

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

ENDERSON LUÍS AMORIM
GÉSCICA KIARA DE OLIVEIRA

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

BELO HORIZONTE
JULHO - 2018

**ENDERSON LUÍS AMORIM
GÉSCICA KIARA DE OLIVEIRA**

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

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Minas, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia de Estrutura e de Construção Civil

Orientador de conteúdo: Prof. Esp. Joubert Paulo Ferreira

Orientadora de Metodologia: Prof^a.Dr^a. Jocilene Ferreira da Costa

Belo Horizonte

JULHO - 2018

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.

Palavra-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

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Deslocamentos-limites para cargas permanentes e cargas acidentais em geral	30
Quadro 02 - Flechas máximas para vigas e lajes (cargas gravitacionais permanentes e acidentais)	31
Quadro 03 - Móveis e equipamentos-padrão	33
Quadro 04 - Dados de algumas cidades Brasileiras	33
Quadro 05 - Dados de dias típicos de verão de algumas cidades Brasileiras	34
Quadro 06 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão	34
Quadro 07 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno	35
Quadro 08 - Valores dB(A) e NC	36
Quadro 09 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermete	37
Quadro 10 - Inteligibilidade da fala, para ruído no ambiente interno em torno de 35 a 40 dB	38
Quadro 11 - Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes para ensaio de campo.....	38
Quadro 12 - Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa para ensaios de campo.....	39
Quadro 13 - Nível de desempenho – Níveis de pressão sonora contínuo equivalente	39
Quadro 14 - Nível de desempenho – Níveis de pressão sonora máximo.....	40
Quadro 15 - Níveis de iluminamento natural.....	40
Quadro 16 - Fator de luz diurna para os diferentes ambientes da habitação.....	41
Quadro 17 - Níveis de iluminamento geral para iluminação artificial.....	41
Quadro 18 - Níveis de desempenho para estanqueidade à água de vedações verticais externas (fachadas) e esquadrias.....	42
Quadro 19 - Materiais utilizados no sistema construtivo da RCM em estudo.....	73
Quadro 20 - Parâmetros de desempenho.....	74
Tabela 01 - Vida Útil de Projeto mínima e superior (VUP).....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Modelo dos principais tipos de Container Marítimos.....	24
Figura 02 - Detalhamento das dimensões do CM utilizados para construção de residências	25
Figura 03 - Intensidades sonoras percebidas pelo ouvido humano	36
Figura 04 - Renderização da RCM.....	54
Figura 05 - Container Marítimo adquirido.....	56
Figura 06 - Abertura de vãos no CM.....	57
Figura 07 - Estruturação internas do CM.....	58
Figura 08 - Instalação das tubulações.....	59
Figura 09 - Isolamento termo acústico do CM.....	59
Figura 10 - Isolamento termo acústico externo.....	60
Figura 11 - Revestimento externo em Ecogranito.....	61
Figura 12 - Fechamento em vidro temperado.....	62
Figura 13 - Piso existente CM antes do tratamento.....	63
Figura 14 - Planta renderizada do 1º pavimento.....	75
Figura 15 - Planta renderizada do 2º pavimento.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Custo da RCM.....	81
Gráfico 02 - Custo da RCA.....	81
Gráfico 03 - Comparação dos custos da RCA x RCM.....	82
Gráfico 04 - Tempo da RCM.....	83
Gráfico 05 - Tempo da RCA.....	83
Gráfico 06 - Comparação do tempo entre RCA x RCM.....	84
Gráfico 07 - Resíduos da RCM.....	85
Gráfico 08 - Resíduos da RCA.....	85
Gráfico 09 - Comparação dos resíduos da RCA x RCM.....	86
Gráfico 10 - Comparação dos recursos da RCA x RCM.....	87

LISTA DE SIGLAS

CBIC - Confederação Brasileira da Indústria da Construção

CM - Container Marítimo

CM-ICC - Container Marítimo na Indústria da Construção Civil

ENIC - Encontro Nacional da Indústria da Construção

ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

EPS - Poliestireno expandido

FEU - *Forty Feet Equivalent Unit*

FLD - Fator de Luz Diurna

ICC - Indústria da Construção Civil

ISO - *International Standard Organization*

RCA - Residência em concreto armado

RCC - Resíduos sólidos da Construção Civil

RCM - Residência em container marítimo

SINDUSCON – Sindicato da indústria da construção civil

TEU - *Twenty Feet Equivalent Unit*

TRRF - Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

VUP - Vida útil do projeto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema de pesquisa	14
1.2 Objetivo	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificativa	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Histórico da construção civil	17
2.1.1 Visão panorâmica	18
2.1.2 Aspectos conceituais.....	18
2.2 Sustentabilidade na construção	19
2.3 Container marítimo: Do histórico a reutilização na construção civil	21
2.3.1 Tipos de containers marítimos: Especificações técnicas	23
2.3.2 Container como metodologia construtiva.....	25
2.4 Exigências legais: Norma de desempenho para construção residencial - NBR 15575:2013.....	26
2.4.1 Local de implantação	27
2.4.2 Desempenho estrutural	27
2.4.3 Desempenho contra incêndio e danos	32
2.4.4 Desempenho funcionalidade e acessibilidade	32
2.4.5 Desempenho térmico	33
2.4.6 Desempenho acústico.....	35
2.4.7 Desempenho lumínico.....	40
2.4.8 Desempenho de estanqueidade.....	42
2.4.9 Vida útil do projeto	43
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	44
3.2 Pesquisa quanto aos meios	46
3.3 Universo de amostra	48
3.4 Formas de coletas e análise dos dados	50
3.4.1 Coleta de dados	50
3.4.2 Análise de dados.....	51

3.5 Organização em estudo	51
3.6 Limitação da pesquisa.....	52
4 RESULTADOS E DISCURSÃO	54
4.1 Descrição do empreendimento.....	54
4.3 Escolha do local de implantação	55
4.4 Processo de customização do CM	56
4.4.1 Abertura dos vãos e reforços	56
4.4.2 Canalização dos dutos de eletricidade, água e esgoto.....	58
4.4.3 Instalação dos revestimentos internos e isolamento termo acústico.....	59
4.4.4 Revestimento externo	60
4.4.5 Revestimento cerâmico.....	61
4.4.6 Esquadrias de portas e janelas	61
4.4.7 Emassamento e pintura	62
4.4.8 Tratamento e acabamento do piso existente.....	62
4.5 Atendimento as exigências legais	63
4.5.1 Desempenho estrutural da RCM	64
4.5.2 Desempenho contra incêndio e danos da RCM	66
4.5.3 Desempenho funcionalidade e acessibilidade da RCM.....	67
4.5.4 Desempenho térmico da RCM	68
4.5.5 Desempenho acústico da RCM.....	69
4.5.6 Desempenho lumínico da RCM.....	71
4.5.7 Desempenho de estanqueidade da RCM.....	72
4.5.8 Vida útil do projeto da RCM.....	72
4.5.9 Qualificação da RCM em relação a NBR 15575:2013.	73
4.6 Etapas da construção em concreto armado	74
4.6.1 Características da unidade residencial.....	74
4.6.2 Implantação da residência em concreto armado	75
4.7 Custos e tempo	80
4.7.1 Custo construtivo	80
4.7.2 Tempo construtivo.....	82
4.8 Resíduos da construção.....	84
4.9 Variações dos indicadores de custo, tempo e resíduos.....	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	90

ANEXO	94
ANEXO A – Artigo publicado no 1º Congresso Sul-Americano de resíduos sólidos e Sustentabilidade – Gramado/RS	94

1 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. Mediante a necessidade de melhorar o nível de consumo da população e diminuir o impacto ambiental dos assentamentos humanos no planeta, houveram inúmeras conferências mundiais que geraram protocolos internacionais com o objetivo de rever as metas e elaborar mecanismos para o desenvolvimento sustentável.

Deve-se destacar que entre os anos de 1980 e início da década de 90, o tema sustentabilidade chegou ao âmbito da Indústria da construção civil (ICC) através da engenharia e arquitetura, com o intuito de motivar novos conceitos e metodologias, quebrar paradigmas e promover desafios para a preservação do planeta. Porém a realidade das práticas sustentáveis nas execuções das construções civis, ainda é vista como incógnita no setor de modo geral.

Mediante o ascendente desenvolvimento das cidades, constata-se que a ICC tornou-se um dos domínios que mais causa impacto ao meio ambiente, sendo este, originado, por exemplo, pelo alto consumo de recursos naturais, a geração de resíduos sólidos e o próprio desperdício. Segundo a Laurino (2012) pesquisador da Fundação Dom Cabral, 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 de 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 reduz 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 presente estudo tem por objetivo analisar os benefícios da reutilização do CM nas construções residenciais, com ênfase na redução do cronograma de execução, consumo de recursos e geração de resíduos sólidos, enfatizando a necessidade de mudanças e a quebra de paradigmas com os novos conceitos construtivos, convergindo para uma visão que preconiza ajustar os conceitos de sustentabilidade aos processos e as práticas de execução inerentes a indústria da construção civil.

1.1 Problema de pesquisa

Quais são os principais benefícios da reutilização do container marítimo como metodologia construtiva em relação aos recursos aplicados e a geração de resíduos sólidos?

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Identificar os principais benefícios da utilização do Container Marítimo nas construções residenciais, com ênfase na redução do cronograma de execução, do consumo de recursos e da geração de resíduos sólidos na Indústria da Construção Civil

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar as modificações necessárias para a reutilização do container marítimo no sistema construtivo de residências;
- Apontar quais são as exigências legais para o uso de containers marítimos na construção de moradias;
- Realizar a análise comparativa do custo de uma unidade residencial em container marítimo em relação a uma unidade habitacional em concreto armado;
- Identificar os principais benefícios da utilização do container marítimo na construção de residências em relação a geração de resíduos sólidos.

1.3 Justificativa

Mediante a importância de atenuar os impactos econômicos e ambientais, naturais e sociais, causados pelo aspecto de alto consumo de insumos e matéria prima não renovável da indústria da construção civil, surge a necessidade de novos conceitos, com este fim. Será abordada neste trabalho a adoção da metodologia que reutiliza o container marítimo, como alternativa, para a construção de residências e os seus benefícios em relação a edificação em concreto armado.

Com a quebra dos paradigmas e a conscientização para a reutilização do CM, poderá deixar de ser gerada uma quantidade acentuada de resíduos sólidos, pois conforme dados do *World Shipping Council* (2014) citado por Carbonari (2015) há mais de dezoito milhões de containers em utilização no mundo e destes 5% são descartados anualmente. Sendo que, utilizados corretamente na construção, estes poderão chegar a uma vida útil de 100 anos como habitação.

Com isso, ações sustentáveis e que reduzem os impactos ambientais estão em voga para a preservação e manutenção da qualidade de vida da população, sendo um tema que deve ser debatido academicamente e socialmente em todos os âmbitos, com isso,

a utilização de novos materiais construtivos se torna uma pauta importante, corroborando para a realização deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme Gil (2016), denomina-se referencial teórico, o tópico do projeto que tem por objetivo apresentar ideias e análises sobre o tema já realizadas em outras literaturas. Desta forma o autor do novo trabalho e o leitor, tomam conhecimento do que já existe sobre o assunto, oferecendo contextualização e coerência a pesquisa.

Além de revisar a literatura, o elaborador do estudo apontará as lacunas detectadas na referência bibliográfica consultada, ou mesmo as discordâncias ou pontos que necessitam confirmação. Desta forma, permite-se novas propostas e reconstruções, dando vida ao trabalho científico (GIL, 2016).

2.1 Histórico da construção civil

As relações históricas da Construção Civil podem ser rastreadas até 4000 a.C., onde a ferramenta básica utilizada, era estritamente a mão de obra humana. Ao surgimento da Engenharia Civil nos primórdios, cita-se a construção das pirâmides do Egito e a grande Muralha da China que evidenciam estruturas da engenharia civil na pré-história (STONECYPHER, 2011). Portanto, segundo Corrêa (2009), a evolução ao longo do tempo destaca que a Construção Civil sempre esteve presente, atendendo as necessidades básicas e imediatas da sociedade, entretanto em primeira instancia, sem preocupações com refinamento das técnicas utilizadas e com os impactos causados pela mesma.

A Construção Civil, segundo Frigo e Silveira (2012), apresenta inúmeros benefícios socioeconômicos para os países, entretanto, é consequência de suas atividades os impactos ambientais e consequentemente sociais. Ainda segundo os autores, os principais impactos ambientais são decorrentes ao alto consumo de recursos naturais para a cadeia produtiva de materiais utilizados pela ICC e a geração de resíduos sólidos da Construção Civil (RCC). Entretanto, os assuntos relacionados ao meio ambiente têm sido constantes nos debates da sociedade civil, evidenciados através dos temas em seminários realizados pelo setor como na ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e também na ENIC – Encontro Nacional da Indústria da Construção, assim como pela constituição de diversas comissões de meio

ambiente e em instituições do setor da construção civil como o SINDUSCON – Sindicato da Construção Civil.

2.1.1 Visão panorâmica

A Indústria da Construção Civil, segundo Oliveira (2013), tem grande relevância econômica e social para economia brasileira, haja vista sua ativa participação no Produto Interno Bruto – PIB, empregando aproximadamente 3 milhões de trabalhadores diretos e indiretos. Ainda segundo Oliveira (2013), a ICC é grande consumidora de cimento, areia, tijolos, madeiras, além de outros produtos e de serviços que exijam profissionais qualificados como engenheiros e arquitetos, desta forma, gera-se emprego e renda para vários outros setores que permeie a ICC. Entretanto, segundo o portal virtual da Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC (2017), a ICC se destaca pelo alto consumo de recursos naturais e como grande gerador de resíduos sólidos, podendo ser imensamente nocivo ao meio ambiente, caso não entenda e implemente, os conceitos e ações de sustentabilidade na realidade do setor.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2014), a medida que os desafios globais de crescimento, urbanização, escassez de recursos naturais e mudanças climáticas surgem, simultaneamente induzem o surgimento de novas metodologias que propiciem as transformações e oportunidades no amplo setor da cadeia produtiva da ICC, onde de acordo com a mesma fonte, entende-se por cadeia produtiva da construção, todo o processo que começa na extração de matérias-primas, passa pela fabricação dos materiais, pela comercialização dos mesmos, por projeto/planejamento e chega à ponta, na atividade da construção propriamente dita.

2.1.2 Aspectos conceituais

A Construção Civil é um importante segmento da indústria brasileira, contudo a mesma se constitui em uma atividade geradora de impactos ambientais (PINTO e GONZÁLES, 2005). Em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS definiu o termo Resíduos da Construção Civil - RCC, em seu Artigo 13, como “os gerados

nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (Brasil, 2010a, Artigo 13, inciso I, alínea h). Segundo Pinto e González (2005), os RCC representam cerca de 61% dos Resíduos Sólidos Urbanos em massa. A Resolução Conama nº 307/2002 em seu artigo 3º, alterada pela Resolução Conama nº 348/2004 (Artigo 3º, inciso IV), propõe a classificação dos RCC que deverão seguir a seguinte divisão:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2002, Artigo 3º).

2.2 Sustentabilidade na construção

Com base no conceito expresso na Cúpula Mundial em 2002 apresentado por Pais (2002), firmando que a melhor qualidade da vida da população deverá ocorrer sem que impacte as gerações futuras e sem o uso descompassado dos recursos naturais. É corroborada por Mikhailova (2004) preconizando que o desenvolvimento sustentável foca no progresso da qualidade de vida da população mundial não usurpando os recursos naturais acima da capacidade da Terra.

O princípio de sustentabilidade, conforme Agopyan (2011) tem base em três pilares básicos que são: o econômico, o social e o ambiental ao serem integradas geram o

desenvolvimento sustentável. Para que ele evolua deve-se adequar qualquer sistema que impacte diretamente os recursos e promova grande abrangência social, dentre estes se encontra a construção civil.

De acordo com Brasil (2007), estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas no Brasil são provenientes da construção civil. Portanto, nota-se que as demandas construtivas necessitarão de novas tecnologias, inovações, pesquisas e a utilização equilibrada dos recursos disponíveis para minimizar a geração dos resíduos sólidos (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, a Agenda 21 Brasileira (2004), relata que os principais desafios da sustentabilidade na construção civil envolvem: a padronização e a gestão dos processos; a redução do consumo de materiais, de energia e de água; a redução dos impactos no ambiente urbano e no meio ambiente natural e o atendimento a questões sociais, culturais e econômicas. Sendo o maior desafio, a adoção de ações preventivas imediatas que preparem a cadeia produtiva para as transformações necessárias através da melhoria da qualidade do processo construtivo.

Brasil (2017) apresenta que para a ocorrência desta mudança é exigindo a quebra dos paradigmas convencionais, através da implantação de projetos mais flexíveis que proporcionem a redução das demolições, a racionalidade do consumo de energias, a gestão ecológica da água, a redução gradativa dos materiais que causem grande impacto ambiental e a modulação dos sistemas para reduzir as perdas e permitir a reutilização de materiais. Brasil (2017) recomenda a correção de dois aspectos pontuais focados no combate ao desperdício, sendo eles: a transformação dos padrões de consumo, objetivando a mudança cultural e a destinação dos resíduos.

Conforme a Agenda 21 brasileira (2004) para combater o desperdício ao longo do processo produtivo são necessários processos que demandem menor consumo de energia e de matérias-primas, recordando que ocorra esta mudança deve-se:

- Definir uma legislação para os resíduos sólidos, determinando claramente as obrigações e responsabilidades dos diferentes atores sociais, com foco no reaproveitamento e na redução da geração de resíduos;

- Adotar formas criativas de destinação dos resíduos e efetuar divulgações efetiva destas ações, afim de reduzir os altos investimentos e o tratamentos inadequados dos resíduos;
- Promover o combate ao desperdício na construção civil com a adoção de tecnologias efetivas que proporcionem a segurança do trabalhador.

Um dos objetos que favoreceu economicamente a mudança de mentalidade é a carta assinada pelos cinco bancos controlados pelo Governo Federal conhecida como Protocolo Verde (1995). Neste documento, estes bancos firmaram um acordo de incorporar a dimensão ambiental em seu sistema de análise e avaliação de projetos, priorizando ações relacionadas ao desenvolvimento sustentável (PROTOCOLO VERDE, 1995).

