RECICLAGEM INDUTRIAL: Processos de Conteinerização

Mariana Ragazzi Mendes (IC) e Carlos Andrés Hernández Arriagada (Orientador)

Apoio:PIVIC Mackenzie

RESUMO

As crescentes mudanças que estão ocorrendo no planeta estão levando a um esgotamento de recursos, e consequentemente ao crescimento de discussões sobre o que será o futuro do planeta, colocando em pauta a questão da sustentabilidade e reciclagem. O consumo desenfreado levou o mundo a viver em meio aos excessos, e a busca pelo equilíbrio e diminuição da degradação da natureza é essencial. No século XXI é visto que como consequência desse processo diversas fatalidades acabam acontecendo, são as chamadas situações emergenciais, e a arquitetura possui um papel importante quanto ao auxílio frente a essas situações. Unindo a questão da sustentabilidade e as demandas emergenciais, a reciclagem industrial de containers na arquitetura é uma forma menos agressiva, bastante rápida, barata e prática de responder a esses casos. A pesquisa se embasa em uma revisão bibliográfica, com análise de projetos correlatos e tem como objetivo propor uma hipótese de abrigo emergencial em containers que seja um módulo básico versátil que possa se unir a outro módulos se expandindo, e que possa também atender a diferentes demandas, de habitação, saúde e alimentação. A pesquisa também se desdobrou em um artigo realizado com o auxílio do professor orientador, enviado para o Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana (SIBOGU) intitulado “Estratégias para a reutilização de containers como solução às demandas globais bioclimáticas no âmbito da construção civil”.

Palavras-chave: Reciclagem Industrial. Containers. Situação Emergencial.

ABSTRACT

The growing changes that are taking place on the planet are leading to a depletion of resources, and consequently to the growth of discussions about what would the future of the planet going to be, bringing the issue of sustainability and recycling to the fore. Unrestrained consumption led the world to live with excesses, and the pursuit for balance and reduction of nature degradation is essential. In the 21st century, it is seen that because of this process, several fatalities end up happening, they are called emergency situations, and architecture has an important role in helping to face these situations. Combining the issue of sustainability and emergency demands, industrial recycling of containers in architecture is a less aggressive, fast, cheap, and practical way to respond to these cases. The research is based on a literature review, with analysis of related projects and aims to propose a hypothesis of emergency shelter

in containers, forming a versatile basic module that can join other modules expanding, and that can also meet different demands, housing, health care and food care. The research also extends in an article carried out with the assistance of the advisor professor, sent to the Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana (SIBOGU) entitled “Strategies for reuse containers as a solution to global bioclimatic demands in the civil construction scope”.

Keywords: Industrial Recycling. Containers. Emergency Situations.

1. INTRODUÇÃO

Cidades são organismos vivos em constante mutação e transformação, e como organismos, absorvem recursos e emitem resíduos. Nelas, as pessoas são movidas muitas vezes por um consumo desenfreado que pode converter os recursos renováveis em recursos não renováveis, tornando muito grande o problema do lixo urbano (ROGERS, 2005).

Nesse sentido, segundo Mcdonough e Braungart (2013), foi durante o processo gradual da revolução industrial que essa situação começou a se intensificar, conforme designers tentavam resolver problemas e tiravam vantagens do que consideravam oportunidades em meio a um período de mudança rápida e em massa. O processo evoluiu a partir do surgimento sucessivo de novas tecnologias, como é o caso dos containers.

Por volta do ano de 1955, o americano Malcom McLean, idealizou um modelo de containers a partir de sua empresa de caminhões de transporte de cargas, revolucionando a maneira de transportar os insumos marítimos, assim como, os tipos de navios que deveriam ser adaptados para esse novo transporte (CONTAINER, 2019). Desde esse momento, teve início o descarte de containers que não podem ser mais utilizados no transporte de cargas, mas que, podem ter outras utilidades, como na construção civil, por exemplo.

As crescentes discussões a respeito do futuro do planeta frente a todas essas mudanças colocam em pauta a questão da sustentabilidade e da reciclagem. Diante disso, a Organização das Nações Unidas (ONU), coloca como apelo global os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), (ONU, 2021) (Figura 1).

Figura 1 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Fonte: Adaptado de ONU, 2021

Sendo assim, entende-se que a reciclagem industrial incorporada na arquitetura é essencial para o futuro do planeta e das cidades, e pode atender às proposições da ODS, sendo geradora de cidades melhores e caminhar na direção de um ideal denominado por

Mcdonough e Braungart (2013) como *CradletoCradle*, ou seja, um sistema natural altamente eficaz de fluxo de nutrientes e metabolismo onde o conceito de desperdício não existe,portanto, a forma deve seguir a evolução e não a função.

Os containers por sua vez, são próprios para armazenamento e transporte de cargas, feitos para agüentar as intempéries marítimas e impactos advindos da movimentação dos navios, mesmo quando estão empilhados. Seu aspecto modular faz com que se pareça a uma peça gigante de LEGO[1], são pré-fabricados, produzidos em massa, baratos e de fácil transporte (KOTNIK, 2010). Sua vida útil pode variar aproximadamente de 7 a 14 anos, sua estrutura é autoportante – localizada nas 12 arestas do mesmo – e suporta o empilhamento de até 5 containers quando estão cheios (HERNÁNDEZ et al., 2009). Apesar de serem projetados para transportar cargas, são muito adequados à escala dos seres humanos, podem facilmente se unir formando estruturas complexas e podem ser facilmente transformados, apenas com cortes nas paredes (GARRIDO, 2015). Com essas características, os containers se tornam uma alternativa arquitetônica possível para questões emergenciais diversas.

A necessidade de abrigos emergenciais existe desde a época da pré-história devido às severas mudanças no clima, mas foi só durante as guerras mundiais que essa necessidade se intensificou e mudou, gerando demandas não só habitacionais como também médicas e fez com que se passasse a pensar mais no assunto ampliando a quantidade de soluções existentes (ANDERS, 2007).

Essas construções emergenciais devem ser utilizadas pelas vítimas logo nos primeiros dias do pós-desastre, e possuem algumas características que afetam a forma como são construídas, os abrigos precisam ser de rápido fornecimento, baixo custo, exequível e adaptável, uma vez que as demandas podem ser diversas (ANDERS, 2007).

Deve-se destacar que a construção a partir de containers é feita de maneira rápida, com materiais pré-fabricados, sendo, portanto, uma construção seca de caráter modular e bastante apropriada para casos emergenciais.

Tendo em vista os aspectos mencionados acima, tomar-se-á para a análise alguns padrões de sustentabilidade visando o conceito *Cradle to Cradle*de Mcdonough e Braungart (2013) e os ODS colocados pela ONU (ONU, 2021). São eles:

1. Reciclagem Industrial: por meio da reutilização de objetos;

2. Economia dos materiais: daqueles utilizados na construção, eliminando o desperdício;

3. Versatilidade e resiliência: como uma forma de não tornar as construções obsoletas;

4. Energia Solar: uso como uma alternativa limpa de geração de energia além da possibilidade de autossuficiência;

5. Conforto Ambiental: Estratégias para melhoria de desempenho de Iluminação natural, evitando o consumo desnecessário de outras formas de energia; proteção termoacústica, diminuindo os gastos energéticos com resfriamento ou aquecimento.

