

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAHIA

Ministério da Educação
Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

**DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES**

**CAUÃ SOUZA MARTINS DOS SANTOS
FELIPE GABRIEL SANTANA MONTEIRO**

**PROJETO DE HABITAÇÃO EM CONTÊINER COMO UMA
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ÀS CONSTRUÇÕES DE ALVENARIA**

**SALVADOR
2023**

**CAUÃ SOUZA MARTINS DOS SANTOS
FELIPE GABRIEL SANTANA MONTEIRO**

**PROJETO DE HABITAÇÃO EM CONTÊINER COMO UMA
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ÀS CONSTRUÇÕES DE
ALVENARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
IFBA - Campus Salvador, como requisito para
obtenção do título de Técnico em Edificações.

Orientadora: Profa. Regina Leite
Coorientadora: Profa. Rafaela Izeli

SALVADOR
2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR DEPARTAMENTO
ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - EDIFICAÇÕES

CAUÃ SOUZA MARTINS DOS SANTOS
FELIPE GABRIEL SANTANA MONTEIRO

PROJETO DE HABITAÇÃO EM CONTÊINER COMO UMA ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL ÀS CONSTRUÇÕES DE ALVENARIA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Regina Maria Cunha Leite (orientadora) _____
Doutora em Gestão e Tecnologia Industrial - SENAI / CIMATEC
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador

Maria do Carmo Baltar Esnaty de Almeida _____
Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela UFBA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador

Marion Cunha Dias Ferreira _____
Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela Escola Politécnica da UFBA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a nossas famílias, que é o sustento e a fundação para as conquistas e realizações.

Agradecemos a nossa orientadora Regina pelo carinho, confiança e ensinamentos por todos esses anos de curso.

Agradecemos a nossa coorientadora Rafaela pelos ensinamentos em metodologia que sem eles não permitiram a elaboração desse trabalho. Além disso, pela sua dedicação nas demais matérias que leciona.

Agradecemos às professoras Marion e Carmita por comporem a banca deste trabalho de conclusão de curso, e também por lecionarem para nós durante o prosseguimento do curso.

Agradecemos ao IFBA pelas experiências vivenciadas e também pelo ensino acadêmico que será fundamental em nossas vidas.

Por fim, agradecemos a natureza pela sua beleza, majestosidade, bondade e pelo curso das coisas que nos moldaram até aqui. Desde a primeira vez que colocamos nossos pés em uma instituição de ensino no jardim de infância e passamos a enxergar o mundo com mais cor devido a beleza do conhecimento sobre o universo que tanto temos a aprender, para cada amigo feito no trajeto, mesmo aqueles que já não se encontram mais em nossas vidas, e para professor eternizado em nossos corações. Sem isso seríamos seres humanos diferentes.

A natureza deve ser experimentada
através do sentimento
(Alexander von Humboldt)

RESUMO

A mudança climática presenciada nos dias atuais evidenciou a grande parcela de responsabilidade que a construção civil possui na poluição do planeta, sendo necessária a busca de novos métodos construtivos que possuam um impacto ambiental menor. A reutilização de contêineres na construção vem ganhando espaço no mercado e se apresenta como uma alternativa por. Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo a análise comparativa e orçamentária entre o método construtivo em alvenaria e a sua substituição por contêiner. Para atingir esse objetivo, foi realizado um projeto de arquitetura em contêiner, e utilizando-se da Lista SINAPI, foram orçados os materiais de ambos os métodos construtivos. Os resultados dessa análise comparativa permitem afirmar que uma construção feita em contêiner atende os requisitos da norma de desempenho das edificações NBR 15575, porém ainda apresenta um custo ligeiramente maior do que uma construção em alvenaria para a cidade de Salvador.

PALAVRAS CHAVES: Contêiner; Habitação; Sustentabilidade; Construção Civil

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Anúncio da Andrade Gutierrez (1972).....	15
Figura 2: Principais geradores de Resíduos de Construção.....	18
Figura 3: Future Shack.....	20
Figura 4: High Sierra Rock Cabin.....	20
Figura 5: Primeira casa em contêiner do Brasil.....	21
Figura 6: Contêineres em Xangai.....	21
Figura 7: Diferentes tipos de combinações de contêiner devido a sua modularidade.....	24
Figura 8: Possibilidades de aberturas no contêiner.....	25
Figura 9: Telhado verde em um contêiner.....	26
Figura 10 : Mapa das zonas bioclimáticas brasileiras.....	28
Figura 11 : Edifícios alugados para a escola no.....	30
Figura 12: Projeto de arquitetura primeiro pavimento.....	31
Figura 13 : Cronograma de atividades conjuntas com o posicionamento dos módulos.....	32
Figura 14 : Cronograma completo da entrega do prédio.....	33
Figura 15 : Fachada após o acabamento.....	33
Figura 16 : Pesquisa com alunos sobre os maiores desconfortos do contêiner...34	
Figura 17 : Pesquisa com alunos sobre as preferências no colégio Taquara.....34	
Figura 18: Terreno utilizado no projeto.....	38
Figura 19: Planta de implantação do projeto.....	38
Figura 20: Planta do pavimento térreo com os recuos estabelecidos pela LOUOS. 40	
Figura 21: Planta do pavimento térreo.....	42
Figura 22: Planta do pavimento superior.....	43
Figura 23: Planta de cobertura.....	44
Figura 24: Fachada Oeste.....	44
Figura 25: Gráfico de comparação dos custos entre os serviços levantados.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Unidades dos diferentes tipos de contêineres.....	23
Quadro 2 : Estratégias de condicionamento térmico.....	29
Quadro 3: Definições sobre os parâmetros de ocupação do solo.....	37
Quadro 4: Parâmetros de Ocupação do Solo definidos pela LOUOS para a Zona Predominantemente Residencial 3.....	37
Quadro 5: Parâmetros de ocupação do solo do projeto.....	45
Quadro 6: Dimensões das esquadrias utilizadas no projeto.....	45
Quadro 7: Levantamento de materiais da solução em contêiner.....	46
Quadro 8: Levantamento de materiais da solução em alvenaria.....	46
Quadro 9: Orçamento da solução em contêiner.....	49
Quadro 10: Orçamento da solução em alvenaria.....	49
Quadro 11: Relação entre etapas construtivas e as soluções comparadas.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSC	Container Safe Convention
CUB	Custo Unitário Básico
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LOUOS	Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo
ONU	Organização das Nações Unidas
ORSE	Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 A QUESTÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	13
3 A UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES PARA HABITAÇÃO.....	19
3.1 NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS (NBR 15575).....	27
3.2 REFERÊNCIA DE PROJETO EM CONTÊINER.....	30
4 PROJETO DA UNIDADE HABITACIONAL.....	36
5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HABITAÇÃO CONSTRUÍDA EM ALVENARIA E EM CONTÊINER.....	46
5.1 ASPECTO ECONÔMICO.....	48
5.2 ASPECTO AMBIENTAL.....	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICE A - PAVIMENTO TÉRREO DO PROJETO COTADO.....	59
APÊNDICE B - PAVIMENTO SUPERIOR DO PROJETO COTADO.....	60
APÊNDICE C - CORTE AA DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO.....	61
APÊNDICE D - CORTE BB DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO.....	62
APÊNDICE E - ELEVAÇÃO FRONTAL DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO.....	63
APÊNDICE F - ELEVAÇÃO LESTE DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO.....	64
APÊNDICE G - VISTA 3D DO PROJETO.....	65
APÊNDICE H - VISTA 3D DO PROJETO.....	67
APÊNDICE I - VISTA 3D DO PROJETO.....	68
APÊNDICE J - TERRENO ONDE O PROJETO FOI IMPLANTADO.....	69

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o cimento, principal componente do método construtivo em alvenaria, está tendo sua hegemonia na construção civil questionada. O método da alvenaria consiste na construção de estruturas e de paredes unidas entre si por argamassa. Estas unidades podem ser blocos de cerâmica, de vidro, de concreto, pedras, tijolos etc. Apesar de ser um método construtivo tradicionalmente aplicado dentro da construção civil, a predominância de sua utilização começa a reduzir após uma série de indícios e posteriores comprovações dos malefícios provenientes de sua utilização nas cidades como fenômenos de ilhas de calor e a falta de permeabilidade da chuva. Em paralelo a isso, o crescente aumento da população fez com que cada vez mais as habitações se verticalizassem e, conseqüentemente, a população está procurando espaços menores para morar. Essa junção tornou as edificações cada vez mais caras e também insustentáveis, se tornando uma fonte de problemas ambientais como a já mencionada ilha de calor.

O Brasil é um país que pouco faz para reciclar seus resíduos gerados pelas construções, apesar das diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (CONAMA, 2002), marcado pela omissão das prefeituras, negligência e falta de técnica, como constatado por Levi Torres (2023). É estimado pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon) que apenas 21% dos resíduos são reciclados, podendo esse número chegar a 98% (Abrecon, 2019), processo que só irá progredir com a devida atenção e investimento para alternativas sustentáveis que diminuam a geração de resíduos.

