

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO
CONSTRUTIVO DE CONTÊINERES EM SUBSTITUIÇÃO A UMA
CONSTRUÍDA EM ALVENARIA CONVENCIONAL**

EMILIANO TAFNER

UBERLÂNDIA

2019

EMILIANO TAFNER

**PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO CONSTRUTIVO DE
CONTÊINERES EM SUBSTITUIÇÃO A UMA CONSTRUÍDA EM ALVENARIA
CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como pré-
requisito para a obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo
Peruzzi

UBERLÂNDIA

2019

EMILIANO TAFNER

**PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO CONSTRUTIVO DE
CONTÊINERES EM SUBSTITUIÇÃO A UMA CONSTRUÍDA EM ALVENARIA
CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 13/12/2019 na presença da
seguinte Banca:

Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Prof. Dr. Carlos Eugênio Pereira

Prof. Dr. Joseph Salem Barbar

UBERLÂNDIA

2019

AGRADECIMENTOS

Cinco anos atrás foi o início de uma das etapas mais importantes da minha vida, em que iniciei a graduação na Universidade Federal de Uberlândia repleto de dúvidas e saio hoje capacitado para exercer a profissão de Engenheiro Civil.

Nessa trajetória sinuosa, todo meu esforço seria em vão se eu estive sozinho e por isso sinto a necessidade de compartilhar o mérito dessa conquista com quem esteve ao meu lado.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pelas bençãos concedidas e por iluminar meu caminho diariamente.

Agradeço aos meus mestres pelos fundamentos e teorias ensinados durante a graduação, em especial ao Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi pela orientação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço aos engenheiros que me orientaram nas minhas experiências profissionais com as técnicas e práticas da engenharia aplicadas, em especial ao Engenheiro Márcio Carrijo pelos ensinamentos da atuação como Engenheiro Civil.

Agradeço aos meus amigos pelo companheirismo nas noites em claro estudando e pela amizade verdadeira em todas as experiências vivenciadas, em especial a Brenda Rodrigues, Guilherme Miranda, Guilherme Carrijo, Gabriel Assis, Lucas Freitas, Leonardo Cunha, Marcelo Dias, Maruan Hamdan, Othon Parmegiani, Pedro Paulo Cunha, Samir Aga e Thales Machado.

Agradeço a minha namorada Beatriz pelo amor infinito, companheirismo em todos os momentos e pelo incentivo a concluir esse Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial, em especial a Vozinha, Vovô Homero, Vovó Stela, Tia Paula, Tio Claudio e Tia Talinha.

Agradeço finalmente as três pessoas que são a base de tudo. Meu pai que sempre foi minha inspiração, minha irmã Vitória por ser minha gêmea de alma e minha mãe, que sempre foi meu alicerce, prova de amor incondicional e maior incentivadora dos meus sonhos.

RESUMO

É possível afirmar que o Brasil ainda busca difundir a otimização no processo da construção civil, em que a utilização de técnicas não racionalizadas posiciona o país como um dos maiores índices do mundo de baixa produtividade e alta geração de resíduos poluidores. A Construção Civil é um setor heterogêneo composto por atividades com diferentes graus de complexidade, em que o emprego de novas técnicas construtivas, diversificação de produtos e materiais, melhor gestão e implantação de uma nova cultura de aceitação desses processos produtivos são os principais quesitos para o aumento da produtividade do setor. A possibilidade do uso de contêineres usados no transporte de produtos pode ser uma solução sustentável na construção civil e influenciar diretamente na redução dos custos e tempo de execução, em comparação aos métodos construtivos tradicionais. A partir da análise da utilização de contêineres marítimos na construção civil e das questões pertinentes a essa técnica construtiva, é projetada uma residência com alternativas sustentáveis, econômicas e rápidas.

Palavras Chaves: Contêiner. Método construtivo. Produtividade. Sustentabilidade.

ABSTRACT

It is possible to state that Brazil still seeks to spread the optimization in the construction process, in which the use of non rationalized techniques positions the country as one of the highest rates in the world of low productivity and high generation of polluting waste. Civil Construction is a heterogeneous sector composed of activities with different degrees of complexity, in which the use of new construction techniques, diversification of products and materials, better management and implementation of a new culture of acceptance of these production processes are the main requirements for the development of the sector productivity. The possibility of using containers used to transport products can be a sustainable solution in construction and directly influence the reduction of costs and building time compared to traditional construction methods. From the analysis of the use of maritime containers in civil construction and the pertinent questions to this construction technique, a residence is projected with sustainable, economical and fast alternatives.

Palavras Chaves: Container. Constructive method. Productivity. Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 GERAL	2
2.2 ESPECÍFICOS	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.1 CONTÊINER MARÍTIMO	2
3.1.1. DEFINIÇÃO DE CONTÊINER.....	2
3.2 USO DO CONTÊINER	3
3.2.1 HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO DO CONTÊINER	3
3.2.2 UTILIZAÇÃO ATUAL DO CONTÊINER	4
3.2.3 TIPOS DE CONTÊINERES.....	5
3.2.4 ESTRUTURA E ELEMENTOS	8
3.3 UTILIZAÇÃO ATUAL DO CONTÊINER NA CONSTRUÇÃO CIVIL	9
3.3.1 PROJETO PIONEIROS.....	10
3.3.2 PROJETOS BRASILEIROS	10
4 ESTUDO DE CASO	12
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
4.2 PROJETO	16
4.3 TEMPO E CUSTO.....	17
4.4 AQUISIÇÃO	18
4.5 TRANSPORTE E MONTAGEM	19
4.6 PINTURA.....	22
4.7 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	25
4.7 FUNDAÇÃO	26
4.8 ESTRUTURA	29
4.9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRO SANITÁRIAS	30
4.10 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO.....	34
4.11 ESQUADRIAS.....	36
4.12 FORRO E TETO	37
4.13 PISO.....	39
4.14 FECHAMENTO INTERNO	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Devido ao aumento progressivo do custo de vida no cotidiano das famílias e a crescente escassez dos recursos naturais necessários à habitação, a sociedade como um todo vem procurando implantar soluções e técnicas sustentáveis em suas moradias (DINIZ, 2008). Para Mihelcic e Zimmerman (2012), a construção civil não é diferente, responsável por grande parte da poluição na maioria deles diretamente ligados ao setor, como por exemplo: desmatamento, operação de motores a diesel, demolições e trabalhos com material tóxicos, elevado consumo de água, desperdício de materiais, ruídos e poluição perto dos locais das obras, sem falar nos indiretos que são as indústrias produtoras dos materiais utilizados, podendo ser citado a de cimento que gera no mundo aproximadamente 5% das emissões de gases na camada atmosférica

A produtividade na construção civil fica aquém daquela obtida em outros setores industriais, como a siderurgia, a própria construção civil de grande porte e extração de petróleo. O país possui a tecnologia, mas não é difundida e nem empregada de forma ampla e eficiente por causa da inércia dos métodos de execução já empregados, velhos paradigmas e uma cultura que alguns anos era, em grande parte, impermeável à novos métodos de construção como a construção seca (MELLO, 2007). O setor de construção civil tem como característica a sua heterogeneidade, que apresenta diversas opções de empreendimentos, mas pode ser uma das causas da baixa industrialização do setor. Planejamento das etapas de construção com a identificação prévia de falta de materiais, mão-de-obra e equipamentos estão entre os elementos para atingir os objetivos pretendidos e resultam em baixa produtividade dos métodos construtivos tradicionais.

O setor logístico viabiliza por meio de contêineres marítimos o transporte eficiente de diversos tipos de mercadorias entre diversos países do globo terrestre. Entretanto, esse método padronizado de transporte gera um acúmulo desses contêineres em regiões portuárias sem um destino adequado e que poderão virar sucata sem destinação correta.

A utilização do contêiner como método construtivo de residências também reflete a questão socioambiental e sustentável, uma vez que a construção civil é um setor destacado como um dos principais poluidores e geradores de resíduos. O

reaproveitamento de containers marítimos que teria descarte no meio ambiente, promove um novo destino otimizado e também reduz a quantidade de materiais de construção civil tradicionais.

Este trabalho tem como objetivo analisar a utilização de contêineres marítimos na construção civil, considerando questões pertinentes às técnicas construtivas relacionadas ao contêiner marítimo e a partir disso, viabilizar um projeto de residência com alternativas sustentáveis, econômicas e rápidas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Projetar uma edificação utilizando o método construtivo de contêineres em substituição à uma construída em alvenaria convencional.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Estudar, por meio de bibliografia os avanços no uso de containers.
2. Estudar, por meio de bibliografia os avanços no uso de containers como edificação no Brasil e no mundo.
3. Projetar uma residência com layout otimizado por meio do método construtivo de contêineres, com alternativa e solução prática e sustentável de estrutura, vedação e acabamento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONTÊINER MARÍTIMO

3.1.1. DEFINIÇÃO DE CONTÊINER

Segundo a ISO 668:1995 o contêiner de carga é “um equipamento de transporte de caráter permanente e nesse sentido, forte o suficiente para ser usado repetidamente, equipado com dispositivos que permitam movimentação, especialmente, a transferência de um modo de transporte para outro”, conforme a figura 1.

“Os contêineres são o núcleo de um método de transporte de mercadorias altamente sofisticado, eficiente e com baixo impacto ambiental, que possibilita a movimentação

por navios, trens, caminhões, e até aviões, isso tornou possível que as sociedades desfrutem de produtos e serviços de qualquer lugar no mundo” (CALORY, 2015).



Figura 1: Contêineres no pátio de um porto
Fonte: DC LOGISTICS BRASIL (2018)

O contêiner é um método de transporte de cargas de extrema eficiência, padronização e flexibilidade. A adaptação do seu formato geométrico padrão em projetos de casas é um método construtivo já existente que pode se consolidar e gerar opções de moradias mais versáteis que atendam às necessidades dos moradores.

3.2 USO DO CONTÊINER

3.2.1 HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO DO CONTÊINER

No início das navegações marítimas o transporte de carga era realizado por meio de tonéis que apresentavam vários desafios. A carga e descarga era bastante arcaica e limitada pela ausência de equipamentos como guindastes e empilhadeiras mecânica, que gerava a necessidade de uso de força de trabalho humana. A etapa do transporte das mercadorias era afetada por várias adversidades como deterioração e perda da carga devido a armazenagem inadequada. Após a revolução industrial, o aumento exponencial da demanda de exportação e importação de mercadorias evidenciou a falta de um processo padronizado e prático. O custo do transporte de mercadoria era bastante caro e havia perdas enormes no processo.