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

SITUAÇÃO EMERGENCIAL E CONSTRUÇÃO EM CONTAINER

Para o estudo e compreensão da relação entre situação emergencial e construção em container foram analisados alguns projetos correlatos, listados abaixo, com base em revisões bibliográficas realizadas e seguindo a pergunta norteadora: **Como a partir da adaptação dos containers e do upcycle[1], se consegue gerar uma espacialidade modelo, ou seja, um módulo único que consiga atender a demandas de atividades emergenciais de saúde, moradia e alimentação e como esse módulo pode se ampliar conectando-se a outros iguais como se fossem "peças de LEGO"?**

1. R4House do arquiteto Luis de Garrido como modelo de sustentabilidade a ser seguido (GARRIDO, 2021);

2.*ConnectedUnits for RespiratoryAilments*(CURA) do arquiteto Carlos Ratti, importante referência de módulos de saúde que podem ser ampliados (HARROUK, 2020);

3. Incubadoras médicas para a contenção de epidemia de ebola na Angola, desenvolvido pelo grupo de pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie Estratégias Projetuais em Territórios Urbanos / Degradados e Portuários (LABSTRATEGY) importante referência no que diz respeito à versatilidade com a proposição de várias conformações espaciais (LABSTRATEGY, 2020);

4. The Ex container Project, anywhere, do arquiteto Yasutaka Yoshimura, importante referência de projeto de habitação mínima para situações emergenciais (MINNER, 2011);

5. Urban Rigger do escritório BIG (BjarkIngelsGroup), importante referência de módulos que se conectam e formam uma rede (RIGGER, 2021).

Como colocado por Anders (2007 apud Babster 2001), em situações emergenciais o abrigo pode ser uma das chaves para salvar vidas pois pode suprir necessidades de proteção

[1] Consiste em criar algo novo a partir de itens ou objetos que já existem, o prefixo "up" traz a ideia de evolução ou aprimoramento. Essa técnica surgiu nos anos 1990 com as discussões de reaproveitamento citadas principalmente no livro Cradle to Cradle de McDonough; Braungart, (2013) (FLORENT, 2019).

contra elementos externos, preservação da dignidade e orientação. Ainda de acordo com Anders (2007), esses abrigos precisam seguir alguns critérios, como rápido fornecimento, baixo custo, ser exequível e adaptável. A partir disso, entende-se que as demandas podem variar quanto ao uso, portanto, o abrigo precisa servir não só como moradia, mas também poder exercer atividades diferentes como de alimentação e saúde.

Nesse sentido, constata-se que as construções em container projetadas para situações emergenciais demandam resiliência espacial, ou seja, necessitam que os espaços sejam adaptáveis aos diferentes usos que possam surgir repentinamente. Os ambientes são reduzidos e mínimos, sendo bastante otimizados para o desempenho de seu papel. Além disso, o processo construtivo precisa ser bastante rápido e eficaz para grandes demandas.

Em adição a isso, a preocupação com questões de sustentabilidade e autossuficiência dos módulos é importante, uma vez que não é possível saber em que condições o projeto atuará. Temos como importante exemplo e modelo a R4 House (Figura 2) que acaba indo muito além de ser apenas uma construção em container, pois se preocupa com tais aspectos de sustentabilidade.

Figura 2 - Isométrica do projeto, destaque para o uso do container, telhados verdes e painéis solares.

Fonte: Adaptado de GARRIDO, 2021.

O projeto é constituído por unidades básicas de habitação tendo como base 6 containers de 40 pés[2] e propõe um novo modelo de habitações reconfiguráveis e ampliáveis. O projeto conta também com soluções de otimização dos recursos naturais e artificiais a partir do aproveitamento máximo dos materiais empregados na construção, da reutilização e reciclagem de materiais que puderam ser recuperados, da diminuição do consumo energético pela utilização de fontes de energia alternativas como a solar e a geotérmica, de soluções de conforto ambiental empregadas na arquitetura e da diminuição dos resíduos e emissões, sempre buscando a diminuição do preço do edifício e de seu mantimento após a construção. (GARRIDO, 2021).

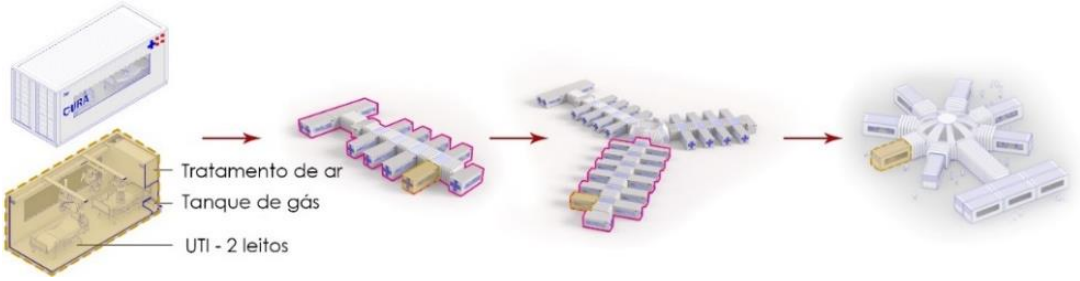
Tais medidas sustentáveis são simples de fácil e rápida execução, e devem ser incorporadas aos projetos emergenciais em container, principalmente o sistema de captação de energia solar, e a questão da reutilização da água das chuvas por meio do armazenamento

[2] Unidade de medida. Um pé equivale a 0,3048 metros, pode ser simbolizado por (‘). Exemplo: 1’ = 1 pé.

em cisternas, estes podem ser facilmente incorporadas nos módulos, uma vez que dependendo da situação, a existência de rede elétrica ou sistema de água podem não existir sendo um diferencial positivo e necessário a existência desses sistemas.

Conforme os aspectos resilientes mencionados, podemos citar como referência o projeto CURA (Unidades Conectadas para Doenças Respiratórias) que é uma espécie de módulo de Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Cada container de 20 pés utilizado é uma unidade móvel de UTI de fácil transporte, essas unidades podem se unir formando complexos maiores de acordo com as necessidades emergenciais de saúde (Figura 3), nesse caso para a pandemia de coronavírus. As unidades são conectadas por meio do que parecem ser corredores construídos a partir de lonas infláveis, fáceis de montar e desmontar, no interior das lonas é possível que existam pequenas estruturas metálicas de sustentação (HARROUK, 2020).

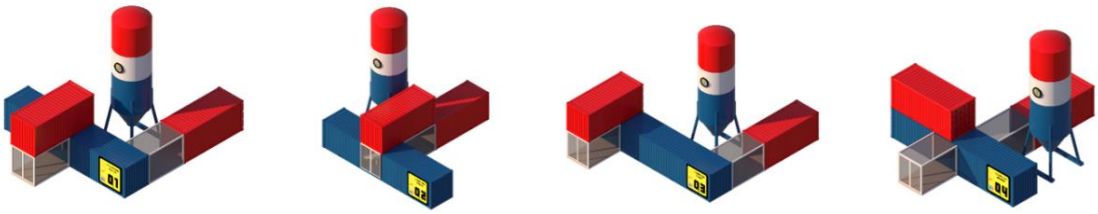
Figura 3 - Conformação dos módulos de UTI podendo se expandir facilmente para grandes redes de saúde.



Fonte: Adaptado de AILMENTS, 2021.

Assim como o CURA, as incubadoras desenvolvidas pelo LABSTRATEGY para a epidemia de Ebola apresentaram essa resiliência possuindo 4 configurações diferentes e adaptáveis, servindo também para finalidades médicas (Figura 4).

