

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

Nathália Louise Giordani

**ANALISE DE ALTERAÇÃO DE SISTEMA CONSTRUTIVO APLICADO EM
ABRIGO TEMPORÁRIO DE CARÁTER EMERGENCIAL**

Joinville
2016

Nathália Louise Giordani

**ANALISE DE ALTERAÇÃO DE SISTEMA CONSTRUTIVO APLICADO EM
ABRIGO TEMPORÁRIO DE CARÁTER EMERGENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil de Infraestrutura, na
Universidade Federal de Santa Catarina,
Centro de Joinville.

Orientadora: Andréa H. Pfützenreuter,
Dra.Arq.

Joinville

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por estar comigo em todos os momentos, e ter me dado força, sabedoria, fé e estabilidade emocional para percorrer o caminho até a conclusão deste curso.

À minha família que nunca mediu esforços para que eu concretizasse essa etapa importante da minha vida, especialmente meu pai Sérgio Giordani por toda compreensão e apoio em momentos difíceis.

À minha mãe Margaret Giordani, por toda paciência, atenção, amor incondicional e apoio dedicado a mim nesse período tão intenso, e durante todos os momentos dessa graduação, em momentos felizes e nos tristes.

À minha amiga Gabrielly Ribeiro, irmã que a vida me deu, que me incentivou em todo momento, e sempre esteve ao meu lado comemorando minhas conquistas, me ajudando em tantos momentos difíceis e compartilhando alegria.

Às minhas amigas e colegas de faculdade Mariane, Thamires, Helena e Kallianne, por todo o aprendizado compartilhado, e pelos muitos momentos de estudos, companheirismo, risadas, que nos ajudaram a chegar ao final desse curso.

Às minhas amigas da cidade natal Náyade, Bianca, Bruna, Dayane, Aline, Nathielly, Larisa e Jaqueline por todos esses anos de amizade e companheirismo.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville, por todo o conhecimento nesses anos de faculdade, e que certamente me tornaram uma pessoa apta a enfrentar o mercado de trabalho.

Por fim, à minha orientadora Andréa Pfützenreuter, por toda dedicação, paciência e atenção que me foram dedicados nesses meses de trabalho, para que tudo saísse da melhor forma possível, por me permitir aprender e evoluir quanto aluna e como profissional; e por me transmitir tranquilidade e paz em todas as nossas reuniões, e em tantos momentos de tensão.

RESUMO

O crescente número de vítimas de desastres naturais é a preocupação constante deste estudo. A importância de alcançar um sistema construtivo de rápido fornecimento, eficiente, baixo custo, exequível e com qualidade final confortável aos usuários, são características relevantes à implantação de um Abrigo Emergencial Temporário para pessoas que tiveram seus lares afetados por conta de desastres naturais, estando em condições de moradia debilitadas ou mesmo sem ela. O objetivo deste trabalho é analisar o projeto de um abrigo emergencial existente, estudando possíveis trocas de materiais e do sistema construtivo, para viabilizar economicamente sua reprodução em escala; entender a exeqüibilidade do projeto realizado por terceiros e de indicar a eficiência ao fornecimento das partes. Por meio de pesquisa de precificação de mercado dos materiais e análise da viabilidade logística de fornecimento do sistema de Kits para os Abrigos Temporários, o software Sketchup foi a ferramenta utilizada na modelagem dos módulos, empilhamento e criação de Kits para transporte. Com a premissa a partir da proposta existente de um abrigo emergencial, propor alterações de materiais e sistema construtivo tornando-o mais acessível e viável economicamente.

Palavras-chave: Abrigo emergencial temporário; viabilidade; sistema construtivo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Lightweight Emergency Shelter</i>	20
Figura 2 – Elementos Construtivos	20
Figura 3 - House 4:10.....	21
Figura 4 - Interior da House 4:10.....	21
Figura 5 - Kits embalados e montagem.....	22
Figura 6 - Uber Shelter montado	22
Figura 7 - Unidade EXO em transporte	23
Figura 8 - Unidade EXO	23
Figura 9 - Sistema de encaixe “Click System” utilizado pela empresa Goclic	30
Figura 10 - Esquema de montagem e empilhamento das paredes	30
Figura 11 - Elementos Construtivos e montagem do Módulo BOXCLIC	31
Figura 12 - Módulos BOXCLIC acomodados em um caminhão container 40 HC	32
Figura 13 - Módulo Base	37
Figura 14 - Módulo Base com Ampliação.....	37
Figura 15 - Vista interna módulo base.....	37
Figura 16 - Vista interna módulo com ampliação	37
Figura 17 - Estacionamento adjacente ao bloco de ensino do Centro Universitário ..	39
Figura 18 - Planta do Módulo base	39

Figura 19 - Planta do Módulo com Ampliação	39
Figura 20 - Danos humanos em SC, no período de 1991 a 2012.	46
Figura 21 - Registros de desastres coletados em SC, no período 1991 a 2012.	46
Figura 22 - Representação do Módulo Base no Software Sketchup	48
Figura 23 - Representação do Modulo de Ampliação no Software Sketchup	48
Figura 24 - Representação do Modulo Base + Ampliação no Software Sketchup	49
Figura 25 - KIT 1: Módulo Base, empilhado	50
Figura 26 - Vista Superior KIT 1: Módulo Base e suas dimensões	50
Figura 27 - KIT 2: Módulo Base, empilhado	50
Figura 28 – Vista Superior KIT 2: Módulo Base e suas dimensões.....	50
Figura 29 - KIT 3: Módulo Base, empilhado	50
Figura 30 – Vista Superior KIT 3: Módulo Base e suas dimensões.....	50
Figura 31 – KIT A: Módulo Ampliação, empilhado	510
Figura 32 – KIT A: Módulo Ampliação, e suas dimensões	510
Figura 33 – KIT B: Módulo Ampliação, empilhado	520
Figura 34 – Vista Superior KIT B: Módulo Ampliação e suas dimensões.....	510
Figura 35 – KIT 4, sem arcos agrupados,Módulo Base	511
Figura 36 – Vista Superior KIT 4, Módulo Base e suas dimensões.....	521
Figura 37 – KIT C, sem arcos agrupados, Módulo Ampliação	522

Figura 38 – Vista Superior KIT C, Módulo Ampliação e suas dimensões	52
Figura 39 – Proposta de novo AEJ modelado no software Sketchup.....	65
Figura 40 – Perfil Canaleta de Alumínio para travamento da estrutura.....	65
Figura 41 – Vista frontal do novo AEJ projetado no softwate Sketchup	66
Figura 42 - Detalhe do Perfil Estrutural de Alumínio	66
Figura 43 – Vista lateral do AEJ	67
Figura 44 - KIT do novo AEJ empilhado.....	68
Figura 45 - Vista Superior do KIT e dimensões.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição dos Critérios de Avaliação para Abrigos.....	18
Quadro 2 - Comparativo de critérios dos abrigos das aplicações correlatas.....	24
Quadro 3 - Conceitos de requisitos de implantação de sistema construtivo	28
Quadro 4 - Compatibilização entre critérios e requisitos	29
Quadro 5 - Materiais selecionados pelas autoras do AEJ.....	40
Quadro 6 – Materiais utilizados no AEJ e as possíveis alterações de projeto	55
Quadro 7 – Sistemas construtivos usados e possíveis alteração de projeto.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Danos humanos por tipo de evento de desastre	13
Tabela 2 - Quantitativo dos Materiais pertencentes a uma unidade BOXCLIC	32
Tabela 3 - Quantitativo dos materiais utilizados para o AEJ	40
Tabela 4 - Quantitativo dos materiais utilizados para o AEJ	41
Tabela 5 - Custo dos materiais utilizados para o AEJ	42
Tabela 6 - Análise das situações para implantação dos módulos no estacionamento do Centro Universitário Católica de Santa Catarina de Joinville	43
Tabela 7 - Valores (R\$) do CUB por m ² para os estados do Paraná, Santa Catarina. Valor (R\$) do m ² para HIS.....	45
Tabela 8 - Comparativo de preço por m ² das habitações e abrigos	45
Tabela 9 - Dimensões do Container 40 HC.....	52
Tabela 10 – Análise de Exequibilidade dos Kits.....	53
Tabela 11 – Quantitativo de Materiais utilizados na nova proposta para o AEJ.....	64
Tabela 12 - Comparativo do AEJ Original com a Nova proposta para o AEJ	69
Tabela 13 - Comparativo do AEJ Original, Nova proposta para o AEJ e BOXCLIC..	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ABRIGOS TEMPORÁRIOS EMERGENCIAS - ATE	16
2.1	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS	16
2.2	ABRIGOS EMERGENCIAIS: ALGUMAS SOLUÇÕES PARA KITS	19
2.2.1	<i>Lightweight Emergency Shelter</i>	19
2.2.2	<i>House 4:10</i>	20
2.2.3	<i>Uber Shelter</i>	21
2.2.4	<i>Reaction Housing System - EXO</i>	22
2.3	ANÁLISE COMO APLICAÇÕES CORRELATAS	23
3	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	26
3.1	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS	26
3.2	MODELO PARA APLICAÇÃO: BOXCLIC	30
3.3	ELEMENTOS CONSTRUTIVOS	33
3.3.1	Infraestrutura.....	33
3.3.2	Piso	34
3.3.3	Estrutura.....	34
3.3.4	Fechamento	34
3.3.5	Cobertura	35
4	ESTUDO DE CASO: ABRIGO EMERGENCIAL PARA JOINVILLE - AEJ ...	36
4.1	DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS PROJETAIS	36
4.2	ANÁLISE DE PREÇO DOS MATERIAIS PARA EXECUÇÃO	40
4.3	ANÁLISE LOGÍSTICA PARA O TRANSPORTE	47
5	VIABILIDADE DE ADAPTAÇÕES DO AEJ	55
5.1	POSSIBILIDADES DE ALTERAÇÃO NO PROJETO	55
5.1.1	Infraestrutura.....	56
5.1.2	Fechamento	57
5.1.3	Estrutura.....	57
5.2	POSSIBILIDADE DE ALTERAÇÃO DO SISTEMA	58
5.2.1	Infraestrutura.....	60
5.2.2	Fechamento	61

5.2.3 Estrutura.....	61
5.3 ANÁLISE DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO	633
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	722
REFERÊNCIAS.....	744
ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias na construção civil aparecem no cenário internacional por volta da segunda metade do século XIX, representado pelos sistemas de industrialização e racionalização. Já no Brasil, de forma bem mais sutil, surgem no início do século XXI, motivadas pelo crescimento econômico e melhorias no mercado da construção civil [...] “pode-se dizer que estamos entrando na década que será marcada pela aplicabilidade deste conhecimento e das tecnologias” (RIBEIRO, 2013, p.1). Com o objetivo de utilizar sistemas industrializados de forma mais eficiente, torna-se necessário um maior uso de racionalização, procurando diminuir os desperdícios, maximizando assim a produtividade. Essa redução de desperdício pode vir tanto pela velocidade construtiva, como pelo menor retrabalho ou pela maior qualidade dos sistemas (KRÜTZMANN, 2015, p. 20).

Gibb (2001, p.2), diz que “a padronização é o uso extensivo de componentes, métodos ou processos em que há regularidade, repetição e especialmente um viés de previsibilidade e de práticas bem sucedidas”. Por meio de estudos feitos por Gibb e Isack (2003), com profissionais que atuam nessa área e na pré-fabricação na construção civil, foi possível concluir que aliar os métodos proporciona uma diminuição no desperdício de recursos na obra, aumento da segurança, produtividade, qualidade final do produto entregue e eficiência produtiva.

Em definições apresentadas pelo manual da HABITARE (2003), entende-se que a modularização é uma metodologia sistemática de industrialização e mais eficiente, na qual é possível compatibilizar e organizar aplicações de racionalização e técnicas construtivas. Essa técnica em razão de sua metodologia, possui uma padronização dimensional, que simplifica o projeto e reduz a variedade de tipos para a produção, em razão dos detalhes construtivos serem comuns e com montagem tipificada. Sendo assim favorece a agilidade operacional e organizacional, além do controle eficiente de custos e produção, e aumento da produtividade. Além de reduzir desperdício de material, consumo de matéria-prima e os custos finais, sendo

muito aplicado em habitações de caráter social ou equipamentos públicos que demandam por eficiência, rapidez e atendimento aos custos mínimos projetuais.

Quando ocorrem situações de emergências climáticas, por exemplo, e há grande quantidade de pessoas afetadas em razão de atingir a moradia de muitas delas e colocar suas vidas em risco, abrigos fazem-se necessários e podem ser fundamentais para salvar vidas. Para Babister (2002), a indispensabilidade de abrigos nessas situações, se além ao fato que eles devem oferecer não só proteção de elementos externos como o clima, como também preservar a dignidade, dar orientação e identidade aos atingidos, de forma a proporcionar uma aparência de vida familiar em meio a condições trágicas.

O caráter emergencial provém de situações de desastres naturais que sempre estiveram presentes na humanidade, como: movimentos de massa (deslizamentos), erosão (continental, fluvial e marinha), seca e estiagem, alagamento, enxurradas, inundação, granizo, vendaval, incêndios florestais. Na Tabela 1, constata-se os desastres brasileiros ocorridos em 2012, segundo a Defesa Civil.

Tabela 1 - Danos humanos por tipo de evento de desastre

EVENTOS	ÓBITOS	FERIDOS	ENFERMOS	DESABRIGADOS	DESALOJADOS	DESAPARECIDOS	AFETADOS
Seca/Estiagem	6	0	14.214	30	750	0	8.956.853
Incêndio Florestal	0	0	0	0	0	0	37.338
Movimentos de Massa	26	10	2	1.129	2.801	0	123.555
Erosão	0	0	5	81	2.105	0	55.653
Alagamentos	5	6	6	1.048	954	0	24.581
Enxurradas	26	6.580	14.318	49.769	262.851	2	1.856.359
Inundações	4	2.409	10.665	52.041	216.349	2	5.185.018

Fonte: DEFESA CIVIL (2012).

Além da tabela especificar quais eventos ocorrem e a quantidade de pessoas atingidas com cada um, é importante se ater ao número de desabrigados e desalojados que esses fenômenos ocasionam, sendo um número expressivo e que

provoca grande preocupação social sobre aonde realocar essas pessoas que ficam sem suas moradias.

O Brasil possui pouca infraestrutura para abrigar temporariamente as pessoas, sendo necessário recorrer a instituições públicas para realizar essa função, utilizando ginásios, galpões e escolas para alocar a população e atender as necessidades básicas pessoais, como higiene, alimentação e descanso. A individualidade nesses locais muitas vezes não é respeitada, por estarem superlotados ou as acomodações não serem adequadas, além de não serem adequadas pela questão de privacidade, dignidade e identidade. A possibilidade de Abrigos Temporários Emergenciais (ATE) para atender rapidamente a alocação das famílias e também viabilizar economicamente para o Estado, é premissa para um comparativo entre sistemas construtivos, que utilizam racionalização e industrialização, indicando a melhor possibilidade, em custo/benefício e agilidade no atendimento das famílias, além da preocupação de sustentabilidade e reaproveitamento de materiais.

O objeto de estudo deste trabalho é um ATE em concurso internacional promovido pela Autodesk em 2015, criado por estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Católica de Santa Catarina, de Joinville. O projeto trata de um abrigo preparado para situações de emergência, por meio do desenvolvimento de um kit pré-fabricado visando uma solução de construção em menor tempo de aplicação e reutilização. A pretensão do kit será de uso exclusivo para dormitório, pois a ideia para aplicações futuras que não seja em um pátio de estacionamento, é utilizá-los próximos a galpões, escolas, ou outras instituições públicas, no qual estes locais servirão para convivência social, alimentação, higiene e outras atividades.

O objetivo geral deste trabalho é analisar o projeto do objeto de estudo existente, analisando as possíveis trocas de materiais e do sistema construtivo, além de entender sua exequibilidade e indicar eficiência no fornecimento das partes. Os objetivos específicos são: analisar a viabilidade econômica e logística, a fim de

possibilitar sua reprodução em escala; como também propor uma outra solução para implementação de abrigos temporários emergenciais.

A metodologia aplicada neste trabalho num primeiro momento foi a de pesquisa bibliográfica, em que de acordo com Severino (2007),

[...] é a aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos com livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados (p.32).

Procedendo com a definição acima, a pesquisa se fundamentará de acordo com os critérios de Gibb e Isack (2003) que relacionam os conceitos de padronização e pré-fabricação, por meio da **diminuição no desperdício de recursos, aumento da segurança, produtividade, qualidade final do produto entregue e eficiência** (grifo da autora). Abordando o conceito de ATE e Sistemas Construtivos, evidenciando características, analisando e escolhendo uma ou mais técnicas construtivas que serão aplicadas no ATE.