A revolução foi apresentada em 1956 por Malcom McLean, representado na figura 2, que ao analisar as deficiências do processo apresentou um novo método na época de armazenagem através de caixas de aço reforçadas.



Figura 2: Malcom McLean no porto de Newark (1956)
Fonte: PORTFOLIO (2016)

Esse método não só reduziu o tempo e custo, como possibilitou atender o aumento da demanda de transporte de mercadorias. O valor do frete marítimo reduziu aproximadamente 25% e é considerado um dos catalizadores da globalização.

3.2.2 UTILIZAÇÃO ATUAL DO CONTÊINER

A implantação de contêineres foi fundamental para revolucionar o transporte de cargas, atender à crescente demanda e possibilitar o nível de globalização atual. Segundo SPRENGER (2019), existem aproximadamente 20 milhões de contêineres que movimentam U\$4,0 trilhões anuais no mundo. O setor logístico viabiliza o transporte de mercadorias dos mais diversos tipos em portos localizados em todo globo terrestre. Os contêineres são fabricados com materiais resistentes contra intempéries e desgastes, o que possibilita vida útil de décadas. A durabilidade pode diminuir conforme o tipo de material que é transportado, exigência de certificações ou fatores externos, o que gera um alto número de descartes em grandes pátios de regiões portuárias sem um destino final adequado, conforme a figura 3.

Segundo o Centro Nacional de Navegações (2016), os portos brasileiros acumularam cerca de 5.000 contêineres com cargas abandonadas pelos donos há pelo menos três

meses. A principal causa foram gargalos operacionais gerados por pendências com a Receita Federal e outros órgãos públicos, insuficiência logística das empresas ou pela crise financeira internacional.



Figura 3: Porto com grande estoque de contêineres
Fonte: EXAME (2015)

O cenário atual é composto por um método eficiente de transporte, mas que por outro lado gera um acúmulo nos terminais, que estão repletos de contêineres sem utilidade e em ótimo estado. Esse contexto potencializa a reutilização na construção civil como método construtivo alternativo com inúmeras vantagens.

3.2.3 TIPOS DE CONTÊINERES

Segundo Calory (2015), existem diversos tipos de contêineres que se distinguem pelas dimensões, materiais ou uso, porém todos seguem praticamente o mesmo desenho, tendo 5 lados fechados e um que funciona como porta. São fabricados de acordo com as normas elaboradas pelo Comitê Técnico da Organização Internacional de Normalização (ISO) e pela Convenção Internacional para a Segurança dos Contentores (CSC), que asseguram a padronização no que diz respeito às suas características mecânicas e geométricas, manutenção e aplicações. A maioria dos contêineres de transporte utilizados globalmente está em conformidade com estes documentos.

Devido ao alto grau de padronização a ser seguida, existem dois tipos de dimensões mais utilizadas que são de 20 e 40 pés (6m e 12m), que variam de acordo com a utilização, mas mantém a altura de 2,59m. O container de 20 pés (6m) possui 6,05m x 2,43 m e área de 14,70m³, enquanto o de 40 pés (12m) possui 12,20m x 2,43 m e área de 29,40m³.

Os dois modelos são mostrados nas figuras 4 e 5 com as especificações e dados informados pelo grupo IRS e grupo Tutoya International Trade, que são empresas especializadas na venda e locação de contêineres:



Figura 4: Container tipo 20 DRY Standard
Fonte: TUTOYA INTERNACIONAL TRADE (2015)



Figura 5: Container tipo 40 DRY Standard
Fonte: TUTOYA INTERNACIONAL TRADE (2015)

Esses modelos de contêineres são os mais utilizados e a única diferença entre eles é a capacidade. São destinados a cargas em geral com estrutura totalmente fechada com porta padrão em uma das faces menores. Outros tipos mais específicos são os “Open Top” que não possui o teto e o “Flat Rack”, que não possui as laterais nem o teto, apenas as cabeceiras, o que viabiliza o transporte de cargas pesadas e volumosas que possuem dimensões que ultrapassam a projeção da área da estrutura, conforme as figuras 6 e 7.



Open Top 20						
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Cap.Cúbica (m3)	Cap.Carga (ton)	Tara (ton)
Externa	2,438	6,06	2,59	32,6	21,7	2,3
Interna	2,34	5,89	2,36			
Porta	2,32	----	2,25			

Figura 6: Container tipo “Open Top”
 Fonte: TUTOYA INTERNACIONAL TRADE (2015)



Flat Rack 20						
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Cap.Cúbica (m3)	Cap.Carga (ton)	Tara (ton)
Externa	2,438	6,06	2,59	32	29,5	3
Interna	2,352	5,9	2,31			
Porta	----	----	----			

Figura 7: Container tipo “Flat Rack”
 Fonte: TUTOYA INTERNACIONAL TRADE (2015)

Outro modelo específico é o “Refrigerated”, conforme a figura 8, também conhecido como “Refeer”, que tem o formato do DRY STANDARD, possui revestimento de alumínio no piso e é reforçado com aço inoxidável. É destinado principalmente ao transporte de mercadorias perecíveis que necessitam controle de temperatura entre -30°C e +30°C.



Refrigerated 20						
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Cap.Cúbica (m3)	Cap.Carga (ton)	Tara (ton)
Externa	2,438	6,06	2,59	28,1	21,8	3,2
Interna	2,285	5,45	2,26			
Porta	2,32	----	2,25			

Figura 8: http://www.tutoya.com.br/containers_e_medidas.pdf
 Fonte: TUTOYA INTERNACIONAL TRADE (2015)

3.2.4 ESTRUTURA E ELEMENTOS

Por conferirem um formato prismático, os contêineres marítimos possuem as suas seis faces estruturadas em quadros enrijecidos compostos por perfis metálicos e chapas de seção trapezoidal (SILVA, 2010). De acordo com a posição no conjunto, têm-se denominações diferentes para cada face definidas como duas faces laterais, a face frontal, a face da porta, a face inferior e pela face superior. Cada face é um conjunto estrutural constituído por elementos estruturais, conforme a figura 9.

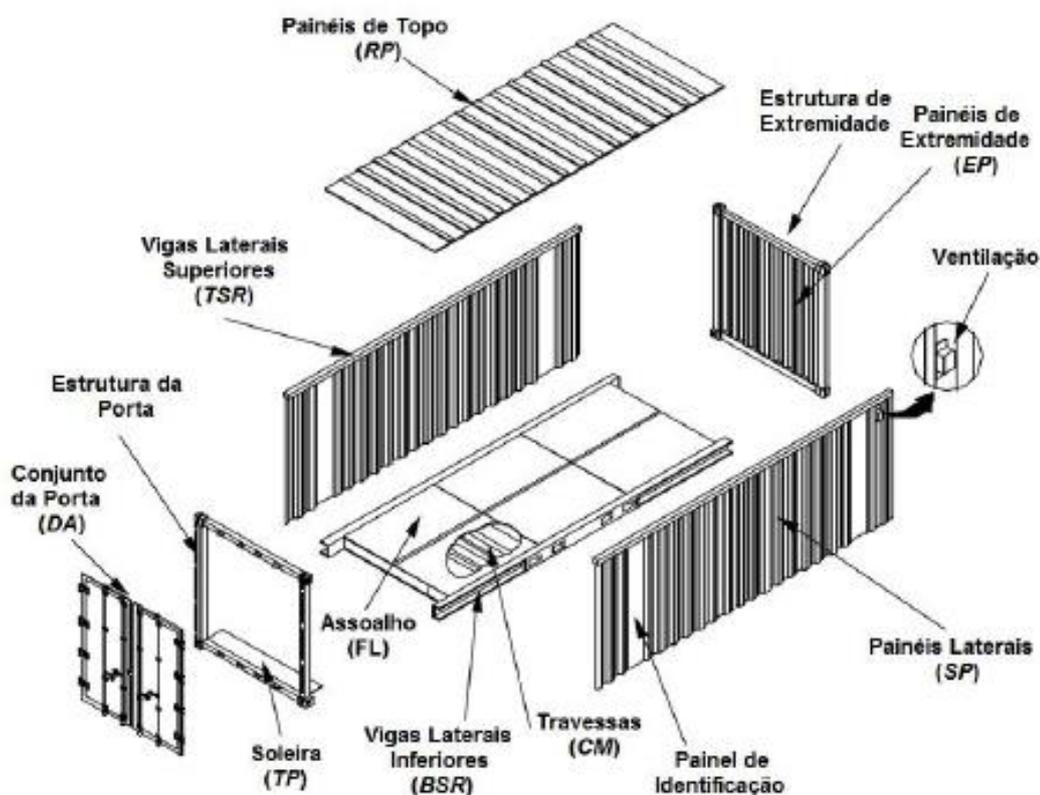


Figura 9: Perspectiva dos conjuntos estruturais de um contêiner
Fonte: RESIDENCIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER (2016)

A maioria dos elementos reticulados é composta por perfis de aço com seções não convencionais, como pode ser observado na figura 10.

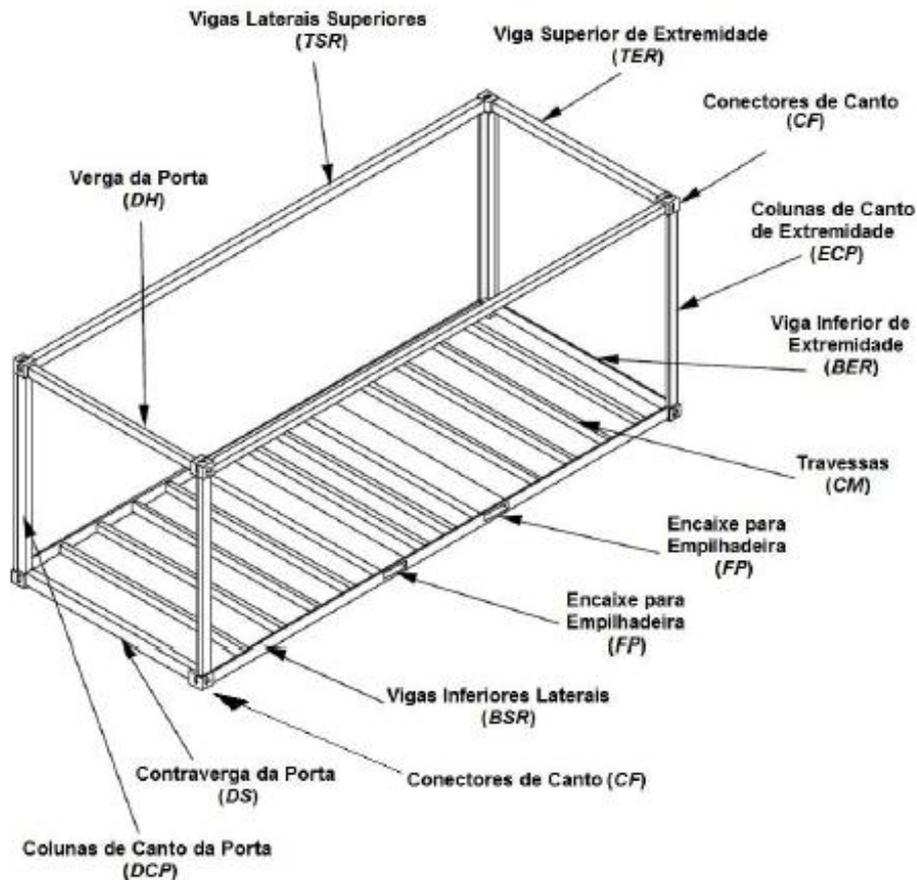


Figura 10: Estrutura primária de um contêiner
 Fonte: RESIDENCIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER (2016)

Devido ao alto grau de padronização, sua estrutura primária é basicamente a mesma conforme especificado acima, exceto os contêineres tipo topo aberto, plano e tanque. Seus elementos são compostos em sua maioria por aço estrutural de resistência anticorrosiva, que possibilitam um acréscimo de carga e utilização de seções mais esbeltas.