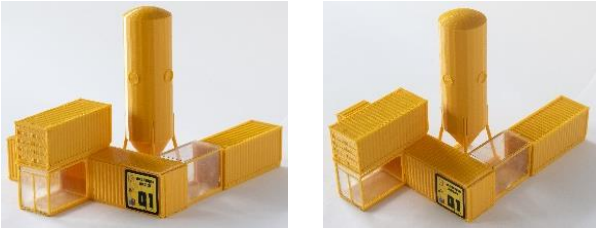
Figura 4 - Incubadoras médicas desenvolvidas pelo grupo de pesquisa LABSTRATEGY.



Fonte: Adaptado de LABSTRATEGY, 2020.

A construção conta com 1 container de 40 pés e 2 containers de 20 pés. Neste caso, o projeto das incubadoras médicas, além dos containers conta com a reciclagem de um silo que realiza o papel de caixa d'água para a construção. Este é um exemplo de reciclagem industrial que vai além da utilização apenas de containers e que trabalha a versatilidade dos módulos (LABSTRATEGY, 2020). Para a compreensão arquitetônica desse projeto foi realizado um estudo em modelo feito em impressora 3D na escala de 1:75 (Figuras 5 e 6).

Figuras 5 e 6 – Protótipo 3D da incubadora médica número 1 desenvolvida pelo grupo de pesquisa LABSTRATEGY.



Fonte: Autoral.

Ao tratarmos da arquitetura mínima requerida para situações emergenciais, além dos projetos anteriormente mencionados, temos o projeto The Ex container. Este projeto se trata de uma moradia mínima construída a partir de dois containers de 20 pés unidos (Figura 7). O projeto foi uma resposta rápida para socorrer as pessoas afetadas pelo terremoto e tsunami que atingiu o Japão em 11 de março de 2011 (MINNER, 2011). Essas moradias foram pré-fabricadas e enviadas para os locais onde o desastre ocorreu. Existem 2 modelos, um de habitação térrea e um de habitação com 2 andares, sempre com 2 containers de 20 pés apenas (EX-CONTAINER PROJECT, 2021). Cada container é independente, mas possuem necessidades complementares, um container como sala e quarto e o outro como cozinha e banheiro, concentrando as instalações hidráulicas.

Figura 7 - Duas opções de habitação do "*the ex container Project*" e interior do projeto.

Fonte: EX-CONTAINER, 2021.

Outro projeto analisado foi o *Urban Rigger*, que é um módulo de moradia estudantil flutuante na foz do Rio *København Havn*em Copenhague na Dinamarca. Esse módulo pode se conectar a outros iguais como se fossem peças de LEGO, formando uma grande rede de moradias estudantis que flutuam sobre o rio (Figura 8).

Figura 8 - Módulos que podem se conectar como peças de lego criando uma rede.

Fonte: MARTINEZ, 2019.

Segundo Bjark em uma palestra de Technology; Entertainment; Design (TED) talks, a terra é 70% água, então, por que não a ocupar? Temos que considerá-la como uma opção de lugar a ser ocupada pelos humanos, pois isso pode ser nosso futuro (FLOATING,2019). A resiliência requerida para situações emergenciais pode levar a ocupação de ambientes aquáticos, pois não somos capazes de prever o que acontecerá. Nesse sentido compreender esse projeto é essencial.

O *Urban Rigger* trabalha também com a questão da sustentabilidade, utilizando a água do mar como fonte natural de calor com o auxílio de bombas aquecedoras de baixa energia. Além disso, os módulos contam com a utilização de painéis fotovoltaicos para a captação de energia solar (RIGGER, 2021).

CONTAINER CONVENCIONAL COMO INFRAESTRUTURA ARQUITETÔNICA

Como já mencionado anteriormente de acordo com Kotnik (2010), os containers possuem diversas características que tornam possível o seu uso na arquitetura, porém, precisamos entender como de fato esse processo de reutilização funciona.

Com o intuito de melhor compreender esses aspectos, a iniciação científica se desdobrou em um artigo escrito com o auxílio do professor orientador, que foi enviado para o Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana (SIBOGU) intitulado “Estratégias para a reutilização de containers como solução às demandas globais bioclimáticas no âmbito da construção civil”, que estuda mais aprofundadamente as questões que englobam o uso de containers na arquitetura. O presente subcapítulo se trata de trechos de destaque do artigo mencionado que são importantes para o desdobrar da pesquisa.

No mercado existem diversos tipos de container de diversos tamanhos, todos eles devidamente padronizados de acordo com a normativa internacional *International Organization for Standardization* (ISO) 6346. Suas dimensões estão internacionalmente normatizadas, e mesmo assim, há algumas variações dimensionais, principalmente no que diz respeito à altura e às envoltórias (GARRIDO, 2015). De acordo com Hernández (2014), os tipos mais usados pelo mercado mundial são de 20 e 40 pés dos modelos convencionais, com volumes internos respectivamente de 32,60m³ e 66,70m³ e dimensões externas (comprimento x largura x altura), respectivamente 6,08 x 2,44 x 2,59 metros e 12,19 x 2,44 x 2,59 metros. Tomaremos esse tipo de container como objeto de estudo.

De acordo com Garrido (2015), todos os tipos de construção podem ser feitos com containers, desde casas unifamiliares até arranha céus. Os containers abrem a possibilidade para novos tipos de espaços com formas e volumes que podem ser difíceis de serem atingidos

em outros sistemas de construção, além do mais, podem ser colocados juntos em uma infinidade de conformações e formas.

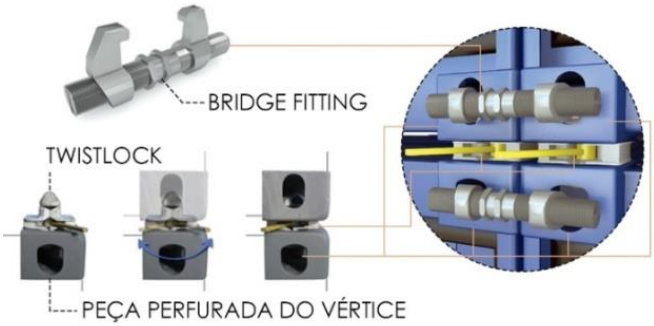
Para ser utilizado na arquitetura, o container precisa passar por um processo de tratamento e recuperação, o que inclui limpeza das substâncias remanescentes do transporte, funilaria para ajustar as partes amassadas ou levemente danificadas, pintura específica do metal, serralheria para cortes onde serão colocadas aberturas, revestimentos internos como *drywall*[3] para a ocupação humana e acabamentos como piso e revestimentos. A preparação da estrutura pode ser feita tanto na fábrica (pré-fabricado) quanto in loco. É muito importante também que o container tenha os laudos de habitabilidade e descontaminação contra agentes químicos, biológicos e radioativos para certificar a segurança da construção (BONAFÉ, 2015).

Nesse tipo de construção, normalmente não há a necessidade de escavações ou trabalhos no solo, reduzindo o impacto nele e fazendo com que as construções sejam mais rápidas, além de reduzir o custo, a poluição e o desperdício no canteiro de obras. Uma construção pequena com container, pode ser erguida e terminada inteira em apenas um único dia (KOTNIK, 2010).