O trabalho está estruturado em seis capítulos, que se apresentam iniciando pela Introdução que dispõe a justificativa, os objetivos geral e específicos, tal qual a metodologia utilizada. O segundo capítulo aborda a definição e as principais características dos Abrigos Temporários Emergenciais, tal qual análise de aplicações correlatas. Logo após, o capítulo três abrange sobre sistemas construtivos, suas definições e principais características, um modelo de aplicação, além de explicar sobre os elementos construtivos. No capítulo quatro é estudado a exequibilidade de aplicação do estudo de caso do abrigo emergencial para Joinville, assim como suas definições e características de projeto, análise de preço dos materiais e logística para o transporte. Seguindo o capítulo 5, apresenta-se a análise de viabilidade para adaptações no estudo de caso concebido no capítulo 4, sendo sugeridas alterações no projeto, como no sistema construtivo utilizado, além de uma análise de custo-benefício referente a essas adaptações. Por fim serão feitas as considerações finais do trabalho e as oportunidades para trabalhos futuros.

2 ABRIGOS TEMPORÁRIOS EMERGENCIAS - ATE

Segundo Babister (2002) um abrigo torna-se primordial quando há uma situação de emergência, sendo uma necessidade por proteção de elementos externos, preservação da dignidade, orientação e identidade. Este capítulo apresenta a definição e as características, além de soluções construtivas para Abrigos Temporários Emergenciais.

2.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Segundo Kronenburg (1998), um abrigo emergencial deve sustentar a vida. As pessoas em um desastre ou os refugiados em casos de conflitos armados, têm a necessidade imediata por abrigo, ou seja, deve ser acessível, ter fonte de água, sistema sanitário, provisão de alimentos e de atendimento médico. Porém, devem ser tratadas como provisórias, até a reabilitação ou construção das moradias permanentes.

Para um abrigo proteger um indivíduo, ele precisa ser construído de maneira apropriada aos elementos externos, como o clima, aspectos culturais (...). Os materiais empregados em abrigos para locais de clima quente devem ter características diferentes daqueles aplicados em regiões de clima frio (ANDERS, 2007, p 55).

Anders (2007), diz que para atender uma situação de emergência, um abrigo deve atender alguns critérios como: rápido fornecimento, baixo custo, executável e adaptável; ou seja, o abrigo deve se adaptar às mudanças repentinas das circunstâncias. Ainda, nas situações de emergência em que os atingidos tiverem suas casas parcialmente afetadas ou destruídas, existem soluções de assistência como: reparo e reabilitação das casas; improviso de abrigo em casa de familiares e amigos; adaptação de edifícios como escolas, ginásios e galpões. Quando essas opções não puderem ser impostas, e se houver espaço suficiente, recorre-se a construção de acampamentos para os desabrigados.

Posteriormente à suas pesquisas, Anders (2007) conclui que existem duas soluções para o caso de atendimento aos desabrigados: as Construções *in loco* e Fornecimento de Kits. Como a perspectiva deste trabalho é abordar a agilidade e

reutilização dos ATE, o fornecimento de kits é a alternativa que atende melhor esses quesitos. O autor apresenta diferentes sistemas para os Kits, sendo estes:

O Sistema *Tensile* é fácil de desmontar e transportar, utilizando a lona e a estrutura de suporte, entretanto pode não suportar a pequenos incidentes de chuva, vento e sol intenso que podem vir acontecer onde os abrigos forem instalados (ANDERS, 2007, p 64).

O Sistema *Pneumatic* apresenta uma estrutura tensionada e de grande porte, feita de um material inflável, que pode ter risco de furo na estrutura, restringindo o local de instalação, devido à intempéries e condições assentamento (ANDERS, 2007, p 64-65).

O Sistema *Module* compreende unidades que são entregues praticamente prontas em forma de módulos, onde faltariam apenas a conexão aos sistemas de água e esgoto. A adversidade deste abrigo é que poucas unidades podem ser transportadas ao mesmo tempo, o que retardaria o abastecimento de locais atingidos, que necessitam urgência quando solicitado (ANDERS, 2007, p 61).

O Sistema *Flat-Pack* assemelha-se ao anterior quando montado, a grande vantagem deste é que pode ser desmontável, possibilitando que mais unidades sejam entregues ao mesmo tempo, além da facilidade do transporte e acesso a locais mais restritos (ANDERS, 2007, p 62-63).

O enfoque deste trabalho será o fornecimento de **kits em sistema *Flat-Pack*** (grifo da autora), em razão de possuir as características de rápido atendimento e fornecimento, baixo custo, executável e adaptável, que são necessárias para uma situação de emergência.

Para os ATEs não existe uma normatização específica do sistema de construção, em razão disso, no quadro 1 são apresentados os critérios de Gibb e Isack (2003) que serão parâmetros de definição de sistemas ou materiais utilizados nos ATE, sendo conceituados conforme a NBR 15575 - Desempenho de Edificações Habitacionais, vigente desde 2013, e preocupada em melhorar a qualidade das habitações. A norma é composta por seis partes, na qual cada parte foi organizada por elementos da construção, percorrendo uma sequência de exigências relativas à segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e

acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental).

Sendo aplicada à edificações habitacionais com qualquer número de pavimentos, geminados ou isolados, construídas com qualquer tipo de tecnologia, trazendo em suas respectivas partes as ressalvas necessárias para edificações até 5 pavimentos. Além disso, enfatiza no desenvolvimento dos empreendimentos residenciais preocupações com a expectativa de vida útil, o desempenho, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção dessas edificações, inserindo o fator qualidade ao edifício entregue aos usuários.

Apesar de deste trabalho evidenciar a construção temporária e provisória de abrigos, os cuidados relativos a escolha e definição dos materiais empregados devem ser tão ou mais criteriosos, em virtude de sua montagem e desmontagem em locais diferenciados, e por tratar de pessoas que estão em situação de fragilidade emocional, o que poderia gerar um dano ainda maior, caso novamente as pessoas vivenciassem uma situação de risco, ainda em estado de calamidade.

Quadro 1 - Definição dos Critérios de Avaliação para Abrigos

CRITÉRIOS (GIBB e ISACK, 2003)	CONCEITO (NBR15575:2013)	INDICADOR DE VERIFICAÇÃO
SEGURANÇA	Condizente ao uso e operação do abrigo, a respeito da proteção contra fogo e pontos e bordas cortantes.	- Inflamabilidade - Risco ao Manuseio (Manuseabilidade)
PRODUTIVIDADE	Relação entre a produção e os fatores como: pessoas, máquinas, materiais e outros.	- Pessoas por m ² construído - Tempo de construção
QUALIDADE FINAL	Melhoria da qualidade do empreendimento, com uma análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas, em relação a adaptabilidade e exequibilidade.	- Durabilidade - Reutilização
EFICIÊNCIA	Remodelação ou atualização de sistemas para eficiência operacional e energética, objetivando a menor degradação ambiental, menor consumo de água, de energia e de matérias-primas.	- Rapidez de fornecimento - Possibilidade de geração de energia - Diminuição de resíduos - Organização do canteiro de obras - Materiais utilizados

Fonte: GIBB e ISACK (2003), NBR 15575 (2013), adaptado pela autora (2016)

O abrigo temporário deve oferecer segurança ao uso e operação dos usuários no quesito inflamabilidade, o que depende da qualidade do material utilizado, sua manuseabilidade sem oferecer riscos e estabilidade. A durabilidade enquanto utilizado e para reutilização, garantindo a qualidade do sistema em custo/benefício. A produtividade e eficiência estão relacionadas, pois tendo uma boa relação de produtos e pessoas em relação ao tempo de construção, é possível ter um sistema rápido de fornecimento e montagem, com uma distribuição otimizada, e com o mínimo possível de resíduos.

A relevância do quadro apresentado visa compreender a definição dos critérios de acordo com uma normativa vigente, apresentando indicadores para verificação para avaliar a viabilidade de construção e utilização de um abrigo que além de atender os critérios definidos por Gibb e Isack (2003) de diminuição do desperdício de recursos, produtividade, qualidade final do produto e eficiência, englobando a funcionalidade enquanto durabilidade, prazos, controle de qualidade e redução do impacto ambiental.

Desta forma, esses indicadores serão utilizados neste trabalho, para averiguar as características de abrigos existentes, em utilização e em projeto, como forma de validação e constatação da aplicabilidade dos indicadores, sendo posteriormente aplicado no estudo de caso.

2.2 ABRIGOS EMERGENCIAIS: ALGUMAS SOLUÇÕES PARA KITS

Cada abrigo temporário possui suas peculiaridades e características relevantes, e podem ser analisados também em relação aos critérios mencionados. Em razão disso é pertinente conhecer alguns modelos que são utilizados e outros apenas idealizados em projeto, como forma de comparação.

2.2.1 Lightweight Emergency Shelter

Projeto de origem americana (2007), concebido por um kit industrializado de poliéster reciclado e alumínio costurados (ver figura 1 e 2). Possui em torno de 30m².

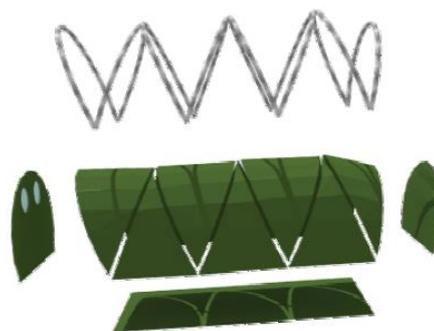
Sua técnica construtiva é de boa manuseabilidade apresentando rapidez na montagem, por ser um sistema expansível, ter baixo peso e montado em peça única. Reutilizável e com transporte facilitado por ser empilhável e dobrável.

Figura 1 - *Lightweight Emergency Shelter*



Fonte: Junqueira (2009,p 41)

Figura 2 – Elementos Construtivos



Fonte: Junqueira (2009,p 43)

Apesar do modelo de abrigo apresentar os materiais que fazem parte do sistema, e mencionar que sua montagem é realizada em peça única, não constam o detalhamento desta execução. Tampouco se apresenta esse kit industrializado desmontado, e nem como transporte é realizado, sendo de difícil análise a viabilidade deste projeto.

2.2.2 *House 4:10*

Abrigo de origem americana (s.d), possui característica modular, material principal o *Oriented Strand Board (OSB)*, tecido de vinil, perfis metálicos em 'C' (ver figura 3). O piso é constituído de *pallets* de madeira, que possui a capacidade de armazenar mesas e cadeiras dobráveis (ver figura 4). Para garantir um isolamento térmico e como estrutura de vedação, utilizou-se embalagens plásticas de amendoim nas duas paredes de extremidade. Cada unidade possui 4mx10m originalmente, e possui a capacidade de ser ampliado para famílias maiores. Seu tempo de montagem é de aproximadamente 5 horas.

Figura 3 - House 4:10



Fonte: Junqueira (2009,p 57)

Figura 4 - Interior da House 4:10



Fonte: Junqueira (2009,p 57)

De acordo com a autora da ideia do House 4:10, a proposta cita que o abrigo é desmontável e transportável, sendo considerados que os módulos encaixam-se em um caminhão do tipo munck, com guindaste. Porém, não foi retratado o quanto seriam as dimensões do material desmontado, o que dificulta um estudo mais aprofundado de logística para o fornecimento do kit.

2.2.3 *Uber Shelter*

De origem americana (2011), possui sua estrutura em perfis de aço e invólucro de plástico resistente – chapas de polipropileno ondulado. Esse abrigo pode ser dobrado e empilhado por meio de kits (figura 5), facilitando o transporte e viabilizando a sua reutilização. Sua montagem é possível utilizando poucas ferramentas devido a sua estrutura básica em sistemas de encaixes (figura 6).

Figura 5 - Kits embalados e montagem



Fonte: UBER SHELTER, 2016

Figura 6 - Uber Shelter montado



Fonte: UBER SHELTER, 2016

Como apresentado na figura 5, o Uber Shelter é disponibilizado no formato de kits de 2,4mx1,2mx0,76m, em 3 partes, podendo ser constituídos por 2 andares, sendo 3 estruturas de cômodos.

2.2.4 *Reaction Housing System - EXO*

Também de origem americana (2005), chamada de unidade EXO é um abrigo pré-fabricado, com conceito de módulo (figura 8), empilhável, mas não dobrável, sendo transportado por caminhão ou trem (figura 7). Sua montagem é realizada por duas pessoas e pode abrigar até quatro. Uma das suas características é ser reutilizável e parcialmente desmontável.

Figura 7 - Unidade EXO em transporte



Fonte: REACTIONINC, 2016

Figura 8 - Unidade EXO



Fonte: REACTIONINC, 2016

Uma das preocupações dos fabricantes desse abrigo é justamente facilitar o transporte e a implantação nos locais atingidos. Como pode ser visto na figura 7, eles podem ser encaixados um no outro para a locomoção, e separado em duas partes principais, sendo fixados nos caminhões e podem ser transportados seis unidades de cada vez.

2.3 ANÁLISE COMO APLICAÇÕES CORRELATAS

Todos os abrigos analisados possuem uma boa velocidade de construção, quando analisadas as imagens, entretanto não se sabe com exatidão o tempo de montagem. Apenas um dos fabricantes menciona a quantidade de pessoas necessárias para a consolidação, mesmo sendo sistemas exequíveis e montáveis, a quantidade de pessoas à execução é essencial para melhorar o planejamento da execução em casos emergenciais, além de aumentar a eficiência na montagem dos abrigos.

Dos abrigos apresentados, apenas um não pode ser reutilizado em sua forma plena, porém não é fornecida a informação de quantas vezes os demais poderão ser utilizados e nem por quanto tempo, o que deve ser considerado e avaliado, em se tratando de situações de emergência onde a relação custo/benefício e a quantidade de reutilizações com durabilidade, poderão definir a escolha do modelo.

Quadro 2 - Comparativo de critérios dos abrigos das aplicações correlatas

Critérios (GIBB e ISACK, 2003)	Abrigos			
	<i>Lighweight Emergency Shelter</i>	<i>4:10 House</i>	<i>Uber Shelter</i>	<i>Reaction Housing System</i>
Segurança	Baixa Inflamabilidade e baixo risco de acidentes	Média inflamabilidade e médio risco de acidentes	Baixa inflamabilidade e baixo risco de acidentes	Baixa inflamabilidade e baixo risco de acidentes
Produtividade	Construção em menos de um dia ¹	Construção em menos de um dia ¹	Construção em menos de um dia ¹	Construção em menos de um dia, podendo ser feita por 2 pessoas.
Qualidade Final	Reutilizável ²	Informação não encontrada	Reutilizável ²	Reutilizável ²
Eficiência	Possui facilidade no fornecimento e transporte, não possui geração de resíduos, boa organização no canteiro de obras pois são em forma de kits, e feito de materiais duráveis e recicláveis.	Necessário uma mão de obra especializada para montagem, possui elementos de aquecimento solar se necessário, pouca geração de resíduos, materiais para a construção de fácil acesso.	Rápido fornecimento, não oferece geração de resíduos, boa organização no canteiro de obras devido ser em forma de kits, e feito de materiais recicláveis e duráveis.	Rápido fornecimento, fornecedores portáteis de energia, não oferece geração e resíduos, boa organização no canteiro de obras, materiais recicláveis e duráveis.

NOTA:

¹ número de pessoas indefinido pelo projetista ou fabricante, tempo estimado pela autora.

² quantidade de vezes e tempo não são informados pelo projetista ou fabricante.

Fonte: JUNQUEIRA (2009), UBER SHELTER (2016), REACTIONIC (2016), adaptado pela autora (2016)

Quando trata-se de eficiência todos apresentam resultados satisfatórios, sendo que os requisitos necessários como rápido fornecimento, possibilidade de geração de energia, diminuição de resíduos, organização do canteiro de obras e materiais utilizados, vão depender da situação de emergência em questão, e do responsável pela obtenção dos abrigos, pois nem sempre todos os requisitos serão necessários nas situações.

Quanto as ferramentas, materiais utilizados e caminho crítico de cada abrigo, são itens essenciais para o planejamento da execução dos projetos, apesar de não serem características da estrutura construtiva do abrigo para viabilizar a construção dependendo do modelo proposto. Entretanto, os projetistas e fabricantes nem sempre fornecem essas informações, o que pode atrasar o tempo em obra e os prazos de conclusão do abrigo. Sendo assim, falar de ATE sem mencionar o seu sistema construtivo é impraticável.

Vale lembrar que a escolha do abrigo vai depender diretamente dos órgãos governamentais, estaduais ou municipais envolvidos para a alocação dos desabrigados e desalojados, pois dependendo do critério principal da escolha, o tipo de abrigo necessário muda. No caso de Joinville-SC, por exemplo, como a cidade apresenta um clima subtropical, no verão as insolações dos raios UV são altas e no inverno a incidência de raios solares continua sendo alta, porém, com temperaturas muito inferiores do que no verão. Para os dois extremos de estações, como típico da região, a pluviometria é elevada, o que seria necessário então, um material de revestimento do abrigo que protegesse do sol e da chuva constante e intensa em momentos sazonais.