Essa grande quantidade de resíduos é, em sua maioria, produzida pela população em reformas e reparos, que devido à complexidade das edificações em alvenaria e a grande dependência do ser humano em edificar esse tipo de habitação, acabam gerando uma poluição ambiental exagerada. Sendo assim, é fundamental que sejam pensadas e elaboradas novas formas de se lidar com a construção, buscando métodos construtivos alternativos e sustentáveis que consigam suprir as mesmas necessidades atendidas pelos métodos tradicionais, mas sem que isso prejudique o meio ambiente. Podendo assim colaborar para reduzir a utilização em massa do cimento e produtos similares utilizados em conjunto a ele, o que é endossado por

Carneiro, Cassa e Brum (2001, *apud*. Romano; Paris e Júnior, 2014) : "A reciclagem ou a reutilização de resíduos sólidos na construção transformou-se em uma realidade e seu uso consciente numa necessidade".

Dessa forma, uma das alternativas promissoras à construções em alvenaria é a reutilização de contêineres. Os contêineres são grandes caixas de metal ou madeira, geralmente de grandes dimensões, destinadas ao acondicionamento e transporte de carga em navios, trens etc. Eles começaram a ser utilizados como uma forma de armazenar mercadorias para o transporte no comércio marítimo com o americano Malcom McLean na década de 1950. Ele buscava resolver um problema milenar de transporte de mercadorias e implementou essa solução para a sua empresa, a falta de padronização dos meios de armazenamento de produtos de diferentes países tornavam impossível o transporte de alguns produtos industrializados. A alternativa encontrada por McLean revolucionou a forma como os países se industrializam, afinal, com o transporte de mercadorias pesadas sendo possível graças ao contêiner, mais trocas comerciais são feitas após sua adoção.

De acordo com a ONU (2020), mais de 80% do comércio de mercadorias globalmente é realizado pelo mar, o que sinaliza o nível de utilização do contêiner globalmente. O contêiner, porém, possui um tempo de vida muito curto em comparação à grande quantidade de demanda que ele possui, o que é referenciado por Giovana Milaneze (2012) : "Sua vida útil na cadeia logística é de 10 anos ocasionando um impasse quanto à destinação final deste dispositivo de forma correta."

O problema gerado pela sua curta vida na cadeia logística é o desperdício de grandes toneladas de ferro em boas condições de utilização, o que acaba contribuindo com a poluição no meio ambiente. Com isso em mente, a reutilização dos contêineres como habitação pela construção civil é promissora devido à grande quantidade de matéria prima disponível. Um dos benefícios que a sua utilização traz é a velocidade da obra, podendo-se construir uma edificação segura em momentos de crises e problemas ambientais.

Levando tudo isso em consideração, se comprova a importância do estudo e da aplicação da reutilização do contêiner como uma alternativa sustentável e promissora para a elaboração e execução de projetos habitacionais na construção

civil, pois devido à sua curta vida útil na utilização comercial, há uma grande quantidade de material que é descartada, o que representa um grande desperdício de material e de oportunidade de reaproveitamento, como diz Sotelo (2012) :

Os Contêineres como material construtivo já vêm com paredes, piso e teto prontos e isso pode gerar uma economia significativa, bem como acelerar outras etapas da construção de um imóvel. Por ser um material inovador e por contribuir com a preservação ambiental sua reutilização se apresenta como uma alternativa sustentável para a construção civil.

O atual cenário global de crise climática revela a necessidade e a urgência de conceber, criar e utilizar novas tecnologias que diminuam os danos causados à natureza pela humanidade, e a adoção de métodos construtivos alternativos é uma dessas ferramentas. Além de evitar que o contêiner seja descartado, a sua reutilização também previne a geração de resíduos e a repetição de processos insustentáveis de exploração agressiva da natureza e de emissão de gases provenientes do processo de extração e confecção do concreto.

Somando-se a isso, essa alternativa construtiva é compatível e pode ser combinada facilmente com outras tecnologias sustentáveis, como a implantação de placas solares, telhados verdes e sistemas de reaproveitamento de água pluvial. Desta forma, além de contribuir com a sustentabilidade e a eficiência energética, a sua adaptabilidade permite que se tenha conforto termo-acústico, sua praticidade permite que as instalações sejam feitas rapidamente e facilmente, sua estrutura autoportante garante segurança e durabilidade.

Diante dessas problemáticas, a utilização de contêineres em habitações é uma alternativa promissora devido uma série de características: é uma edificação rápida de ser construída; em grande maioria dos casos a fundação necessária são rasas como radiers, sapatas corridas ou vigas baldrames (Júnior, 2017); a utilização pontual de cimento permite uma obra mais limpa e com poucos desperdícios; a demanda por residências pequenas faz com que o contêiner seja uma opção e a possibilidade de implementar um sistema de reaproveitamento da água da chuva e geração de energia elétrica a partir da energia solar.

Para verificar a viabilidade da utilização do contêiner em habitações, adotou-se uma pesquisa de cunho descritivo e comparativo, feita a partir da análise e comparação

das características do contêiner com o método construtivo em alvenaria. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica para esclarecer o atual estado da arte do tema da reutilização de contêiner na construção civil, pesquisando os principais autores que tenham produzido materiais sobre o tema, desde análises descritivas a estudos de caso.

Também foi pesquisado a respeito dos impactos ambientais provocados pela indústria da construção civil, em especial as construções feitas em alvenaria. Além dessa consulta bibliográfica, levantou-se os preços do mercado relativos aos módulos de contêineres e suas respectivas dimensões. Logo após, foi elaborado um projeto de construção de uma residência a partir da reutilização de contêiner, sendo realizada a representação gráfica do projeto através de plantas, cortes e fachadas, que facilitassem a compreensão da proposta através do elemento visual.

Por fim, foram levadas em conta duas alternativas de materiais para a residência, sendo feita a comparação dos casos, considerando a diferença entre os preços dos materiais, os impactos ambientais causados pelos diferentes métodos construtivos e o desempenho da residência quanto a seu conforto termo-acústico e habitacional.

2 A QUESTÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Os impactos da construção civil no meio ambiente são bastante amplos, desde a danificação da estrutura do solo na extração de minerais encontrados no concreto, como a areia (Silva, 2017); até a proliferação de resíduos tóxicos e de lixo nas cidades, sendo esse o impacto mais notável da indústria da construção civil devido à grande quantidade de resíduos produzidos. É estimado que cerca de 50% a 70% dos resíduos gerados nas cidades sejam de construção civil (Ipea, 2012), mostrando assim a importância do planejamento da limpeza urbana para mitigar os impactos da construção civil através da remoção de circulação de resíduos perigosos e a aplicação de políticas de reciclagem.

Após tragédias encontradas na história relacionadas ao negligenciamento do descarte do lixo, a limpeza pública passou a ser um ponto de interesse bastante focal em debates sobre as mudanças climáticas. Em 2007, foi realizada uma roda de conversa por intermédio da ONU e foi destacado que o descarte de resíduos sólidos urbanos se tornou um grave problema ambiental contemporâneo (Gouveia, 2012).

Nos grandes centros urbanos, sempre foi evidente os malefícios que os resíduos sólidos, que é tudo aquilo que é produzido por uma população de uma cidade, podem causar tanto aos seus habitantes quanto ao meio ambiente. O Império Romano, por exemplo, possuía uma atenção ao sistema de esgoto e banheiros públicos, no entanto após a sua queda, a política de planejamento urbano em relação ao saneamento foi esquecida, até ser resgatada na França em 1884 por Eugène Poubelle, que instituiu o sistema de lixeiras urbanas em Paris, o que incentivou políticas públicas ao redor do mundo sobre o descarte de resíduos urbanos (Rosa, 2018).