3.3 UTILIZAÇÃO ATUAL DO CONTÊINER NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Smith (2010), os contêineres marítimos são ideais para a construção pré-fabricada pois são fáceis de serem transportados por diferentes modais de transporte bem como através de sua estrutura específica para empilhamento. Por serem construídos para transportar com segurança uma variedade enorme de mercadorias, eles foram projetados para se adaptarem às mais variadas configurações de construção. Por ser possível o empilhamento de cinco a quinze contêineres sem a necessidade de reforços, a arquitetura através de contêineres chega a atender a maioria dos códigos e normas para construção mesmo com poucas modificações.

Segundo Calory (2015), os contêineres são aplicáveis em diversas formas na indústria da construção civil, como edificações temporárias ou permanentes, podem se tornar edifícios residenciais ou comerciais, áreas de apoio em canteiros de obra como vestiários, escritórios administrativos, banheiros entre outros.

3.3.1 PROJETO PIONEIRO

A tendência de transformar contêineres em construções iniciou na Inglaterra nos anos 1990, motivada por arquitetos que buscavam soluções sustentáveis para sobrepor a constante degradação gerada pelos métodos clássicos de construção.

Um dos projetos pioneiros é o Container City, idealizado em 2001 por Urban Space Management Ltd. Localizado no Trinity Buoy Wharf, em Londres, o projeto buscou formas de construção adaptáveis aos clientes através da utilização de containers ligados em conjunto conforme a figura 11.



Figura 11: Container City, localizado em Londres, Inglaterra
Fonte: Container City (2001)

O projeto inicial de um edifício de 3 andares com 12 estúdios de trabalho e 445m² foi entregue em cinco meses com utilização de aproximadamente 80% do material de origem reciclada. A rapidez na execução junto com a flexibilidade e sustentabilidade gerou uma demanda de ampliação do projeto inicial e o início de uma tendência global.

3.3.2 PROJETOS BRASILEIROS

Segundo ARCH DAILY (2016), a primeira residência no Brasil com essa técnica é a Casa Container Granja Viana, construída em um condomínio residencial na Grande São Paulo, no ano de 2011. Foram utilizados 4 contêineres de 12 metros totalizando

uma área total expandida de 196m². Com uma proposta arquitetônica dinâmica em 2 andares, o projeto contempla um estilo único e sustentável através de telhado verde para auxiliar no isolamento térmico, conforme a figura 12.



Figura 12: Primeiro projeto de casa-container no Brasil, localizada em Cotia, São Paulo
Fonte: ARCHDAILY (2016)

No Brasil, já existem vários outros projetos residenciais que exploram as inúmeras possibilidades de modularidade que o contêiner marítimo pode proporcionar. Um exemplo é uma casa de campo em Lorena, no interior do estado de São Paulo, em que foi utilizado apenas um container de 12 metros, totalizando 30m² internos e 15m² de varanda. A casa tem um quarto, banheiro, sala e cozinha e foi idealizada como um projeto minimalista e sustentável, conforme a figura 13.



Figura 13: Casa contêiner de 30m²
Fonte: Minha casa container (2019)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O rancho Lago Azul é um espaço de lazer e descanso com área total de 10.600m² localizado as margens da represa de Nova Ponte a 32km da cidade de Patrocínio, Minas Gerais, conforme a figura 14. A casa foi construída em 2005 com um projeto contemplando duas suítes, dois quartos, dois banheiros, sala, cozinha com área de churrasco e piscina, com área total de 252m² conforme a figura 15.

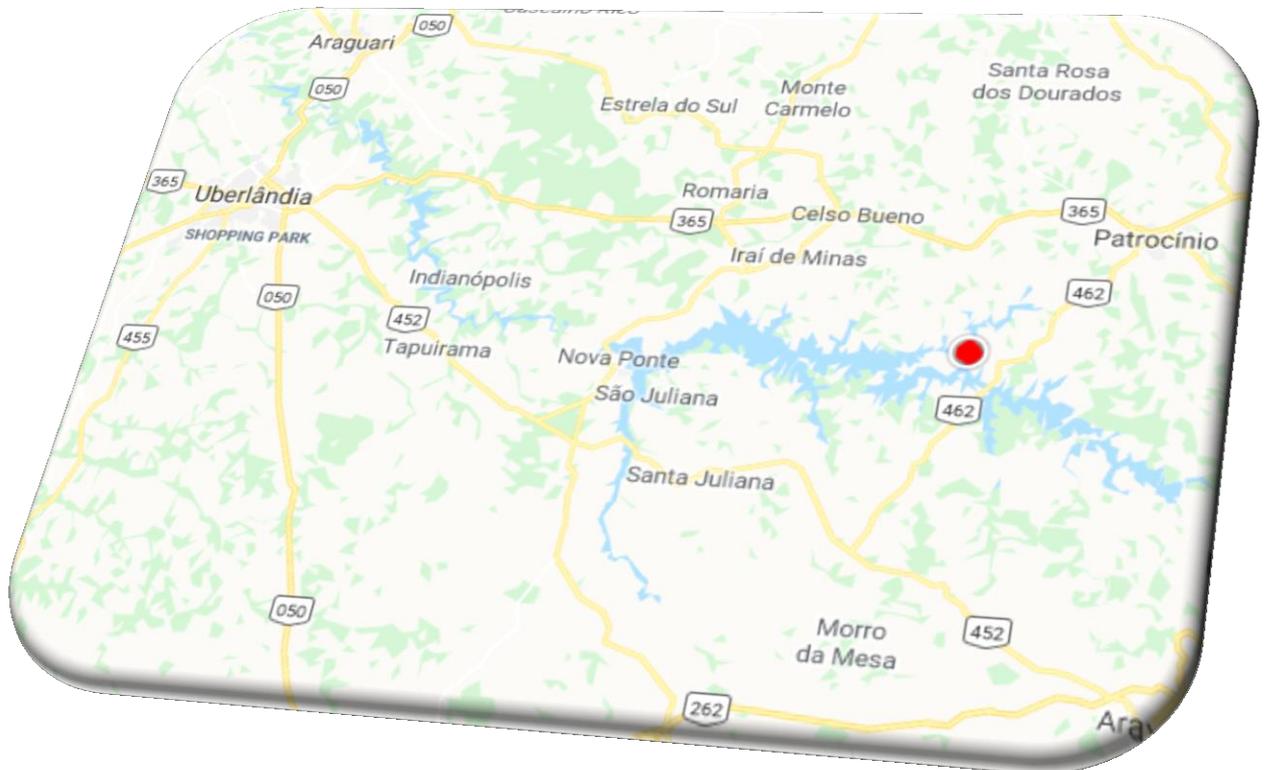


Figura 14: Localização do Rancho Lago Azul
Fonte: Google Maps (2019)



Figura 15: Rancho Lago Azul
Fonte: Autor (2019)

Na etapa do projeto, a locação da casa no lote foi feita na área em que o terreno é mais plano, há uma distância de 150 metros da porteira, que é o ponto mais alto do terreno e a diferença de cota entre a casa e a represa era de aproximadamente 30 metros, como pode ser observado na figura 16.



Figura 16: Localização da chácara objeto do estudo de caso
Fonte: Google Earth (2017)

A represa em questão é um reservatório de acumulação da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte e está localizada Minas Gerais, no município de Nova Ponte, às margens do rio Araguari e tem capacidade de geração de 510 MW, como pode ser observado na figura 17. Possui volume útil de reservatório de água de 10,375 bilhões de metros cúbicos e inunda uma área de 449,24 km² nos municípios de Iraí de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Perdizes, Sacramento e Santa Juliana.



Figura 17: Barragem da represa de Nova Ponte
Fonte: Cemig, 2019

No ano da construção, a represa estava próxima ao seu nível mínimo e não existiam estudos nem expectativas do nível subir. Durante 5 anos o nível se manteve estável, até que em 2010 houve um período constante de cheia, que fez seu nível atingir maioria das casas da região, inclusive a tratada nesse trabalho, conforme a figura 18.



Figura 18: Casa com nível de água avançado
Fonte: Autor (2010)

A área da casa se manteve parcialmente alagada durante alguns meses, o que comprometeu o acabamento, mas manteve a estrutura intacta. O nível da represa

retornou ao normal e após uma limpeza da área, foi viabilizada a utilização da casa, que está em boas condições, mas que sempre foi ameaçada pelo risco de ser atingida novamente pela represa.

Este trabalho tem a proposta de projetar uma nova edificação pelo método construtivo de contêineres, pela mobilidade do local da casa e possibilidade de instalar a casa em outro local, devido a possibilidade do nível da represa se elevar novamente e atingir a casa. A escolha desse método construtivo também é uma opção sustentável, rápida e de baixo custo.

4.2 PROJETO

A Construção Civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais, por apresentar, de maneira geral, baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade (EL DEBS, 2000). Segundo Mussnich (2015), para serem usados como edificações os contêineres devem passar por um processo de transformação para torná-los aptos ao uso na arquitetura. Este processo inclui diversas fases que demoram de sessenta a noventa dias para ficarem prontas, agregando agilidade na conclusão da obra.