Mediante a este cenário do desenvolvimento sustentável mundial, encontra-se nos meios urbanos, situações claramente não sustentáveis, entretanto é evidente o empenho realizado por setores da construção civil que procuram soluções para corrigir tais problemas, conforme afirmado por Souza (2015). Desta forma o Instituto Brasileiro de Arquitetura, Fórum da Construção – IBDA (2017) reforça a necessidade da inclusão de profissionais embasados na mentalidade sustentável e em metodologias construtivas inovadoras. Sendo assim, o princípio de reutilização de containers tem como objetivo minimizar o impacto do descarte desse material e repensar o uso dos recursos na construção civil (KOTNIK, 2013).

2.3 Container marítimo: Do histórico a reutilização na construção civil

Segundo Portogente (2016), nos primórdios, as cargas eram transportadas sem nenhuma organização e padronização e com o crescimento da produção dos bens de consumo e a internacionalização dos comércios, surgiu-se a necessidade de um invólucro com grande capacidade volumétrica e eficiente no que tange à segurança das mercadorias. Levison (2003) aborda em estudo que os primeiros containers foram criados por volta do ano de 1937, pelo Norte Americano *Malcolm Purcell McLea*, entretanto somente entre os anos de 1968 e 1970 foram normatizados pela

International Standard Organization (ISO), onde ocorreram melhorias nos processos de carregamento, transporte e descarga dos containers.

O art. 4º do Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977 estabelece o que é container:

O container é um recipiente construído de material resistente, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, dotado de dispositivo de segurança aduaneira e devendo atender às condições técnicas e de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil (BRASIL, Decreto nº 80.145 de 1977, art 4º).

Mendes (2016) destaca no Guia Marítimo, que o transporte marítimo representa 95% das cargas movimentadas diariamente pelo mundo, sendo que, de acordo com dados do *World Shipping Council* (2014) existem cerca de dezoito milhões de containers em circulação, e deste total, cerca de 5% é descartado todos os anos. Segundo Araújo (2012) os containers apresentam uma vida útil no transporte de cargas entre 10 a 15 anos, sendo que após este tempo, a manutenção torna-se economicamente inviável. Fora deste cenário do transporte marítimo, conforme Rangel (2015) sua estimativa real é de aproximadamente 100 anos, proporcionados pelo alto desempenho dos materiais de sua composição.

Segundo Araújo (2013), em estudo para o Instituto de Logística e *Supply Chain*- ILOS, o setor de transporte marítimo do Brasil tende a crescer 7,4% ao ano, nos próximos 10 anos, o que conseqüentemente significa que serão milhares de CM em circulação na costa brasileira. Historicamente os containers já foram utilizados como abrigos improvisados em países que tiveram terremotos, desastres naturais, e em guerras, como na Guerra do Golfo em 1991, onde buracos foram feitos nos containers para permitir a ventilação e não houve relatos de efeitos nocivos deste método. (PORTAL METÁLICA, 2017).

A grande oferta de Containers Marítimos descartados nos portos e a preocupação com meio ambiente, desperta o interesse de profissionais e empresas para a reutilização deste material na ICC. Portanto, com a atual e necessária discussão sobre meio ambiente a reutilização dos Containers surge como uma alternativa construtiva,

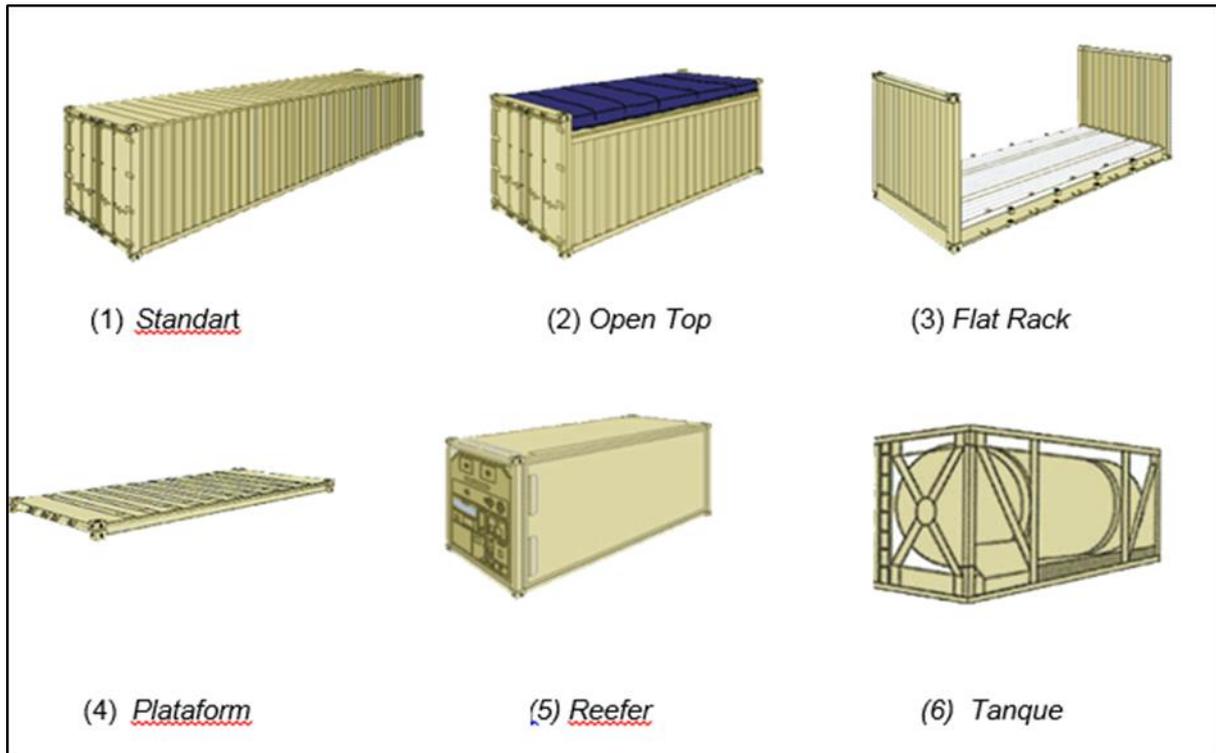
benéfica ao homem e à natureza, aliados a uma arquitetura moderna e criativa (PORTAL METÁLICA, 2017).

2.3.1 Tipos de containers marítimos: Especificações técnicas

Segundo Filho e Garrute (2017), existem diversos tipos de Containers Marítimos, onde merece destacar que suas particulares e características técnicas, como media externa e interna, tara, peso líquido, volume máximo, são estimadas. Pois estas especificações sofrem pequenas variações de acordo com o fabricante. Ainda sobre os estudos de Filho e Garrute (2017), referente ao comprimento, as medidas mais comumente utilizadas são de 20 pés (20') ou 40 pés (40'), onde essas medidas são representadas pela sigla TEU (*Twenty Feet Equivalent Unit*), ou seja, unidade equivalente a 20 pés e FEU (*Forty Feet Equivalent Unit*), unidade equivalente a 40 pés, outras medidas existentes são 10', 20', 24', 28', 30', 32', 35', 40', 45', 48'.

Conforme Martins (2008) a única medida do Container que não sofre variação é a sua largura, sempre de 8 pés (8'). O material de fabricação dos Containers Marítimos é o aço corten, conhecido também como aço patinável. Este tipo de aço, sob certas condições atmosféricas de exposição a agentes corrosivos, desenvolve uma película de óxido aderente que possui a função de proteção do aço, reduzindo a velocidade da corrosão (PORTAL METÁLICA, 2017). De acordo com o Grupo Santos (2017), os principais modelos comerciais de Container Marítimo são: *Standard*, *Open Top*, *Flat Rack*, *Plataform*, *Reefer* e *Tanque*, apresentados na Figura 01.

Figura 01 - Modelo dos principais tipos de Container Marítimos



Fonte: Grupo Santos Container (2017)

2.3.1.1 Containers utilizados na construção de residências

De acordo com Kotnik (2008), o CM pode ser considerado um material barato, o que reduz o custo final da obra, além disso, permite produzir edificações de caráter sustentáveis, uma vez que reciclam e reutilizam um material que fora abandonado ou descartado nos depósitos portuários. Deve-se, porém, atentar-se, que o CM é fabricado para o transporte de cargas, desta forma, não é habitável por si só. Portanto Figuerola (2013), destaca que para serem reutilizados na cadeia produtiva das construções civis, necessitam antecipadamente passar por uma seleção e inspeção técnica para avaliar riscos de contaminação do CM. Conforme Castilho (2014) deve ser observados o estado de conservação do piso, do amassamento dos fechamentos laterais e cobertura, assim como a integridade da estrutura. De acordo Figuerola (2013), os Containers utilizados na ICC são os modelos *Standard* de 20', 40' e o *High cube*, conforme apresenta a Figura 02, entretanto segundo o mesmo autor, o mais indicado é o modelo *High cube* por possuir pé-direito maior, facilitando assim o embutimento das instalações gerais, possibilitando o rebaixamento do teto.

Figura 02 – Detalhamento das dimensões do CM utilizados para construção de residências

STANDARD 20'				
	Medidas Externas	Medidas Internas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 6.058mm	Comprimento: 5.898mm	Total: 33.2m ³	Máximo: 30.480 Kg
	Largura: 2.438mm	Largura: 2.353mm		Tara: 2.220 Kg
	Altura: 2.591mm	Altura: 2.393mm		Carga: 28.260 Kg
STANDARD 40'				
	Medidas Externas	Medidas Internas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 12.19mm	Comprimento: 12.032mm	Total: 67.6m ³	: 30.480 Kg
	Largura: 2.438mm	Largura: 2.352mm		Tara: 3.720 Kg
	Altura: 2.591mm	Altura: 2.392mm		Carga: 26.760 Kg
HIGH CUBE 40'				
	Medidas Externas	Medidas Internas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 12.191mm	Comprimento: 12.032mm	Total: 76,4 m ³	Máximo: 32.500 Kg
	Largura: 2.438mm	Largura: 2.252mm		Tara: 3.900 Kg
	Altura: 2.895mm	Altura: 2.698mm		Carga: 28.600 Kg

Fonte: Grupo Santos Container (2017)

2.3.2 Container como metodologia construtiva

Ao tratar-se das construções utilizando o CM, verifica-se que as possibilidades são inúmeras. Conforme Kotnik (2008), a característica modular do sistema propicia flexibilidade ao projeto, pois pode agilizar o processo de montagem e desmontagem das edificações, possibilitando a construção em etapas, de acordo com as necessidades dos usuários, além da possibilidade de montagem dentro da fábrica seguida de instalação do container quase finalizado no terreno de destino. De acordo com Sócrates (2012), todos os componentes do container formam um conjunto estrutural, tornando-o autoportante.

2.3.2.1 Seleção

Conforme Figuerola (2013), a primeira etapa inicia-se na escolha técnica do CM, que deve ocorrer ainda no terminal de estoque dos containers. Segundo o autor exclui-se aqueles que apresentam visualmente ataque químico, problemas estruturais e tetos danificados.

2.3.2.2 Adaptação e serralheria

Devidamente escolhido o CM, conforme Figuerola (2013), o CM passa pelo processo de serralheria, onde executa-se os cortes, soldas e molduras conforme projeto. Os cortes devem ser executados com precisão para que seja evitado soldas adicionais, causadores de eletrólise ou problemas estruturais. Após os recortes, o CM segue para etapa de limpeza, remoção da graxa e tratamento abrasivo. (CASTILHO 2013).

De acordo arquiteto costa-riquenho Benjamin Garcia Saxe (2013, apud FIGUEROLA, 2013), os projetos em CM com grandes recortes, poderão exigir reforço estrutural, pois, vãos com medidas superiores a 1/3 do comprimento do CM demandam o acréscimo de vigas e colunas para garantir a estabilidade estrutural.

2.3.2.3 Canteiro

Após o CM devidamente escolhido, recortado e emoldurado, durante a obra o momento mais delicado é a descarga e posicionamento do CM no terreno onde destina-se o projeto (FIGUEROLA,2013). Ainda sobre mesmo autor, a obra exige um estudo logístico, não somente do canteiro onde será instalado o CM, mas também do seu entorno, já que para este processo exige-se maquinários específicos de grande porte, o que pode viabilizar ou não a execução do projeto.

Após o estudo de viabilidade logístico do terreno, deverá ser realizado também o estudo geotécnico, para que seja definida a fundação para receber o CM. Conforme Figuerola (2013), radiers, vigas baldrames e sapatas isoladas costumam ser as fundações mais requeridas nos sistemas construtivos utilizando CM.

2.4 Exigências legais: Norma de desempenho para construção residencial - NBR 15575:2013

Para uma residência cumprir sua função primária que é abrigar seus moradores com segurança e conforto necessita-se que ela possua parâmetros mínimos. Com objetivo de padronizar as exigências, entrou oficialmente em vigor em 19 de julho de 2013 a NBR 15575:2013 com o título geral: Edificações habitacionais - Desempenho,

obrigando que os produtos provenientes da construção civil possuam os mesmos tratamentos exigidos a qualquer outro item de consumo, como o desempenho mínimo para o uso, durabilidade, conforto, responsabilidades dos envolvidos desde a concepção do projeto, da construção, da incorporação, da administração e da utilização.

A NBR 15575:2013, p.9, define Norma de desempenho como o “conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes”. Ainda na NBR 15575:2013, contempla às edificações habitacionais como um conjunto de sistemas, podendo também ser avaliada por partes isoladas ou sistemas específicos (conjunto de partes), estabelecendo critérios de desempenho relativo a parâmetros acústico, térmico, lumínico, de segurança ao fogo e outros, seja para o sistema como um todo ou somente uma parte.

2.4.1 Local de implantação

Um dos primeiros requisitos apresentados na NBR 15575:2013, recomenda-se que para a elaboração do projeto deve-se considerar as características geomorfológicas do local, avaliando os riscos de enchentes, deslizamentos, erosões, riscos de explosões (antigos aterros sanitários), proximidade de pedreiras, solos contaminados, entre outros.

2.4.2 Desempenho estrutural

Em relação ao Desempenho estrutural são considerados na NBR 15575:2013 – Item 7: os Estados limites último – ELU e os Estados limites de utilização – ELS que ultrapassados os seus parâmetros implicarão em prejuízos e/ou comprometimento do empreendimento por fissuração ou deformações excessivas, minorando a durabilidade da estrutura e maximizando a ocorrência de falhas pontuais que prejudicam os níveis de desempenho estrutural, dos elementos que a compõem e dos componentes da edificação, incluindo as instalações hidrosanitárias e demais sistemas prediais.

Como forma de garantir a durabilidade da construção, o empreendimento deverá atender durante a sua vida útil de projeto (VUP) as exigências gerais de segurança e de utilização, suportando as diversas condições de exposição (sobrecargas de utilização, ação do vento, peso próprio, e outras), além dos seguintes requisitos segundo a NBR 15575:2013:

- Não poderá ruir ou desestabilizar nenhuma de suas partes;
- Proporcionar ao usuário segurança mediante a vibrações, impactos e outras solicitações mediante a utilização normal da edificação conforme previsto na elaboração do projeto;
- Garantir que as deformações de todos os elementos da edificação estejam dentro do previsto conforme os limites estabelecidos nas normas, não provocando percepção insegura aos usuários;
- Em relação fissuras de vedações e acabamentos, não deixará ocorrer desenvolvimento progressivo;
- As portas e janelas deverão funcionar normalmente, sem haver prejuízos devido a deformações dos elementos estruturais;
- Nas interações com o solo e no entorno da edificação, o empreendimento deverá atender todas as disposições das normas NBR 5629:1996, NBR 11682:2009 e NBR 6122:2010 relativas a este tema.

Conforme comentário no CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC,2013) para o dimensionamento das paredes, pilares e outros elementos estruturais, todas as cargas acidentais passíveis de atuação devem ser consideradas, incluindo ações provenientes de impactos, prevendo futuros incremento de cargas suspensas por parte do usuário, como: prateleiras, despensas, armários e outros. Já no projeto da cobertura deverão ser analisados eventuais sobrecargas com equipamentos de sistema de aquecimento solar e demais sistemas e nas coberturas contemplar possíveis instalações de antenas, a montagem ou execução de telhados, impermeabilizações, entre outros dispositivos (CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC,2013)).

Há a obrigação de garantir que os componentes estruturais sofrendo qualquer ação de cargas gravitacionais, temperatura, vento, recalques diferenciais das fundações ou quaisquer outras solicitações passíveis que atue sobre a construção, não poderão apresentar deslocamentos maiores que os apresentados nas normas para projetos estruturais, de acordo com CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC,2013):

- NBR 6120:1980 - Cargas para cálculo de edificações para estrutura;
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas;
- NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 6122:1996 - Projeto e execução de fundações;
- NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto;
- NBR 1493:2004 - Execução de estruturas de concreto;
- NBR 9062:2006 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira;
- NBR 15961:2011 - Alvenaria estrutural — Blocos de concreto;
- NBR15812:2010 - Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos;

E na falta de uma norma brasileira específica deverá ser seguido os valores das Quadro 01 e 02.

Quadro 01 – Deslocamentos-limites para cargas permanentes e cargas acidentais em geral

Razão da limitação	Elemento	Deslocamento-limite	Tipo de deslocamento
Visual/insegurança psicológica	Pilares, paredes, vigas, lajes (componentes visíveis)	$L/250$ ou $H/300^{(1)}$	Deslocamento final incluindo fluência (carga total)
Destacamentos, fissuras em vedações ou acabamentos, falhas na operação de caixilhos e instalações	Caixilhos, instalações, vedações e acabamentos rígidos (pisos, forros etc.)	$L/800$	Parcela da flecha ocorrida após a instalação da carga correspondente ao elemento em análise (parede, piso etc.)
	Divisórias leves, acabamentos flexíveis (pisos, forros etc.)	$L/600$	
Destacamentos e fissuras em vedações	Paredes e/ou acabamentos rígidos	$L/500$ ou $H/500^{(1)}$	Distorção horizontal ou vertical provocada por variações de temperatura ou ação do vento, distorção angular devida ao recalque de fundações (deslocamentos totais)
	Paredes e acabamentos flexíveis	$L/400$ ou $H/400^{(1)}$	
<p>H é a altura do elemento estrutural L é o vão teórico do elemento estrutural ⁽¹⁾ Para qualquer tipo de solicitação, o deslocamento horizontal máximo no topo do edifício deve ser limitado a $H_{total} / 500$ ou 3 cm, respeitando-se o menor dos dois limites. NOTA Não podem ser aceitas falhas, a menos daquelas que estejam dentro dos limites previstos nas normas prescritivas específicas.</p>			

Fonte: NBR 15575:2013 (p.9) – Parte 2

A NBR 15575:2013 apresenta o Quadro 02 contemplando as expectativas de deformações ao longo do tempo.