3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

O capítulo abordará o conceito de sistemas construtivos e suas características, principalmente referente aos diferentes métodos existentes no Brasil.

3.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Para Tacla (1984), um sistema construtivo pode ser definido como um conjunto de regras práticas, com o uso adequado e coordenado de materiais e mão-de-obra que integram-se, cada um cumprindo sua função para construir espaços programados. Para que novas técnicas sejam possíveis, é relevante que haja um sistema de produção concomitante a um conjunto de processos capaz de consolidar o produto final, onde cada sistema é responsável por um conjunto de requisitos e critérios, mantendo um modo de organização, assim como sejam respeitados os critérios de estabilidade, leis e normas.

Segundo Salgado (1996), a partir da década de 60, novas tecnologias construtivas começaram a aparecer no mercado, a fim de aumentar a produtividade dos canteiros de obra:

Pré-moldados/pré-fabricados e blocos: quando pilares, vigas de amarração e outros elementos de sustentação são moldados fora do local definitivo da edificação, e o fechamento é em alvenaria de blocos ou tijolos (SALGADO, 1996, p 53).

Blocos 'inteligentes': esse termo refere-se aos blocos de encaixe (em dois ou quatro lados), produzidos em material cerâmico ou concreto, que dispensam o uso de argamassa de rejuntamento (SALGADO, 1996, p 53).

Painéis pré-fabricados/pré-moldados: são confeccionados em usinas próprias e depois transportados prontos para o local definitivo para a montagem da edificação (SALGADO, 1996, p 54).

Painéis moldados in loco: as formas para confecção dos elementos construtivos são fixadas no local definitivo da edificação (SALGADO, 1996, p 54).

Estrutura metálica e painéis ou blocos: combinam utilização do aço estrutural com o fechamento em blocos ou painéis (SALGADO, 1996, p 54).

Relembrando os critérios de Gibb e Isack (2003) apresentados no capítulo 2, diminuição no desperdício de recursos, aumento da segurança, produtividade, qualidade final do produto entregue e eficiência. O método construtivo que se adequa ao objeto de estudo proposto no trabalho é o de **pré-fabricados** (grifo da autora), devido ao formato de kits em sistema *flat-pack*.

Krutzmann (2015) aborda que quando os processos construtivos são retirados do canteiro de obra e realocado para um local adequado e coberto, com trabalhadores qualificados e com processos otimizados, melhora-se a produtividade em razão de uma melhor eficiência na execução dos serviços. Além disso, a pré-fabricação faz com que os trabalhadores realizem as tarefas com maior precisão dimensional e padronização, melhorando a qualidade final do produto.

Anders (2007), define o fornecimento de kits em sistema *flat-pack*, entretanto, não apresenta uma definição clara para os requisitos de implantação desse sistema construtivo, ou seja, não existem critérios específicos de avaliação técnica destes sistemas. Sendo assim, é necessário justificá-los dentro das normas da engenharia. Para isso, a ISO 6241 - Avaliação do Desempenho de Edificações apresenta princípios, sendo praticamente os mesmos critérios de avaliação e objetivos de desempenho, que da NBR 15575.

A ISO determina quatorze itens como sendo os requisitos do usuário com relação à edificação, mas para Salgado (1996), oito entre eles são os principais, e são retratados no Quadro 3, mas ainda sem as definições, desta forma a conceituação é realizada conforme a NBR15575, propiciando assim, um sistema de normatização específico para abrigos, que atenda a parâmetros construtivos normatizados e aplicados no cotidiano.

Quadro 3 - Conceituação de requisitos para implantação de um sistema construtivo

REQUISITOS (ISO 6241)	CONCEITOS (ABNT 15575)
Segurança Estrutural	Refere-se à estabilidade do sistema construtivo proposto e à sua capacidade de resistir às cargas previstas para sua utilização, sem atingir, o ‘estado limite último’, correspondendo à ruína do elemento ou parte dele, nem comprometer sua durabilidade.
Segurança ao Fogo	Este requisito está relacionado não apenas ao controle do risco de início de incêndio, em decorrência dos equipamentos existentes (que podem ser fontes acidentais de fogo) como também à reação ao fogo dos materiais constituintes da edificação (formação de fumaça e/ou geração de gases tóxicos).
Estanqueidade	Relacionadas à estanqueidade à água, ao ar, às poeiras, materiais sólidos, insetos e animais nocivos de pequeno porte. A estanqueidade à água tem sido a principal preocupação nos estudos voltados à definição dos critérios de avaliação.
Economia	Na definição do custo global da edificação, deve-se considerar o custo de produção e os custos de manutenção. Alguns autores (SOUZA) incluem na lista das exigências de economia os custos de operação do edifício – custos relativos ao consumo de água, energia elétrica, etc. Nesse sentido, além da acessibilidade ao custo inicial, ressalta-se que os custos de manutenção e reposição devem ser pouco onerosos e convenientemente espaçados no tempo, assim como os custos de operação devem ser os menores possíveis, obviamente estando garantida a satisfação das demais exigências do usuário.
Conforto Higrotérmico	As exigências de conforto Higrotérmico visam a limitar as sensações desagradáveis provocadas pela perda excessiva de calor pelo corpo, pela desigualdade de temperatura entre as diversas partes do corpo, pela dificuldade de eliminar o calor produzido pelo organismo e pela presença de superfícies frias e/ou molhadas.
Conforto Acústico	Refere-se à compatibilidade do nível sonoro com as atividades a serem desenvolvidas no interior da edificação, ao ruído de impacto e de equipamentos no interior e exterior da edificação além da exigência de sonoridade (que se exprime no tempo de reverberação nos compartimentos) e de intimidade.
Durabilidade	A exigência básica do usuário quanto à durabilidade é a conservação do desempenho do edifício ao longo de sua vida útil, de forma que todas as exigências para ele inicialmente fixadas continuem sendo satisfeitas durante o período previsto para sua utilização, estando o edifício em condições normais de uso e submetido aos serviços normais de manutenção e reposição
Adaptação à utilização	Este requisito refere-se à possibilidade de alterar o layout interno e/ou externo da edificação, adequando os recintos as necessidades dos usuários e possibilitando a instalação dos equipamentos necessários ao pleno desenvolvimento das atividades a serem realizadas no interior da edificação.

Fonte: ISO 6241 (2012), NBR 15575 (2013), SALGADO, 1996, adaptado pela autora (2016)

O quadro apresenta a conceituação dos requisitos necessários para implantação de um sistema construtivo em um abrigo temporário, requisitos que são imprescindíveis para a aplicabilidade, execução e uso. Com essas definições, é

possível identificar quais seriam as características que um abrigo precisa apresentar para adequar-se as normas de construção.

Desta forma, é possível observar que existe uma compatibilização entre o Quadro 1 e o Quadro 3, pois todos os requisitos do sistema construtivo exigidos pela ISO 6241 são atendidos nos critérios de Gibb e Isack (2003) e conceituados pela NBR 15575 (2013), como apresentado no quadro abaixo.

Quadro 4 - Compatibilização entre critérios e requisitos

CRITÉRIOS GIBB e ISACK, 2003	REQUISITOS ISO 6241
Segurança	Segurança Estrutural Segurança ao Fogo
Produtividade	Economia
Qualidade Final	Estanqueidade Conforto Higrotérmico Conforto Acústico Durabilidade Adaptação à utilização
Eficiência	Economia

Fonte: ISO 6241 (2012), NBR 15575 (2013), SALGADO, 1996, adaptado pela autora (2016)

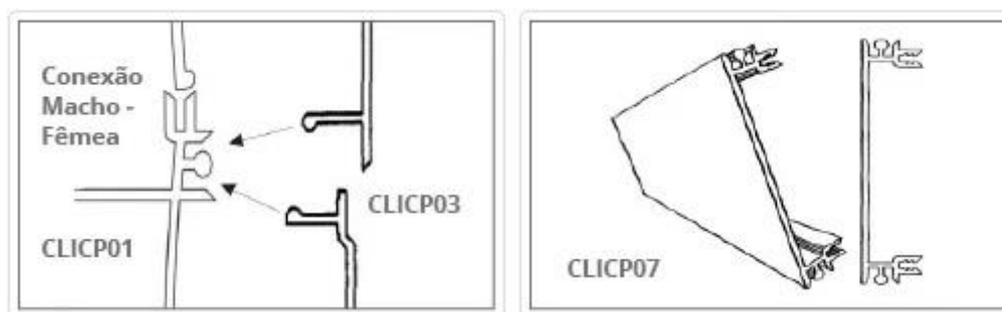
Com o quadro é possível observar que os requisitos de implantação de um sistema construtivo, estão inclusos nos critérios de Gibb e Isack (2003), quando se trata de método de avaliação para abrigos. Entretanto, nem todos os requisitos mencionados pela ISO 6241 são obrigatórios ou essenciais para um ATE, em virtude de seu caráter temporário.

3.2 MODELO PARA APLICAÇÃO: BOXCLIC

Por meio de pesquisas no segmento de sistemas construtivos, encontrou-se uma solução existente no mercado para situações de emergência. O sistema construtivo é patenteado pela empresa GoClic, instalada em Garopaba - SC. A configuração empregada nesse tipo de construção é de um modelo modular, em que os critérios de Gibb e Isack (2003) são aplicáveis ao sistema de construção.

A tecnologia utilizada por essa empresa conta com mecanismo *Clic-System* (figura 9), no qual os perfis de PVC se encaixam através de conexões do tipo macho e fêmea, por empilhamento (figura 10), formando paredes estruturadas em colunas metálicas galvanizadas, que são responsáveis por sustentar as paredes e cobertura. Abaixo é possível visualizar o mecanismo adotado (GOCLIC, 2016)

Figura 9 - Sistema de encaixe “Click System” utilizado pela empresa Goclic



Fonte: GOCLIC 2016, adaptado pela autora (2016)

Figura 10 - Esquema de montagem e empilhamento das paredes

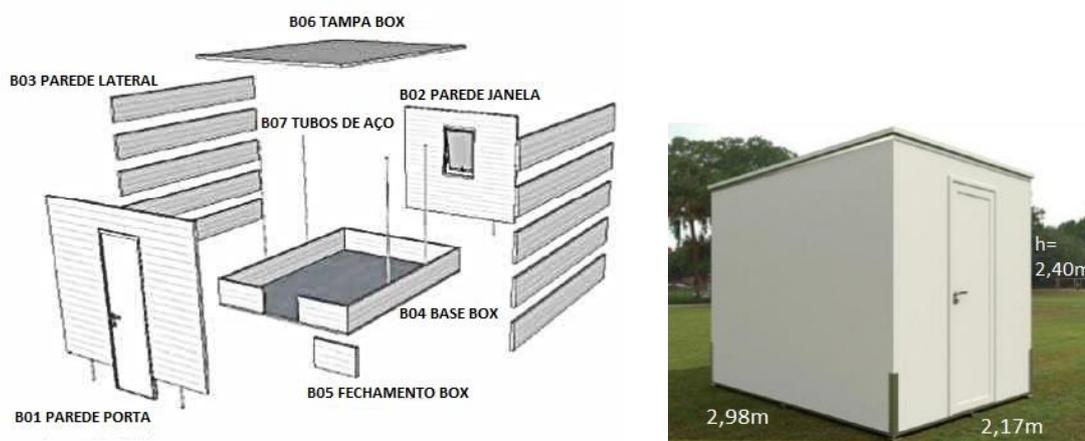


Fonte: GOCLIC 2016, adaptado pela autora (2016)

Na face exterior da construção desse sistema encaixa-se uma proteção à intempéries. As paredes são constituídas por câmaras ocas que permitem passagem de instalações elétricas e hidráulicas, além de permitir a rigidez da estrutura. Para o modelo BOXCLIC, as placas necessárias para montar o módulo estão prontas, com os perfis metálicos devidamente encaixados em posições estratégicas, para quando necessário, somente retirar a peça do kit e montar.

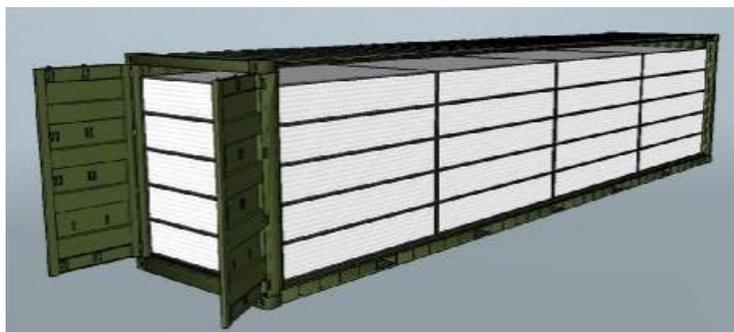
Desta forma, a figura 11 é representado o sistema de montagem, suas peças componentes do kit e as dimensão de como fica a disposição do módulo na forma de kit montado, assim como o disposto dentro de um caminhão container, mostrado na figura 12. As informações que exibidas foram gentilmente cedidas pela empresa, a fim de contribuir para a evolução do estudo, sendo possível identificar os elementos do sistema construtivo: piso, infraestrutura, estrutura, fechamento e cobertura.

Figura 11 - Elementos Construtivos e montagem do Módulo BOXCLIC



Fonte: GOCLIC 2016, adaptado pela autora (2016)

Figura 12 - Módulos BOXCLIC acomodados em um caminhão container 40 HC



Fonte: BOXCLIC 2016, adaptado pela autora (2016)

Assim, é fornecida também a capacidade de módulos BOXCLIC acomodados em um caminhão container 40 HC, contabilizando 20 unidades. Cada módulo BOXCLIC possui a capacidade de abrigar 2 pessoas, além de já possuir em seus elementos, fiação da rede elétrica e tubulação da rede hidráulica.

Tabela 2 - Quantitativo dos Materiais pertencentes a uma unidade BOXCLIC

QUANTITATIVO DOS MATERIAIS – BOX CLIC			
CÓDIGO	PEÇA	QUANT	DIMENSÃO (profundidade x largura x altura)
B01	Parede Porta	1 peça	Parede:(0,045x2,17x2,40)m – Porta:(0,60x2,10)m
B02	Parede Janela	1 peça	Parede:(0,045x2,17x2,40)m – Janela:(1,10x0,60x1,00)m ¹
B03	Parede Lateral	10 peças	(0,045x2,98x0,40)m / Medida Total: (0,045x2,98x2,40)m
B04	Base Box	1 peça	(2,98x2,17x0,40)m ²
B05	Fechamento Box	1 peça	(0,045x0,060x0,40)m
B06	Tampa Box	1 peça	(2,98x2,17x0,05)m ²
B07	Tubo de Aço Galvanizado	4 peças	1x1/2x1,95mm, 2,40m altura. Cama de aço: (0,60x1,80)m – largura e comprimento

Notas:

¹ dimensões: peitoril x largura x altura

² dimensões: comprimento x largura x altura

Fonte: GOCLIC 2016, adaptado pela autora (2016)

O preço de venda de cada módulo emergencial é de R\$ 15.000,00, para 6,47 m², no entanto, levando em consideração os materiais utilizados na estrutura, e por possuir instalações internas de acomodação para dormir, o custo-benefício é interessante, pois o sistema permite a reutilização de seus elementos.

3.3 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Em um sistema construtivo são definidos conjuntos de elementos sendo composto por infraestrutura, piso, estrutura, fechamento e cobertura; apresentando características construtivas próprias, dependendo dos materiais que serão escolhidos para a composição. Para a construção devem ser definidos fatores econômicos, além da segurança, durabilidade e manutenção (Almeida, 2006).

3.3.1 Infraestrutura

Primeira parte do sistema, constituindo a sustentação da estrutura, também chamada de estrutura de superfície, responsáveis por suportar e transmitir cargas ao terreno. Deve também dar suporte a ação dos ventos e cargas adicionais.

Quando aplicado o conceito a um ATE, percebe-se que em virtude das pequenas dimensões, baixo peso se comparada a uma construção de alvenaria convencional, os esforços aplicados à estrutura serão pequenos.

Algumas alternativas de materiais aplicados em ATE, segundo Branco (2011) são os pallets de madeira, plástico e aço. Conforme as soluções apresentadas no sub capítulo 2.2 deste trabalho, podem ser citados os pallets de madeira e sapatas metálicas reguláveis.

Sendo a relação para os critérios técnicos do índice de inflamabilidade dos materiais é Aço>Plástico>Madeira (BONITESE,2007; TÉCHNE,2014; PINTO E JUNIOR, 2011). Por ordem de segurança, considera-se o primeiro o melhor, aplica-se esta sequencia para os índices de Manuseabilidade, Durabilidade e Reutilização.