O método construtivo de contêineres possibilita inúmeros layouts através da sua característica modular, que atende as necessidades dos moradores. Podem ser estruturados em várias unidades, empilhados sem nenhuma separação ou combinados com espaçamento entre eles, conforme a figura 19.

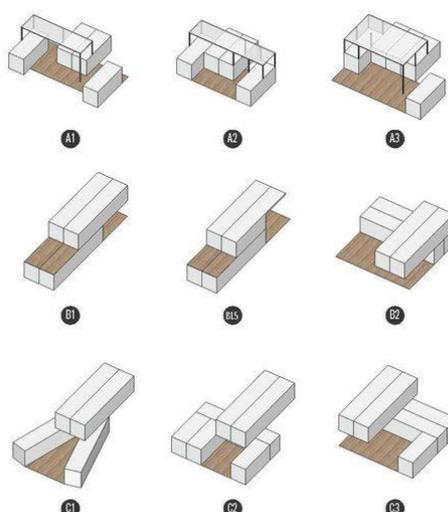


Figura 19: Diferentes modulações de casa contêiner
Fonte: Pinterest (2019)

Esse projeto contemplou uma planta com dimensões inferiores à da casa original, mas que possibilite a otimização do espaço interno através de alternativas pouco convencionais. Além disso, um deck de madeira em volta dos contêineres do térreo e um terraço verde no andar superior geram aumento da área útil a casa.

Foram utilizados 4 contêineres do tipo Dry 40 de 12 metros, totalizando área interna de aproximadamente 120m², dividida em dois pavimentos. Foram dispostas duas unidades no pavimento térreo, elevadas em 40 centímetros do solo por estacas de madeira em cada vértice do contêiner, como poderá ser detalhado no item fundação. As outras duas unidades foram sobrepostas às primeiras de forma que um 1/3 do seu comprimento fique em balanço. Segundo Corbass (apud TISSEI et al, 2017), os contêineres são estruturas autoportantes, formando, por si só, um conjunto estrutural estável. São fabricados para transportar um peso, muitas vezes, superior ao pavimento e residência típica e, se ancorados pelo encaixe existente na sua ponta, ficam com até 2/3 de sua estrutura em balanço.

4.3 TEMPO E CUSTO

A entrada de qualquer método ou produto em um mercado competitivo consolidado, ao ponto de desafiar as mercadorias e cultura já estabelecidas, é extremamente desafiadora. É preciso demonstrar vantagens que comprovem a sua superioridade em relação ao produto mais difundido e utilizado, ou no mínimo a equivalência de custo benefício. A transição do método construtivo convencional, amplamente utilizado e difundido, para um processo relativamente novo como uso dos containers na construção civil, só é viável a partir do momento em que as vantagens como o tempo de construção e redução do custo final são apresentadas.

Segundo Costa e Silva (2019), um contêiner “in natura”, ou seja, sem os tratamentos necessários para ser usado como imóvel, custa de R\$ 15 mil a R\$ 17 mil e exige menos materiais do que uma obra tradicional. De acordo com o projeto interno, a economia pode chegar a até 50% do valor de uma casa similar de alvenaria e a construção pode ficar pronta em apenas um mês.

Particularmente para as construções feitas com contêineres marítimos, tem-se uma redução em torno de 35% em relação ao custo final da obra e a execução da obra, consome 20% do tempo, se comparada ao sistema convencional executado no Brasil,

que são edificações com estrutura em concreto armado com alvenaria de vedação como fechamento (UP CONTAINERS, 2016).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), o índice Nacional da Construção (Sinap) cresceu 4,42% no acumulado de 12 meses de forma que o custo nacional da construção civil, por metro quadrado, ficou em R\$ 1.152,87 no mês de setembro, sendo R\$ 603,87 relativos aos materiais e R\$ 549,00 à mão de obra. De acordo com os valores médios encontrados no mercado para edificações de contêiner sustentáveis e com o reaproveitamento de materiais, foi encontrado um valor médio final de R\$800,00 por metro quadrado, totalizando o valor de R\$ 96.000,00 para o projeto de 120 m², que representa uma redução de 30% em relação ao método construtivo tradicional.

4.4 AQUISIÇÃO

Os locais mais recomendados para compra de contêineres usados são portos marítimos, terminais intermodais ou terminais rododiferroviários, uma vez que esses locais têm grande disponibilidade e são comercializados por um valor abaixo do mercado. No ato da compra, deve-se verificar e inspecionar a integridade física, tipos de materiais que transportados e forma de armazenamento, que são fatores determinantes para a vida útil do mesmo e conseqüentemente da edificação. Deve-se analisar também a placa de certificação CSC (Container Safe Convention), que fornece informações sobre o ano e local de fabricação, histórico de proprietários, limites de cargas e tipos de tratamento químico dado ao piso, conforme a figura 20.

APPROVED FOR TRANSPORT UNDER CUSTOMS SEAL	
R O K / 083 K R / 88	Número de Aprovação do Selo Personalizado
TYPE: HSM 4126-R	MANUFACTURER'S NUMBER: HSMF
ZIM INTEGRATED SHIPPING SERVICES LTD. P.O.BOX 1723,HAIFA 31016, ISRAEL.	Componente p/ tratamento da Madeira (Requisito Australiano)
	Fabricante: HYOSUNG METALS
	Proprietário
CSC SAFETY APPROVAL	
USA/AB- /8	Código CSC
DATE MANUFACTURED: 2004	ACEP 1L-01
IDENTIFICATION NO.: ZCSU 246982-5	
MAXIMUM GROSS WEIGHT: 30,480KG / 67,200lbs	
ALLOWABLE WEIGHT FOR 1.8G: 216,000KG / 476,190lbs	
RACKING TEST LOAD VALUE: 15,240KG / 33,600lbs	
	Código do Contêiner (Prefixo e número)
	Peso Bruto Máximo

Figura 20: placa de certificação CSC
Fonte: GAL MARINE (2017)

Além disso, para determinar a viabilidade técnica e financeira são necessários os documentos de importação (DI) e de licença de importação (LI), que atestam a qualidade do produto e processo de nacionalização, uma vez que fora fabricado no exterior, mas terá utilização final em território nacional na construção civil.

4.5 TRANSPORTE E MONTAGEM

Os custos finais da construção podem variar em função do transporte do local de aquisição para o local de modificação e para o local de implantação, ou seja, quanto menor forem estas distâncias, menor será o custo final por metro quadrado da construção e, conseqüentemente, maior será sua viabilidade de implantação (NUNES, 2009).

Obras que utilizam método construtivo convencional tem o valor final impactado pela disponibilidade de materiais e o valor do frete dos mesmos, de forma que um bom planejamento de compras é fundamental. Da mesma forma, o planejamento da aquisição e transporte eficaz do contêiner até o local final é essencial para o fluxo da obra, conforme a figura 21.



Figura 21: Transporte de dois contêineres de 20 pés sobre carreta rodoviária
Fonte: DESIGNBOOM (2016)

A montagem e posicionamento dos contêineres podem ser facilitados através da utilização de caminhões do tipo Munck, conforme a figura 22, que possuem guindastes que suportam bastante peso e tem grande mobilidade para sua instalação no local final.



Figura 22: Caminhão Munck posicionando contêiner
Fonte: Casa e construção (2019)

A montagem e ligação entre os contêineres com a fundação podem ser feitas com soldagem, parafusos e chapas de ferro nas arestas superiores e inferiores, através das peças de travamento nelas existentes (CALORY, 2015), conforme a figura 23.

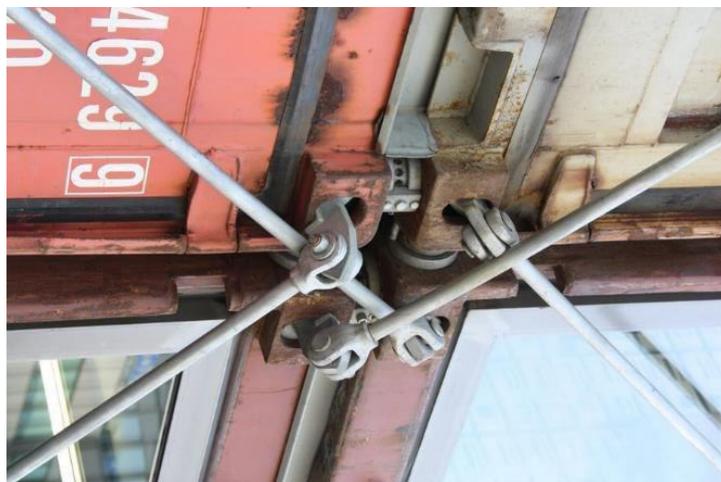


Figura 23: Sistema de contraventamentos utilizado no transporte marítimo
Fonte: SPILLMANN ESCHLE ARCHITEKTEN (2016).

As aberturas devem ser realizadas de acordo com o projeto arquitetônico, que contém especificações da localização dos seus cortes, suas dimensões e reforços. Dessa forma, a estrutura possui todos os cortes para esquadrias, passagens hidro sanitárias e elétricas, conforme a figura 24.



Figura 24: Container já cortado na preparação para uso em construção civil
Fonte: BRSETE (2016)

É de suma importância a utilização de mão de obra especializada e equipamentos de corte adequados como máquina de corte de plasma, serra circulares ou esmerilhadeiras conforme a figura 25.



Figura 25: Abertura de área para esquadria
Fonte: BRSETE (2016)

A ligação entre os contêineres é um dos maiores desafios do reaproveitamento de um conjunto de contêineres para função arquitetônica. Apenas depois da conclusão do processo de soldagem e resfriamento das peças que se deve prosseguir para a pintura. Além disso, todos os espaços vazios devem ser preenchidos com espuma de poliuretano após a soldagem para eliminar riscos de infiltração.

A espuma expansiva de poliuretano também é de excelente funcionalidade para vedação das esquadrias, ao preencher os vazios após a fixação das peças, conforme a figura 26.



Figura 26: Janela instalada e com a aplicação da espuma expansiva
Fonte: BRSETE (2016)

4.6 PINTURA

Além da questão estética, a pintura tem a finalidade de proteger a superfície metálica contra a corrosão através da aplicação de camadas de tinta sobre a superfície da peça. Os elementos estruturais como vigas e travessas requerem cuidado especial para manter sua integridade e função de sustentação. O processo de pintura é constituído por três fases: preparação, pintura de fundo e pintura de acabamento.

