no qual estará inserida;
- Circulação e fluxos de pessoas e de materiais para que as atividades a serem desenvolvidas nesses espaços, possam ocorrer sem conflitos;
- Qualidade técnica das instalações de suporte de infraestrutura.

Adotar o rigor desses critérios para o projeto de um abrigo temporário seria desviar o foco do conceito de um abrigo temporário, e transformá-lo numa habitação.

O conceito de habitabilidade de um abrigo temporário deve ser analisado a partir das circunstâncias e condições específicas nas quais eles estarão inseridos. A preocupação em adotar um programa de necessidades para o projeto de um abrigo visa estabelecer os critérios fundamentais que ultrapassem os limites das necessidades circunstanciais de simplesmente abrigar as vítimas, para alcançar uma configuração que através do desenho, proporcione as condições básicas de subsistência das vítimas desabrigadas, de forma digna no período de utilização desses abrigos.

Portanto o projeto de um abrigo temporário deve permitir que a vida dos desabrigados possa prosseguir, no período de tempo no qual eles se servirão deles, sem no entanto facilitar a possibilidade de vê-lo transformado em habitação permanente.

9 PROJETO DO ABRIGO TEMPORÁRIO

Definido o programa de necessidades e as diretrizes para o abrigo temporário, pode-se dar início ao desenvolvimento da proposta de um abrigo que atenda as demandas dos desabrigados e desalojados.

9.1 Concepção da forma

Quanto ao processo de concepção da forma devemos atentar para um dos princípios fundamentais do *design* que trata esse conceito, que segundo Lidwell, Holden e Butler (2010):

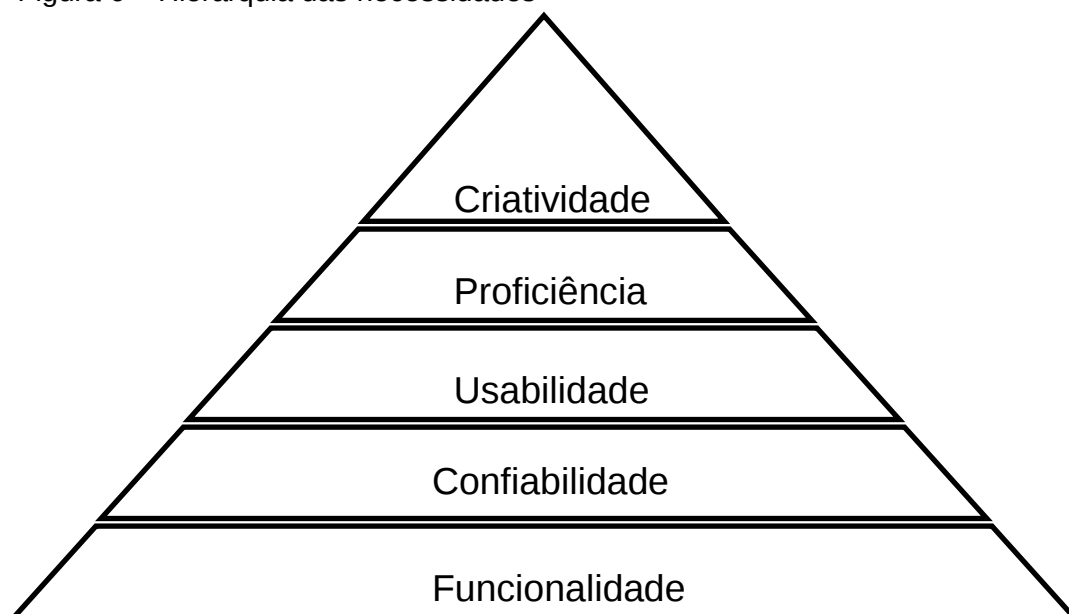
O corolário a forma segue a função é interpretado de duas maneiras: como descrição de beleza ou receita para a beleza. A interpretação descritiva é que a beleza resulta da pureza de função e da ausência de ornamentação. A interpretação prescritiva é que as considerações estéticas em um *design* devem ser secundárias às considerações funcionais. O corolário foi adotado e popularizado por arquitetos modernistas no século XX e desde então foi adotado por *designers* em diversas disciplinas. (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010)

Os autores apresentam outro princípio fundamental na área de design: a hierarquia de necessidades para que o *design* tenha sucesso. Segundo os autores:

O princípio da hierarquia de necessidades especifica que o *design* deve atender às necessidades de baixo nível (por exemplo, deve funcionar) antes que as necessidades superiores, como a criatividade, comecem a ser consideradas. Os bons designs seguem o princípio da hierarquia de necessidades, enquanto os maus designs tentam atender às necessidades dos diversos níveis sem antes trabalhar os níveis mais básicos da hierarquia. (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010)

A Figura 6 relaciona a hierarquia de necessidades na área de *design*. Nela é possível interpretar com mais clareza as relações hierárquicas discutidas e que devem orientar um projeto.

Figura 6 – Hierarquia das necessidades

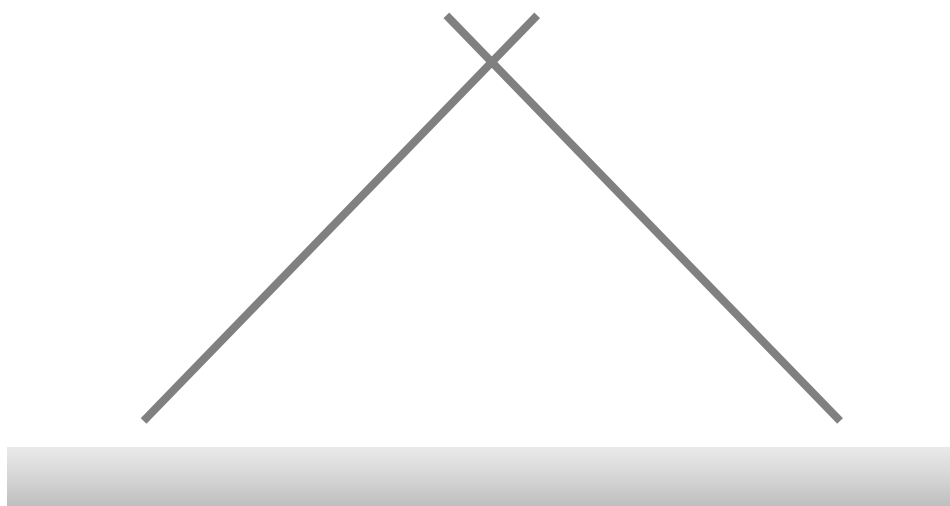


Fonte: Elaborado pelo autor

O processo de criação desenvolveu-se de forma livre, porém tendo sempre ao alcance as premissas apontadas nos aspectos técnicos.

Sendo assim, a definição do sistema estrutural é primordial. Na forma de abrigo mais elementar encontra-se os princípios da estrutura. As Figuras 7, 8, 9, 10 e 11 ilustrarão a linha sequencial do processo criativo que culminou na estrutura, e a partir desta a definição da forma do abrigo.

Figura 7 – Estrutura primitiva de abrigo

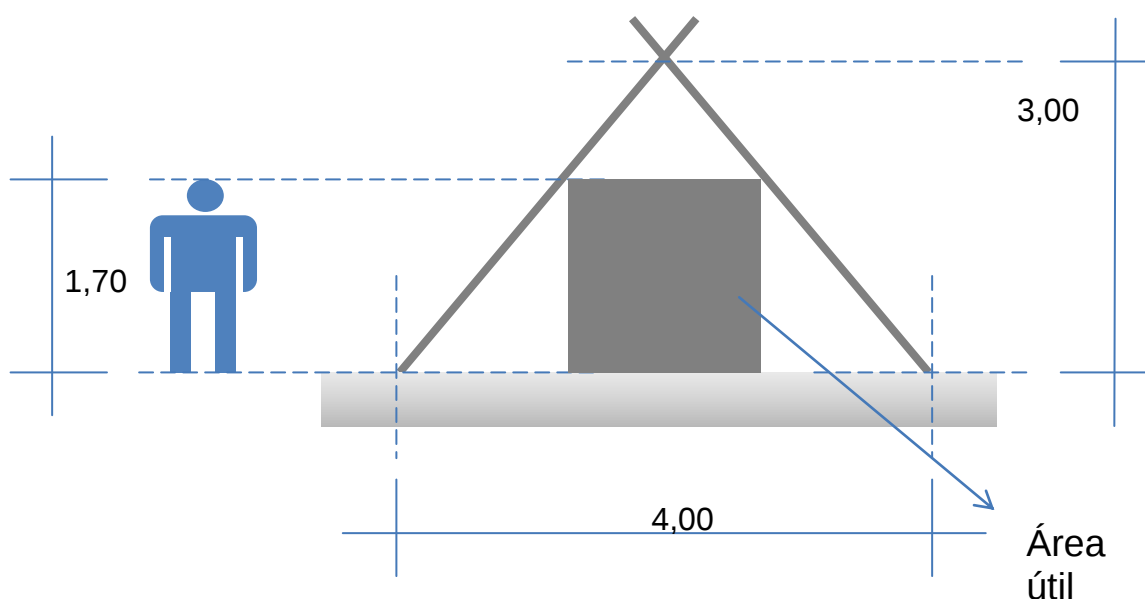


Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando a Figura 7, visualizada enquanto figura em geometria plana somente em duas dimensões, do ponto de vista estrutural a forma triangular é ideal, pois resulta numa estrutura estável com somente duas peças. Possibilita a aplicação de material para formar a cobertura e a inclinação acentuada favorece a velocidade de escoamento da água das chuvas sem acúmulo superficial.

Incluindo a terceira dimensão a Figura 7 para avaliar o espaço formado internamente e que seria utilizado pelos abrigados, identificamos a perda de aproximadamente 50% na relação entre o volume total formado pela figura na sua forma tridimensional e o espaço útil a ser utilizado pelos abrigados em condições mínimas de conforto. Para demonstração do desenvolvimento do cálculo que embasou essa observação, atribuíram-se dimensões de altura e largura para a Figura. A Figura 8 ilustra essa observação.

Figura 8 – Representação esquemática do espaço útil

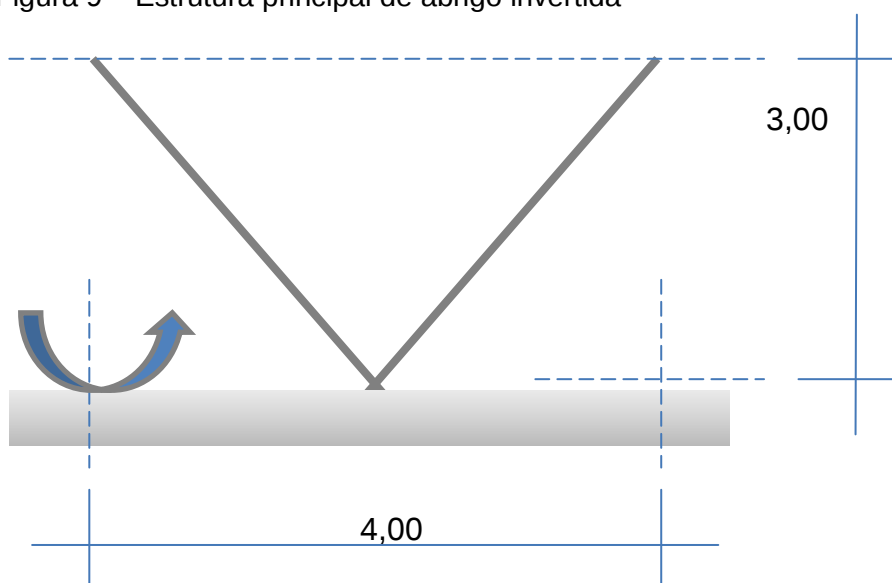


Dimensões em metros na figura sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor

Mantendo o mesmo princípio para concepção da forma a partir de uma estrutura simples e que possua a propriedade de se estabilizar com o máximo de dois componentes, movimenta-se o conjunto girando-o 180° e obtém-se a seguinte configuração, conforme apresentamos na Figura 9.

Figura 9 – Estrutura principal de abrigo invertida

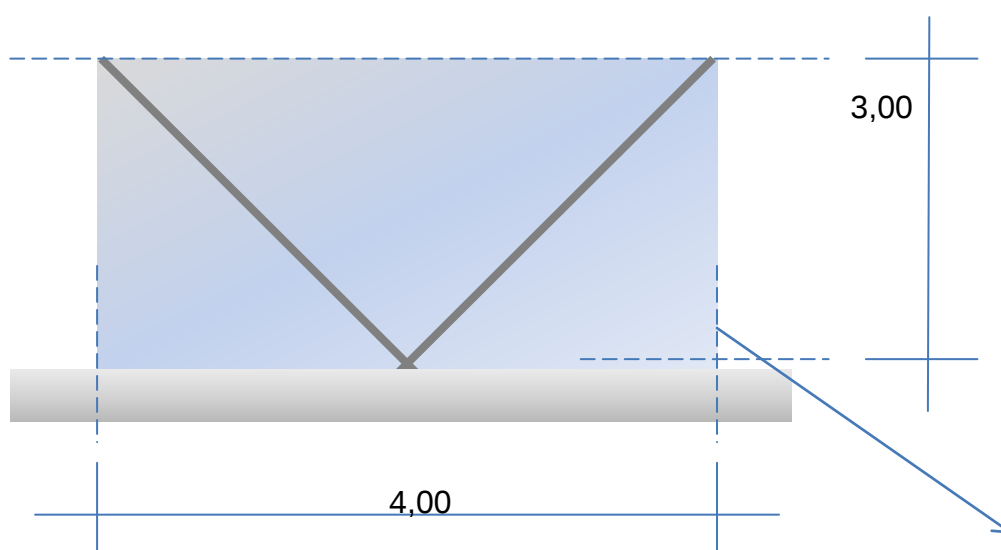


Dimensões em metros na figura sem escala

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 apresentada na sequência ilustra a linha de raciocínio no qual o exercício de inverter o conjunto da estrutura, possibilitou um ganho de 100% no espaço útil interno, considerando-se a projeção na figura em três dimensões.

Figura 10 – Espaço útil na estrutura invertida



Dimensões em metros na figura sem escala

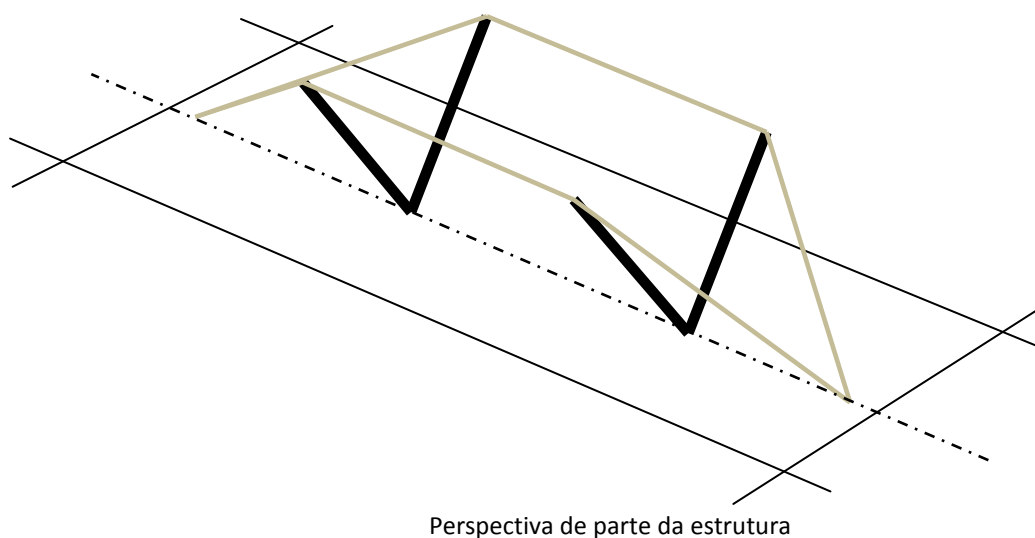
Fonte: Elaborado pelo autor

A ideia de inverter a figura apoiando-a sobre o vértice do ângulo interno surgiu como alternativa mais viável, pois por se tratar da figura de um triângulo isósceles ou próximo a um equilátero, girar a figura e alternar a base não altera a sua configuração original.

Com relação à forma e ao espaço útil interno gerado pela disposição invertida da estrutura, observa-se um ganho considerável. No entanto atentando ao aspecto estrutural percebe-se que a estabilidade do conjunto fica muito comprometida. Atingir a estabilidade da estrutura nessa configuração implica em projetar peças complementares, o que compromete a premissa de utilização de quantidades mínimas de elementos no conjunto estrutural. Outro aspecto que necessita ser solucionado nessa configuração, diz respeito ao tipo de cobertura que poderia ser projetada e que não implicasse em estruturá-la demasiadamente, e que possibilitasse o escoamento da água das chuvas.

Com objetivo de estabilizar a estrutura principal do abrigo, utilizamos cabos de aço com diâmetro de 4,8mm – 3/16” – plastificado, nas duas extremidades, conforme representado esquematicamente na figura 11 e na figura 12.

Figura 11 – Perspectiva de parte da estrutura do abrigo



Fonte: Elaborado pelo autor

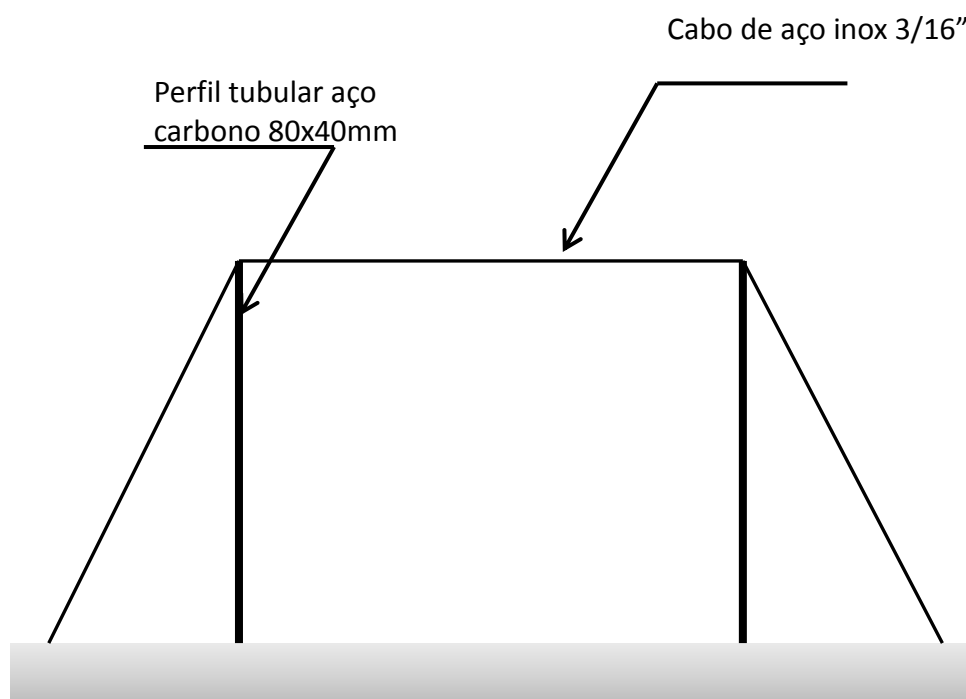
Na solução proposta para estabilizar a estrutura principal representada acima, identificam-se duas questões técnicas que necessitam de comprovação através de

testes de campo ou de simulações, para confirmação do seu desempenho e confiabilidade.

A determinação do ângulo interno do vértice de apoio dos perfis tubulares que definem a forma pressupõe que quanto mais obtuso for, melhor será o resultado de estabilidade desejado. Essa articulação angular favorece também o projeto da cobertura devido à formação de beiral nas laterais longitudinais do abrigo, ampliando a área de cobertura e consequentemente a proteção quanto à incidência da água das chuvas na projeção vertical do conjunto.

A figura 12 abaixo apresenta uma vista lateral no sentido longitudinal do conjunto.

Figura 12 – Vista longitudinal da estrutura do abrigo



Vista longitudinal

Desenho esquemático sem escala

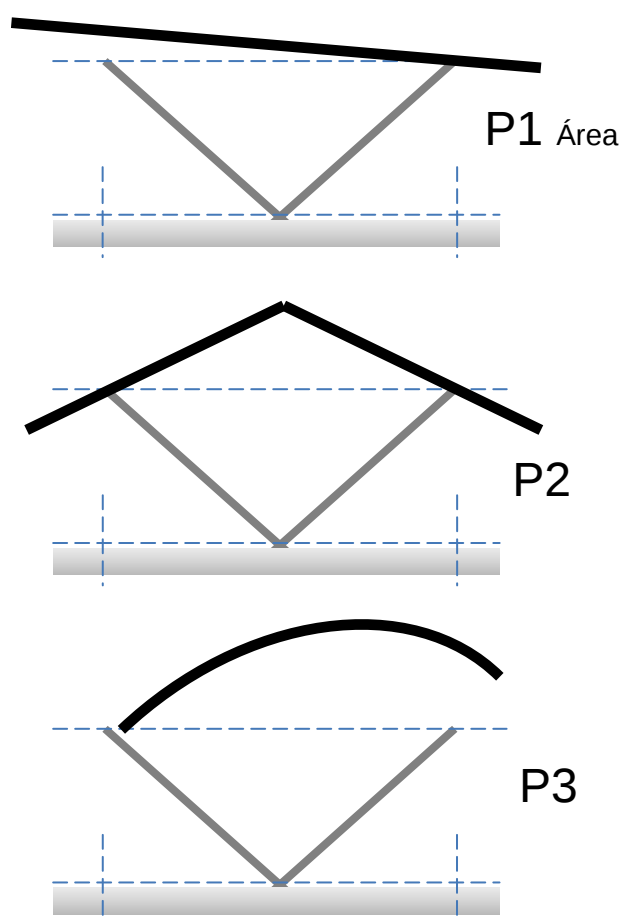
Fonte: Elaborado pelo autor

Para completar o conjunto estrutural do abrigo resta a definição da estrutura de suporte da cobertura e do tipo de material a ser aplicada para formá-la.

A adoção dos cabos de aço para estabilizar a estrutura sinalizou a possibilidade de estruturar a sustentação da cobertura com o mesmo tipo de material. Tendo em vista tratar-se de material leve, flexível, com alta resistência a tração e que na sua acomodação original é disposto na forma de um carretel, o qual ocuparia pouco espaço para ser acondicionado na embalagem dos abrigos.

Resta definir o perfil da estrutura da cobertura. Para tal fim existem três possibilidades de desenho que podem ser observadas na Figura 13.

Figura 13 – Perfis prováveis da estrutura da cobertura do abrigo

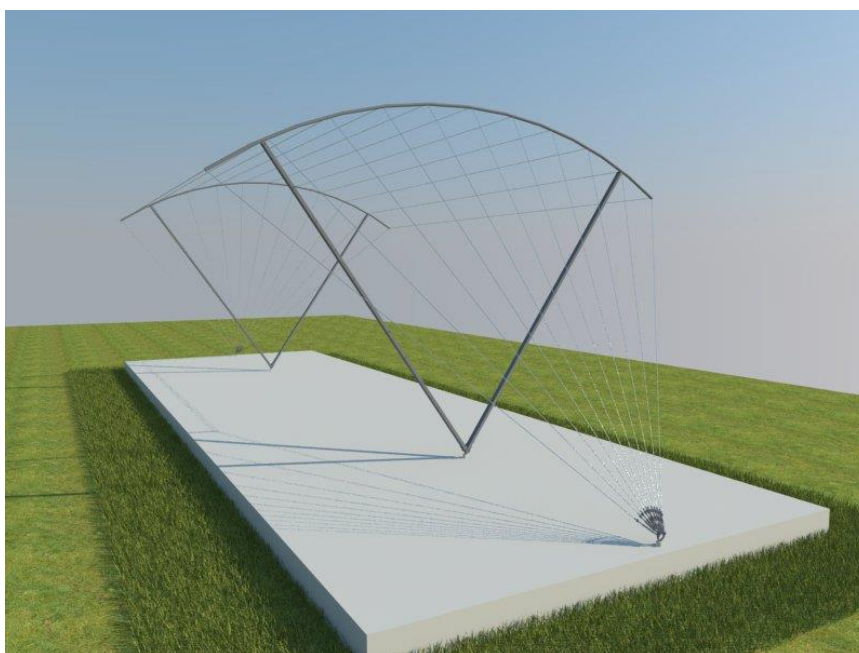


Fonte: Elaborado pelo autor

Escolheu-se a configuração de perfil de cobertura apresentada na Figura 13 na posição P3. O arco define a estrutura e a forma da cobertura.

A proposta resultante desse exercício teve sua origem na busca pela solução técnica mais adequada para que os dois problemas fossem resolvidos, ou seja, estabilizar a estrutura e cobrir o abrigo. A Figura 14 ilustra a proposta.

Figura 14 – Estrutura do abrigo temporário



Fonte: Elaborado pelo autor

O conceito do projeto da estrutura do abrigo fica definido conforme apresentado na Figura 14.

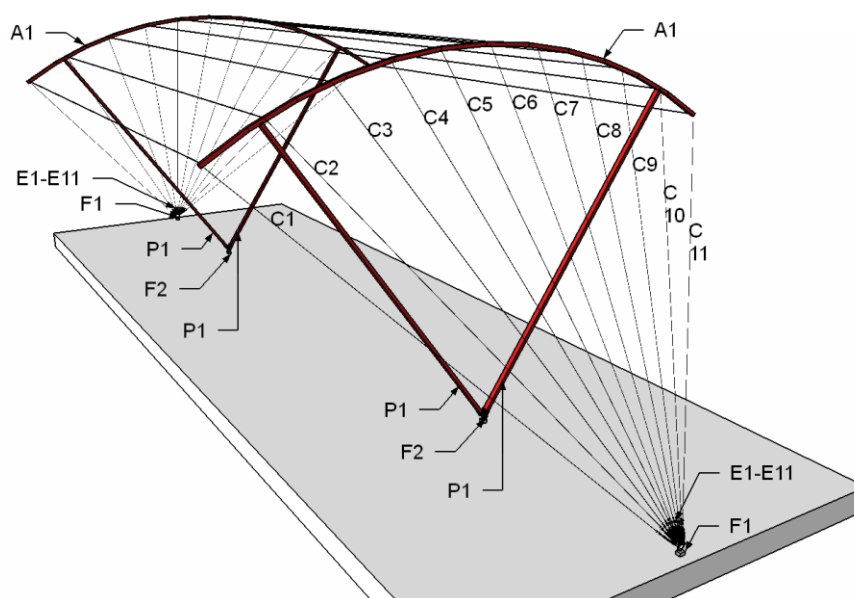
Atendendo as diretrizes apontadas no programa de necessidades com relação aos aspectos técnicos, adotou-se para conceber a forma estrutural do abrigo os seguintes critérios:

- estabilidade;
- simplicidade na concepção com aplicação de poucas peças;
- leveza do conjunto;
- praticidade de montagem e desmontagem;
- materiais disponíveis no mercado;
- baixo custo.

