

V Simpósio Brasileiro Online de
Gestão Urbana

28 a 30 de julho 2021



unesp



Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

EIXO TEMÁTICO:

- () Cidades inteligentes e sustentáveis
- () Conforto Ambiental e Ambiência Urbana
- () Engenharia de tráfego, acessibilidade e mobilidade urbana
- () Habitação: questões fundiárias, imobiliárias e sociais
- () Patrimônio histórico, arquitetônico e paisagístico
- (X) Projetos e intervenções na cidade contemporânea
- () Saneamento básico na cidade contemporânea
- () Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil

Estratégias para a reutilização de containers como solução às demandas globais bioclimáticas no âmbito da construção civil

Strategies for reuse containers as a solution to global bioclimatic demands in the civil construction scope

Estrategias de reutilización de contenedores como solución a las demandas bioclimáticas globales en el ámbito de la construcción civil

Mariana Ragazzi Mendes

Graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil.
mendes_mari@hotmail.com

Carlos Andrés Hernández Arriagada

Orientador Doutor Arquiteto e Urbanista, Pesquisador e Professor na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Presbiteriana Mackenzie - Laboratório de Estratégias Projetuais (LABSTRATEGY), Pós Doutorando Núcleo Cidades Globais - IEA USP. São Paulo, Brasil. Professor visitante da Pós-graduação do curso de Arquitetura, Urbanismo e Geografia da Universidade de Concepción, Chile.
carlos.arriagada@mackenzie.br / carlos.hernandez@usp.br

RESUMO

A investigação busca compreender as possibilidades de reutilização de containers após seu uso de acordo com a normativa internacional *International Organization for Standardization* (ISO) e de como essa reutilização pode gerar respostas a diversas demandas globais, contribuindo para a diminuição do crescente impacto ambiental advindo da geração de lixo pela indústria. A pesquisa tem por viés a realização de análises pela óptica da arquitetura, buscando compreender o motivo pelo qual é mais notada a reutilização dos containers para a construção civil do que em processos de reciclagem e fundição do material aço. Além disso busca compreender como a arquitetura em containers é capaz de gerar espaços diversos e espacialidades agradáveis, trazendo um estudo sobre aspectos físicos dessas caixas para que possam ser analisadas diferentes formas de adaptá-las ergonomicamente para o uso humano.

PALAVRAS-CHAVE: Contêineres. Reciclagem. Arquitetura.

ABSTRACT

The investigation aims to understand the container reuse possibilities after its use in accordance with the international norm ISO and how this reuse can generate answers to several global demands, contributing to decrease the growing environmental impact from waste and industry. The research has the bias of conducting analyzes from the perspective of architecture, seeking to understand why the reuse of containers for construction is more noticeable than the recycling processes or the steel casting. In addition, it seeks to understand how container architecture can generate multiple spaces and pleasant spatialities by bringing a study of the physical aspects of these boxes and by analyzing different ways of ergonomically adapting them for human use.

KEY WORDS: Containers. Recycling. Architecture.

RESUMÉN

La investigación busca comprender las posibilidades de reutilización de contenedores después de su uso según la norma internacional ISO 6346 y cómo esta reutilización puede generar respuestas a diversas demandas globales, contribuyendo a la reducción del creciente impacto ambiental derivado de la generación de residuos por parte de la industria. La investigación tiene el objetivo de realizar análisis por la perspectiva de la arquitectura, buscando entender por qué la reutilización de contenedores para la construcción es más notoria que en los procesos de reciclaje y fundición de acero. Además, se busca entender cómo la arquitectura de contenedores es capaz de generar espacios diversos y espacialidades agradables, trayendo un estudio de los aspectos físicos de estas cajas para que se puedan analizar diferentes formas de adecuarlas ergonómicamente para el uso humano.

PALABRAS CLAVE: Contenedores. Reciclaje. Arquitectura.

1 INTRODUÇÃO

Os containers foram uma grande inovação tecnológica, eles transformaram e revolucionaram a economia devido à grande melhoria trazida ao transporte de cargas marítimas impactando diretamente na melhoria da eficiência sobre as exportações de mercadoria e na necessidade de melhorias tecnológicas nas embarcações para que suportassem cada vez mais unidades de container.

Por outro lado, essas estruturas têm um tempo de vida útil para servirem de transporte de carga pelos mares, e após esse tempo, são descartadas. Metal não é um material que se decompõe facilmente e retorna à natureza. Por isso, pensando no que diz respeito à sustentabilidade e em ideais de ecoefetividade, sabe-se que a vida útil dos containers não precisa terminar assim, eles podem ser ressignificados de maneira a ainda serem úteis para a humanidade.

Uma maneira de ressignificar o container é por meio da arquitetura, por conta de sua estrutura reforçada e de sua escala ser apropriada aos seres humanos (GARRIDO, 2015). Mesmo depois de muitos anos em alto mar, os containers ainda são capazes de suportar o encargo de se tornarem arquitetura servindo a um novo propósito de maneira sustentável.

De acordo com Kotnik (2010), este é um novo ramo da arquitetura que aos poucos vem conquistando espaço na profissão, podendo gerar espaços de alta qualidade, em equivalência à arquitetura tradicional pois apesar de inovadora, esta arquitetura ainda segue os princípios vitruvianos *firmitas* (durabilidade), *utilitas* (utilidade) e *venustas* (beleza)¹.