A preparação e limpeza da superfície do conjunto pode ser realizada através de vários processos que são indicados conforme o grau de conservação do aço. Caso a

estrutura esteja bem conservada, o processo de limpeza pode ser manual com o auxílio de produtos conforme a figura 27.



Figura 27: Limpeza manual e mecânica
Fonte: BRSETE (2016)

Em situações que o contêiner tem sinais de desgaste da pintura antiga, é aconselhável a utilização de jatos de areia ou hidrojateamento, que são métodos em que é direcionado um jato de areia ou água em alta pressão a fim de remover toda as impurezas da superfície, conforme a figura 28.



Figura 28: Limpeza através de hidrojateamento
Fonte: BRSETE (2016)

Uma vez concluída a preparação inicial, é recomendado que seja realizado o corte e reforço das áreas das esquadrias, de forma que o fundo preparador e tinta de acabamento sejam aplicados em apenas uma etapa nas peças do contêiner e de reforço. Com a área das esquadrias recortada, a quantidade utilizada desses produtos será menor, impactando positivamente nos custos.

Feito isso, deve-se seguir para a segunda etapa do processo de pintura que é a aplicação de duas demãos de fundo preparador ou primer nas superfícies de aço. Essa camada tem a função de preparar a base para a aplicação da pintura de acabamento, proteger a estrutura e inibir a surgimento de corrosões.

A pintura de acabamento é a última etapa do processo, é a camada que está exposta na face externa e deve ser resistente aos agentes externos. O local de montagem da casa contêiner é localizado em uma área de baixa agressividade e baixa poluição, sem a presença de indústrias e salinidade de zonas costeiras.

Apesar do baixo grau de agressividade, ainda é necessária a aplicação de tinta específica para aço em duas demãos, que pode ser de esmalte sintético, epóxi, automotiva ou a base de silicato, conforme a figura 29.



Figura 29: Pintura de acabamento
Fonte: BRSETE (2016)

Após o transporte e montagem do contêiner na em sua posição final no terreno, é recomendado a aplicação de pintura de retoque para restaurar pequenas danos e irregularidades decorrentes a esse processo.

4.7 PROJETO ARQUITETÔNICO

O pavimento térreo da edificação desenvolvida no presente trabalho, possui cozinha, sala e áreas comuns integradas, conforme a figura 30, com a opção de abertura das portas de vidro para o deck externo de forma que haja ampliação do ambiente e maior contato com a natureza.

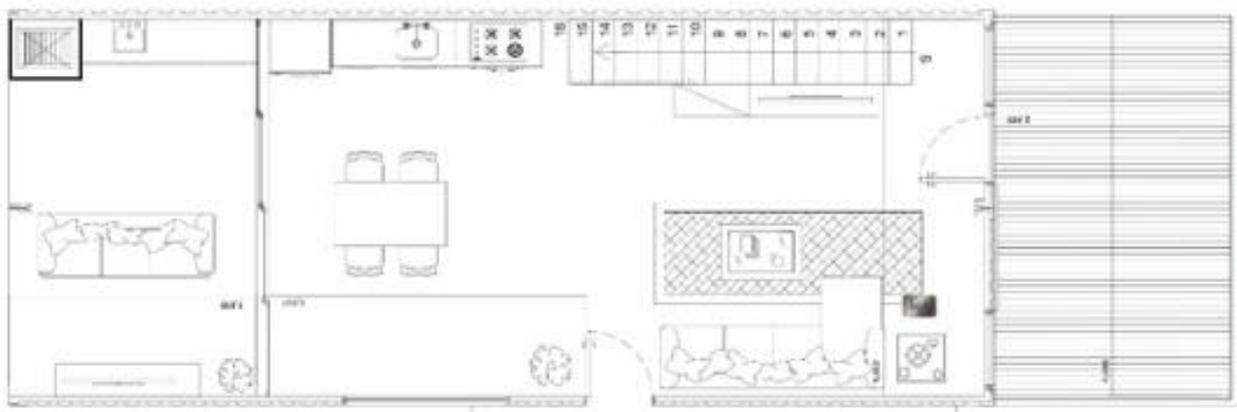


Figura 30: Planta do pavimento térreo
Fonte: Autor (2019)

O pavimento superior é composto por uma suíte, dois dormitórios com banheiro compartilhado, além do telhado verde na área que é aproveitada devido ao recuo dos contêineres do térreo conforme a figura 31.

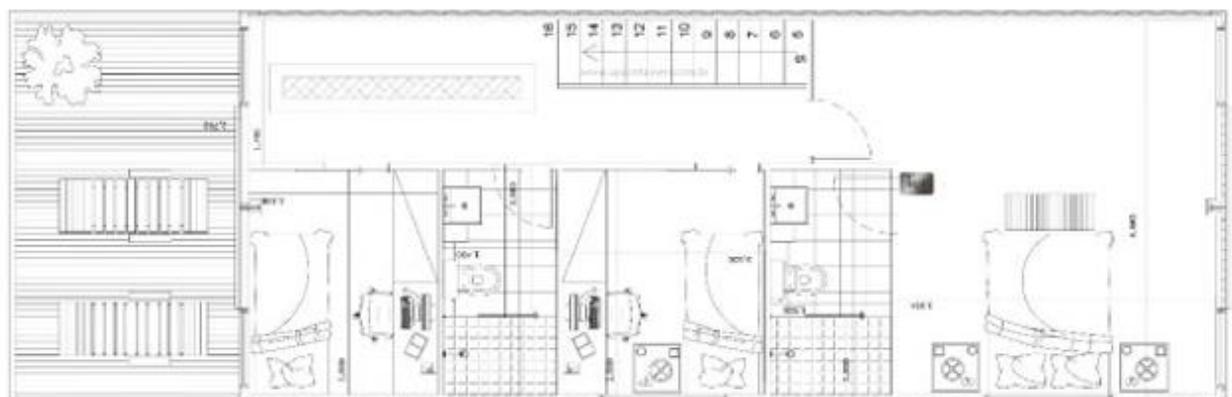


Figura 31: Planta do pavimento superior
Fonte: Autor (2019)

Para o sucesso da modulação dos quatro contêineres em uma casa, foi necessário um planejamento detalhado desde a escolha dos contêineres, em relação a durabilidade e estrutura, até os mais profundos detalhes de acabamento, isolamento termo acústico e reaproveitamento de recursos naturais, conforme a figura 32.



Figura 32: Modelagem 3D da Casa Container
Fonte: Up Container (2019)

4.7 FUNDAÇÃO

A área objeto do estudo de caso possui solo bem compactado, relativamente nivelado e lençol freático profundo, de forma que não será necessário realizar serviços de terraplenagem, o que proporciona ainda mais reduções de custo.

Pelo fato da estrutura dos contêineres ser estável e leve, ela possibilita a escolha de fundações que não requerem grandes resistências como radier, sapatas corrida, sapata isolada ou estacas de madeira.

Fundações do tipo radier, conforme a figura 33, e sapata corrida são opções bastante utilizadas em casas devido a praticidade e rapidez de ser execução. Entretanto, as instalações hidráulicas e elétricas embutidas só poderão passar por manutenções através de desmontagem dos contêineres e demolição da região do piso a ser consertado, de forma que se torna uma opção inviável.



Figura 33: Fundação tipo radier
Fonte: MINHA CASA CONTAINER (2016)

A alternativa da adoção de estacas de madeira ou sapatas isoladas, traz a vantagem de possibilitar que o contêiner seja instalado em uma cota superior à do solo, facilitando as manutenções necessárias. Além disso, são opções esteticamente mais atraentes e que possibilitam maior conforto térmico. A figura 34 mostra um container apoiado em uma fundação de sapatas isoladas.



Figura 34: Container apoiado em fundação tipo sapata isolada
Fonte: MINHA CASA CONTAINER (2016)

Devido ao fácil acesso à madeira de lei na região e facilidade de transporte, a fundação por estacas de madeira foi a opção escolhida. Este tipo de estaca também possui vida útil prolongada quando trabalham submersas, após receber tratamento específico. Para tanto, devem ser escolhidos troncos de madeira de ipê ou peroba com diâmetro mínimo de 15 cm na base e de 25 cm no topo, em que se deve proteger a ponta da estaca com ponteira de aço e um anel de cravação no topo para que seja evitado qualquer tipo de danificação no processo.

A cravação pode ser feita através de percussão, prensagem ou vibração, de forma que as estacas sejam cravadas 3 metros abaixo do nível do solo. Haverá uma altura livre de 40 centímetros acima do solo, que permite a instalação de um deck de madeira que aumente a área útil da casa, conforme a figura 35.



Figura 35: Exemplo de deck acima do nível do solo
Fonte: UP CONTAINER (2019)

Foi adotada uma estaca de madeira em cada vértice dos contêineres inferiores e a cada três metros no eixo da sua parede, de forma que não foi necessário a adoção de reforços para suportar a carga de 2 contêineres empilhados conforme a figura 36.

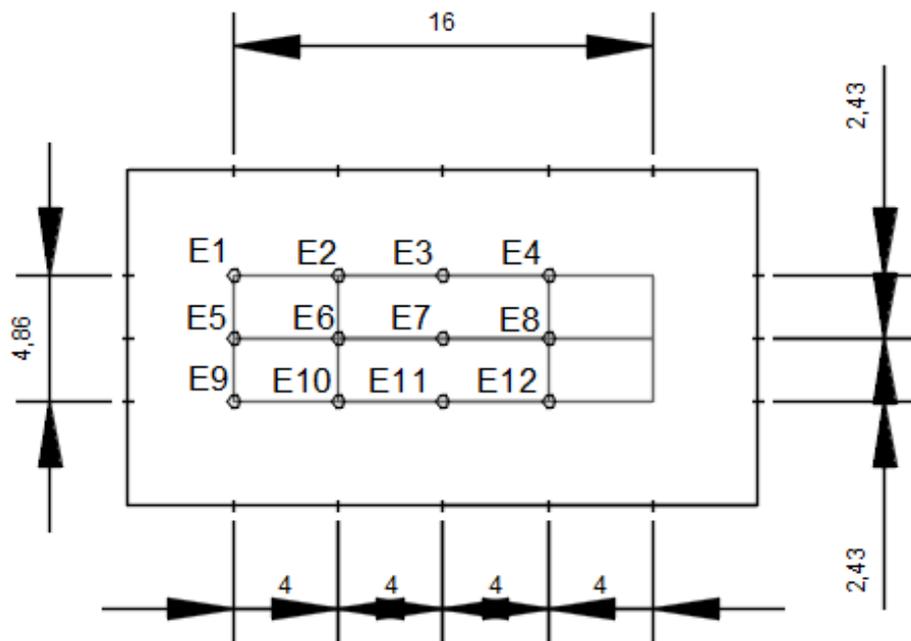


Figura 36: Localização das estacas de madeira
Fonte: Autor (2019)

Para garantir maior segurança e estabilidade estrutural, são utilizados dispositivos de fixação entre a base da estaca de madeira e a estrutura do contêiner. Essa ancoragem possibilita a estabilidade do conjunto na sua posição definida inicialmente e impede qualquer tipo de deslocamento.