3.3.2 Piso

Esta estrutura localiza-se imediatamente acima da infraestrutura, auxiliando no acabamento e ao mesmo tempo oferece conforto aos usuários. Como o ATE exige segurança, praticidade e reutilização, o material a ser utilizado deve apresentar boa resistência a inflamabilidade, manuseabilidade, de natureza durável e reutilizáveis. Alguns modelos de mercado, que atendem a estas características, são em sua maioria de PVC (Policloreto de Polivinila) e madeira plástica. Dentre as soluções apresentadas no sub capítulo 2.2 deste trabalho, podem ser citados pallets, compensado de madeira e materiais recicláveis laminados.

3.3.3 Estrutura

Estrutura é o conjunto de elementos que se interagem de maneira a resistir aos esforços originados pelas ações das cargas funcionais –sobrecargas, cargas permanentes - peso próprio, revestimentos e cargas acidentais como: vento, efeitos de temperatura, retração e recalque de fundação (Almeida, 2006). As estruturas em madeira, aço, metálicas e concreto armado são as mais utilizadas. De acordo com a empresa Ecopex, pode-se ter estruturas em madeira plástica ecológica, de PVC, de madeira ecológica WPC, constituída de 70% madeira reciclada e 30% de plástico reciclado, todos aplicáveis ao ATE, assim como placas OSB, perfis metálicos em C, perfis em aço e alumínio, materiais recicláveis laminados e PVC, exemplificado por meio das soluções apresentadas no sub capítulo 2.2 deste trabalho.

3.3.4 Fechamento

Esta etapa possui função de proteção da estrutura e também de adorno, sendo responsável por cobrir superfícies, sejam elas quais forem suas texturas e camadas, sendo aplicados diferentes materiais, porém, mantendo a uniformidade da espessura, de acordo com Dos Santos (1998). Esses materiais possuem características de baixa inflamabilidade e manuseabilidade, em sua maioria possuem alta durabilidade, podendo ser reutilizáveis. Algumas soluções

apresentadas no sub capítulo 2.2 deste trabalho são chapas de polipropileno ondulado, tecido de poliéster reciclado e tecido vinílico.

3.3.5 Cobertura

Parte do sistema responsável por receber toda a carga vertical externa e distribuir para a estrutura, funcionando também como proteção dos elementos externos, como visto no sub capítulo 2.2 deste trabalho, podem ser utilizados tecido vinílico, perfis metálicos em C e chapas de polipropileno ondulado.

Mediante o exposto, foram retratados os diferentes elementos construtivos que fazem parte de um ATE, no qual cada um cumpre sua função dentro do sistema, sendo apresentadas suas definições, características e peculiaridades, e alguns materiais que podem ser utilizados para construção. Portanto, será apresentado no próximo capítulo um estudo de caso de implantação do abrigo emergencial proposto pelas estudantes do Centro Universitário Católica de Santa Catarina.

4 ESTUDO DE CASO: ABRIGO EMERGENCIAL PARA JOINVILLE - AEJ

O estudo de caso utilizado é o projeto arquitetônico desenvolvido por alunas do Centro Universitário Católica de Santa Catarina de Joinville, Katúcia Fontana Alano e Jaqueline Barcelo Tomaz, orientadas pelas professoras Leticia C. K. Kunow e Renata F. Goettems. O projeto foi vencedor do concurso nacional Desenhe o Futuro, promovido pela *Educational Technology Consulting Brasil* (ETC Brasil) e a *Autodesk*, empresa de software e conteúdo digital em 2015.

4.1 DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS PROJETUAIS

As estudantes apresentaram a proposta de um abrigo emergencial para Joinville (AEJ), no qual o modelo se adapta em uma vaga de estacionamento de 2,4mx5m, havendo a possibilidade de ampliação de um quarto, na vaga adjacente. Em seu projeto, o local escolhido para aplicação foi o estacionamento adjacente ao bloco de ensino do seu Centro Universitário (ECU). A vantagem da escolha do local se deve pela amplitude e por proporcionar replicação da instalação do abrigos. Esta solução, deveria ser considerada como uma alternativa de implantação para situações emergenciais futuras em diversos contextos, uma vez que esses pátios são geralmente encontrados em todas as regiões das cidades.

O projeto proposto por Alano e Tomaz (2015), atende o conceito de modulação, que pode ser definido como uma medida adotada que regula a proporção de diversas partes de uma construção, de modo que diferentes elementos resultem em um todo harmônico. Segundo as autoras do projeto, o conceito aplicado, garante simplicidade na montagem, racionaliza o planejamento da execução, proporciona maior produtividade da mão de obra e contribui com a produção em série. As propostas abrangem duas soluções de construção: o módulo base (figura 9 e 11), que conta com área de 12 m² e com capacidade de abrigar 3 pessoas, e o módulo base com ampliação (figura 10 e 12), com 21,12 m², e possui a capacidade de abrigar até 6 pessoas.

A proposição do projeto são conceitos alinhados no sistema flat-pack, ou seja, uma montagem otimizada e padronizada, em razão da modulação, o que torna possível a montagem de kits pré-fabricados, para fornecimento e posterior utilização.

Figura 13 - Módulo Base



Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Figura 15 - Vista interna módulo base



Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Figura 14 - Módulo Base com Ampliação



Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Figura 16 - Vista interna módulo com ampliação



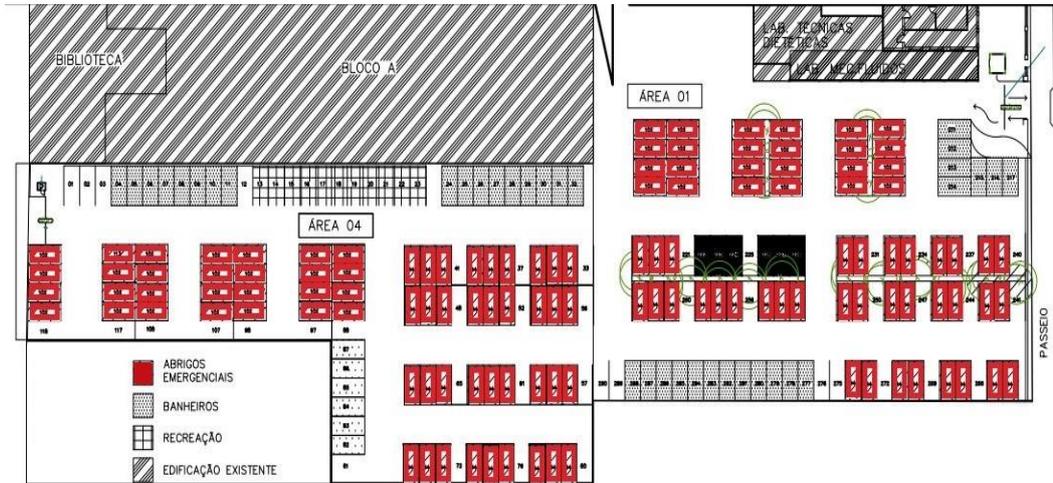
Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

De acordo com as imagens apresentadas, é possível analisar alguns aspectos em relação os elementos construtivos: a dupla camada de pallets que existe, pode dizer que exerce função de uma fundação, que neste caso se aproxima mais de um sistema de radier, ou seja, uma fundação rasa, com característica de laje contínua e rígida, onde a construção se apoia em toda a sua área. Os pallets também mantêm um distanciamento do chão, minimizando os efeitos de infiltrações, insetos e sujeira. A estrutura do abrigo é constituída em *wood frame* (não visível nas figuras), responsável pela estrutura interna que sustenta o abrigo e pelo sistema de cobertura. Possui revestimento interno em compensado naval e um revestimento externo em placas de PVC. A parte frontal do módulo (entrada), lateral onde se encontram as janelas e as aberturas laterais em formato de triângulo, são responsáveis por permitir a entrada de iluminação natural dentro do abrigo. Além dessas características é possível observar como foi disposto o mobiliário interno.

A proposta das unidades habitacionais (ver anexo 1) contam com um kit de placas para fechamento. A construção do módulo base é simplificada por 5 arcos agrupados, cada um deles composto por 3 placas estruturais já montadas e prontas para encaixe. A estruturação delas é similar ao *wood frame*, mas com revestimento interno em compensado naval e o externo em PVC. Tal material foi escolhido pela impermeabilidade e pelo baixo peso específico, o que alivia as cargas da estrutura. O encaixe macho-fêmea é vedado por perfil T, também em PVC, e as placas são imobilizadas através de parafusos borboleta, além de travadas na superfície (ALANO e THOMAZ, 2015).

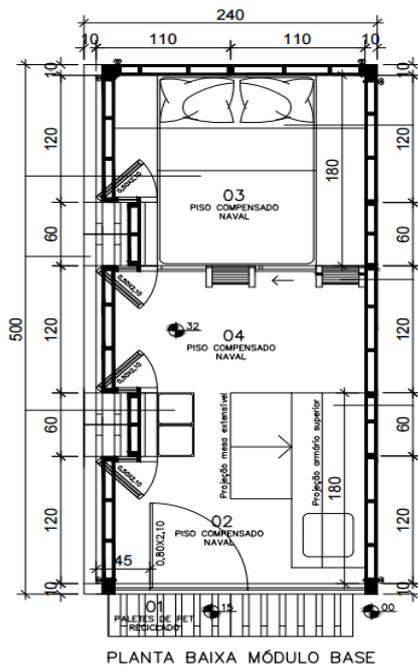
Para compreender como os abrigos foram distribuídos no estacionamento (ver figura 13), as autoras identificaram que o espaço conta com um total de 290 vagas disponíveis, onde 124 são reservadas para os abrigos e as restantes foram divididas para banheiros e recreação. Para uma capacidade máxima de módulos base com ampliação, seria necessário dispor 54 unidades, mais 16 módulos base, totalizando em 372 pessoas alocadas. Considerando que o Módulo Base comporta uma família de 3 pessoas, e o Módulo Base mais Ampliação, uma família de até 6 pessoas, totalizaria então, 70 famílias. Considerado também a implantação de apenas módulos base, seriam um total 124 abrigos, com um total novamente de 372 pessoas, e 124 famílias. Nas figuras 18 e 19 é possível observar a planta dos módulos distribuídas no estacionamento.

Figura 17 - Estacionamento adjacente ao bloco de ensino do Centro Universitário



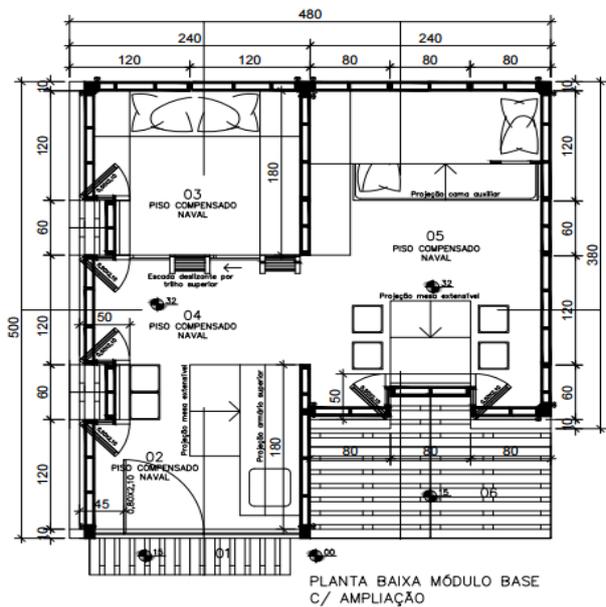
Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Figura 18 - Planta do Módulo base



Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Figura 19 - Planta do Módulo com Ampliação



Fonte: ALANO e TOMAZ, 2015

Com a proposta de detalhar o estudo do abrigo, a estrutura dos módulos foi dividida em três partes principais: Infraestrutura, Fechamento e Estrutura. O sistema

de cobertura é excluído da análise, em razão de ser projetada como sendo parte da estrutura. Os materiais escolhidos pelas autoras do projeto são apresentados conforme a divisão no quadro 5.

Quadro 5 - Materiais selecionados pelas autoras do AEJ

SISTEMA	MATERIAL	DIMENSÃO DO FABRICANTE(m)
INFRAESTRUTURA	<i>Pallets</i> de PET reciclado	0,15x1,00x1,20
	Compensado Naval	0,025x1,20x2,20
FECHAMENTO	Placas PVC	0,60x0,008
	Compensado Naval	0,018x1,20x2,20
	Placa de Policarbonato Compacto	0,006x0,012
ESTRUTURA	Viga Madeira Plástica para travamento e estruturação de esquadrias	0,090x0,090 e 0,040x0,080
	Estruturas internas de parede (wood frame)	0,030x0,067
	Parafusos passante com porca borboleta	340 inox unc
COBERTURA	Em razão do tipo de montagem, a cobertura faz parte da estrutura.	

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pela autora (2016).

4.2 ANÁLISE DE PREÇO DOS MATERIAIS PARA EXECUÇÃO

Por meio da tabela 3 é possível verificar os quantitativos de áreas e materiais necessários para a construção do Módulo Base e do Módulo com Ampliação, contabilizados pela avaliação direta do projeto, com auxílio do software AutoCAD.

Tabela 3 - Quantitativo dos materiais utilizados para o AEJ

ITEM	TIPO DE MATERIAL	UNIDADE	MÓDULO BASE	AMPLIAÇÃO	MÓDULO BASE + AMPLIAÇÃO	
1. INFRAESTRUTURA						
1.1	Fundação	Pallets PET reciclado	un	20	18	38
2.2	Piso	Piso Compensado Naval	m ²	11,44	8,36	19,80
2. FECHAMENTO						
2.1	Fechamento Externo	Placas de PVC	m ²	42,14	32,54	74,68
		Placa de Policarbonato	m ²	6,45	0,84	7,29

			Compacto				
	2.2	Fechamento Interno	Compensado Naval	m ²	40,45	31,67	72,12
3. ESTRUTURA							
	3.1	Viga	Madeira Plástica para travamento	m	11,96	7,05	19,01
	3.2	Esquadrias	Madeira Plástica nas esquadrias	m	34,85	9,92	44,77
	3.3	Estrutura interna de parede	Wood frame	m	42,14	32,54	74,64
	3.4	Fixação da estrutura	Parafuso passante c/ Porca Borboleta	un	26	18	44

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pelo autor (2016).

Para constatar as quantidades de materiais, o valor encontrado na tabela 2 foi dividido pela metragem linear ou em metro quadrado (m²) dos materiais selecionados pelas autoras do projeto, encontrando a quantidade necessária de cada insumo para a construção dos dois modelos do AEJ, como pode ser apreciado a tabela 4.

Tabela 4 - Quantitativo dos materiais utilizados para o AEJ

ITEM	TIPO DE MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE DE MATERIAL				
			MÓDULO BASE	AMPLIAÇÃO	MÓD BASE + AMP		
1. INFRAESTRUTURA							
	1.1	Fundação	Pallets PET reciclado (PLÁSTICO)	un	20	18	38
	2.2	Piso	Piso Compensado Naval (25mm)	m ²	3,25	2,38	5,63
2. FECHAMENTO							
	2.1	Fechamento Externo	Placas de PVC	m ²	14,14	10,92	25,06
			Placa de Policarbonato Compacto	m ²	1,08	0,14	1,22
	2.2	Fechamento Interno	Compensado Naval (18mm)	m ²	11,49	9,00	20,49
3. ESTRUTURA							
	3.1	Viga	Madeira Plástica para travamento	m	-	-	-
	3.2	Esquadrias	Madeira Plástica nas esquadrias	m	-	-	-
	3.3	Estrutura interna de parede	Wood frame	m	-	-	-
	3.4	Fixação da estrutura	Parafuso passante c/ Porca Borboleta	*	-	-	-

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pelo autor (2016).

A tabela mostra a quantidade de insumos necessários, de acordo com os materiais selecionados. É possível constatar, pelos números fracionados, que existem perdas em cada subitem, que, quando totalizados a uma grande quantidade de módulos, somaria um valor significativo de perda de material. Como a maioria dos fornecedores possuem padronizações de venda, é difícil a solicitação para confeccionarem medidas especiais e exatas, sem que haja um aumento no valor cobrado devido a exclusividade de fabricação. O interessante nesse caso, é viabilizar o projeto conforme as medidas padronizadas, sendo assim, são necessárias algumas alterações de projeto para evitar o desperdício de materiais e aumento de custos, com o intuito de também melhorar a otimização da construção.

Para a composição da tabela 5, a maioria dos valores dos insumos foram pesquisados em fornecedores instalados na cidade de Joinville, para facilitar a logística de entrega e montagem dos kits e reduzir os custos com transporte dos materiais. Por meio de contatos via telefone, solicitações de orçamentos via e-mail a diversas empresas e fornecedores, onde nem todos responderam, conseguiu-se muitos dos valores, optando em todos os itens, pelo menor preço, a fim de reduzir ao máximo os custos dos materiais. Esta coleta de informações foi realizada no período de maio e junho de 2016.