Quadro 02 - Flechas máximas para vigas e lajes (cargas gravitacionais permanentes e acidentais)

Parcela de carga permanente sobre vigas e lajes		Flecha imediata ¹⁾			Flecha final (total) ³⁾
		S_{gk}	S_{qk}	$S_{gk} + 0,7 S_{qk}$	$S_{gk} + 0,7 S_{qk}$
Paredes monolíticas, em alvenaria ou painéis unidos ou rejuntados com material rígido	Com aberturas ²⁾	L/1 000	L/2 800	L/800	L/400
	Sem aberturas	L/750	L/2 100	L/600	L/340
Paredes em painéis com juntas flexíveis, divisórias leves, gesso acartonado	Com aberturas ²⁾	L/1 050	L/1 700	L/730	L/330
	Sem aberturas	L/850	L/1 400	L/600	L/300
Pisos	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	L/700	L/1 500	L/530	L/320
	Constituídos e/ou revestidos com material flexível	L/750	L/1 200	L/520	L/280
Forros	Constituídos e/ou revestidos com material rígido	L/600	L/1 700	L/480	L/300
	Forros falsos e/ou revestidos com material flexível	L/560	L/1 600	L/450	L/260
Laje de cobertura impermeabilizada, com inclinação $i \geq 2\%$		L/850	L/1 400	L/600	L/320
Vigas calha com inclinação $i \geq 2\%$		L/750	-	-	L/300
<p>L é o vão teórico</p> <p>¹⁾ Para vigas e lajes em balanço, admitem-se deslocamentos correspondentes a 1,5 vez os respectivos valores indicados.</p> <p>²⁾ No caso do emprego de dispositivos e detalhes construtivos que absorvam as tensões concentradas no contorno das aberturas das portas e janelas, as paredes podem ser consideradas "sem aberturas".</p> <p>³⁾ Para a verificação dos deslocamentos na flecha final, reduzir a rigidez dos elementos analisados pela metade.</p>					

Fonte: NBR 15575:2013 (p. 9 – 10) – Parte 2

A NBR 15575:2013 apresenta que em relação as peças em forro, adota-se coeficiente de majoração mínimo igual a 3,0 em relação a cargas verticais aplicadas. Sendo que, a carga de serviço mínima a ser considerada é de 30N e o deslocamento vertical está limitada a 5 mm, com L/600 (L=vão do forro).

Para a instalação das portas e janelas, as paredes tanto externas com as internas atenderão as seguintes condições (NBR 15575:2013):

- As portas ao serem submetidas a 10 operações de fechamento brusco, não deve proporcionar falhas de nenhum tipo nas paredes e fixações, tais como rupturas, fissura e entre outros;
- A porta ao ser submetida um impacto de 240 J na geométrica da sua folha no ensaio de corpo mole (um saco cilíndrico de couro, com diâmetro de 35cm, altura de 70cm e massa de $400 \pm 4N$ atingindo a superfície), não poderá promover o arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede, podendo ser admissível danos locais (fissura e estilhaçamento) no contorno do marco.

2.4.3 Desempenho contra incêndio e danos

Para evitar possíveis gerações de foco de incêndio e danos, o edifício deverão possuir proteções contra descargas atmosféricas conforme apresentado na NBR 5419:2001 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas e as suas estruturas e/ou telhas metálica serão aterrados com o objetivo de conduzir as descargas, dissipar as cargas eletrostáticas e inibir possíveis problemas de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados), sendo corroborada esta necessidade pela Lei Nº 11.337, de 26/07/2006, que obriga a construção de instalações elétricas compatíveis a residência e o aterramento dos sistemas das edificações.

Em caso de incêndio, os materiais utilizados na estrutura e nas compartimentações precisarão estar em acordo com o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo – TRRF, conforme a norma NBR 14432:2001, sendo que, o período mínimo para as paredes estruturais resistirem ao fogo é de 30 minutos, conferindo condições de estanqueidade, estabilidade e isolamento térmica, para as moradias de até cinco pavimentos. Sendo também de 30 min a resistência ao fogo para as paredes internas e de fachada nas áreas de cozinhas e locais fechados que armazenam equipamentos com gás nas residências unifamiliar isolada e de até dois pavimentos (NBR 14432:2001).

2.4.4 Desempenho funcionalidade e acessibilidade

Em termos de funcionalidade e acessibilidade, a NBR 15575:2013 determina que o mínimo para o pé direito é 2,50m, podendo ser reduzidos para 2,30m em vestíbulos, *halls*, corredores, instalações sanitárias e despensas. E os ambientes deverão ser compatíveis com as necessidades humanas, sendo recomendado que sua dimensão acomode os móveis e equipamentos-padrão (NBR 15575:2013) relacionados no Quadro 03.

Quadro 03 - Móveis e equipamentos-padrão

Atividades essenciais/Cômodo	Móveis e equipamentos-padrão
Dormir/Dormitório de casal	Cama de casal + guarda-roupa + criado-mudo (mínimo 1)
Dormir/Dormitório para duas pessoas (2º Dormitório)	Duas Camas de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo ou mesa de estudo
Dormir/Dormitório para uma pessoa (3º Dormitório)	Cama de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo
Estar	Sofá de dois ou três lugares + armário/estante + poltrona
Cozinhar	Fogão + geladeira + pia de cozinha + armário sobre a pia + gabinete + apoio para refeição (2 pessoas)
Alimentar/tomar refeições	Mesa + quatro cadeiras
Fazer higiene pessoal	Lavatório + chuveiro (box) + vaso sanitário NOTA No caso de lavabos, não é necessário o chuveiro.
Lavar, secar e passar roupas	Tanque (externo para unidades habitacionais térreas) + máquina de lavar roupa
Estudar, ler, escrever, costurar, reparar e guardar objetos diversos	Escritivaninha ou mesa + cadeira

Fonte: NBR 15575:2013 (p.58) – Parte 1

2.4.5 Desempenho térmico

Em relação ao desempenho térmico a NBR 15575:2013 não trata de condições artificiais, mas sim, condições naturais de insolação, ventilação e outras. De acordo com CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC,2013) apresenta que este parâmetro está relacionado diretamente com as aberturas na residência como as janelas/portas, seu posicionamento e a região bioclimáticas. Nos Quadros 04 e 05 apresenta-se os índices da cidade de Belo Horizonte/MG.

Quadro 04 - Dados de algumas cidades Brasileiras

UF	Zona bioclimática	Cidade	Latitude	Longitude [m]	Altitude
SE	8	Aracajú	10.92 S	37.05 W	5
PA	8	Belém	1.45 S	48.47 W	10
MG	3	Belo Horizonte	19.93 S	43.93 W	850
DF	4	Brasília	15.78 S	47.93 W	1160

Fonte: NBR 15575:2013 (p.38) – Parte 1

A NBR 15575:2013 apresenta os índices típicos de verão da cidade de Belo Horizonte/MG representado no Quadro 5.

Quadro 05 - Dados de dias típicos de verão de algumas cidades Brasileiras

Cidade	Temperatura máxima diária oC	Amplitude diária de temperatura oC	Temperatura de bulbo úmido oC	Radiação solar Wh/m2	Nebulosidade décimos
Aracaju	30,9	5,4	24,9	6277	6
Belém	33,4	10,5	26,1	4368	6
Belo Horizonte	32	10,3	21,7	4641	6
Boa Vista	35,3	9,8	25,8		6

Fonte: NBR 15575:2013 (p.39) - Parte 1

Em relação ao critério de valor máximo diário da temperatura do ar no interior do ambiente que não possua fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deverá ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior (NBR 15575:2013). Para isso, o nível de M (mínimo) deve atender ao critério do Quadro 06.

Quadro 06 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
M	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$
<p>$T_{i,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; $T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius. NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.</p>		

Fonte: NBR 15575:2013 (p.52) – Parte 1

Atendendo também ao critério de valor mínimo diário da temperatura do ar interior dos ambientes devendo sempre ser maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3 °C (NBR 15575:2013). Para isso, o nível de M (mínimo) deve atender ao critério do Quadro 07.

Quadro 07- Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5)	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 3\text{o C})$	Nestas zonas, este critério não deve ser verificado.
<p>$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius. NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.</p>		

Fonte: NBR 15575:2013 (p.21) – Parte 1

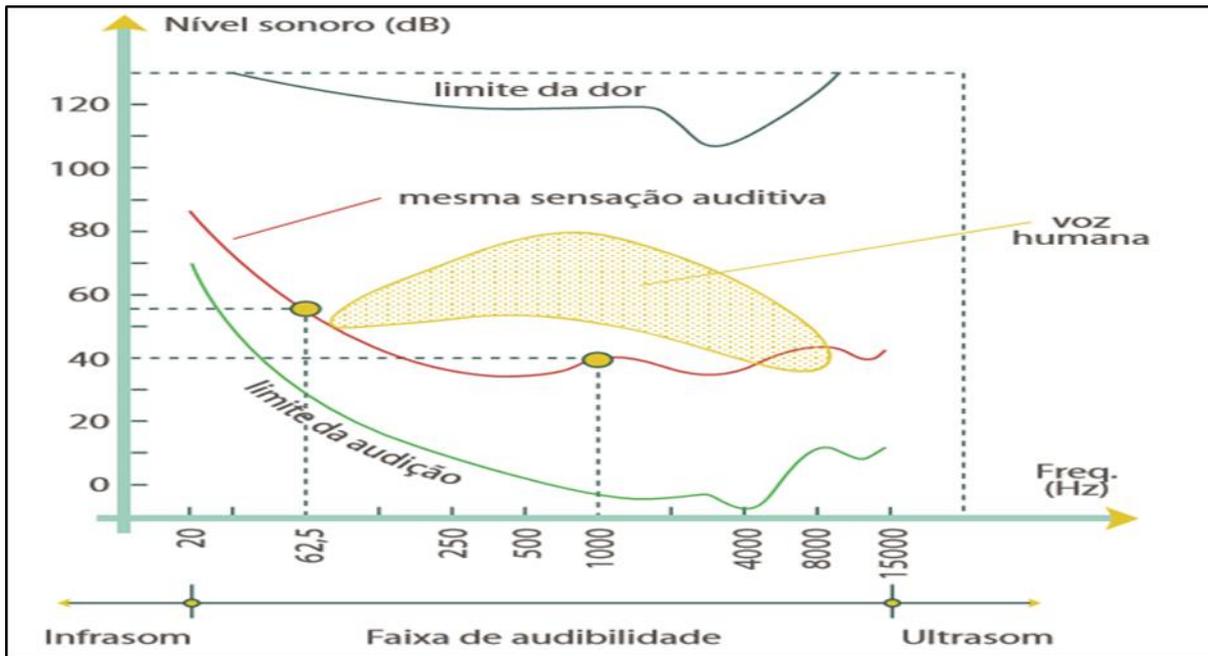
Mediante as condições dos critérios de variação térmica é recomendado pela NBR 15575:2013:

- Que no verão tenha pelo menos uma janela do dormitório ou da sala voltada para o oeste e as paredes externas dos outros cômodos voltados para norte.
- Que no inverno tenha pelo menos uma janela do dormitório ou da sala voltada para o Sul e as paredes expostas dos outros cômodos voltados para Leste.
- Garantir que não haja obstrução das paredes externas e das janelas para que incidam o sol e/ou vento nestas.
- Projetar elementos construtivos para a obstrução e promoção de sombreamento, como para-sóis, marquises, beirais, etc.
- Promover uma taxa de ventilação do ambiente de 1 renovação/hora, com uma taxa de renovação da cobertura de 1 renovação/hora.

2.4.6 Desempenho acústico

Para as construções e o conforto dos moradores faz-se necessária o atendimento acústico dos ambientes, adequando as fachadas, coberturas, entrepisos e paredes, em relação a isolação ao som aéreo e ruído transmitido por impactos, de acordo com a NBR 15575:2013. A Figura 03 apresenta a captação dos sons pelos humanos.

Figura 03 - Intensidades sonoras percebidas pelo ouvido humano



Fonte: CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (p.157)

O nível de ruído para conforto acústico é apresentado no Quadro 08, com o Nível de pressão sonora ponderado LPA, em decibels (A) e o NC - Curva de avaliação de ruído que é o método de avaliação de um ruído num ambiente determinado.

Quadro 08- Valores dB(A) e NC

Locais	dB(A)	NC
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45

Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

b) Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde (ver Nota a do Capítulo 1).

Fonte: NBR 10152:1987 (p.2)

Já o limite de ruídos tolerados pelo homem em relação ao tempo de exposição é apresentado no Quadro 09.

Quadro 09- Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUIDO dB (A)	MAXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo N.º 1 – NR15:2016 (p.2)

O CBIC - Guia orientativo de atendimento a norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC,2013) considera a intensidade normal de ruídos externos típicos das áreas residenciais ou pequenos centros comerciais na ordem de 55 a 60dB(A) e para as áreas com incidência de importantes fontes de ruído (rodovias, aeroportos etc.) deve-se executar levantamento locais para tratamento acústico dos imóveis em seu entorno.

Para determinar o isolamento acústico, considera-se na NBR 15575 o critério do entendimento de uma conversa em um ambiente primário, cujo o interlocutor em um recinto adjacente utiliza o tom de voz alta e possui neste uma fonte secundária com certo nível de ruído. O Quadro 10 apresenta o nível de intensidade sonora que o ambiente primário capta.

Quadro 10 - Inteligibilidade da fala, para ruído no ambiente interno em torno de 35 a 40 dB

Inteligibilidade de fala alta no recinto adjacente	Isolamento sonoro, $D_{nT,w}$ [dB]
Claramente audível: ouve e entende	35
Audível: ouve, entende com dificuldade	40
Audível: não entende	45
Não audível	≥ 50

Fonte: NBR 15575:2013 (p.52) – Parte 4

Para o critério de isolamento em relação a janelas e portas fechadas de um ambiente deve-se atender aos limites do Quadro 11, sendo M – mínimo; I - intermediário; S – superior.

Quadro 11 - Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes para ensaio de campo

Elemento	$D_{nT,w}$ [dB]	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório	45 a 49	M
	50 a 55	I
	≥ 55	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	30 a 34	M
	35 a 39	I
	≥ 40	S
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S

Fonte: NBR 15575:2013 (p.52-53) – Parte 4

Em relação ao isolamento das fachadas e coberturas, a intensidade sonora nas áreas internas de dormitório, atenderá aos limites indicados no Quadro 12.

Quadro 12 - Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa para ensaios de campo

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	M
		≥ 25	I
		≥ 30	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S

Fonte: NBR 15575:2013 (p.52) – Parte 4

Em relação ao Quadro 12 considera-se que para as vedações externas das salas, lavanderias, cozinhas e banheiros, não existem requisitos específicos. E em regiões com grande intensidade de ruídos como estádios, aeroportos, rodoviárias, etc há a necessidade de estudo específico do ambiente, segundo NBR 15575:2013.

Os valores mínimos de desempenho para os níveis máximos de pressão sonora contínuo e máximos do nível de pressão sonora máxima em um dormitório são apresentados nos Quadros 13 e Quadro 14 respectivamente.

Quadro 13 - Nível de desempenho – Níveis de pressão sonora contínuo equivalente

$L_{Aeq,nT}$ [dB(A)]	Nível de desempenho
≤ 30	S
≤ 34	I
≤ 37	M

Fonte: NBR 15575:2013 (p.30) – Parte 6

Para a representar o nível de pressão sonora máximo a NBR 15575:13 apresenta os seguintes parâmetros representados no Quadro 14.

Quadro 14 - Nível de desempenho – Níveis de pressão sonora máximo

$L_{Aeq,nT}$ [dB(A)]	Nível de desempenho
≤30	S
≤34	I
≤37	M

Fonte: NBR 15575:2013 (p.6) – Parte 6

2.4.7 Desempenho lumínico

Considerando somente a iluminação natural, os níveis de iluminação das acomodações de uma residência devem atender aos critérios do Quadro 15.

Quadro 15 - Níveis de iluminamento natural

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	<i>M</i> *	<i>I</i>	<i>S</i>
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 60	≥ 90	≥ 120
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido	≥ 30	≥ 45
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme 13.2.1.</p> <p>NOTA 1: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p> <p>NOTA 3: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.</p>			

Fonte: NBR 15575:2013 (p.53) – Parte 1

O Fator de Luz Diurna (FLD) nas diferentes dependências está demonstrado no Quadro 16.

Quadro 16 - Fator de luz diurna para os diferentes ambientes da habitação

Dependência	FLD (%) para os níveis de desempenho		
	M*	I	S
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 0,50%	≥ 0,65%	≥ 0,75%
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido	≥ 0,25%	≥ 0,35%
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme 13.2.2.</p> <p>NOTA 1: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p>			

Fonte: NBR 15575:2013 (p.54) – Parte 1

Já em relação a iluminação artificial, a intensidade geral de iluminação existente nas diferentes dependências da residência deverá atender ao disposto no Quadro 17 para o conforto do morador, sendo os níveis mínimo (M), intermediário (I) e superior (S).

Quadro 17 - Níveis de iluminamento geral para iluminação artificial

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho		
	lux		
	M*	I	S
Sala de estar Dormitório Banheiro Área de serviço Garagens/estacionamentos internos e cobertos	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Copa/cozinha	≥ 200	≥ 300	≥ 400
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios)	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Garagens/estacionamentos descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40
* Valores mínimos obrigatórios, conforme 13.3.1.			

Fonte: NBR 15575:2013 (p.54) – Parte 1

2.4.8 Desempenho de estanqueidade

O estanqueidade de pisos de áreas molhadas, fachadas, coberturas e outros elementos da construção, a NBR 15575:2013 estabelece os seguintes critérios:

Levando em consideração a altura máxima do lençol freático no empreendimento, os sistemas de pisos devem ser estanques à umidade ascendente.