9.2 Detalhes técnicos do sistema estrutural e cobertura

A Figura 15 ilustra o conjunto estrutural com a estrutura da cobertura do abrigo. A partir dela as peças e componentes foram separadas e detalhadas através de representação gráfica nos desenhos esquemáticos, nas Figuras: 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22, na sequência desse trabalho. Os desenhos com grafia técnica contendo os dimensionamentos e detalhes construtivos serão apresentados na seção 8.4.

Figura 15 – Estrutura principal do abrigo com peças referenciadas



Fonte: Elaborado pelo autor

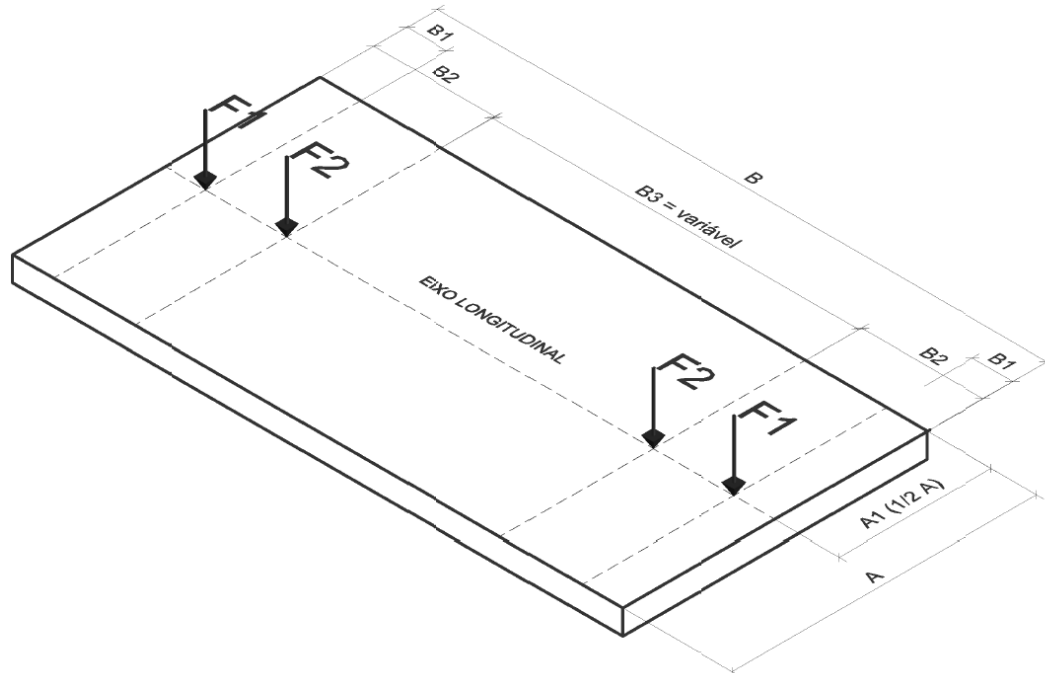
O material e a metodologia de preparação da base e do acabamento do piso do abrigo serão detalhados na seção 8.1.

A partir da base executada as primeiras peças a serem instaladas serão a F1 e a F2. A quantidade de peças para um abrigo será de duas unidades da F1 e duas unidades da F2.

A F1 tem por finalidade a fixação dos 11 cabos de aço que formam a estabilidade do conjunto e ao mesmo tempo o perfil da cobertura.

A peça F2 serve de apoio para os perfis metálicos P1 que serão encaixados à peça. A Figura 16 demonstra e orienta o posicionamento das peças descritas acima, na base.

Figura 16 – Posicionamento das peças F1 e F2 na base



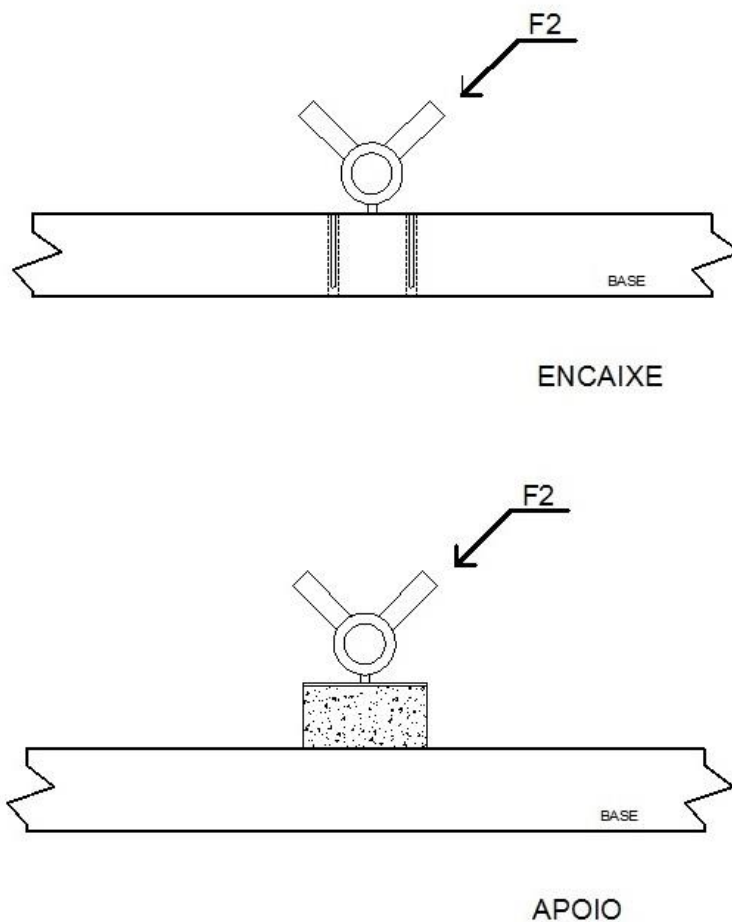
Fonte: Elaborado pelo autor

A dimensão “A” da base será sempre a mesma para quaisquer dos tipos de unidade de abrigo. Já a dimensão “B” da base será definida em função da extensão longitudinal total, que por sua vez será resultante da dimensão em extensão longitudinal dos tipos de abrigo. Portanto a dimensão “B3” será variável, dentro de uma faixa limite que será apresentada na seção 8.4, em função da quantidade de pessoas que serão abrigadas em cada unidade tipo de abrigo. No entanto o posicionamento das peças F1 e F2 será fixo, independentemente da extensão longitudinal da base. Dessa forma as distâncias “A1”, “B1” e “B2” que determinam e que orientam a posição das peças F1 e F2 nos eixos longitudinal e transversal, serão sempre as mesmas, independentemente da variação na extensão de “B”.

As Figuras 17 e 18 ilustram as duas opções para instalar as peças F1 e F2 na base. A Figura 17 apresenta o tipo de fixação das peças F2 na base, por encaixe em perfurações no substrato, ou colocação da peça ancorada em bloco de concreto e

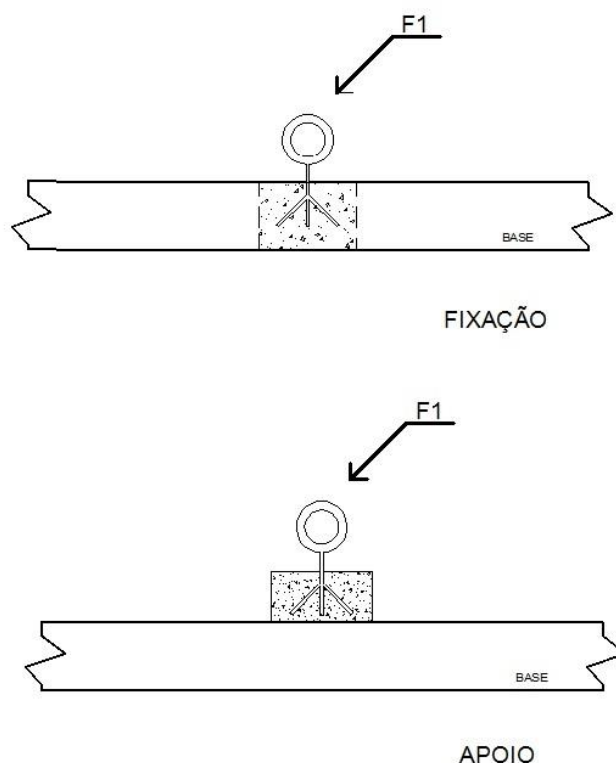
apoiada na base. A Figura 18 apresenta a instalação das peças F1 por chumbamento no substrato da base, ou pela colocação da peça ancorada em bloco de concreto e apoiada na base.

Figura 17 – Tipos de instalação das peças F2 na base



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 – Fixação por chumbamento ou apoio da peça F1 na base



Fonte: Elaborado pelo autor

As opções de fixação das peças F1 e F2 na base do abrigo levaram em consideração as variáveis possíveis nos tipos de terrenos, e na metodologia de execução das bases, tendo em vista ampliarem as possibilidades de aplicação pelos governos municipais ou pelas autoridades competentes locais.

Considerou-se a mais desfavorável das condições - que seria a não execução de uma base para os abrigos e, portanto, sua instalação seria sobre o próprio solo nivelado ou em áreas gramadas ou também em locais onde existam áreas pavimentadas com piso acabado, até a condição mais favorável que seria a execução de bases conforme orientaremos na seção 10.1.

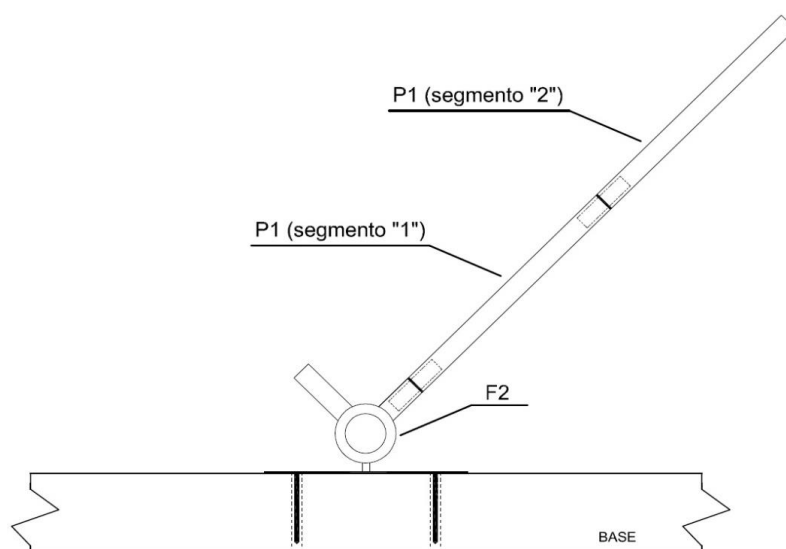
No aspecto estrutural as peças F2 não sofrem tração, mas somente compressão. Portanto sua fixação nos casos onde uma base foi executada seria por encaixe simples de 2 pinos soldados na parte inferior da peça, compatíveis em diâmetro e profundidade a duas perfurações no substrato da base. A execução das perfurações pode ocorrer simultaneamente à execução do substrato da base,

posicionando corretamente duas seções de tubos de PVC rígido, no diâmetro compatível aos pinos para encaixe.

As peças F1 pelo contrário serão tracionadas pelos 11 cabos de aço que estabilizam a estrutura e formam o perfil da cobertura. A fixação dessas peças a base deve atender a essa solicitação de esforços, pois do contrário deslizarão pela superfície da base, na opção de apoio em bloco de concreto, ou serão arrancadas se ancoradas inadequadamente no substrato da base.

A Figura 19 ilustra o encaixe das peças P1 nas peças F2, bem como o encaixe das duas partes que compõe cada uma das peças P1. Será discutido também na sequência outro aspecto relevante para que se de a estrutura principal do abrigo a estabilidade necessária para que o conjunto seja auto-portante, e também resistente a ação dos ventos quando a cobertura estiver instalada. Esse aspecto diz respeito ao ângulo formado pela peça F2. Estima-se que o ângulo interno formado pela articulação na peça F2 deve ser igual ou superior a 90° . Um ângulo interno obtuso atende com maior segurança esse aspecto. As peças P1 serão segmentadas em duas partes tendo em vista poderem ser acondicionadas na embalagem dos abrigos, pois seu comprimento total ultrapassa a extensão de 2,00m. A Figura 19 abaixo permite a visualização esquemática desses aspectos.

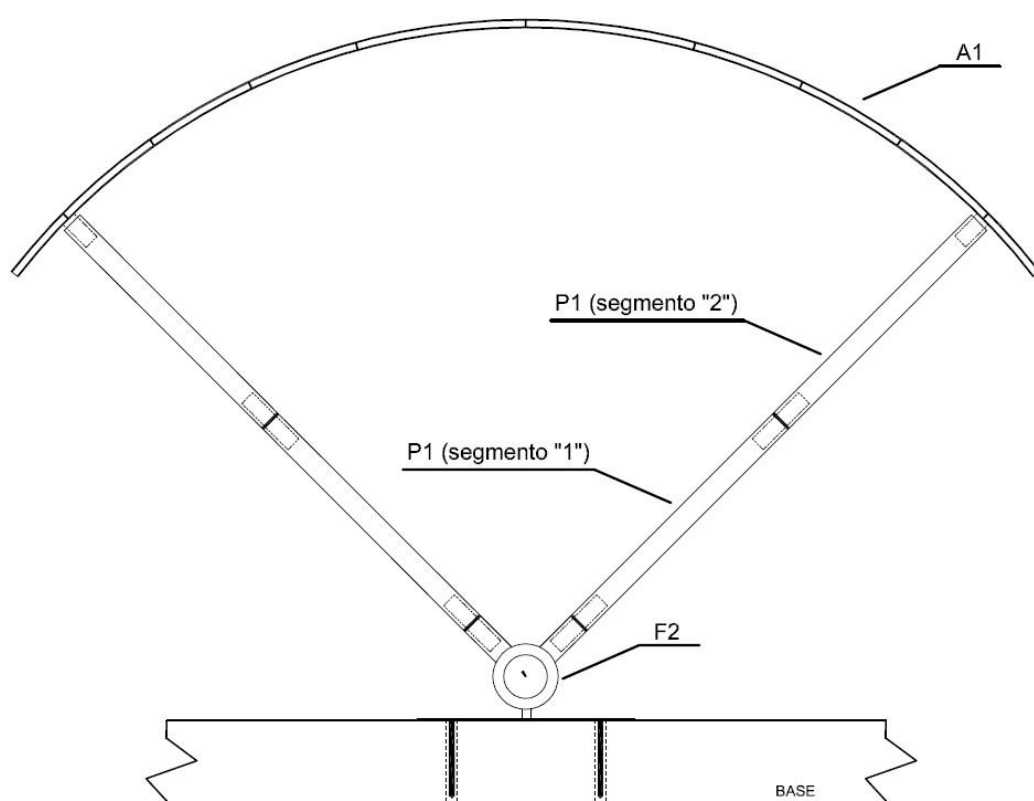
Figura 19 – Encaixe das peças P1 a peça F2



Fonte: Elaborado pelo autor

As peças A1 em forma de arco definem o perfil da cobertura. Serão segmentadas também em duas partes para que possam ser acondicionadas na embalagem dos abrigos, pois sua extensão ultrapassa o comprimento total de 4,00m. A Figura 20 ilustra com representação esquemática as peças A1 e seu encaixe entre as partes que a compõe, como também o encaixe nas peças P1.

Figura 20 – Peças A1 e encaixe nas peças P1



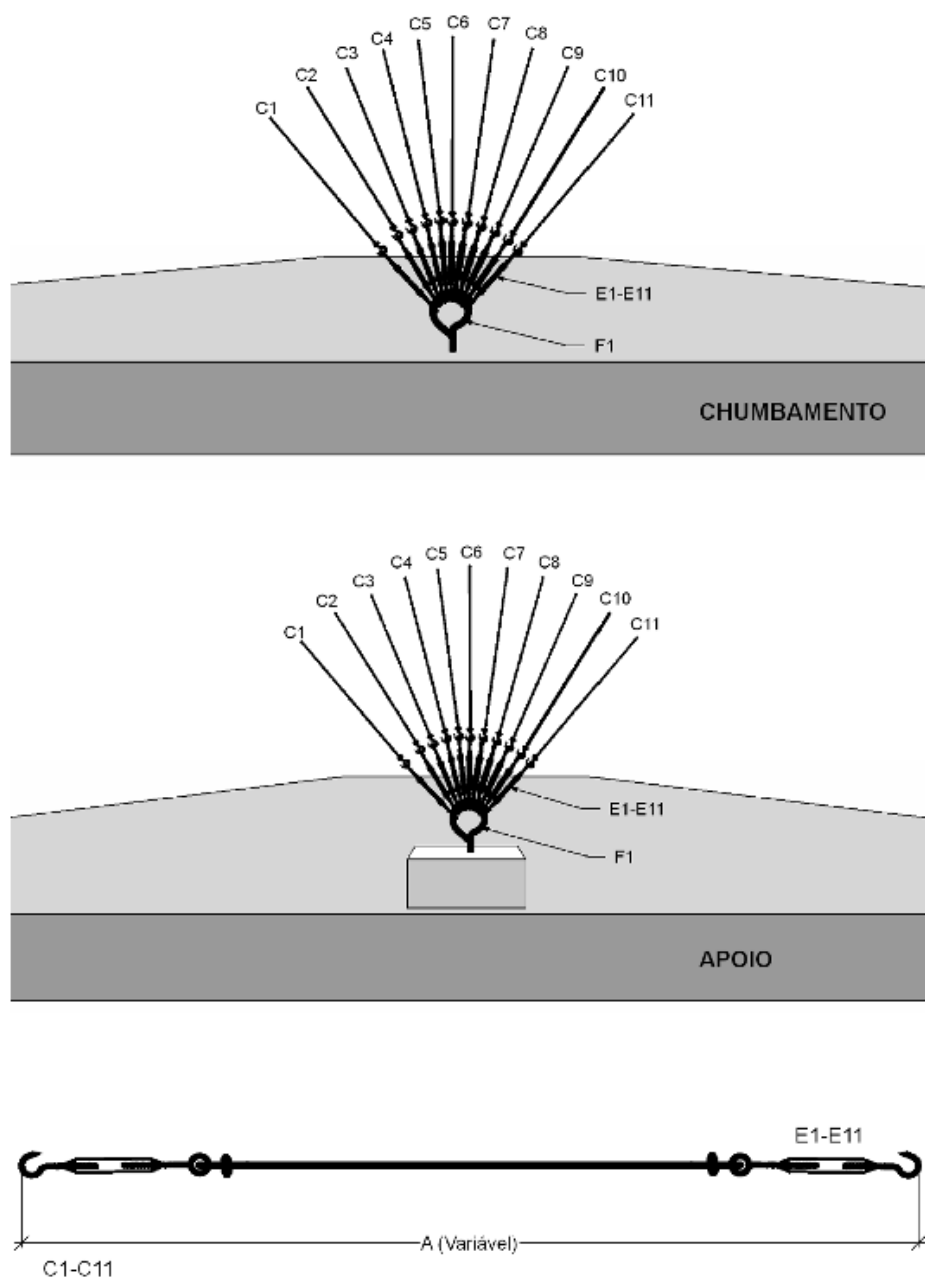
Fonte: Elaborado pelo autor

A segmentação das peças P1 e A1, conforme representado nas Figuras 19 e 20, ambas com comprimentos maiores que 2,00m se faz necessária para que possam ser acondicionadas nas dimensões limite da caixa da embalagem dos abrigos. O desenho da caixa de embalagem com seus detalhes construtivos, materiais e dimensões será descrito na seção 10.2.

Por fim apresentamos na Figura 21 as peças de C1 a C11 que são constituídas de cabos de aço com diâmetro de 4,8mm – 3/16” – plastificado, sendo que cada

cabo contem dois esticadores com ganchos para engate nas duas extremidades. Os esticadores estão identificados de E1 a E11 conforme representado na Figura 15.

Figura 21 – Peças de C1 a C11 – Engate nas F1 e Transpasse nas A1

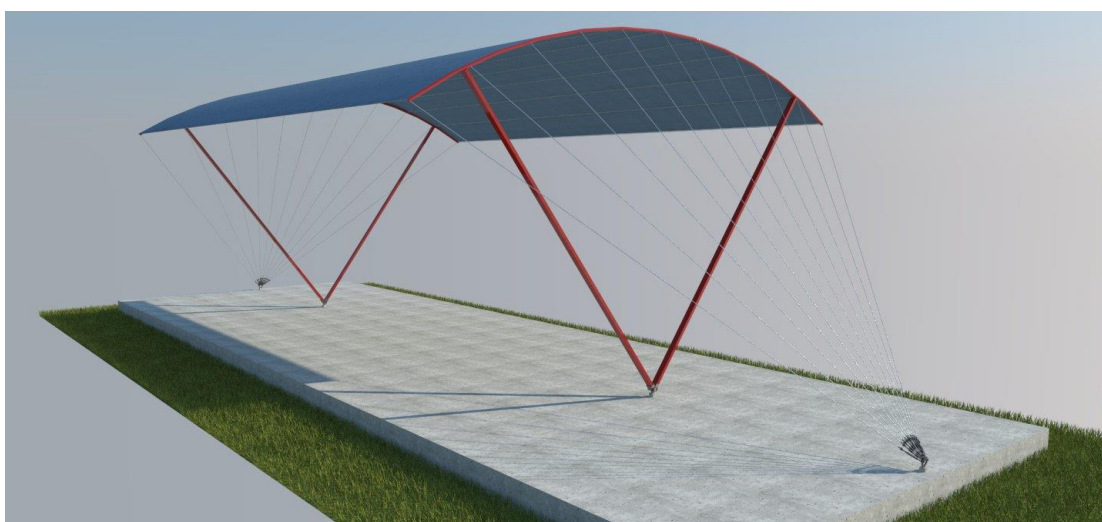


Fonte: Elaborado pelo autor

Definido o sistema estrutural e a forma da cobertura, o material compatível a ser aplicado na cobertura é um tecido impermeável. A opção pela utilização de um tecido é a sua leveza e a maleabilidade proporcionada pelo tipo de material. Essas condições favorecem a sua aplicação na estrutura de suporte com facilidade, e também favorecem o seu acondicionamento na embalagem dos abrigos.

A figura 22 representa o conjunto estrutural completo e a cobertura instalada na proposta do abrigo.

Figura 22 – Estrutura completa e cobertura da proposta do abrigo



Fonte: Elaborado pelo autor

9.3 Envoltória e forro do abrigo

Para formar a envoltória e consequentemente o espaço interno do abrigo, utilizaremos painéis formados por placas de liga cimentícia nas duas faces a interna e a externa, e com o preenchimento do vazio entre as placas em poliestireno expandido (EPS). No mercado de construção civil encontram-se painéis com essas características. As dimensões dos painéis divisórios, as especificações dos produtos que irão compor o painel acabado, o sistema de fixação no piso, as conexões que estruturarão o conjunto de painéis e os painéis compostos com porta e caixilho, serão detalhados no projeto executivo na seção 9.4.

Devido à flexibilidade proposta no projeto do abrigo, bem como nas possibilidades de implantação de uma área, para instalar um conjunto de abrigos temporários, independentemente da preexistência de infraestrutura urbana de serviços básicos, será possível implantar áreas de abrigos nas várias regiões do território nacional, como também em diversas localidades do mundo. No entanto essa flexibilização implicará em inserir os abrigos em localidades com condições climáticas bastante amplas. Assim sendo será necessário que a envoltória e a cobertura do abrigo sejam constituídas de materiais que contenham características físicas de isolamento térmico. O material dos painéis da envoltória possui essa característica, pois o miolo dos painéis é preenchido com EPS, que é um isolante térmico de ótima eficiência. Para a cobertura o material adotado é um tecido impermeável, o qual não possui as propriedades necessárias para o isolamento térmico eficiente. Dessa forma projetou-se a aplicação de forro em chapas com no mínimo 30mm de espessura em poliestireno expandido (EPS), estruturado em perfis metálicos de alumínio e apoiado na parte superior dos painéis da envoltória.

Nas localidades com clima tropical poderá ser aplicada somente uma tela em material sintético para evitar a presença de insetos e pássaros no interior dos abrigos. Dessa forma matem-se as condições de ventilação natural para proporcionar um conforto térmico adequado, sem a necessidade de vedação com forro.