Tabela 5 - Custo dos materiais utilizados para o AEJ

ITEM	TIPO DE MATERIAL	CUSTO DO MATERIAL					
		Custo Unitário	MÓDULO BASE	AMPLIAÇÃO	MÓD BASE + AMP		
1. INFRAESTRUTURA							
1.1	Fundação	Pallets PET reciclado (PLÁSTICO)	150,00	3000,00	2700,00	5700,00	
2.2	Piso	Piso Compensado Naval (25mm)	189,00	614,25	448,8	1063,13	
2. FECHAMENTO							
3.1	Fechamento Externo	Placas de PVC	274,00	11546,36	8915,96	20462,32	
		Placa de Policarbonato Compacto	1900,00	2042,50	266,00	2308,50	
3.2	Fechamento Interno	Compensado Naval (18mm)	135,00	1551,35	1214,62	2765,97	
3. ESTRUTURA							
3.1	Viga	Madeira Plástica para travamento	25,39	303,66	179,00	482,66	
3.2	Esquadrias	Madeira Plástica nas esquadrias	22,60	787,61	224,19	1011,80	

3.3	Estrutura interna de parede	Wood frame	97,61	4113,29	3176,23	7289,51
3.4	Fixação da estrutura	Parafuso passante c/ Porca Borboleta	11,50	299,00	207,00	506,00
TOTAIS			24.258,02	17.331,87	41.589,89	

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pelo autor (2016).

Conforme exposto acima, os valores encontrados para o Módulo Base foi R\$ 24.258,02 e para o Módulo Base mais Ampliação de R\$ 41.589,89. Os valores calculados são apenas dos materiais necessários para a construção de uma unidade de cada, sem incluir nesse preço, os custos adicionais de transporte, benefícios e despesas indiretas (BDI), impostos, mão de obra para montagem, entre outros.

Como mencionado anteriormente, existem duas situações de implantação dos módulos no estacionamento, nomeadas aqui de: situação 1 (com apenas módulos base) e a situação 2 (com módulos base e módulos base com ampliação). Com os custos definidos na tabela 5, apresenta-se o valor total dos módulos para cada uma destas situações, apresentado na tabela 6 (abaixo).

Tabela 6 - Análise das situações para implantação dos módulos no estacionamento do Centro Universitário Católica de Santa Catarina de Joinville

	Capac. (pessoas)	Valor Unitário (R\$)	SITUAÇÃO 1			SITUAÇÃO 2		
			Quant. (mód)	TOTAL (R\$)	Total (pessoas)	Quant. (mód)	TOTAL (R\$)	Total (pessoas)
MÓDULO BASE	3	24.258,02	124	3.007.994,38	372	16	388.128,307	48
MÓDULO BASE + AMPLIAÇÃO	6	41.589,89	-	-	-	54	2.245.854,147	324
TOTAIS			124	3.007.994,38	372	70	2.633.982,45	372
FAMÍLIAS					124			70

Fonte: Autora, 2016

Assim, observa-se que as duas situações apresentadas resultaram a mesma quantidade de pessoas, no entanto, a situação 2 apontou um custo de aproximadamente R\$ 375 mil a menos que a situação 1. Com a diretriz da pesquisa para a opção econômica, essa seria a situação mais apropriada para alocação de famílias no estacionamento.

Para exemplificar uma estimativa de quantos módulos seriam necessários para atender uma emergência, recorreu-se aos dados da Defesa Civil de Santa Catarina do último desastre registrado no estado: um tornado na cidade de Xanxerê, com 539 desabrigados e 4275 desalojados, resultando em um total de 4814 afetados. Pressupondo que fossem 1204 famílias e se fossem fornecidos apenas os módulos base, seriam necessários 1605 unidades totalizando aproximadamente R\$ 39 milhões. Com a opção de apenas módulos base com ampliação seriam 803 unidades, totalizando aproximadamente R\$34 milhões, acredita-se que seja um valor alto para um investimento inicial.

Para conseguir mensurar e avaliar se o valor envolvido é de fato alto, será adotado um fator de comparação entre unidades habitacionais construídas de modo permanente no Estado e região. Para isso, verificou-se os valores do Custo Unitário Básico (CUB) utilizado como indicador de custos orientativos da construção civil; do Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon) do Paraná e de Santa Catarina, referentes ao mês de Março de 2016 e o CUB de uma Habitação de Interesse Social (HIS), utilizado no programa de aceleração do crescimento (PAC) do Governo Federal. Os valores referenciados para comparação são de casas de acabamento de baixo padrão e com projeto-padrão de Residência Unifamiliar (R1) com 58,64m² e Residência Unifamiliar Popular (RP1Q) com 39,56m². Esses projetos foram escolhidos em razão de apresentarem o menor valor por m² e possuírem o mais básico dos elementos. Os valores citados, são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Valores (R\$) do CUB por m² para os estados do Paraná, Santa Catarina.

Valor (R\$) do m² para HIS

Acabamento Projeto-Padrão	Santa Catarina			Paraná			HIS
	Baixo (R\$)	Normal (R\$)	Alto (R\$)	Baixo (R\$)	Normal (R\$)	Alto (R\$)	
Residência Unifamiliar (R1)	1403,14	1682,59	2.038,85	1325,05	1632,11	1965,57	545,50
Residência Unifamiliar Popular (RP1Q)	1517,25	-	-	1386,61	-	-	

Fonte: Sinduscon PR (2016); Sinduscon SC (2016); PROJETO DE CASAS (2016)

Tabela 8 - Comparativo de preço por m² das habitações e abrigos

UNIDADE	TOTAL (R\$)	M ² TOTAL	PREÇO POR M ² (R\$)
Residência Unifamiliar	77.700,93	58,64	1.325,05
Residência Unifamiliar Popular	54.854,30	39,56	1386,61
HIS – R1	31.988,12	58,64	545,50
HIS – RP1Q	21579,98	39,56	545,50
Módulo Base	24.258,02	12	2.021,50
Módulo Base mais Ampliação	41.589,89	21,12	1.969,22

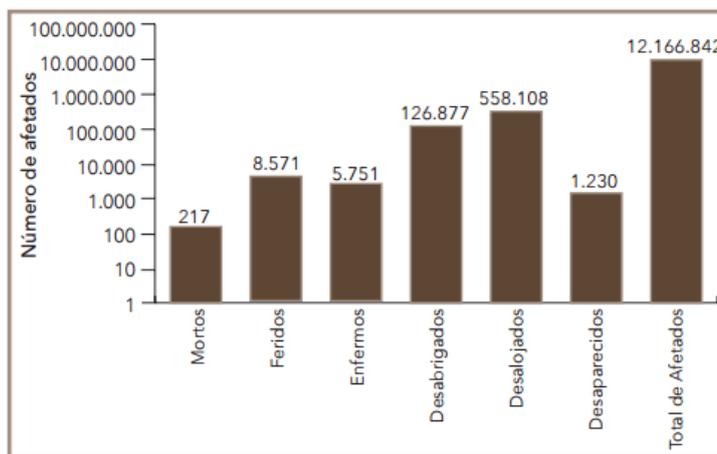
Fonte: Sinduscon PR (2016); Sinduscon SC (2016); PROJETO DE CASAS (2016); autora (2016)

Os valores calculados por m² apontam que o AEJ em relação às moradias populares apresenta um valor alto. No entanto, a durabilidade dos materiais utilizados em um Abrigo varia de 2 a 50 anos, dependendo da função do material. A parte estrutural constituída de madeira plástica, possui a máxima duração, e mesmo o custo sendo alto, ele pode ser amortizado pela quantidade de vezes que será utilizada. Desta forma, é necessário fazer uma estimativa real de sua aplicação.

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), em Santa Catarina são considerados desastres ocorrentes: estiagem e seca, movimentos de

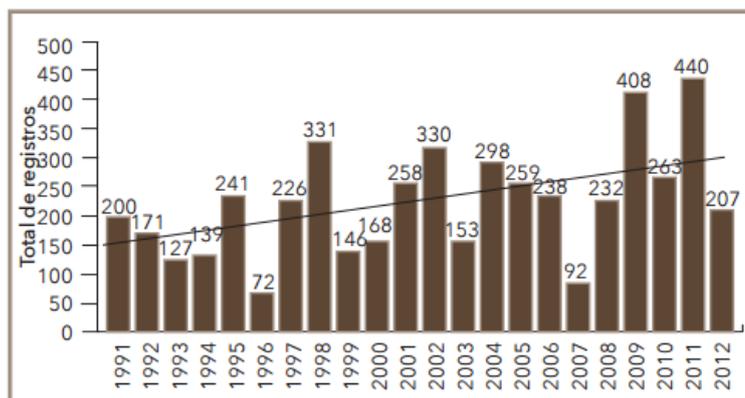
massa, erosões, alagamentos, enxurradas, inundações, granizo, chuvas intensas, vendavais, incêndios, tornados e geadas, tendo um levantamento em um período de doze anos, nas figuras 20 e 21 é possível visualizar a quantidade de pessoas afetadas e a quantidade de desastres ocorridos neste período.

Figura 20 - Total de danos humanos no Estado de Santa Catarina, no período de 1991 a 2012.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013)

Figura 21 - Total de registros de desastres coletados no Estado de Santa Catarina, no período 1991 a 2012.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013)

Observa-se na figura 21, que os registros de ocorrência de desastres aumentaram na última década em relação à década passada. Mesmo não havendo uma relação do aumento nas ocorrências de fenômenos naturais e desastres, a necessidade do uso crescente de abrigos emergenciais é imprescindível tanto para o acolhimento em baixas temperaturas quanto em outras ocorrências, o que em virtude de sua reutilização, auxilia na amortização do investimento inicial

Em relação ao número de desabrigados e desalojados foram 684.985 mil afetados em 12 anos, o que seria aproximadamente 57 mil por ano, em média seriam 4.756 mil por mês, entretanto sabe-se da sazonalidade de alguns dos eventos, bem como da imprevisão de outros. Para se ter uma média de quanto tempo as pessoas afetadas ficariam alojadas em abrigos até retornarem para suas casas, contatou-se a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, porém eles não concederam essa informação, uma vez que os intervalos para cada situação de permanência das pessoas são diferentes. Desta forma, estimou-se que o uso dos abrigos temporários seria de dois meses por desastre, sendo desmontado e montado novamente em uma próxima situação.

Para suprir a demanda de 9.512 desabrigados ou 2.378 famílias, a cada dois meses, seriam necessários 1.586 abrigos para todo o estado, considerando a unidade do módulo base mais ampliação, totalizando um investimento de aproximadamente R\$ 66 milhões.

Assim, em decorrência do alto valor dos AEJ proposto, é necessário estudar probabilidades de troca de materiais e do sistema construtivo, para viabilizar economicamente sua aplicação, mas de forma a não descaracterizar a proposta arquitetônica vencedora de Concurso.

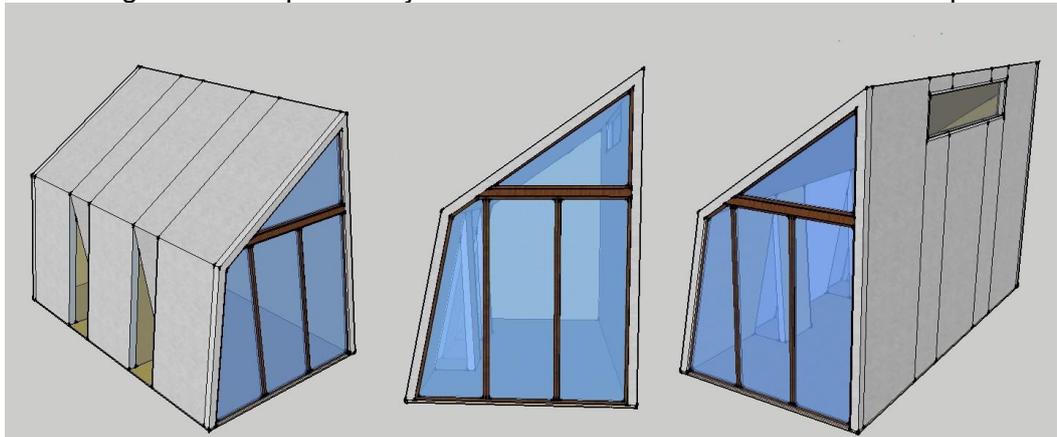
4.3 ANÁLISE LOGÍSTICA PARA O TRANSPORTE

A proposta de anteprojeto arquitetônico desenvolvido por Alano e Tomaz (2015), apresenta o encaixe da estrutura, entretanto não consta a informação dos mesmos desmontados e suas partes especificadas, muito menos estudos de

viabilidade de transporte e logística, tanto na parte de embalo dos kits, como para transportá-los ao consumidor final. Desta forma, o estudo do processo de montagem e desmontagem com uma análise logística de transporte dos módulos se faz necessário para verificação da viabilidade de concretização material dos kits.

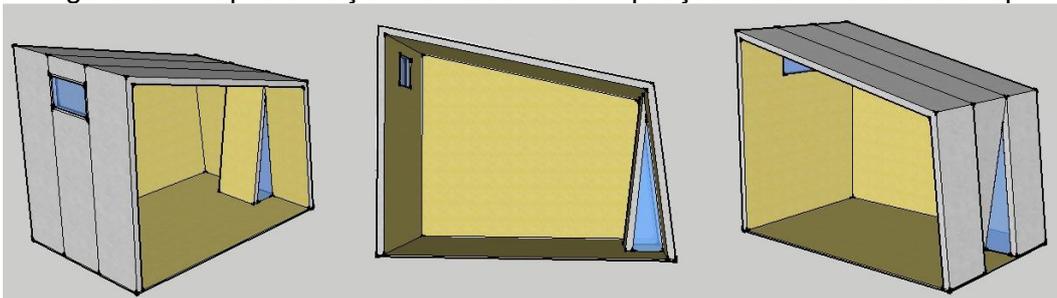
As autoras mencionam que as unidades são formadas por um kit de placas de fechamento, onde a construção do módulo é simplificada por arcos estruturais já montados de forma pré-fabricada, com encaixe macho-fêmea, e mobilização com parafusos borboleta. Para melhor compreensão, foi reproduzido o projeto original no software Sketchup e modeladas as estruturas do módulo base e módulo base mais ampliação, aproximando ao máximo do projeto de Alano e Tomaz (2015).