Para a fundação, não exige grandes movimentações de terra, e não precisa ser feita de maneira tradicional, os containers são apoiados apenas nos 4 pontos estruturais de sua base para que tenham firmeza no solo. Normalmente a construção fica apoiada em bases de concreto de 30 x 30 cm e elevada, permitindo que 85% do solo embaixo do módulo fique livre (PORTOBELLO, 2017).

As conexões entre containers na arquitetura devem ser desenvolvidas individualmente, de acordo com cada projeto e são de dois tipos, as permanentes realizadas pelas sondagens e as temporárias com os dispositivos *twistlocks*e *bridge fitting* (Figura 9) (SHEN et al., 2019).

Figura 9 – Twistlocks e Bridge Fitting, como funcionam.



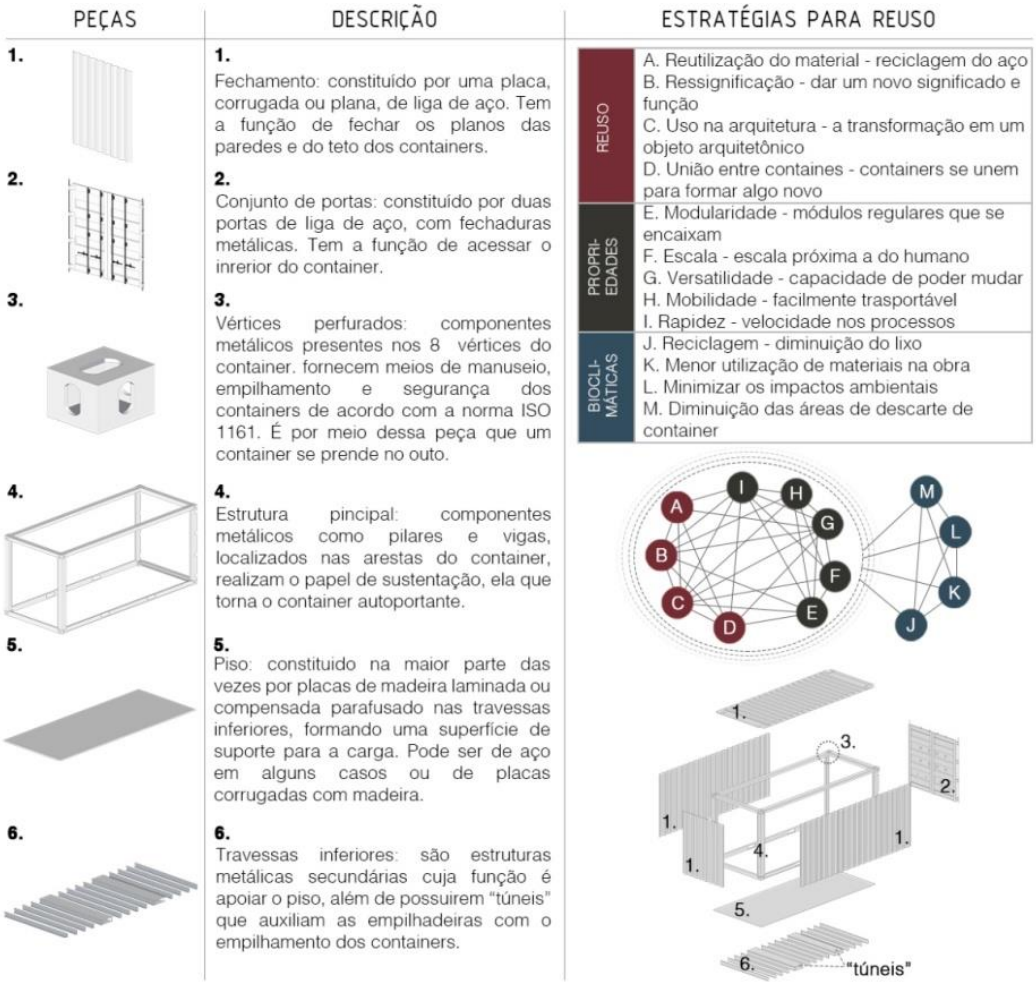
Fonte: Fonte: Adaptado de Anga Containery, 2020.

[3] Significa parede seca e consiste em um sistema que não utiliza argamassa, mas sim pequenos perfis, geralmente metálicos de aço galvanizado servindo de estrutura, isolamento (não obrigatório) geralmente feito de lã mineral e gesso acartonado com duas placas acartonadas que criam uma espécie de sanduiche com o gesso que fica entre elas (HOMETEKA, 2013).

Para assumirem seu papel como infraestrutura arquitetônica, há a necessidade do entendimento da composição desses objetos, bem como das possíveis estratégias para sua reutilização. Abaixo (Figura 10) foi desenvolvido um diagrama que busca entender essas relações.

Os containers convencionais possuem paredes finas de aço corte de 2mm de espessura não contribuindo para o isolamento térmico e acústico (SHEN et al., 2019). Nesse sentido, segundo Shen (et al., 2019), a estratégia de envoltória mais efetiva é o sistema de painéis de isolamento a vácuo que promovem alta resistência térmica e não ocupam tanto espaço interno. Junto desse sistema, para as paredes e teto, a envoltória é feita por gesso acartonado e placa de aglomerado com moldura de madeira. Para o piso é utilizado apenas o painel de isolamento a vácuo por baixo das travessas inferiores do container que estão devidamente localizadas na figura 10.

Figura 10 - Estratégias para a reutilização de containers convencionais como infraestruturas arquitetônicas.

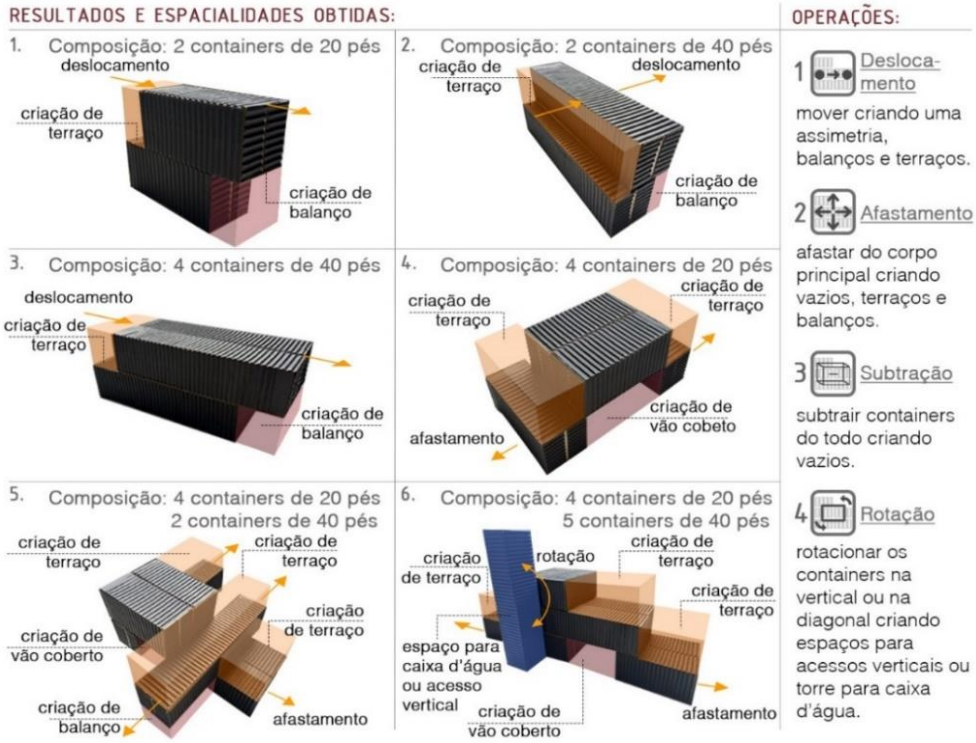


Fonte: Autoral.

