



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

REUTILIZAÇÃO DE CONTAINERS MARÍTIMOS NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS: BENEFÍCIOS NO CONSUMO DOS RECURSOS E GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Enderson Luís Amorim (*), Gescica Kiara de Oliveira (*), Jocilene Ferreira da Costa, Joubert Paulo Ferreira

* Faculdade de Engenharia de Minas Gerais; Enderson.luis@gmail.com; Gescicakara@gmail.com

RESUMO

A nova relação entre o ser humano e o meio ambiente, que preconiza atender as demandas presentes, sem impactar as gerações futuras, denomina-se desenvolvimento sustentável. Conforme a necessidade de melhorar o nível de consumo da população e diminuir o impacto ambiental dos assentamentos humanos no planeta, houve inúmeras conferências mundiais que geraram protocolos internacionais com o objetivo de rever as metas e elaborar mecanismos para o desenvolvimento sustentável. Mediante a importância de atenuar os impactos econômicos e ambientais, naturais e sociais, causados pelo aspecto de alto consumo de recursos e matéria prima não renovável na indústria da construção civil, surge a necessidade de novos conceitos construtivos. O presente estudo tem por objetivo identificar e analisar os benefícios da reutilização do container marítimo (CM) nas construções residenciais, com ênfase na redução do cronograma de execução, consumo de recursos e geração de resíduos sólidos. Adotando abordagem qualitativa, exploratória e estudo de caso. A amostra foi a unidade de container marítimo, modelo high cube 40' customizada para residência. A análise dos dados procedeu através da consolidação dos documentos fornecidos pela empresa Sader Engenharia Ltda, comparando-os às referências bibliográficas. Para isso, foram elaboradas pelos autores planilhas de controle base que promoveram a criação de gráficos, quadros e textos descritivos para elucidar as principais vantagens e desvantagens da construção de residência com a utilização do CM. Os resultados demonstraram que seu reuso apresenta-se compatível com os princípios que regem a ecoeficiência construtiva e proporciona redução de recursos, portanto, torna-se viável para fins residenciais. Assim, com a quebra de paradigmas e a conscientização para a reutilização do container marítimo, uma quantidade acentuada de resíduos sólidos deixará de ser gerada. Conforme dados do *World Shipping Council* (2014), mais de dezoito milhões de containers estão sendo utilizados no mundo, e 5% destes são descartados anualmente. Utilizados corretamente na construção civil, a vida útil de um container marítimo pode chegar a até 100 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Ecoeficiência, Resíduo, Container, Produtividade

ABSTRACT

The new relationship between human beings and the environment that advocates meeting current demands without negatively impacting future generations is called Sustainable Development. Following the need to improve population's consumption and reduce the environmental impact of human settlements in the planet, many international protocols were created with the goal of revising the objectives and elaborating mechanisms for sustainable development. To mitigate the economic, environmental, natural, and social impacts caused by exacerbated consumption of non-renewable resources from civil engineering construction, comes the need for new concepts in construction. Through a qualitative, exploratory case study, this paper aims to identify and analyze the benefits of reusing intermodal containers as a mean of residential constructions, emphasizing savings in execution schedule, resources usage and solid waste generation. The sample used was a high cube 40' intermodal container, made into a residential construction. All data analysis was based on documents provided by Sader Engenharia Ltda and bibliographic references. To identify and illustrate the main advantages and disadvantages of this alternative construction mode, spreadsheets, graphics, and descriptive texts were elaborated. The results show that intermodal container reuse is compatible with the principles that guide ecoefficiency in civil construction, yielding resources savings and thus being appropriate for residential application. According to the World Shipping Council (2014) more than 18 million intermodal containers are being used in the world, and 5% of those are disposed every year. If used correctly in civil construction, the lifespan of a container can reach up to a hundred years.

KEY WORDS: Sustainability, Ecoefficiency, Solid waste, Intermodal Container, Productivity

INTRODUÇÃO

A nova relação entre o ser humano e o meio ambiente, que preconiza atender as necessidades presentes, sem impactar as gerações futuras, denomina-se desenvolvimento sustentável. Porém, a realidade das práticas sustentáveis nas execuções das construções civis, ainda é vista como incógnita no setor de modo geral, sendo que Laurino (2012) pesquisador da Fundação Dom Cabral, relata que no Brasil, cerca de 30% de todo material utilizado na construção civil é desperdiçado.