Em relação as paredes de fachada, janelas e coberturas e seu estaqueamento, não se deve considerar somente os índices pluviométricos na obra, mas também a velocidade característica e a direção do vento. Para sua avaliação considera-se os parâmetros do Quadro 18.

Quadro 18 - Níveis de desempenho para estanqueidade à água de vedações verticais externas (fachadas) e esquadrias

Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio	Nível de desempenho
Térrea (só a parede de vedação)	7	10	M
		Sem manchas	I; S
Com mais de um pavimento (só a parede de vedação)	7	5	M
		Sem manchas	I; S
Esquadrias	Atender à ABNT NBR 10821		M

Fonte: NBR 15575:2013 (p.51) – Parte 4

Para o estaqueamento das águas de cobertura, considera-se o sistema de drenagem e captação das águas pluviais, a impermeabilidade, as sobreposições dos seus componentes, da eficiência do desenho e colocação das peças complementares que arrematam os encontros entre panos, da declividade e extensão dos panos, os índices pluviométricos e da direção e velocidade dos ventos no local da obra (NBR 15575:2013).

2.4.9 Vida útil do projeto

A Vida útil do projeto (VUP) deverá ser especificado para cada um dos sistemas que o compõem, não podendo ser inferior os indicadores apresentados no Tabela 01. Caso não possua indicação em projeto da VUP dos sistemas, considera-se os desempenhos mínimos da tabela.

Tabela 01 - Vida Útil de Projeto mínima e superior (VUP)

Sistema	VUP anos	
	Mínimo	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 30

Fonte: NBR 15575:2013 (p.46) – Parte 1

Para validar estes indicadores de VUP é necessária periodicidade dos processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674:1999 e os respectivos cuidados apresentados no Manual de Uso, Operação e Manutenção que deverá ser elaborado conforme à norma ABNT NBR 14037:1998 e entregue ao usuário no final do empreendimento.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

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 uma linha lógica, sendo que, os métodos lógicos adotados podem ser: dedutivos, indutivos, hipotético-dedutivos, dialéticos e fenomenológicos.

Gil (2007, p. 17) define pesquisa como o

(...) procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados. (Gil,2007, p. 17)

Conforme Silva (2005) em termos da natureza da pesquisa, pode-se defini-las em:

- Pesquisa Básica que envolve verdades e os interesses universais, gerando novos conhecimentos científicos sem a aplicação prática pré-definida.
- Pesquisa Aplicada que visa conhecimentos práticos orientados para a solução de problemas pontuais, envolvendo verdades e interesses locais.

Em relação a abordagem do problema (Silva, 2005), as classifica como:

- Quantitativa: Adota recursos estatísticos para classificar e analisar opiniões e informações, considerando que tudo pode ser quantificado e traduzido em números.
- Qualitativa: analisa de forma dinâmica a relação entre o sujeito e o mundo real, significando que há um vínculo efetivo que não pode ser traduzida em números entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, não necessitando de métodos e técnicas estatísticas. A pesquisa é a base do trabalho e o ambiente natural é a fonte da coleta dos dados, sendo analisados indutivamente e gerando uma informação descritiva.

Fundamentando-se este estudo nos conceitos relacionados à metodologia científica, uma vez que, o método de pesquisa torna um caminho linear e sistemático, onde representa a melhor maneira de alcançar um propósito bem definido, a pesquisa classifica-se como aplicada, por se basear 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.

3.1 Pesquisa quanto aos fins

Quanto a taxonomia da pesquisa, Vergara (1998) apresenta a classificação em dois aspectos: Quanto aos fins e quanto aos meios.

Em relação aos objetivos, quanto aos fins, Gil (2016) considera três grupos de pesquisas:

Exploratória: Tem o objetivo de explicitar ou construir hipóteses proporcionando uma maior familiaridade com o problema. Demandando levantamento bibliográfico; entrevistas a indivíduos com experiência e com prática no problema pesquisado; e a compreensão do tema através da análise de exemplos situacionais por parte do pesquisador. Não sendo normalmente aplicado neste tipo procedimento de amostragens e técnicas de dados do tipo quantitativa. Utilizada normalmente quando o tema é pouco explorado tornando difícil a elaboração de hipóteses precisas e operacionalizáveis (Gil, 2016).

Descritiva: Gil (2016) identifica que este tipo de pesquisa tem primordialmente o objetivo de descrever as características de uma população ou fenômeno ou estabelecer relações entre variáveis, tendo como característica fundamental a aplicação de técnicas padronizadas para a coleta de dados e as vezes ultrapassa a simples identificação das relações entre variáveis, determinado a natureza desta relação aproximando da Pesquisa Explicativa. Conforme Triviños (1987), este modelo

de pesquisa descreve os fenômenos e fatos que determinam a realidade, demandando do investigador inúmeras informações sobre o tema de pesquisar. Sendo que, estudos deste tipo apresentam uma descrição exata dos acontecimentos, dos fatos, dos fenômenos e dos eventos.

Explicativa: Tem o objetivo de identificar as ocorrências que ocasionam ou que favorecem a ocorrência do problema pesquisado (GIL, 2016), explicando o porquê dos acontecimentos mediante aos resultados alcançados. Com isso, este tipo de pesquisa pode ser o prolongamento de uma pesquisa descritiva, devido a identificação dos fatores que ocasionam um fenômeno demandam o detalhamento e a descrição mais embasada. Pode-se classificar esta modalidade como quase-experimentais conforme Gil (2016).

A classificação desta pesquisa enquadrar-se quanto aos fins como exploratório, pois conforme Vergara (1998), este tipo de pesquisa é adotado em áreas com pouco conhecimento acumulado e sistematizado e conforme detectado pouca literatura e legislação para a utilização dos containers marítimos como metodologia construtiva para residências. Tendo como objetivo proporcionar maior conhecimento sobre seu potencial construtivo.

3.2 Pesquisa quanto aos meios

O método de pesquisa a ser utilizado é fundamental para desenvolver uma pesquisa, dependendo de sua característica, pode-se escolher diferentes modalidades aliando o sistema qualitativo ao quantitativo se necessário (FONSECA, 2002). Conforme Vergara (1998), classifica-se a pesquisa quanto aos meios de investigação em: bibliográfica, pesquisa de laboratório, pesquisa de campo, documental, experimental, *ex-post-facto*, participante, pesquisa-ação, estudo de caso, telematizada. Sendo que, Gil (2016) apresentado também o Levantamento de campo (*Survey*).

Em relação aos procedimentos técnicos (GIL, 2016), descreve:

Pesquisa Bibliográfica: tem base em materiais já publicados, através de livros e artigos científicos (GIL, 2016). Sendo acrescido por Vergara (1998) os meios de pesquisa em

revistas, jornais, redes eletrônicas, ou seja, materiais acessíveis ao público comum como base bibliográfica. Relatado por Fonseca (2002) que os trabalhos científicos devem iniciar com a pesquisa bibliográfica, este permite que o pesquisador conheça o que já foi estudado sobre o assunto. Porém, as pesquisas focadas somente em pesquisa bibliográfica procuram referenciais teóricos para responder ao problema através da obtenção de conhecimentos e informações precedentes sobre o tema. Gil (2016) salienta que a pesquisa bibliográfica depende diretamente da fonte de consulta, podendo prejudicar a qualidade da pesquisa, pois fontes secundárias podem apresentar dados ou processos equivocados ampliando os erros. Para reduzir os desvios o pesquisador deve assegurar sobre a confiabilidade de suas fontes e diversificar suas consultas para identificar incoerências da informação.

Pesquisa Documental: Se assemelha bastante a pesquisa bibliográfica, se diferenciando na natureza da fonte. A pesquisa documental é elaborada com materiais não tratados analiticamente, com base em Gil (2016).

Pesquisa Experimental: Gil (2016) exprime que a melhor demonstração de pesquisa científica é o experimento. Ela ocorre através do estudo de um objeto exposto a variáveis que o influenciam em um ambiente controlado e neste é observado os efeitos que as variáveis acarretam no objeto (Gil, 2007).

Pesquisa telematizada: Apresentada por Vergara (1998) como o tipo de pesquisa que busca informações nos meios da telecomunicação e com o uso de computadores, sendo exemplificado como as pesquisas realizadas na internet.

Levantamento de campo (Survey): Envolve o questionamento e o interrogatório direto de pessoas pertinentes ao ambiente pesquisado com o intuito de conhecer e analisar seu comportamento no meio, sendo os estudos descritivos os que mais se enquadram para os levantamentos. Conforme Fonseca (2002) dentre as vantagens desta pesquisa, apresenta o conhecimento direto da realidade, economia e rapidez, e possibilidade de agrupar os dados em tabelas que favorece a análise estatística.

Estudo de caso: proporciona o conhecimento abrangente e detalhado de um ou poucos objetos através do estudo profundo e exaustivo destes. Fonseca (2002, p. 33) caracteriza o estudo de caso como:

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe. O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador. (FONSECA, 2002, p. 33)

Pesquisa *Ex-post-Facto*: é realizado o experimento após a realização dos fatos, tendo como base ocorrências já finalizadas.

Pesquisa-Ação: ocorre a interação do pesquisador no ambiente pesquisado através da cooperação dos participantes do meio, proporcionando uma ação ou solução de um problema coletivo (Gil, 2007).

Pesquisa Participante: Os membros do meio estudado interagem com o pesquisador proporcionando o conhecimento sobre o tema, definido por Gil (2016). Conforme Vergara (1998), este tipo de pesquisa não se concentra apenas no pesquisador, mas o pesquisado torna parte efetiva da investigação, promovendo uma tênue sinergia entre as partes.

Quanto aos meios, o trabalho classifica-se como estudo de caso, proporcionando um conhecimento amplo sobre um tipo específico de sistema construtivo, focando nos aspectos do container utilizados na construção de residências. As análises foram fundamentadas nas informações fornecidas pela Sader Engenharia Ltda, como projetos, planilhas, documentos e também através das pesquisas bibliográficas, periódicos acadêmicos e legislações existentes que são aplicadas em outros tipos de sistema construtivos, além da pesquisa participante, estabelecendo metas para a avaliação do desempenho desta nova modalidade construtiva.

3.3 Universo de amostra

Conforme Gil (2016), o Universo ou população é o conjunto de elementos que possuem similaridades, comumente sinalizado como o total de habitantes de

determinado lugar. Mas em termos estatísticos apresenta um conceito mais abrangente, podendo ser a quantidade de alunos matriculados em uma escola até a produção de televisões em uma fábrica.

Já amostra é definido como o subconjunto do universo ou população, ao qual se estima as características desse universo ou população (GIL, 2016). Tendo dois tipos de amostra:

Amostra probabilística, que tem base estatísticas, sendo rigorosamente científicas e baseada na lei dos grandes números, lei da regularidade, lei da inercia e lei da permanência. Consistir em as amostras mais usuais: a aleatória simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapa (GIL, 2016).

Já na amostra não probabilística não são fundamentadas em conceitos matemáticos ou estatísticos, dependendo basicamente das métricas de pesquisa e possuindo maior criticidade para a validação dos resultados. As que mais destacam dentre as amostragens não probabilísticas, são: por acessibilidade, por tipicidade e por cotas (GIL, 2016).

A pesquisa tem como o universo, a empresa Sader Engenharia Ltda, atuante na Indústria da Construção Civil e possui um dos seus segmentos de negócios a utilização de containers como sistema construtivo para residências. A sede da empresa localiza-se em Belo Horizonte, Minas Gerais, mas atua em âmbito nacional. O container em estudo é o protótipo da empresa para o lançamento do novo produto no mercado de construção residencial. Portanto, o universo pesquisado, constitui-se da empresa Sader Engenharia Ltda e a amostra foi a unidade de container marítimo, modelo high cube 40", customizado pela empresa como protótipo de um novo produto para o mercado local de construção residencial.

3.4 Formas de coletas e análise dos dados

3.4.1 Coleta de dados

De acordo com Gerhardt (2009) a coleta de dados necessita de um conjunto de operações que determinará o modelo de análise que será utilizado. De acordo com o mesmo autor, para maximizar a aquisição dos dados, deve-se responder as seguintes perguntas para obtenção dos dados:

O que coletar? - Definido pelos indicadores e as variáveis do processo, caracterizando pela importância e utilidade para testar as hipóteses, sendo denominado com dados pertinentes (Gerhardt,2009).

Com quem coletar? - Necessita delimitar empiricamente o espaço geográfico e social em um espaço de tempo. Podendo ser estudado toda a população contida no espaço ou apenas uma amostra representativa (quantitativamente) ou ilustrativa (qualitativamente) do grupo (Gerhardt,2009).

Como coletar? - Refere-se ao instrumento de coleta de dados possuindo três operações (Gerhardt,2009):

- Idealizar um instrumento adequado para captar as informações necessárias e adequadas para testar a hipóteses. Por exemplo: questionário, roteiros para entrevistas ou para observações, etc.
- Avaliar o instrumento antes da utilização sistêmica. Com o objetivo de garantir a precisão e adequação deste meio.
- Após os testes, aplica-lo sistemicamente coletando os dados pertinentes.

Para não impactar na pesquisa, deve-se atentar em obter informações possíveis de tratamento futuro que teste as hipóteses, devendo se preocupar e antecipar quais análises poderão ser feitas através dos dados coletados. Com isso, o método de coleta escolhido deve levar em conta as hipóteses do trabalho e o problema a ser

estudado (GERHARDT, 2009). Para a realização deste estudo, foram utilizados a observação, entrevista e pesquisa documental.

Foram realizadas visitas às dependências da empresa Sader Engenharia Ltda, especificamente ao galpão onde ocorre a estruturação e transformação do CM em residência e neste local realizou-se o estudo do CM já customizado. Durante as visitas, realizou-se entrevistas semiestruturadas aos engenheiros responsáveis pelo projeto de transformação do CM, com o objetivo de obter o máximo de dados sobre as etapas construtivas da residência e as adaptações necessárias à essa transformação. Também ocorreram pesquisas documentais no arquivo empresarial, objetivando informações como planilhas de composições de custo, composições unitárias, relações das quantitativas de materiais e resíduos.

3.4.2 Análise de dados

Conforme Gerhardt (2009), a análise dos dados tem o objetivo de organizar os dados de forma a proporcionar possíveis respostas ao problema proposto, sendo quantitativos (análise estatística) ou qualitativos (análise do conteúdo, do discurso, outros.). Gil (2007), verifica que a maior parte das pesquisas possuem as seguintes fases: estabelecer categorias; condicionar e tabular os dados; e analisa-los.

A análise dos dados procedeu através da consolidação dos documentos fornecidos pela empresa Sader Engenharia Ltda, 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 principais vantagens e desvantagens da construção de residência com a utilização do CM.

3.5 Organização em estudo

O estudo foi realizado na empresa Sader Engenharia Ltda, localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais. A mesma possui estrutura fixa de 03 funcionários, sendo eles: o diretor executivo e engenheiro civil Ricardo Nacif Sader, um engenheiro

calculista e uma auxiliar de engenharia. Os demais funcionários da cadeia produtiva são contratados conforme demanda dos empreendimentos.

A empresa está no mercado há 15 anos, atuando na ICC desde a infraestrutura à superestrutura. Ela, ciente da importância da sustentabilidade nos sistemas construtivos e dos benefícios que este traz à sociedade, criou um braço novo, a Transforme Containers, que adapta o CM em residência.

Para construir as residências em CM, a empresa possui um galpão anexado a sede da empresa com a infraestrutura necessária para o processo e o horário de funcionamento de 07:00 às 18:00 horas.

A empresa disponibilizou perante agendamentos prévios, visitas para o estudo e estas foram acompanhadas pelo corpo de técnico da empresa, onde realizou-se explicações aos assuntos sobre o CM e sua transformação em residência.

3.6 Limitação da pesquisa

Segundo Vergara (1998), toda metodologia apresenta possibilidades e limitações, contudo, é sadio adiantar-se às críticas que o leitor poderá cometer ao trabalho, apontando quais as limitações que o método escolhido oferece, porém, ainda assim o justificando como o mais adequado aos desígnios da pesquisa.

O método selecionado para a pesquisa apresentou algumas dificuldades referentes a coleta de dados, pois há escassez de literatura científica e legislação quanto a utilização do CM na ICC.

Outro obstáculo ao presente estudo, é o pequeno número de empresas atuantes no setor da ICC que utilizam o CM como matéria prima para construção de residência em Belo Horizonte/MG, logo, realizou –se o estudo em uma destas poucas empresas que oficialmente oferece o produto nesta cidade.

A empresa disponibilizou visitas e acesso aos dados que formam a trajetória da construção da residência com CM, mas com restrições de acesso ao que tange a valores detalhados da construção.

Como este encontra-se concluído, disponível na empresa em *show room*, não foi possível acompanhar a execução das etapas de transformação do CM em residência. Além destes limitadores, não foi possível sua alteração e testes de comportamento estrutural, dificultando o esclarecimento de pontos relevantes da pesquisa, como o seu desempenho antes e pós adequações.

4 RESULTADOS E DISCURSÃO

Este capítulo apresenta o processo de customização de um container marítimo (CM) para se transformar em uma residência, suas nuances em comparação a um imóvel em concreto armado e seu atendimento as exigências de desempenho.

4.1 Descrição do empreendimento

Para a construção de uma residência em Belo Horizonte – MG, a empresa Sader Engenharia Ltda tendo como um novo braço, a Transforme Containers, usou o projeto do arquiteto Luciano Costa para idealizar as adequações necessárias do container para transformá-lo em residência em container marítimo (RCM). Corroborando a recomendação de Figuerola (2013) sobre o modelo mais indicado para residências, o profissional utilizou um container *High Cube* de 40 pés, remodelando-o para uma 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 04.

Figura 04 - Renderização da RCM



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

O projeto tem o objetivo de proporcionar ao proprietário, leveza e transparência, utilizando para isso, a instalação de portas de vidro nas entradas da RCM (antiga porta de acesso do container e nos novos vãos conforme projeto), garantindo a edificação uma sensação de amplitude com a área externa, retirando a percepção de um simples container adaptado e conjugando ambiente interno e externo em um só.