4.8 ESTRUTURA

Para Miranda (2016), os contêineres por si, já possuem sua estrutura independente a qual é designada para suportar enormes cargas, conforme a figura 37, que apresentam densidade o suficiente para atingir um limite de peso para o volume de um contêiner, ou seja, precisaria de uma densidade muito alta de carga para exceder o quanto um contêiner consegue suportar levando em conta o que ele possui de espaço interno.

O contêiner é um conjunto de peças em que a resistência é ligada a aritmética das partes constituintes. A alteração ou remoção de paredes ou partes do contêiner comprometem a resistência do conjunto, o que gera a necessidade de reforços estruturais de vigas e colunas de aço de acordo com a quantidade cortada.



Figura 37 – Contêineres empilhados
Fonte: Omegatrans (2019)

Nesse projeto foram utilizados apenas contêineres em perfeito estado de conservação, de forma que não haver a necessidade de reparos estruturais dos elementos existentes devido à deterioração provocados por impactos durante sua vida útil. Desse modo, os únicos reforços estruturais necessários serão nas regiões das aberturas de esquadrias e instalações.

A estrutura do contêiner foi desenvolvida para que sejam empilhados em até sete unidades, de forma que a modulação em dois pavimentos e adição de telhado verde não gere uma sobrecarga que possa afetar seus elementos estruturais.

4.9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRO SANITÁRIAS

As instalações elétricas e hidro sanitárias podem seguir os mesmos preceitos, materiais e recomendações semelhantes aos dados em método construtivos que utilizam Light Steel Framing e drywall. Todavia, esse projeto buscou soluções alternativas práticas e dinâmicas para as instalações.

Foi adotado um sistema de componentes elétricos aparentes por questões estéticas e também para preservar dimensões internas do contêiner, de forma que a espessura das paredes de revestimento serão menores e não há necessidade de rebaixar o forro.

Os materiais utilizados são um conjunto de aço galvanizado e eletro calhas aparentes que além da funcionalidade conforme a figura 38, fazem parte do design dos

ambientes da casa, de forma que necessário um projeto bem detalhado e execução aprimorada.

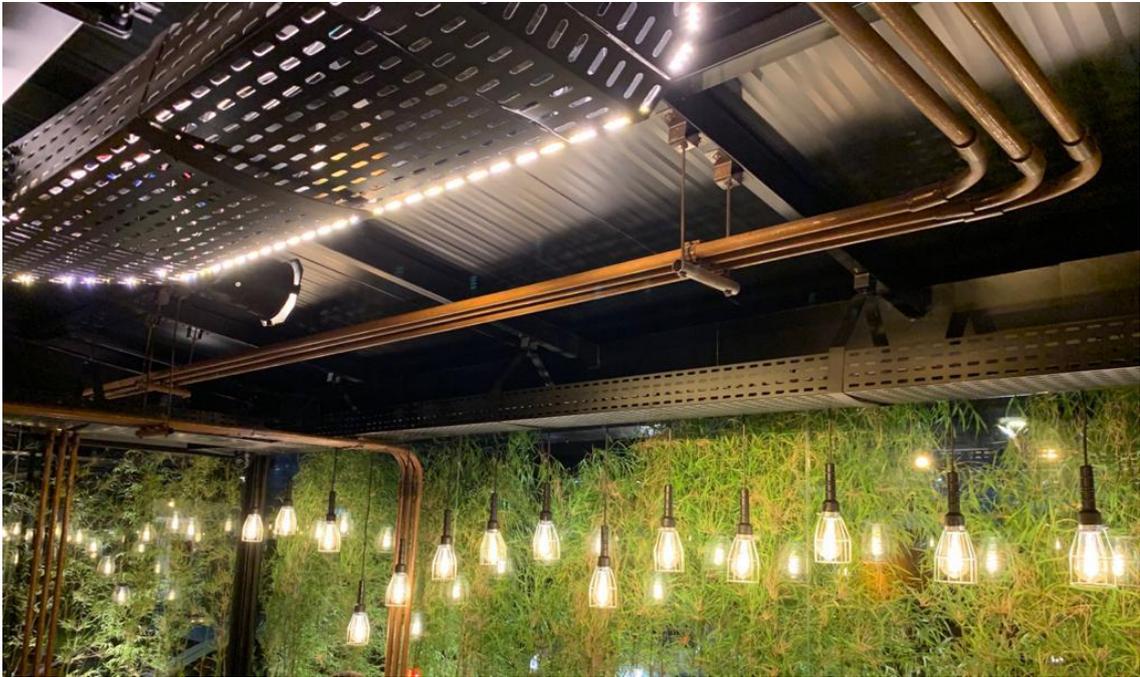


Figura 38: Exemplo de instalações elétricas aparentes
Fonte: Autor (2019)

As tubulações aparentes facilitam o acesso ao sistema elétrico, sem a necessidade de quebrar paredes e revestimentos, o que proporciona rapidez em possíveis manutenções e reduz o custo por não danificar nenhum acabamento.

Para as instalações hidro sanitárias do projeto foram instalados, entre as placas de aço e o acabamento interno, kits hidráulicos e Polietileno Reticulado (PEX), um polímero termoplástico, que dinamiza os processos, devido a sua flexibilidade, alta resistência e memória térmica. O sistema chamado “Ponto a Ponto” é uma tecnologia moderna de instalação hidráulica predial, conforme a figura 39. (Catálogo Astra, 2010).



Figura 39: Exemplo de aplicação do Sistema PEX
Fonte: Casa Ferreira Gonçalves (2019)

O sistema PEX ao ser comparado com outros sistemas hidráulicos como o PVC e o PPR é mais vantajoso já que não há a necessidade de conexões, pelo fato de os tubos serem flexíveis e poder ser feito curvas nas mudanças de direção, faz com que não ocorram vazamentos nas emendas, pelo fato de não haver emendas.

A adoção dos kits hidráulicos tem o objetivo de simplificar as instalações de modo que elas sejam independentes e não causem interferência nos revestimentos já executados. Na figura 40 é representado três formas de kits hidráulicos industrializados: chicote, lavatório e chuveiro.



Figura 40: Kit chicote, lavatório e chuveiro respectivamente
 Fonte: Possamai J.Z., Back N. (2013)

Segundo o Catálogo Astra 2010, tem-se a Tabela 2 com a relação de itens dos três kits industrializados citados acima, suas descrições e suas composições.

Tabela 2 - Descrição e composição dos kits industrializados

ITEM	DESCRIÇÃO	COMPOSIÇÃO
Chicote	Tubulações em PEX (polietileno reticulado) pré-montadas e testadas dentro da indústria. Os chicotes são usados nas instalações hidrossanitárias da obra.	Tubulação PEX; conexões em latão forjado, montadas e testadas; coifas para vedação; flexível metálico para acabamento no vaso sanitário.
Chassi de chuveiro	Estruturas metálicas pré-fabricadas que posicionam e sustentam os registros e o ponto de chuveiro.	Estrutura metálica em aço galvanizado; travessas metálicas; suporte para registros; registros de pressão e de gaveta; ponto terminal para espera do chuveiro.
Chassi de esgoto	Estruturas metálicas pré-fabricadas que posicionam e sustentam a passagem das tubulações de esgoto e hidráulica.	Estrutura metálica em aço galvanizado; tubulação de esgoto em PVC; passantes plásticos para tubulação PEX; carenagem plástica para acabamento.

Fonte: Possamai J.Z., Back N. (2013)

Para garantir a diminuição de ruídos nas tubulações, um detalhe construtivo a ser seguido no projeto é a não fixação direta e rígida das tubulações nos elementos estruturais e também a aplicação de manta acústica, conforme a figura 41.



Figura 41: Caixa de passagem revestida com manta acústica
Fonte: Aubicon (2018)

É importante que o projeto tenha todas as instalações compatibilizadas para evitar possíveis interferências, que podem gerar retrabalho ou patologias construtivas. A compatibilização também visa facilitar a instalação dos elementos em locais de fácil acesso a possíveis manutenções.

4.10 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

Segundo Calor (2015), baseada em dados do livro University Physics (1992), a condutividade térmica do aço é bem maior comparada a de blocos cerâmicos e a de madeira, o que pode gerar maior desconforto térmico em comparação a residências construídas com métodos tradicionais.

O isolamento termo acústico é um dos fatores essenciais no processo de adaptação do contêiner e existe um leque de opções, conforme a figura 42, que garantem conforto ao usuário dentro do ambiente da edificação de forma que nenhum fator externo interfira na situação interna.