9.4 Projeto executivo

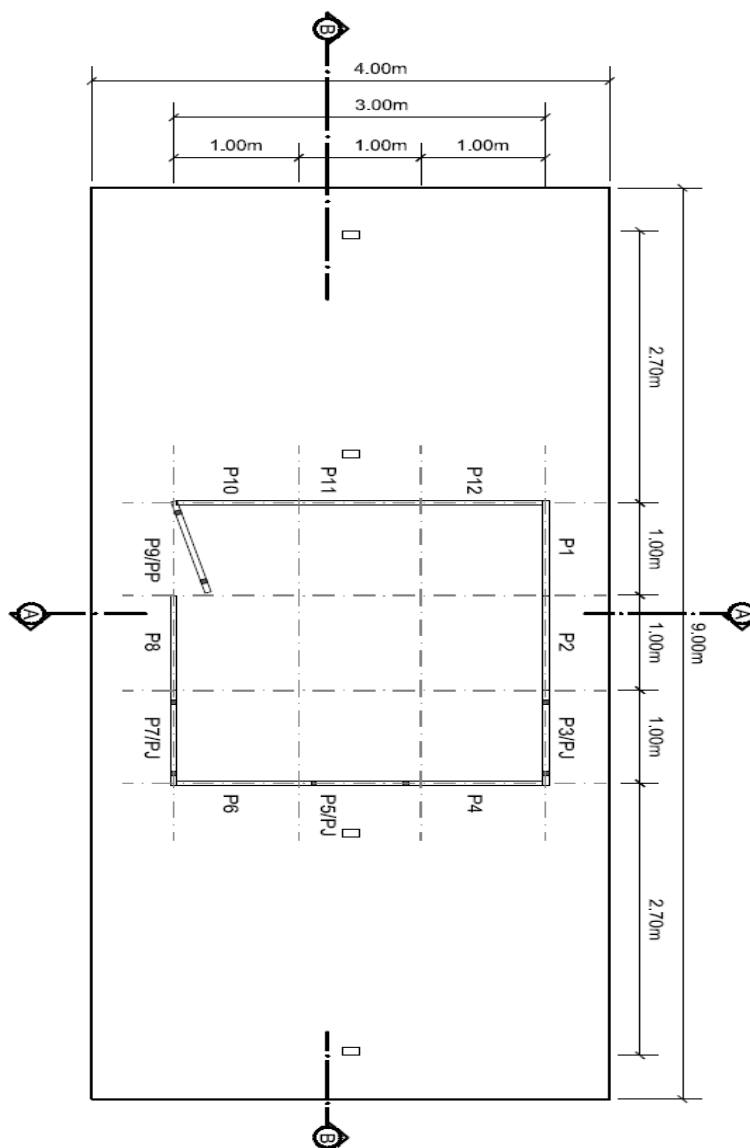
O projeto executivo em linguagem de desenho técnico e que contem todas as informações necessárias para o processo de fabricação e montagem dos abrigos, será apresentado na sequencia das Figuras de 23 a 29.

Na proposta de modulação para dimensionar os abrigos buscou-se adotar unidades de dimensionamento a partir de módulos de 1,00m x 1,00m. Essa proposição visa facilitar a leitura e compreensão pelos usuários que farão a montagem dos abrigos, desconsiderando valores decimais ou frações. A partir dessa modulação é possível conceber mais de um tamanho de abrigo, com áreas úteis relativas ao número de membros das famílias ou de pessoas que serão abrigados.

Nas situações emergenciais nos cenários de desastres com impactos severos, muitas famílias tem reduzido o número de familiares em função dos óbitos, como também situações de desabrigados que não possuem vínculos de parentesco.

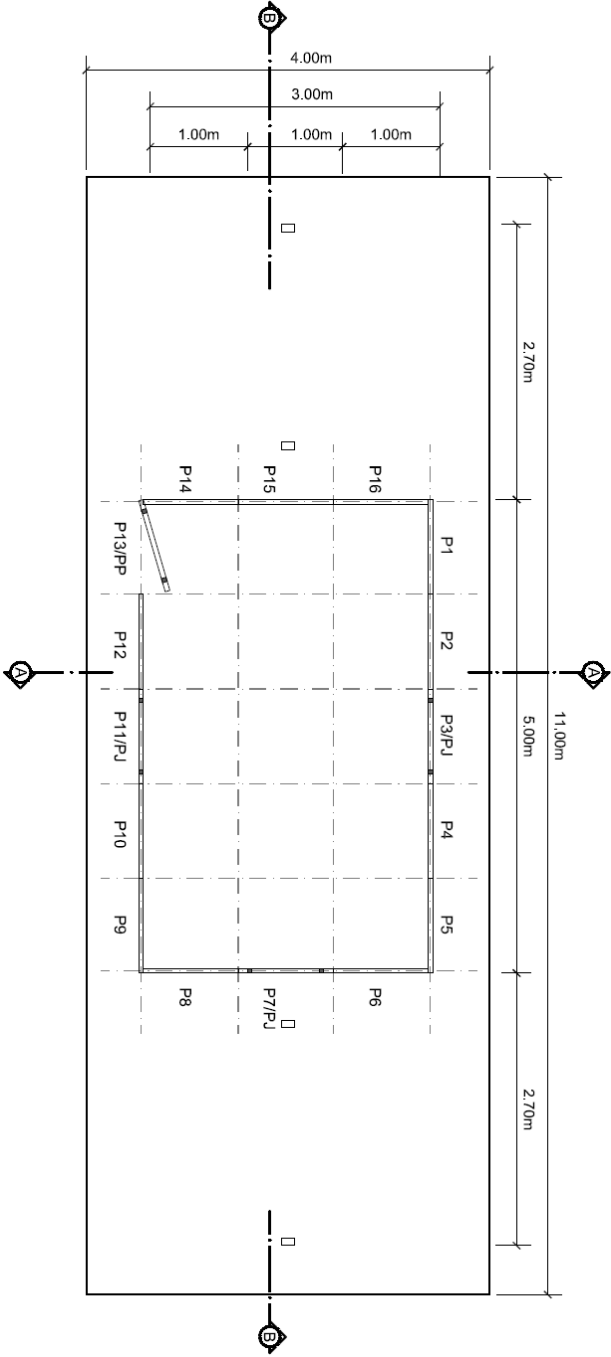
Para detalhamento do projeto executivo projetou-se 2 modelos padrão, a saber: o Abrigo Temporário-1 (AT1) com área de 15,00m² com capacidade de abrigar até 6 pessoas e o Abrigo Temporário-2 (AT2) com área de 9,00m² e capacidade de abrigar até 4 desabrigados. A Figura 23 abaixo representa a planta do AT1.

Figura 23 – Planta do Abrigo Temporário-1 (AT1)



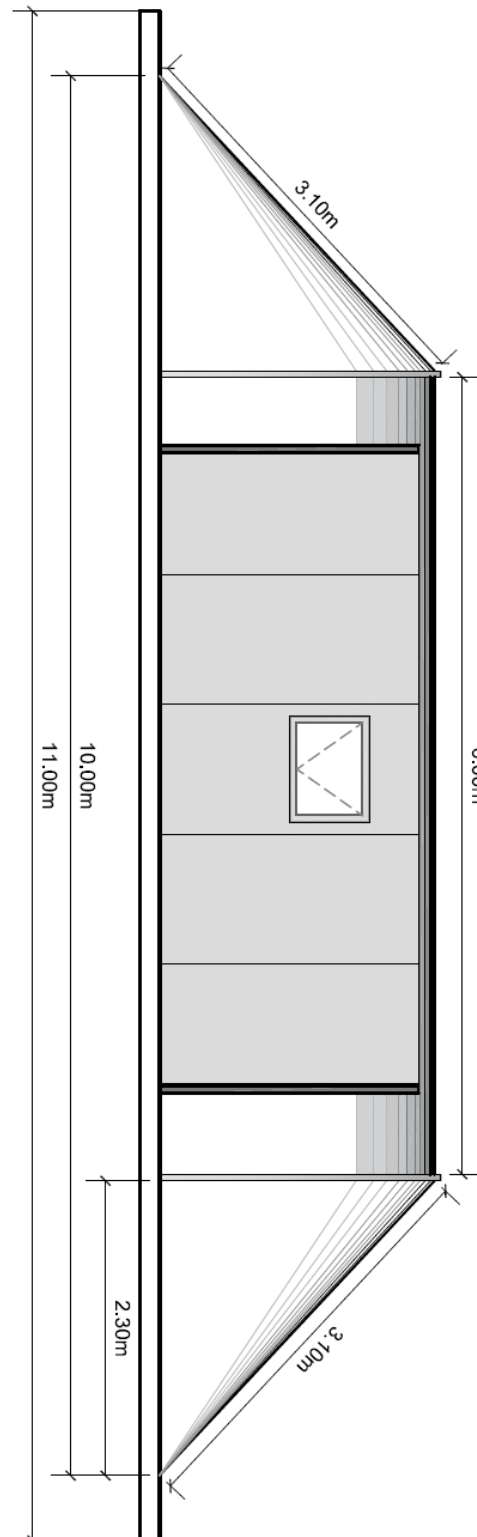
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 24 – Planta do Abrigo Temporário-2 (AT2)



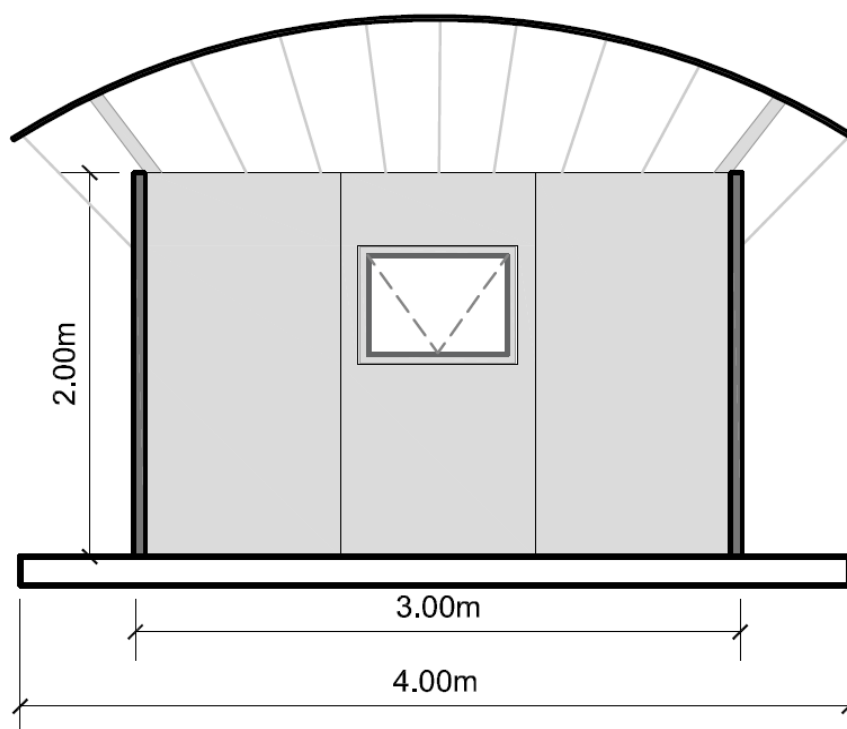
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 – Corte longitudinal do Abrigo Temporário-2 (AT2)



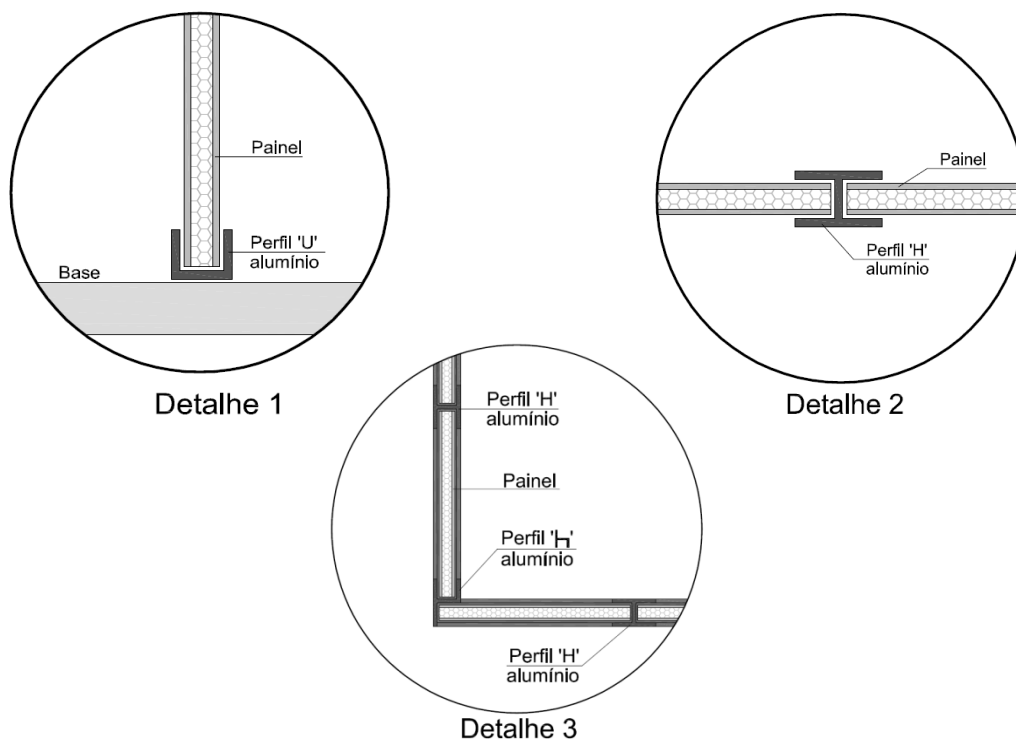
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26 – Corte transversal do Abrigo Temporário-1 (AT1)



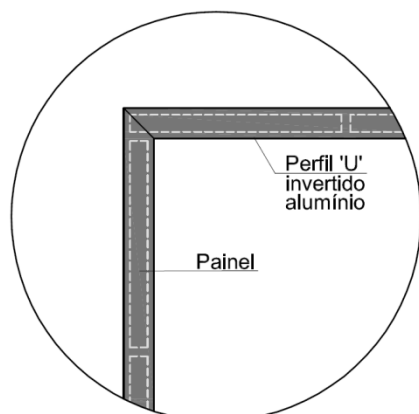
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27 – Detalhes 1, 2 e 3 dos perfis de montagem dos painéis no AT1

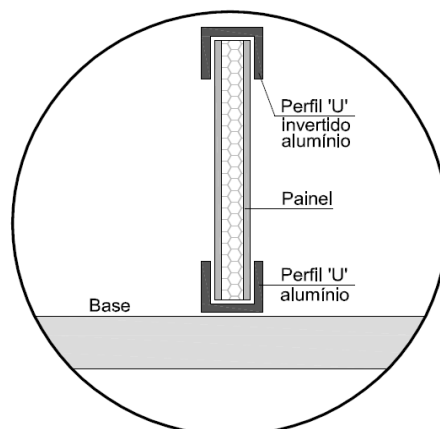


Fonte: Elaborado pelo autor

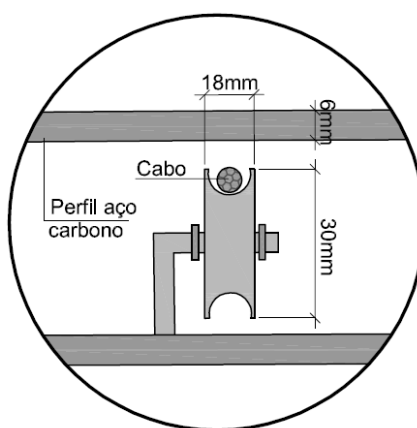
Figura 28 – Detalhes 4, 5 e 6 dos perfis de montagem dos painéis no AT1



Detalhe 4



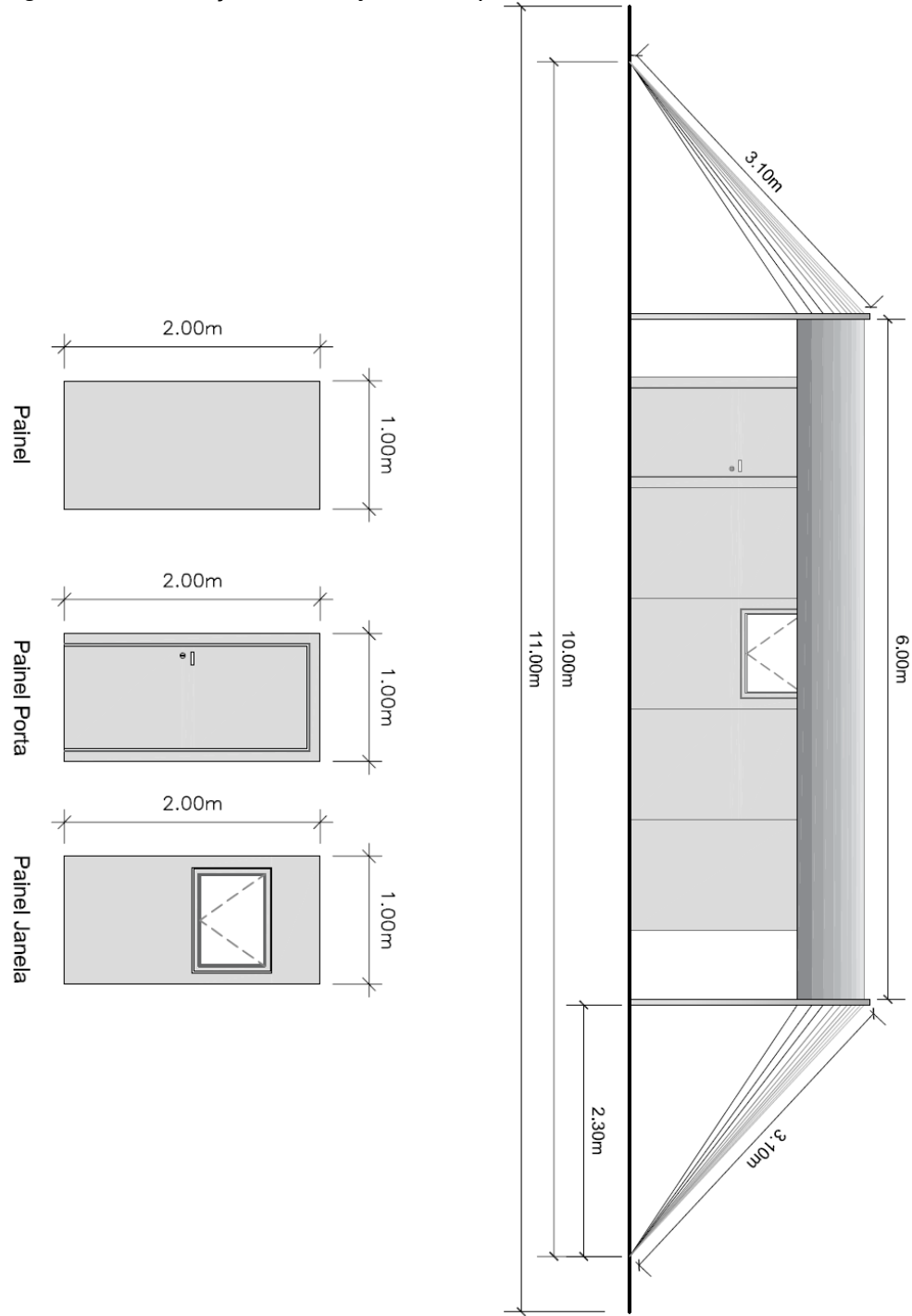
Detalhe 5



Detalhe 6

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 – Elevação dos conjuntos de painéis com portas e caixilho



Fonte: Elaborado pelo autor

9.5 *Design* interno modelo do abrigo AT2

A distribuição interna do mobiliário, equipamentos e utensílios de suporte para o desenvolvimento das atividades domésticas e rotineiras nos abrigos, deve seguir a premissa fundamental apresentada na seção 8.

Nas situações emergenciais nas quais os abrigos serão utilizados, as entidades responsáveis pela assistência às vítimas de desastres, disponibilizam suprimentos básicos e também recebem as doações de suprimentos, e as distribui entre os desabrigados.

As doações mais recorrentes são de água potável acondicionada em garrafas e galões, alimentos não perecíveis, vestimentas, cobertores e medicamentos. Móveis e eletrodomésticos não são doados em quantidades significativas. Isso se deve ao fato de que os desabrigados são normalmente alojados em abrigos coletivos instalados em edificações e não em abrigos com as características apresentadas neste trabalho.

No entanto adotou-se um projeto de *design* interno no modelo de abrigo AT2, para evidenciar a disponibilidade de espaço para acomodar com relativo conforto até 6 pessoas, e com os móveis e equipamentos necessários para que as funcionalidades de repouso, a preparação da alimentação, as refeições e a guarda de objetos pessoais dos desabrigados, possam ser atendidas.

Entende-se que a partir da aceitação da proposta do abrigo e da sua adoção por parte das autoridades competentes, o mobiliário e equipamentos necessários para compor o arranjo dos abrigos AT2 e AT1, possam ser obtidos a partir de investimentos, por parte dos governos envolvidos e também através de doações de pessoas físicas e de entidades assistencialistas.

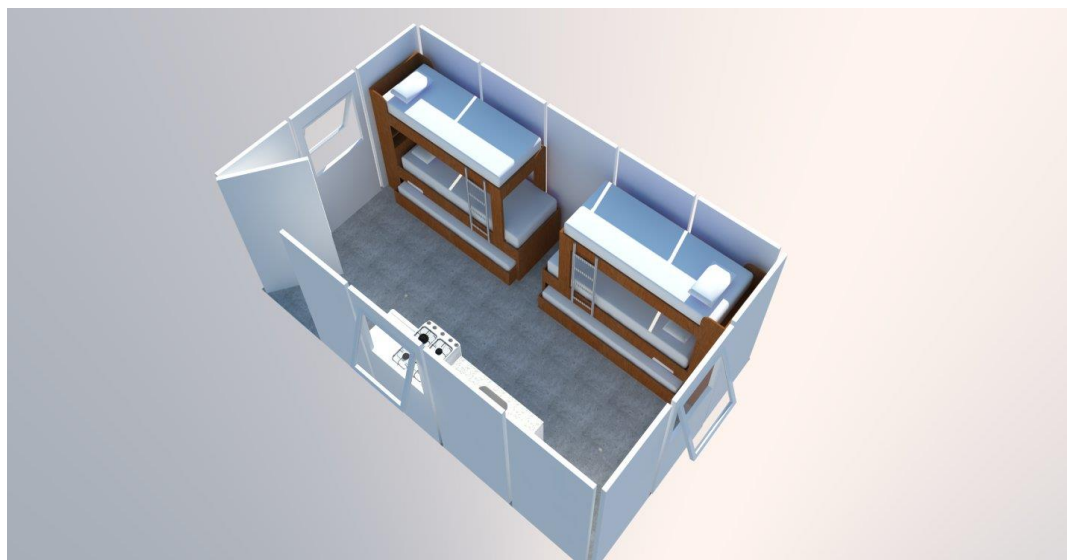
As figuras 30 e 31, na sequência, ilustram o *design* interno do AT2.

Figura 30 – Vista 1 do *design* interno com mobiliário e equipamentos do AT2



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31 – Vista 2 do *design* interno com mobiliário e equipamentos do AT2



Fonte: Elaborado pelo autor

9.6 Suprimento de água potável e coleta de efluentes

Para além da providência imediata de abrigar as vítimas dos desastres, procurou-se com a proposta do abrigo, resgatar na convivência nas situações emergenciais, gestos e atitudes de rotina de vida, que proporcionem aos desabrigados a perspectiva de preservação das relações familiares, sociais e da esperança de reconstrução, não só de suas casas, mas também das atividades cotidianas. A disponibilização de espaço físico e dos equipamentos mínimos para que o exercício dessas atividades possa acontecer, assumem importância relevante, pois minimizariam os prejuízos psicológicos e sociais das vítimas dos desastres.

No entanto algumas ressalvas devem ser consideradas nessa proposta, pois não se deve desprezar as premissas do que considerou-se enquanto condição de habitabilidade dos abrigos, conforme apresentado na seção 8.

Devido à imprevisibilidade do período de permanência nas áreas de abrigos temporários, principalmente nos países de baixo IDH, os limites entre o conceito de abrigo temporário e de habitação permanente são difíceis de serem estabelecidos. Portanto deve-se adequar o suporte para as atividades domésticas rotineiras de forma a não descaracterizar o conceito de um abrigo temporário.

A atividade principal a ser desenvolvida nos abrigos é o preparo de alimentação. Para o preparo das refeições a infraestrutura mínima que deve ser disponibilizada é o fornecimento de água potável, uma pia com cuba e com descarga dos efluentes provenientes da lavagem dos alimentos crus e dos utensílios, um fogão de no mínimo duas bocas e uma geladeira de até 230 litros de volume útil.

Como apresentado nas figuras 30 e 31, a disposição da pia, do fogão e da geladeira contarão com espaço suficiente. Já para a utilização da pia, sua funcionalidade deve ser adequada à circunstância de emergência e de temporalidade, ou seja, o fornecimento de água não deve ser a partir de um reservatório único para a totalidade dos abrigos na área, e nem tampouco em reservatórios individuais para cada abrigo. A razão de recomendar-se a não execução de reservatórios seja coletivo ou individual, vem de encontro a duas questões: a primeira é o custo e o prazo de execução das instalações hidráulicas de reservação e de distribuição. Cabe ressaltar que na desmobilização da área de

abrigos essa infraestrutura, necessitaria ser demolida e removida, com custos e trabalho adicionais. A segunda é decorrente da disponibilização de água corrente, que implica no descarte correto dos efluentes gerados a partir dessa benfeitoria. Gerando dessa forma a necessidade de executar-se sistema de coleta e destinação dos efluentes coletados em cada pia de cada abrigo. Esses efluentes teriam que ser conduzidos em tubulação com caimento suficiente para que os fluídos caminhem pela mesma, por gravidade, até o reservatório de coleta. Além da complexidade que essas instalações possuem para sua execução, ficariam as autoridades competentes, com a incumbência de quando da desmobilização da área, remover essas instalações hidráulicas e destiná-las corretamente. Tal condição implica também em custos e trabalho adicionais consideráveis.

Dessa forma a proposta para atender a infraestrutura de fornecimento de água potável, para o preparo da alimentação, deverá ser conduzida sob a ótica da circunstância emergencial da situação. A água deverá ser disponibilizada em galões de 20 litros que serão apoiados em suporte adequado com torneira para fornecimento. Assim sendo a água necessária será fornecida na quantidade adequada, porém sem infraestrutura complexa, para esses casos, de instalações hidráulicas do tipo predial. A coleta dos efluentes gerados no preparo da alimentação bem como no processo de limpeza dos utensílios, utilizados no preparo, será a partir de reservatório instalado sob a bancada da pia, com capacidade de reservação de até 50 litros. Esse reservatório deverá ser apoiado no piso dos abrigos e contendo rodízios para facilitar o deslocamento, por apenas duas pessoas adultas, até o tanque de coleta e descarte que ficará nos limites da área dos abrigos.

A princípio a análise dessa proposta pode levantar questões relativas ao desconforto gerado pelo sistema. No entanto deve-se considerar nessa hipótese de análise, que a circunstâncias são de caráter emergencial e provisórias. Portanto nesses casos é imprescindível que rotinas de desenvolvimento de atividades domésticas corriqueiras, obedeçam a um rigor e a uma adequação de funcionalidades, que deixaram de ser as comumente desempenhadas pelos desabrigados nas suas casas, nas situações de normalidade.