4.2 Processo de aquisição do CM

Para a aquisição do container deste projeto, o proprietário da empresa Sader Engenharia Ltda contactou a empresa XY (nome fictício, uma vez que, a empresa não revelou o nome de seu fornecedor) especializada em vendas de container marítimo, que possui sede na cidade de Santos-SP. Por se tratar da aquisição de apenas uma unidade e não inviabilizar o projeto ficou economicamente inexecutável a ida de um profissional da empresa para a cidade de Santos - SP com intuito da escolha de um único container. Assim, o processo de seleção foi através de fotos de containers em ângulos diferentes, enviadas pela empresa XY, para a escolha do mesmo.

A triagem foi realizada mediante as fotos e conversas com a funcionária da empresa XY, eliminando os containers que estavam com as chapas visivelmente danificadas, que acarretariam interferência direta no prumo das paredes internas e a redução do espaço útil da RCM conforme preconizado por Castilho (2014).

4.3 Escolha do local de implantação

O transporte do container da cidade de Santos - SP para Belo Horizonte - MG foi efetuado pela empresa XZ (nome fictício, devido a empresa não revelar o nome de seu fornecedor), através de uma carreta com adaptação de pino *Lock*, que o entregou no galpão da Sader Engenharia Ltda. Este local é equipado com uma oficina de serralheria apropriada, em condições adequadas 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.

Para 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, para facilitar a manobra da carreta e do caminhão *munck*. Estas análises foram cruciais para a viabilização do projeto e são salientadas por Figuerola (2013) da demanda do estudo logístico não somente do canteiro de obras, mas também no seu entorno.

A Figura 05 apresenta o CM adquirido e instalado na oficina de serralheria.

Figura 05 - Container Marítimo adquirido



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Para a customização do container, foram utilizados: 01 (um) serralheiro, 01(um) ajudante de serralheria, 01 (um) electricista, (02) engenheiros, 02 (dois) oficiais e 02 (dois) auxiliares. O horário de trabalho foi de 07 hs às 18hs de segunda a sexta. Constituindo como principais ferramentas utilizadas na transformação: talhas manuais e elétricas para a içamento e movimentação do container, maquinas de solda, maçaricos de oxicorte e lixadeiras para abertura e fechamento dos vãos.

4.4 Processo de customização do CM

4.4.1 Abertura dos vãos e reforços

A equipe de serralheria realizou todas as etapas de recorte, enquadramento, soldas e adaptação dos vãos. Foram abertos: 01 (um) vão para a janela do quarto de 0,92mx1,00m, outro de 0,30m x 1,35m para a janela do banheiro e 02 (dois) vãos para a instalação das portas de 1,63m x 2,14m, como apresentado na Figura 06.

Figura 06 - Abertura de vãos no CM



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Posteriormente, foram realizados reforços com tubos retangulares FF 1,2 no contorno dos vãos, onde este, serve de base estruturada para a instalação direta das esquadrias das portas e janelas. Esta ação se faz necessária decorrente a chapa de aço existente no CM ser de aproximadamente 4 mm, tornando-se imprescindível a instalação da base. Contudo, o processo exclui a etapa de assentamento de peitoris e soleiras, como ocorre na construção convencional, além de exercer a principal função de reforçar estruturalmente o vão.

Sendo que, nesta etapa, o resíduo predominantemente gerado constituiu-se de chapas de aço recortadas e estas foram guardadas para possíveis utilizações nos outros projetos com CM.

Nas paredes laterais do CM, no teto e na projeção das paredes para o banheiro, utilizaram tubos retangulares similares aos dos vãos das janelas e portas conforme apresentado na Figura 07 e sua fixação foi através de solda. Está ação vai ao encontro da indicação do reforço estrutural relatada por Benjamin Gracia Sanxes (2013).

Figura 07 - Estruturação internas do CM



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Esta malha de tubos criada, serviu de base para a instalação do *drywall* e outras peças, afim de evitar furos e chumbamentos diretos nas paredes do CM, impedindo a redução de sua estanqueidade conforme exigência da NBR 15575:2013.

Conforme informação do corpo técnico da empresa, foram realizados cálculos de dimensionamentos para os cortes dos tubos, levando em consideração o comprimento total da barra, com o objetivo de melhor sua utilização e minimizar a geração de resíduo.

4.4.2 Canalização dos dutos de eletricidade, água e esgoto

Após a adaptação dos vãos do CM, conforme projetos, realizou-se a passagem dos dutos elétricos em conduíte corrugado $\frac{3}{4}$ " conforme Figura 08, além dos tubos de esgoto e água fria em PVC. Concomitante a canalização dos dutos, foram instaladas as bancadas em granito na cozinha e no banheiro.

Figura 08 - Instalação das tubulações



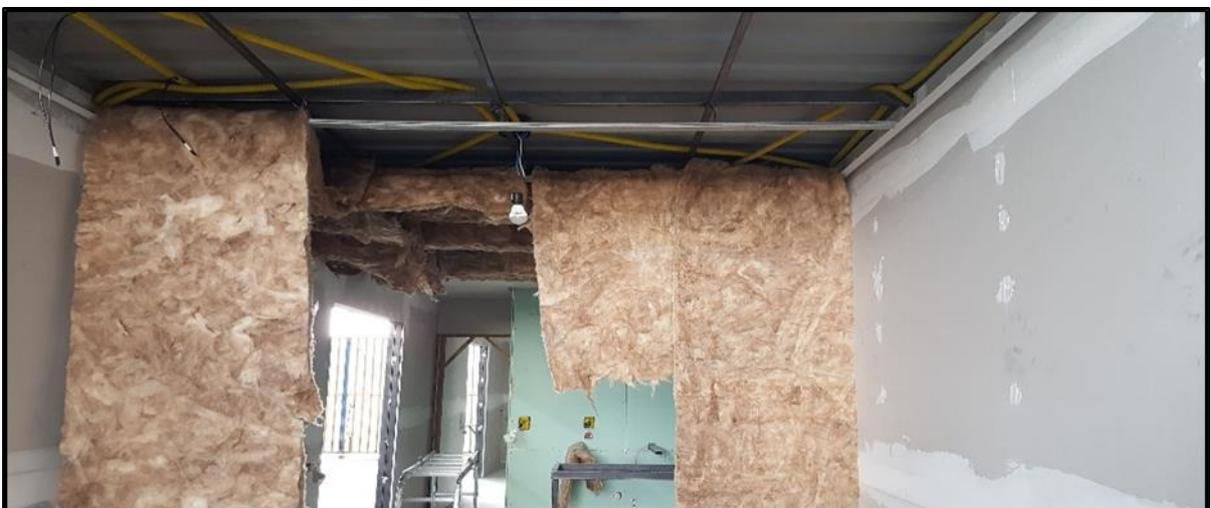
Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Observou-se nesta fase, como resíduo predominante, fragmentos de PVC e conduítes.

4.4.3 Instalação dos revestimentos internos e isolamento termo acústico

Antecipadamente a execução do revestimento em *drywall*, realizou-se, como apresenta a Figura 09, o tratamento termo acústico do CM, empregando manta em lã de vidro em todas as paredes laterais e no teto.

Figura 09 - Isolamento termo acústico do CM



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Posteriormente ao isolamento termo acústico, foram executadas as paredes, o rebaixamento e revestimento do teto em *drywall*. Já as paredes de divisa do banheiro e da cozinha, foram utilizadas placas de *drywall* específicas para áreas molhadas.

Averiguou-se que na execução das obras em *drywall*, os resíduos gerados constituídos de pedaços de placas em gesso acartonado que foram descartadas e a sobra de lã de vidro, a qual foram guardadas para utilização em outras obras.

4.4.4 Revestimento externo

A parede lateral esquerda e a fachada principal, foram revestidas externamente com manta em lã de vidro, conforme apresenta a Figura 10.

Figura 10 - Isolamento termo acústico externo



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Devido a necessidade de um material resistente a intempéries, utilizou-se a placa cimentícia como revestimento externo. Porém posteriormente, como mostra a Figura 11, o CM foi revestido com Ecogranito, massa acrílica aquosa, ao qual possui aparência de granito.

Figura 11 - Revestimento externo em Ecogranito



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Nesta etapa observou-se os resíduos de placas cimentícias, fragmentos de tubo metálico, embalagens de papelão oriundo do ecogranito e o próprio ecogranito.

4.4.5 Revestimento cerâmico

Foi realizado revestimento cerâmico nas paredes do banheiro, área que compreende o box e a parede da cozinha que localiza a bancada. Sendo que, após assentados, os revestimentos receberam rejunte flexível.

Nesta etapa gerou-se predominantemente, embalagens de papelão e resíduos de cerâmica branca, devido aos recortes para a paginação.

4.4.6 Esquadrias de portas e janelas

Nesta etapa, foram instaladas todas as esquadrias em vidro temperado 10 mm, sendo 02 (duas) janelas, e 03 (duas) portas. Também foi efetuado 01 (um) fechamento de parede completa da sala, como apresenta a Figura 12, assim como instalados 02 (dois) marcos de madeira e 02 (duas) portas de madeira (prancheta) na suíte e no banheiro.

Figura 12 - Fechamento em vidro temperado



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Como resíduos desta etapa, observou-se fragmentos de perfis metálicos, oriundos da adaptação das esquadrias.

4.4.7 Emassamento e pintura

O forro do teto e das paredes foram emassadas com massa acrílica, posteriormente lixadas para regularização e executada a pintura com tinta látex PVA cor branco neve.

Esta etapa gerou resíduos de papelão e metal das embalagens dos produtos utilizados.

4.4.8 Tratamento e acabamento do piso existente

Nesta etapa, realizou-se a limpeza e o tratamento do piso do CM, constituído por compensado naval, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Piso existente CM antes do tratamento



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Realizou-se o lixamento para regularização do mesmo e posteriormente o acabamento fino através da aplicação de 02 demãos de verniz impermeável.

Esta etapa gerou resíduos de pó de madeira e embalagem metálica do verniz.

4.5 Atendimento as exigências legais

Como não há uma 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, iniciou-se com a aferição das características térmicas, acústicas, lumínica e de umidade do local de sua instalação, localizado na Avenida Amazonas, nº 5643, Belo Horizonte, MG. 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. Esta ação teve o objetivo de proporcionar um valor mais próximo do real para trabalho, utilizando a média simples dos valores medidos e alcançado um único

parâmetro das variações termo-acústicas-climáticas do ambiente externo, sendo estes:

Térmico: 31,1° Celsius

Acústico: 74,8 db (A)

Lumínico: 1020 lux

Umidade: 51%

Para a pesquisa do desempenho da RCM em relação a NBR 15575:2013 foram elaboradas perguntas com base nas exigências da norma e a partir deste questionário seguiu-se o mesmo padrão das medições da área externa, com o inquérito em pelo menos seis pontos e horários distintos, apurando assim, a performance da construção.

4.5.1 Desempenho estrutural da RCM

- Foi detectado trincas na estrutura e nas vedações da construção?

Em avaliação visual, não foram detectadas trincas estruturais, em decorrência da confecção do CM ser em um sistema monobloco de aço corten. Entretanto, foram identificadas duas fissuras no revestimento *drywall* das paredes e duas fissuras no forro de teto. As fissuras nas paredes estão localizadas, uma na parte superior da lateral esquerda da porta da sala e a outra na parte superior da lateral esquerda da porta do quarto. As fissuras do forro de teto foram identificadas na junção entre placas, localizadas no corredor para o quarto e no corredor da cozinha.

- Existe sobrecargas sobre a construção?

Não existe sobrecargas sobre a RCM, sendo utilizado sua cobertura original de aço corten para servir de laje para a residência. O projeto não prevê utilização do teto para ampliação de pavimento, assim como para instalação de nenhum material sobre o mesmo. Sendo que, conforme conversa com o idealizador do projeto, a caixa d'água será instalada em um local externo a obra.

- Foi detectado patologias que dá indício de ruína ou desestabilidade de alguma das partes da construção?

Mediante a análise visual, não foi encontrada nenhuma patologia que induzisse a esta ocorrência.

- A construção proporciona ao usuário segurança mediante a vibrações, impactos e a outras solicitações, quando utilizada normalmente, conforme previsto na elaboração do projeto?

Durante o desenvolvimento do trabalho de avaliação da RCM, não foi detectado nenhum ruído, vibração ou indícios de desestabilidade da construção. Foi possível observar que ela absorve com eficiência as vibrações provenientes da movimentação dos veículos na Avenida Amazonas, não transmitindo movimento aos usuários da construção.

- As portas e janelas da residência funcionam normalmente, sem haver prejuízos devido a deformações dos elementos estruturais?

Com objetivo de verificar este quesito, executou-se nas portas e janelas da residência a sequência de dez movimentos de aberturas e fechamentos, não sendo identificado nenhum barulho ou desalinhamento proporcionado por deformações dos elementos estruturais.

- As portas ao serem submetidas a 10 operações de fechamento brusco proporciona falhas de algum tipo nas paredes e fixações, tais como rupturas, fissura e entre outros?

Efetou-se a sequência de dez movimentos de aberturas e fechamentos brusco com carga dirigida nas portas da residência. A carga de energia aplicada no fechamento das portas de acesso interno para quarto e para o banheiro, foram submetidas com maior intensidade, devido as mesmas serem confeccionadas em madeira e o seu processo de movimentação ser via dobradiças. Já as portas de acesso externo para a sala, a cozinha e o quarto que são confeccionadas em vidro temperado e o processo

de movimentação é através de trilhos, foi contido a utilização de carga excessiva de energia, decorrente ao risco da quebra do vidro. Mediante a este teste, não foi identificado aumento da dimensão das trincas anteriormente identificadas ou surgimento de novas trincas e nenhum dano aparente na estrutura de fixação e na movimentação das mesmas. Deve ser enfatizado que não foi possível determinar as cargas utilizadas nas portas e janelas em decorrência da indisponibilidade de um equipamento para verificação

4.5.2 Desempenho contra incêndio e danos da RCM

- A construção possui ponto de aterramento?

Foram identificados dois pontos para aterramento da construção. Um deste está localizado no cabeamento de energia da residência conforme as exigências da NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, que separa um cabo de energia na cor verde amarela na instalação elétrica e este é fixado na aste de aterramento. O outro ponto identificado para aterramento é um olhal no canto inferior direito na parte do fundo da RCM. Ele está ligado diretamente na estrutura metálica do container com o objetivo da futura instalação do cabo que ligará na aste de aterramento.

- As paredes estruturais da residência resistem a mais de 30 min a incêndio?

A estrutura da construção é feita em aço corten que possui seu ponto de fusão superior a 1.410° C, concedendo a estrutura a resistência superior a 30 min de incêndio.

- As paredes conferem condições de estanqueidade, estabilidade e isolamento térmica para a moradia?

O revestimento das paredes internas da residência é em *drywall*, material este que dificulta a inflamação generalizada no ambiente originário do incêndio, não gera quantidade excessiva de fumaça que prejudicaria a fuga dos moradores, possui baixo índice de toxicidade em sua fumaça e suporta ao mínimo de 30 minutos de exposição

ao fogo. Associado a estrutura de aço corten do container, este conjunto proporciona condições de estanqueidade, estabilidade e isolamento térmica para a moradia.

4.5.3 Desempenho funcionalidade e acessibilidade da RCM

- A casa container possui pé direito mínimo de 2,50 m?

Constatou-se que a residência possui pequenas variações no pé direito, mas nenhuma inferior a 2,52 m.

- Os ambientes da RCM estão compatíveis com o Quadro 03 - Móveis e equipamentos-padrão apresentado na revisão bibliográfica?

Examinando a RCM mobiliada no dia 06/12/2017 para a exposição deste conceito de construção a engenheiros, arquitetos e outros profissionais da região da grande BH, foi constatado que a RCM atende com restrições ao requisito de desempenho de funcionalidade da NBR 15575:2013.

Em relação ao dimensionamento dos cômodos tem se os seguintes parâmetros:

Dormir/Dormitório de casal: Já contempla em projeto, uma cama de casal Queen, um guarda roupa e dois criados-mudos na lateral da cama.

(Dormir/Dormitório para duas pessoas (2º Dormitório): Não possui esta acomodação.

Dormir/Dormitório para uma pessoa (3º Dormitório): Não possui esta acomodação.

Estar: Possui área útil para a instalação de um sofá de dois lugares, uma poltrona e contempla em projeto uma estante.

Cozinha: É contemplado em projeto, uma pia de cozinha, um armário sobre a pia, um gabinete e apoio para refeição (2 pessoas). A área reservada para a geladeira tem a dimensão de Altura: 1,08 m x Largura: 0,69 m x Comprimento: 0,71 m comportando assim uma geladeira de 120 litros, conforme padrão de mercado e não contempla

área para a instalação de um fogão convencional com gás e forno. Para este empreendimento será utilizado um *cooktop* de duas bocas sobre a bancada central.

Alimentar/tomar refeições: Possui uma bancada central de granito instalada com quatro cadeiras.

Fazer higiene pessoal: Contemplado em projeto, um lavatório, um chuveiro (box) e um vaso sanitário.

Lavar, secar e passar roupas: Não possui esta acomodação.

Estudar, ler, escrever, costurar, reparar e guardar objetos diversos: Não possui esta acomodação.

Foi observado que os armários, estante e cama deste empreendimento são com moveis planejados, com o intuito de aproveitar ao máximo os ambientes, não utilizando moveis de tamanho padrão.

4.5.4 Desempenho térmico da RCM

- O valor máximo diário da temperatura do ar no interior do ambiente que não possua fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral) é menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar externo? Sabendo que, no Quadro 05, apresenta que a temperatura máxima em BH/MG é 32° C para desempenho.

Para averiguar este parâmetro foi utilizado um termo Higrômetro Digital MT-242 calibrado, verificando a temperatura externa ao ambiente, constou-se a temperatura média de 31,4° C na jornada da pesquisa. Já no interior da residência efetuou-se a aferição das temperaturas nos ambientes e constatou a máxima temperatura de 26,7°C. Atendendo ao requisito.

- O valor mínimo diário da temperatura do ar no interior dos ambientes é maior ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3 °C?

A menor temperatura externa medida no período de exame foi de 24,2º C, sendo que, acrescido os 3º C solicitado na norma, requer que o ambiente interno estivesse com temperatura igual ou superior a 27,2º C. Mas, a máxima detectada foi de 26,7º C. Não atendendo ao requisito na faixa de tempo do estudo.

- O ambiente promove uma taxa de ventilação do ambiente de 1 renovação/hora, com uma taxa de renovação da cobertura de 1 renovação/hora?