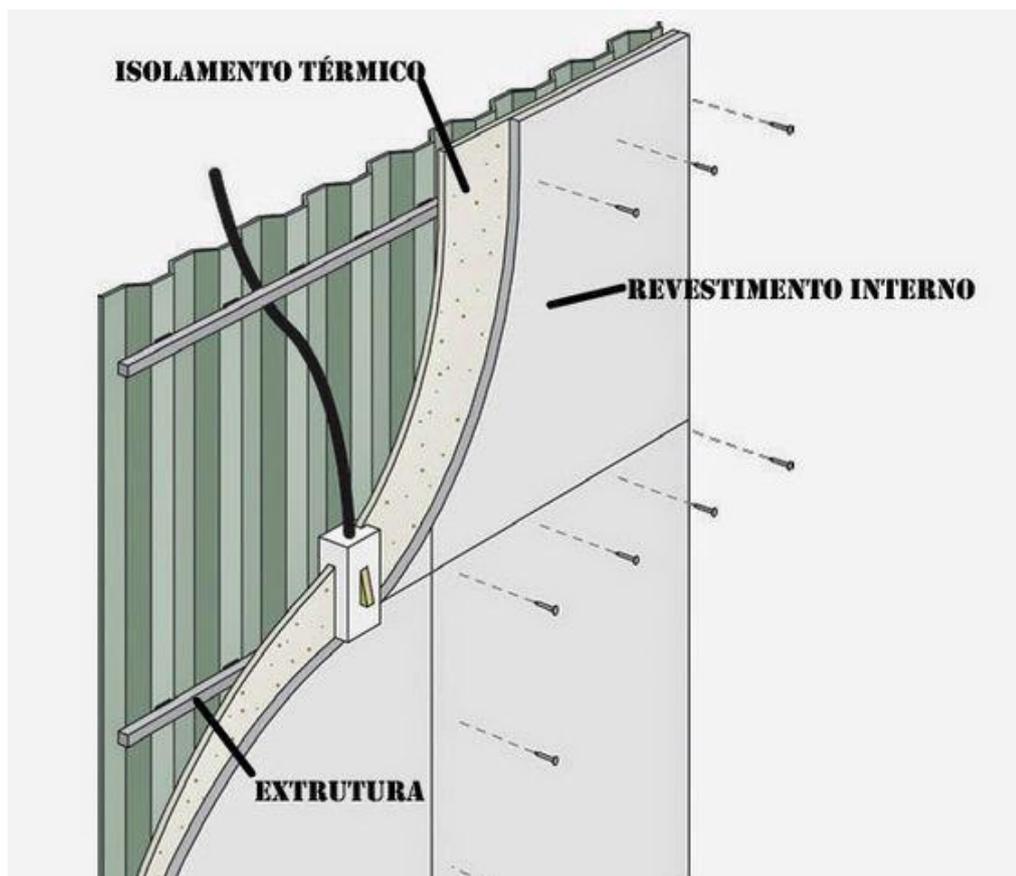


Figura 42: Camadas da parede
Fonte: R.A.V. Projects (2017)

Os materiais utilizados para o tratamento termo acústico pode ser realizado internamente e externamente, nas paredes e teto, através da aplicação de lã de vidro, lã de rocha, EPS (poliestireno expandido), espuma de poliuretano (PU) ou lã de pet, conforme a tabela 3.

Tabela 3: Aplicação de materiais para tratamento termo acústico

Material	Tratamento Térmico	Tratamento Acústico
Lã de Vidro	Adequado	Adequado
Lã de Rocha	Adequado	Adequado
Lã de PET	Adequado	Adequado
Espuma de Poliuretano	Adequado	Adequado
EPS	Adequado	Inadequado

Fonte: Adaptado de ISOVER, ISOPUR, TRISOL, KNAUF, 2016

O contêiner do tipo Refrigerated, conta com o isolamento térmico e acústico nas constituições de fábrica, que é constituído de um revestimento de 7cm a 15cm de poliuretano injetado (PU), mesmo material que veda as paredes da geladeira, no teto e em todas as laterais, porém é comercializado por um preço mais elevado.

Nesse projeto são utilizados contêineres do tipo Dry e foi escolhida a aplicação de isolamento termo acústico na parte interna das paredes e teto, de forma que a parte externa preserve o formato das chapas de aço. Entre os materiais isolantes, foi

adotada a utilização de lã de PET, conforme a figura 43, por ser um material reciclado e sustentável, que possui as mesmas características que os demais.



Figura 43: Lã de PET usado no isolamento térmico dos contêineres
Fonte: Miranda Container (2019)

Além disso, foi adotado a utilização de tintas isolantes térmicas nas paredes externas e na cobertura foi adotado outro método de isolamento térmico conforme especificado no item de forro e teto.

4.11 ESQUADRIAS

A locação das esquadrias é foi de grande importância no layout da residência, de forma que possa ser aproveitada a luz solar para iluminação natural e gerar economia de energia, e complementar o uso de placas fotovoltaicas. Foram adotadas janelas que vão do piso ao teto, a fim de melhorar incidência de luz e agregar valor estético a residência, conforme a figura 44.



Figura 44: Esquadrias do piso ao teto
Fonte: Viva Decora (2018)

A análise da incidência de ventos na região da residência pode gerar informações que otimizem a posição das janelas na casa, de modo que correntes de vento sigam um fluxo no interior dos ambientes e também auxiliem no conforto térmico.

4.12 FORRO E TETO

Um fator importante a ser analisado é a questão do fechamento superior, que tem vedação para infiltração de água, entretanto não possui inclinação necessária conforme exigida pela NBR 8039:1983, que promove o escoamento devido de água pluvial.

Na parte superior externa dos contêineres foi idealizado um telhado verde, com cobertura vegetal que também auxiliam no conforto térmico da residência, conforme a figura 45.



Figura 45: Exemplo de Telhado verde adotado no projeto
 Fonte: Green Roof Shelters (2018)

O telhado verde tem construção simples através de uma forma, camada de proteção, camada de impermeabilização, camada de drenagem, camada de substrato e camada de vegetação, conforme a figura 45.

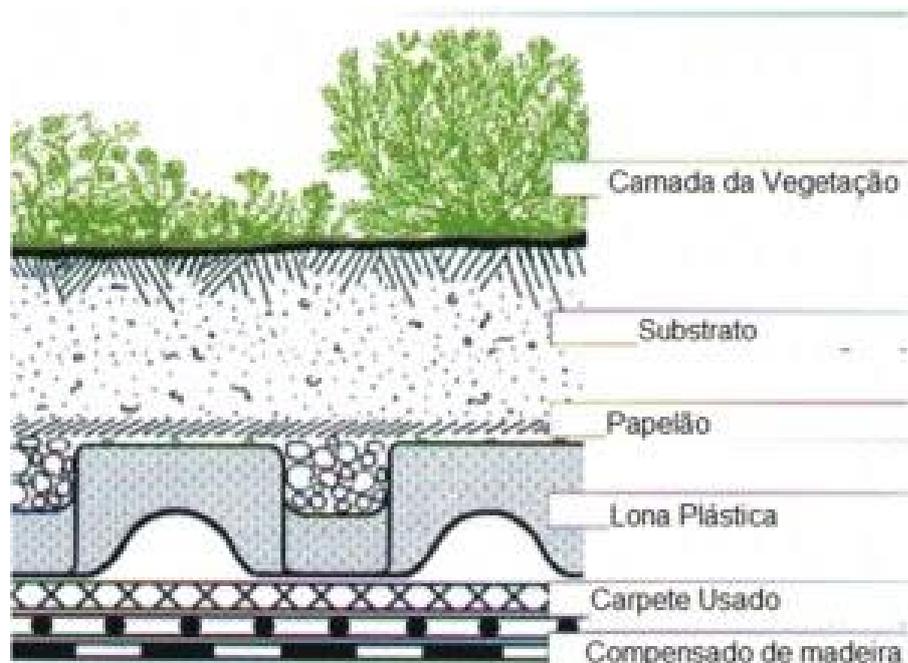


Figura 45: Camadas do telhado verde
 Fonte: Elena Raleitão (2011)

Um sistema de captação de água pluvial foi instalado em conjunto com o sistema de drenagem do telhado verde, de forma que o problema inicial de acúmulo de água no teto tenha um destino final sustentável e possa ser reaproveitada.

4.13 PISO

O contêiner do tipo Dry é fabricado com um piso do tipo compensado naval, composto por várias chapas de madeira, que garantem resistência e leveza. Podem ser aplicados pisos utilizados em construções convencionais, como cerâmica ou porcelanato, através da aplicação de argamassa de assentamento piso sobre piso.

Nesse projeto foi escolhida o próprio compensado naval aparente como piso da residência conforme a figura 46, uma vez que ele apresenta vantagens como durabilidade, resistência a umidade e empenamento. É necessário apenas o tratamento com lixamento para remoção de impurezas e aplicação de verniz para aumentar sua durabilidade e garantir um acabamento melhor.

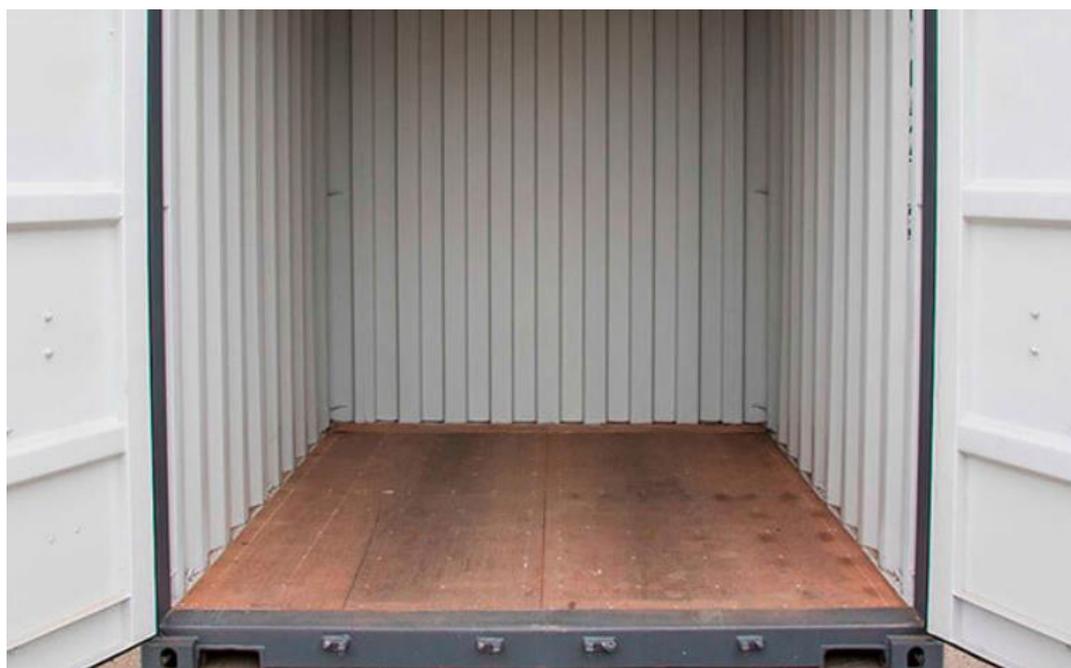


Figura 46: Compensado naval
Fonte: 4TRUCK (2019)

4.14 FECHAMENTO INTERNO

Além dos revestimentos responsáveis pelo isolamento termo acústico dos containers, há também os revestimentos, que são incumbidos de conferir um maior cuidado estético ao container como o drywall, mdf, placas cimentícias ou pvc. Nas paredes internas do contêiner e nas divisórias optou-se pela utilização de paredes de drywall

conforme as figuras 47, que é um método de vedação que facilita as customizações da área da residência, além de obter alta produtividade e baixo desperdício por se tratar de peças pré-fabricadas.