Contudo, este setor possui papel fundamental no cenário econômico e social dos países, decorrente de sua capacidade de impulsionar as taxas de emprego, investimento e renda.

Basicamente as construções de edifícios e residências no Brasil constituem-se em concreto armado, estruturas pré-moldadas em concreto e metal. Dentre os resíduos sólidos provenientes dos diversos setores econômicos, existe o Container Marítimo (CM), sendo este, detentor de propriedades que favorecem a sua inserção na cadeia produtiva da construção civil.

A utilização do Container Marítimo na Indústria da Construção Civil (CM-ICC) é considerada uma alternativa para fabricação de residências e empreendimentos comerciais. Sua característica estrutural pode reduzir etapas construtivas e conseqüentemente o consumo de insumos como: água, areia, brita, cimento, madeira, energia dentre outros, remetendo a aspectos de redução do tempo, custo da construção, impactos ambientais e sociais, afirmando a necessidade da transformação da conduta humana em prol da preservação e manutenção dos recursos necessários para a longevidade das futuras gerações.

Aportado nesta perspectiva, o estudo tem o objetivo de analisar uma modalidade construtiva pouco disseminada no Brasil, enfatizando a necessidade de mudanças e a quebra de paradigmas com os novos conceitos construtivos, convergindo para uma visão que preconiza ajustar os processos e as práticas de execução inerentes a indústria da construção civil aos parâmetros de sustentabilidade.

OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo identificar e analisar os benefícios da reutilização do container marítimo (CM) nas construções residenciais, com ênfase na redução do cronograma de execução, consumo de recursos, geração de resíduos sólidos e o atendimento a Norma de desempenho – NBR 15575:2013.

METODOLOGIA

Conforme Gil (2016) os métodos científicos são um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos objetivando alcançar uma meta. Sendo confirmado por Lakatos (1993), que os define como a junção de operações mentais e processos adotados nas investigações que seguem linha lógica.

Fundamentando-se este estudo, nos conceitos relacionados à metodologia científica, a pesquisa classifica-se como aplicada, por basear-se no conhecimento prático para a solução do problema pontual que se constitui em como utilizar na modalidade construtiva, o resíduo container, oriundo do descarte marítimo, após atingir sua vida útil no transporte de cargas.

Adotando para este, abordagem qualitativa, por se tratar de ramo pouco difundido no Brasil, exibindo restrições bibliográficas, legislação nacional específica e de construtoras que utilizem o CM como elemento estrutural para edificações.

Sua classificação quanto aos fins enquadra-se como exploratório, devido ao pouco conhecimento acumulado para a utilização dos containers marítimos como metodologia construtiva para residências. E em quanto aos meios, enquadra-se como estudo de caso por proporcionar conhecimento amplo sobre um tipo específico de sistema construtivo.

O universo pesquisado constitui-se de uma empresa de Belo Horizonte/MG atuante na indústria da construção civil, a qual possui entre os seus segmentos de negócios a utilização de containers como sistema construtivo para residências. A amostra foi a unidade de container marítimo, modelo high cube 40'.

Para a elaboração do estudo, foram realizadas visitas às dependências da empresa, especialmente ao galpão, onde ocorre a estruturação e a transformação do CM em residência. Ocorreram entrevistas semiestruturadas aos engenheiros responsáveis pelo projeto e pesquisas documentais no arquivo empresarial.

A análise dos dados procedeu através da consolidação dos documentos fornecidos pela empresa, comparando-os as referências bibliográficas. Para isso, foram criadas pelos autores, planilhas de controle base, incluindo quantitativos de recursos, tempo de execução, exigências de desempenho e geração de resíduos. Promovendo a criação de gráficos, tabelas

e textos descritivos para elucidar as principais vantagens e desvantagens da construção de residência com a utilização do CM.

RESULTADOS

Para a construção de residência em Belo Horizonte – MG, a empresa Sader Engenharia Ltda utilizou como base, um container *High Cube* de 40 pés, remodelando-o para residência unifamiliar de 29,74 m² (Comprimento: 12,19m, largura 2,44 m e altura: 2,9 m). Neste, é contemplado um quarto, um banheiro e uma cozinha conjugada com a sala, conforme Figura 1.