A figura 32, na sequência, ilustra esse sistema.

Figura 32 – Sistema de fornecimento de água e coleta de efluentes



Fonte: Elaborado pelo autor

10 IMPLANTAÇÃO DOS ABRIGOS

A escolha da área para implantação dos abrigos temporários e o preparo das mesmas para esse fim, ficará a critério e responsabilidade dos governos e autoridades competentes, das localidades afetadas por desastres. A proposta deste estudo proporciona a flexibilidade necessária, para que a escolha do local possa se pautar em condições topográficas e de infraestrutura urbanas mais favoráveis para sua implantação, reduzindo a vulnerabilidade que esses assentamentos temporários possam vir a gerar após a sua ocupação.

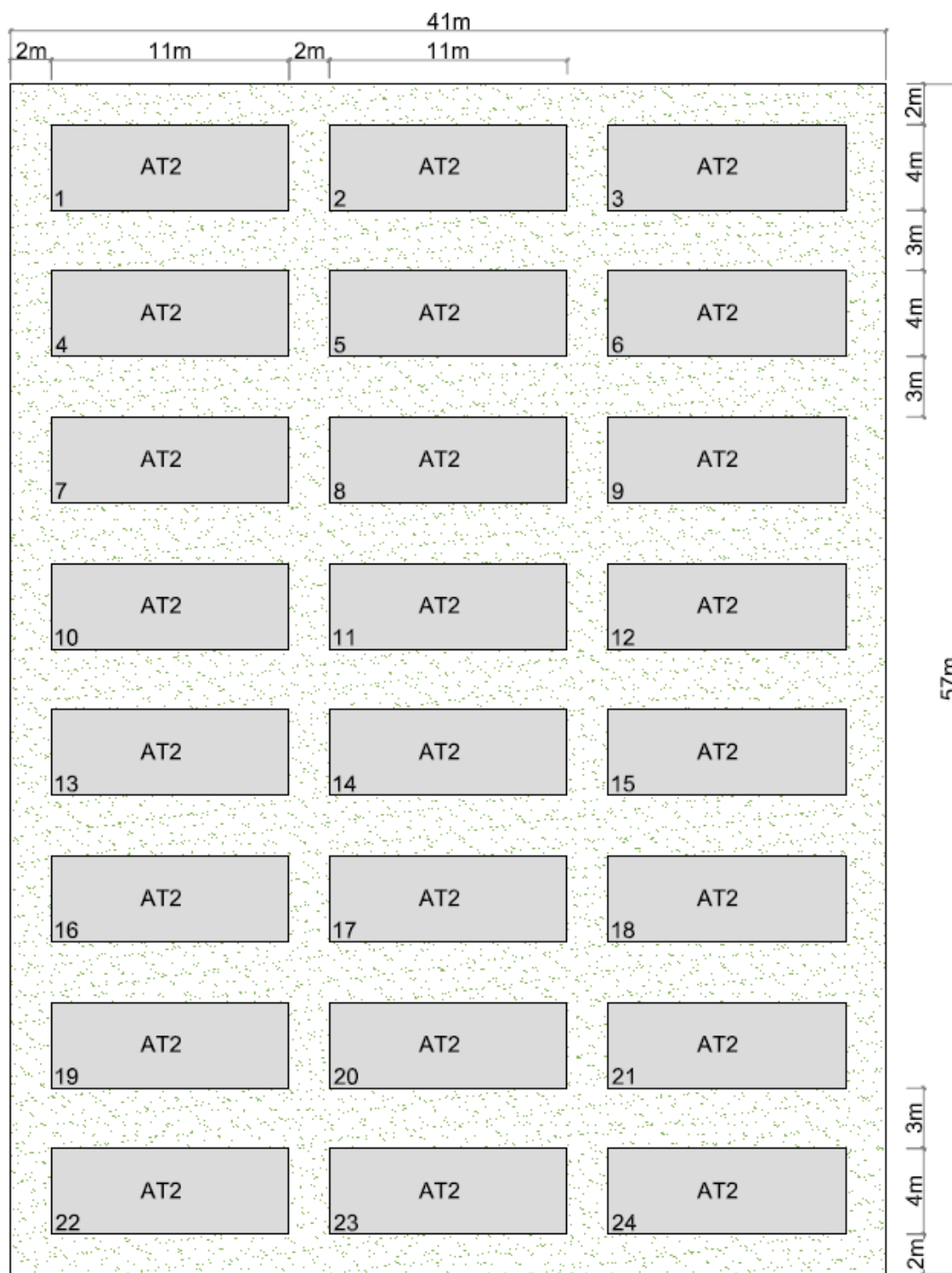
O número de abrigos e consequentemente o número de vítimas que poderão ser abrigados nessas áreas oscilam numa faixa muito ampla, em função de muitas variáveis. Dessa forma partiu-se de uma hipótese onde estima-se um número de vítimas que necessitarão serem abrigadas. No entanto esse número não é absoluto, pois o projeto do abrigo permite que a quantidade de pessoas a serem abrigadas em cada unidade seja flexível, devido à modulação proposta.

Para análise e discussão da proposta, projetou-se uma área para implantação de 24 unidades de abrigo do tipo AT2. Essa hipótese considera a área mínima necessária para cada um dos 24 abrigos do tipo AT2, bem como os recuos mínimos no perímetro entre as bases dos abrigos, para permitir a circulação de pessoas e de veículos. O fluxo de pessoas foi considerado não só para as etapas de montagem dos abrigos, mas também para o desenvolvimento das atividades rotineiras na pós-ocupação. O fluxo de veículos considerou os acessos para os veículos de carga que serão necessários para o processo de montagem dos abrigos e também para os veículos de apoio as atividades assistenciais na pós-ocupação. Esses veículos deverão ter acesso à área e circulação livre de obstáculos entre as unidades de abrigo, para que as atividades de suporte e assistência à vida nessas áreas possam ser exercidas. Enquadram-se nessa categoria as seguintes atividades:

- assistência médica;
- distribuição de suprimentos;
- segurança física e combate a incêndio.

A Figura 33 abaixo detalha essa proposta.

Figura 33 – Proposta de área para implantação de abrigos

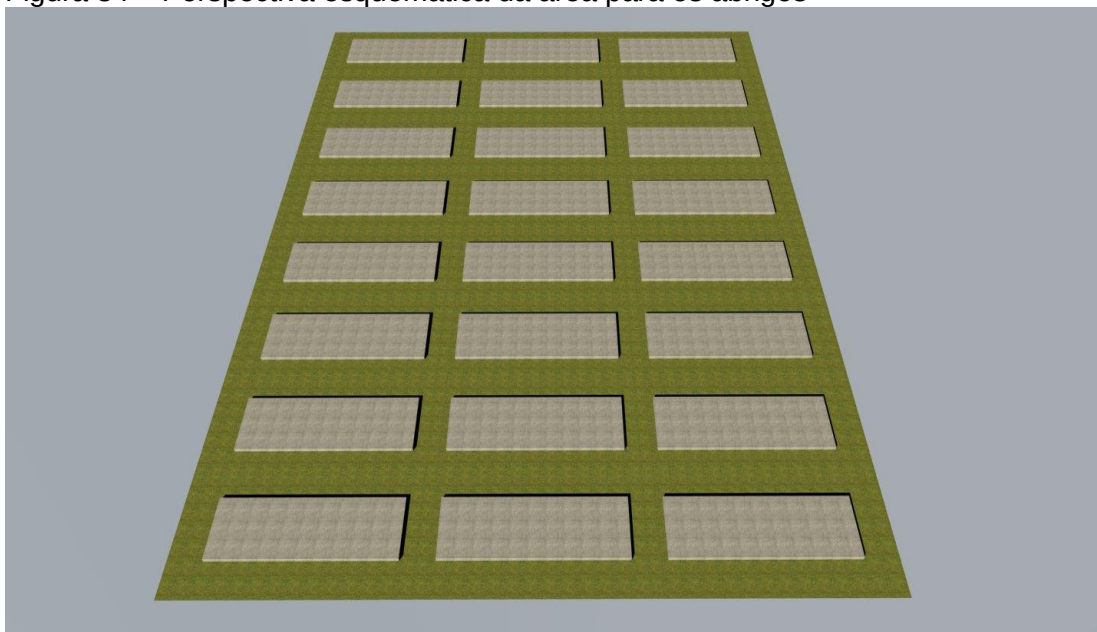


Implantação

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 34 contém a perspectiva esquemática da área proposta para implantar os abrigos.

Figura 34 – Perspectiva esquemática da área para os abrigos



Fonte: Elaborado pelo autor

10.1 Execução da base para os abrigos

Como apresentado nas figuras 17,18 e 21 as peças que dão apoio à estrutura principal do abrigo, podem ser afixadas na base ou apoiadas sobre vários tipos de base, ou mesmo na ausência de algum tipo de base, como áreas gramadas ou em solo compactado ou também sobre pavimentos pré-existentes, do tipo: concreto, piso cimentado, revestimentos cerâmicos ou pavimentação asfáltica. As opções de implantação dos abrigos em diversos tipos de base visa permitir uma flexibilidade maior na escolha dos locais para instalação dos abrigos.

Considerou-se também nesta proposta a utilização do entulho gerado nos casos de destruição parcial ou total de edificações e de infraestrutura urbana, para execução do substrato das bases e também das áreas de circulação entre abrigos. Após o lançamento do entulho que servirá de substrato, deverá ser executada uma camada de aproximadamente cinco centímetros de espessura em solocimento; composto por solo peneirado, cimento e areia de granulometria média, para nivelamento e acabamento superficial.

No entanto na impossibilidade de execução do tipo de base descrito acima, ou na indisponibilidade dos materiais necessários, a estrutura poderá ser montada sobre o tipo de solo ou base existente, desde que o mesmo apresente-se nivelado e

compactado, para que o assentamento dos perfis metálicos, que receberão os painéis, possa ser instalado sem variações de nível superiores a três centímetros.

10.2 Embalagem e transporte dos abrigos

Considerando o modelo de abrigo do tipo AT2, com dimensões pós-montagem de 3,00m x 5,00m, e todo o conjunto de peças e materiais que o compõem, a embalagem para acondicionar o AT2 deve ter as seguintes dimensões: 1,00m x 1,00m x 2,00m. A embalagem será executada em chapa de compensado de madeira com 20mm de espessura com reforço nas bordas e nas faces internas das arestas da caixa. A tampa será também em chapa de madeira compensada com 20mm de espessura sem reforço nas extremidades, devendo ser afixada na extremidades da caixa, por meio de parafusos. A tara da embalagem será de 105kg. O peso bruto com o conteúdo do abrigo AT2 será de aproximadamente 1100kg.

A Figura 35 ilustra o tipo de embalagem que projetamos para os abrigos.

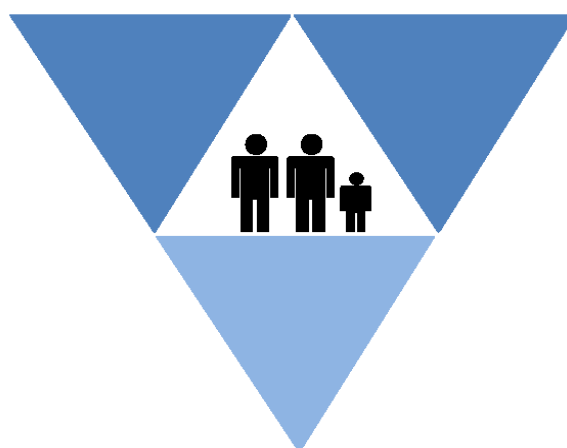
Figura 35 – Embalagem para acondicionar os abrigos



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 36 apresenta proposta para identidade visual que será adesivada nas faces externas da embalagem.

Figura 36 – Identidade visual dos abrigos



Fonte: Elaborado pelo autor

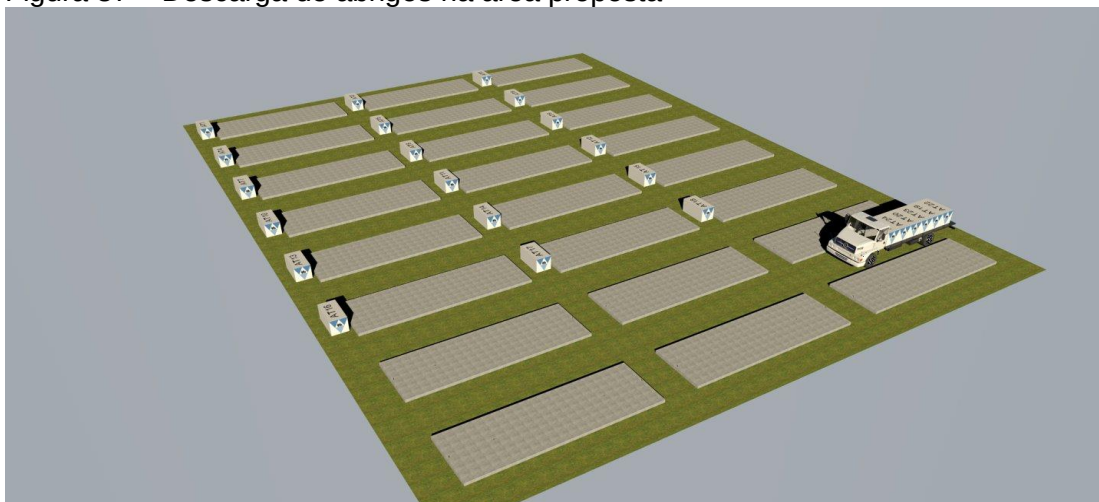
10.3 Implantação dos abrigos em áreas seguras

A quantidade e tipo de abrigos que podem ser implantados é consequência da quantidade de desabrigados que necessitam ser atendidos. Essa quantidade é que determinará a área que deverá ser disponibilizada para a instalação dos abrigos. A proposta desse projeto é flexibilizar, não só a quantidade de abrigos que podem ser instalados, como também as dimensões de cada abrigo em função das necessidades dos desabrigados. O projeto da estrutura do abrigo permite que se criem abrigos nas dimensões mais variadas para ocupação.

Dessa forma a condição primordial que deve ser observada pelas autoridades competentes que dão assistência e gerenciam esse tipo de instalação nos cenários de desastres naturais, será de escolher e preparar locais que não se enquadrem na categoria de área de risco.

A Figura 37 na sequencia apresenta um modelo de área com instalação de 24 abrigos do tipo AT2.

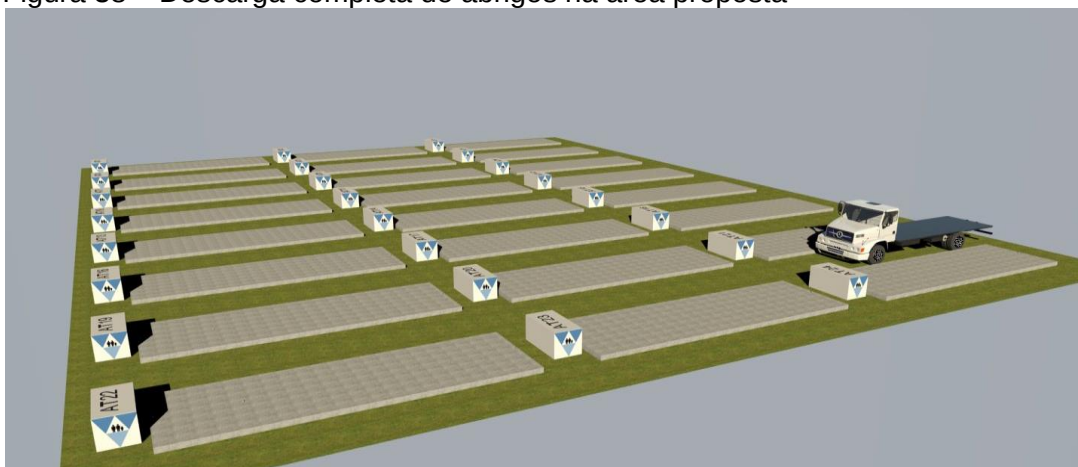
Figura 37 – Descarga de abrigos na área proposta



Fonte: Elaborado pelo autor

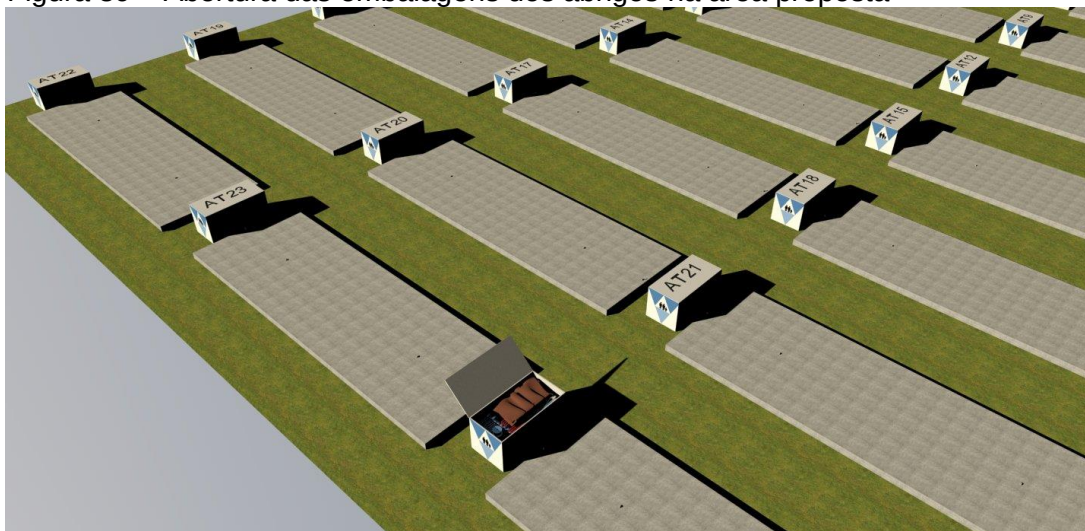
As Figuras 38 e 39 ilustram a proposta.

Figura 38 – Descarga completa de abrigos na área proposta



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 39 – Abertura das embalagens dos abrigos na área proposta

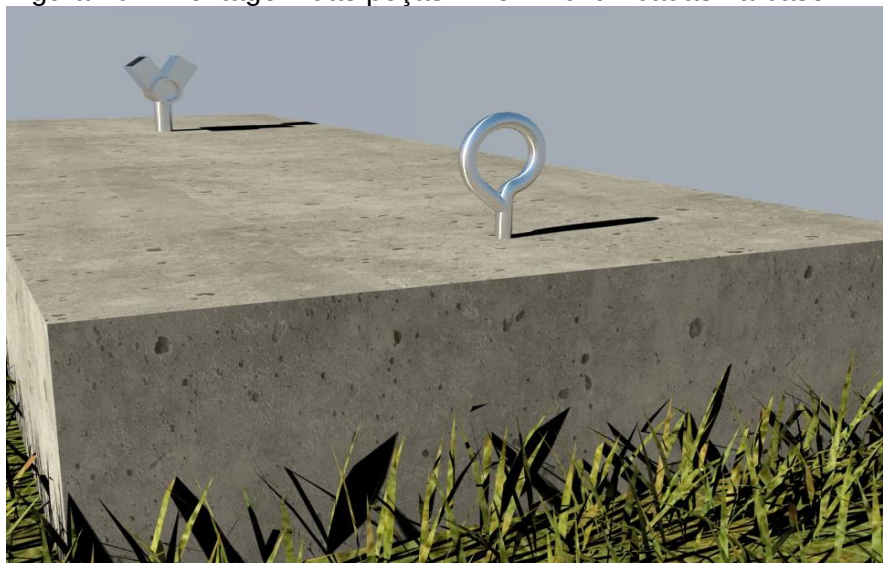


Fonte: Elaborado pelo autor

10.4 Procedimentos para montagem de um abrigo

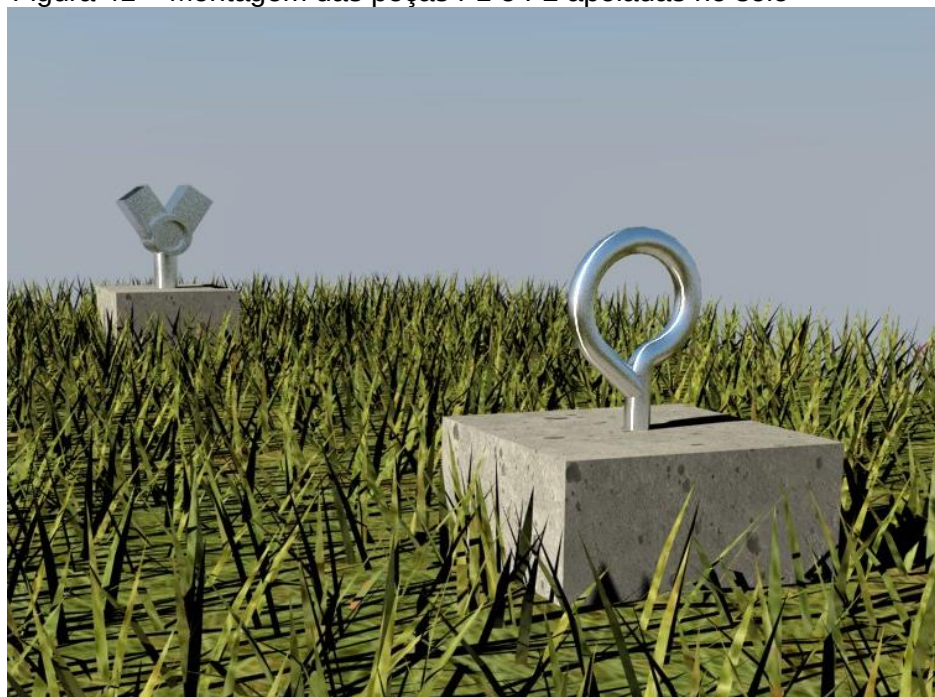
Todo o procedimento de montagem poderá ser realizado pelos próprios desabrigados e sem a necessidade de nenhuma ferramenta mecânica ou elétrica, ou de equipamentos específicos. As Figuras de 40 a 51 ilustram a metodologia proposta.

Figura 40 – Montagem das peças F1 e F2 chumbadas na base



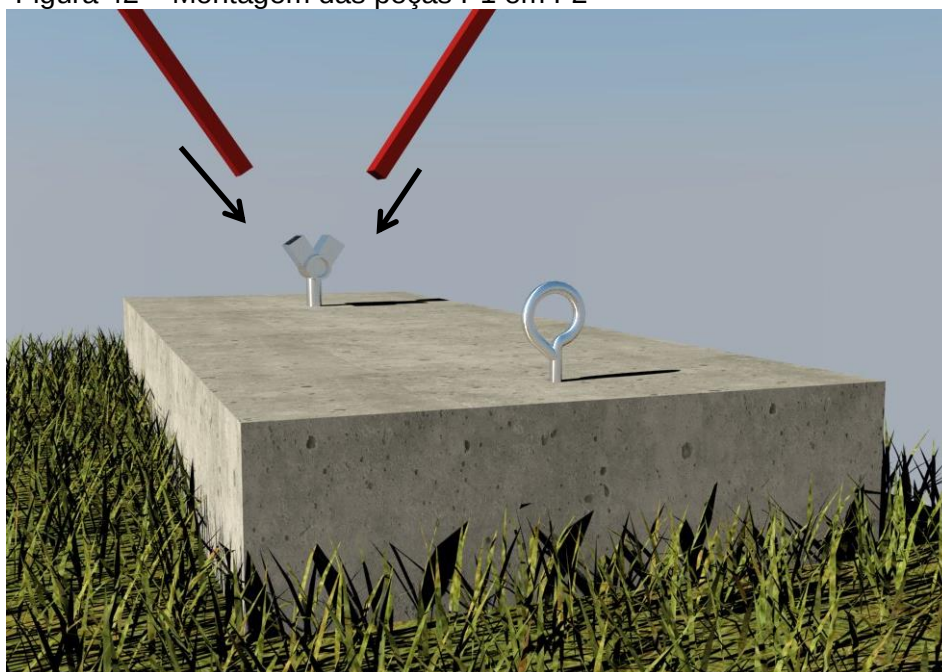
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 41 – Montagem das peças F1 e F2 apoiadas no solo



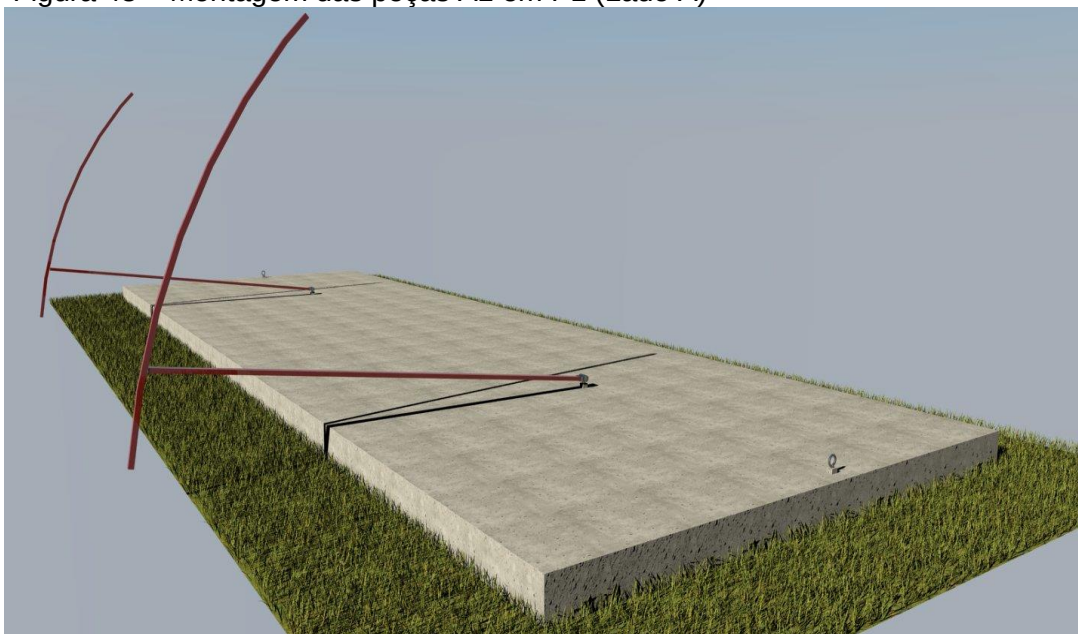
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 42 – Montagem das peças P1 em F2