2 OBJETIVOS

A pesquisa tem como objetivo estudar, a trajetória da vida útil dos containers, desde seu surgimento advindo dos processos de industrialização durante o século XX, até seu emprego na construção civil como uma estratégia às demandas globais atuais, devido ao desenho de sua estrutura que lhe permite esta versatilidade para novos usos. Busca também entender os principais aspectos construtivos do módulo² e como em um processo de reciclagem industrial, sua ressignificação pode contribuir positivamente para o meio ambiente, entendendo que o reuso é mais vantajoso do que a transformação do aço, material que o constitui. Nesse sentido a pesquisa busca estabelecer estratégias de reutilização aplicadas aos containers, tendo como pergunta norteadora:

“Quais os aspectos que os containers após seu uso³ atendendo as normativas internacionais, assumem como infraestrutura inteligente para novos processos de reciclagem industrial na geração de soluções as demandas globais?”

¹ Tríade vitruviana colocada por Vitruvius em seus livros, em que *firmitas* está relacionada a durabilidade e solidez do edifício, *utilitas* está relacionado a utilidade da construção e *venustas* relacionado a beleza. Essa tríade seria por ele considerada o essencial para a boa arquitetura (DZIURA, 2006).

² Medida adotada para regular as proporções das diversas partes de uma construção (MÓDULO, 2021).

³ O tempo de uso dos containers no setor portuário é relativo, depende de fatores externos, e pode variar de 10 a 15 anos segundo o World Shipping Council (WSC) (CARBONARI, 2015).

3 METODOLOGIA

A metodologia consiste na revisão bibliográfica, estudos e artigos relacionados ao tema dos containers e reciclagem industrial, tendo como finalidade a produção de alguns diagramas e esquemas para a proposição de estratégias de reuso e reciclagem industrial relacionadas aos containers, assim como de composição volumétrica.

4 HISTÓRIA DOS CONAINERS

Os primeiros registros de utilização de objetos ou recipientes para armazenagem e transporte de bens se remonta às civilizações primitivas como antecessores do atual container, mas foi apenas durante a revolução industrial, com o crescimento das produções e das demandas que realmente este objeto foi desenvolvido (KOTNIK, 2010).

Nos tempos pré-revolução industrial, os produtos exportados viajavam por canais ou por veleiros, o transporte era lento e pouco confiável quando o clima estava ruim, além da grande sujeição à pirataria, sendo raro que a carga chegasse completa em seu destino (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2013). Nesses tempos, o transporte de mercadorias pelos mares era feito sem uma padronização ou organização, os produtos eram transportados à mão. Com o advento da revolução industrial e a crescente produção de bens, as demandas sobre esse tipo de transporte aumentaram significativamente, e o sistema antigo passou a se tornar ineficiente para supri-las (CONTAINER, 2019).

Essas demandas levaram a melhorias nesse sistema. No início da década de 1950, a maior parte das cargas que precisavam atravessar os oceanos eram transportadas a granel e as mercadorias ficavam soltas, embaladas em caixas, sacolas, barris, ou outros recipientes de tamanho variado, dependendo do tipo de produto transportado (TOMLINSON, 2009).

Por volta do ano de 1955, o americano Malcom McLean, a partir de sua empresa de caminhões de transporte de cargas idealizou o módulo dos containers que revolucionou a maneira de se transportar insumos marítimos, assim como os tipos de navio que deveriam ser adaptados para esse novo meio de transporte (CONTAINER, 2019).

Ainda na década de 1950, McLean patenteou o container marítimo metálico com estruturas laterais reforçadas, que podiam ser retirados do chassi de um caminhão por meio de guias. Esse mecanismo revolucionou o sistema dos containers anteriormente utilizados e possibilitou uma maior proteção das cargas, fazendo com que estas pudessem chegar intactas ao seu destino (KOTNICK, 2010).

Na década de 1960 os containers marítimos se tornaram o principal método de transporte de cargas por duas razões, primeiramente pelo sucesso da empresa do McLean, e também por conta da estandardização dos tamanhos de container na indústria para que estes pudessem se adaptar às embarcações já existentes, além do estabelecimento de acordos que levaram a adaptações para que esses módulos pudessem ser transportados não só por navios e caminhões, mas também por trens. (TOMLINSON, 2009).

5 O MÓDULO

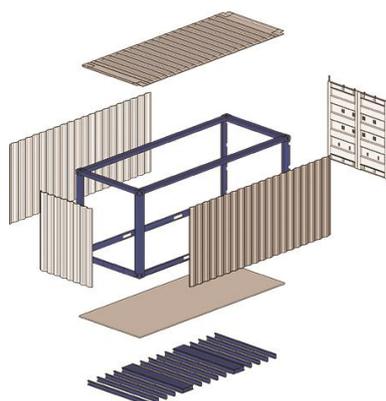
Containers são estruturas retangulares feitas de metal, são modulares e sua função é transportar carga nos navios através dos oceanos. Foram desenvolvidos para suportar as

intempéries marítimas e os impactos advindos da movimentação dos navios mesmo quando empilhados, tornando essas estruturas muito resistentes. Sua modularidade faz com que se pareça com uma peça gigante de LEGO. São pré-fabricados, produzidos em massa, baratos e de fácil transporte (KOTNIK, 2010).

Sua vida útil em alto mar 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).

Sua estrutura é autoportante, feita por perfis tubulares quadrados, e sua base é bastante rígida e resistente, uma vez que possui uma trama de perfis metálicos que suportam uma base (chão), normalmente de bambu ou bétula, e seus fechamentos também são metálicos (GARRIDO, 2015). Na figura (Figura 1), em azul se encontra a estrutura do container, enquanto em branco estão os fechamentos metálicos e a base, na maioria dos casos, de madeira.