Não foi possível evidenciar através de teste, o parâmetro da taxa de ventilação renovada do ambiente, decorrendo a indisponibilidade do equipamento de medição específico. Entretanto, foi verificado através da abertura das portas nos extremos da RCM, que o layout do ambiente promove uma corrente de ar significativa, entrando pela porta do quarto e saindo na porta da sala.

4.5.5 Desempenho acústico da RCM

- O ruído no dormitório está entre 35 db (A) (conforme) a 45 db (A) (Aceitável)?

A averiguação dos parâmetros acústicos foi realizada com um Decibelímetro Digital de 40-130DB DL-1100 – ICEL calibrado. Para o levantamento do ruído no dormitório, a janela e as portas permaneceram fechadas por um período de uma hora, obteve-se a média de 36,9 db (A), como o máximo pontual de 44,7 db (A). Atendendo o parâmetro de 35 db (A) (conforme) a 45 db (A) (Aceitável) no ambiente.

- O ruído na sala de estar está entre 40 db (A) (conforme) a 50 db (A) (Aceitável)?

A aferição do ruído na sala de estar, obteve-se com as portas do ambiente fechadas, por um período de uma hora e alcançou o máximo pontual de 47,4 db (A) e a média de 44,5 db (A). Atendendo o parâmetro de 40 db (A) (conforme) a 50 db (A) (Aceitável).

- Os ruídos externos a RCM está entre 55 db (A) (conforme) a 60 db (A) (Aceitável)?

Verificando o ruído externo ao ambiente, obteve a média de 74,8 db (A) e o máximo pontual de 91,7 db (A). Estas medidas ocorreram a uma distância de 9 metros de uma das principais avenidas de BH, MG (Avenida Amazonas, 5643) no horário entre 11:35hs às 12:35hs. Com estes parâmetros a área não atende a exigência da NBR 15575:2013. Porém, em relação a NR 15 atende ao parâmetro de ruído inferior a 85 db (A) permitindo permanência diária superior a 8 hs no local. Lembrando que o ruído máximo pontual medido não foi classificado como intermitente, decorrente não haver repetições nos intervalos medidos.

- Qual é a inteligibilidade de uma conversa em um ambiente primário, cujo o interlocutor em um recinto adjacente utiliza o tom de voz alta e que possui neste uma fonte secundária com certo nível de ruído?

Para a classificação da inteligibilidade no ambiente interno da RCM, um interlocutor se posicionou na sala e o outro no quarto, a uma distância entre eles de 8 metros. Com a porta entre os ambientes fechada, foi mantida uma conversa por 3 minutos com o tom de voz alta. Constatou-se prejuízo no entendimento da conversa, classificando como: Audível: ouve, entende com dificuldade, tendo assim, o isolamento sonoro, $D_{nT,w}$ de 40 (db).

- Em relação ao isolamento das fachadas e coberturas, constata-se que a intensidade sonora nas áreas internas de dormitório atende aos limites apresentados no Quadro 12 em relação a diferença do ruído?

O ambiente externo por ser uma avenida com grande movimento de veículos, foi sinalizado como Classe de ruído III – Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.

Neste, conforme a avaliação apresentou ruído externo médio de 74,8 db (A) e o interno médio de 36,9 db (A) no dormitório, obtendo uma variação de intensidade de 37,9 db (A). Assim, o nível de desempenho classifica-se como intermediário.

4.5.6 Desempenho lumínico da RCM

- Com iluminação natural, os níveis de iluminação das acomodações da residência atendem aos critérios do Quadro 12?

A verificação dos parâmetros lumínico realizou-se com um Luxímetro Digital de 0 a 200.000 Lux LD-540, calibrado. Em relação a iluminação natural da RCM, os níveis de iluminação das acomodações da residência cumpriram as requisições da NBR 15575:2013. Obtendo os seguintes parâmetros:

Na sala de estar foi medido o nível médio de iluminação de 723 lux, no dormitório de 598 lux, na cozinha de 660 lux e no banheiro 392 lux. Nestes parâmetros todos os ambientes foram classificados como superior.

- A diferença entre a iluminação externa x interna atende aos critérios do Quadro 16?

Verificando o ambiente externo, neste apresentou a média de 1020 lux na jornada de medições e nos ambientes internos sinalizou 723 lux na sala de estar, no dormitório de 598 lux, na cozinha de 660 lux e o banheiro 392 lux. A partir desta métrica, nos três primeiros ambientes atingiram o menor percentual registrado de 58,63 % de variação, sendo classificado como Mínimo e no banheiro de 38,43 %, considerando-o como intermediário.

- Em relação a iluminação artificial, a intensidade geral de iluminação existente nas diferentes dependências da residência atende aos critérios do Quadro 17?

Com base dos parâmetros do Quadro 17, todas as dependências da RCM foram classificadas como superior, nestes foram verificados os seguintes níveis de desempenho de iluminamento gerado por iluminação artificial: Sala de estar: 936 luxes, dormitório: 654 lux, banheiro: 554 lux e cozinha: 798 lux. Sendo considerado superior neste quesito, os três primeiros cômodos por serem superiores a 200 lux e a cozinha ultrapassar 400 lux.

4.5.7 Desempenho de estanqueidade da RCM

- O container possui manchas nas partes internas? Como se desempenha a RCM em relação as exigências de estanqueidade?

Através de inspeção visual não foi identificado nenhuma mancha presente na parte interna e externa da RCM. Para verificar o desempenho de estanqueidade, utilizou-se uma mangueira projetando um jato contínuo de água sobre a RCM e também nos vãos que foram instaladas as portas e janelas.

Ao administrar o fluido sobre a RCM, foi identificado a ocorrência de acúmulo de água sobre as cavidades superiores, mas não houve a percolação dentro do ambiente.

Em relação aos vãos das portas e janelas, ministrou-se jatos diretos perpendiculares, não havendo a passagem de água para o interior das acomodações. Deve ser ressaltado que em caso de chuva de vento, que promova jatos laterais nas portas e janelas, estas promoverão a passagem do líquido para dentro da acomodação. Este fato é devido ao afastamento de 5 mm entre os vidros nos trilhos de movimentação das peças. Com isso, classifica-se a construção como estanque, com a ponderação que em chuva de vento poderá haver a passagem de fluidos para o interior do ambiente em casos excepcionais.

4.5.8 Vida útil do projeto da RCM

- O desempenho do sistema atende aos critérios relacionados a vida útil do projeto (VUP) contemplados no Quadro 19?

Por ser um novo método construtivo no Brasil, como pouco histórico e estudos relacionados ao desempenho da RCM, a vida útil do projeto (VUP) poderá ser baseada conforme a durabilidade do sistema, considerando os materiais utilizados em sua confecção apresentado no Quadro 19 em relação ao ambiente e variações climáticas que serão expostos.

Quadro 19 - Materiais utilizados no sistema construtivo da RCM em estudo

Sistema	VUP (anos)		Material utilizado no RCM
	Mínimo	Superior	
Estrutura	≥ 50	≥ 75	Aço Cortem
Pisos internos	≥ 13	≥ 20	Compensado Naval
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 60	Ecogranito
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 30	Draywall
Cobertura	≥ 20	≥ 30	Aço Cortem
Hidrossanitários	≥ 20	≥ 30	Tubulação Amanco

Fonte: Autores (2018)

- O empreendimento possui manual de uso, operação e manutenção elaborado conforme à norma ABNT NBR 14037:1998 para a entrega ao usuário?

Em relação ao manual de uso, operação e manutenção, item recomendado pela NBR 1575:2013 para ser entregue aos proprietários da RCM, não foi evidenciado a presença desta documentação. Conforme o corpo técnico da empresa, este está em processo de elaboração, mas não tem prazo para a finalização.

4.5.9 Qualificação da RCM em relação a NBR 15575:2013.

Observa-se no Quadro 20, que o projeto desta RCM se qualificou com algumas ressalvas dentro das metas de desempenho de funcionalidade e acessibilidade, de estanqueidade e de vida útil do projeto conforme parâmetros exigidos na NBR 15575:2013.

Quadro 20 - Parâmetros de desempenho

Métrica	Resultado
Desempenho Estrutural	* Não foram detectadas trincas estruturais, ruído, vibração ou patologia que dá 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, avrigua-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.

Fonte: Autores (2018)

As ressalvas apresentadas no Quadro 20 foram apresentadas ao corpo técnico da empresa com objetivo de possíveis e viáveis adequações do projeto.

4.6 Etapas da construção em concreto armado

Para a construção de unidade residencial convencional em concreto armado, na cidade de Ribeirão das Neves, região metropolitana de Belo Horizonte, a empresa utilizou o projeto Arquitetônico de autoria da arquiteta Roberta Saporì e o projeto estrutural de autoria da empresa Ribeiro Rigueira, desta forma, após fornecimento dos devidos projetos executivos, realizou-se a construção da unidade pela Sader Engenharia Ltda.

4.6.1 Características da unidade residencial

A unidade residencial estudada é composta de sala estar/jantar, cozinha, lavabo, área de serviço coberta e área privativa no térreo, como apresenta a Figura 14 e 02 quartos, 02 banhos na cobertura, totalizando uma área construída de 68,13 m².

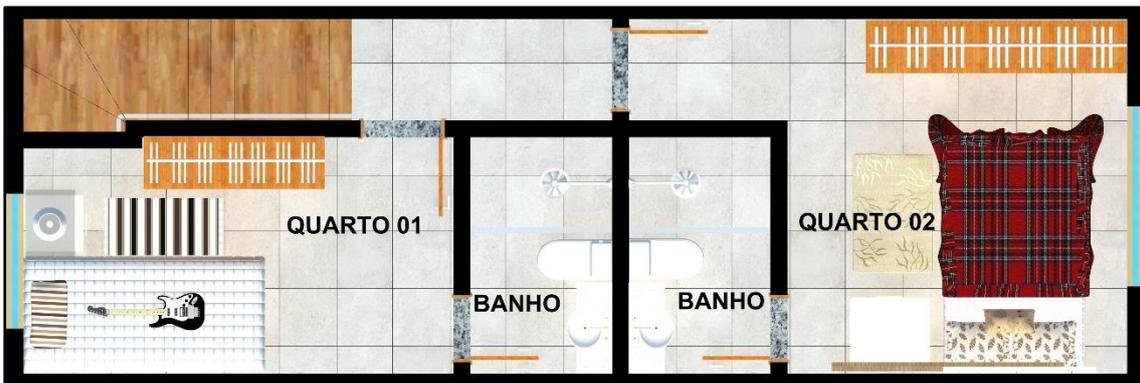
Figura 14 – Planta renderizada do 1º pavimento



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

Trata-se de uma unidade residencial com 2 pavimentos, contemplando no segundo pavimento área limitada para dormitórios com respectivos banhos, como apresenta a Figura 15.

Figura 15 – Planta renderizada do 2º pavimento



Fonte: Sader Engenharia Ltda (2017)

4.6.2 Implantação da residência em concreto armado

4.6.2.1 Local de implantação

Realizou-se a sondagem geotécnica do terreno, para emissão do relatório estratigráfico, onde foi implantada a unidade residencial em concreto armado. A sondagem foi uma etapa preliminar essencial, uma vez que, através da análise do boletim estratigráfico possibilitou determinar a carga resistente do solo.

4.6.2.2 Serviços Preliminares

Contempla a criação dos projetos: elétrico, hidráulico e geotécnico (fundação). Após a entrega destes, fora realizado o fechamento do terreno para início da execução da fundação, assim como a implantação do canteiro de obras, conforme norma.

Os resíduos identificados nesta etapa, foram sobras de madeiras diversas, utilizadas na implantação do canteiro de obras e fechamento do terreno, sobras de argamassas, sacarias e embalagens, além de solos oriundos de escavação para regularização e nivelamento de áreas específicas do canteiro de obras.

4.6.2.3 Infraestrutura e Fundação

Nesta etapa, realizou-se os elementos de fundação, conforme projeto executivo da unidade. Foram escavados e concretados os tubulões, posteriormente compostos por aço CA 50 e 60, de bitolas diversas e concreto Fck 30 Mpa. Após este processo, realizou-se os blocos de coroamento e vigas de travamento.

O resíduo predominantemente observado, fora o solo oriundo das escavações dos tubulões, assim como fragmentos de aço CA 50 e 60, madeiras utilizadas para as formas dos blocos de coroamento e vigas de travamento.

4.6.2.4 Estrutura

Realizou-se nesta fase, as formas, armações e concretagem (concreto usinado Fck 25 Mpa) dos pilares, vigas e lajes maciças (piso, intermediária e cobertura), conforme cronograma de planejamento, utilizando primordialmente materiais como, tábuas de pinho, placas de compensado, pregos e arames recozidos para fixação das placas.

Identificou-se com predomínio, o resíduo de madeiras utilizadas no processo de forma dos pilares, vigas e lajes. Entretanto, outros resíduos também foram observados, como sobras de aço CA 50 e 60 de diversas bitolas, arames, pregos e fragmentos de concreto seco.

4.6.2.5 Paredes de Vedações

Realizou-se as paredes de vedação em alvenaria, constituída de blocos cerâmicos em dimensões diversas, entretanto, comumente foram feitas juntas de aproximadamente 1 cm, em seguida, após tempo pré-determinado em projeto, foi realizado o encunhamento das mesmas.

Foram notados os resíduos de blocos cerâmicos quebrados, sacaria das argamassas, além da própria argamassa seca.

4.6.2.6 Cobertura

Realizou-se a imprimação da laje de cobertura, onde posteriormente foi executado a impermeabilização com manta asfáltica 6 mm.

Pouco se observou de resíduo gerado neste passo, sendo somente a embalagem plástica do primer.

4.6.2.7 Execução do projeto elétrico e hidrosanitário

Posteriormente a etapa de construção das paredes em alvenaria, realizou-se a canalização dos dutos elétricos nas paredes em conduítes corrugados 3/4", pois, na etapa de concretagem das lajes, embutiu-se as caixas de passagem de teto, permitindo a espera para pós concretagem. Concomitante a este processo, efetivou-se a canalização da rede hidro sanitária em tubo de PVC de diversos diâmetros, conforme projeto executivo. Ainda nesta etapa, foram instalados o cavalete de hidrômetro, caixas de passagem e inspeção de esgoto, assim como instalação do reservatório hidráulico.

Destacou-se como resíduo, os fragmentos de blocos cerâmicos provenientes dos rasgos realizados nas paredes para passagem dos dutos elétricos e hidráulicos, assim como fragmentos de concreto provenientes dos furos no piso para passagem da rede de esgoto. Fragmentos de fios elétricos de diversas bitolas também foram descartados nesta etapa, assim como fragmentos de tubos de PVC.

4.6.2.8 Emboço, reboco e contra piso

Ocorreu o chapisco de todas as paredes da unidade e também o chapisco estrutural, realizado com argamassa ACIII nas vigas e pilares de concreto, posteriormente realizou-se o emboço e reboco de todas as paredes da unidade, sendo o emboço realizado em espessura mínima de 1,5 cm e máxima de 3,0. Após o reboco das paredes, realizou-se os pontos de nível do piso e em seguida a execução o contra piso de regularização com camada entre 3 e 5 cm.

Os resíduos predominantes, foram as sacarias de argamassas, além de fragmentos da própria argamassa seca.

4.6.2.9 Esquadrias de portas e janelas

Foram instaladas esquadrias em vidro temperado 8 mm, sendo 04 (quatro) esquadrias de janelas 1,00x1,20, e 03 (três) esquadrias de janela tipo báscula, para os banheiros 0,90x0,90, instalação de 07 (sete) marcos e portas, tipo prancheta, completas, concomitantemente com a instalação de 01 bancada de cozinha e 3 (três) bancadas de banheiro, em granito, além dos assentamentos das louças e metais.

Os resíduos ressaltados, foram pequenos fragmentos de perfis de alumínio e fragmentos de madeiras oriundos da regularização dos marcos de porta, além de sacarias e papelão das embalagens das louças e metais

4.6.2.10 Revestimento interno

Realizou-se revestimentos cerâmico nos pisos internos e externos (área de serviço), constituindo-se com junta de dilatação 3 mm, totalizando 68,0 m² de assentamento cerâmico. As paredes da cozinha, banhos e lavados também foram revestidos com cerâmica, nível do piso ao teto, conservando a realização de junta 3mm, totalizando 86 m² de assentamento cerâmicos de parede. Em seguida, executou-se o devido rejuntamento das peças. Simultaneamente foram assentadas as soleiras e peitoris em granito e rodapés em cerâmica.

Predominantemente nesta etapa, foram destacados os resíduos de cerâmicas partidas, assim como argamassa seca e a própria sacaria das mesmas, além de embalagens gerais.

4.6.2.11 Revestimento externo

Externamente, realizou-se o chapisco e posteriormente o emboço externo.

Sacarias de argamassas utilizadas, além de fragmentos da própria argamassa seca, foram observados como resíduo desta fase.

4.6.2.12 Emassamento e Pintura (Interna e Externa)

Executou-se o emassamento dos tetos e paredes com massa acrílica, posteriormente foram lixadas para devida regularização e houve a pintura látex PVA na cor branco neve. Externamente, realizou-se a pintura texturizada diretamente sobre o reboco.

Observou-se os resíduos das embalagens dos materiais utilizados, sendo estes, embalagens plásticas, de papelão e metálicas, ao qual foram os recipientes das tintas.

4.6.2.13 Limpeza final

Ocorreu a limpeza do interior da unidade, em primeira instancia realizada a limpeza pesada, onde fora retirada as sujeiras maiores, como respingos do revestimento. Em seguida, houve a limpeza fina para entrega do empreendimento. Simultaneamente efetivou-se a limpeza externa da unidade e a desmobilização da obra.

Nesta etapa, gerou-se vários tipos de resíduos, como, restos de cerâmicas ainda existente no interior da unidade, plásticos de embalagens, ferramentas descartáveis, madeiras do canteiro de obra, entre outros.

4.7 Custos e tempo

Os dados relacionados aos custos e ao tempo para a construção da residência em concreto armado (RCA) e da residência em container marítimo (RCM) foram obtidos a partir das planilhas, arquivos e informações fornecidas pela Sader Engenharia Ltda. A empresa com o objetivo de 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. A realização da análise destes, somente foi autorizado com a ressalva que nenhum arquivo ou documento original seria divulgado sem o prévio tratamento.