A partir das conclusões extraídas do diagrama anterior (Figura 10), por meio de ensaios com modelo físico feitos em papel cartão corrugado e papel Paraná na escala de

1:75, realizou-se um estudo volumétrico sobre as possíveis conformações com os containers de 20 e 40 pés por meio de operações simples na conformação dos módulos (Figura 11).

Figura 11 – Tipos de conformação possíveis utilizando os containers.

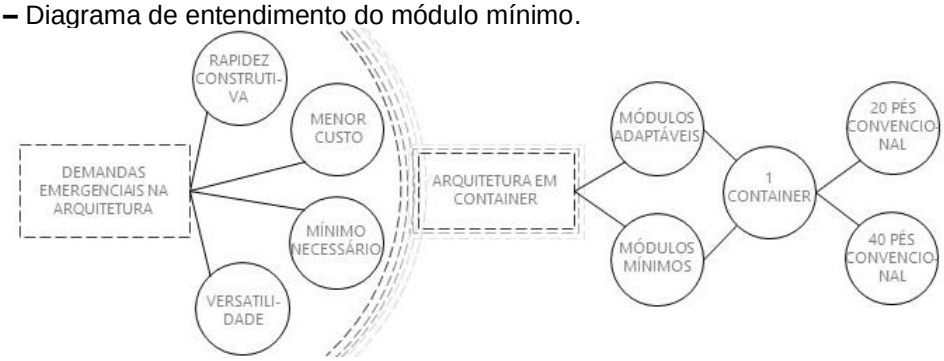


Fonte: Autoral.

PROPOSIÇÕES PARA O MÓDULO

Conforme os estudos anteriores serão desenvolvidos uma hipótese de abrigo emergencial, tendo em vista que segundo Anders (2007 apud Kronenburg 1998), a arquitetura emergencial deve ser acessível, ter uma fonte de água, sistema sanitário, atendimento médico e deve fornecer alimentação, além de ser de rápido fornecimento, exequível, de baixo custo e adaptável. Pode-se concluir com o diagrama abaixo (Figura 12) que o mínimo necessário seria a utilização de apenas um módulo de container de 20 pés, ou de 40 pés, que poderia ser transportado por meio de caminhões e já chegaria pronto no local do desastre apenas para suprir as demandas exigidas.

Figura 12 – Diagrama de entendimento do módulo mínimo.



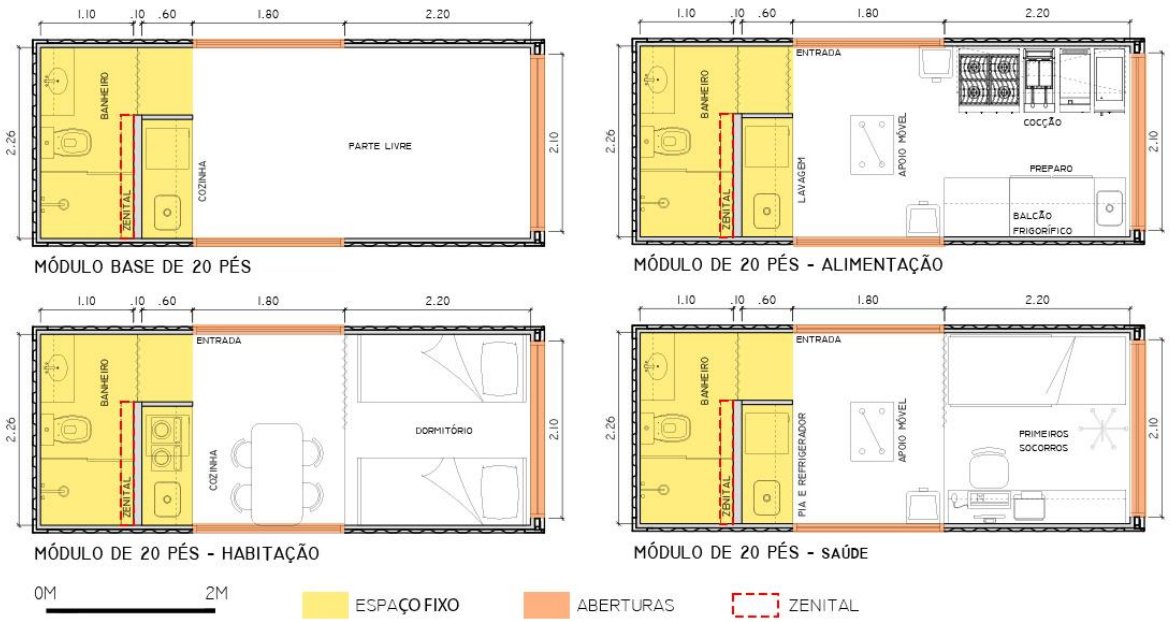
Fonte: Autoral.

Tal módulo pré-fabricado deveria ser projetado como algo único, um único modelo, o mais simples possível que possa ser ocupado internamente conforme a necessidade, além disso, deve-se prever que esse módulo possa se expandir, unindo-se a outros iguais para formar ambientes maiores quando necessário.

Desse modo, considerando que o necessário para atender aos programas é: programa habitacional, com banheiro, cozinha, quarto; programa de alimentação, com banheiro, cozinhas; programa de saúde, com banheiro, sala médica de primeiros socorros. Podemos perceber que o banheiro é uma parte em comum entre os programas, e que as demais atividades são rotativas, portanto, partindo da premissa que o banheiro seja uma parte fixa que concentra as instalações hidráulicas, e, para que possa existir essa conexão entre containers, a conexão seja feita por meio de aberturas.

A partir dos estudos e dos pontos analisados, foi possível formular os módulos de 20 pés e de 40 pés. Os módulos seguem a lógica de um núcleo fixo com espaço livre que pode ser ocupado de acordo com a demanda (Figuras 13 e 14), cada módulo pode ser usado mais de uma vez e em diferentes situações como mencionado anteriormente. As conexões entre eles podem ser feitas de diversas maneiras unindo as aberturas dos containers, algumas delas podem ser melhor observadas na figura 15. Nas figuras, em amarelo, temos o que foram consideradas partes fixas, banheiro e pia (cozinha, ou bancada de suporte), que são a base fixa do módulo. Em laranja são as aberturas, onde as conexões ocorrerão.

Figura 13 – Plantas dos módulos de 20 pés.