Figura 1 – Esquema explodido de um container convencional com destaque para a estrutura.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No mercado⁴ existem diversos tipos de container de diversos tamanhos, todos eles devidamente padronizados (Figura 2) e (Figura 3). Suas dimensões estão internacionalmente normatizadas, e mesmo assim, há algumas variações dimensionais, principalmente no que diz respeito à altura e às envoltórias (GARRIDO, 2015). Além disso, diversos fornecedores de containers possuem opções refrigeradas que servem para transporte de carga que precisa de controle de temperatura e opções de containers sem a cobertura ou com cobertura de lona.

Figura 2 – Principais tipos e tamanhos de containers.

20 ft		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		5,90 m	2,35 m	2,39 m	2,34 m	2,28 m	2.230 kg

20 ft OPEN TOP TETO ABERTO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		5,89 m	2,31 m	2,35 m	2,28	2,18	2.200 kg

Fonte: Adaptado de PAX Groep, 2020.

⁴ Mercado portuário de venda de containers regido por normas ISO, que inclui algumas empresas como a Maersk e a Hamburg Süd.

Figura 3 – Principais tipos e tamanhos de containers.

20 ft FLAT RACK RACK PLANO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		5,62 m	2,20 m	2,23 m			2.530 kg
20 ft REFREER REFRIGERADO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		5,45 m	2,29 m	2,37 m	2,29 m	2,26 m	3.010 kg
40 ft		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		12,03 m	2,35 m	2,39 m	2,34 m	2,28 m	3.740 kg
40 ft HIGH CUBE CUBO ALTO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		12,03 m	2,35 m	2,69 m	2,34 m	2,58 m	3.900 kg
40 ft OPEN TOP TETO ABERTO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		12,02 m	2,35 m	2,34 m	2,34 m	2,27 m	3.880 kg
40 ft FLAT RACK RACK PLANO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		12,08 m	2,43 m	2,10 m			5.480 kg
40 ft REFREER REFRIGERADO		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		11,58 m	2,29 m	2,55 m	2,28 m	2,43 m	4.140 kg
45 ft		COMPRIMENTO INTERNO	LARGURA INTERNA	ALTURA INTERNA	LARGURA DA PORTA	ALTURA DA PORTA	PESO
		13,35 m	2,33 m	2,39 m	2,33 m	2,57 m	4.870 kg

Fonte: Adaptado de PAX Groep, 2020.

As medidas dos containers são normalmente dadas em *Twenty Foot Equivalent Unit* (TEU)⁵. Um TEU equivale a 20 pés⁶ que equivale a aproximadamente 6 metros (PAX GROEP, 2020). Em síntese, as variações de altura e comprimento segundo Hernández (2014) são as seguintes:

A largura é fixa e tem 8 pés (2,44 metros);

A altura varia entre 8 pés e 6 polegadas (2,59 metros) ou 9 pés e 6 polegadas (2,89 metros);

O comprimento varia entre 8 pés (2,44 metros); 10 pés (3,04 metros); 20 pés (6,08 metros); 40 pés (12,19 metros); 45 pés (13,71 metros); 48 pés (14,59 metros) e 53 pés (16,11 metros).

Comparando esses dados com o da tabela anterior temos um panorama de dimensões externas e internas desse módulo.

Ainda de acordo com o mesmo autor, os tipos mais usados pelo mercado mundial são de 20 e 40 pés dos modelos normais, com volumes internos respectivamente de 32,60m³ e

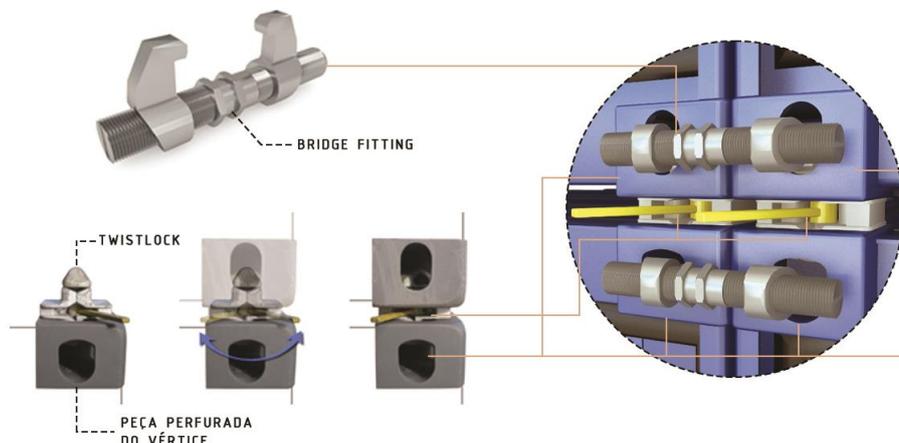
⁵ Unidade de medida utilizada para containers. Um TEU equivale a 20 pés que por sua vez equivale a 6,096 metros.

⁶ Unidade de medida. Um pé equivale a 0,3048 metros, pode ser simbolizado por ('). Exemplo: 1' = 1 pé.

66,70m³ e vale ressaltar que as dimensões dos containers estão devidamente reguladas na norma ISO 6346.

Em cada um de seus vértices, os containers possuem uma peça perfurada para fixação entre containers por meio de sua união com dispositivos chamados *twistlocks* que servem para sua fixação nos barcos, caminhões e até mesmo nas gruas facilitando o transporte. Este mesmo elemento pode ajudar a fixar os containers para usos definitivos em terra (HERNÁNDEZ, 2014). Existem também peças chamadas *bridge fitting* que também ajudam a reforçar a junção entre os containers (ANGA KONTENERY, 2020). (Figura 4).

Figura 4 – Mecanismos de junção dos containers.