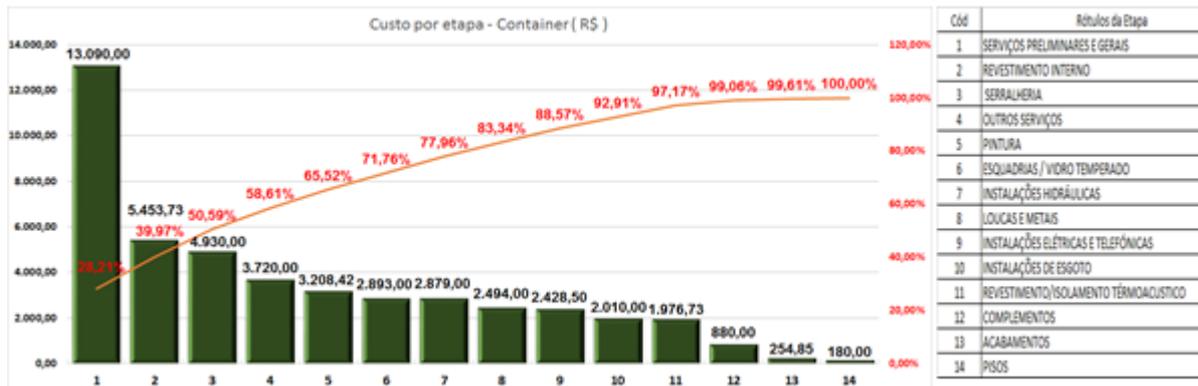
Com o intuito de comparação efetiva dos dois tipos construtivos, os autores não utilizaram os dados relacionados a infraestrutura. Esta ação almejou promover uma checagem mais assertiva entre os processos, sem beneficiar uma ou outra modalidade, por serem instaladas em solos com parâmetros geotécnicos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

Os demais dados foram tratados e consolidados em planilhas de custo e do tempo por etapas, elaborados pelos autores. Estes foram transformadas em informação para a confecção dos gráficos comparativos entre os métodos construtivos.

4.7.1 Custo construtivo

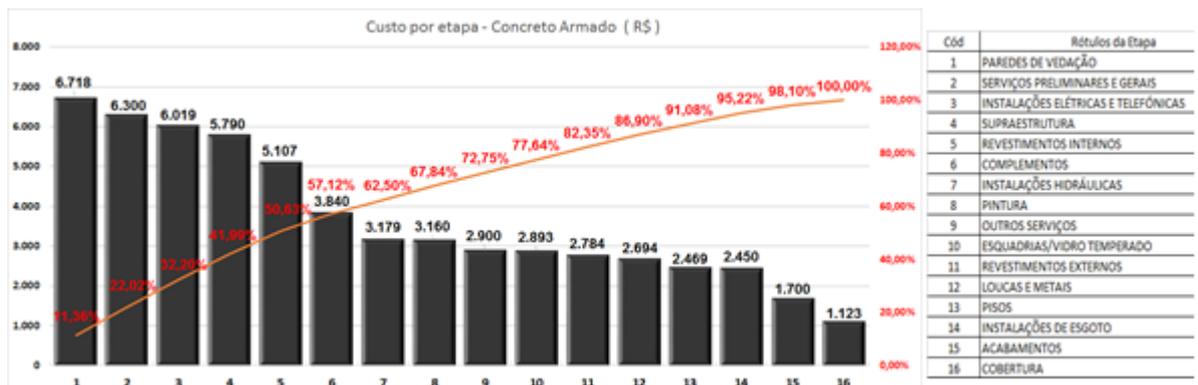
A primeira métrica comparativa foi o custo, verificou-se o gasto por etapas de cada método e consolidou a variação econômica dos processos.

O valor para a execução da RCM é apresentado no Gráfico 01. Constata-se que a etapa com maior dispêndio foi com os serviços preliminares e gerais que contemplou a aquisição do container, seu transporte, a entrega e a elaboração dos projetos para sua customização. O valor total para a construção desta residência foi de R\$ 46.398,22, ressaltando que neste valor, não contém os materiais e os serviços relacionados a infraestrutura e para a aquisição do terreno.

Gráfico 01 - Custo da RCM

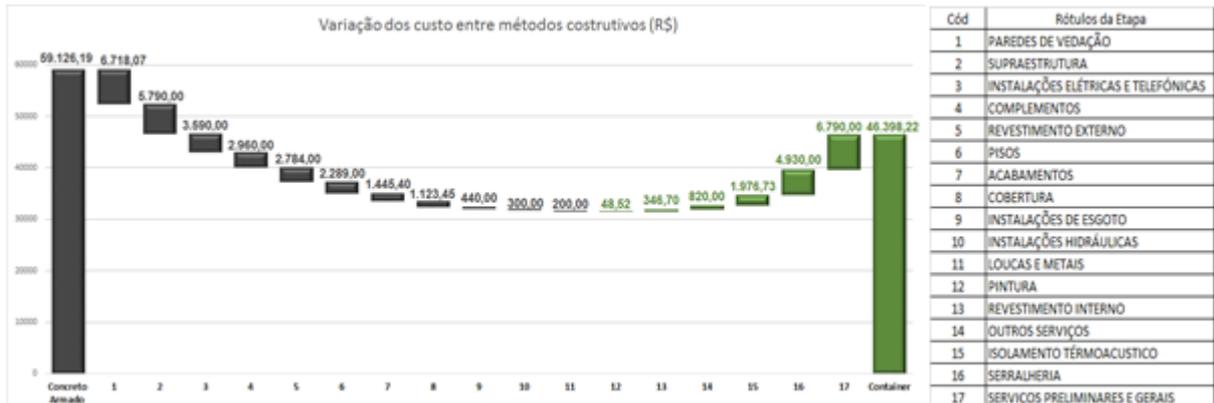
Fonte: Autores (2018)

O custo para a realização da RCA é apresentado no Gráfico 02, neste tipo construtivo verifica-se que a etapa com maior desembolso também foi para os serviços preliminares e gerais, que contempla todos os projetos relacionados a construção. Para sua edificação consumiu-se R\$ 59.126,19. Destaca-se que também não foram considerados os gastos com materiais e serviços referentes a infraestrutura e para a aquisição do terreno no valor apresentado.

Gráfico 02 - Custo da RCA

Fonte: Autores (2018)

A diferença dos valores entre processos construtivos é apresentada no Gráfico 03, destacando o valor total e a variação das etapas mediante ao tipo construtivo. Averiguou-se que a etapa de serviços preliminares e gerais consumiu R\$ 6.790,00 a mais na RCM em comparação a RCA. E a etapa de Estrutura na RCA desembolsou R\$ 6.718,17 além do gasto na RCM.

Gráfico 03 - Comparação dos custos da RCA x RCM

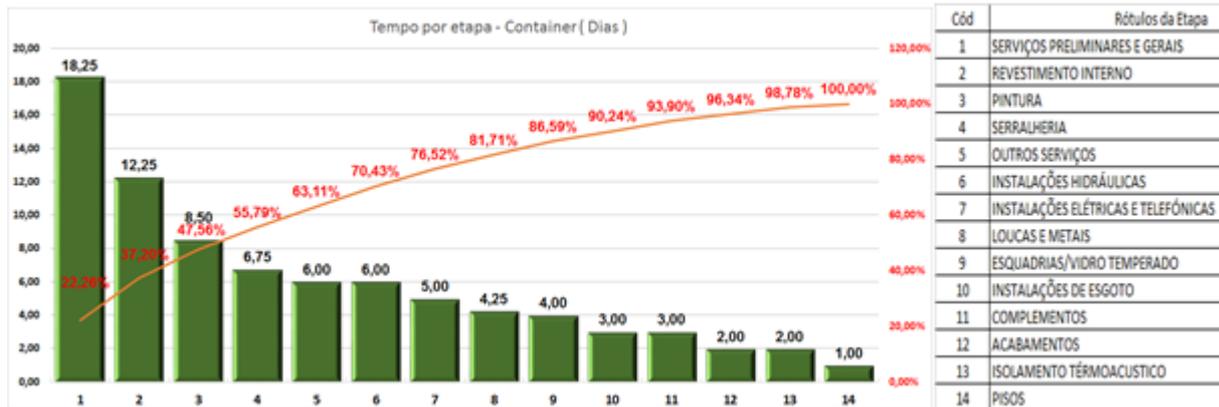
Fonte: Autores (2018)

Em relação aos custos finais nestes projetos, salienta que a RCM economizou R\$ 12,727,97 em relação a RCA, ratificando a afirmação de Kotnik (2008), onde o CM por ser tratar de um material barato, reduzindo o custo final da obra.

4.7.2 Tempo construtivo

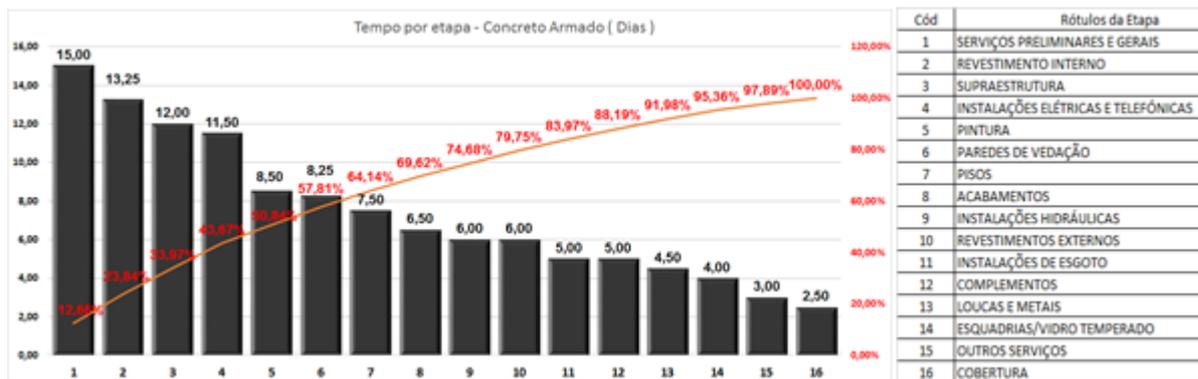
As etapas base para a elaboração do tempo de construção foram as mesmas utilizadas para o estudo dos custos, gerando gráficos de tempo base para cada atividade e as relacionado os desvios entre metodologias construtivas.

O Gráfico 04 apresenta o tempo de demanda para execução das etapas na transformação para a RCM. Neste, verifica-se que os serviços preliminares e gerais se destacaram, exigindo maior tempo, e a etapa do piso foi a que necessitou menor tempo. Esta demanda de tempo foi decorrente aos processos burocráticos para a aquisição e transporte do container, onerando 18,25 dias a sua execução. Já o piso por vir instalado de fábrica no container, somente precisou do tratamento para lixar, polir e envernizar, gerando um piso acabado para a moradia em um (1) dia.

Gráfico 04 - Tempo da RCM

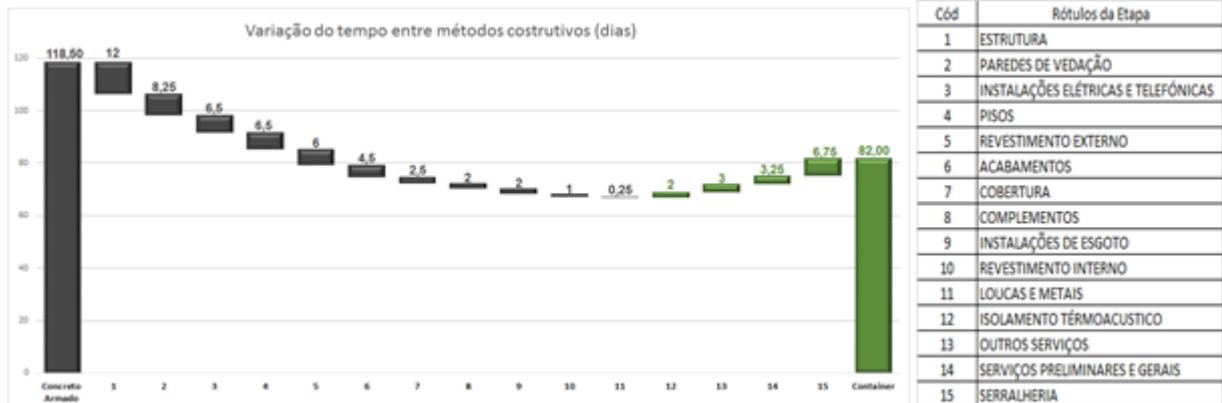
Fonte: Autores (2018)

No tempo demandado para a construção da RCA, destaca-se com a tarefa dos serviços preliminares e gerais preconizando 15 dias para sua execução, devido ao tempo para a elaboração e a entrega dos projetos. E a etapa com menor tempo foi a cobertura, carecendo de 2,5 dias, efetuando a imprimação da laje de cobertura e a impermeabilização com manta asfáltica. Estas informações são apresentadas no Gráfico 05.

Gráfico 05 - Tempo da RCA

Fonte: Autores (2018)

A comparação da variação do tempo referente a execução das etapas em cada método construtivo é apresentada no Gráfico 06. Examina-se que a maior proporção de tempo demandado nas execuções na RCA em relação a RCM foi para a estrutura, exigindo 12 dias a mais. Já a atividade de serralheria na RCM necessitou 6,75 dias além em relação a RCA. Variações estas, por se tratarem de tarefas específicas de cada modelo construtivo.

Gráfico 06 - Comparação do tempo entre RCA x RCM

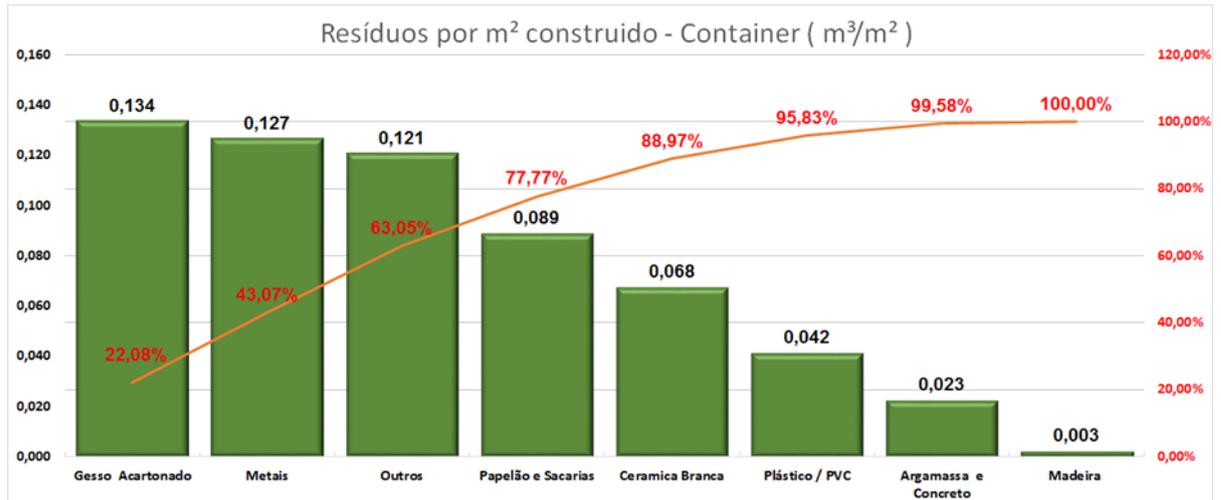
Fonte: Autores (2018)

Verifica-se que o tempo apontado na construção de uma RCA foi de 118,5 dias. Em relação ao processo de aquisição e customização da RCM foi de 82 dias, proporcionando um ganho de tempo de 36,5 dias em prol do RCM. Detectou-se na RCM a redução das etapas iniciais de construção, devida à sua característica autoportante, afirmada por Sócrates (2012). Já na RCA além de executá-las, esta modalidade carece de tempo pré-determinado por norma para a cura do conjunto estrutural.

4.8 Resíduos da construção

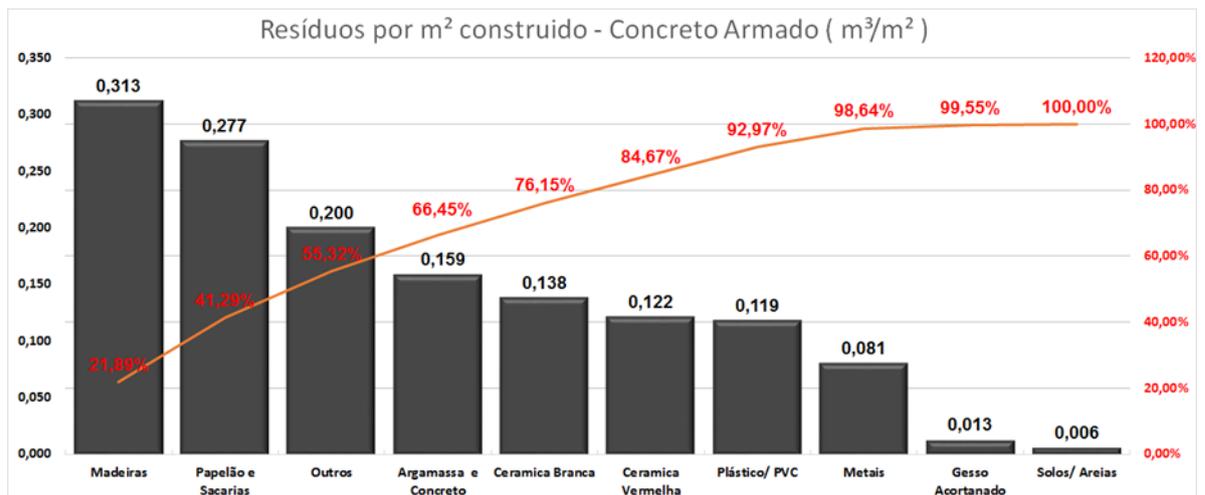
O levantamento do quantitativo de resíduos gerados em cada metodologia construtiva foi realizado através da documentação da empresa Sader Engenharia Ltda, que contratou caçambas de 6 m³ para descarte e armazenamento provisório dos materiais. Já a qualificação dos resíduos gerados foi mediante a observação 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 ocorreu mediante a quantidade de resíduos gerados (m³) em relação a área edificada (m²) de cada empreendimento, produzindo o indicador de resíduo (m³) /área (m²). O Gráfico 07 apresenta os resíduos gerados na customização do container para RCM. Observa-se que o resíduo predominando neste modelo construtivo foi dos recortes de gesso acartonado utilizados para o revestimento do teto e das paredes, proporcionando 0,134 m³/m² de resíduos.