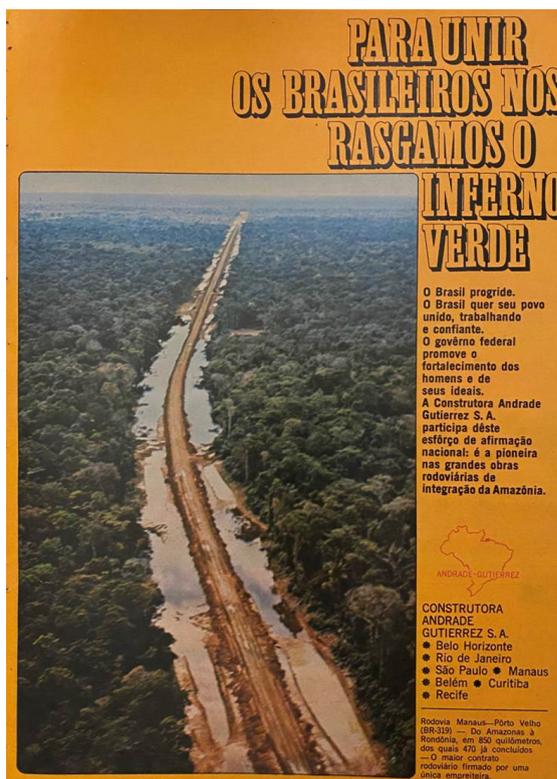
Sendo assim, a atenção com a questão ambiental é bastante recente, com essa preocupação não abrangendo a construção civil por muito tempo. Apesar do constante crescimento provido com a Revolução Industrial no século XIX, que disparou o ramo da construção civil, tornando-o o principal medidor do desenvolvimento de um país, a sensação trazida pelo euforismo da superprodução e da urbanização inibiu a constatação da limitação dos recursos terrestres, teoria já bastante dissecada pelo economista inglês Thomas Malthus (Matos, 2012), e as consequências da destruição do ecossistema debatida pelo ambientalista alemão

Alexander Humboldt (Pazmino, 2023). Isto nos traz até os dias de hoje a consequências graves como a inércia dos agentes públicos ao lidar com o prejuízo ambiental promovido pela construção civil, cidades mal planejadas atormentadas pelos fenômenos de ilhas de calor e inversão térmica, enchentes e poluição atmosférica.

Um exemplo bastante pungente dessa negligência é a aparição tardia no Brasil de um conselho que interliga a construção civil com o meio ambiente, que no caso é o CONAMA, surgido em 1981 a partir da Lei Nº 6.938 (Brasil, 1981), dentro do processo de transição da ditadura militar para uma democracia. Até aquele momento, principalmente devido aos aspectos desenvolvimentistas incentivados na política do país por várias décadas antes do surgimento desse órgão, a construção civil foi a principal responsável pela destruição de várias florestas pelo país, com destaque a Amazônia, conforme é ilustrado na figura 1 em um anúncio da Andrade Gutierrez.

Muitos sintomas que afetam a construção civil pode ser destacado dessa política desenvolvimentista como: o emprego massificado do concreto como único método construtivo, ignorando métodos alternativos que lidem melhor com o ambiente ao redor da construção; o desprezo com o meio ambiente ao afirmar que construir é a resposta para o desenvolvimento; e o desprezo com os seres humanos que habitavam e habitarão aquele local, punindo determinados grupos sociais com as mazelas ambientais, cenário conhecido como racismo ambiental.

Figura 1: Anúncio da Andrade Gutierrez (1972)



Fonte: Instituto Humanitas Unisinos (2020)

Desde então, o CONAMA tem sido o principal agente regulador dos impactos da construção civil no meio ambiente, definindo esses impactos como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” (CONAMA, 1986). Em 2002, o CONAMA fez uma série de avanços legais importantes como a determinação de que o gerador do resíduo sólido de construção deve ser o responsável pelo descarte adequado e também pelo estabelecimento da segregação dos resíduos em diferentes classes, o encaminhamento do lixo para a reciclagem e a proibição do envio a aterros sanitários (CONAMA, 2002). Anteriormente a isso, o poder público era o responsável pelo manejo dos resíduos, o que gerava problemas de limpeza pública e descarte (Pucci, 2006 *apud*. Ipea, 2012).

Sendo assim, desde as empresas que fabricam materiais de construção até as grandes construtoras devem elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC), devendo constar nele como será feito o transporte, o manejo e a destinação final adequada dos resíduos. Porém, muitas empresas apenas elaboraram o plano, nunca colocando-o em prática. (MIRANDA, 2017 *apud*.

Paulino, *et al.*, 2022), o que demonstra a fragilidade do Brasil em aplicar soluções ambientais, como referenciado por Torres (2023), fundador da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon). Para o autor, os governos estaduais têm falhado em estabelecer planos de reciclagem, limpeza pública e descarte adequados dos resíduos da construção civil, como é o caso de São Paulo.

De acordo com dados realizados pela Abrecon em sua pesquisa setorial de 2017, a maior concentração de usinas para processar os resíduos da construção estão localizadas no Sudeste, principalmente no estado de São Paulo. Por ser o estado mais populoso do país, é o estado que possui a maior quantidade de resíduos gerados. Porém, o que se constata é a grande conveniência dos órgãos públicos de fiscalização ambiental em permitir aterros mesmo contra a resolução de 2002 do CONAMA e também a inércia em adotar soluções para a reciclagem, como dito por Torres (2023): “A ideia de que um britador de entulho vai resolver tudo é a mesma há pelo menos 30 anos”.

A fim de minimizar tais problemas, a utilização de materiais recicláveis na construção civil do Brasil começou a ganhar destaque na década de 1990, com as primeiras pesquisas acadêmicas e testes de sua aplicabilidade na fabricação de argamassas, concretos e pavimentação. Já na década de 2000, concentrou-se sobre a variabilidade dos agregados, mesclando a utilização do agregado fabricado e o reciclado (Paulino, *et al.*, 2022).

Logo na década de 1990, foram instaladas as primeiras usinas de reciclagem no país por ação das prefeituras, destacando o importante papel que o poder público precisa ter para incentivar a reciclagem, sendo a primeira localizada em São Paulo. Em 2010, o Brasil criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a partir da Lei Nº 12.305 (Brasil, 2010), para coordenar as ações de descarte e reciclagem dos resíduos e em 2012, o CONAMA incubiu as prefeituras a criarem diretrizes para coordenarem suas ações em respeito ao manejo de resíduos da construção civil (CONAMA, 2012).

Após 17 anos, em 2021, foi publicada a atualização da norma NBR 15116 (ABNT, 2021), que tem como função a classificação dos diferentes tipos de materiais recicláveis, separando eles em em quatro categorias: A, B, C e D. Nessa atualização

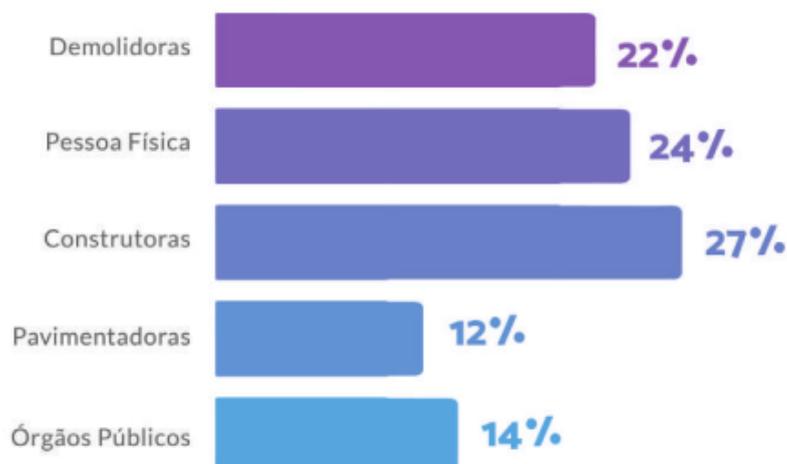
foi permitido a utilização parcial do agregado reciclado junto com o agregado não reciclado, o que incentiva a adoção dos materiais reciclados em um mercado que cada vez mais está em crescimento. Porém, esse incentivo é difícil de ser obtido apenas com a ação do mercado consumidor, pois as peças recicladas possuem uma variação no desempenho, desde a variação na cor até o provável aumento do consumo de cimento para atender ao desempenho desejado, gerando o efeito contrário que se pretendia, já que o cimento é o principal elemento poluente. (Paulino, *et al.*, 2022).

É importante salientar que a maior parte dos resíduos de construção é produzido por pessoas físicas de acordo com os dados da pesquisa setorial da Abrecon (2018), demonstrados na figura 2. Apontando que o prejuízo trazido pelo pequeno consumidor é muito mais alto do que o senso comum imagina. Como construtoras são obrigadas a fazerem o PGRCC, isso acaba incentivando o manejo dos resíduos da construção civil dentro da própria obra, gerando menos prejuízo, o que demonstra a importância de incentivar o descarte correto, a reciclagem, e a utilização de materiais de construção recicláveis pela população (Paulino, *et al.* 2022).

Com isso em mente, o governo regulamentou a PNRS em 2022, através do Decreto nº 10.936/2022 (Brasil, 2022), trazendo algumas alterações em relação a Lei de 2010, para tratar dos resíduos que as pessoas físicas não conseguem descartar - geralmente resíduos de reformas - obrigando as prefeituras a possuírem postos de entrega voluntária. Porém, a PNRS contém problemas graves que ainda precisam ser superados. Torres (2023) aponta que a Política Nacional de Resíduos Sólidos não é suficiente para lidar com o problema dos resíduos, pois com a sua criação foi instituindo aos estados e municípios a criação de planos próprios para gerirem os resíduos sólidos.