Figura 22 - Representação do Módulo Base no Software Sketchup



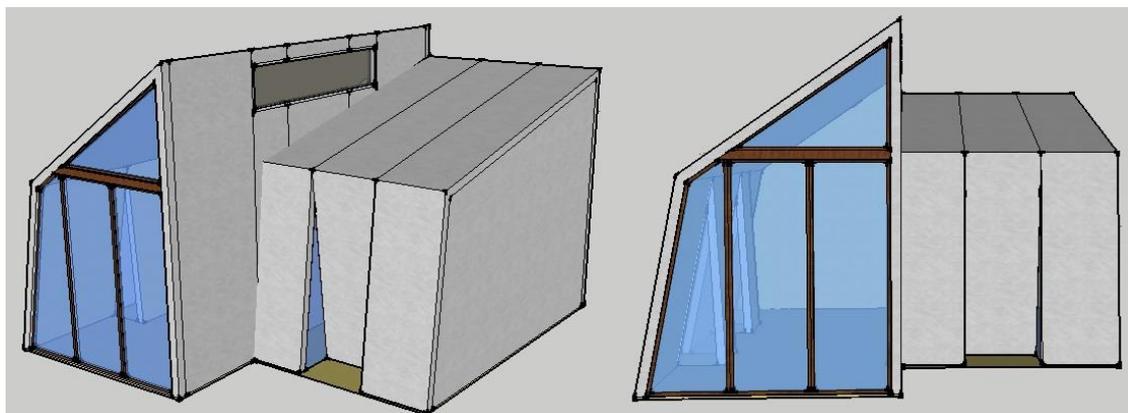
Fonte: Autora (2016)

Figura 23 - Representação do Modulo de Ampliação no Software Sketchup



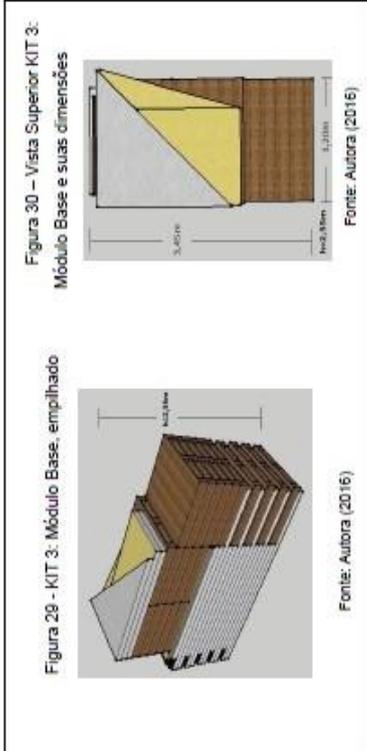
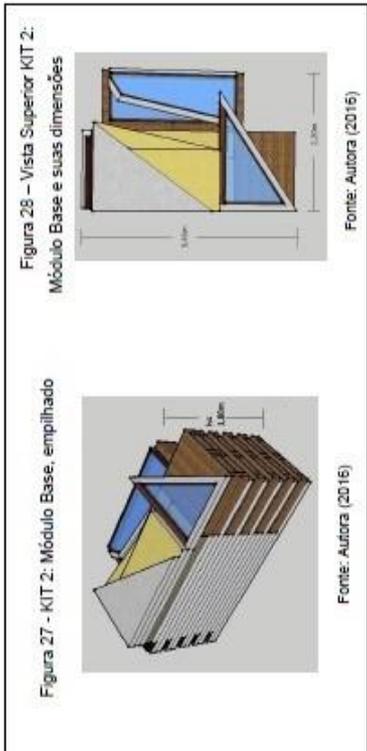
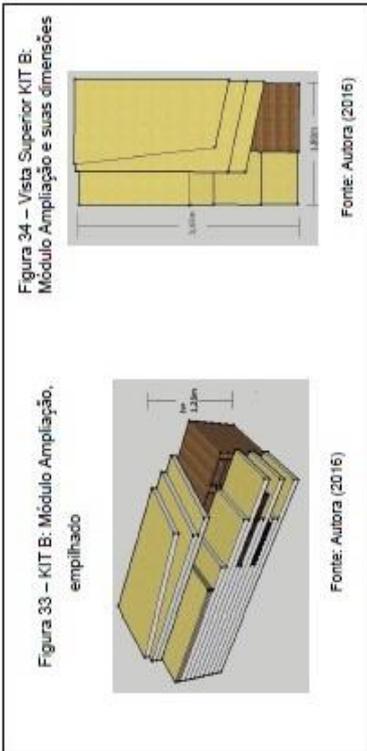
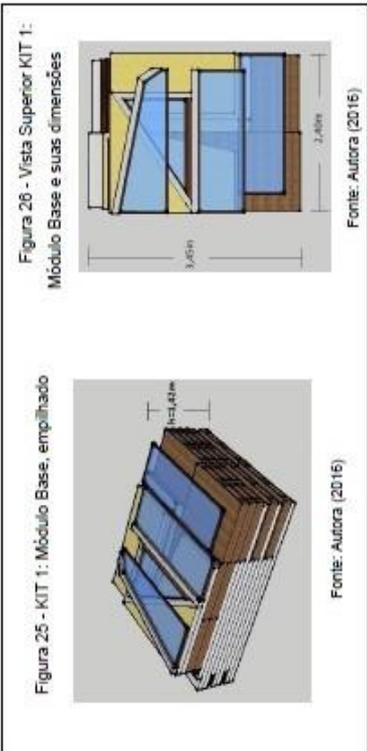
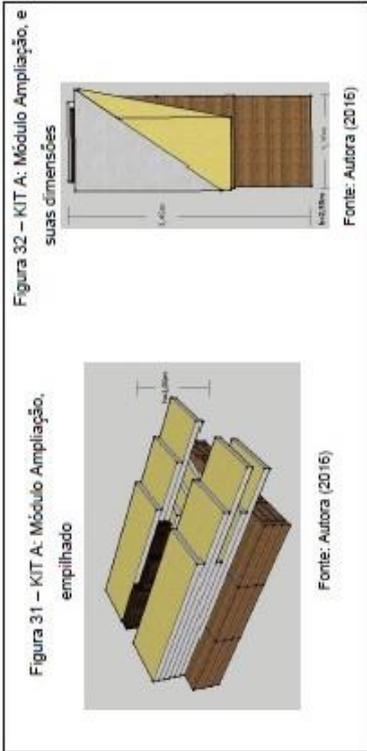
Fonte: Autora (2016)

Figura 24 - Representação do Modulo Base mais Ampliação no Software Sketchup



Fonte: Autora (2016)

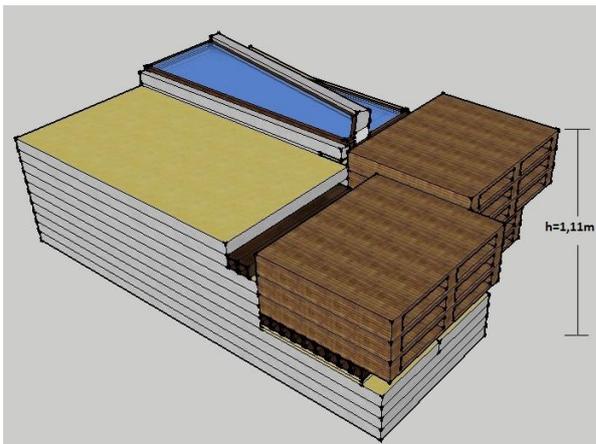
Além dos módulos, foram desenvolvidas possíveis probabilidades de montagem dos kits para os mesmos, onde buscou-se sempre, tornar o kit final, com as menores dimensões possíveis.



Assim, podemos constatar pelas imagens exibidas, as possibilidades de empilhamento dos kits, e suas dimensões, de acordo com o sistema construtivo proposto pelas autoras do projeto original, utilizando arcos agrupados com sistema de encaixe. A concepção da desmontagem desses elementos foi considerada conforme esse sistema proposto.

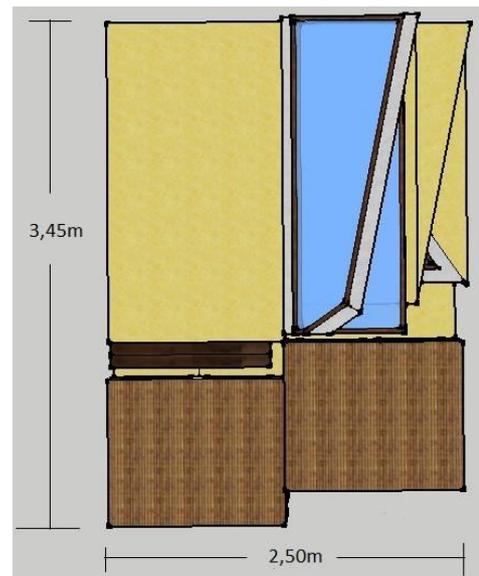
No entanto, como eles são placas estruturais, que possuem encaixe macho fêmea, foi viabilizado mais um kit, sem considerar essa união dos arcos inicialmente projetados. A outra alternativa para empilhamento do módulo base e de ampliação, e suas dimensões seriam representadas conforme segue abaixo.

Figura 35 – KIT 4, sem arcos agrupados, Módulo Base



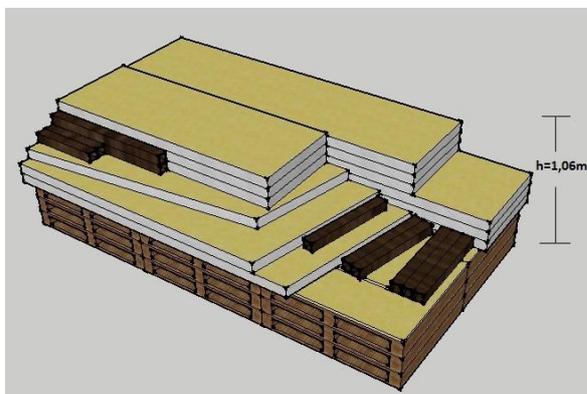
Fonte: Autora (2016)

Figura 36 – Vista Superior KIT 4, Módulo Base e suas dimensões



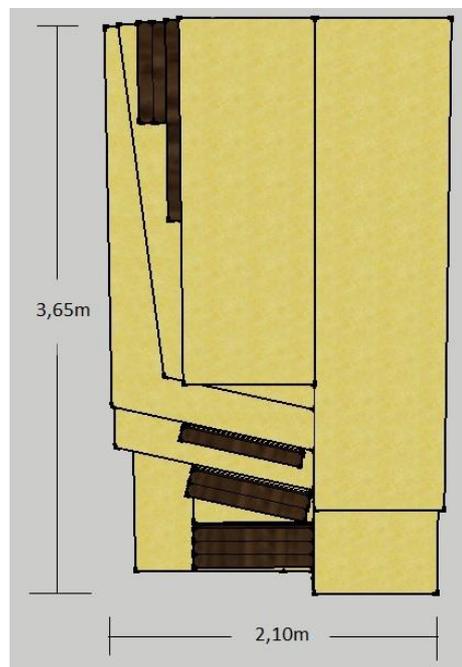
Fonte: Autora (2016)

Figura 37 – KIT C, sem arcos agrupados, Módulo Ampliação



Fonte: Autora (2016)

Figura 38 – Vista Superior KIT C, Módulo Ampliação e suas dimensões



Fonte: Autora (2016)

Assim, após a propor os diferentes tipos de kits, é necessário analisar a viabilidade logística desses conjuntos em razão das dimensões apresentadas. Desta forma, será considerado para o transporte a utilização de caminhões container de modelo 40 High Cube (HC), que apresenta as seguintes medidas, na tabela 9.

Tabela 9 - Dimensões do Container 40 HC

DIMENSÕES	COMPRIMENTO(M)	LARGURA(M)	ALTURA(M)
Externa	12,97	2,438	2,896
Interna	12,05	2,347	2,695
Porta	-	2,34	2,585

Fonte: JAMBO, 2016; adaptado pela autora (2016)

Em vista disso, de acordo com as dimensões exibidas, serão utilizadas para análise, as medidas internas, para que seja possível fazer o estudo de viabilidade da logística do transporte. Sendo assim, na tabela 10 que segue, é feita uma verificação da relação das dimensões dos kits propostos, com as dimensões internas do container, e assim é calculado a capacidade de kits que cada caminhão 40 HC pode armazenar e transportar.

Tabela 10 – Análise de Exequibilidade dos Kits

Possibilidades de KITS	Comprimento (m)	Largura(m)	Altura(m)	Exequibilidade	Quantidade por Container
KIT 1	3,45	2,40	1,42	Inexequível	-
KIT 2	3,45	2,20	1,80	Exequível	3
KIT 3	3,45	1,20	2,55	Exequível	3
KIT 4	3,45	2,50	1,11	Inexequível	-
KIT A	3,65	2,40	1,01	Inexequível	-
KIT B	3,65	1,80	1,23	Exequível	6
KIT C	3,65	2,10	1,06	Exequível	6

Fonte: Autora (2016)

Cabe a observação dos kits 1, 4 e A, células marcadas em amarelo, exibem os valores para a largura desses kits, que ultrapassam o valor de 2,347m do container, tornando-os, inviáveis de utilizar no estudo.

Por segundo, os kits 4 e C, marcados com a faixa em alaranjado, são as medidas dos módulos que foram empilhados sem considerar os arcos de agrupamento utilizados. Mediante o exposto, não foram alcançadas mudanças relevantes e representativas nos kits mencionados, pois o KIT 4 se inviabilizou pela sua largura, e o KIT 6, permaneceu com 6 unidades ajustadas no container.

Após verificadas as possibilidades de inserir os kits no caminhão container, os dados apurados são indispensáveis para o cálculo da logística do transporte até o local de montagem dos kits. Desta forma, como já averiguado no tópico 4.2, tabela

5, existem duas situações para implantação dos módulos no local, onde a situação 2 é a escolha mais econômica, contendo 16 Módulos Base mais 54 Módulos Base com Ampliação, com um total de 70. Para o transporte do módulo base seriam necessários 6 caminhões, onde um deles transportaria apenas um kit, o que torna o custo muito elevado, sendo assim excluí-se um caminhão dessa operação. E para o módulo base mais ampliação seriam necessários 9 caminhões, totalizando quatorze caminhões para o transporte. Sendo uma demanda grande de caminhões para um mesmo lugar, percebe-se que o valor de transporte seria alto. Tendo em vista a quantidade de caminhões necessárias, será realizado um estudo de alterações de projeto com enfoque no módulo base, para que se consiga otimizar a quantidade de caminhões, tendo em vista que a quantidade de famílias atendidas também é o mesmo para ambos os módulos.

Com esta possibilidade de transporte estudada, percebe-se que os kits ficaram com tamanhos robustos, isso sem a contabilização da caixa que iria envolto dos mesmos para realizar o transporte, dificultando também a sua manuseabilidade.

Portanto, no próximo capítulo serão investigadas possibilidades de alteração de projeto, tanto para materiais como do sistema construtivo, e propondo novas soluções, para tornar o abrigo exequível, com um melhor custo-benefício e com transporte facilitado.

5 VIABILIDADE DE ADAPTAÇÕES DO AEJ

Com o embasamento no quantitativo do AEJ e da análise de viabilidade inicial, serão propostas mudanças, tanto em questão de materiais quanto em sistema construtivo, de forma a otimizar o projeto, sem descaracterizá-lo.

5.1 POSSIBILIDADES DE ALTERAÇÃO NO PROJETO

De forma a melhorar o entendimento das alterações, apresenta-se o quadro 6, indicando os materiais utilizados no projeto atual do abrigo e as possíveis hipóteses de modificação. Para as alternativas, foram efetuadas pesquisas de materiais relacionados com o sistema e suas funcionalidades, e também por consulta de preços para que pudesse ser aplicado no abrigo, baseando-se nos critérios de avaliação apresentados nos capítulos 2 e 3.

Quadro 6 – Materiais utilizados no AEJ e as possíveis alterações de projeto

SISTEMA	PROJETO ATUAL	ALTERNATIVA DE ALTERAÇÃO DE PROJETO
Infraestrutura	<i>Pallets de PET reciclado</i>	Pallets de madeira usados
		Sem pallets
		Deck injetado de madeira plástica
		Lona resistente (caminhão)
		Lona Vinil
		Piso PVC emborrachado
Fechamento	<i>Placas de Policarbonato Compacto</i>	Chapa de acrílico transparente
		Lona transparente
		Cortina de PVC transparente
	<i>Revestimento placas de PVC</i>	-
<i>Compensado Naval</i>		

Estrutura	<i>Wood Frame</i>	Divisória de Parede (madeira plástica)
		Placa de Polipropileno(PP)
		Placa de PVC
		Material Dânica

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pela autora (2016).

Sendo assim, com o quadro proposto serão apresentadas alternativas para melhoramento de cada parte do sistema, levando em conta os aspectos de custo e troca de materiais, baseados nos critérios de Gibb e Isack (2003).

5.1.1 Infraestrutura

Para oferecer uma base de apoio, proporcionar distanciamento do solo e conforto, o projeto original contava com duas camadas de pallets em sua infraestrutura. No entanto, se for apenas para proporcionar esse apoio à estrutura do abrigo, não é primordial conter duas camadas, sugere-se, em decorrência do local de instalação, um estacionamento que possui uma superfície plana e sem problemas de inclinação, que seja utilizado uma camada e até mesmo nenhuma, em razão desse tipo específico de pallet ser de produção recente e com um custo elevado, quando comparado ao convencional de madeira.

Ponderou-se situações mais simplificadas para cobrir o piso do estacionamento, como um deck injetado de madeira plástica, material que proporcionaria o sistema de infraestrutura e ao mesmo tempo um revestimento interno, sem ser necessário utilizar nenhum tipo de piso. Além da facilidade de instalação, sendo peças prontas para encaixe, possuem baixo peso, são reutilizáveis e demonstram boa durabilidade.

Alternativas mais simples averiguadas, foram a utilização de lona resistente, semelhante a utilizada em caminhões, pois além de ser um material de fácil acesso, possui um custo acessível, leve, rapidamente sobreposto no chão, proporcionando uma boa produtividade e eficiência.

Tanto a lona vinil e o piso de PVC emborrachado, possuem as características de não propagarem fogo, segurança, resistência e de fácil instalação.

5.1.2 Fechamento

Para este sistema o projeto original apresentou no revestimento externo, placas de PVC, e no revestimento interno, chapas de compensado naval. A grande vantagem desses dois materiais é que são impermeáveis e possuem boa resistência, cumprindo bem seu ofício. No entanto, pretendendo-se reduzir o montante, supõe-se que não é necessário fazer esse duplo revestimento, minimizando o projeto e atrelando o curto tempo estimado que os desabrigados ficarão alocados (estimado em 2 meses). O ideal seria utilizar apenas um material que exercesse a função de estrutura e de revestimento, para facilitar também o processo de montagem.

Materiais mais simples e flexíveis também poderiam ser uma opção, como a lona transparente e a cortina de PVC transparente, que conseguem transmitir a luz solar para o interior do abrigo, e são também mais acessíveis economicamente. No entanto, como são flexíveis, tornam-se mais frágeis e podem ser danificadas com mais facilidade, não só na utilização, como também no manuseio e transporte.