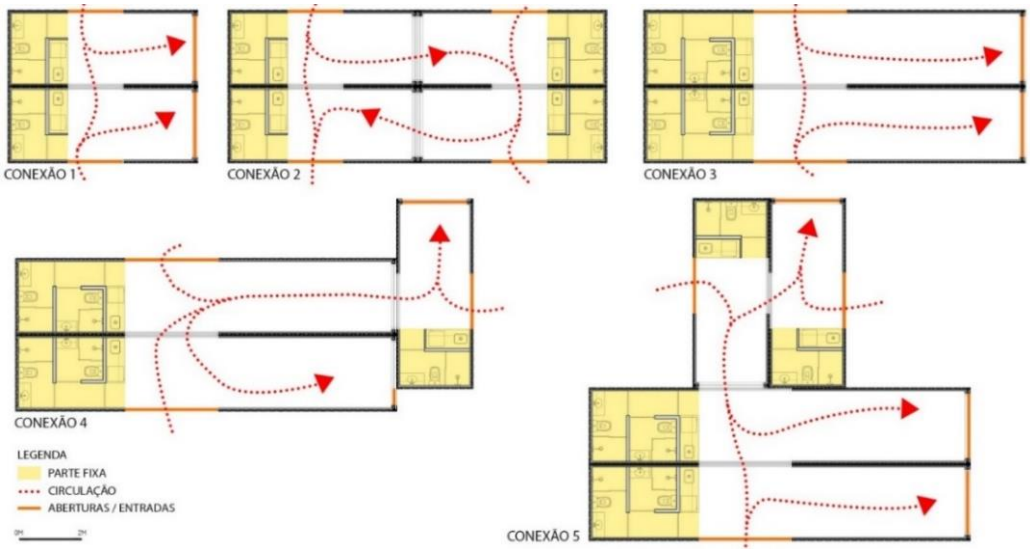


Fonte: Autoral.

Figura 14 – Plantas dos módulos 40 pés.

Fonte: Autoral

Figura 15 – Plantas dos módulos base conectados.

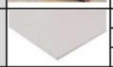


Fonte: Autoral.

Para termos um panorama do custo de cada um dos módulos e das diferenças de gastos entre os dois tamanhos de containers de maneira a compreender a viabilidade das soluções, uma análise será feita, a partir de comparações entre os principais fornecedores de material de construção do mercado.

Uma média simples entre os valores apresentados por esses fornecedores será realizada, relacionando os valores obtidos com a quantidade de pessoas que conseguem ocupar o container e com os índices de custo de construção: o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Custo Unitário Básico (CUB), conceituados na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela1- Comparação de gastos.

VALORES MÉDIOS PARA CONTAINERS DE 20 PÉS (14,84m²) NO BRASIL, NO ANO DE 2021								
	FOTOS	PREÇOS		MÉDIA	QTD.	TOTAL (média)	TOTAL (max.)	TOTAL (min.)
CONTAINER		Miranda Container	19232,85	12621,21	1	R$ 12621,21	R$ 19232,85	R$ 6952,00
		MF Rural	11500,00					
		Easy Container	6952,00					
		Easy Container	12800,00					
DRYWALL		Leroy Merlin (2,00 x 0,60m)	15,40 por m²	13,48 por m²	88 m²	R$ 1186	R$ 1186	R$ 1186
		Sodimac (1,80 x 1,20m)	12,92 por m²					
		C&C (2,40 x 1,20m)	12,12 por m²					
RIPAS DE MADEIRA (EUCALIPTO)		Leroy Merlin (1 x 4 x 250cm)	16,09	14,50	30	R$ 435	R$ 435	R$ 435
		Sodimac (1 x 4 x 250cm)	12,90					
LÃ DE VIDRO		Leroy Merlin (1,20 x 12,50m)	119,90	119,90	6	R$ 719	R$ 719	R$ 719
		Sodimac (1,20 x 12,50m)	119,90					
PARTE FIXA	(banheiro e pia)	Bacia Sanitária	300,00	-	1	R$ 750	R$ 750	R$ 750
		Chuveiro	150,00		1			
		Lavatório	100,00		1			
		Pia	200,00		1			
VALOR TOTAL						R$ 15711,70	R$ 22322,85	R$ 10042,00
VALOR POR PESSOA (atende a 4 pessoas)						R$ 3927,93	R$ 5580,71	R$ 2510,50
VALOR POR METRO QUADRADO (R$/m²)						R$ 1058,74	R$ 1504,24	R$ 676,68

VALORES MÉDIOS PARA CONTAINERS DE 40 PÉS (29,74m²) NO BRASIL, NO ANO DE 2021								
	FOTOS	PREÇOS		MÉDIA	QTD.	TOTAL	TOTAL (max.)	TOTAL (min.)
CONTAINER		Easy Container	18890,00	16392,00	1	R$ 16392,00	R$ 18890,00	R$ 11708,00
		MF Rural	17990,00					
		Easy Container	16980,00					
		Easy Container	11708,00					
DRYWALL		Leroy Merlin (2,00 x 0,60m)	15,40 por m²	13,48 por m²	159 m²	R$ 2143	R$ 2143	R$ 2143
		Sodimac (1,80 x 1,20m)	12,92 por m²					
		C&C (2,40 x 1,20m)	12,12 por m²					
RIPAS DE MADEIRA (EUCALIPTO)		Leroy Merlin (1 x 4 x 250cm)	16,09	14,50	56	R$ 812	R$ 812	R$ 812
		Sodimac (1 x 4 x 250cm)	12,90					
LÃ DE VIDRO		Leroy Merlin (1,20 x 12,50m)	119,90	119,90	11	R$ 1319	R$ 1319	R$ 1319
		Sodimac (1,20 x 12,50m)	119,90					
PARTE FIXA	(banheiro e pia)	Bacia Sanitária	300,00	-	2	R$ 1300	R$ 1300	R$ 1300
		Chuveiro	150,00		2			
		Lavatório	100,00		2			
		Pia	200,00		1			
VALOR TOTAL						R$ 21965,94	R$ 24464,00	R$ 17282,00
VALOR POR PESSOA (atende a 8 pessoas)						R$ 2745,74	R$ 3058,00	R$ 2160,25
VALOR POR METRO QUADRADO (R$/m²)						R$ 738,60	R$ 822,60	R$ 581,10

COMPARATIVOS COM A CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL NO ANO DE 2021
SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
Índice do IBGE que tem como objetivo a produção de séries mensais do Brasil, de custos e índices médios para o setor habitacional, levando em consideração custos de mão de obra, materiais, máquinas, equipamentos e serviços.
VALOR MÉDIO NO BRASIL EM 2021: 1506,76 R$/m²
CUB - Custo Unitário Básico
É o custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado, servindo para os custos de avaliação de construção das edificações, elaborado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). O Cub representa o custo parcial da obra, levando em conta apenas o essencial, sem contar os custos adicionais, como previsto no item 3.9 da Norma Brasileira ABNT NBR 12.721:2006.
VALOR MÉDIO MENSAL NO BRASIL ATÉ SETEMBRO DE 2021: 1703,18 R$/m²

Fonte: Adaptado de CBIC, 2021; Construção, 2021; Container, 2021a; Container, 2021b; IBGE, 2021; Merlin ,2021; Rural, 2021; Sodimac, 2021.