Figura 1: Renderização da RCM. Fonte: Sader Engenharia Ltda.

Para a aquisição do container marítimo deste projeto, o proprietário da Sader Engenharia contatou a empresa especializada em vendas de container marítimo, a qual possui sede na cidade de Santos-SP. Nesta, foi realizada triagem do CM, eliminando os containers que possuíam visivelmente ataques químicos e principalmente chapas danificadas, o que acarretaria interferência direta no prumo das paredes internas e a redução do espaço útil da residência em container marítimo (RCM).

O CM foi transportado da cidade de Santos - SP para Belo Horizonte - MG através de carreta com adaptação de pino Lock, sendo descarregado no galpão da empresa Sader Engenharia por meio de caminhão muncck. Este local é equipado com oficina de serralheria, em condições para evitar ocorrências climáticas desfavoráveis, permitindo maior controle dos defeitos da produção e maximizando o rendimento em comparação aos trabalhos efetuados diretamente no canteiro de obra.

Em relação a logística para a instalação do CM no local, considerou-se primordialmente a altura da rede elétrica pública, a dimensão das vias de acesso e o horário de menor trânsito de veículos, com o objetivo de permitir a manobra da carreta e do caminhão muncck. Estas análises foram cruciais para a viabilização do projeto.

A Figura 02 apresenta o CM adquirido e instalado na oficina de serralheria.



Figura 2: Container marítimo adquirido. Fonte: Sader Engenharia Ltda.

Para a customização do container, foram utilizados: 01 (um) serralheiro, 01 (um) ajudante de serralheria, 01 (um) eletricitista, (02) engenheiros, 02 (dois) oficiais e 02 (dois) auxiliares. Sendo os processos contidos nesta transformação: abertura dos vãos e reforços estruturais; canalização dos dutos de eletricidade, água e esgoto; instalação de esquadrias de portas e janelas; instalação dos revestimentos internos em *drywall* e manta em lã de vidro para o isolamento termo acústico; revestimento externo com manta em lã de vidro e placas cimentícias revestidas em ecogranito; revestimento cerâmico nas paredes do banheiro e na parede da cozinha; massamento e pintura das paredes e tetos internos; e o tratamento e acabamento do piso existente em compensado naval.

Os resíduos predominantes gerados nos processos, consistiram em recortes, pedaços e fragmentos de: aço corten; PVC; conduítes; gesso acartonado; lã de vidro; tubo metálico, embalagens de papelão; ecogranito; cerâmica branca; perfis metálicos; pó de madeira e embalagem metálica dos produtos utilizados (tintas, verniz, entre outros).

A Figura 03 apresenta a RCM finalizada.



Figura 3: Residência em container marítimo. Fonte: Sader Engenharia Ltda.

Como não há legislação específica brasileira para a construção da RCM, seguiu-se as leis vigentes relacionadas a edificações, dentre estas, a NBR 15575:2013 - Norma de desempenho para construção residencial.

A verificação dos parâmetros de desempenho, se deu mediante a aferição das características térmicas, acústicas, lumínica e de umidade no local de sua instalação, localizado em uma das principais avenidas de Belo Horizonte, MG (Avenida Amazonas). As medições foram realizadas no período entre 09:05 hs às 16:25 hs, em momentos variados durante a jornada da pesquisa e em pelo menos seis pontos distintos da área ao redor da residência e em seu interior.

O atendimento as exigências de desempenho da RCM estudada são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros de desempenho da RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

Métrica	Resultado
Desempenho Estrutural	* Não foram detectadas trincas estruturais, ruído, vibração ou patologia que dão indício de ruína ou desestabilidade de alguma das partes da construção
Desempenho contra incêndio e danos	* Foram identificados pontos para aterramento da construção conforme as exigências da NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão; * Mediante aos materiais utilizados, averigua-se que a residência resiste a mais de 30 min a incêndio, conferindo condições de estanqueidade, estabilidade e isolamento térmica para a moradia.
Desempenho funcionalidade e acessibilidade	* Possui pé direito mínimo de 2,50 m; * Possui restrições em relação as dimensões e quantidade de móveis;
Desempenho térmico	* Atende aos requisitos dos valores diários da temperatura no interior do ambiente.
Desempenho acústico	* Atende aos parâmetro exigidos no interior do ambiente.
Desempenho lumínico	* Os parâmetros solicitados para os ambientes foram atendidos.
Desempenho de estanqueidade	* O sistema construtivo foi classificada como estanque, com a ponderação que na ocorrência de chuva com vento poderá haver a passagem de fluidos para o interior do ambiente nas aberturas entre os vidros das portas de correr externas .
Vida útil do projeto	* Com base dos materiais utilizados, a construção atende aos parâmetros de vida útil do projeto (VUP); * Não foi evidenciado o manual de uso, operação e manutenção para o empreendimento.