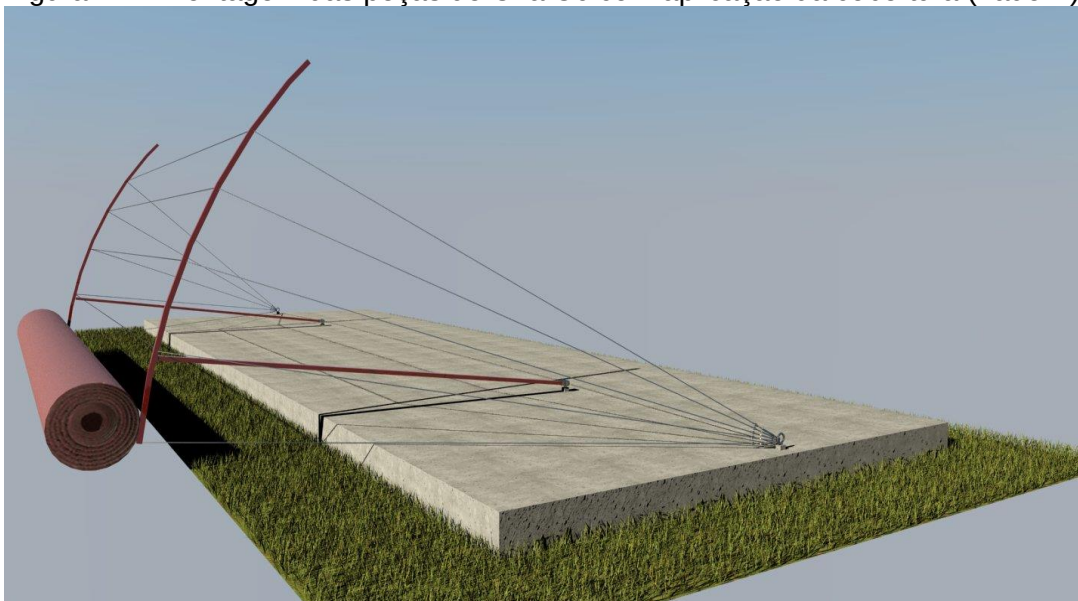
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 43 – Montagem das peças A1 em P1 (Lado A)



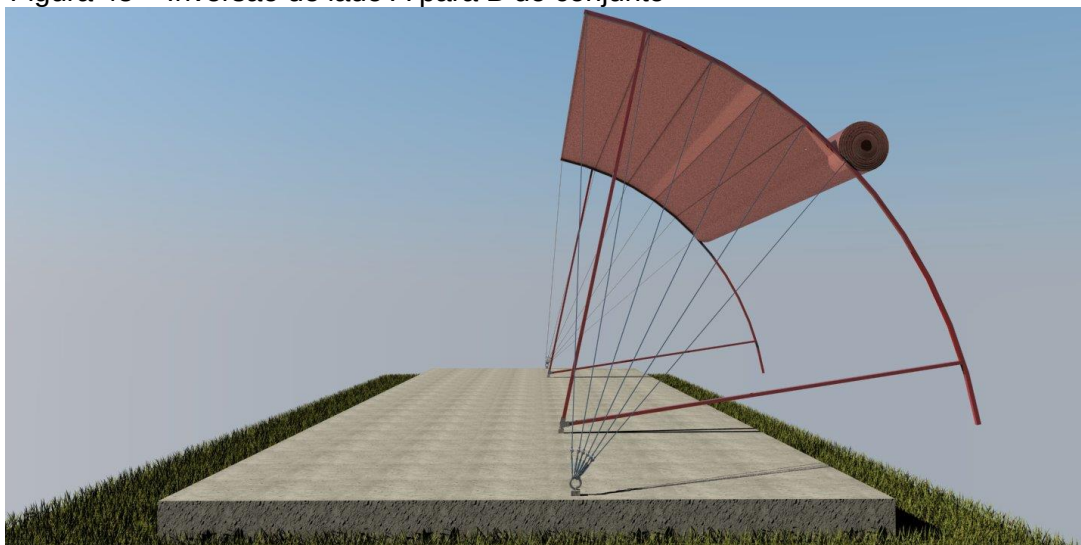
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 44 – Montagem das peças de C1a C6 com aplicação da cobertura (Lado A)



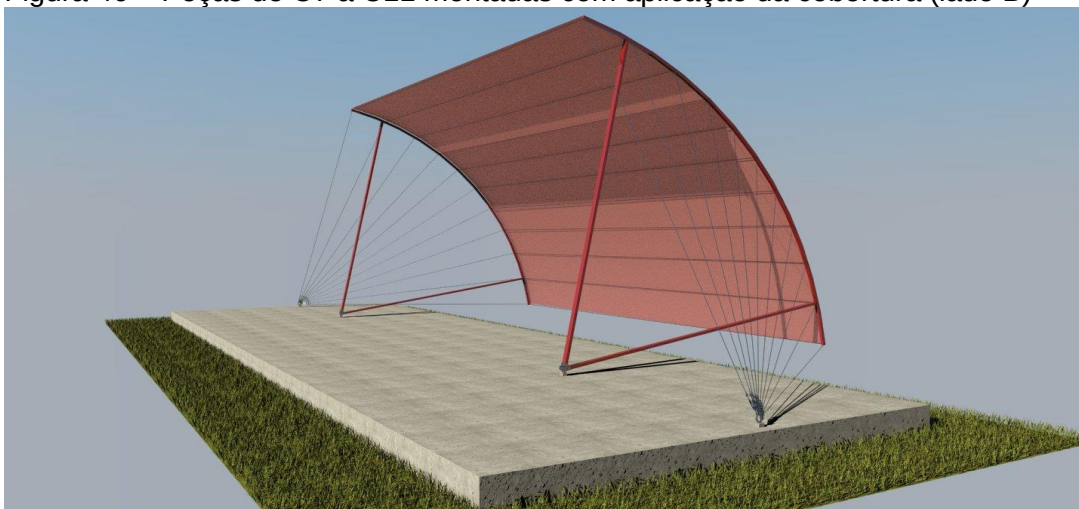
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 45 – Inversão de lado A para B do conjunto



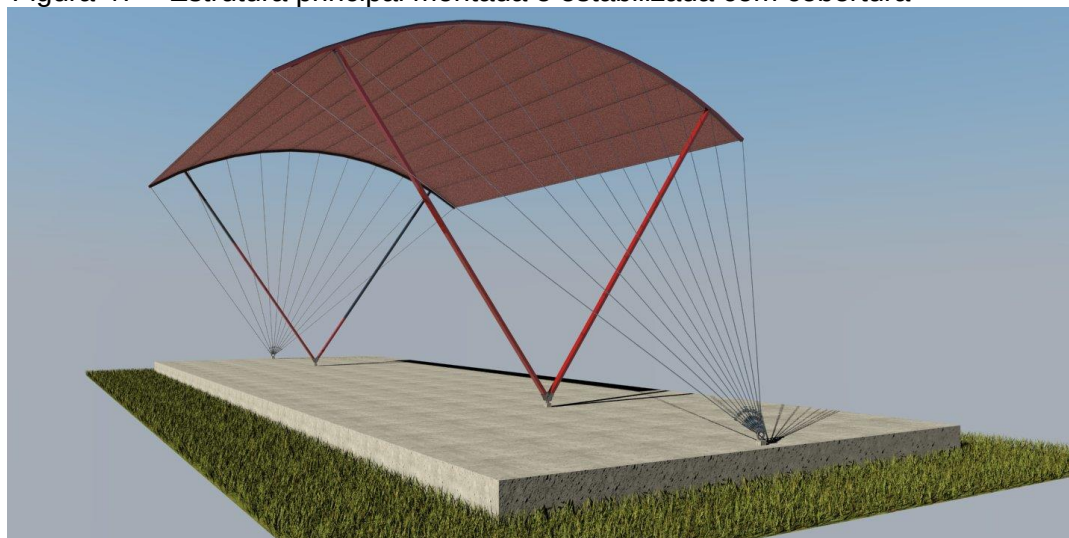
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 46 – Peças de C7 a C11 montadas com aplicação da cobertura (lado B)



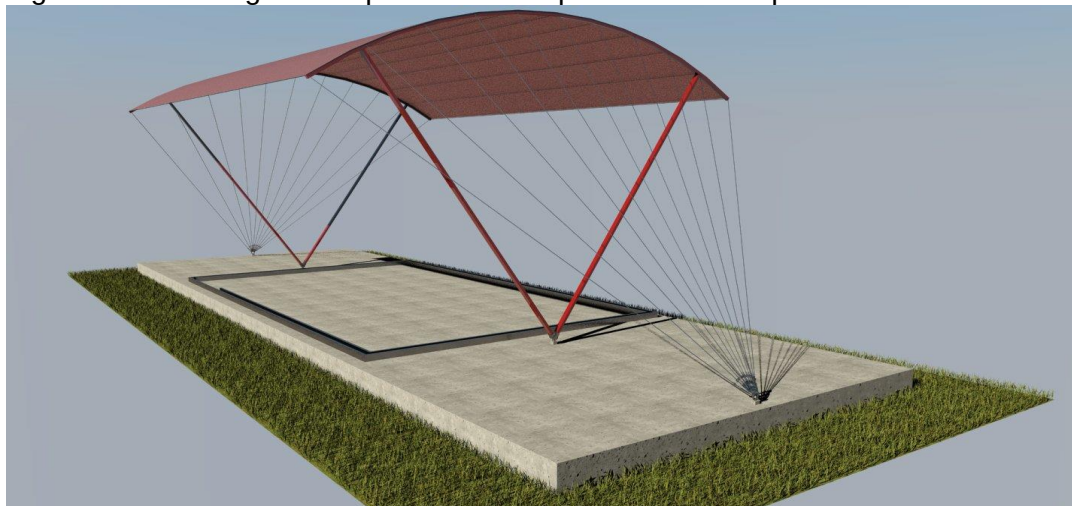
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 47 – Estrutura principal montada e estabilizada com cobertura



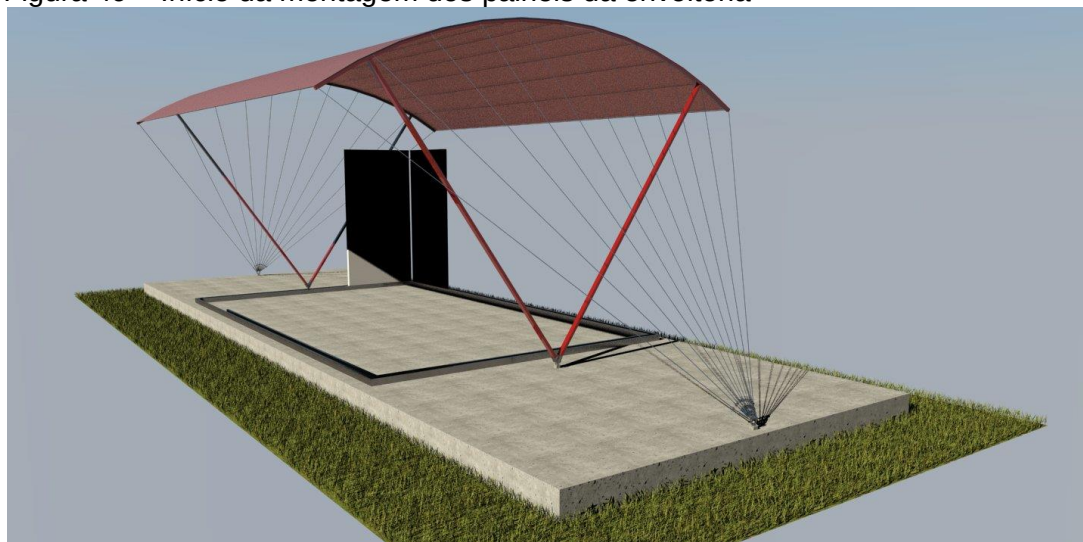
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 48 – Montagem dos perfis da base para receber os painéis



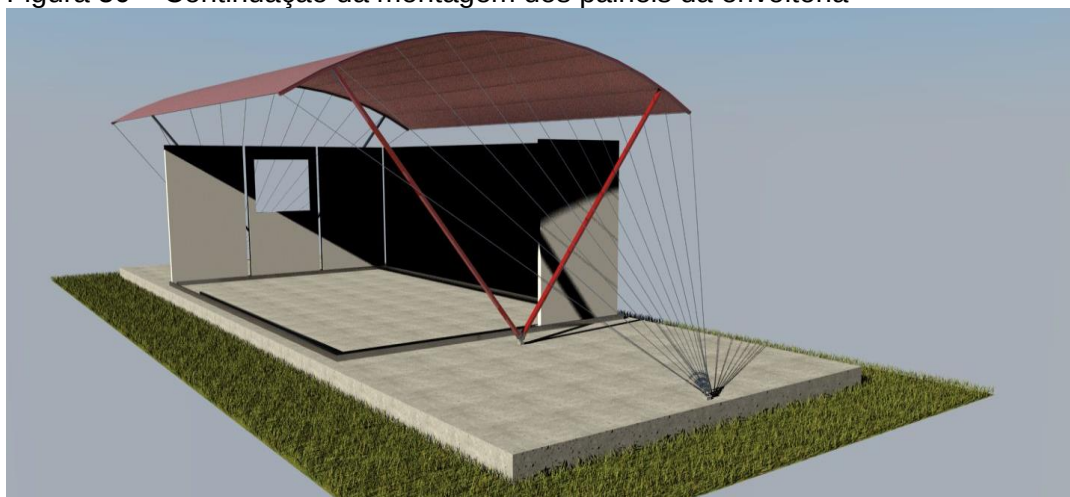
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 49 – Início da montagem dos painéis da envoltória



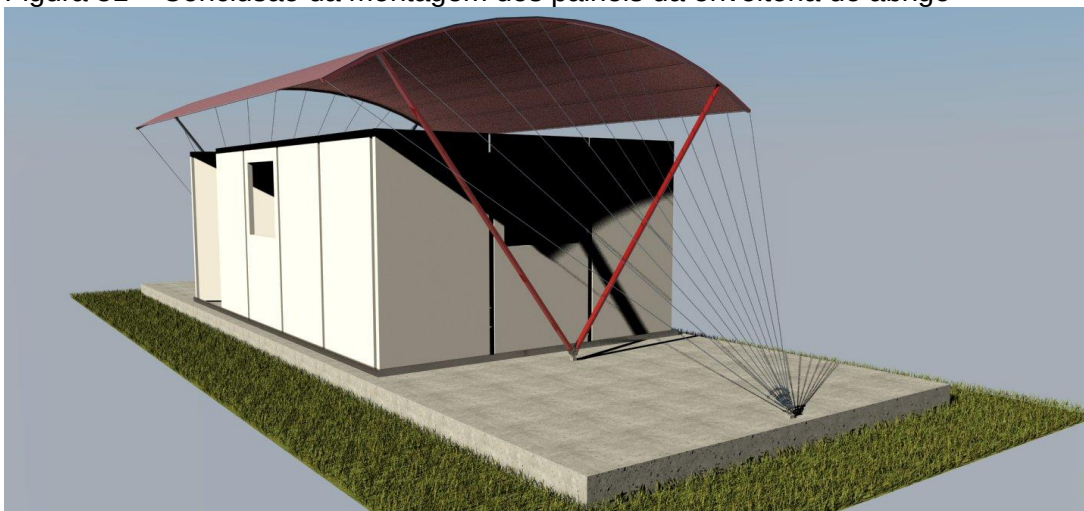
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 50 – Continuação da montagem dos painéis da envoltória



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 51 – Conclusão da montagem dos painéis da envoltória do abrigo



Fonte: Elaborado pelo autor

11 SUPORTE DE ENERGIA ELÉTRICA E INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

A flexibilidade para escolha, por parte das autoridades competentes, de um local que apresente condições geográficas e topográficas seguras, para implantar a área de abrigos temporários, é um dos fatores mais importantes para quebrar o ciclo: desastre-danos-reparação-desastre. No entanto a escolha desses locais fica circunscrita a um limite de opções restrito e condicionado a pré-existência de serviços básicos de infraestrutura, como por exemplo: rede pública de energia elétrica.

Visando ampliar as opções de escolha dos locais para implantação das áreas de abrigos temporários nas localidades afetadas por desastres, é primordial apresentar propostas para disponibilizar o fornecimento de energia elétrica gerada a partir de unidades autônomas e portáteis.

Outro aspecto relevante que se estabeleceu enquanto premissa, é que as propostas dos sistemas autônomos de geração de energia elétrica, partissem da utilização de fontes alternativas, limpas e renováveis de geração de energia, de forma a não contribuir para ampliar o cenário de impactos ambientais nas localidades afetadas por desastres.

11.1 Fontes alternativas de geração de energia elétrica

Os sistemas de geração de energia elétrica podem ser classificados em dois grupos: os de grande porte e os de pequeno porte. Dentre esses destacaremos os sistemas que utilizam fontes alternativas. Os sistemas de geração de energia elétrica de grande porte a partir de fontes renováveis e/ou alternativas, Segundo a Aneel (2014), são os que se utilizam das seguintes fontes: aeólica, solar, maremotriz, hidráulica, biomassa, resíduos sólidos e demais fontes alternativas não consagradas. Essas aplicações tecnológicas incluem os sistemas fotovoltaicos, a geração térmica solar, as turbinas aeólicas e os sistemas de conversão de biomassa em energia elétrica, considerando, neste último caso, o processamento de matéria-prima, de resíduos e lixo.

No outro grupo destacam-se os sistemas de geração de energia elétrica de pequeno porte a partir de fontes alternativas ou não convencionais. Nesse grupo incluem-se também tecnologias de geração, para aplicação em sistemas isolados, de co-geração ou geração distribuída, tais como: célula a combustível (CaC), turbinas a gás, biocombustíveis, geotérmica e micro reatores nucleares.

A tecnologia de geração de energia a partir de CaC a hidrogênio pode ser considerada parcialmente consagrada, devido às várias aplicações já implantadas, tanto para uso como suporte de energia elétrica em edificações, para co-geração ou geração autônoma, quanto em aplicações de força motriz de veículos automotores, como automóveis e ônibus.

As demais tecnologias mencionadas encontram-se ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

11.2 Geração autônoma de energia elétrica de pequeno porte

Visando atender o objetivo proposto nesse trabalho buscamos sistemas de geração de energia elétrica de forma autônoma e com características dimensionais que permitissem o transporte a partir de pequenos veículos de carga. Outro aspecto que remete a opção por sistemas de geração de energia de pequeno porte é a demanda estimada para atender o suprimento de energia elétrica nas áreas de abrigos temporários. Estima-se uma demanda de 200W por unidade de abrigo, a qual resulta num valor total de 5kW para atender nossa proposta modelo de área para 25 abrigos temporários e com estimativa de população de 150 desabrigados. O detalhamento desse cálculo será apresentado na seção 11.4.

Dessa forma podem-se implantar esses sistemas de geração de energia elétrica em locais afastados das áreas de risco e que não contenham infraestrutura de redes públicas de distribuição de energia elétrica, para atender a demanda de suporte de energia aos desabrigados que serão alojados nos abrigos temporários.

Para geração de energia elétrica a partir de unidades autônomas encontram-se dois produtos com tecnologias já consagradas e disponíveis no mercado brasileiro.

O primeiro deles são os grupos moto-geradores. O segundo são as unidades de CaC a hidrogênio.

11.2.1 Grupo moto-gerador

Os princípios de funcionamento e as tecnologias aplicadas nos grupos geradores são de domínio público e assim sendo dispensam referências teóricas. A característica principal de um grupo moto-gerador é transformar energia mecânica em energia elétrica. Os grupos geradores podem ser utilizados como fonte principal ou como fonte auxiliar, para suprir a necessidade de energia elétrica. Basicamente são constituídos por um gerador acionado por motor a combustão. Os principais combustíveis utilizados para alimentação dos motores são: óleo diesel, gasolina, gás natural e biogás. Alguns motores tem sistemas flexíveis de alimentação, do tipo bicom bustível, que operam com diesel e gás natural em combinações de proporções de 10 a 100% de diesel e de 0 a 90% de gás natural.

11.2.1.1 Análise dos aspectos positivos e negativos para aplicação

Os grupos moto-gerador possuem como pontos positivos para sua utilização em áreas remotas e sem infraestrutura de fornecimento de energia elétrica, os seguintes aspectos:

- a) Ampla capacidade de geração. Utilizados na forma singela, essa variação nos geradores a diesel, esta entre 10kVA a 10.000kVA. Utilizados em paralelo a outros grupos geradores podem formar usinas de até 30MVA;
- b) Unidades autônomas e portáteis com dimensões variáveis em função da capacidade de geração, mas que permitem o transporte através de veículos de carga de pequeno e médio porte;
- c) Durabilidade, segurança e confiabilidade dos sistemas geradores e conjunto;
- d) Manutenção de baixo custo.

Quanto aos aspectos negativos para sua utilização como suporte de energia elétrica nas áreas de implantação dos abrigos temporários, destacam-se:

- a) Elevado nível de ruído. Embora existam atualmente grupos moto-geradores em cabines blindadas com isolamento acústico;
- b) Emissão de gases tóxicos na atmosfera a partir da queima dos combustíveis utilizados para acionamento dos motores;
- c) Tanques de estocagem de combustíveis, inflamáveis e tóxicos, que necessitam ser instalados em bacias de contenção, para evitar contaminação do solo, num eventual vazamento;
- d) Risco de exposição e contaminação por inalação ou contato direto, pela população dos desabrigados, devida a proximidade que os tanques de combustíveis devem ter dos locais dos abrigos;
- e) Risco de explosão e incêndio;
- f) Contraria os princípios de sustentabilidade por não utilizar fontes renováveis e limpas para geração de energia elétrica.

11.2.2 Célula a Combustível a hidrogênio

Segundo Vielstich, Lamm e Gasteiger (2003):

As células a combustível são, em princípio, baterias, ou seja, conversores diretos de energia química em elétrica e térmica, de funcionamento contínuo (diferentemente das baterias), que produzem corrente contínua pela combustão eletroquímica a frio de um combustível, geralmente hidrogênio (...)

O hidrogênio é o elemento mais abundante do universo. Na Terra o hidrogênio está quase que completamente na forma de compostos, correspondendo, aproximadamente a 70 % da superfície do planeta.

De acordo com Gomes Neto (2005):

O gás hidrogênio (H_2) não está presente na natureza em quantidades significativas sendo, portanto, um vetor energético, ou seja, um armazenador de energia. Para sua utilização, energética ou não, ele deve ser extraído de uma fonte primária que o contenha. A energia contida em 1,0 kg de hidrogênio corresponde à energia de 2,75 kg de gasolina. Entretanto, devido à sua massa específica ($0,0899 \text{ kgNm}^{-3}$ a 0°C e 1 atm), a energia de um litro de hidrogênio equivale à energia de 0,27 litro de gasolina.

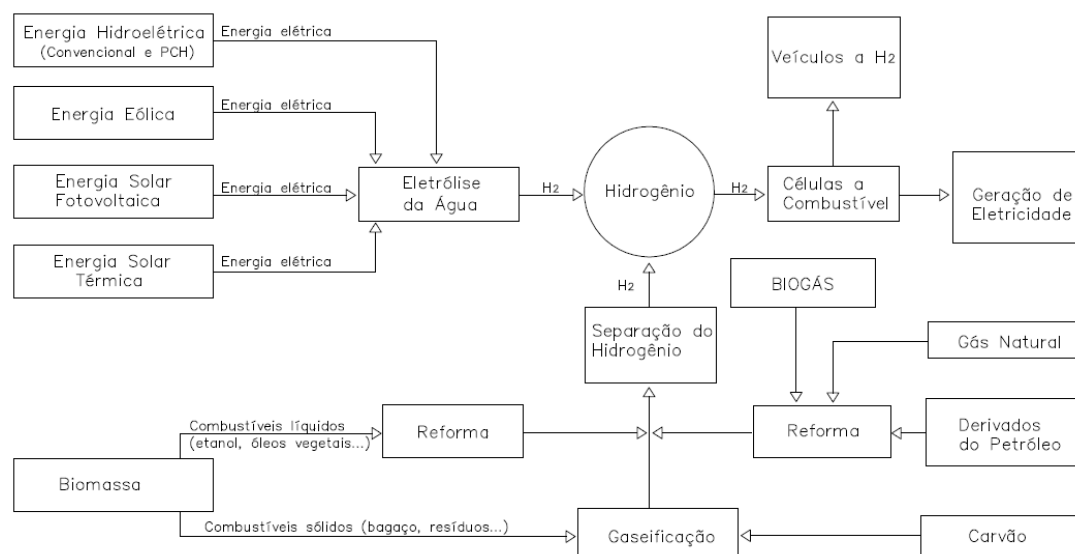
Uma das características mais interessantes do hidrogênio é que sua obtenção é bastante flexível. Segundo Linardi (2008), pode ser obtido a partir de energia elétrica (via eletrólise da água), pelas fontes: hidroelétricas, geotérmicas, eólica e solar fotovoltaica, todas geológicas e também da eletricidade de usinas nucleares.

Essa característica positiva no processo de produção do hidrogênio permite que cada região da terra opte pela melhor e mais econômica forma de obtenção do gás. De acordo com Linardi (2008) a Rússia optou pela produção do hidrogênio de origem nuclear. A Argentina, por sua vez, optou pelo hidrogênio de origem eólica e no caso do Brasil o governo direciona suas pesquisas para a produção a partir do bioetanol.

Devido às características extremamente positivas da aplicação energética do hidrogênio, é quase que inevitável sua associação a uma fonte energética renovável e limpa. No entanto é importante salientar que esse aspecto é verdadeiro se a fonte pela qual o hidrogênio for obtido é uma fonte renovável. Nesse caso o hidrogênio será classificado enquanto "*green hydrogen*". Já na hipótese de obter-se o hidrogênio a partir de um combustível fóssil, o hidrogênio obtido será classificado enquanto "*black hydrogen*".