Assim, muitos municípios apenas copiam o plano nacional e não adaptam à sua realidade local ou então, sofrem pressões empresariais na sua elaboração, o que ocasiona a falta de uma política pública eficiente fazendo com que os estados terceirizem sua responsabilidade e não consigam identificar a fonte emissora dos resíduos. Ainda, alguns municípios consideram a reciclagem como antieconômica,

fazendo com que o problema ambiental causado pela construção civil se alastre e o



Brasil não consiga extrair todo potencial de reciclagem previsto.

Figura 2: Principais geradores de Resíduos de Construção

Fonte: Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (2018).

Tendo em vista os problemas encontrados para convencer os consumidores a comprarem materiais de construção reciclados; o dano causado por componentes utilizados em conjunto com o cimento como a areia; os efeitos de ilhas de calor causados pelo cimento (Venturini, 2009); a elevada poluição causada por pessoas físicas ao construírem e reformarem suas casas; e a falta de avanços por parte do poder público para lidar com os problemas ambientais causados pela construção civil, outros métodos construtivos vem ganhando destaque como a reutilização de contêineres, que se apresenta como uma alternativa sustentável para construção civil (Sotelo, 2012 apud. Oliveira, et al. 2021.), buscando solucionar o problema de falta de habitação, reciclagem e durabilidade de edificações.

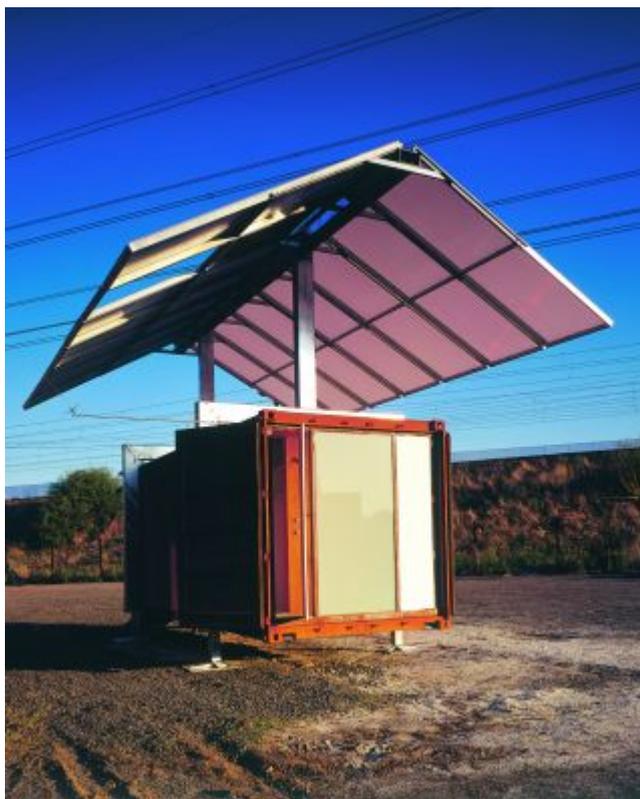
3 A UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES PARA HABITAÇÃO

É difícil determinar seguramente quando os contêineres passaram a ser utilizados como uma forma de moradia, O seu primeiro uso no ambiente da construção civil foi como depósito de materiais no canteiro de obra como o cimento, que precisa ser mantido em ambiente seco, coberto e fechado. É afirmado por Oliveira, *et al.* (2020), que o primeiro uso dos contêineres no contexto habitacional foi feito por militares americanos na década de 1960 para acomodações temporárias em exercícios e incursões de combate. Porém, a defesa do contêiner como método construtivo sempre foi acompanhada pela preocupação da demanda habitacional, surgidos a partir de manifestos arquitetônicos (Carbonari, 2015). Sendo assim, um dos projetos mais antigos em contêiner como habitação é de autoria do arquiteto australiano Sean Godsell (Carbonari, 2015), com a edificação *Future Shack*, apresentada na figura 3, que buscava demonstrar que com apenas um contêiner, era possível ter uma habitação digna para ser utilizada em países em desenvolvimento. Para Godsell (1985), a casa em contêiner tem como justificativa:

A natureza universal do contêiner significa que as casas podem ser armazenadas e facilmente transportadas para todo o mundo. O Future Shack pode ser totalmente erguido em 24 horas. Como arquitetos em democracias estáveis, nossas responsabilidades são razoavelmente claras. Mas, nosso papel naquelas sociedades onde a liberdade foi arrancada pela força, ou onde a natureza devastou cidades inteiras, ou quando gerações de grupos minoritários foram forçados a uma vida de pobreza por causa de uma filosofia política, é nebuloso em comparação.

Outros arquitetos também se destacaram no mesmo período com projetos em contêineres, como o arquiteto norte-americano Wesley Jones com o seu projeto para uma das mais prestigiadas universidades do mundo, a Universidade de *Stanford*, na Califórnia. Um projeto ousado à beira de uma cordilheira chamado de *High Sierra Rock Cabin*, conforme demonstra a figura 4. Projeto esse que serviria para a acomodação de professores e estudantes da Universidade, o que levaria a ele posteriormente a criar um programa para a criação de projetos de casas em contêiner chamado PRO/con ou PROgram CONtainer (Bergdoll, 2008 *apud.* Junior, 2017).

Figura 3: Future Shack



Fonte: Sean Godsell Architects (1985).

Figura 4: High Sierra Rock Cabin



Fonte: Jones Partners (1995).

No Brasil, o primeiro projeto em contêiner que se tem notícia é a própria casa do arquiteto Danilo Corbas, construído em 2009 e demonstrado na figura 5. Segundo ele em uma entrevista concedida ao Correio Braziliense, as suas influências foram:

Gerar contrastes entre o bruto do metal e o bem acabado de outros materiais, além da discussão sobre temas como espaços mínimos para habitação, sustentabilidade e baixo impacto na construção, também influenciaram na decisão de construir minha própria casa em contêiner.

Figura 5: Primeira casa em contêiner do Brasil



Fonte: Globo (2017).

Nos países em desenvolvimento, não é incomum ver os contêineres sendo utilizados precariamente como uma das poucas formas de garantir uma residência. Em Xangai, na China, foi relatada a situação em um bairro de trabalhadores no qual contêineres eram alugados para a geração de renda, trazendo à tona também um problema urbano de segregação espacial, situação que é ilustrada pela figura 6.

Figura 6: Contêineres em Xangai



Fonte: Global Times (2013).

Essa situação em Xangai decorre da cidade possuir a maior movimentação de carga do mundo e, por consequência, uma grande quantidade de contêineres que podem ser empregados para a criação de habitações. Essas condições de fácil acesso aos

contêineres provenientes dos transportes marítimos também são encontradas no Brasil devido à sua grande costa litorânea e sua intensa relação com o comércio marítimo, é apontado por Adelmo Júnior (2017) que o Brasil possui cerca de 5.000 contêineres abandonados devido à uma logística insuficiente.

A maciça utilização de contêineres na atividade de comércio portuário em detrimento de outras atividades comerciais torna a construção utilizando contêiner bastante atrativa para cidades costeiras. Sua utilização é facilitada, ainda, já que os contêineres costumam precisar de fundações rasas para a sua construção, sendo amplamente utilizados radiers, vigas baldrames, sapatas isoladas ou corridas, variando a depender do tipo de solo (Junior, 2017).

Porém, o primeiro aspecto que deve-se prestar atenção antes da reutilização de um contêiner, é a atividade desempenhada por ele anteriormente, visto que ele não foi projetado para servir de habitação, devendo, assim, possuir uma certificação chamada de *Container Safe Convention* (CSC) para evitar contaminações ou a utilização de contêineres deteriorados na construção. O proprietário do contêiner também precisa registrá-lo devidamente ao realizar qualquer tipo de alteração na sua estrutura, devendo possuir os documentos referentes a compra, a Licença de Importação e o Documento de Importação (Abad, 2018).

Os contêineres por outro lado demandam um tratamento antes da sua utilização em edificações, a começar pela pintura que possui não apenas o papel de controle térmico como também de evitar a corrosão da armadura do contêiner, seja pelo salitre ou pela oxidação, ajudando a manter a integridade do metal. (Fernandes, 2005. *apud*. Junior, 2017).

Em seguida, devido o contêiner ser constituído por chapas onduladas, e também para esconder tubulações e eletrodutos, o contêiner é geralmente revestido internamente por madeira, sendo utilizado principalmente o compensado naval aproveitado da sua utilização do transporte marítimo devido à sua alta resistência a água e imunização de ataques de fungos e cupins; ou drywall, esse sendo utilizado apenas em paredes. Para os pisos além da madeira, há a possibilidade da utilização de cerâmica.