Os dados relacionados aos custos e ao tempo para a construção da residência em concreto armado (RCA) e da RCM foram obtidos a partir das planilhas, arquivos e informações fornecidas pela Sader Engenharia Ltda, que objetivando verificar a viabilidade econômica do empreendimento em container, realizou o levantamento através de parâmetros técnicos dos custos e do tempo para a construção de um projeto similar ao RCM utilizando concreto armado.

Com o intuito da comparação mais efetiva dos dois tipos construtivos, os autores não utilizaram os dados relacionados a infraestrutura. Esta ação almejou promover uma checagem mais assertiva entre os processos, sem beneficiar uma ou outra modalidade, por serem instaladas em solos com parâmetros geotécnicos diferentes.

Referente aos custos, verifica-se que a realização da RCA exigiu R\$ 59.126,19, sendo que a etapa, Paredes e vedações, nesta modalidade construtiva exibiu a maior variação, desembolsando além R\$ 6.718,07 em relação a RCM. Já a RCM demandou R\$ 46.398,22, apresentando uma variação no custo final de R\$ 12.727,97, conforme apresentado por etapas no Figura 4.

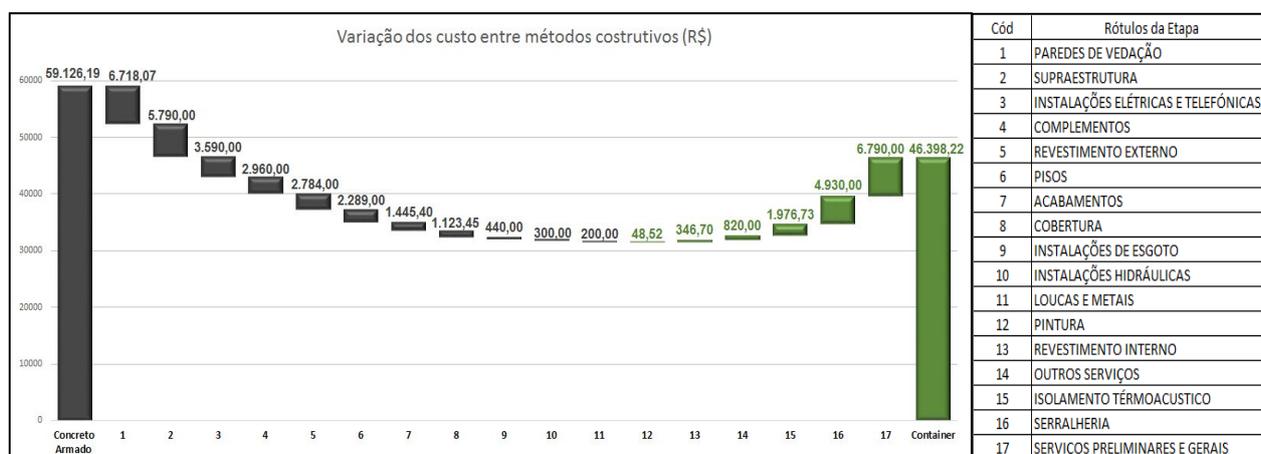


Figura 4: Comparação dos custos da RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

Ressalta-se que nestes valores, não são contemplados os materiais e serviços relacionados a infraestrutura e a aquisição do terreno.

As etapas consideradas para a elaboração dos custos foram as mesmas utilizadas para o estudo do tempo. Verifica-se que o prazo apontado na construção de uma RCA foi de 118,5 dias. Enquanto a RCM exigiu 82 dias, contemplando o processo de aquisição e customização, proporcionando uma diferença de 36,5 dias, conforme demonstrado no Figura 5.