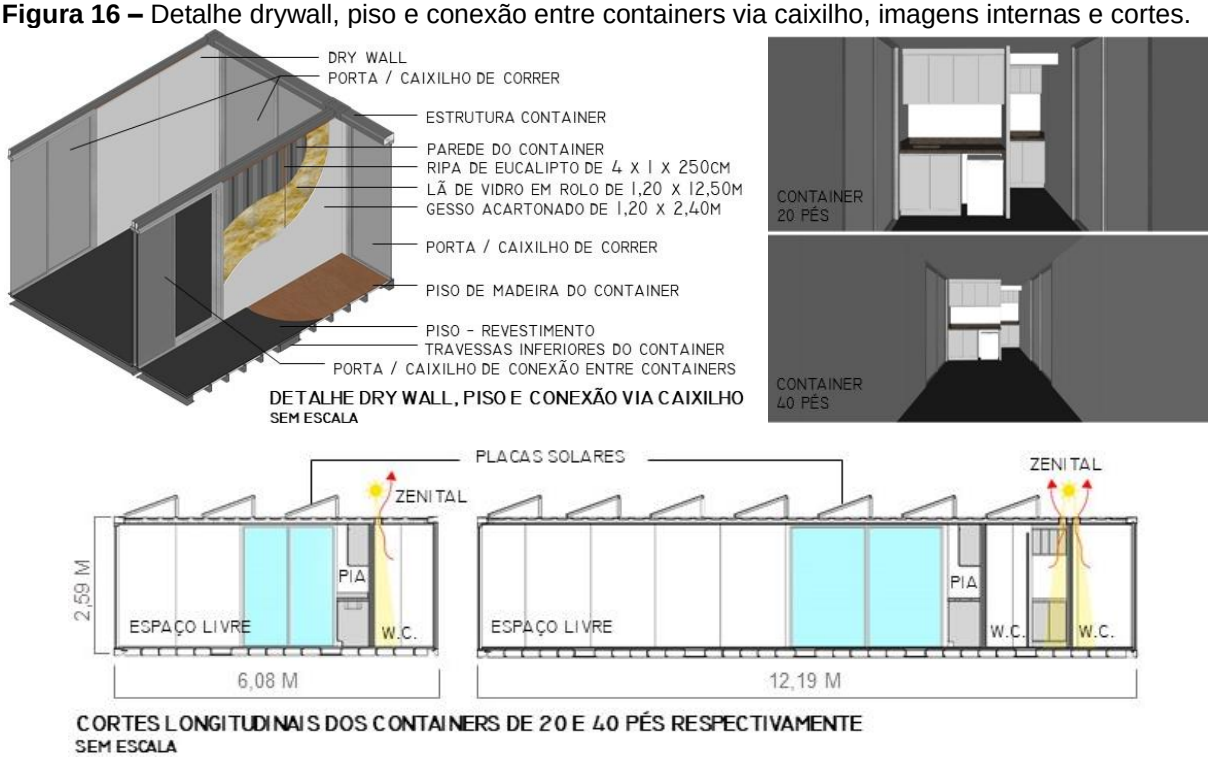
Na análise não serão considerados: serralheria, mão de obra, transporte, instalações hidráulicas e elétricas, pois são iguais para os dois tamanhos propostos. Apreciou-se o custo das partes que variam entre os tamanhos, como: valor do contêiner, revestimento das paredes internas em *drywall*; montantes para fixação: gesso acartonado e isolamento; por fim, as peças fixas de banheiro e pia: bacia sanitária, chuveiro e pias. A quantidade de pessoas que ocupará cada container será de 4 por banheiro, portanto, 4 pessoas para o container de 20

pés e 8 pessoas para o de 40 pés, pensando que nos módulos habitacionais serão usados beliches.

Levou-se em consideração também, os materiais que conseguem suprir com qualidade as demandas, mas que possuem um custo acessível e mais baixo. Dessa forma, os containers possuem paredes internas de drywall estruturadas por ripas de eucalipto de 4 cm. Utilizou-se lã de vidro para isolamento termo acústico no lugar do painel de isolamento a vácuo colocado por Shen (et al., 2019) como solução mais eficiente, pois é uma novidade no mercado, e é mais cara. Por fim, as esquadrias são metálicas e abrem como uma porta em um trilho para que possa haver a conexão entre containers por meio delas (Figura 16), outra possibilidade é a retirada do caixilho criando uma abertura mais ampla caso necessário.

Comparando os custos, constata-se que os valores médios para o metro quadrado de construção em container são inferiores às médias de valor por metro quadrado da construção civil no país. Nota-se também que o container de 40 pés seria mais vantajoso em termos de gasto por pessoa e metro quadrado construído, porém a opção do container de 20 pés não deve ser descartada uma vez que cada demanda tem suas especificidades, e para alguns casos, o container de 20 pés pode ser o que melhor atende a elas.

Figura 16 – Detalhe drywall, piso e conexão entre containers via caixilho, imagens internas e cortes.

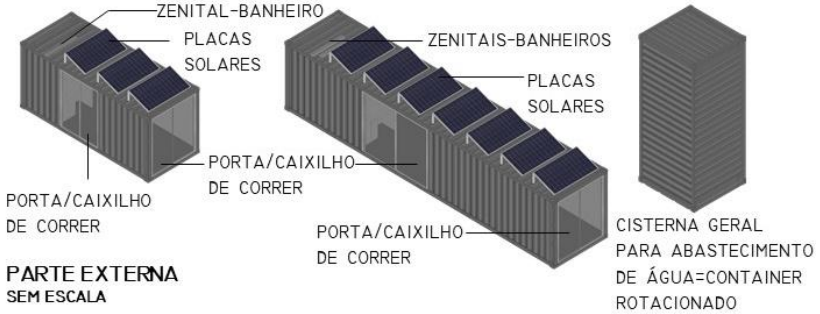


Fonte: Autoral.

Externamente, esses módulos contam com a possibilidade da incorporação de placas para captação de energia solar na parte superior, nela também se encontra a janela dos banheiros que é zenital para facilitar as junções laterais entre containers. Contam também

com uma cisterna externa de armazenamento de água de uso coletivo que abasteceria mais de uma unidade de container (Figura 17).

Figura 17 – Parte externa dos módulos.



Fonte: Autoral.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação é uma revisão bibliográfica partindo do questionamento **“Como a partir da adaptação dos containers e do upcycle, se consegue gerar uma espacialidade modelo, ou seja, um módulo único que consiga atender a demandas de atividades emergenciais de saúde, moradia e alimentação e como esse módulo pode se ampliar conectando-se a outros iguais como se fossem “peças de LEGO”?”**

Possibilitou a busca por uma arquitetura, ecológica, criativa e versátil, por meio de um módulo para situações emergenciais que pudesse servir como modelo para possíveis eventualidades que requeiram amparar dificuldades de moradia, alimentação e saúde. Tal pergunta fomentou a proposição de um projeto modelo baseado na cidade do futuro e nas novas possíveis demandas emergenciais sobre a arquitetura, obtendo o resultado esperado.

Para tal resultado, foram investigados também aspectos que dizem respeito à sustentabilidade, por meio da contemplação dos pontos anteriormente propostos: 1. Reciclagem Industrial; 2. Economia dos materiais; 3. Versatilidade e resiliência; 4. Energia Solar; 5. Conforto Ambiental, baseando-se no conceito *Cradleto Cradle* de Mcdonough e Braungart (2013) e nos ODS colocados pela ONU (ONU, 2021) que possibilitaram a formulação de uma tabela comparativa entre os projetos analisados e o proposto (Tabela 2)

Tabela 2 – Comparação dos aspectos de sustentabilidade.

TABELA COMPARATIVA DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS NOS PROJETOS ANALISADOS E NO PROPOSTO						
PROJETOS	R4 HOUSE	CURA	INCUBADORAS	EX CONTAINER	URBAN RIGGER	PROJETO PROPOSTO
1. Reciclagem Industrial	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2. Economia dos materiais	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
3. Versatilidade e resiliência	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4. Energia Solar	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM
5. Conforto Ambiental	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM

Fonte: Autoral

A partir da análise pode-se concluir que nem todos os projetos estudados possuem preocupação com as questões analisadas, apenas a R4 House e o Urban Rigger que se

tornam projetos mais eficientes. Para o caso das habitações emergenciais, algumas dessas preocupações são essenciais, no sentido de que podem diminuir gastos e trazer autossuficiência. Sendo assim, por não saber local onde a construção emergencial será instalada, é importante a existência de medidas preventivas como por exemplo o uso de painéis solares e a previsão de cisternas de água para que não faltem suprimentos de necessidade básica.