Por conta do contêiner ser feito de material metálico, na maioria dos casos de aço patinável, que é um condutor térmico excelente contribuindo para um aumento significativo da temperatura, são utilizados vários tipos isolantes térmicos, como a lã, que pode ser de vidro, de PET e de Rocha para reduzir a variação térmica e ajudar também no desempenho acústico (Junior, 2017). O revestimento externo do contêiner é outro fator crucial para a manutenção do conforto climático dentro da habitação, sendo normalmente revestido com painéis de argamassa armada, chapas laminadas e lambris de madeira utilizados em conjunto com os mesmos tipos de isolamento térmico já mencionados (Carbonari, 2015).

É importante também destacar as alturas dos contêineres. Com a exceção do tipo *Dry High Cube 40* conforme está indicado pelo quadro 1, todos eles possuem 2,59 de altura, o que está abaixo do pé direito mínimo exigido pelo código de obras de Salvador (Salvador, 2017), mas em conformidade com o de São Paulo (São Paulo, 2017), por exemplo. Sendo assim, o pé direito pode ser um empecilho para a aprovação do projeto pela prefeitura.

Quadro 1: Unidades dos diferentes tipos de contêineres.

Tipo	Comprimento	Largura	Altura	Suporte até:
Dry Standard 20	6,06 metros	2,44 metros	2,59 metros	21,92 toneladas
Dry Standard 40	12,19 metros	2,44 metros	2,59 metros	28,78 toneladas
Dry High Cube 40	12,19 metros	2,89 metros	2,89 metros	28,60 toneladas

Fonte: (Santos, 2017.)

Em alguns projetos, para contornar qualquer tipo de necessidade de reforço de estrutura devido ao recorte para o vão da escada, por exemplo, são colocados contêineres na vertical e a escada é destinada para esse espaço.

Uma das características possibilitadas pelo contêiner é a sua modularidade, podendo ser empilhados e arrumados de diferentes maneiras de acordo com a necessidade do projeto, como exemplifica a figura 7 podendo ser empilhados verticalmente até 4 contêineres sem a necessidade de reforço e a possibilidade da

existência de um balanço de até 40% do comprimento do contêiner sem qualquer tipo de apoio (Abad, 2018).

Figura 7: Diferentes tipos de combinações de contêiner devido a sua modularidade



Fonte: (Marques, 2011 *apud*. Junior, 2017)

Os contêineres apresentam a possibilidade de aberturas em suas paredes para todos os tipos de esquadrias ofertados pelo mercado, como redondas, quadradas, retangulares, etc, aberturas essas que são exemplificadas na figura 8. Sendo essas aberturas importantes para a decisão de haver um reforço da estrutura (Rodrigues, 2015 *apud*. Abad, 2018), desde que não haja alteração da estrutura principal do contêiner (Almeida, Neves, 2012 *apud*. Santos, 2017). Além disso, o arquiteto deve se atentar com a zona bioclimática do projeto para dimensionar as aberturas de acordo com a sua região. Os contêineres chegam normalmente na obra parcialmente adaptados com aberturas, molduras soldadas e instalações técnicas embutidas devido às empresas que vendem os contêineres já possuírem os equipamentos necessários para essas modificações (Figuerola, 2013, *apud*. Carbonari, 2015). O tipo de abertura mais utilizado é o de aço com folha de vidro.

Figura 8: Possibilidades de aberturas no contêiner



Fonte: (Carbonari, 2014).

A opção de construir sem a cobertura é um dos aspectos que devem ser mais bem planejados na construção de uma habitação em contêiner, pois como esse método construtivo possui como principal desvantagem o conforto térmico, em dias de verão a temperatura do telhado pode ultrapassar os 70°C (Abad, 2018). Para resolver esse problema, além de um bom isolamento térmico, é preciso promover ventilação adequada ao ambiente. Outro aspecto a ser levado em conta na escolha de uma cobertura para o contêiner é a necessidade do telhado ter uma baixa inclinação, então, costuma-se adotar como solução de cobertura as telhas sanduíche por serem preenchidas de isopor, conseguindo assim um bom isolamento (Pires, 2021).

Além do mais, tendo em vista todos os pontos positivos sobre a reutilização do contêiner, uma excelente combinação de cobertura para ele é a utilização de telhado verde, possibilidade demonstrada na figura 9. Esse é um tipo de cobertura que cada vez mais está ganhando destaque pelas suas qualidades de manutenção do conforto térmico, isolamento acústico, redução do fenômeno das ilhas de calor, solução paisagística e atendimento à crescente necessidade por áreas verdes nas cidades (Silva, 2011 apud. Jesus, 2018), características que fornecem uma excelente combinação com o método construtivo em contêiner.

Estima-se que ao adotar esse tipo de cobertura, haja uma redução entre 1,7°C até 3,9°C (Tomaz, 2005 apud. Jesus, 2018.). Essa opção ainda reduz em cerca de 10% o gasto com a refrigeração, sendo citado por Laina Jesus (2018) que a adoção do telhado verde torna desnecessária a utilização de ar condicionado, com o calor sendo impedido de entrar no verão e de sair durante o inverno (Martins, 2010 apud. Jesus, 2018). Esse telhado também costuma necessitar de uma inclinação muito

pequena, sendo o seu mínimo de 2%. Além disso, uma série de prefeituras pelo país estão beneficiando projetos que busquem adotar o telhado verde como cobertura, reduzindo o preço do IPTU desses imóveis através do projeto IPTU verde, um exemplo disso são as cidades de Salvador (Salvador, 2022) e Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2014).

Figura 9: Telhado verde em um contêiner.



Fonte: Casa Vogue (2018)

Como foi demonstrado, a reutilização de contêineres na construção civil é uma prática versátil e diversa, pois ela pode ser aplicada em situações distintas e oferecer boas condições de habitabilidade para seus usuários. No entanto, é importante ressaltar que para obter essas condições em circunstâncias distintas, é preciso adotar estratégias e cumprir os parâmetros e medidas estabelecidas pela ABNT, que foram criados com o intuito de nortear as decisões de projeto a serem tomadas a fim de que o resultado da obra seja uma edificação com um bom desempenho.

3.1 NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS (NBR 15575)

Uma vez que se tenha adotado como solução a reutilização do contêiner para habitação, é preciso ter atenção com as condições habitacionais que serão oferecidas para seus usuários, de maneira que ao habitar nessas residências, seja proporcionada uma experiência confortável e funcional. É neste sentido que se destaca a importância da norma de desempenho de edificações habitacionais (NBR 15575), pois nela são definidos os critérios e requisitos a serem atendidos nas edificações habitacionais levando em consideração as necessidades dos usuários.

Esses requisitos estabelecidos são relativos à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, de forma que o seu cumprimento ou não impacta diretamente na durabilidade e no impacto ambiental da edificação, bem como no conforto termo-acústico e na saúde do usuário, etc. Desta forma, a fim de garantir tais requisitos, é fundamental que haja uma projeção e avaliação do desempenho das edificações através de estudos e investigações que forneçam dados e interpretações capazes de revelar o comportamento esperado de uma unidade habitacional diante das condições geográficas às quais ela está submetida em interação com as especificações do projeto.

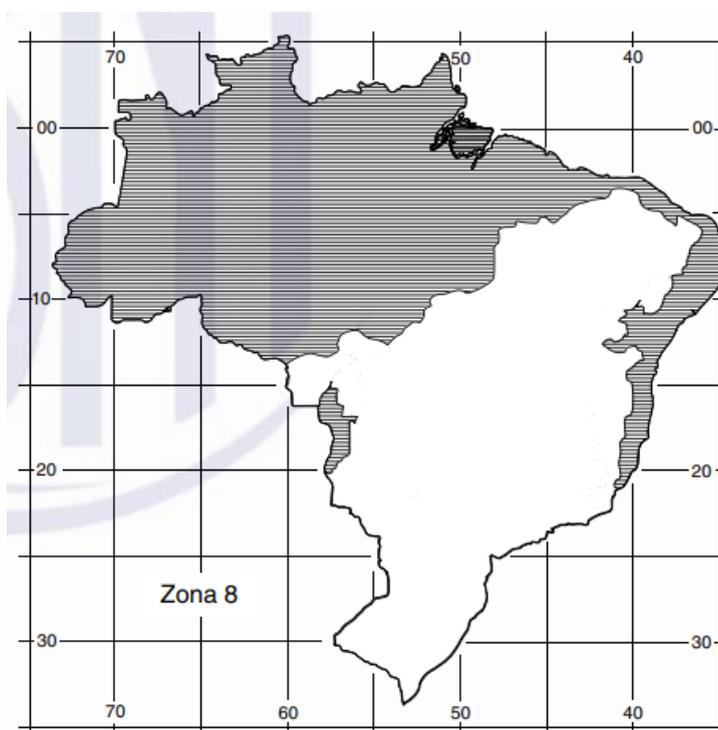
Sendo assim, os materiais utilizados para fazer o revestimento, a quantidade e o posicionamento das esquadrias e, os tipos de tinta a serem utilizadas devem ser escolhidos visando atender os requisitos de desempenho mínimos, intermediários ou superiores estabelecidos pela NBR 15575. Quanto ao revestimento interno, dentre os materiais disponíveis para utilização, o drywall se apresenta como uma alternativa proeminente, pois é possível atingir os requisitos mínimos de desempenho termo-acústico exigidos pela norma, mesmo em ambientes com dormitório, contanto que sejam utilizadas maiores espessuras de paredes internas e seja feita a adição de camadas de lã entre as placas de drywall.