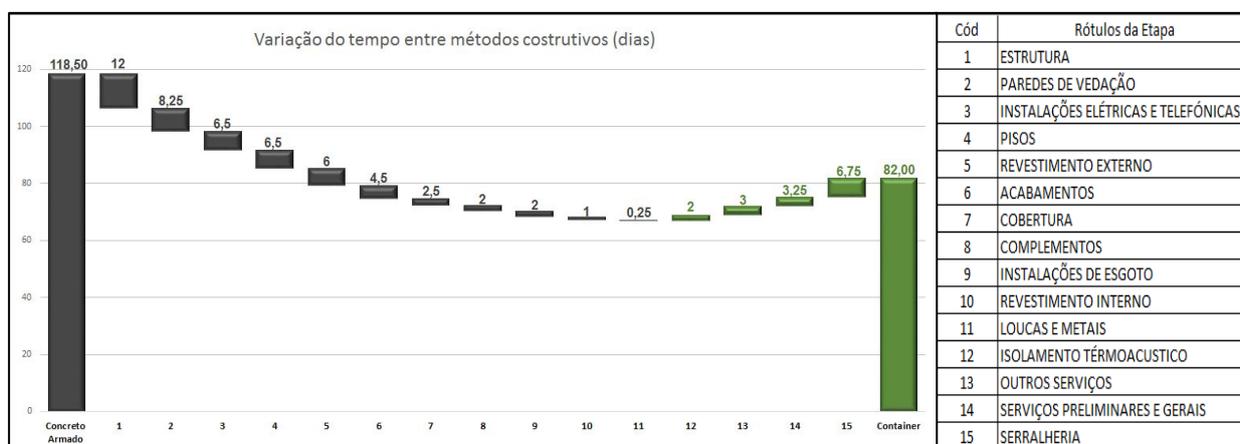


Figura 5: Comparação do tempo entre RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

O levantamento do quantitativo de resíduos gerados em cada metodologia construtiva realizou-se através da documentação da Sader Engenharia Ltda, que contratou caçambas de 6 m³ para descarte e armazenamento provisório dos materiais. Já a qualificação dos resíduos gerados, ocorreu mediante a observação do conteúdo das caçambas, promovendo a proporcionalidade do teor segundo visualização dos materiais ao serem descartados conforme etapa do processo.

A elaboração do parâmetro comparativo, sucedeu mediante a quantidade de resíduos gerados (m^3) em relação a área edificada (m^2) de cada empreendimento, produzindo o indicador de resíduo (m^3)/área edificada (m^2). A Figura 6 apresenta a comparação entre a quantidade de resíduos em relação a metodologia construtiva e a variação da proporção gerada.

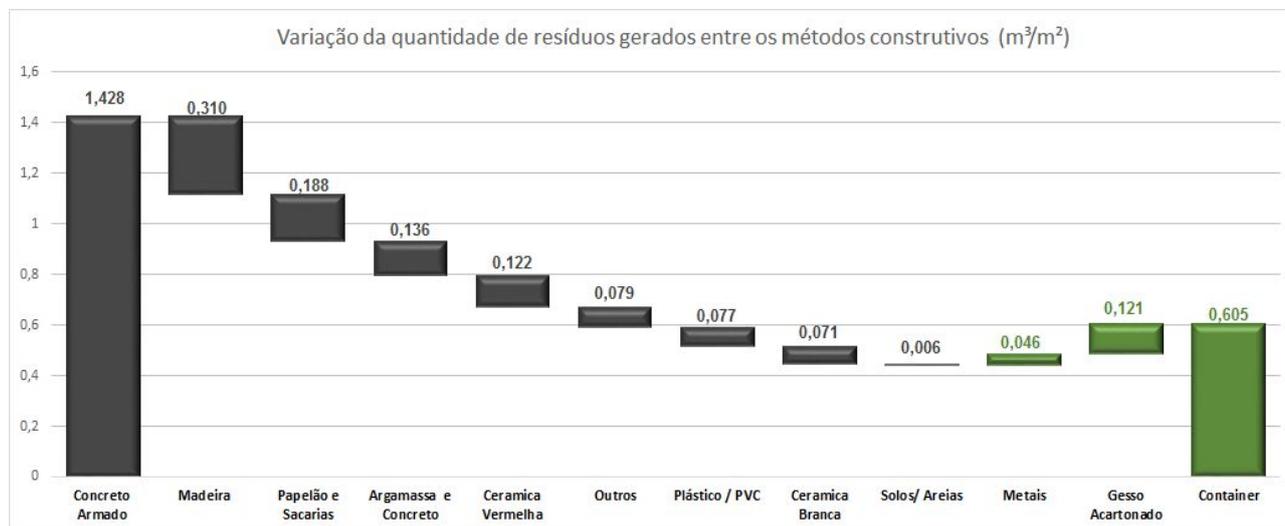


Figura 6: Comparação dos resíduos da RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