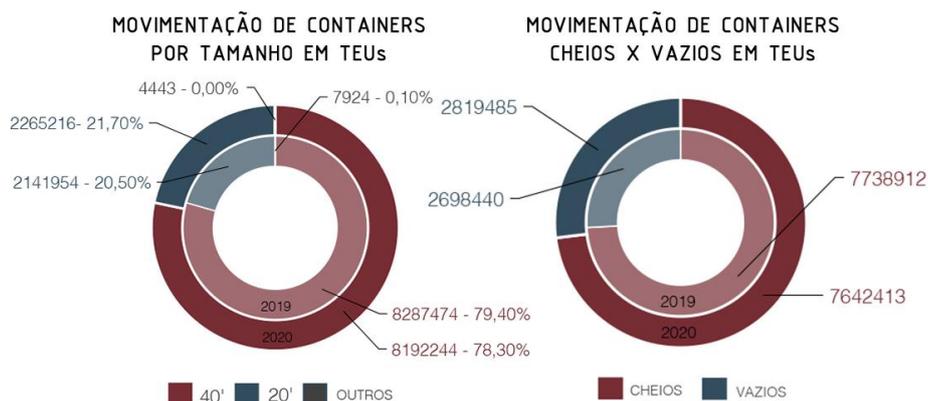
Fonte: Adaptado de Anga Containery, 2020.

6 RECICLAGEM INDUSTRIAL: POR QUE RESSIGNIFICAR O CONTAINER

De acordo com Shen (et al., 2019), hoje em dia existem mais de 17 milhões de containers parados nos portos ao redor no mundo e um grande número de containers vazios em enormes pátios de deposição daqueles que entram em desuso. Isso tudo devido às grandes despesas envolvidas no retorno do container ao seu país de origem.

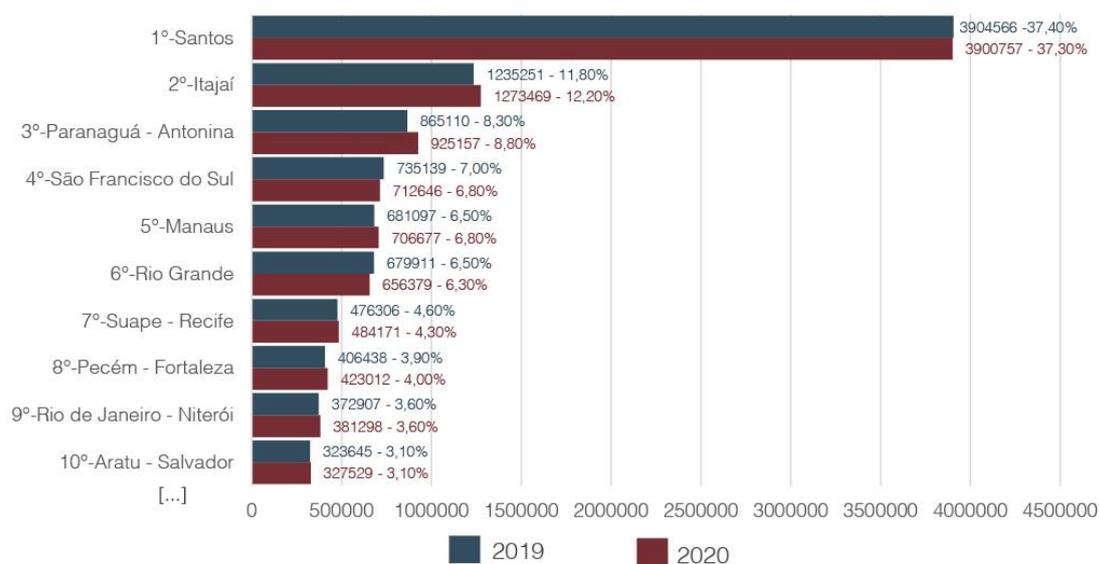
Apenas no Brasil, segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Brasil, (2020) a movimentação de containers nos últimos anos de 2019 e 2020 obtiveram as seguintes estatísticas (Gráficos 1 e 2), (Gráfico 3) e (Gráfico 4).

Gráficos 1 e 2 – Movimentação de Containers por Tamanho em TEUs (2019 – 2020) e Movimentação de Containers Cheios x Vazios em TEUs (2019 – 2020).



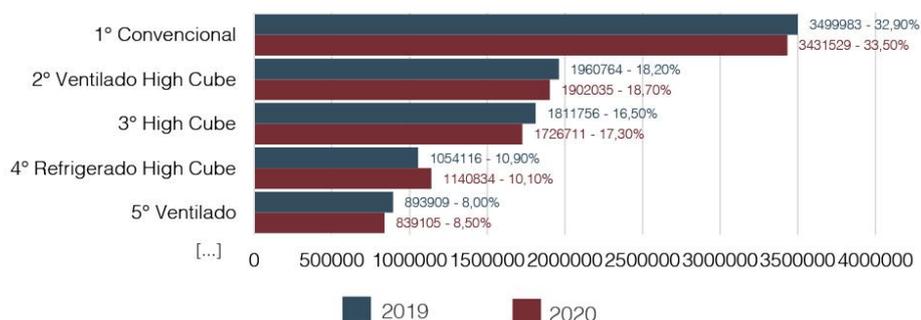
Fonte: Adaptado de ANTAQ, 2020.

Gráfico 3 – Movimentação de Containers nas instalações Portuárias em TEUs (2019 – 2020).



Fonte: Adaptado de ANTAQ, 2020.

Gráfico 4 – Tipos de Containers Mais Usados em TEUs (2019 – 2020).