Além da proteção interna, também é recomendada a utilização de pintura externa de coloração clara e brilhante, promovendo maior reflexão das ondas térmicas, evitando o aquecimento excessivo do ambiente interno. Somando-se a isso, a análise da carta solar e da direção predominante dos ventos do local onde está situada a residência torna possível a distribuição das esquadrias dos ambientes de maneira a

aumentar a eficiência energética, evitando gastos financeiros e ambientais causados pela iluminação e ventilação artificiais.

O território brasileiro foi dividido em oito zonas bioclimáticas, e para cada uma delas, foram formuladas recomendações técnicas visando melhorar o desempenho térmico das edificações de acordo com as características climáticas das suas respectivas regiões, incluindo a temperatura, umidade e vegetação. Quanto ao projeto que será apresentado a seguir, a norma estabelece que a região em que a habitação está localizada pertence a zona bioclimática 8, o que é explicitado na figura 10.

Figura 10 : Mapa das zonas bioclimáticas brasileiras



Fonte: (ABNT NBR 15575-1 / 2013)

Sendo assim, as características específicas desta zona serão importantes para a determinação de quais estratégias serão adotadas a fim de se obter um bom desempenho térmico. Conforme estabelece a norma de desempenho térmico de edificações referente ao zoneamento bioclimático brasileiro (ABNT NBR 15220-3), é recomendada adoção de grandes aberturas sombreadas para ventilação, bem como a aplicação da estratégia de condicionamento térmico passivo FIJ, estratégia essa que é explicada no quadro 2. Se baseia na ventilação cruzada permanente, ainda

que, durante o verão, nas horas mais quentes, o condicionamento passivo seja insuficiente e seja necessária a complementação com algum tipo de ventilação artificial.

Quadro 2 : **Estratégias de condicionamento térmico**

UF	Cidade	Estratégia	Zona
BA	Salvador	F I J	8

Estratégia	Detalhamento
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.

Fonte: (ABNT NBR 15220-3 / 2005)

Portanto, para que o conforto térmico seja atingido, é preciso adotar as estratégias de condicionamento térmico compatíveis com a Zona bioclimática e com as características particulares do estado e da cidade em que se localiza a edificação, além de considerar os elementos do entorno da residência para que essas medidas possam ser devidamente aplicadas, preservando o desempenho térmico da residência.

Também é preciso tomar medidas de segurança para prevenção de patologias provocadas pela água, fator crucial na zona 8 que é marcada pela alta umidade. A devida vedação e impermeabilização das esquadrias, atenção especial para áreas de acúmulo de água são ações que irão prevenir a incidência de patologias. Essas são ações que objetivam aumentar a vida útil da construção, processo esse que pode ser otimizado a partir da emissão de um manual de instruções para o usuário, visando cuidar da residência, realizar manutenções periódicas, evitar alterações que

venham a prejudicar o desempenho original, e orientar sobre a maneira de proceder em caso de ampliação da residência sem o comprometimento da edificação.

3.2 REFERÊNCIA DE PROJETO EM CONTÊINER

A fim de se obter uma melhor compreensão sobre o processo de elaboração de um projeto habitacional em contêiner, foi utilizado como referência o estudo de caso da construção da escola para educação básica (Abad, 2018). Optamos pela análise desse projeto parcialmente devido a escassez de materiais disponíveis a respeito de projetos em contêiner com fins habitacionais, mas também porque apesar do estudo se tratar de um projeto de utilização de contêiner para fins institucionais, no caso de uma rede de ensino, são abordados conceitos e aspectos fundamentais da utilização de contêineres que também se aplicam no contexto habitacional.

Os elementos conceituais, históricos e dimensionais do contêiner, bem como as soluções e ferramentas pensadas para resolverem as circunstâncias específicas que se apresentam no caso, representam uma significativa colaboração no entendimento da aplicação da solução em contêiner na construção civil como um todo, incluindo sua utilização em projetos habitacionais.

O projeto em questão se trata de um empreendimento de expansão do colégio Elite, localizado no bairro da Taquara no Rio de Janeiro, cuja localização é apresentada na figura 11. O conjunto dessa unidade escolar consiste na escola que já existia, numa quadra próxima em uma casa ao lado que estava ocupando o terreno onde foi realizada a expansão.

Figura 11 : Edifícios alugados para a escola no

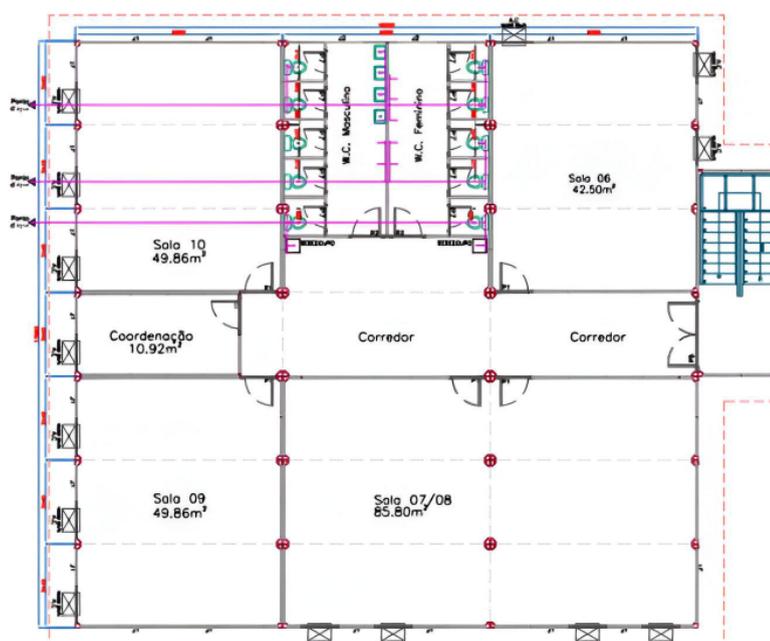


Fonte: (Abad, 2018)

Sendo assim necessária a demolição da casa para o andamento da expansão, que por conta do grande fluxo de estudantes e do calendário escolar, foi estabelecido como objetivo uma expansão rápida da unidade, com previsão de início em julho de 2016 e término em janeiro de 2017, considerando todas as etapas, desde a definição do projeto, a execução, os levantamentos, licitações, etc.

Dessa forma, ao invés de adotar a solução tradicional em concreto armado, a modulação em contêiner foi uma opção promissora devido ao curto prazo para entrega da obra. Sendo assim, a elaboração do projeto foi feita com base nas dimensões dos contêineres disponíveis no mercado, adotando 3 pavimentos em módulo, conforme é apresentado na figura 12, o que torna o processo de locação das peças mais eficaz em termos da velocidade de execução.

Figura 12: Projeto de arquitetura primeiro pavimento



Fonte: (Abad, 2018)

Para decidir como seriam dispostos os elementos da infraestrutura da unidade, foi realizada uma sondagem à percussão, a partir da qual foi desenvolvido o projeto de fundação. O projeto foi feito por uma empresa, especializada em contêineres, que optou pela viga baldrame, um tipo de fundação rasa, que geralmente é o tipo de fundação adotada para projetos em contêiner, podendo se escolher entre a adoção de sapatas, viga baldrame, radier, etc. A fundação foi entregue dentro do prazo,

contemplando diversas etapas desde a limpeza do terreno, a remoção do entulho, e concretagem.

Após a finalização da fundação, se iniciou a etapa da modulação, em que os contêineres foram posicionados ao lado e uns sobre os outros de acordo com o projeto desenvolvido anteriormente. Um aspecto positivo dos contêineres é que eles são autoportantes e atuam como elementos estruturais e de vedação simultaneamente, de maneira que a distribuição das cargas solicitantes ocorre naturalmente pelas extremidades dos contêineres até a base, sendo possível que em alguns casos, devido a modulação e/ou a sobrecarga atuante, haja a adoção de elementos estruturais como pilares no centro do contêiner, que foi a solução adotada neste caso. Quanto ao tempo, a entrega e posicionamento dos módulos são muito rápidos, representando, nesse caso, apenas 8 dias, sendo sua execução paralela com outros serviços da obra, como é apresentado na figura 13.