A Figura 52 representa esquematicamente o processo de obtenção do hidrogênio a partir das fontes de energias primárias, bem como o fluxo do processo produtivo.

Figura 52 – Esquema de produção de hidrogênio a partir de diferentes fontes.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de SILVA (1999)

De acordo com Linardi (2008) podemos sonhar com uma “Economia do Hidrogênio”, pois:

Considerando-se que as fontes fósseis são finitas e, portanto, os preços aumentam gradativa e seguramente, que seu consumo é ineficiente sob o ponto de vista energético, que a localização de suas reservas gera conflitos políticos e por fim, mas não menos importante, que a queima destes combustíveis geram emissões nocivas ao meio ambiente (exceto a nuclear), pode-se sonhar com uma “Economia do Hidrogênio”.

Para além de uma visão otimista dos benefícios e do futuro promissor para a utilização do hidrogênio como fonte de geração de energia elétrica renovável e limpa, é mais relevante para o contexto desse trabalho, que se volte o olhar para a realidade atual do cenário internacional e nacional sobre o hidrogênio e suas aplicações energéticas.

11.2.2.1 Aplicações de célula a combustível a hidrogênio em veículos automotores, edificações e equipamentos portáteis, no mundo.

Atualmente e principalmente na América do Norte, Europa, Ásia e Oceania, unidades estacionárias e móveis de CaC a hidrogênio já equipam residências e demais tipos de edificações, no suprimento de geração, co-geração e *backup* de energia elétrica, bem como em veículos automotores e equipamentos eletrônicos portáteis.

Dentre os principais projetos de aplicação de CaC a hidrogênio em edificações, já implantados no mundo, Pinto (2009) apresenta um levantamento detalhado, que teve como fonte, dados da *Fuel Cells* (2000) organização filiada ao *Breakthrough Technologies Institute* (BTI).

A coleta de dados efetuada por Pinto (2009) para a identificação dos projetos desenvolvidos e implantados na Europa deu-se a partir de literatura disponibilizada por cada país, pois segundo Pinto (2009):

Na Europa não há uma estratégia única para políticas ligadas ao hidrogênio, como nos EUA e Japão, porque se trata de uma comissão de vários países. Como uma ação conjunta, entretanto, a comunidade europeia criou as Redes temáticas de Hidrogênio e células a Combustível do ERA (*European Research Act*). Os investimentos totais da Europa em P&D em hidrogênio e Células a Combustível em 2001 foram de 200 milhões de Euros, dos quais 50% são da Alemanha.

O Quadro 6 a seguir, formatado a partir dos dados levantados por Pinto (2009) apresenta de forma simplificada e resumida, os diversos tipos de células a combustível de hidrogênio com as respectivas fontes primárias de alimentação, que foram instaladas em várias cidades da Europa.

Quadro 6 – Células a combustível de hidrogênio instaladas em edificações na Europa

País Cidade	Tipo Edificação	Fonte Primária	Potência kW	Ano Instalação	Geração
Áustria Dietachdorf	Restaurante	Gás natural	4,5	2004	Eletricidade Água Quente
Alemanha Marchern	Residência	Gás natural	3	1999	Eletricidade Água Quente
Alemanha Mulheim	Hotel	Gás natural	3	1999	Eletricidade (Backup)
Alemanha Mingolsheim	<i>Spa Bath</i>	Gás natural	250	2002	Eletricidade Projeto de Pesquisa
Alemanha Brandenburg	Campo de Teste	Gás natural	1	2006	Projeto de Pesquisa
Alemanha Oldenburg	Campo de teste	Gás natural	1	2005	Projeto de Pesquisa
Alemanha Ludwigshafen	Residência	Gás natural	6	2000	Projeto de pesquisa “House of the Future”
Alemanha Gruenstadt	Hospital	Gás natural	250	2003	Eletricidade + (rede) Água Quente
Alemanha Magdeberg	Hospital Universitário	Gás natural	250	2002	Eletricidade + (rede) Água quente
Alemanha Berlin	Gabinete de Governo	Gás natural	4,6	2004	Eletricidade Água Quente
Alemanha Aurich	Edifício Residencial	Gás natural	4,6	2004	Aquecimento Projeto de Pesquisa
Alemanha Hamburg	Edifício Residencial	Hidrogênio líquido	200	2000	Eletricidade Projeto de Pesquisa
Itália Milão	Empresa Estatal	<i>Grid</i>	100	1999	Eletricidade Projeto de pesquisa
Itália Turin	Empresa Privada	Gás natural	5	2005	Eletricidade
Espanha Guadalix	Empresa Pública	Gás natural	500	2004	Eletricidade
Portugal Lisboa	Universidade Pública	Gás natural	4,6	2003	Eletricidade Projeto de Pesquisa
Grécia Pikermi Attiki	Centro de Pesquisa	Gás natural	5	2007	Eletricidade Projeto de Pesquisa

Cont.

Suécia Estocolmo	Edifício de escritórios	Biogás (Esgoto)	5	2007	Eletricidade Água Quente
Noruega Bergen	Instalação industrial	Gás natural	250	2003	Eletricidade Captura Dióxido de C
Finlândia Aetsa	Residência	Gás natural	3	2001	Eletricidade + (rede)
Bélgica Liege	Campus Universitário	Gás natural	220	2001	Eletricidade Água Quente
França Saint-Denis	Edifício residencial	Gás natural	4,6	2003	Aquecimento Ambiente Água Quente
França Dunkerque	Edifícios públicos	Solar Fotovoltaico	4	2002	Eletricidade Aquecimento Ambiente
França Limoges	Edifício Prefeitura	Gás natural	4	2003	Eletricidade Aquecimento ambiente
França Nancy	Laboratório universidade	Gás natural	4	2003	Eletricidade Aquecimento Ambiente
França Vallée de l'A	Áreas isoladas	Solar Fotovoltaico	1	2003	Eletricidade
Holanda Hague	Edifício comercial	Gás natural	4,6	2003	Eletricidade Aquecimento Ambiente
Holanda Groningen	Edifício residencial	Gás natural	4,6	2004	Eletricidade
Dinamarca	Pequena Vila do Hidrogênio	Solar Fotovoltaico	—	2007	Eletricidade
Islândia Reykjavik	Aeroporto	Hidrogênio	5	2006	Eletricidade
Reino Unido Methil	Centro de Pesquisa	Eólica	—	—	Projeto prevê 80% de auto-suficiência

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de Pinto (2009)

Dentre as várias unidades estacionárias instaladas em edificações e distribuídas nos países da Europa, destacam-se dois projetos que aliam os conceitos de sustentabilidade nas edificações, com a instalação de células a combustível a hidrogênio, para suprimento energético nesses projetos.

O primeiro deles na cidade de Ludwigshafen na Alemanha, onde uma célula de 6kW, acionada a partir de gás natural foi instalada na Casa Teste no ano de 2000. O projeto é conhecido como *“House of the Future 1”* (Casa do Futuro, Protótipo 1). (PINTO, 2009)

No projeto da “Casa do Futuro 1” foram utilizados materiais e tecnologias de construção inovadores, que tiveram como objetivo demonstrar as possibilidades de redução do consumo energético e a eficiência que pode ser alcançada a partir de conceitos de projeto arquitetônico que tenham como premissa a sustentabilidade, aliada a técnicas e matérias adequadas ao resultado almejado.

Segundo Pinto (2009) os elementos técnicos de redução de energia que foram incorporados no edifício são os seguintes: paredes externas e telhado com isolamento térmico, janelas com baixa condutividade, acumuladores de calor latente de gesso nos quartos e varanda para ventilação natural. A Figura 53 a seguir ilustra o projeto.

Figura 53 – Projeto “Casa do Futuro – Protótipo 1”



Fonte: Caso de estudo da Energie-Cités (2000)

Do ponto de vista arquitetônico destaca-se na observação das imagens do projeto, que a primeira ideia que surge numa análise preliminar é certa incoerência

entre a denominação do projeto, ou seja, “A Casa do Futuro” e a estética apresentada. Essa aparente incoerência deve-se ao que comumente se entende enquanto conceito futurista de uma edificação e o seu aspecto plástico. Seria ideal que houvesse linhas arrojadas e futuristas na sua concepção e não o tradicionalismo da forma de uma edificação. No entanto o princípio de sustentabilidade é o norte do projeto, onde materiais, técnicas e a busca por eficiência energética foram as premissas.

O segundo projeto relevante e com características que se assemelham a situação proposta e descrita nesse trabalho, ou seja, instalações de abrigos em áreas isoladas e provavelmente desconectadas de rede de distribuição de energia elétrica pública, é Segundo Pinto (2009) o projeto a ser realizado por um grupo de empresas e instituições dinamarquesas, que lançaram o chamado H2PIA, um projeto de conceito da primeira cidade integralmente baseada na nova economia do hidrogênio, em 2007. Esse projeto de uma pequena vila a hidrogênio tinha previsão de implantação para 2010. A Figura 54 abaixo mostra uma produção de imagem para a casa movida a hidrogênio.

Figura 54 – Projeto H2PIA para uma casa a hidrogênio



Fonte: H2PIA (2009)

Na visualização da Figura 54 percebe-se que a questão levantada anteriormente sobre a relação entre o título de um projeto denominado de futurista e

a imagem correspondente, seja real ou produzida conceitualmente, não se apresenta incoerente.

O Quadro 7 apresentado na sequencia relaciona os demais países e suas respectivas cidades, que desenvolvem projetos e já possuem instalações de células a combustível de hidrogênio em edificações. No Quadro 7 estão agrupados os países da América do Norte, Oceania e Ásia.

Quadro 7 – Células a combustível de hidrogênio instaladas em países de três continentes

País Cidade	Tipo Edificação	Fonte Primária	Potência kW	Ano Instalação	Geração
Canadá Mississauga	Alojamento Universidade	Gás natural	20	2006	Eletricidade Aquecimento
Canadá Kingston	Residência Protótipo	Gás natural	5	2005	Eletricidade Água Quente
EUA San Diego	Hotel	Gás natural	4 x 250	2005	Eletricidade Água Quente
EUA Hopewell	Residência sustentável	Solar Fotovoltaico	5	2006	Eletricidade Água Quente + Calor
EUA Deer Park	Restaurante <i>Fast food</i>	Gás natural	5	2006	Eletricidade <i>Backup</i>
EUA Kings Point	Instituto de Pesquisas	Solar Fotovoltaico	5	2005	Eletricidade Projeto de Pesquisa
Austrália Tasmânia	Residência	Gás natural	1	2002	Eletricidade Projeto de Pesquisa
Austrália Melbourne	Edifício Escritórios	Gás natural	1	2006	Eletricidade
Austrália Sidney	Parque Tecnológico	Gás natural	200	1998	Eletricidade
Japão Nagoya	Hotel	Gás natural	100	1999	Eletricidade Água Quente
Japão Osaka	Edifício Escritórios	Solar Fotovoltaico	50	1993	Eletricidade

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de Pinto (2009)

Embora se possa considerar relevante a quantidade de unidades de células a combustível de hidrogênio já implantadas em edificações distribuídas em várias cidades do mundo, conforme relação apresentada nos Quadros 6 e 7, nota-se que tratam-se de países desenvolvidos e com índices econômicos e sociais elevados. Os fatores que determinam essa caracterização podem ser atribuídos em primeiro lugar ao custo elevado desse tipo de tecnologia para geração de energia elétrica, em segundo lugar os investimentos também altos em P&D para tornar sua aplicação economicamente viável, e por fim a responsabilidade social desses países na busca por fontes energéticas limpas e renováveis.

No Japão o governo tem investido em programas para instalações de unidades estacionárias de células a combustível de hidrogênio em residências. Segundo Gangi (2008):

O Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI) e a Organização para o Desenvolvimento da Tecnologia Industrial de Energia Nova (NEDO) tem supervisionado o financiamento para a célula combustível de hidrogênio e a sua investigação, desenvolvimento e demonstração no Japão. Vários dos programas se concentram nos mercados fixos e residenciais, com programas de demonstração que colocam as células de combustível nas casas dos clientes de serviços públicos, para teste. A demonstração dos Programas Residenciais de Sistemas PEFC para o programa de Criação de Mercado alocou bilhões de ienes do FY2005-FY2008 para instalar células de combustível em casas, em cooperação com empresas de serviços públicos em todo o país. Este programa está coletando dados de operação, fracasso e eficiência, bem como a entrada do cliente, para resolver problemas técnicos, reduzir custos e melhorar a durabilidade, o que irá acelerar a comercialização das células combustíveis. As metas estabelecidas são a redução do preço para ¥ 1.200.000 por sistema e a instalação de 10 gigawatts (GW) de energia, até 2020. A grande atração pelas células combustíveis é o fator de co-geração - a captura do calor emitido pela unidade de água quente e o aquecimento ambiente - um processo, também, chamado de produção combinada de calor e eletricidade (PCCE). (Gangi, 2008, **tradução do autor**)

No Brasil, três empresas desenvolvem sistemas de energia baseados em CaC: Electrocell, Unitech e Novocell. Todas as três localizadas no Estado de São Paulo. (BRASIL, 2005). A empresa Eletrocell está instalada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas – CIETEC do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN onde desenvolve pesquisa, fabrica e comercializa unidades estacionárias de 5kW e de 50kW.

Figura 55 – Unidade estacionária de CaC a hidrogênio de 5kW



Fonte: Grupo Eletrocell (2000)

A unidade de 5 kW apresentada na figura 55 pode operar com hidrogênio acondicionado em cilindro sob pressão, e também com hidrogênio proveniente da reforma do gás natural e etanol. É destinada para aplicações comerciais e residenciais. Segundo dados técnicos apresentados pelo Grupo Electrocell (2000) a unidade Ecogem 5 possui as seguintes características:

- Unidade compacta e totalmente automática;
- Possibilidade de integração ao reformador de etanol e gás natural;
- Disponibilidade de monitoração remota;
- Sistema integrado com banco de baterias;
- Sistema de umidificação dos gases;
- Eletrônica de potência;
- Sistema de controle de vazão;
- Sistema de controle da pressão;
- Sistema de refrigeração por água;
- Controle da temperatura de operação;
- Sistema de condensação de água de formação no catodo;

- Tensão de saída AC 220V;
- Tensão de saída DC 42 a 90V;
- Corrente máx. 150A.

A unidade de 50kw foi projetada para atender altos índices de confiabilidade e é indicada para *back-up* e geração local de energia em diversas aplicações. Segundo dados técnicos apresentados pelo Grupo Electrocell (2000) a unidade Ecogem 50 possui basicamente as mesmas características da unidade de 5kw, porém com maior potência. Destacamos as que diferem das apresentadas na unidade de 5kW, a saber:

- Tensão de saída AC 220 V trifásico;
- Tensão de saída DC 220 V/300V;
- Corrente máx. 200A.

As unidades de 5kw e de 50kW descritas anteriormente possuem as seguintes dimensões e peso:

- Unidade de 5kW: 1,90 x 1,80 x 0,65 e peso total de 300kg.
- Unidade de 50kW: 1,90 x 3,00 x 0,65 e peso total de 600kg.

Figura 56 – Unidade estacionária de célula a combustível - hidrogênio de 50kW



Fonte: Grupo Eletrocell (2000)

O Centro de Células a Combustível e Hidrogênio (CCCH) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), localizado no campus da Universidade de São Paulo (SP), desenvolve pesquisas e tecnologia na área de CAC dos tipos membrana polimérica de troca de prótons (PEMFC) e óxido sólido (SOFC).

Nas instalações do CCCH encontram-se instaladas desde 2007, e em operação contínua para teste e monitoramento, uma unidade estacionária de CaC do tipo PENFC de 5kW e uma unidade de 50kW, idênticas as apresentadas nas figuras 55 e 56. As duas unidades estacionárias de CaC partem da utilização de hidrogênio gerado no eletrolisador. Nas fotos 9 e 10 a seguir, pode-se observar as unidades de CaC instaladas no CCCH do IPEN.

Foto 9 - Unidade estacionária de 5kW no CCCH do IPEN



Fonte: CCCH/IPEN (2014)

Foto 10 - Unidade estacionária de 50kW no CCCH do IPE



Fonte: CCCH / IPEN (2014)

As fotos 11 e 12 na sequencia ilustram o eletrolisador e os cilindros onde é armazenado o hidrogênio e o oxigênio produtos de eletrólise.

Foto 11 - Eletrolisador no CCCH do IPEN



Fonte: CCCH/IPEN (2014)

Foto 12 – Cilindros de hidrogênio e oxigênio



Fonte: CCCH / IPEN (2014)

No Brasil na área de aplicação do hidrogênio para veículos automotores, o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) vem desenvolvendo projeto desde 2010, de um veículo do tipo ônibus urbano elétrico híbrido, denominado H2+2, que foi apresentado na conferência Rio+20, na segunda versão.

Segundo a Coppe (2012):

O ônibus elétrico híbrido a hidrogênio possui autonomia de 300km com uma carga completa das baterias elétricas. Um terço da autonomia do veículo é produzida por energia elétrica diretamente de uma tomada elétrica comum e o restante da energia (cerca de dois terços) é produzida dentro do próprio ônibus por uma pilha combustível alimentada com hidrogênio.

Dentre os aspectos positivos desse tipo de tecnologia, destaca-se o fato do veículo ser extremamente silencioso, ter uma eficiência muito maior que os veículos a motor diesel, baixo custo de manutenção e com zero emissão de poluentes. A Figura 57 abaixo ilustra o projeto do ônibus híbrido H2+2:

Figura 57 – Ônibus híbrido H2+2 projetado pela COPPE



Fonte: COPPE (2012)

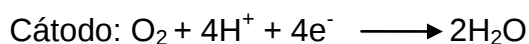
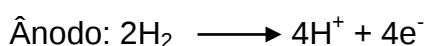
No Japão, na Europa e nos Estados Unidos da América já vem sendo testados automóveis movidos a hidrogênio. Em nota publicada na imprensa mundial através da agencia de notícias *France Presse* e reproduzida no Brasil pelo jornal A Folha de São Paulo na sua edição de 25.06.2014, a montadora japonesa Toyota anunciou que lançara o primeiro sedã movido a células de combustível de hidrogênio em abril do ano de 2015, no Japão ao custo de US\$ 70 mil. (Folha de São Paulo, 2014).

Monitoramento da utilização do hidrogênio efetuado pelo banco de dados da Fuel Cells 2000 (2014), que mantém contagem *on-line* em *megawatts* disponibilizados no mundo no momento da consulta ao sistema, apresenta informação desde 1 de Janeiro de 2013, de que 2.051.654,40 MWh estão sendo gerados em unidades estacionárias de células a combustível de hidrogênio no mundo, na data de 17 de agosto de 2014.

11.2.2.2 Funcionamento de uma célula a combustível a hidrogênio

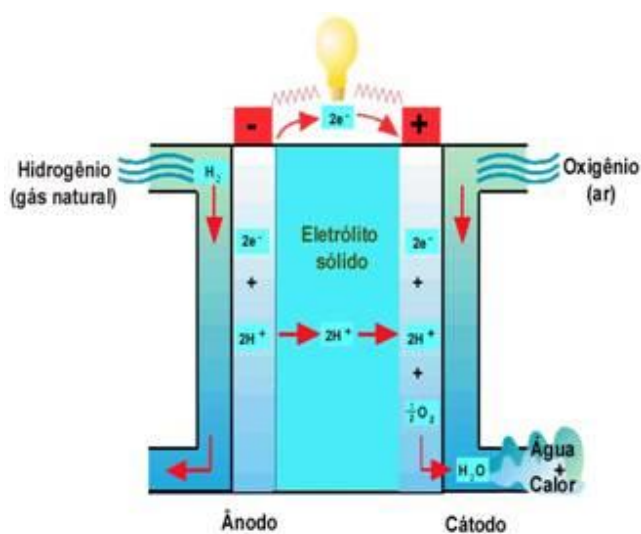
As Células a Combustível são, em princípio, baterias (pilhas) químicas, ou seja, dispositivos que convertem energia química diretamente em energia elétrica e térmica, proporcionando, portanto uma operação contínua, graças à alimentação constante de um combustível. Esta conversão ocorre por meio de duas reações químicas parciais em dois eletrodos separados por um eletrólito apropriado, ou seja, a oxidação de um combustível no ânodo e a redução de um oxidante no cátodo com o auxílio de catalisadores.

As reações químicas são:



Escolhendo-se o hidrogênio como combustível e oxigênio como oxidante, tem-se na denominada célula ácida, a formação de água e calor, além da liberação de elétrons livres, que podem gerar trabalho elétrico. Um esquema simplificado de uma CaC ácida é apresentado na Figura 58.

Figura 58 – Esquema de uma Célula a Combustível

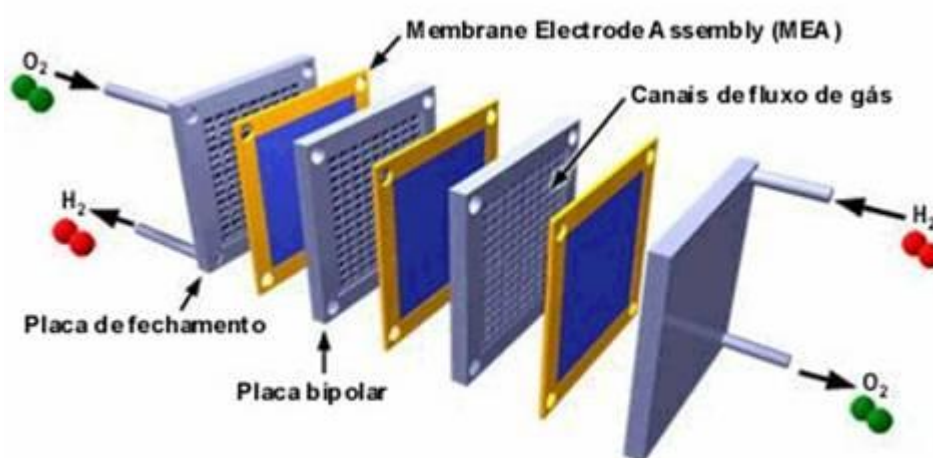


Fonte: Grupo Electroc cell (2000)

Os prótons produzidos na reação anódica são conduzidos pelo eletrólito até o cátodo, onde se ligam aos ânions O^{2-} , formando água.

O empilhamento de no mínimo três conjuntos de pilhas unitárias caracteriza a formação de um “*stack*”, do tipo PEM. Os tipos de “*stacks*” serão descritos na tabela 1 na sequência. A figura 59 exemplifica um tipo de “*stack*”.

Figura 59 - Esquema de um empilhamento de células unitárias que formam um “*stack*”



Fonte: Grupo Eletrocell (2000)

As Células a Combustível possibilitam a obtenção de altas eficiências, ou seja, um melhor aproveitamento do combustível, mesmo e especialmente a baixas temperaturas. Na prática, obtêm-se eficiências de 55 a 60% para o sistema de Célula a Combustível global. Entretanto, deve-se salientar que instalações convencionais modernas, com turbinas a gás e vapor otimizadas, também já atingem valores de eficiência de 53%. Assim, tem-se que a eficiência, isoladamente, não é a principal vantagem de sistemas de geração de energia com CC, mas sim, o seu inerente fator ecológico, com baixíssima geração de poluentes, além de serem silenciosas, são compactas e de fácil manutenção.

Existem vários tipos de CC, classificadas segundo o tipo de eletrólito que utilizam e, conseqüentemente, a sua temperatura de operação. A Tabela 1 abaixo relaciona os tipos de CC desenvolvidas até o presente com suas características principais, vantagens e desvantagens atuais e suas aplicações mais relevantes.

Tabela 1 – Tipos de CC classificadas segundo o tipo de eletrólito

<i>Tipo (*)</i>	<i>Eletrólito</i>	<i>Faixa de temp. (°C)</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>	<i>Aplicações</i>
PEMFC	Polímero (H ₃ O ⁺)	20-120	Alta densidade de potência	Custo da membrana e catalisador	Veículos automotores
			Operação flexível	Contaminação do catalisador com CO	Espaçonave
			Mobilidade		Unidades estacionárias
PAFC	H ₃ PO ₃ (H ₃ O ⁺)	160-220	Maior desenvolvimento tecnológico	Controle da porosidade do eletrodo	Unidades estacionárias
MCFC	Carbonatos fundidos (CO ₃ ²⁻)	550-660	Tolerância a CO	Eficiência limitada pela corrosão	Geração de calor
			Tolerância a CO/CO ₂	Corrosão do cátodo	Unidades estacionárias
SOFC	ZrO ₂ (zircônia) (O ²⁻)	850-1000	Eletrodos à base de Ni	Interface trifásica de difícil controle	Cogeração de eletricidade / calor
			Alta eficiência	Problemas de materiais	Unidades estacionárias
			(cinética favorável)	Expansão térmica	Cogeração de eletricidade/calor
			A reforma do combustível pode ser feita na célula		

Fonte: (GRUPO ELECTROCELL, 2000)

Dentre as tecnologias existentes para célula de H₂, a tendência mundial, bem como a percepção dos estudiosos no Brasil, é de que a PEMFC deva ser a vencedora, devido ao baixo custo que poderá atingir, a baixa temperatura de operação e sua modularidade. Com as aplicações atuais pela indústria automobilística, a tendência observada é a de que essas CC reduzirão ainda mais o seu custo de fabricação e conseqüentemente sua aplicação para a geração em unidades estacionárias serão beneficiadas.

As outras, todas têm vantagens para aplicações mais específicas, por exemplo, cápsulas de foguetes. Para estas aplicações usam-se carbonato fundido. Elas utilizam eletrodos de prata o que conseqüentemente eleva o custo final. Para células com valores de comercialização mais competitivos no mercado de geração e co-geração de energia elétrica de fontes limpas e renováveis, a mais indicada é a do tipo PEMFC.

No que se referem às características dimensionais, as unidades estacionárias produzidas no Brasil possuem dimensões em média três vezes maiores que as unidades produzidas na Europa, Japão e EUA. Isso se deve ao alto nível de

investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como ao número maior de fabricantes de células, o que promove a livre concorrência e consequentemente a melhoria das características do produto, que ocorre nesses países.