O sistema responsável por permitir a iluminação natural definidas pelas autoras foram as chapas de policarbonato compacto com a função da boa resistência, durabilidade e por permitir com eficiência a entrada da luz solar. Outra alternativa como a chapa de acrílico poderia ser utilizada, cumprindo a mesma função, porém, os dois materiais possuem o mesmo preço de mercado, sendo a chapa de policarbonato mais resistente e durável.

5.1.3 Estrutura

Pertencendo a estrutura principal do abrigo e realizando a função estrutural, o sistema *wood frame* foi selecionado pelas autoras. No entanto, ele é um material pesado para o transporte e manuseio, além de recomendar a mão de obra

especializada para sua montagem, o que não existe em todas as regiões do Brasil. Mesmo que o sistema seja baseado em painéis prontos pré-fabricados, pelas características citadas acaba não exercendo a produtividade e eficiência que buscase no objetivo deste trabalho.

Diante disso pesquisou-se alternativas para facilitar a montagem, execução e transporte do kit. Uma das possibilidades é a divisória de parede de madeira plástica, um material que possui sistema de encaixe nas suas extremidades, e uma guia no chão, facilitando o processo de montagem. Possui uma boa resistência estrutural, contra fogo e também às intempéries, porém, seu empecilho é que esse material é confeccionado em chapas de 20 cm de largura apenas, o que demandaria uma quantidade alta de peças para a construção dos abrigos, gerando um volume muito grande para o transporte, dificultando a praticidade e eficiência da operação.

A placa de PVC citada no tópico anterior, como função estrutural, é um material resistente, leve e ocupa pouco espaço quando desmontado, além de ser encontrado com facilidade. Um dos materiais propostos é o polipropileno, que mesmo sendo flexível e podendo ser dobrado, possui boa resistência mecânica, térmica, e isolante, sendo uma boa alternativa com um custo mais acessível se comparado a outros materiais já citados.

5.2 POSSIBILIDADE DE ALTERAÇÃO DO SISTEMA

Neste tópico de forma similar ao anterior, serão apresentadas as eventuais melhorias e sugestões que podem ser feitas no AEJ para o sistema construtivo (ver quadro 7) com o objetivo de otimização da construção, aumentando a produtividade, a qualidade final, a eficiência do transporte e a montagem.

Quadro 7 – Sistemas construtivos utilizados no AEJ e as possíveis alteração de projeto

SISTEMA	PROJETO ATUAL	ALTERNATIVA DE ALTERAÇÃO DE PROJETO
Infraestrutura	<i>Sem fixação entre os pallets</i>	Fixação com lacre de plástico
		Chapas metálicas com furos e pregos
	<i>2 camadas de pallets para base dos módulos</i>	1 camada de pallet
		Nenhuma camada de pallet
	<i>Não existe fixação entre os pallets e a estrutura</i>	Guia de PVC ou alumínio para fixar a estrutura, além de encaixe por travas
Fechamento	<i>Fixação das placas estruturais se dá por encaixe macho-fêmea e vedado por perfil T.</i>	-
	<i>Sem informações da fixação das placas de policarbonato as esquadrias de madeira</i>	Sistema de encaixe.
	<i>Imobilização das placas estruturais parafuso borboleta</i>	Encaixe macho-fêmea e travas
Estrutura	<i>Os abrigos são montados através de um kit de placas de fechamento, o módulo base possui 5 arcos agrupados, com 3 placas estruturais já montadas, prontas para encaixe.</i>	Não consta informação de como as placas estruturais são unidas. (talvez uma dobradiça ou travas)
	<i>Placas estruturais pré-fabricadas, constituindo um kit de arcos.</i>	Não conta no projeto como essas placas são desmontadas/ ou dobradas para montagem e transporte. Necessário demonstrar as dimensões do kit.

	<i>Estrutura em wood frame, com revestimento duplo, com PVC na parte externa e Compensado Naval interna.</i>	Chapa de Polipropileno (PP)
		Chapa de PVC
		Compensado de madeira com impermeabilização
	<i>Aberturas laterais em policarbonato compacto transparente, para entrada de luz.</i>	Descartar as aberturas laterais triangulares
	<i>Janelas centrais nas laterais dos módulos.</i>	Aumentar o comprimento da janela, e deixar ela no comprimento da lateral, permanecendo a altura.
	<i>Estrutura da cobertura triangular</i>	Pode-se diminuir o tamanho do triângulo da cobertura, conforme material escolhido

Fonte: ALANO e TOMAZ (2015), adaptado pela autora (2016).

Após apresentadas no quadro acima as possíveis alterações de projeto, neste momento é discutida as alternativas para utilizar no novo AEJ, averiguando os critérios de avaliação dos abrigos.

5.2.1 Infraestrutura

A análise dos elementos estruturais e sua exequibilidade evidenciou alguns detalhes importantes para a produção dos kits, sua montagem e desmontagem, como relatado na sequência. A fixação entre os pallets é inexistente no projeto original, desta forma para garantir a segurança e estabilidade da construção, foram supostas a utilização de lacre plástico, que após seu uso pode ser removido do pallet para posterior utilização. Outra alternativa seria a aplicação de chapas metálicas com furos e fixação com parafusos sendo possível removê-los para reuso.

A diferença entre as duas sugestões de alterações apresentadas é o extravio de materiais, tanto no transporte dos módulos como no manuseio da montagem e execução, fazendo com que a operação seja prejudicada. Portanto, a melhor escolha seria a extinção da utilização dos pallets, evitando que estes possíveis

problemas ocorram, além da perspectiva de diminuir custos, pois não é um sistema primordial para o abrigo, em razão de o local a ser instalado possui boas condições de estabilidade.

Tratando-se ainda dos pallets, o projeto não indica a existência de fixação entre esses e as placas estruturais, sendo assim, caso a opção seja a de utilizar pallets, é necessário prever um sistema de fixação ao piso garantindo a estabilidade da estrutura e o travamento desta com o local implantado. Uma alternativa analisada é a utilização de guias de PVC presas ao sistema de piso ou guias de alumínio, onde as placas estruturais se encaixariam a elas e também poderiam conter um sistema de travas, garantindo a segurança.

5.2.2 Fechamento

O sistema de fechamento no projeto original conta com três tipos de fixação. As placas estruturais se conectam à viga de madeira plástica, por meio de um encaixe macho-fêmea e vedado por perfil T, onde essas se encontram na base de compensado naval. Não consta no projeto o relato da imobilização das chapas de policarbonato compacto às esquadrias, mas a melhor opção seria um sistema de encaixe. Logo, para a fixação das placas estruturais à viga de madeira plástica são utilizados parafusos borboleta, no entanto, além da grande quantidade destes parafusos para realizar esse procedimento, pode ocorrer qualquer descuido na hora de execução e transporte, e as mesmas poderem ser extraviadas. Há também o fato desses parafusos poderem danificar a madeira plástica, e segundo informações passadas por fornecedores na pesquisa deste trabalho, gerar trincas à madeira plástica, não sendo possível a reutilização. Sendo assim, uma opção simples e adequada seria por um sistema de travas.

5.2.3 Estrutura

A construção do módulo base é realizada por 5 arcos agrupados, e por mais 3 na ampliação, onde cada arco é composto por 3 placas estruturais, no entanto, não é detalhado no projeto como essas placas são unidas entre si. Talvez uma solução

para isso, seria a utilização de dobradiças ou travas, facilitando a montagem e desmontagem do sistema.

Ainda sobre os arcos, também não é apresentado no projeto, como eles são desmontados para transporte, sendo uma informação importante neste trabalho, pois no sistema flat-pack a disposição do abrigo desmontado é significativa para a distribuição no transporte.

Além disso, as placas estruturais contam com a estruturação em *wood frame* e com revestimentos externo e interno diferentes. Visando diminuir custos, peso, tamanho do kit, e aumentar a produtividade e eficiência, propõe-se fazer a placa estrutural com apenas um material, onde essa servirá de função estrutural e revestimento. Uma das alternativas seria uma chapa de polipropileno ou uma chapa de PVC. Uma terceira possibilidade seria o compensado de madeira com impermeabilização, porém, a higroscopia é um problema deste material, diminuindo a sua reutilização.

Atentando-se a pequenas alterações, o projeto original conta com aberturas laterais de formato triangular, em policarbonato compacto. Para facilitar a montagem do sistema, e aumentar a quantidade de luz natural no abrigo, uma sugestão é eliminar essas laterais triangulares, e aumentar a janela lateral superior do módulo, onde inicialmente apresentava dimensões de 2,40mx0,5m, passando a 5,00mx0,50m. Aumento de 52% na sua extensão.

Por último, o abrigo conta com uma cobertura em formato triangular, e para aumentar a estabilidade, economia de materiais, segurança e facilitar a montagem, uma alternativa seria diminuir a altura do triângulo.

No entanto, ponderando sobre as possíveis alterações feitas no projeto com materiais, e na otimização do sistema construtivo, o próximo tópico exhibe o estudo dos custos e análise da melhor forma de montagem do sistema flat-pack.

5.3 ANÁLISE DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO

Mediante a análise dos valores dos materiais para a construção dos módulos por meio de pesquisa de preços para o projeto AEJ original e também para os novos materiais e sistema construtivo. Em virtude disso a tabela de valores que segue (tabela 11) apresenta diferentes possibilidades de materiais e de sistemas construtivos. Os critérios que levaram a escolha dos materiais para a realização de novo estudo de viabilidade logística de transporte e de construção, foram os que melhor se adequaram os critérios de Gibb e Isack (2003): Segurança, Produtividade, Qualidade Final e Eficiência.

Uma consideração a se fazer para esse novo estudo de preços, é que a análise para o novo módulo, foi realizada considerando somente o Módulo Base, com o objetivo de concentrar a otimização e padronização, e evitar mais uma etapa de produção, que seria o módulo de ampliação.

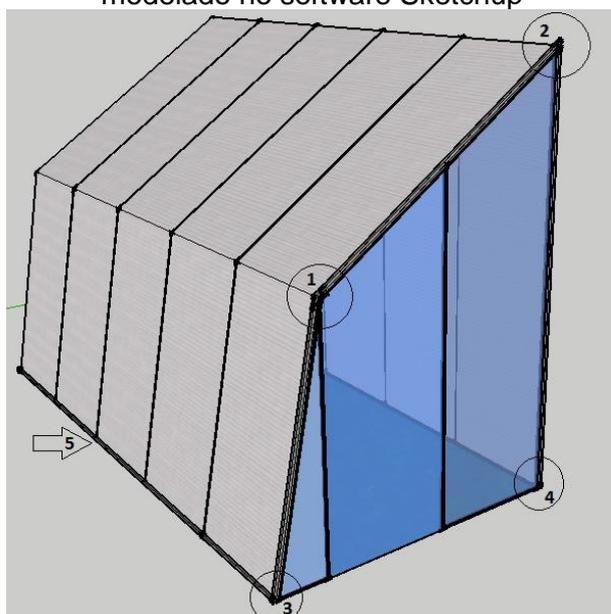
Tabela 11 – Quantitativo de Materiais utilizados na nova proposta para o AEJ

ITEM	TIPO DE MATERIAL	DIMENSÃO (mm)	UN	MÓDULO BASE	QTDDE DE MATERIAL		CUSTO DO MATERIAL	
					MÓDULO BASE	MÓDULO BASE	Custo Unitário	MÓDULO BASE
1. INFRAESTRUTURA								
Piso	Pallet de madeira usado	25x1200x2200	*	20	20	10,00	200,00	
	Sem pallets	-	-	-	-	-	-	
	Deck injetado de madeira plástica	500x500	m²	12	48,0	81,15	3895,20	
	Lona resistente (caminhão)	1400x5000	m²	12	12,00	33,33	399,96	
	Lona Vinil	1400(largura)	m	12	12,00	21,42	257,04	
	Piso PVC emborrachado	1000x1000	m²	12	12,00	34,90	418,80	
2. FECHAMENTO								
Fechamento Externo + Interno	Chapa de acrílico transparente	8x3000x2000	m²	6,83	1,14	2500,00	2845,83	
	Cortina de PVC transparente	200(largura)	m²	6,83	47,95	24,40	1169,98	
	Lona transparente	1400(largura)	m²	6,83	7,52	14,17	106,56	
	Chapa policarbonato compacto	8x3000x2000	m²	6,83	1,14	2550,00	2902,75	
3. ESTRUTURA								
Função Parede/ Estrutural	Divisória de parede madeira plástica	200x70	m	47,02	172,95	38,00	6572,10	
	Chapa de Polipropileno (PP)	15x2000x1000	m²	47,02	23,51	191,53	4502,87	
	Chapa de PVC	15x1220x2440	m²	47,02	15,78	419,00	6611,20	
	Perfil estrutural em alumínio 1	48,1x24,4	m	40	6,67	5,34	35,60	
	Perfil canaleta em alumínio 2	20x20	m	4,7	0,78	2,46	1,98	
	Caneleta PVC	10x20	m	44,2	22,1	3,2	70,72	
	Luvax Alumínio	-	un	-	11	5,9	64,90	7978,73

Fonte: Autora, 2016.

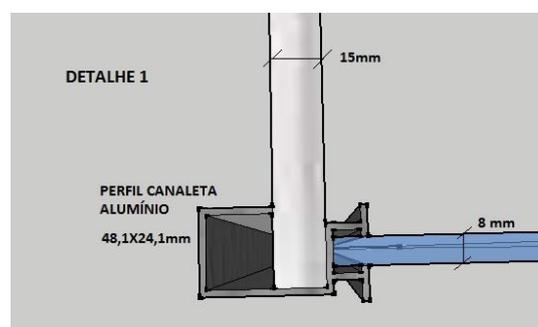
Assim, de acordo com a tabela exibida, é possível verificar a quantidade de materiais necessários para a construção da nova proposta para o módulo (células marcadas em amarelo), totalizando uma estimativa de preço de R\$ 7.978,73, para o novo módulo, sendo aproximadamente R\$ 665,00/m². Visto isso, abaixo seguem imagens da concepção do estudo efetuado pela autora, tal qual a explicação do detalhamento e da utilização dos elementos construtivos.

Figura 39 – Proposta de novo AEJ modelado no software Sketchup



Fonte: Autora (2016)

Figura 4025 – Detalhamento 1, utilização de Perfil Canaleta de Alumínio para travamento da estrutura



Fonte: Autora (2016)

Na figura 39 é apresentado o novo módulo, tal qual alguns detalhamentos que são esclarecidos, para entendimento de como foi proposta a solução da adaptação do sistema construtivo. Na figura 39 é apresentado o travamento da estrutura na parte frontal do abrigo, onde as placas de polipropileno e policarbonato se encontram. Foi previsto um perfil de alumínio devido a sua boa resistência e sistema de encaixe, para realizar essa fixação. O perfil canaleta é comercializado na dimensão apresentada, no entanto, foram alteradas algumas partes dele, para adequação ao módulo ATE.

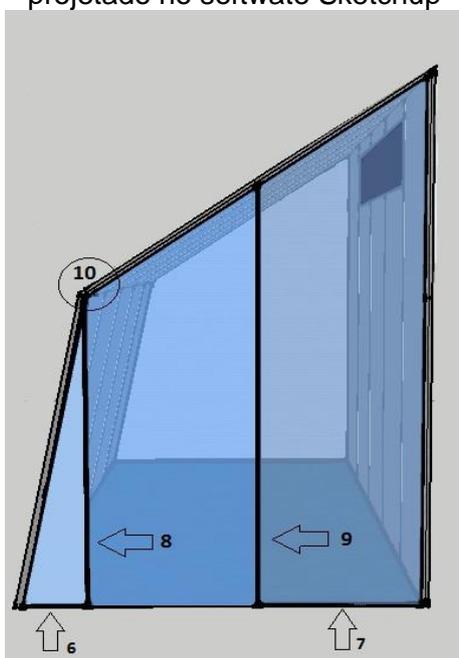
A definição pelo polipropileno é devido a sua facilidade de compra no mercado, suas características como alta rigidez, baixo peso específico

(especialmente quando orientado, que é o caso do trabalho), boa resistência química e mecânica, resiste a temperaturas até 100°C. O policarbonato também é um termoplástico, com uma alta resistência mecânica a impactos e proteção U.V., sendo aproximadamente 40 vezes mais resistente que o acrílico, não propaga chama, leve, com boa resistência térmica também.

Os detalhes 1, 2, 3, 4 indicam que serão utilizadas luvas de alumínio para realizar o encaixe do perfil de alumínio. Essas luvas serão fixas aos perfis nas extremidades, para que não se perca no transporte e montagem, e garantir maior estabilidade do travamento.

O detalhe 5 exibe também o perfil canaleta de alumínio, porém a parte utilizada pra fixar o policarbonato no detalhe 1, será utilizado para fazer a fixação da lona no contorno inferior da estrutura. Esse perfil na base do módulo, serve para travar a placa de polipropileno e garantir melhor estabilidade da estrutura.