Na comparação apresentada na Figura 06, constata-se a proporção de madeira $0,310 m^3/m^2$ maior para a RCA, sendo a geração do resíduo de gesso acartonado $0,121 m^3/m^2$ superior na RCM.

Desconsiderando a classificação por tipo de material, verifica-se que a RCA produziu $1,428 m^3/m^2$ de resíduos no total, ocasionando uma geração de $0,823 m^3/m^2$ acima do valor apresentado na RCM que foi de $0,605 m^3/m^2$ edificado.

CONCLUSÕES

A utilização de container marítimo apresenta-se compatível com os princípios que regem a ecoeficiência construtiva, portanto, torna-se viável o seu reuso para fins residenciais. A reutilização deste como residência, promove benefícios, como a redução do seu descarte no meio ambiente, menor quantidade de recursos para sua customização em comparação a construção em concreto armado e a diminuição da quantidade de resíduos gerados.

Observa-se que o projeto desta RCM, qualificou-se com algumas ressalvas dentro das metas de desempenho de funcionalidade e acessibilidade, estanqueidade e vida útil do projeto, conforme parâmetros exigidos na NBR 15575:2013, apresentando vantagens em relação a RCA nos três (03) indicadores avaliados (quantidade de resíduos gerado, tempo e custo) conforme o cenário estudado nesta empresa e ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Comparação dos recursos da RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

Conforme os resultados obtidos neste panorama e considerando o tocante social, no qual famílias de baixa renda demandam moradias mais acessíveis ao seu poder aquisitivo, advindo da popularização das novas metodologias construtivas que primam a maior agilidade e o baixo custo, poderá ocorrer a redução dos déficits habitacionais, além de promover o desenvolvimento econômico dos novos empreendedores.

Por sua vez, o CM apresenta diferencial de flexibilidade em relação a metodologia construtiva em concreto armado, permitindo ser transportado para qualquer outro ambiente após sua construção.

Deve-se ressaltar que, através da quebra dos paradigmas e do desenvolvimento científico, surgirão métodos construtivos que impactem positivamente para a redução dos resíduos e consumo de recursos, consolidando os conceitos de sustentabilidade à realidade das práticas executivas do setor da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agenda 21 brasileira: resultado da consulta nacional / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.
2. Agenda 21 brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.
3. AGOPYAN, V., JOHN, V. M., e GOLDEMBERG, J. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**: volume 5. São Paulo: Blucher, 2011.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: norma de desempenho para construção residencial. Rio de Janeiro, 2013.
6. CBIC. **Desenvolvimento com sustentabilidade**. Disponível em: < http://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Desenvolvimento_Com_Sustentabilidade_2014-1.pdf > Acesso em: 26 out. 2017.
7. FIGUEROLA, Valentina. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas**. Techné. São Paulo. 2013. Disponível em: < <http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/201/contenineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcao-de-302572-1.aspx> >. Acesso em 03 nov. 2017.
8. GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2016.
9. KOTNIK, J. **Container Architecture**. Barcelona: Links, 2008. 253 p.
10. LAURINO, Lucas Amaral. **Gestão sustentável de resíduos da construção civil**. Fundação Dom Cabral. 2012.
11. LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. . **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1993
12. PAIS, Andreia A. V. e Rodrigues, Paulo Fernando. **Desenvolvimento Sustentável: A problemática do desenvolvimento sustentável e a Cimeira de Joanesburgo de 2002**. Porto. Faculdade de Economia da Universidade do Porto. 2002
13. RANGEL, Juliana. **Construção em contêiner: Vantagens e Desvantagens**. 2015. Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/dicas/construcao-em-conteiner> >. Acesso em 24 out. 2017.
14. WORLD SHIPPING COUNCIL. **Containers**. 2014. Disponível em: < <http://www.worldshipping.org/industry-issues/safety/containers> >. Acesso em: 19 out. 2017.