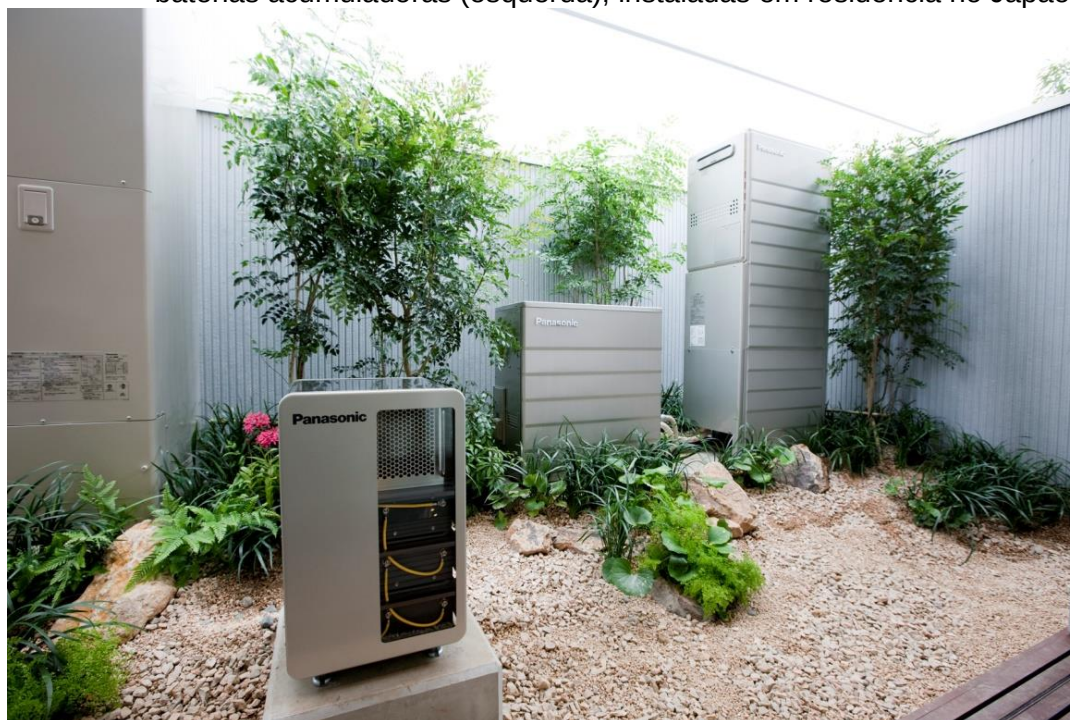
Na sequência nas Figuras 60 e 61 é possível identificar as diferenças nas dimensões das unidades estacionárias com capacidade de geração semelhantes às unidades nacionais. As CaC abaixo geram hidrogênio a partir da utilização de gás natural distribuído em rede pública.

Figura 60 - Casa modelo de alternativa energética com CaC – Tokyo Japão



Fonte: GANGI (2008)

Figura 61 - Célula Combustível 4,6kW (centro), unidade água quente (direita), baterias acumuladoras (esquerda), instaladas em residência no Japão



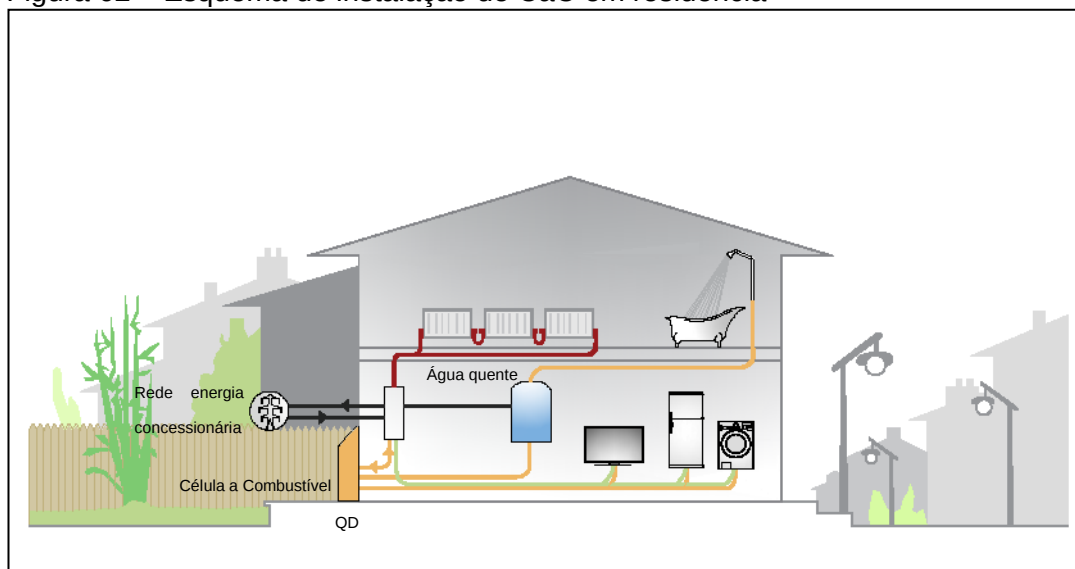
Fonte: Panasonic (2009)

No entanto para o objetivo proposto neste trabalho que é fornecer infraestrutura de energia elétrica para atender a demanda dos desabrigados, que são alocados em abrigos temporários, pode-se considerar que as dimensões, embora maiores, das células estacionárias brasileiras são adequadas às condições necessárias de portabilidade para transporte e ocupação de pequenas áreas para instalação, próxima de 2,00m².

As unidades estacionárias instaladas em residências e demais edificações nos países dos EUA, Europa e Ásia, utilizam enquanto fonte de alimentação primária o gás natural, conforme apresentado no quadro 6. As CaC geram além de energia elétrica, água aquecida que é aproveitada e distribuída nas edificações. Essas unidades geralmente são interligadas a rede de distribuição de energia elétrica e sua utilização para geração de energia elétrica não participa integralmente da demanda das edificações. As unidades instaladas geram uma parcela de energia elétrica que é distribuída nas edificações em parceria com a energia recebida da rede pública. A parcela de energia gerada varia de capacidade da unidade estacionária a CaC

instalada e ao fim específico para a qual foi dimensionada. A Figura 62 na sequência representa esquematicamente esse tipo de instalação.

Figura 62 – Esquema de instalação de CaC em residência



Fonte: Elaborado pelo autor

11.3 Fonte primária para acionamento das CaC na área dos abrigos

Como visto nos exemplos anteriores de aplicações de CaC em edificações na Europa, América do Norte e Ásia, a maioria das CaC partem da utilização de gás natural para alimentar o sistema de CaC e a partir dele produzir o hidrogênio, e em decorrência das reações eletroquímicas, gerar energia elétrica e água quente. No entanto para a proposta de aplicação em áreas isoladas e particularmente em municípios do território nacional, a opção de utilização de gás natural é inviável devido à inexistência de rede de distribuição desse gás.

A segunda opção é a utilização direta de hidrogênio armazenado na forma gasosa em cilindros, que seriam depositados na área a ser utilizada para os abrigos. A área de estocagem dos cilindros deverá ser isolada e protegida com gradil em tela metálica para isolamento e somente um portão de acesso. Mesmo assim aspectos importantes relativos à segurança física, ao espaço necessário para armazenar os cilindros, e as condições que são exigidas normativamente para o armazenamento, não podem ser relevados nessa hipótese. Segundo Santos e Santos (2005).

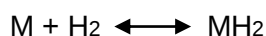
Relativamente aos aspectos de segurança há uma percepção pública difundida que o hidrogênio é perigoso. Mas durante quase um século e meio, muitas cidades foram iluminadas por gás de carvão, e durante mais de um século foi usado por milhões de pessoas para cozinhar. Tipicamente 50% do volume de gás de carvão era hidrogênio.

Vários estudos aprofundados, inclusive um recente pela Agência Nacional Norte-Americana de Padrões (*U.S. National Bureau of Standards*), estabeleceram que os perigos de usar hidrogênio como um combustível são diferentes do petróleo/gasolina ou gásóleo, mas nenhum é maior do que o destes. O hidrogênio é certamente inflamável e explosivo no ar, tendo valores comparáveis ou melhores que os combustíveis. Qualquer fuga de hidrogênio dispersar-se-á rapidamente subindo no ar por causa de sua baixa densidade, bem como, uma chama de hidrogênio também subirá em lugar de espalhar horizontalmente.

Mesmo considerando o ponto de vista de Santos e Santos (2005) sobre o hidrogênio, deve-se levar em consideração que as circunstâncias ambientais e as condições psicológicas e de segurança física e patrimonial dos desabrigados nesses cenários de desastres, não são muito favoráveis e, portanto embora essa forma de disponibilização do hidrogênio necessário para atender a demanda de energia elétrica seja muito mais prática e eficiente, os riscos envolvidos devem ser considerados com critério rigoroso. Outra forma de fornecer o hidrogênio necessário é de forma mais segura, é na forma de hidretos químicos (metálicos). Essa forma de armazenamento de hidrogênio também é acondicionada em cilindros sob pressão.

Segundo Santos e Santos (2005):

Os vários tipos de metais com alguma porcentagem de pureza ou puros podem combinar-se com o hidrogênio (sob alguma pressão). A equação geral é:



Estes decompõem-se quando aquecidos havendo uma liberação de hidrogênio (pode ser aproveitado o calor liberado da pilha de células a combustível). O hidrogênio pode assim ser armazenado com densidades mais elevadas do que pela compressão simples.

É um sistema seguro (considerado muito mais seguro que um tanque de gasolina líquida), pois o hidrogênio é armazenado a uma pressão insignificante e assim a fuga não se dá de modo rápido e perigoso. Além disso, a temperatura do recipiente cai com a liberação do hidrogênio inibindo a liberação deste.

Os cilindros que armazenam o hidrogênio nessa forma contam com uma válvula de descarga que faz a função de decomposição explicada por Santos e Santos (2005). Embora seja uma possibilidade interessante e segura de disponibilizar o hidrogênio na forma direta para aplicação nas CaC, os custos devem ser considerados pois são muito elevados, devido ao nível de pureza dos metais.

A terceira opção viável e a princípio mais adequada à realidade brasileira é a utilização de etanol, que passaria por reforma e geraria o hidrogênio necessário para produzir energia elétrica. No entanto essa hipótese nos remete a instalação de tanques de estocagem de combustível, no caso o etanol. Aqui voltamos para a análise das circunstâncias nas quais os desabrigados se encontrarão nesses cenários de desastres, e a proposta de haver nas áreas dos abrigos um tanque de estocagem de etanol também deve ser considerada com muito critério, pois os riscos de exposição e incêndio não podem ser desprezados. Existem também os riscos ambientais na hipótese de vazamento do combustível, o que acarretaria na contaminação do solo. Por fim não se deve desconsiderar também a possibilidade de furto do combustível para outros usos que não o inicialmente destinado. Cabe ressaltar que para a hipótese de utilização do etanol, as normas referentes ao acondicionamento do combustível em tanques metálicos cilíndricos, orienta que se deve executar uma bacia de contenção em concreto e alvenaria envolvendo o tanque, para que na ocorrência de um vazamento o solo ao redor não seja contaminado, e essa exigência implica na elevação dos custos de instalação do tanque, como também em prazo mínimos de trinta dias para execução desse tipo de obra. Além desses inconvenientes restará na operação de desocupação da área dos abrigos, após a realocação dos desabrigados, a demolição e a remoção dos resíduos sólidos gerados nesse processo.

A quarta opção é a utilização de energia solar através da instalação de painéis fotovoltaicos para gerar a energia elétrica necessária ao funcionamento do eletrolisador, para gerar o hidrogênio necessário, para que a CaC produza a energia elétrica.

A quinta hipótese é a utilização, a partir de adaptações do desenho interno, de um veículo automotor do tipo ônibus elétrico híbrido a hidrogênio, desenvolvido pela

COPPE/UFRJ, em operação desde 2010, ou do tipo ônibus movido a hidrogênio em operação desde 2009 pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) do estado de São Paulo, desenvolvido no projeto Estratégia Energético – Ambiental: Ônibus com Célula a Combustível Hidrogênio. O ônibus da COPPE já foi apresentado na Figura 57, o da EMTU/SP é apresentado na Figura 63 abaixo.

Figura 63 – Ônibus movido a hidrogênio – EMTU/SP



Fonte: Ministério de Minas e Energia

Os projetos dos ônibus híbridos tanto da COPPE quanto da EMTU são uma realidade bem sucedida do ponto de vista de sua aplicação enquanto veículo de transporte urbano, principalmente e fundamentalmente pelas características de emissão zero de poluentes, de autonomia e de desenvolvimento tecnológico de CaC para veículos automotores. Cabe também ressaltar que o desenvolvimento de CaC para aplicações em veículos automotores já disponíveis no mundo, tem um nível de tecnologia e desenvolvimento extremamente bem resolvido, e com custos comparativamente muito próximos aos demais sistemas de propulsão com combustíveis fósseis, servindo ainda de parâmetro para o aprimoramento das unidades estacionárias de CaC para aplicação em edificações.

Segundo o MME:

O projeto inclui a instalação de uma estação de produção e abastecimento de hidrogênio em São Bernardo do Campo (SP), na garagem da Concessionária Metra, operadora do Corredor Metropolitano ABD (São Mateus - Jabaquara). A unidade ficará no mesmo complexo onde se localiza a sede da Empresa Metropolitana

de Transportes Urbanos – EMTU/SP, coordenadora nacional do Projeto e gerenciadora do Corredor.

A Figura 64 abaixo descreve o processo de produção e abastecimento do hidrogênio para o ônibus.

Figura 64 – Processo de produção e abastecimento de hidrogênio - EMTU



Fonte: Ministério de Minas e Energia

Tomando como exemplo o Projeto do Ônibus Brasileiro a Hidrogênio do MME, as características são segundo o MME, as seguintes:

O ônibus tem capacidade para carregar 45 Kg de hidrogênio em nove tanques, além de possuir três baterias de alto desempenho. A média de consumo de hidrogênio é de 15 kg/100 km.

Movido à tração elétrica híbrida (célula a combustível a hidrogênio + baterias), o veículo tem autonomia de rodagem de 300 km com hidrogênio. Se necessário, consegue rodar mais 40 km utilizando bateria, somente.

O ônibus movido à célula a combustível a hidrogênio tem motor elétrico. O processo de propulsão do veículo é o seguinte: o hidrogênio reservado nos tanques do ônibus é introduzido na célula a combustível, onde passa por um processo eletroquímico que produz energia elétrica pela agregação do hidrogênio com o oxigênio do ar, gerando água como subproduto. A energia elétrica após condicionada movimentará o motor elétrico de tração (similar ao de um trólebus). O motor elétrico instalado no eixo traseiro, gera energia mecânica, movimentando o veículo.

O sistema de célula a combustível não produz nenhum tipo de poluente. É diferente dos ônibus de motor a diesel, no qual a energia

térmica é transformada em energia mecânica, ao mesmo tempo em que o combustível queimado gera resíduos poluentes.

Tendo em vista o objetivo da proposta desse trabalho, a adequação de veículo do tipo ônibus descritos acima, viabilizaria a infraestrutura mínima necessária para atender as necessidades dos desabrigados nas áreas de abrigos temporários, implantadas em locais isolados e sem infraestrutura de rede de distribuição de energia e saneamento básico.

Essa hipótese pode ser considerada suficientemente adequada as circunstâncias, pois pode ser viabilizada de forma concreta partindo da utilização de equipamentos e tecnologias nacionais comprovadamente atestadas e disponíveis.

As adequações de um dos ônibus a hidrogênio projetados e fabricados no Brasil, se faria somente no arranjo interno desse veículo, transformando a finalidade primeira para a qual o veículo foi projetado, ou seja, a de transporte urbano de pessoas, para um equipamento de suporte aos desabrigados, que pode ser caracterizado e denominado de Unidade Móvel de Infraestrutura. O conceito básico dos projetos energéticos dos dois tipos de veículos não necessitaria sofrer alterações.

A Unidade Móvel de Infraestrutura – UMI pode suprir a demanda de energia elétrica e de instalações sanitárias para os desabrigados nas áreas dos abrigos temporários, de forma prática e eficiente, pois a UMI possui autonomia, mobilidade, segurança e versatilidade. Encerrado o ciclo de atendimento de suprimento de infraestrutura numa determinada área de abrigos, a UMI pode se deslocar para outra localidade onde se faz necessário o fornecimento autônomo de infraestrutura.

Dois sistemas com 2 fontes primárias de energia podem ser utilizados para gerar o hidrogênio necessário ao funcionamento das CaC desses veículos. O primeiro através da reforma do etanol e o segundo com baterias que acumulam energia e que podem ser recarregadas em qualquer ponto de energia elétrica por meio de uma conexão simples a uma tomada de energia elétrica.

Devido tratar-se a UMI de um veículo com autonomia e mobilidade, esse veículo para a hipótese de utilização do etanol contaria no seu interior com um

tanque de armazenamento do combustível etanol. O volume de armazenamento desse tanque será proporcional a quantidade mínima de horas de funcionamento das unidades de CaC e a capacidade em kW de energia que se pretende gerar de forma ininterrupta no sistema. O reabastecimento do reservatório de etanol é bastante simples, pois bastaria que a UMI se deslocasse para um posto de abastecimento de combustível nas proximidades das áreas de abrigo que estaria atendendo. A rede de posto de combustível no território brasileiro é ampla e todos possuem o etanol com opção de fornecimento.

O segundo sistema de funcionamento das CaC da UMI seria a partir de baterias de acumulação de energia. As baterias forneceriam a energia primária necessária ao funcionamento do eletrolisador das unidades do conjunto CaC, para gerar o hidrogênio e consequentemente a energia elétrica e a água quente para utilização nas áreas dos abrigos. A recarga das baterias devido à mobilidade da UMI também é bastante simples, pois bastaria que a UMI se deslocasse a um local onde exista um ponto de tomada de energia elétrica nas proximidades da área dos abrigos.

Portanto por qualquer um dos sistemas de energia primária para obtenção do hidrogênio necessário, a UMI se caracterizará por contemplar de forma eficiente os aspectos de autonomia e mobilidade que se buscou nessa proposta, para fornecer energia elétrica e instalações sanitárias e de higienização necessárias para que as condições de habitabilidade nos abrigos temporários sejam proporcionadas.

Analizadas as duas opções energéticas da UMI conclui-se que a mais recomendada para a proposta é a partir da reforma do etanol para gerar o hidrogênio, tendo em vista a facilidade e os custos baixos para obtenção do etanol necessário, como também pelo domínio da tecnologia no Brasil, para reformar o etanol.

A instalação de um reservatório para armazenar o etanol no interior do ônibus implicaria em adequações de baixa complexidade e custo, e estabeleceria as condições exigíveis de segurança e de acesso controlado. Reproduzir-se-ia as mesmas especificações de instalação de um tanque de combustível, do tipo etanol ou gasolina, já consagradas e testadas em quase todo tipo de veículo automotor.

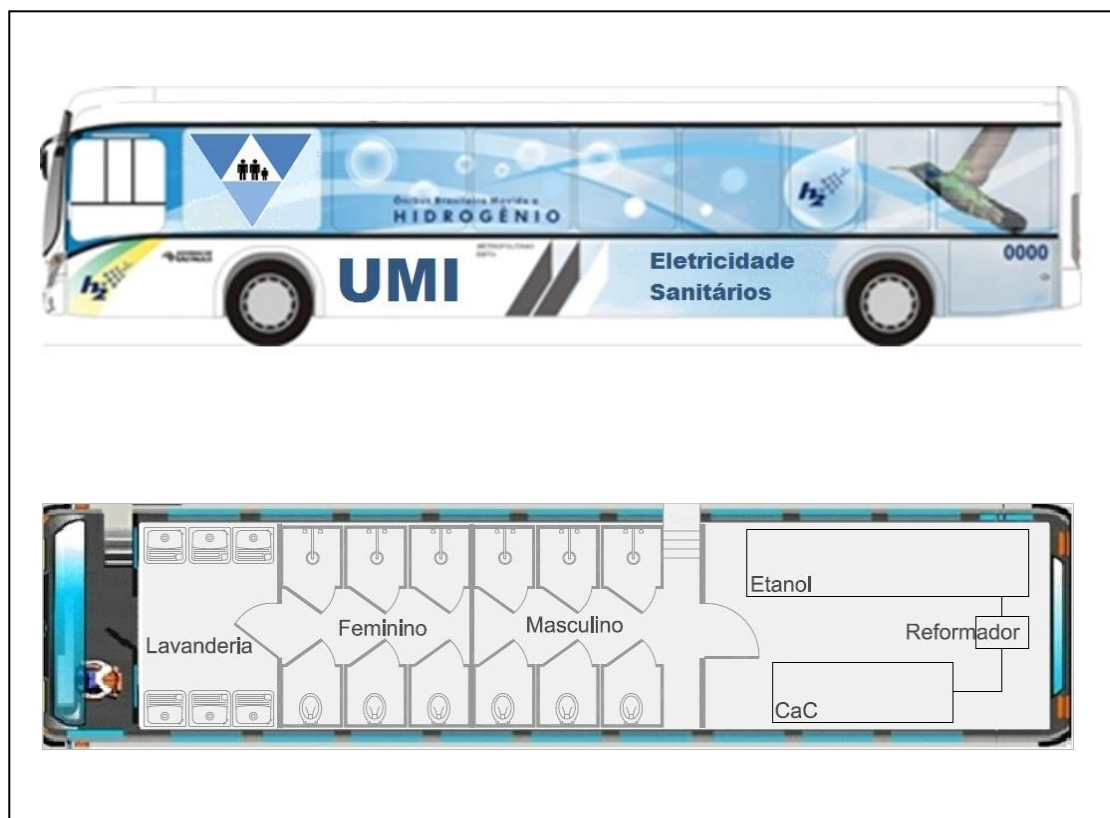
Contemplado o fornecimento de energia elétrica na área dos abrigos temporários, resta uma proposição factível para outra questão fundamental a fim de que as condições mínimas de habitabilidade, mesmo que temporária, nos abrigos possa ser atendida. Trata-se de solucionar a questão das instalações sanitárias nas áreas dos abrigos, para que os abrigados possam ter instalações nas quais as suas necessidades fisiológicas sejam atendidas de forma minimamente digna, e consequentemente o prosseguimento das rotinas diárias na vida dos desabrigados possa fluir em condições próximas as existentes antes dos desastres. Essa proposição também implicaria na não execução de obras civis para edificação de instalações sanitárias, que após a desocupação das áreas dos abrigos necessitariam ser demolidas e o entulho gerador ser removido e descartado de forma ambientalmente correta. Impacta também de forma positiva na redução de custos e prazos de execução que a edificação de uma instalação desse tipo implica.

A UMI também pode a partir de adequações no arranjo espacial interno de qualquer um dos dois tipos de ônibus que descrevemos anteriormente, disponibilizar as instalações sanitárias, as cabines de banho e os tanques para lavagem de roupas. Na Figura 65 na sequência, esse arranjo está representado esquematicamente. Tomando como exemplo o projeto do Ônibus Brasileiro a Hidrogênio do MME, para a transformação em UMI, esse modelo possui originalmente as seguintes características:

- Comprimento: 12,6m;
- Largura: 2,60m;
- Potência: 230kW;
- Autonomia: 300km;
- Consumo de hidrogênio: 15kg/100km;
- Três portas do lado direito;
- Piso baixo total (*low-floor*) para maior conforto e acessibilidade;
- Baixo nível de ruído;
- Emissão zero de poluentes;
- Sistema informatizado total de controle e diagnóstico.

A Figura 65 na sequencia ilustra a proposta de arranjo interno da UMI, com base na estrutura do Ônibus Brasileiro a Hidrogênio descrito anteriormente.

Figura 65 - Proposta de arranjo interno da UMI



Fonte: Elaborado pelo autor

Nos sanitários instalados na UMI os dejetos provenientes da utilização dos vasos sanitários, receberá o mesmo procedimento adotado em banheiros químicos. Os dejetos serão armazenados em tanques instalados na parte inferior do piso elevado da UMI. O sistema de esgoto dos efluentes líquidos das cabines de banho e dos tanques de lavagem de roupas será conectado a tubulação em PVC rígido de 2" e 4" , que terão como destinação final a descarga em poço do tipo sumidouro com sistema de filtro natural em camadas de brita nº1 + nº2 e areia. O poço será revestido com anéis de concreto armado com 0,80m de diâmetro e profundidade aproximada de 3,00m. Evidentemente em função da capacidade limitada de reservação dos tanques de dejetos sanitários, periodicamente a UMI deverá se

deslocar para local nas proximidades da área dos abrigos, para o descarte correto desses dejetos, como também no mesmo momento para reabastecimento de etanol.

Tal procedimento implicará no estabelecimento de uma rotina de utilização dos sanitários, seguindo uma programação de disponibilização para uso por parte dos responsáveis pelo gerenciamento das áreas dos abrigos.

11.4 Dimensionamento da demanda em kW, na área dos abrigos

Para desenvolver o cálculo de demanda de energia elétrica para a área de abrigos, estabelecemos a partir da estimativa de necessidades básicas e mínimas que devem ser supridas, as quantidades de equipamentos elétricos e eletrônicos e o nível de iluminação que cada abrigo deve ter, como também da iluminação externa da área dos abrigos. A iluminação externa da área é fundamental para que as condições de segurança física e patrimonial dos abrigados sejam atendidas.

Adotamos com apresentado na Figura 33 um modelo de área que recebeu a instalação de 24 abrigos do tipo AT2.

Os abrigos do tipo AT2 podem abrigar com razoável conforto até 6 pessoas. Portanto o número total estimado de abrigados nessa área modelo será de 144 pessoas.