Figura 13 : Cronograma de atividades conjuntas com o posicionamento dos módulos

ETAPAS DE EXECUÇÃO (PRÉDIO 3 ANDARES - 66 UNIDADES MODULARES)	TEMPO DE ENTREGA (DIAS)								
		1	2	3	4	5	6	7	8
ENTREGA E POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS	8	■	■	■	■	■	■	■	■
ACOPLAMENTO / MONTAGEM DE DIVISÓRIAS / ACABAMENTOS	18	■	■	■	■	■	■	■	■
ELÉTRICA E REDE SECA DE LÓGICA	15		■	■	■	■	■	■	■
HIDRÁULICA	7		■	■	■	■	■	■	■

Fonte: (Abad, 2018)

Paralelamente à modulação, um dos serviços que foi pensado e executado foi a instalação elétrica, que precisou ser bem articulada, visto que por conta do material metálico do contêiner ser um excelente condutor de energia, para se estabelecer um conforto térmico no interior da edificação, foram alugados e instalados 45 aparelhos de ar-condicionado, o que provocou em uma necessidade de carga elétrica elevada, que foi suprida a partir da instalação de um gerador, processo que representou um acréscimo considerável no custo da obra.

Atendendo ao cronograma estabelecido inicialmente, o prédio com 3 andares foi entregue no prazo de 20 dias, um período bem mais rápido em comparação ao tempo que demoraria adotando o método construtivo em alvenaria. No entanto, para entregar a obra ainda faltavam os acabamentos finais e a limpeza, que também

foram executadas com rapidez. Toda a parte de decoração e instalações necessárias para o funcionamento das atividades escolares foram realizadas em 5 dias, conforme ilustra a figura 14.

Figura 14 : Cronograma completo da entrega do prédio

ETAPAS DE EXECUÇÃO (PRÉDIO 3 ANDARES - 66 UNIDADES MODULARES)	TEMPO DE ENTREGA (DIAS)	DIAS ÚTEIS - SEGUNDA À SEXTA																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ENTREGA E POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS	8	■	■	■	■	■	■	■	■												
ACOPLAMENTO / MONTAGEM DE DIVISÓRIAS / ACABAMENTOS	18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ELÉTRICA E REDE SECA DE LÓGICA	15			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HIDRÁULICA	7			■	■	■	■	■	■	■											
COBERTURA	4																			■	■
RETOQUES E ACABAMENTOS FINOS	5																			■	■
LIMPEZA DA OBRA	2																				■

Fonte: (Abad, 2018)

Após a obra ser finalizada e entregue com os devidos acabamentos, demonstrados na figura 15, o calendário escolar chegou no início do ano letivo e as atividades se iniciaram. Conforme os professores, funcionários e estudantes foram utilizando e se adequando a esse novo espaço, foram feitas pesquisas em relação ao desempenho que a edificação estava oferecendo, a fim de se fazer uma coleta de dados para averiguar possíveis vantagens e desvantagens, bem como uma comparação entre a unidade em alvenaria em relação a unidade em contêiner.

Figura 15 : Fachada após o acabamento

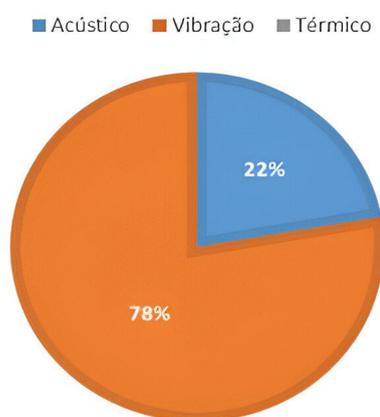


Fonte: (Abad, 2018)

A partir das pesquisas que foram realizadas com os estudantes da unidade escolar, foi possível identificar que grande parte dos usuários sentiram desconfortos devido a condutibilidade do contêiner como demonstra a figura 16. Essa condutibilidade facilita a transmissão de vibrações, sons, e calor, sendo que em relação ao conforto térmico foi possível garantir um bom desempenho devido a instalação de ar-condicionado. No entanto, apesar do desconforto devido às vibrações, a maioria dos estudantes demonstraram preferência com a nova solução em contêiner, em acordo com a figura 17.

Figura 16 : Pesquisa com alunos sobre os maiores desconfortos do contêiner

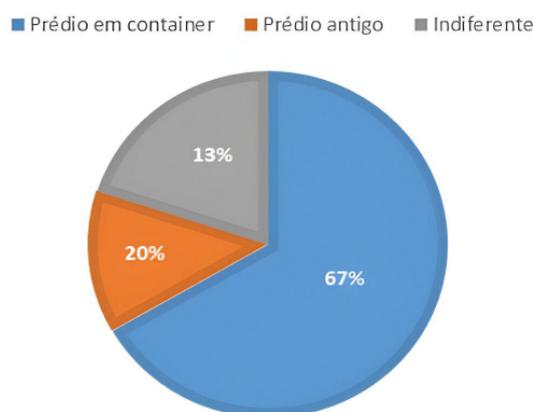
PESQUISA DE SATISFAÇÃO - DESCONFORTOS



Fonte: (Abad, 2018)

Figura 17 : Pesquisa com alunos sobre as preferências no colégio Taquara

PESQUISA DE SATISFAÇÃO - PREFERÊNCIA



Fonte: (Abad, 2018)

Em suma, a partir da análise desse estudo de caso, é possível identificar e analisar diversas nuances da utilização de contêiner para unidades habitacionais, o que é fundamental para a elaboração de um projeto que atenda as necessidades dos usuários e aos requisitos das normas para garantir bons níveis de desempenho. No caso analisado, pode-se afirmar que a decisão pelo método construtivo em contêiner foi motivada pelo curto prazo que a obra deveria cumprir, e que caso não fosse em contêiner, dificilmente os resultados seriam igualmente satisfatórios, o que demonstra uma das principais vantagens desse método construtivo, que é a sua velocidade elevada. Somando-se a isso, com a devida manutenção da edificação, a durabilidade do contêiner também é um ponto forte deste método construtivo.

No entanto, os principais desafios da implantação dessa técnica estão no desempenho acústico, uma vez que, se tratando de uma unidade de ensino, a preservação do silêncio é de suma importância para o desenvolvimento das atividades escolares, e foi constatada a presença de ruídos entre os contêineres, o que pode prejudicar a aprendizagem.

Em relação ao conforto térmico, foi possível contornar a situação a partir da implantação de ar-condicionado, o que também pode ser questionado em termos de impactos ambientais e financeiros gerados a partir dessa refrigeração artificial. Dessa forma, é preciso colocar na balança e ponderar todas as nuances presentes na aplicação de uma solução em contêiner a fim de que se obtenha o melhor resultado possível diante das circunstâncias que se apresentam particularmente em cada projeto.

4 PROJETO DA UNIDADE HABITACIONAL

Para avaliar as vantagens e desvantagens da utilização de contêineres como um método construtivo, foi elaborado um projeto de uma unidade habitacional utilizando técnica de modelagem pelo Revit. É importante destacar a necessidade levantada por trabalhos anteriores para a elaboração de um projeto, orçamento e comparação entre o método construtivo de contêiner e de alvenaria, como foi sugerido na monografia de Santos (2017).

Para ajudar na avaliação, foi atribuída uma localização à edificação que fica no bairro do Barbalho, na cidade de Salvador, localidade indicada pela figura 18. Sendo assim, é possível visualizar melhor o desempenho termo-acústico da edificação, posicionamento solar e o enquadramento da edificação dentro do código de obras da cidade.

A cidade de Salvador dispõe de um documento sobre o zoneamento urbano chamado de Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (LOUOS) (Salvador, 2016), que divide a cidade em diferentes zonas de interesse e busca orientar o crescimento da cidade de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) (Salvador, 2016), estabelecendo critérios e parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, sendo a última versão dessa lei de 2016.

Devido à construção se localizar no bairro do Barbalho, ela se enquadra na Zona Predominantemente Residencial 3, de acordo com o Anexo 02 da LOUOS (Salvador, 2016). De acordo com o artigo 79 da LOUOS, cada localidade da cidade possui um limite de altura máxima permitida que não está vinculada à sua zona, mas à topografia do terreno e à circulação de ar pela cidade (Salvador, 2016). Para a localidade específica do projeto é limitada a altura de 12 metros.

Devido a LOUOS, as edificações construídas na cidade também devem se preocupar em relação com a sua arquitetura para que ela possa atender os parâmetros estabelecidos de acordo com a sua Zona, que são definidos pelo Artigo 77 (Salvador, 2016), sendo assim as edificações devem se preocupar com o coeficiente de aproveitamento, índice de ocupação, índice de permeabilidade e recuos mínimos, que são definidos e indicados, respectivamente, no quadro 3 e no quadro 4.