Figura 41 – Vista frontal da proposta do novo AEJ projetado no software Sketchup



Fonte: Autora (2016)

Figura 42 - Detalhe do Perfil Estrutural de Alumínio

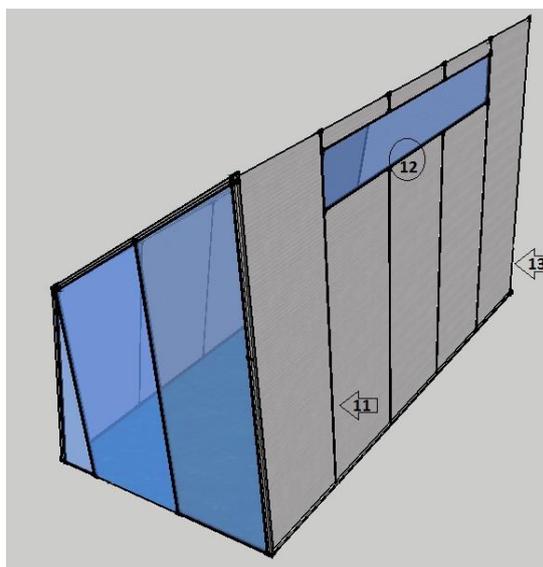


Fonte: Autora (2016)

Os detalhes 6 e 7 indicam que as placas de polycarbonato estão encaixadas no perfil estrutural de alumínio (figura 41), na parte inferior e nas laterais, e parte superior encaixadas no Perfil Canaleta. As placas estão fixadas para garantir melhor travamento da estrutura, e maior resistência, além de impedir a flambagem central da peça. A figura 46 indica o corte do perfil estrutural de alumínio utilizado nos detalhes 8 e 9, utilizado para garantir fixação das placas de polycarbonato.

O detalhe 10, indica que um pino pivotante é instalado no perfil canaleta, para que cumpra a função de porta, dando acesso externo e interno ao abrigo. A parte inferior na placa de polycarbonato, não é fixa ao perfil, para garantir essa mobilidade.

Figura 43 – Vista lateral do AEJ



Fonte: Autora (2016)

De forma semelhante a feita na parte frontal do abrigo, que é realizado travamento com o perfil Canaleta, é mantida na parte posterior essa fixação, conforme visualização do detalhe 13.

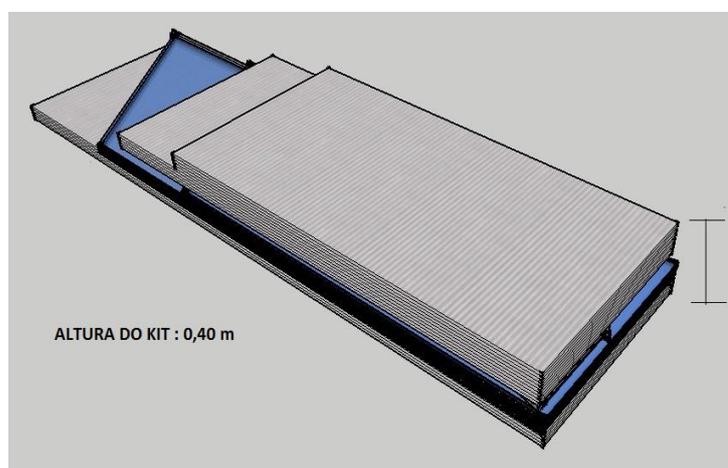
O detalhe 11 indica que à união das placas de polipropileno são utilizados perfis canaleta de PVC para fazer a união das peças, por meio de um encaixe macho fêmea. Uma parte do perfil de canaleta utilizado, ainda sobra 5 mm para a

parte externa das placas, o que impede a entrada de umidade na estrutura. A fixação desses perfis de PVC às placas de polipropileno, são realizadas de forma pré-fabricada, buscando otimizar o processo, para que a montagem em campo seja feita de forma ágil. Por fim, o detalhe 12, indica que em torno da janela de policarbonato também é utilizado perfis canaleta de PVC.

Para realizar um melhor travamento da estrutura, sugere-se a utilização de um perfil de alumínio canaleta, como foi utilizado na parte frontal e traseira do abrigo, para realizar o travamento com a placa de policarbonato compacto e a placa de polipropileno, paralela ao detalhe 5 da figura 39.

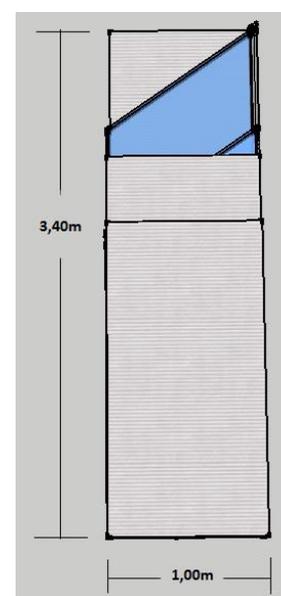
Assim, após apresentar os detalhamentos construtivos pertinentes, é feita a análise de viabilidade logística de transportes dos módulos, apresentada nas figuras 44 e 45.

Figura 44 - KIT do novo AEJ empilhado



Fonte: Autora (2016)

Figura 45 - Vista Superior do KIT e dimensões



Fonte: Autora (2016)

Desta forma, como exposto nas figuras acima, as dimensões do KIT resultaram em comprimento de 3,40m, largura de 1,00m e altura 0,40m. Ou seja,

analisando as medidas do kit, com as do caminhão container 40 HC apresentado na tabela 9, seria possível encaixar 30 KIT's para transporte, mesmo o cálculo da caixa que armazena eles não fazendo parte do estudo, existe uma folga considerável nas medidas do container, supondo-se que todas as unidades mencionadas encaixariam dentro do caminhão. Considerando que o novo AEJ, possui a capacidade de abrigar 4 pessoas, e não mais 3, devido a mudanças realizadas no projeto da estrutura, os 30 KIT's teriam a capacidade de abrigar 120 pessoas.

Conforme cálculo da capacidade do estacionamento, previsto na tabela 6, na Situação 1, para os Módulos Base do Projeto Original AEJ, seriam necessários 124 Módulos Base, com capacidade de abrigar 372 pessoas, sendo necessários 41 caminhões para transportar os kits. Já para a nova situação, seriam necessários 5 caminhões para transportar todos os kits, sendo que a capacidade aumentou para 496 pessoas, além do preço ter diminuído consideravelmente e serem apresentadas eeduções expressivas para uma viabilidade de implantação. Na tabela 12, abaixo, segue um resumo do comparativo do antigo módulo com o novo.

Tabela 11 - Comparativo do AEJ Original com a Nova proposta para o AEJ

CARACTERÍSTICAS	AEJ ORIGINAL	NOVA PROPOSTA AEJ
Dimensões do KIT – c x l x h (m)	3,45x2,20x1,80	3,40x1,0x0,40
Capacidade por módulo	3 pessoas	4 pessoas
Quantidade de Módulos para a Situação 1	124	124
Capacidade de pessoas atendidas no estacionamento	372	496
Capacidade de KITS por Caminhão Container	3	30
Quantidade de Caminhões Container para transporte para Situação 1	41	5
Custo de 1 Módulo (R\$)	24.258,02	R\$ 7.978,73
Custo Total (R\$)	3.007.994,50	989.362,50

Fonte: Autora (2016)

Portanto, para a nova proposta do Abrigo Emergencial para Joinville, constata-se que seria vantajoso optar pela troca de materiais e do sistema construtivo para viabilizar o projeto, reduzindo custos, garantindo a eficiência, qualidade final e a mantendo a segurança.

Mesmo assim, existe ainda uma outra solução mencionada no capítulo 3, o Abrigo Emergencial BOXCLIC, que também merece um comparativo de custo final de obra, por ser um sistema existente e desenvolvido para o mercado de ATE, e adequado aos critérios de Gibb e Isack (2003). Abaixo segue uma tabela complementar da tabela 12 acima, para análise de resultado.

Tabela 12 - Comparativo do AEJ Original, Nova proposta para o AEJ e BOXCLIC

CARACTERÍSTICAS	AEJ ORIGINAL	NOVA PROPOSTA AEJ	BOXCLIC
Dimensões do KIT – c x l x h (m)	3,45x2,20x1,80	3,40x1,0x0,40	2,98x2,17x0,48
Capacidade por módulo	3 pessoas	4 pessoas	2 pessoas
Quantidade de Módulos para a Situação 1	124	124	124
Capacidade de pessoas atendidas no estacionamento	372	496	248
Capacidade de KITS por Caminhão Container	3	30	20
Quantidade de Caminhões Container para transporte para Situação 1	41	5	7
Custo de 1 Módulo (R\$)	24.258,02	7.978,73	15.000,00
Custo Total (R\$)	3.007.994,50	989.362,50	1.860.000

Fonte: Autora (2016)

Mesmo assim, a proposta alternativa de solução para implantação dos módulos no estacionamento, a Nova Proposta do AEJ ainda apresenta o melhor custo-benefício.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os abrigos emergenciais são utilizados em situação adversa, principalmente ocasionada por desastres naturais. A importância de se fornecer abrigos para os atingidos, além da ideia de proteção e individualidade, é sua operação, que deve ser de rápido fornecimento, ter um baixo custo, ser executável, desmontável e adaptável a diferentes locais. Características essas que se encaixam em um Sistema Flat-Pack, que foi a base do trabalho.

Como a construção de um Abrigo Temporário Emergencial não possui uma normatização específica, foram estudados e definidos parâmetros para implantação adotando-se os critérios de Gibb e Isack (2003), de Segurança, Produtividade, Qualidade Final e Eficiência. Elucidando essas características, foram apresentados modelos de ATE's já existentes, e analisadas suas características construtivas, para compreender sobre o funcionamento de um sistema flat-pack.

Além disso, se fez necessário entender os elementos que compõe a estrutura e os sistemas construtivos desta construção. Conforme a revisão bibliográfica, o conceito da pré-fabricação é uma alternativa de construção que ganha tempo no canteiro de obras e também na execução. Para a implantação desses sistemas em um ATE definiu-se os critérios e conceitos de avaliação baseados na norma ISO 6241 e NBR 15575, adotando uma regra de implantação como ferramenta do Estudo de Caso Aplicado neste trabalho.

Assim, da mesma forma que alguns abrigos apresentados neste trabalho são vencedores de concursos americanos (EUA), para este trabalho a seleção de um abrigo vencedor do concurso realizado pela Autodesk, desenvolvido por estudantes de arquitetura e urbanismo de Joinville cujo conceito arquitetônico é valoroso, no entanto, após as análises realizadas pode-se afirmar que sua execução se torna inviável, pelas dimensões quando desmontado na forma de kit, e posteriormente para o transporte; além do seu custo elevado de fabricação.

Com o objetivo minimizar os custos, sem perder a identidade do projeto, um novo modelo foi estudado e apresentado, alterando elementos construtivos e materiais, no qual se alcançou um valor mais acessível, com maior capacidade de atendimento, redução dos tamanhos dos kits facilitando o transporte até o local.

No entanto, todo o desenvolvimento das adaptações do abrigo, foram feitas sob estimativas e baseadas em valores de mercado catarinense no ano de 2016. Para a continuidade do trabalho, seria pertinente construir o protótipo do novo abrigo emergencial para que sejam feitos ensaios de estabilidade na estrutura. Também a possibilidade de alteração do projeto pensando no caminho inverso ao que foi feito, do sistema construtivo para a forma, avaliando se haveriam mudanças de custo, peso e transporte. Outra sugestão é o estudo de implantação dos abrigos em outros locais e superfície não regular.

REFERÊNCIAS

- BONIN, Graziela. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012**. 2012. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/AnuariodeDesastresNaturais_2013.pdf>. Acesso: 27.set. 2015.
- CORSINI, Rodinei. Produtividade Aferida. **Pini Web**. Edição 133, p. 1-3, Agosto/2012. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/133/artigo299639-2.aspx>>. Acesso: 04.out. 2015.
- RIBEIRO, Orlando. Avanços Tecnológicos na Construção Civil. **Gazeta do Povo**. p. 1, 17 de Agosto de 2013. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/avancos-tecnologicos-da-construcao-civil-bibt8cnjo7y9jo5x76d00szm6>>. Acesso: 04.out. 2015.
- SANTOS, Altair. A importância da racionalização construtiva. **Massa Cinzenta**. p. 1, 08 de março de 2010. Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/a-importancia-da-racionalizacao-construtiva>>. Acesso: 04 out. 2015.
- TACLA, Z. O Livro da Arte de Construir. São Paulo: Unipress Editorial Ltda, 1984.
- ANDERS, Gustavo Caminati. **Abrigos Temporários de Caráter Emergencial**. 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BABISTER, E. and KELMAN, I. The emergency shelter process with application to case studies in Macedonia and Afeghanistan. **Journal of Humanitarian Assistance**, 2002.
- JUNQUEIRA, Mariana Garcia. **Abrigo Emergencial Temporário**. 2011. 108 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Ciências de Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011.
- WORLDHELTERS. **Providing Transitional Shelters for Humanitarian Needs**. Disponível em <<http://www.worldshelters.org>>. Acesso: 12.nov.2015
- TUVIE DESIGN OF THE FUTURE, **Uber Shelter: An emergency shelter in disastrous events**. Disponível em <<http://www.tuvie.com/uber-shelter-an-emergency-shelter-in-disastrous-events/>>. Acesso: 22.nov.2015
- REACTIONINC. Disponível em <<http://www.reactioninc.com>>. Acesso: 24.nov.2015
- RICHARD, R. B. A generic Classification of Industrialised Building Systems. In: KAZI, A. S.; HUNNUS, M.; BOUDJABEUR, S.; MALONE, A. **Open Building**

Manufacturing – Core Concepts and Industrial Requirements. Finlândia: VTT – Technical Research Centre of Finland, 2007. p 35 – 48.

KRONENBURG, Robert. Houses in Motion: the genesis, history and development of the portable building. 1995. Londres, Academy Editions, 168 p.

UBERSHELTER. Disponível em < [http:// www.ubershelter.blogspot.com.br/](http://www.ubershelter.blogspot.com.br/)>. Acesso: 24.nov.2015

DOS SANTOS, Marcus Daniel Friederich. **Técnicas Construtivas em Alvenaria Estrutural: Contribuição ao Uso.** 1998. 157 p. Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 1998.

DE ALMEIDA, Luiz Carlos. **Elementos Estruturais.** Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Forma%20e%20Lancamento/Introducao_elementos.pdf>. Acesso em: 15.abr.2016.

SINDUSCONBNU. **Custo Unitário de Edificações Residenciais, Comerciais e Industriais.** Disponível em: <<http://sindusconpr.com.br/tabela-completa-370-p>>. Acesso em: 16.mai.2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.** Disponível em <<http://150.162.127.14:8080/atlas/Atlas%20Santa%20Catarina%202.pdf>>. Acesso em 17.maio.2016.

PROJETODECASAS.COM. **Projeto de casa Minha Casa, Minha Vida.** Disponível em: <<http://www.projetodecasas.com/2013/04/projeto-de-casa-minha-casa-minha-vida.html>>. Acesso em: 17.mai.2016.

TECHNE 205. **Construção Plástica.** Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/2/27/TC030_Constru%C3%A7%C3%A3o_PI%C3%A1stica.pdf>. Acesso em: 03.ju.2016.

PINTO, E.M., JUNIOR, C.C. Comportamento da madeira exposta ao fogo. **Revista da Madeira**, n.128, agosto. 2011.

BONITESE, Karina. **Segurança contra incêndio em edifício habitacional de baixo custo estruturado em aço.** 278 f. Dissertação (Mestre) – Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Escolha de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte 2007.

JAMBO COMISSARIA DE DESPACHOS. Disponível em: < <http://cdjl.com.br/utilidades/>>. Acesso em: 17.ju.2016.

GOCLIC. Disponível em: <<http://goclic.com.br/>>. Acesso em: 18.jun.2016.

FORSETI PERGIL ESTRUTURAL EM ALUMÍNIO. Disponível em:
<<https://www.lojaforseti.com/produtos-index/categorias/1167692/produtos.html>>.
Acesso em: 20.jun.2016.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de Edificações Habitacionais, 2013.

_____. **ISO 6241**: Performance Standars in Building – Principles for their preparation and factors to be considered, 1984.

SALGADO, M. S. **Metodologia para seleção de sistemas construtivos destinados à produção de habitações populares**. 1996. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

FREITAS, Rodrigo Parisi et al. **Abrigos emergenciais**: trabalho apresentado à disciplina de Tecnologia da edificação I – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009. Disponível em:
<http://ww.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2009-1/abrigos_emergenciais/abrigos_emergenciais.pdf> Acesso em: 20 abr.2016.

FACCO, I. R. **Sistemas Construtivos Industrializados para uso em habitações de interesse social**. 2014. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

ANEXOS

Anexo 1 - Montagem do Sistema Construtivo