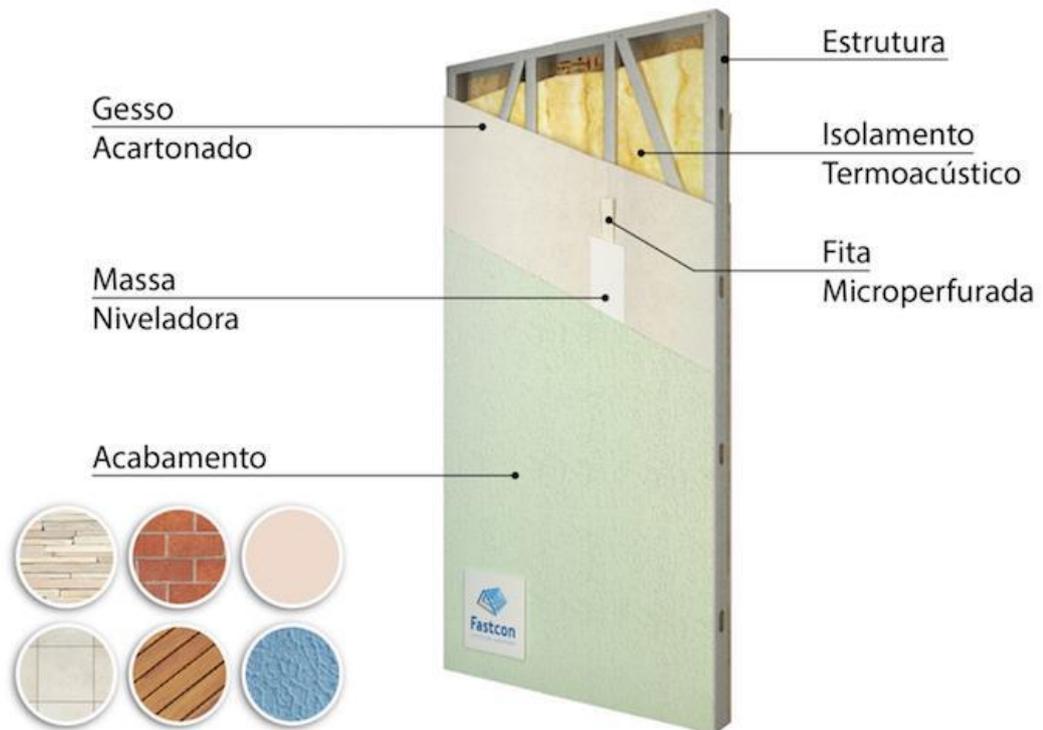


Figura 47: Componentes de uma parede drywall
Fonte: FASTCON, (2018)

Nos ambientes molhados, assim como ocorre nas construções convencionais, há necessidade de evitar contato direto com a água. Para isso, existem chapas de gesso com maior resistência à umidade, denominada como gesso verde, que ainda pode receber o assentamento de azulejos cerâmicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi possível analisar a implantação do método construtivo de contêiner, as adaptações necessárias e as técnicas empregadas para que o resultado final seja vantajoso em relação ao uso do método construtivo tradicional utilizado no Brasil.

A escolha desse método foi motivada pelo ótimo custo-benefício, que pode ser verificado através de comparativos uma redução de 30% do custo final da obra e diminuição do cronograma de execução entre 20% e 50%, em comparativo a uma construção convencional em concreto armado e alvenaria de vedação.

A racionalização e industrialização da construção pode ser observada em várias etapas do projeto, como a aplicação de revestimento de peças pré-fabricadas de drywall como acabamento e otimização das instalações. A utilização de kits hidráulicos e sistema PEX nas instalações hidro sanitária e instalações elétricas aparentes, possibilitaram redução do tempo de execução e praticidade.

A atuação sustentável na construção civil tem início na aquisição do contêiner, em que o reaproveitamento da sua estrutura evita o descarte inadequado na natureza e também possibilita a redução de utilização de matérias e geração de resíduos resultantes da construção civil.

Esse método construtivo foi adotado junto a implantação e integração de sistemas sustentáveis e renováveis. A utilização de telhados verdes e material reciclado como isolantes foi uma alternativa competente para o conforto termo acústico. O posicionamento das esquadrias permitiu ventilação cruzada e também aproveitamento da luz solar para economia de energia.

O ótimo custo-benefício devido à redução de custo e tempo final de construção aliado aos seus aspectos sustentáveis, demonstra que é um método construtivo viável e uma alternativa frente ao que já existe no mercado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 8039:1983 – Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa. Procedimento**. Rio de Janeiro, 1983.

AGUIRRE, L. M.; **Habitando o container – Living Inside The Container**. / Lina de Moraes Aguirre, Juliano Oliveira, Celina Britto Correa. – 7º Seminário Internacional NUTAU 2008 – ESPAÇO SUSTENTÁVEL – INOVAÇÕES EM EDIFÍCIOS E CIDADES, São Paulo: NUTAUUSP, 2008.

ALMEIDA, Alexandre F. **HISTÓRIA DA CRIAÇÃO E ORIGEM DO CONTAINER**. UNISA – Universidade de Santo Amaro, Santo Amaro, 2010.

ARCH DAILY. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/>>. Acesso em: 14 outubro. 2019.

ARCH TREND. Disponível em: <<https://archtrends.com/blog/construcao-em-container/>>. Acesso em: 20 outubro. 2019.

BRASIL COMEX, Portos brasileiros têm 5 mil contêineres abandonados. Disponível em:<<http://www.brasilcomex.net/integra.asp?cd=3521>>. Acesso em: 07 outubro. 2019.

CALORY, Sara Queren Carrazedo. **Estudo de contêineres em edificações no Brasil**.

2015. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6855/1/CM_COECI_2015_2_35.pdf>. Acesso em: 15 outubro. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DE CONTÊINERS. Disponível em <http://www.cbccontainer.org/cbc/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid>. Acesso em: 21 novembro. 2019.

CHAVES NA MÃO. Disponível em: <<https://www.chavesnaao.com.br/dicas-e-reformas/tubulacao-eletrica-aparente/>>. Acesso em: 17 outubro. 2019.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcaosustentavel/show.asp?ppgCode=901B3EB3-D178-4BC8-A324-77891D26BAAB>>. Acesso em: 15 outubro. 2019.

CONTAINER CITY. **Container City II.** Disponível em: <<http://www.containercity.com/projects/container-city-ii>>. Acesso em: 27 maio. 2018.
CONTAINER LAB. Disponível em: <<http://www.containerlab.com.br/blog/>>. Acesso em: 14 outubro. 2018.

CONTAINERTECH, **Insulating a Shipping Container.** Disponível em: <<http://containertech.com/about-containers/insulating-a-shipping-container/>>. Acesso em: 27 outubro. 2019.

DC LOGISTICS BRASIL. Disponível em: <<https://dclogisticsbrasil.com/containers-transporte-maritimo/>>. Acesso em: 21 outubro. 2019.

DG, FERNANDA. **Tipos e medidas de containers para construção.** 2017. Disponível em: <<http://dicasdearquitetura.com.br/tipos-e-medidas-de-containers-para-construcao/>>. Acesso em: 15 outubro. 2019.

ECOCASA, Telhado Verde. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/category/telhadoverde>>. Acesso em: 29 outubro. 2019.

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUTIVO, 16, 2016, São Paulo. **Arquitetura de container: Reutilização para construção civil.** Anais eletrônicos. Porto Alegre: ANTAC, 2016, p. 5326-5336. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_553.pdf>. Acesso em: 22 setembro. 2019.

ESTADÃO. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,portos-brasileiros-tem-5-mil-containers-abandonados,405796>>. Acesso em: 19 outubro. 2019.

FOSSOUX, E.; CHEVRIOT, S. **Construir sua casa container.** 2. ed. Paris: Eyrolles, 2013.

GUEDES, Rita (1); BUORO, Anarrita Bueno (2). **Reuso de containers marítimos na construção civil.; Iniciação** - Revista de iniciação científica, Tecnológica e artística – Vol. 5 n° 3 – Edição temática em sustentabilidade Dezembro 2015.

GUIA CASA CONTAINER. 2015. Disponível em: <<https://www.guiacasacontainer.com/blog/>>. Acesso em: 14 outubro. 2019.

INFOMONEY. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/deficit-habitacional-e-recorde-no-brasil/>>. Acesso em: 19 outubro. 2019.

LACERDA, Bruno Vieira de. **Projeto de casa contêiner utilizando conceitos ambientalmente sustentáveis.** 2016. 47f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7248/1/casacontainerconceitos sustentaveis.pdf>>. Acesso em: 17 outubro. 2019.

LAURIANO, Lucas Amaral. **Como anda a gestão da sustentabilidade no setor da**

construção? Nova Lima, 2013. Disponível em: <<http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Relat%C3%B3rios%20de%20Pesquisa/Relat%C3%B3rios%20de%20pesquisa%202013/RP1301.pdf>>. Acesso em 24 outubro. 2019.

LIMA, Luiz; SILVA, José. **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal por casas containers: uma medida possível.** Janus, n.21, p.61-75, jan.- jun. 2015. Disponível em: <<http://unifatea.edu.br/seer3/index.php/Janus/article/view/355/328>>. Acesso em: 24 outubro. 2019.

MAZZONETTO, Larissa. **Casa container: estudo de caso.** Disponível em: <<http://www.cursosemarquitetura.com.br/noticias/62/casa-container-estudo-de-caso>>. Acesso em: 10 outubro. 2019.

MINHA CASA CONTAINER. Disponível em <<https://minhacasacontainer.com/>>. Acesso em: 14 outubro. 2019.

MIRANDA CONTAINER. Disponível em: <<https://mirandacontainer.com.br/historia-completa-containers/>>. Acesso em: 19 outubro. 2019.

PINHO, M. O.; **Transporte e montagem.** / Mauro Ottoboni Pinho. – Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2005.

RESIDENTIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER. Disponível em: <<http://www.residentialshippingcontainerprimer.com/focus%20it>>. Acesso em 14 outubro. 2019.

SANTIAGO, A. K.; **Steel framing: arquitetura.** / Alexandre Kokke Santiago, Arlene Maria Sarmanho Freitas, Renata Cristina Moraes de Crasto. – Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012.

TIGRE, **Sistema Flexível PEX**. Disponível em:<<http://www.tigre.com.br/agua-fria/sistemaflexivel-plex>>. Acesso em: Acesso em 10 novembro. 2019.

UP CONSTRUTORA CONTAINERS. Disponível em:
<<http://upcontainers.com.br/blog/>>. Acesso em: 18 outubro. 2019.