Fonte: Adaptado de ANTAQ, 2020.

A partir dos dados, é possível perceber que nos dois últimos anos, os dois Portos que mais movimentam containers no Brasil são os de Santos e Itajaí, que o tamanho de container mais transportado é de 40', totalizando cerca de 80% dos containers movimentados, e o container convencional é o tipo mais utilizado.

Com isso, pode-se entender que frente a grande quantidade de containers movimentados, muitos deles já cumpriram sua vida útil como transporte de carga, fazendo com que não sejam mais úteis para esse propósito. No entanto, isso não significa que não possamos atribuir um novo uso a eles. O mercado de revenda de containers usados está em ascensão. Empresas de container como a Maersk Line fazem parte desse ramo servindo clientes interessados na renovação dos containers (SHEN et al., 2019).

Dentre suas possíveis destinações, temos a fundição do aço ou o reuso do objeto. Ao analisar reversamente o processo de fabricação dos containers teríamos que para a sua fundição, o aço precisaria ser limpo, com toda camada de tinta e *primer* removidas, para que então as peças fossem separadas e a madeira do piso retirada, para que finalmente o aço pudesse ser fundido tomando uma nova forma (CONTAINER, 2019).

Em adição a isso, o processo de fundição libera na atmosfera partículas extremamente tóxicas em altas concentrações. Esse material particulado se em contato com as vias respiratórias pode causar severos riscos à saúde. A fiscalização para análises ambientais nesses estabelecimentos é dificultosa, os trabalhadores dessas fábricas usam máscaras, mas ainda assim não estão protegidos 100% do contato com partículas prejudiciais, e até mesmo quem trabalha longe da área de fundição está sujeito a presença dos elementos potencialmente tóxicos (BERNARDES, 2009).

Nesse sentido a melhor solução a ser adotada tanto para a saúde humana, quanto para a preservação da atmosfera e do meio ambiente é prolongar a vida útil dos containers por meio do reuso do objeto e uma das formas de fazê-lo é por meio da arquitetura.

7 O CONTAINER NA ARQUITETURA

A arquitetura com containers não é algo tradicional, ela surgiu por conta do excesso das “coisas” no nosso planeta (FRANK, 2013). Esses módulos são uma tendência inovadora na arquitetura, essa ideia de transformar container em construções teve início no começo dos anos 1990, na Inglaterra, em que arquitetos perceberam o abandono desses módulos no entorno de docas e estações de trem e começaram a pensar em como reutilizá-los (PORTOBELLO, 2017).

A construção com containers contribui cada vez mais para com o meio ambiente. Uma grande vantagem de seu uso é que eles são recicláveis e podem ser reutilizados, sendo que com seu uso na construção, o uso de materiais complementares é significativamente reduzido, compactuando diretamente com os 3R, reutilizar, reciclar e reduzir (KOTNIK, 2010).

O container possui diversas características que fazem conveniente o seu uso na arquitetura. São pré-fabricados, produzidos em massa, baratos e de fácil transporte. São fortes, resistentes, e bastante duráveis. São também modulares, recicláveis e reutilizáveis. O preço de um container usado varia de 1500 dólares a 4000 dólares, o que o torna uma possibilidade de arquitetura acessível (KOTNIK, 2010). Segundo Garrido (2015), esse tipo de construção consegue ser até cerca de 20% mais barata do que uma construção convencional.

Outra característica bastante importante é que esses módulos que são feitos para mercadorias, têm uma escala muito adequada para os seres humanos. Eles podem facilmente ser justapostos formando estruturas arquitetônicas complexas, além de poderem ser facilmente transformados, através de cortes na sua envoltória ou apenas com reforços de perfis metálicos em algumas aberturas criadas (GARRIDO, 2015).

No entanto possuem algumas desvantagens, segundo Frank (2013, apud. Kotnik, 2010), os containers requerem proteções sonoras, e em áreas de climas extremos, é necessária uma atenção especial para métodos de insolação, somando-se a isso, psicologicamente, o fato de as pessoas não conseguirem enxergar claramente a possibilidade de tornar os containers ambientes habitáveis.

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.

1. De acordo com Shein (et al., 2019), os principais programas atendidos pela construção em containers são:

2. Arquitetura pós desastre ou emergencial, nela os containers respondem a essas demandas por serem pré-fabricados, de fácil transporte, baixo custo e por possuírem um rápido processo de construção. Eles podem possibilitar abrigos de longo período para as vítimas;

3. Construções residenciais, nela os containers contribuem para moradias de longa durabilidade construídas em um curto período e com o custo reduzido, podendo suprir desde demandas para moradias de baixa renda até vilas residenciais de luxo;

4. Laser e educacional, nele os containers podem contribuir com um menor impacto na região de instalação no caso do laser, se este estiver em áreas de preservação aliados à educação;

5. Escritórios devido a rapidez e versatilidade da construção com containers;

6. Entre outros como banheiros públicos, cabines telefônicas, expansões de construções já existentes e lojas.

Para ser utilizado na arquitetura, o container precisa passar por um processo de tratamento e recuperação, o que inclui limpeza, funilaria, pintura, serralheria, revestimentos e acabamentos. A preparação da estrutura pode ser feita tanto na fábrica 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).

Nessas construções, 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 fundação, esse tipo de construção não exige grandes movimentações de terra, e ela 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).

Figura 5 – Mecanismos de junção dos containers.



Fonte: Adaptado de SHEN et al., 2019 e MONTAINER, 2020.

Segundo Shen (et al. 2019), são 3 os principais tipos de fundação usados (Figura 5).