O módulo proposto buscou contemplar os pontos analisados tornando-se essencial para que já exista um ponto de partida no caso de uma eventualidade. O uso dos containers como forma rápida de resposta é eficiente se aliado ao uso de materiais de menor custo para a formulação de seu interior, outra vantagem é que os containers são duráveis e os módulos por serem versáteis, podem ser reutilizados, sem necessidade da fabricação de novos a cada demanda que surge.

Encerra-se o trabalho destacando a importância de uma solução emergencial arquitetônica como forma de prevenção, para que o processo de ajuda à população necessitada seja imediato. É importante também que esta siga ideais sustentáveis, obtendo o menor impacto ambiental, com construções que buscam autossuficiência.

4. REFERÊNCIAS

AILMENTS, Cura - Connected Units For Respiratory. **CURA - Connected Units for Respiratory Ailments**. 2020. Disponível em: <https://curapods.org/why/en>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ANDERS, Gustavo Caminato. **Abrigos Temporários de Caráter Emergencial**.119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ANGA KONTENERY (Polônia). **Twistlocks**. 2020. Disponível em: <https://www.anga.pl/en/oferta-osprzet/twistlock-en/>. Acesso em 10 jul. 2020.

BONAFÉ, Gabriel. **Container é estrutura sustentável e econômica para construção civil: Reaproveitamento do material garante menor descarte na natureza e viabiliza projetos com mais agilidade**. 2015. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/container-e-estrutura-sustentavel-e-economica-para-construcao-civil/9793>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CBIC. **CUB Médio Brasil**: custo unitário básico de construção por m². Custo Unitário Básico de Construção por m². 2021. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/cub-medio-brasil-custo-unitario-basico-de-construcao-por-m2. Acesso em: 13 dez. 2021.

CONSTRUÇÃO, Casa e. **Casa e Construção**. 2021. Disponível em: < https:// www.cec.com.br>. Acesso em: 16 jul. 2021.

CONTAINER, Easy. **Easy Container**. 2021a. Disponível em: https://www.easycontainer.com.br/venda. Acesso em: 16 jul. 2021.

CONTAINER, Miranda. **A História Completa dos Containers**. 2019. Disponível em: <https://mirandacontainer.com.br/historia-completa-containers/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

CONTAINER, Miranda. **Miranda Container**. 2021b. Disponível em: https://mirandacontainer.com.br/. Acesso em: 16 jul. 2021.

EX-CONTAINER PROJECT (Japão). **Ex-containerproject**. 2021. Disponível em: <http://exc.ysmr.com/top_e/>. Acesso em: 11 jan 2021.e o FII

FLOATING cities, the LEGO House and other architectural forms of the future | Bjarke Ingels. [S.I.]: Ted Talks, 2019. (15 min.), youtube, son., color. Legendado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ieSV8-isy3M&list=PL2NYILkBEFgyHkBLvG2D2m2CoqEaIeQbY&index=3&t=2s>. Acesso em: 25 out. 2020.

FLORENT. **O QUE É UPCYCLING E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?** 2019. Disponível em: <https://florent.com.br/o-que-e-upcycling-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

GARRIDO, Luis de. Green **Container Architecture 3**. Barcelona: Monsa, 2015.

GARRIDO, Luis de. **R4HOUSE (Recupera, Reutiliza, Recicla, Razona)**. 2021. Disponível em: <http://luisdegarrido.com/proyectos-realizados/r4house/#tab-id-3>. Acesso em: 11 jan. 2021.

HARROUK, Christele. **Carlo Ratti propõe UTI móvel com contêiner para tratar casos graves de COVID-19. 2020**. Traduzido por RomulloBaratto. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/936298/carlo-ratti-propoe-uti-movel-com-conteiner-para-tratar-casos-graves-de-covid-19>. Acesso em: 04 jan. 2021.

HERNÁNDEZ, Beatríz et al. **Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción Trabajos de la V Especialización**. 2009. 4 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de La Construcción, Universidad Central de Venezuela, Venezuela, 2019. Cap. 25. Disponível em: <http://190.169.94.12/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2587/2482>. Acesso em: 30 maio 2020.

HERNÁNDEZ, Gladys. **Propuesta arquitectónica basada en la reutilización de contenedores marítimos para Inspectorías de pesca:** caso de estudio: inspectoría en capure, municipio Pedernales, estado delta amacuro. 2014. 280 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, Instituto de Desarrollo Experimental de La Construcción Idec, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2014.

HOMETEKA. **Entenda a diferença entre OSB e compensado de madeira: compare e entenda o que é OSB e compensado de madeira**. 2014. Disponível em: <https://www.hometeka.com.br/aprenda/entenda-a-diferenca-entre-osb-e-compensado-de-madeira/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

IBGE. **SINAPI**: sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-

pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=resultados. Acesso em: 13 dez. 2021.

KOTNIK, Jure. **Container Architecture book: this book contains 6441 containers**. Barcelona: Links, 2010.

LABSTRATEGY (Brasil - São Paulo). **LABSTRATEGY:** laboratório de estratégias projetuais. 2020. Disponível em: https://www.lab-strategy.com/. Acesso em: 13 jun. 2020.

LEGO. **The LEGO Group History**. 2021. Disponível em: <https://www.lego.com/en-us/aboutus/lego-group/the-lego-group-history/>. Acesso em: 10 set. 2021.

MARTINEZ, Júlia. **Contêineres flutuantes viram moradias para estudantes**. 2019. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/arquitetura/conteineres-flutuantes-viram-moradias-para-estudantes/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: G, Gili, 2013. Tradução de Frederico Bonaldo.

MERLIN, Leroy. **Leroy Merlin**. 2021. Disponível em: < https://www.leroymerlin.com.br>. Acessoem: 16 jul. 2021.

MINNER, Kelly. **Ex-Container Project / Yasutaka Yoshimura Architects**. 2011. Disponível em: <https://www.archdaily.com/127534/ex-container-project-yasutaka-yoshimura-architects>. Acesso em: 11 jan. 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 ago. 2021.

PORTOBELLO, Archtrends. **Construção em container:** vale a pena usar essa tendência? 2017. Disponível em: <https://archtrends.com/blog/construcao-em-container/>. Acesso em: 11 jul. 2020.

RIGGER, Urban. **URBAN RIGGER**. 2021. Disponível em: https://www.urbanrigger.com/. Acesso em: 11 jan. 2021.

ROGERS, Richard. **Cidades Para um Pequeno Planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, Sa, 2005.

RURAL, Marketplace Mf. **Marketplace MF Rural**. 2021. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SHEN, Jingchun et al. **Exploring the Potential of Climate-Adaptive Container Building Design under Future Climates Scenarios in Three Different Climate Zones**. 2019. Artigo. Fakultät MKT / Institut für Duale Studiengänge. Disponível em: <https://opus.hs-osnabrueck.de/frontdoor/index/index/docId/1518>. Acesso em: 09 jul. 2020.

SODIMAC. **Sodimac**. 2021. Disponível em: < https://www.sodimac.com.br>. Acesso em: 16 jul. 2021.

Contatos: mendes_mari@hotmail.com e carlos.arriagada@mackenzie.br