Para que as atividades básicas de vivência nos abrigos possam ser desempenhadas, cada unidade de abrigo AT2 deve proporcionar o fornecimento de energia elétrica para o funcionamento dos seguintes itens:

Tabela 2 – Equipamentos eletro eletrônicos e iluminação no AT2

Quant.	Equipamento	Consumo kWh/mês
1	Refrigerador do tipo Frigobar	17,5 kWh/mês
1	Aparelho de som pequeno	2,4kWh/mês
1	Televisor LCD 18"	10,5kWh/mês
1	Lâmpada de LED 6W = 60W (período de 8h dia)	1,45kWh/mês

Fonte: Eletrobrás

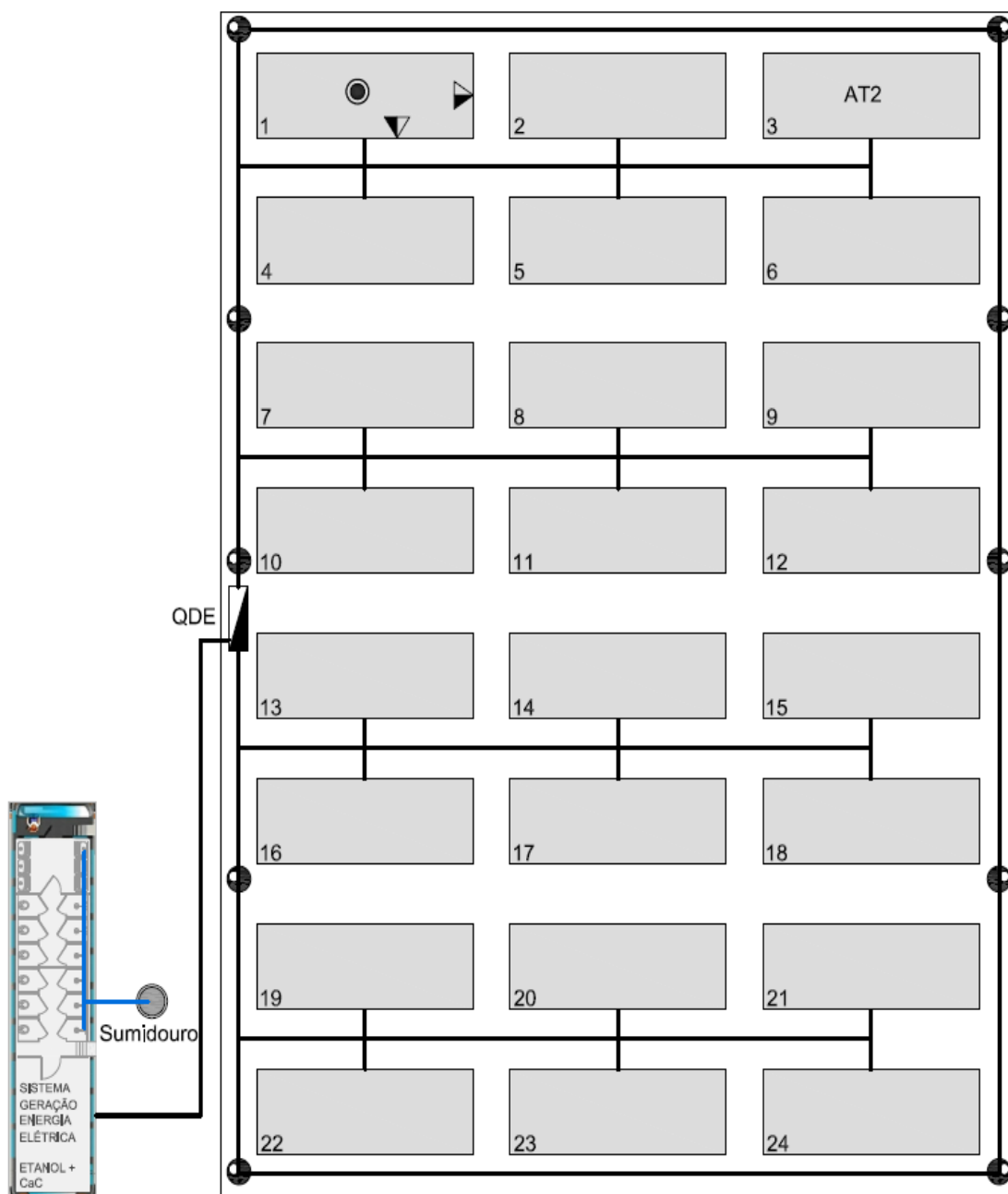
Considerando o consumo total de 31,85kWh/mês para cada abrigo do tipo AT2 e multiplicando esse valor por 24 unidades AT2, tem-se um total parcial da área de abrigos de: 764,4kWh/mês. Acrescenta-se a essa demanda a iluminação externa da área dos abrigos, também utilizando lâmpadas de LED de baixíssimo consumo e alta eficiência, num total de 10 refletores com lâmpadas de 20W, que equivalem a 90W de uma lâmpada mista, e teremos 200W para iluminação da área externa. O consumo da iluminação externa será de 2,4kWh/mês, portanto atingimos assim um total geral de consumo de 25,56kW/dia ou 766,8kWh/mês.

As cabines de banho instaladas na UMI não necessitarão de energia elétrica para alimentar instalações de chuveiros elétricos ou aquecedores elétricos, pois reaproveitarão a água aquecida produzida no processo de geração de energia na CaC e que será conduzida a tanques de reservação com isolamento térmico e adicionadas e misturadas a água fria que também serão reservadas em tanques na UMI, atingirão a temperatura ideal de 37° para o banho. Portanto não acrescentamos no cálculo de demanda de energia, o consumo de chuveiros elétricos ou aquecedores de água elétricos.

Essa demanda poderá ser atendida pelas UMI de forma eficiente, e com a utilização de fontes energéticas limpas e renováveis. A Figura 66 abaixo apresenta a planta de distribuição dos pontos de fornecimento de energia elétrica nos abrigos e os pontos de iluminação na área externa.

A figura 67 na sequencia apresenta a área totalmente ocupada pelos abrigos e a disposição da UMI, ilustrando a proposta completa deste trabalho.

Figura 66 – Instalações elétricas e sanitárias na área de abrigos



LEGENDA



Refletor



Ponto de tomada 110V



Lâmpada LED



Quadro de Distribuição de Energia

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 67 – Configuração final da implantação da área de abrigos proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor

12 ESTIMATIVA DE CUSTO DO ABRIGO TEMPORÁRIO

Como detalhado na seção 6.1.4 relativa aos aspectos financeiros do projeto do abrigo temporário, estabeleceu-se que os custos serão analisados nas três fases do processo, a saber:

Aspectos financeiros	Custo de produção
	Custo de montagem e instalação
	Custo da infraestrutura

Para tanto alguns critérios devem ser utilizados para composição dos custos de uma unidade do tipo AT2. Os critérios são:

- Devido à modulação das unidades, adotou-se a AT2 como padrão;
- Os custos de produção devem estar no limite de 70% do custo total;
- Os custos de transporte e montagem não devem exceder 30%;
- Os custos de execução da base serão compostos a partir de um padrão tipificado de base;
- Os custos da infraestrutura de energia elétrica e das instalações sanitárias não serão agregados ao custo da AT2, em função da impossibilidade de serem estimados;
- Abater do custo total do abrigo o valor de seis mil reais referentes ao aluguel social para o período de permanência de 12 meses, e de três mil reais para o período de seis meses de permanência;
- Compor os custos unitários a partir de referência de mercado para os itens que não são contemplados em planilhas de custos da indústria da construção civil.

Na composição dos custos estimados da unidade AT2, deve-se considerar que a AT2 não será um produto a ser comercializado num determinado mercado, mas sim enquanto parte de um processo com caráter assistencial e que, portanto

permitirá que em várias de suas etapas de produção, transporte e instalação, haja a participação financeira de recursos proveniente de doações em espécie, e também de horas de trabalhos profissionais voluntários.

A Tabela 4 abaixo detalha os itens de materiais e serviços, seus quantitativos e seus custos unitários.

Tabela 3. Planilha de dados quantitativos e custos unitários de materiais e serviços

Materiais e Serviços	Unidade	Quantidade	\$ unitário	\$ total
01. Perfil de alumínio anodizado “U” de 1 ½”	m	33,0	6,50	214,50
	m	24,0	8,00	192,00
02. Perfil “H” de 2” em alumino anodizado	m	8,0	7,50	60,00
03. Perfil “4” de 2” em alumínio anodizado	m	35,0	5,00	105,00
04. Cabo de aço	unid	22,0	15,00	330,00
05. Esticadores	unid	22,0	5,00	110,00
06. Presilhas de terminal de cabo	m²	30,0	120,00	3.600,00
07. Tecido em lona	vb	2,0	100,00	200,00
08. Peças F1 em aço carbono (2 x 4”)	vb	2,0	400,00	800,00
09. Peças F2 em aço carbono	m	13,0	15,00	195,00
10. Peças P1 em perfil tubular de aço carbono	vb	2,0	300,00	600,00
	vb	22,0	45,00	990,00
11. Peças A1 em perfil chato de aço carbono	unid	12,0	180,00	2.160,00
12. Roldanas componentes das peças A1	unid	1,0	360,00	360,00
13. Painéis do tipo Drysystem	unid	3,0	450,00	1.350,00
14. Painel do tipo Drysystem com porta	vb	1,0	600,00	600,00
15. Painel do tipo Drysystem com janela	m	30,0	15,00	25,00
16. Instalações elétricas do AT2	m	5,0	5,00	132,00
17. Formas em tábuas de pinho de 2 x 30cm	m³	2,20	60,00	
18. Sarrafo de pinho de 2 x 4cm				
19. Solo cimento para base				

Custo total

R\$ 12.473,50

Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores de mercado para os itens de materiais e serviços têm como referência a média aritmética da cotação, com pelo menos três empresas fornecedoras de materiais e duas empresas prestadoras de serviços. O mês de

referência é agosto do ano de 2014. Somente o item 19 da planilha usou como referência os preços cotados pela Editora PINI.

Por tratar-se de itens de serviços específicos e, portanto pouco solicitados pelo mercado, os valores obtidos nas cotações, devem ser considerados como estimativos. No entanto servem para atender o objetivo deste projeto.

13 CONCLUSÃO

Este estudo teve por objetivo apresentar o projeto arquitetônico de um abrigo temporário para atendimento a desabrigados e desalojados, vítimas de desastres naturais ou tecnológicos, sustentado por infraestrutura básica de saneamento e fornecimento de energia elétrica limpa e sustentável, a base de células a combustível a hidrogênio.

A metodologia aplicada para alcançar o objetivo proposto partiu de uma revisão bibliográfica sobre dois aspectos considerados fundamentais para o desenvolvimento da proposta. O primeiro tratou especificamente de discussões sobre projetos arquitetônicos de abrigos temporários. Dentre as publicações estudadas destaca-se a de Anders (2007), a qual salientou as características mais voltadas a aspectos de engenharia e arquitetura de construção e de sistemas estruturais de abrigos temporários. Anders (2007) elencou os tipos mais utilizados e discutiu suas vantagens e desvantagens. No entanto os aspectos sociais que envolvem as circunstâncias de sua utilização por parte dos desabrigados não foram discutidos. Analisou-se também o ponto de vista do premiado arquiteto Shigeru Ban, sobre a arquitetura de abrigos e o papel social dos arquitetos nesses cenários de desastres, bem como a solução de abrigo proposta pelo arquiteto utilizando tubos de papel para edificar os abrigos. Concluíram-se dessas análises as recomendações e orientações sobre os aspectos estruturais de construção de abrigos. A análise dessas referências incorporou princípios já consagrados, até historicamente, no que se refere ao desenho estrutural de abrigos temporários. Esses princípios nortearam em parte a concepção do projeto do abrigo proposto neste trabalho.

O segundo aspecto estudado e discutido tratou das questões relativas à Sociologia dos Desastres. Nessa análise das questões sociais que envolvem as condições vivenciadas pelos desabrigados nos cenários de desastres, encontrou-se material de pesquisa riquíssimo e muito bem elaborado, nas publicações do NEPED.

O NEPED é um grupo de pesquisa da Universidade de São Carlos (UFSCAR) com foco específico na Sociologia dos Desastres. O estudo desse material traçou um caminho bastante abrangente e dentro da realidade brasileira, que orientou de forma clara e objetiva o processo de concepção do abrigo temporário resultante deste trabalho.

O material disponibilizado pelo NEPED, embora trate especificamente das questões sociais dos desabrigados, resgata, sem que seja intencionalmente dirigido, os princípios éticos e de atuação profissional dos especialistas envolvidos, direta ou indiretamente, no assistencialismo as vítimas de desastres naturais, seja em eventos adversos que ocorrem no território nacional, seja em eventos que ocorrem nos demais países do mundo.

Resgata também um princípio fundamental da arquitetura, o que estabelece que a unidade de uma habitação, não é a unidade métrica que define a modulação e a dimensão dos espaços, nem tampouco a estética que valoriza demasiadamente a forma, e que busca impactar sobre a paisagem e o olhar do outro, provocando admiração, mas sim o “homem” e suas necessidades.

Esses princípios orientaram a concepção do projeto do abrigo temporário proposto neste estudo, transformando o seu desenvolvimento num gesto maior que um exercício de criatividade, mas fundamentalmente num exercício de olhar humanitário sobre as questões que degradam a condição humana, no ato de habitar em situações emergenciais, oriundas de desastres naturais ou tecnológicos. Esse gesto foi consolidado não só no nível de aprendizado proporcionado pela construção deste trabalho, como também na proposta do abrigo, que buscou nos recursos técnicos da engenharia, a definição de uma estrutura que utiliza materiais de menor custo, de disponibilidade no mercado nacional e que permitissem sua montagem e instalação de forma simplificada e sem sofisticações que demandassem custos elevados e orientações de técnicos especializados.

O conteúdo absorvido nas referências sobre a Sociologia dos Desastres, orientou também para a importância, que a princípio pode ser tomada como irrelevante nessas circunstâncias; de que os abrigos pudessem ser montados pelos próprios desabrigados, possibilitando o efeito psicológico positivo e alentador de estar reconstruindo suas casas, e recuperando sua identidade social. Identidade essa que se desfez junto com as alvenarias e coberturas de seus lares destruídos.

Assimilou-se com a devida responsabilidade que no inventário das perdas que as vítimas desabrigadas relacionam nesses eventos adversos, encontram-se itens que embora classificados como bens materiais, são em verdade muito mais significativos que a perda de uma casa para morar, com seus objetos domésticos e

pertences, mas são essencialmente perdas que desconfiguram todo o referencial de lar, e a reconfortante sensação de territorialidade que estava impregnada naquelas edificações e que desmoronaram ou foram invadidas e destruídas pelas inundações. Ficou assim muito mais claro o sentido da celebre expressão: “perdi tudo”, que é fala comum nesses cenários de desastres ou catástrofes.

A proposta considerou a hipótese em projeto de uma área para 24 abrigos do tipo AT2, cada um com capacidade para 6 pessoas, que foram dispostos sobre bases que seriam executadas com o aproveitamento dos resíduos sólidos provenientes das habitações danificados ou destruídas, e que serviriam de sub-base para receber o acabamento superficial em concreto.

A temporalidade dos abrigos foi estimada em período de permanência de até um ano, no entanto esse período, principalmente quando o AT2 for utilizado no Brasil, tenderá a ser ampliado. Isso determinou a adoção de materiais que ofereçam resistência mecânica suficiente para superar, caso necessário esse período de permanência.

Outra característica que embasou a escolha do material da envoltória do abrigo foi a questão da segurança física e contra atos de vandalismo. Adotou-se para que essas condições fossem atendidas a utilização de painéis composto de chapas cimentícias nas duas faces externas e com o vão entre elas preenchido com EPS.

Considerando a hipótese de período de permanência no intervalo de tempo entre 6 e 12 meses, o projeto proposto do abrigo temporário, atendeu de forma satisfatória a sua função primordial de proporcionar abrigo, mas, no entanto indo um pouco, além disso, ao agregar valor ao projeto, por possuir características arquitetônicas que configuraram ao abrigo, forma e função, o que possibilita o restabelecimento das relações espaciais e emocionais, que se assemelham as vividas numa residência, e recuperação da sensação de possuir um lar. Devem ser ressalvadas, evidentemente, as circunstâncias inerentes à vivência nesses abrigos por parte das vítimas dos desastres, pois o conteúdo emocional de tensão e insegurança que reveste o cotidiano dessas pessoas afetadas pelas perdas, não pode ser desconsiderado. Essas observações tiveram sua origem nas publicações das pesquisas do NEPED e procuramos dar forma e conteúdo pragmático a elas.

O percurso na elaboração desta proposta foi sempre acompanhado por certa insatisfação, por entender-se que mesmo contemplando o propósito primordial desse trabalho, ou seja, o de criar um abrigo temporário, restava concluí-lo com uma sugestão plausível e viável, que não poderia ser deixada para estudos posteriores, mesmo que não fosse a ideal, mas que aprofundasse a discussão e deixasse como contribuição para futuros estudos na área, subsídios de pesquisa para que o caminho a ser trilhado por outros pesquisadores, pudesse partir de um ponto inicial já discutido.

Essa insatisfação foi amenizada quando se adotou a hipótese da utilização de Células a Combustível a Hidrogênio, para atender a demanda por energia elétrica na área dos abrigos temporários.

Partiu-se da pesquisa de diversos projetos e instalações existentes no mundo que utilizam CaC a hidrogênio, para suprimento de energia elétrica em edificações de tipo residencial e comercial. Identificou-se que em vários países desenvolvidos as aplicações de CaC a hidrogênio em unidades estacionárias de pequenas dimensões instaladas em residências são uma realidade, e que já ultrapassaram as fases de pesquisa básica e desenvolvimento. Portanto essa hipótese pode ser considerada perfeitamente factível. No entanto na maioria das instalações de CaC a hidrogênio pesquisadas, identificou-se que a fonte primária para acionamento das CaC é o gás natural, e que portanto para aplicações no território nacional ou também em áreas isoladas, mesmo em outros países, seriam inviáveis.

As pesquisas e aplicações de unidades estacionárias de CaC a hidrogênio no Brasil, embora em fase de desenvolvimento também já se encontram em fase de aprimoramento de um produto comercialmente viável. No CCCH do IPEN desenvolve-se pesquisas avançadas na área de MEA para CaC e hidrogênio. As pesquisas no Brasil também estão voltadas para programas que utilizem o etanol como fonte primária para as CaC. Dois projetos de ônibus urbano do tipo híbrido, elétrico e hidrogênio já estão em funcionamento no Brasil, sendo um da COPPE no Estado do Rio de Janeiro que circula no campus da UFRJ desde 2009, e outro da EMTU com cinco unidades em circulação desde 2010, para transporte de passageiros em itinerários urbanos. Vislumbrou-se nesses projetos a possibilidade

de utilização de ônibus como os descritos, para atender a demanda de energia elétrica na área dos abrigos.

Restava por fim uma proposta de solução para as instalações sanitárias, para serem atendidas as necessidades fisiológicas e de higiene pessoal dos desabrigados.

Buscando não desviar a proposição da linha das premissas estabelecidas na concepção do projeto dos abrigos e da área de implantação, evitou-se a proposição de construir edificações auxiliares para contemplar a necessidade de instalações sanitárias, e que após a desocupação da área, deixassem como saldo espaços ociosos e investimentos financeiros sem retorno, tendo em vista que a fonte desses recursos é pública e de doações voluntárias. Evitou-se também, que na etapa de desocupação da área, tivessem que ser realizados trabalhos de demolição e descarte de resíduos sólidos sem reaproveitamento posterior. Mantendo-se assim os princípios de sustentabilidade nesses locais propostos preservados.

A pesquisa na área de CaC a hidrogênio e os projetos de aplicação residenciais e dos ônibus híbridos, formataram a proposta de utilização de um dos projetos dos ônibus, que a partir de adequações no seu espaço interno, possibilitasse a criação das instalações sanitárias e do fornecimento de energia elétrica, a partir do conceito energético dos ônibus.

A adoção de um dos ônibus a hidrogênio que necessitaria apenas de adaptações no seu desenho interno, para comportar a instalação de boxes para instalações sanitárias, cabines de banho e também de área com tanques para lavagem de roupas, completaria toda a infraestrutura necessária para que as atividades rotineiras no cotidiano dos desabrigados, possa se desenvolver dentro da normalidade e com mitigação dos efeitos dos desastres que os afetaram.

Para esse projeto do ônibus a hidrogênio adotamos a denominação de: Unidade Móvel de Infraestrutura (UMI).

Considerou-se a eficiência energética, a mobilidade, a emissão zero de poluentes e a originalidade dessa proposta, coerente com o contexto deste estudo.

Dessa forma considerou-se que os objetivos iniciais deste estudo foram não só plenamente atendidos, como também deixam uma contribuição, para que os governos nas esferas responsáveis e autoridades de entidades competentes no gerenciamento e assistência a vítimas de desastres, possam a partir dele, adotar soluções mais dignas e eficazes para assistir aos desabrigados. Serve ainda de base para estudos futuros sobre projetos de abrigos temporários e também sobre aplicações de CaC a hidrogênio, para suporte de energia elétrica limpa e eficiente em edificações.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA-AYALA, I. **Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries**. *Geomorphology*, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.
- ANDERS G. C. **Abrigos temporários de caráter emergencial**. 2007. 119f. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2007.
- ANDREA, V. **Estudos de durabilidade de conjuntos MEAs produzidos por impressão à tela para uso em células a combustível do tipo PEM**. 2013. 88f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologia Nuclear – Materiais, Departamento do IPEN, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2013.
- BAN S. **Abrigos de emergência feitos de papel**. Realização de Tedx. Tokyo: Tedx, 2013. Digital (12 min.), Digital WMV, son, color. Legendado. Disponível em: <http://www.ted.com/talks/shigeru_ban_emergency_shelters_made_from_paper.html>. Acesso em: 03 mar. 2014.
- BRASIL. Antônio Luiz Coimbra de Castro. Secretaria Nacional de Defesa Civil (Org.). **Glossário de Defesa Civil: Estudo de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Brasília, 2012. 191 p. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library. Acesso em: 12 out. 2013.
- BRASIL. Observatório Sismológico de Brasília. Disponível em: <http://www.obsis.unb.br>. Acesso em: 07 out. 2013.
- CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. v.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil. 133 p. 1999.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES – CENAD. **Anuário brasileiro de desastres naturais**. Centro Nacional de gerenciamento de Riscos e Desastres . Brasília. 2012.
- COPPE. **Ônibus híbrido H2+c2**. 2012. Disponível em: <http://www.onibush2.coppe.ufrj.br/>. Acesso em: 29 jul. 2014.
- ENERGY CITIES. **Micro CHP – Technologies**. 2000. 4p. Disponível em; http://www.energy-cities.eu/db/ludwighafen-am-rhein_132_en.pdf. Acesso em: 17 ago. 2014.
- FOLHA DE SÃO PAULO. **Toyota anuncia lançamento de carro a hidrogênio em 2015**. São Paulo, 25 jun. 2014. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 30 jul. 2014.
- FUEL CELLS 2000. **Fuel Cells by the Numbers**. 2014. Disponível em: <<http://www.fuelcells.org/>>. Acesso em: 17 ago. 2014.

GANGI, J. **Home Sweet Fuel Cell Home**. 2008. Disponível em: <http://www.earthtoys.com/emagazine.php?issue_number=08.06.01&article=injapan>. Acesso em: 17 ago. 2014.

GOMES, E. R. B.; CAVALCANTE, A.C. S. Desastres Naturais: Perdas e Reações Psicológicas de Vítimas de Enchente em Teresina - PI. **Psicologia & Sociedade**, Belo Horizonte, v. 3, n. 24, p.720-728, 8 maio 2012. Bimestral.

GOMES NETO, E. H. **Células a Combustível Estacionárias de Pequeno Porte: Contexto e tendências**. 2007. Disponível em: <http://www.brasilh2.com.br/brh2>. Acesso em: 30 jul. 2014.

GOMES NETO, E. H. **Hidrogênio Evoluir sem Poluir: A era do hidrogênio, das energias Sustentáveis e das células a combustível**. Curitiba: Brasil H2 Fuel Cell Energy, 2005. 240p.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - IG. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Manual de Desastres, v. III, do MI. 2009.

LIDWELL, W.; HOLDEN, K.; BUTLER, J. **Princípios Universais do Design**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 272 p. Tradução de: Francisco Araújo da Costa.

LINARDI, M. **Hidrogênio e Células a Combustível**. v.66. Rio de Janeiro: Economia e Energia, 2008. Disponível em: <http://ecen.com>. Acesso em 29 jul. 2014.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. 2006. **Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais**. Uberlândia: Caminhos de Geografia. Outubro de 2006. v. 6, n. 19. p. 130 -149.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.

MATTEDI, M. A. A Abordagem Psicológica da Problemática dos Desastres: um desafio cognitivo e profissional para a psicologia. **Psicologia, Ciência e Profissão**, Brasília, v. 28, n. 1, p.162-173, 1 mar. 2008. Mensal.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores**. Barcelona, 2002.

PINHEIRO, K. Bases teóricas gerais sobre urbanização no Brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, n. 15, p. 61-68, 2007.

PINTO, A. D. S. O papel do programa de necessidades no processo de projeto arquitetônico. **Revista Especialize On-line: IPOG**, Goiânia, v.1, n.5, p.1-12, jul. 2013. Disponível em: <http://www.ipog.edu.br>. Acesso em: 17 fev. 2014.

PINTO, C. F. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável: O Uso de Fontes Alternativas de Energia**. 2009. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia São Carlos, São Carlos, 2009.

QUARANTELLI, E.L. Introduction: the basic question, its importance, and how it is addressed in this volume. **What is a disaster?** Perspective on the question. London and New York: Routledge, 1998

SANTOS, F. M. S. M.; SANTOS, F. A. C. M. O combustível hidrogênio. **Millenium:** educação, ciência e tecnologia, v. 15, n.31, p. 252-270, 2005.

SERRA, G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo.** Guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp: Mandarin, 2006.

SILVA, E. P. **Introdução à tecnologia e economia do hidrogênio.** Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 204p.

VALENCIO, VALENCIO, N. F. L. S. et al. **Sociologia dos Desastres:** construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: Rima, 2009. (Volume I)

VALENCIO, VALENCIO, N. F. L. S. et al. **Sociologia dos Desastres:** construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: Rima, 2010. (Volume II)

VALENCIO, N. F. L. S. et al. Práticas de reabilitação no pós-desastre relacionado às chuvas: Lições de uma administração participativa de abrigo temporário. **In:** ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília. Encontro Nacional da Anppas. Brasília: Anppas, 2008. p. 1 - 20.

VIELSTICH, W.; LAMM, A.; GASTEIGER, H.A. **Handbook of Fuel Cells:** Fundamentals, Technology and Applications. England: John Wiley&Sons Ltd, 2003. 1v.