1. *spread footing* (fundação direta - sapatas⁷): consiste em blocos de concreto cilíndricos reforçados que são colocados embaixo das quinas estruturais do container. Em geral são usadas para construções de pequeno a médio porte;

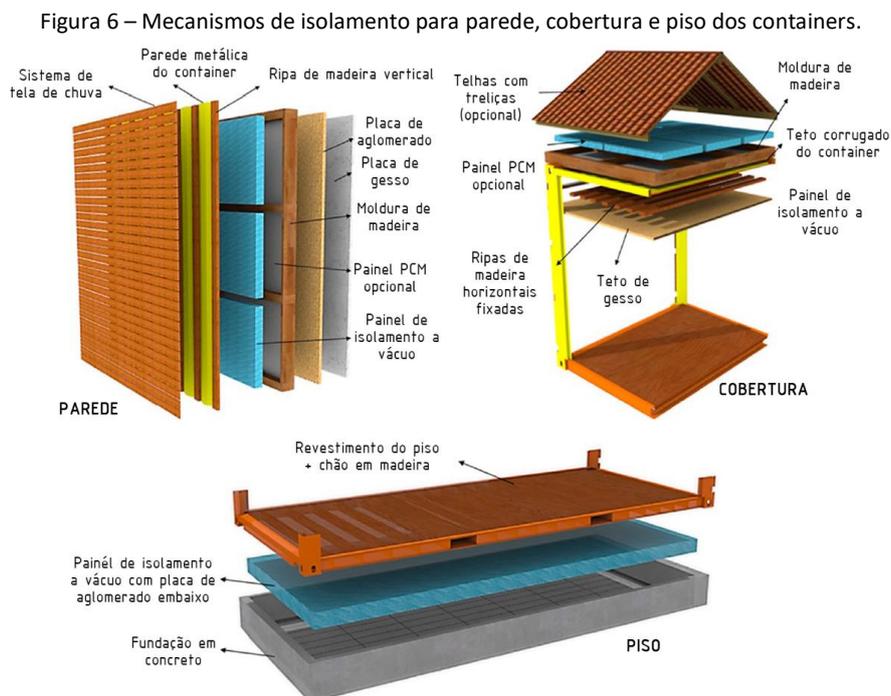
2. *mat foundation* (semelhante a vigas baldrame⁸): utilizada quando o solo é frágil e não seguro, ou o nível do lençol freático está acima da fundação;

3. *piles* (estacas⁹): constituem-se de grandes barras de concreto, metal, ou madeira que adentram para o fundo do solo.

As conexões entre containers na arquitetura devem ser desenvolvidas individualmente, de acordo com cada projeto. Existem dois tipos de conexão, as permanentes realizadas pelas sondagens e as temporárias utilizando-se dos dispositivos *twistlocks* e *bridge fitting* anteriormente mencionados na Figura 3 (SHEN et al., 2019).

Os containers não refrigerados possuem paredes finas de aço cortém de 2mm de espessura não contribuindo para o isolamento térmico e acústico (SHEN et al., 2019). Existem containers refrigerados já com proteção térmica, porém são mais caros e circulam em menor quantidade.

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. Abaixo (Figura 6) estão os modelos conceituais desenvolvidos pelos autores para melhor ilustrar essa possibilidade de isolamento:



Fonte: Adaptado de SHEN et al., 2019.

⁷ Tipo de fundação direta superficial, formada por uma base alargada, quadrada, retangular ou trapezoidal de concreto armado com espessura variável, que recebe a carga advinda dos pilares transmitindo-a para o solo (GOMES, [s.d.]).

⁸ Fundação corrida em concreto simples ou pedra argamassada, como vigas no plano da fundação, indicada para pequenas cargas distribuídas linearmente sobre o terreno. (GOMES, [s.d.]).

⁹ Tipo de fundação profunda formada por elementos verticais de madeira, concreto ou aço cravados no solo. São usadas mais de uma estaca para sustentar apenas um pilar (GOMES, [s.d.]).

Dessa maneira, constata-se que os revestimentos internos dos containers podem ser feitos de estrutura leve como paredes *dry wall*¹⁰, sistema de parede com *Oriented Strand Board* (OSB)¹¹ ou similares devido a economia de espaço e rapidez na construção.

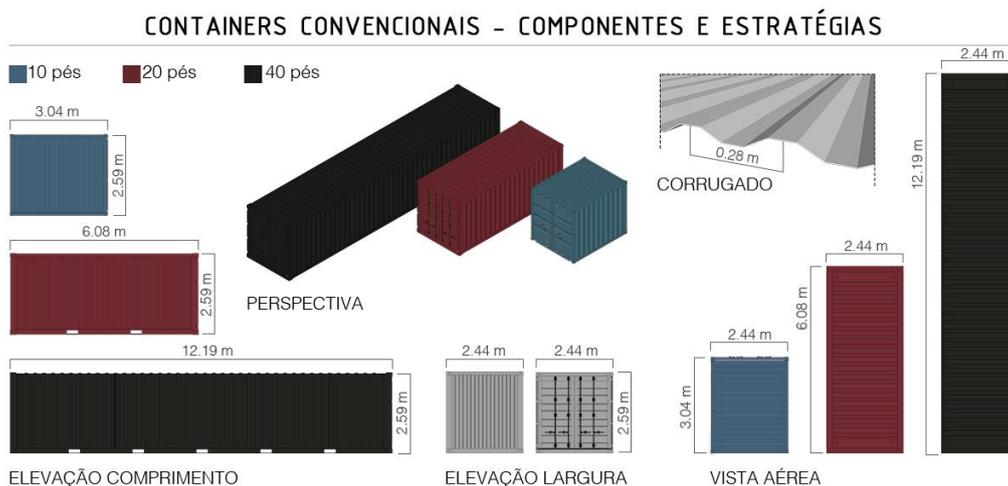
O grupo Lot-Ek (2020), escritório de arquitetura em containers, coloca essa prática arquitetônica como uma maneira de *upcycle*¹², que é uma forma de reutilização adaptativa que estende o ciclo de vida de objetos já fabricados, trazendo benefícios, no caso para a arquitetura, como: a sustentabilidade; a modularidade, que já é uma propriedade dos containers; a durabilidade, uma vez que os containers são fabricados de aço e são mais resistentes e duráveis; e eficiência já que o tempo de construção é menor e a preparação do terreno pode ser feita simultaneamente à preparação e construção do módulo resultando em uma redução de 4 a 6 meses do tempo de obra.