Gráfico 07 - Resíduos da RCM

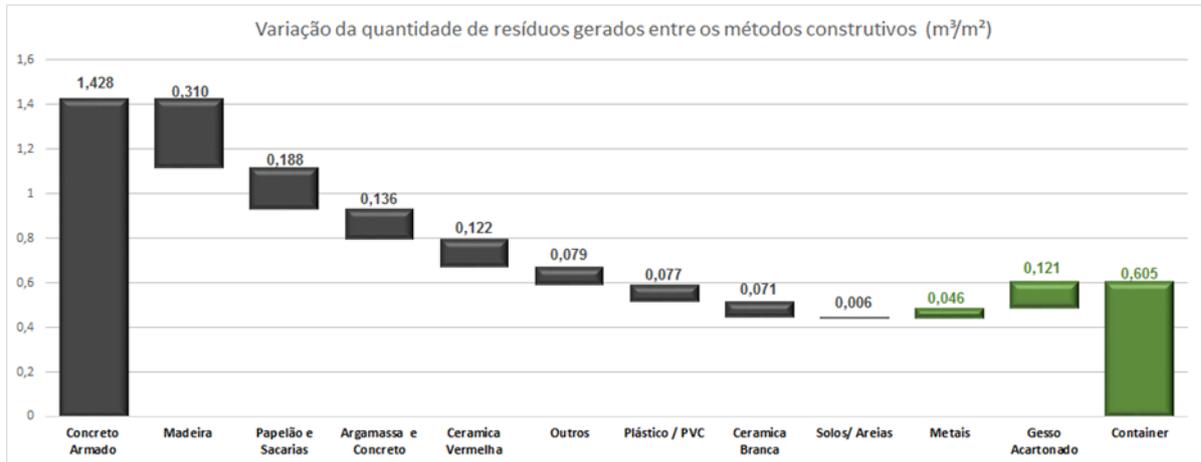
Fonte: Autores (2018)

Em relação a RCA constatou-se a maior quantidade de resíduo de madeira provenientes de suas formas para concretagem, o que promoveu 0,313 m³/m². A qualidade de resíduos em relação ao tipo de material é apresentada no Gráfico 08.

Gráfico 08 - Resíduos da RCA

Fonte: Autores (2018)

A comparação entre quantidades de resíduos em relação a metodologia construtiva e o tipo que mais gerou proporcionalmente é apresentada no Gráfico 09.

Gráfico 09 - Comparação dos resíduos da RCA x RCM

Fonte: Autores (2018)

Na comparação apresentada no Gráfico 09, 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.

4.9 Variações dos indicadores de custo, tempo e resíduos

Nos três (03) indicadores avaliados (quantidade de resíduos gerado, tempo e custo) a RCM demonstrou vantagens em relação a RCA, de acordo com o cenário estudado na Sader Engenharia Ltda e apresentado no Gráfico 10.

Gráfico 10– Comparação dos recursos da RCA x RCM

Fonte: Autores (2018)

A comparação dos resultados obtidos no estudo de caso possibilitou examinar as variantes de cada processo construtivo, desta forma, analisando o Gráfico 10, constata-se que a RCA demandou maior quantidade de recursos, gerando 0,823 m³/m² a mais de resíduos, necessitando de 1,228 dias/m² acima do tempo e 427,97 R\$/m² além dos custos apresentados na RCM. Baseando no consumo de recursos, tempo e geração de resíduos inferior na RCM, a metodologia construtiva mostra-se alinhada com as considerações da Agenda 21, reduzindo impactos no meio ambiente e atendendo as questões econômicas. Estando alinhado à afirmação de Kotnik (2008), em que, a utilização do container reduz o custo final da obra e produz construções de caráter sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na importância de atenuar os impactos ambientais, sociais e econômicos, mediante ao consumo de recurso não renovável na indústria da construção civil, surge a necessidade de novos conceitos construtivos. Portanto, a grande disponibilidade de Containers Marítimos (CM) descartados, proporciona o crescimento de sua utilização na cadeia produtiva da indústria da construção civil nos próximos anos. Assim, o desenvolvimento de projetos que reaproveitem este material, mostra-se uma alternativa econômica e sustentável para a construção de residências, conforme os pilares básicos do desenvolvimento sustentável exibidos por Agopyan (2011). A inserção do CM na ICC apresenta-se com os princípios que regem a ecoeficiência construtiva, tornando-se viável o seu reuso para fins residenciais.

A fase exploratória desta pesquisa evidências que sua transformação em residência, promove benefícios como a redução dos descartes de CM 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. Entretanto, as particularidades e características da residência com container marítimo mostrou a necessidade de uma avaliação prévia da viabilidade local, econômica e funcional. Além disso, apresenta a demanda da análise crítica do projeto no que tange às adequações da Norma de Desempenho.

Por sua vez, o CM apresenta diferencial de flexibilidade em relação a metodologia construtiva em concreto armado, permitindo ser movimentado para qualquer ambiente após sua construção, além da possibilidade de ampliação simplificada, devido sua característica modular apresentada por Kotnik (2008). Entretanto, a reutilização do mesmo, exige cuidados na escolha do CM e no recrutamento de mão de obra especializada para realização das adaptações de projeto, além de exigirem reforços estruturais quando são realizadas grandes aberturas em sua envoltória. Contudo a reutilização do CM apresenta resultados satisfatórios quanto ao uso proposto.

Conforme os resultados obtidos neste panorama e considerando o tocante social, em que famílias de baixa renda demandam moradias mais acessíveis ao seu poder aquisitivo, advindo da popularização das novas metodologias construtivas que primam

pela maior agilidade e o baixo custo. Com a utilização de containers marítimos para construção de residências, poderá ocorrer a redução dos déficits habitacionais, além de promover o desenvolvimento econômico dos novos empreendedores.

Deve ser ressaltado que através da quebra dos paradigmas construtivos e do desenvolvimento científico, poderão surgir métodos que impactem positivamente para a redução dos resíduos e no consumo de recursos. Logo, a modalidade de RCM, apresenta-se tecnicamente pouco explorada, porém, com as inovações, este método resultará no incentivo ao engajamento sustentável e na proeminente responsabilidade ambiental presente na rotina da sociedade pensadas em prol das futuras gerações e no reaproveitamento de estruturas descartadas. Com isso, exigindo menos recursos da natureza e gerando conseqüentemente menor quantidade de resíduos de obra. Também podendo promover ganhos econômicos com uma solução construtiva rápida e de baixo custo.

Conclui-se que a amostra estudada, neste cenário, promoveu ganhos ao meio ambiente e proporcionou a análise de uma tecnologia alternativa que sinalizou um grande potencial da reutilização do Container Marítimo na construção de residências, podendo contribuir para o incremento na racionalização de recursos e na sustentabilidade das edificações brasileiras.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Os verdadeiros impactos da construção civil**. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/n/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2206 > Acesso em: 14 out. 2017.

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.

Agenda 21 brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

AGOPYAN, V., JOHN, V. M., e GOLDEMBERG, J. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**: volume 5. São Paulo: Blucher, 2011.

ARAÚJO, C. **Contêiner ganha espaço em projetos de construção civil**. 2012. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/geral/13718-conteiner-ganha-espaco-em-projetos-de-construcao-civil> >. Acesso em: 27 out. 2017.

ARAÚJO, João Guilherme. **Um retrato da navegação de cabotagem no Brasil**. 2013. Disponível em: < <http://www.ilos.com.br/web/um-retrato-da-navegacao-de-cabotagem-no-brasil/> >. Acesso em 24 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: norma de desempenho para construção residencial. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. DECRETO nº 80.145, de 15 de agosto de 1977. Regulamento a Lei n.º 6.288, de 11 de dezembro de 1975, Brasília, DF, Agosto de 2015. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-80145-15-agosto-1977-429176-publicacaooriginal-1-pe.html> > Acesso em 36 out. 2017.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Política Nacional De Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, agosto 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm > Acesso em 16 out. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, **Cidade Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 04.Nov. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, **Cidade Sustentável**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 06.Nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

CASTILHO, P. **Delta containers na rede globo**. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/user/deltacontainers> >. Acesso em: 10 nov. 2015.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013./Câmara Brasileira da Indústria da Construção.—Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

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.

CORRÊA, Lasáro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,2009.

FIGUEROLA, Valentina. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas**. Techné. São Paulo. 2013. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/201/conteineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcao-de-302572-1.aspx> >. Acesso em 03 nov. 2017.

FILHO, M. A. M.; GARRUTE, M. M. **Tipos de Contêineres**. 2017. Disponível em: < <http://www.maritimeportbrazil.com/direito-maritimo/tipos-de-conteineres/> >. Acesso em 02 Nov. 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FRIGO, Juliana Pires; SILVEIRA, Djalma Silva. 2012. **Educação ambiental e construção civil**: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. Revista de Monografias Ambientais, Santa Maria – RS, v.9, n.9, p. 1938 – 1952, 2012.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Metodologia da pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2016.

GRUPO SANTOS CONTAINER. **Especificações Técnicas**. 2017. Disponível em: < <http://www.santoscontainer.com.br/especificacoes-tecnicas> >. Acesso em 02 nov. 2017.

IBDA. **Conheça o conceito de sustentabilidade e construção sustentável.**

Disponível em: <

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1116> >. Acesso em: 11 out. 2017.

KOTNIK, J. **Container Architecture**. Barcelona: Links, 2008. 253 p.

KOTNIK, J. **New Container Architecture**. 2013. Disponível em: <http://www.exhibitionsinternational.org/extra/9788415492054_01.pdf>.

Acesso em: 10 out. 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. . **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1993.

LAURINO, Lucas Amaral. **Gestão sustentável de resíduos da construção civil**.

Fundação Dom Cabral. 2012. Disponível em:

<<http://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Lists/Postagens/Post.aspx?ID=134>>.

Acesso em 25 Set. 2017.

LEVINSON, M. **The box: How the shipping container made the world smaller and the world economy bigger**. Princeton NJ: Princeton University Press, 2003.

MARTINS, Eliane Maria Octaviano. **Curso de Direito Marítimo**. v.2. Barueri: Manole, 2008.

MENDES, Aparecido Rocha. **Container Amassado, arranhado e enferrujado**.

2016 Disponível em:

<<http://www.guiamaritimo.com.br/especiais/containers/container-amassado-aranhado-e-enferrujado> >. Acesso em: 31 out. 2017.

MIKHAILOVA, Irina. **Sustentabilidade**: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. Revista Economia e Desenvolvimento, ed. Nº 16. 2004.

OLIVEIRA, Vera. **A importância do setor da construção civil no Brasil**. 2013.

Disponível em: < <https://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-do-setor-de-construcao-civil-no-brasil/107874>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

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.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1).

PORTAL METÁLICA. **Container City**: um novo conceito em arquitetura sustentável. 2017. Disponível em: <<http://www.metolica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel> >. Acesso em 24 out. 2017.

PORTOGENTE. **Contêineres**. 2016. Disponível em: < <https://www.portogente.com.br/portopedia/78722-conteineres> >. Acesso em 24 Out. 2017.

RANGEL, Juliana. **Construção em contêiner: Vantagens e Desvantagens**. 2015. Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/dicas/construcao-em-conteiner> >. Acesso em 24 out. 2017.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005

SOCRATES, N. **Shipping Container Architecture Booklet (2012)**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/100148797/Shipping-Container-Architecture-Booklet-pdf>>. Acesso em: 02 nov.2017.

SOUZA, Iran. T – **House: Casas container**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal,2015.

STONECYPHER, Lamar. **História da Construção Civil**. 2011. Disponível em:< <http://www.brighthubengineering.com/building-construction-design/41552-history-of-civil-engineering/>>. Acesso em: 24 out.2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

WORLD SHIPPING COUNCIL. **Containers**. 2014. Disponível em: < <http://www.worldshipping.org/industry-issues/safety/containers> >. Acesso em: 19 out. 2017.

ANEXO

ANEXO A – Artigo publicado no 1º Congresso Sul-Americano de resíduos sólidos e Sustentabilidade – Gramado/RS



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

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

* Faculdade de Engenharia de Minas Gerais; anderson.luis@gmail.com; Gescicakyara@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 consequentemente 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) electricista, (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; emassamento 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.

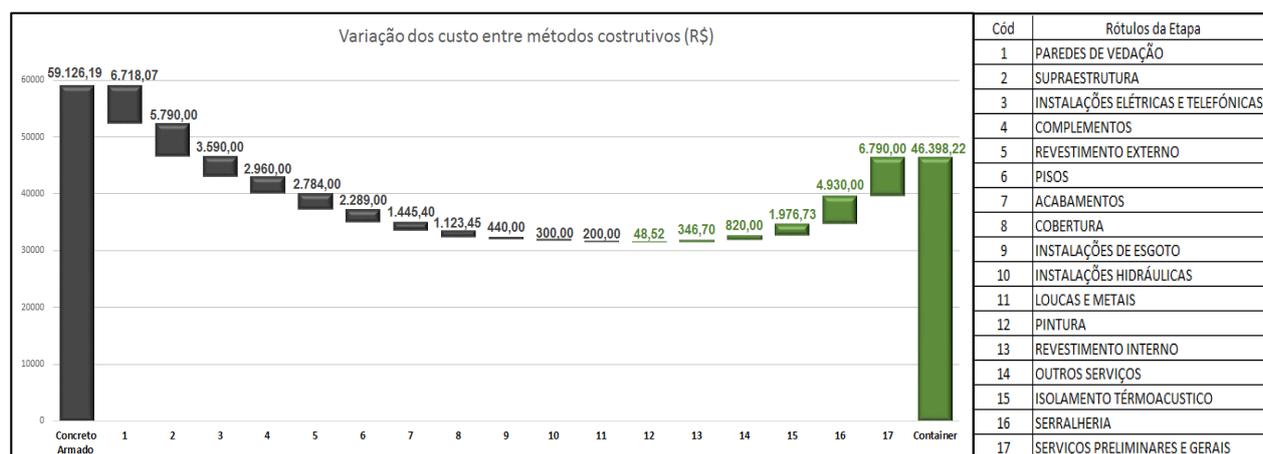


Figura 4: Comparação dos custos da RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

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.

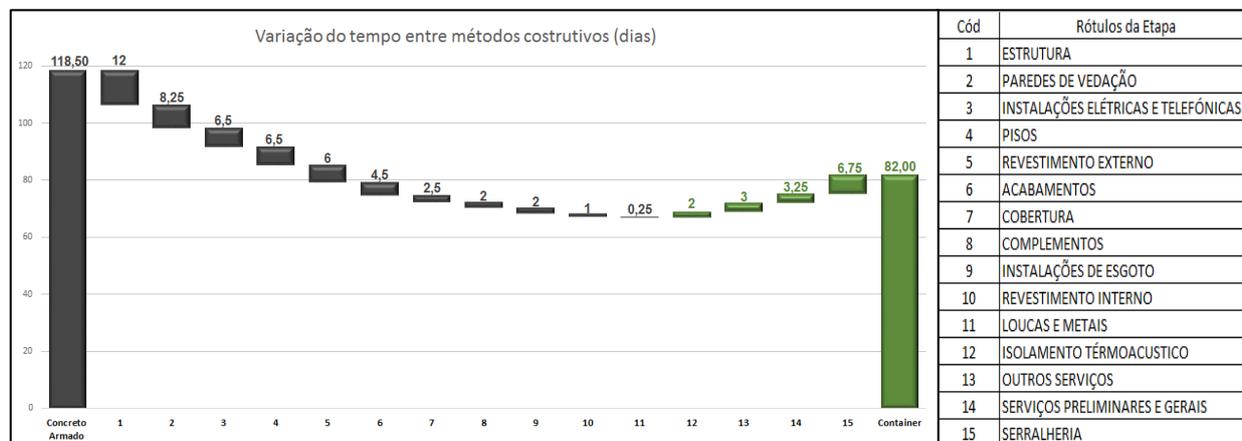


Figura 5: Comparação do tempo entre RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

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.

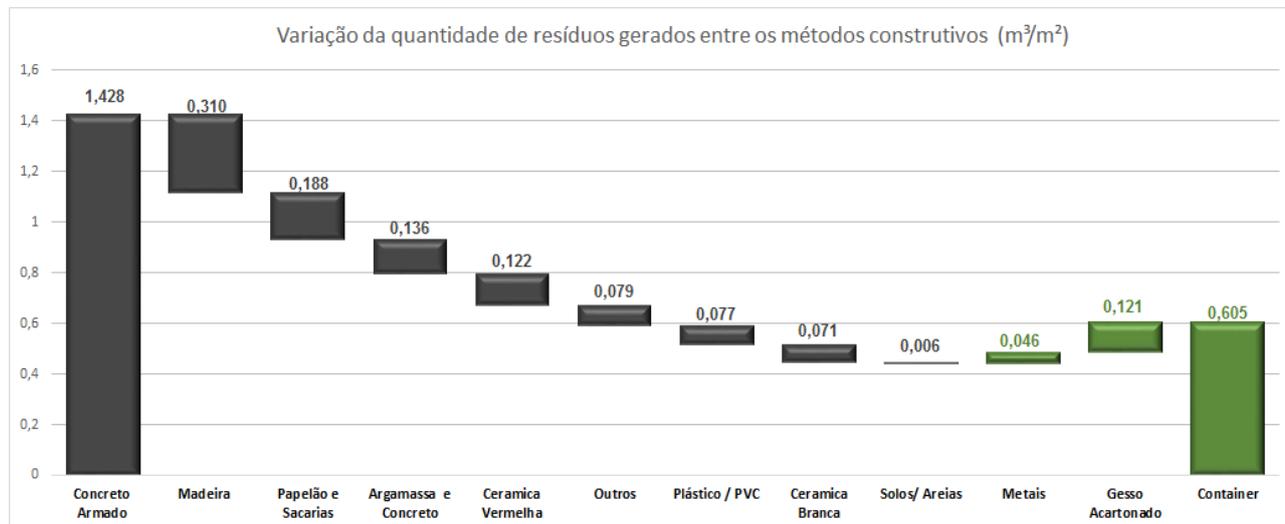


Figura 6: Comparação dos resíduos da RCA x RCM. Fonte: Autor do Trabalho.

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://techné17.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.