Esse tipo de arquitetura pode obter configurações diversas, não convencionais e inovadoras utilizando-se dos containers. Devido a sua modularidade se apresentam como uma solução bastante versátil, cabendo aos arquitetos e designers propor e pensar em formas criativas de trabalhar com esses caixotes, tendo sempre em vista o menor impacto ao planeta.

8 RESULTADOS

Visto que a maior quantidade de containers em circulação é do tipo convencional e que é muito mais vantajoso ambientalmente e financeiramente sua reutilização na arquitetura, entende-se a necessidade do estabelecimento de estratégias para reuso dessas caixas partindo da compreensão das partes que a compõem. Portanto, desenvolveu-se abaixo (Figura 7) e (Figura 8) uma síntese desse processo.

Figura 7 – Estratégias para a reutilização de containers convencionais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

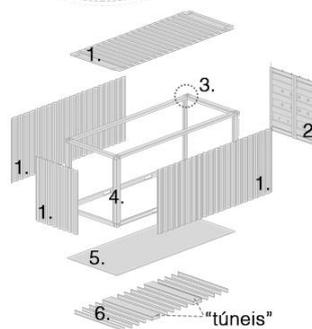
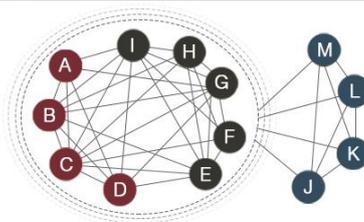
¹⁰ Significa parede seca e consiste em um sistema que não utiliza argamassa, mas sim pequenos perfis metálicos de aço galvanizado servindo de estrutura, isolamento (não obrigatório) geralmente feito de lã mineral e gesso acartonado com duas placas acartonadas que criam uma espécie de sanduiche com o gesso que fica entre elas (HOMETEKA, 2013).

¹¹ Oriented Strand Board, ou em português Painel de Tiras de Madeira Orientadas e consiste basicamente em uma placa com tiras de madeira dispostas na mesma direção (HOMETEKA, 2014).

¹² 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).

Figura 8 – Estratégias para a reutilização de containers convencionais.

PEÇAS	DESCRIÇÃO	ESTRATÉGIAS PARA REUSO
1.	1. Fechamento: constituído por uma placa, corrugada ou plana, de liga de aço. Tem a função de fechar os planos das paredes e do teto dos containers.	REUSO A. Reutilização do material - reciclagem do aço B. Ressignificação - dar um novo significado e função C. Uso na arquitetura - a transformação em um objeto arquitetônico D. União entre containers - containers se unem para formar algo novo
2.	2. Conjunto de portas: constituído por duas portas de liga de aço, com fechaduras metálicas. Tem a função de acessar o interior do container.	
3.	3. Twistlockers: componentes metálicos presentes nos 8 vértices do container. fornecem meios de manuseio, empilhamento e segurança dos containers de acordo com a norma ISO 1161. É por meio dessa peça que um container se prende no outro.	PROPRI-EDADES E. Modularidade - módulos regulares que se encaixam F. Escala - escala próxima a do humano G. Versatilidade - capacidade de poder mudar H. Mobilidade - facilmente trasportável I. Rapidez - velocidade nos processos
4.	4. Estrutura principal: componentes metálicos como pilares e vigas, localizados nas arestas do container, realizam o papel de sustentação, ela que torna o container autoportante.	
5.	5. Piso: constituído na maior parte das vezes por placas de madeira laminada ou compensada parafusado nas travessas inferiores, formando uma superfície de suporte para a carga. Pode ser de aço em alguns casos ou de placas corrugadas com madeira.	BIOCL-MÁTICAS J. Reciclagem - diminuição do lixo K. Menor utilização de materiais na obra L. Minimizar os impactos ambientais M. Diminuição das áreas de descarte de container
6.	6. Travessas inferiores: são estruturas metálicas secundárias cuja função é apoiar o piso, além de possuírem "túneis" que auxiliam as empilhadeiras com o empilhamento dos containers.	



Fonte: Elaborado pelos autores.

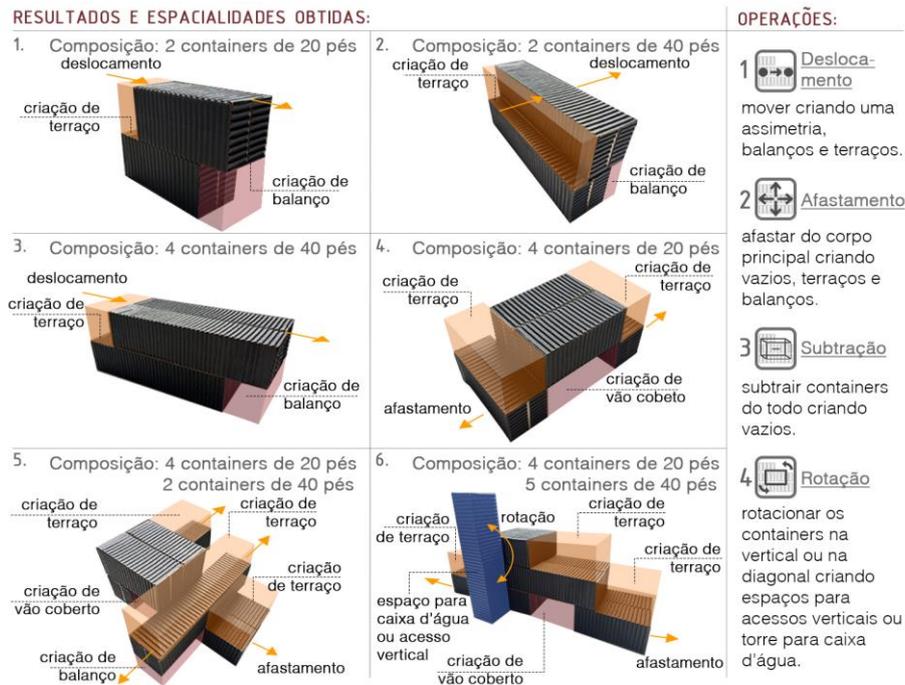
9 CONCLUSÕES

A presente investigação buscou trazer o debate da reciclagem industrial de containers, uma discussão nova e crescente no âmbito da arquitetura, ainda com muitas resistências. Neste caso é de extrema necessidade o questionamento:

“Quais os aspectos que os containers após seu uso atendendo as normativas internacionais, assumem como infraestrutura inteligente para novos processos de reciclagem industrial na geração de soluções as demandas globais?”

A partir da pergunta e com a pesquisa, percebeu-se que a melhor forma de reciclar o container é por meio da reutilização do objeto, e que a arquitetura executa um importante papel nesse quesito. Essa forma de arquitetura não perde em nada se comparada a arquitetura convencional, ela é capaz de dar respostas as demandas globais da mesma forma do que a outra. Em algumas situações podem até ser mais vantajosos, devido à velocidade da construção, à menor emissão de resíduos e necessidade de mão de obra e à versatilidade. Para tanto, conclui-se a partir do experimento realizado com maquete física de containers de 20 e 40 pés (Figura 9), que com algumas simples operações pode-se obter diferentes formas e soluções de arquitetura em container.

Figura 9 – Estratégias para a construção arquitetônica com containers convencionais de 20 pés e 40 pés.



Fonte: Elaborado pelos autores.

10 BIBLIOGRAFIA

- ANGA KONTENERY (Polônia). **Twistlocks**. 2020. Disponível em: <https://www.anga.pl/en/oferta-osprzet/twistlock-en/>. Acesso em 10 jul. 2020.
- BERNARDES, Júlio. **Fundição de metal tem elemento tóxico acima do limite**. 2009. Agência USP. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fundicao-metal-tem-elemento-toxico-acima-limite&id=010175091116#Imprimir>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- 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.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). (org.). **Anuário**. 2020. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- CARBONARI, Luana Toralles. **REUTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES ISO NA ARQUITETURA: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do brasil**. 2015. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- CONTAINER Marítimo Dry - **Você sabe como é fabricado?**. Realização de Elton Lira. [S.l.], 2019. (10 min.), youtube, son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HVIAOI0G3uo>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- CONTAINER, Miranda. **A História Completa dos Containers**. 2019. Disponível em: <https://mirandacontainer.com.br/historia-completa-containers/>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- DZIURA, Giselle Luzia. TRÊS TRATADISTAS DA ARQUITETURA E A ÊNFASE NO USO DO ESPAÇO. **Da Vinci**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 19-36, 2006.
- MÓDULO. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/modulo/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

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.

FRANK, Mary Ann. **Adaptive Re-Use: The Architecture of Re-Purposing Existing Objects**. 2013. Artigo. Indiana University Purdue University, Indianapolis. 2009. Disponível em: <https://www.asee.org/public/conferences/20/papers/5931/download>. Acesso em: 12 jul.2020.

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

GOMES, Valtencir. **Aula 4**. [s.d.]. Disciplina Tecnologia das Construções I da Universidade da Amazônia - UNAMA. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/apontamentos-fundacao>. Acesso em: 23 abr. 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.

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

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. 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.

HOMETEKA. **Tudo sobre drywall em 12 perguntas**: tire as principais dúvidas sobre paredes de gesso (drywall). Tire as principais dúvidas sobre paredes de gesso (drywall). 2013. Disponível em: <https://www.hometeka.com.br/aprenda/tudo-sobre-drywall-em-12-perguntas/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

LOT-EK (Nova Iorque). **Lot-ek**. 2020. Disponível em: <https://lot-ek.com/ABOUT-UpcycleTechnology>. Acesso em: 17 abr. 2020.

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

MONTAINER. 2020. Disponível em: <https://www.pinterest.ca/pin/505318020695675234/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

PAX GROEP (Holanda). **Tipos e dimensões de contêineres**. 2020. Disponível em: <https://www.pax.nl/container-soorten-en-afmetingen/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

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.

SHEN, Jingchun et al. **Exploring the Potential of Climate-Adaptive Container Building Design under Future Climate 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.

TOMLINSON, John. **History and Impact of the Intermodal Shipping Container**. 2009. Disponível em: http://www.johntomlinson.com/docs/history_and_impact_of_shipping_container.pdf. Acesso em 09 jul. 2020.