A edificação se localiza na zona bioclimática 8, o que requer a abertura de grandes vãos e o uso estratégico da ventilação cruzada para a ventilação da habitação (NBR 15220-3, 2005). A edificação é localizada em uma ladeira e em uma elevada altitude em comparação ao nível do mar, com a edificação sendo favorecida com ventos predominantemente vindos do sudeste, o que pode ser verificado na figura 19. Sendo assim, foi priorizada a abertura de esquadrias direcionadas ao sudeste.¹

Quadro 3: Definições sobre os parâmetros de ocupação do solo

Coeficiente de aproveitamento	É definido como a relação entre a área total da construção pela a área do terreno, excluindo as áreas não computáveis como bilheterias, portas, guaritas, circulação vertical de uso comum, etc (Art. 82. LEI Nº 9.148/2016)
Índice de permeabilidade	É a relação entre a área não construída e a área total do terreno, representa a área que não pode ser edificada na construção.
Índice de Ocupação	É a relação entre a área de projeção horizontal da edificação e a área total do terreno
Recuos mínimos	É a distância que a edificação deve ter da borda do terreno para ser construída. Podendo ser frontal, lateral ou de fundo.

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4: Parâmetros de Ocupação do Solo definidos pela LOUOS para a Zona Predominantemente Residencial 3

TIPO DE ZONA	ZONA DE USO	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO			ÍNDICE DE OCUPAÇÃO MÁXIMA	PERMEABILIDADE MÍNIMA	RECUOS MÍNIMOS (EM METROS)			QUOTA MÁXIMA DE TERRENO POR UNIDADE (m³)
		CA MIN	CA BASE	CA MÁX			FRENTE	LATERAIS	FUNDO	
ZPR	ZPR 3	0,30	1,50	3,00	(a) ²	0,2	4,00	1,50	2,50	NA

Fonte: (Salvador, 2016)

¹ É importante destacar que o terreno utilizado neste estudo foi utilizado na atividade processual da matéria de Projetos Arquitetônicos.

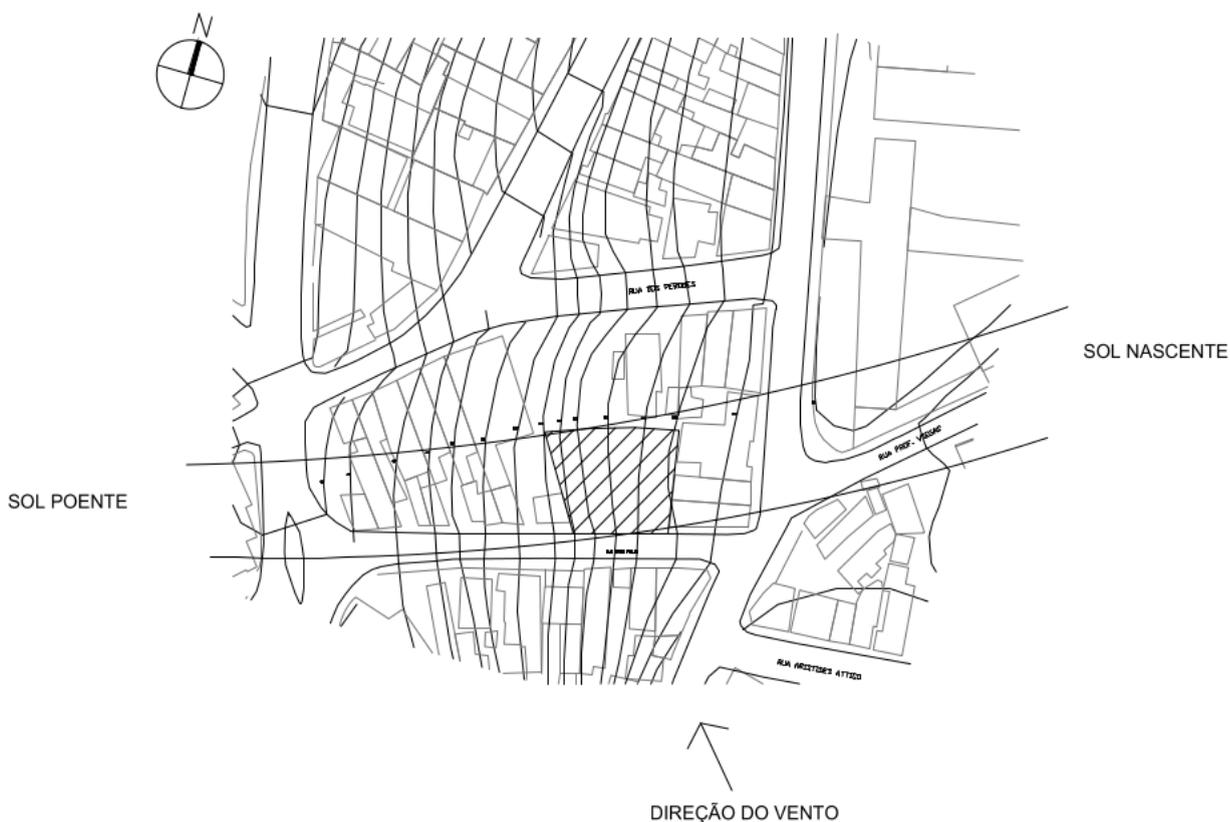
² O coeficiente (a) encontrado nos parâmetros de ocupação do solo, na coluna de Índice de ocupação máximo, varia de acordo com o tamanho da edificação, inferiores de 64 m² devem possuir coeficiente máximo de, e entre 64 e 125 m² de 0,7 m²

Figura 18: Terreno utilizado no projeto



Fonte: Google Earth (2023)

Figura 19: Planta de implantação do projeto

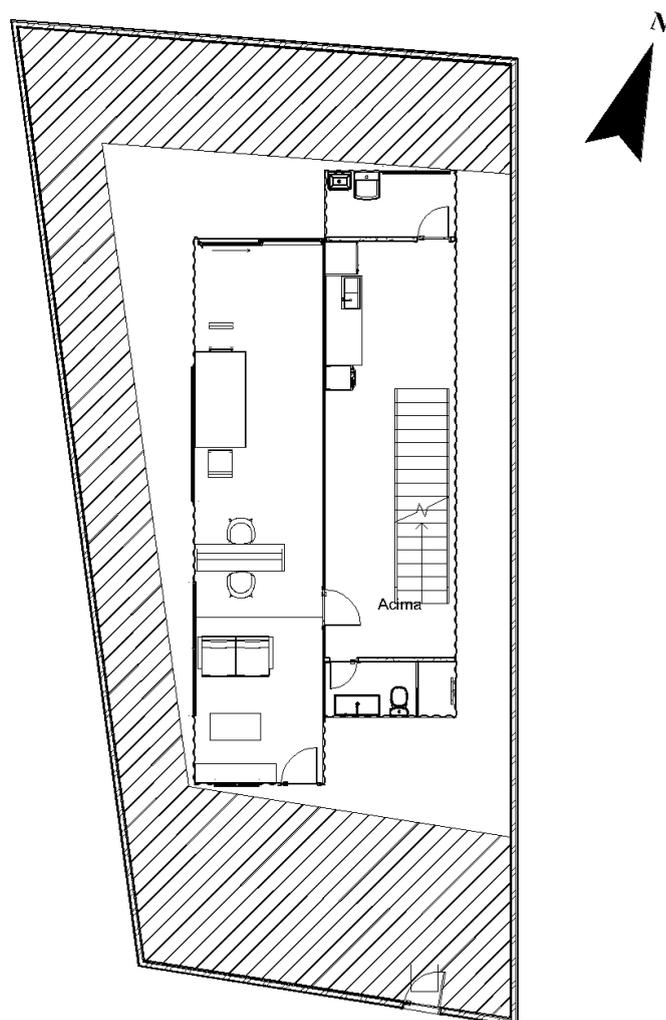


Fonte: Autores (2023)

Para a elaboração do projeto, que será apresentado nas figuras 20 a 24, foram utilizados 4 contêineres, sendo eles 3 contêineres do tipo Dry High Cube 40, de dimensões de 12,19 metros de comprimento, 2,89 metros de largura e 2,89 metros de altura e um contêiner do tipo Dry Standard 20, de dimensões de 6,06 metros de comprimento, 2,44 metros de largura e 2,59 metros de altura, ambos utilizados amplamente na construção civil (Santos, 2017).

A residência possui um total de 120,47 m² de área construída e está dentro de um terreno de lote de 191,70 m², dimensões essas que resultam nos parâmetros de ocupação do solo do projeto, que são indicados no quadro 5, considerando pela LOUOS um recuo frontal mínimo de 4 metros, lateral de 1,50 metros e de fundo de 2,50 metros, conforme demonstrado na figura 20. A edificação possui dois pavimentos, no pavimento térreo foram utilizados dois contêineres do tipo Dry High Cube 40. Compartimentalizando os contêineres em função da água, sendo assim, o contêiner da direita possui todas as áreas molhadas da casa, que são o banheiro, a cozinha, a área de serviço e a escada para o pavimento superior. No contêiner esquerdo, está a sala de estar, e a sala de jantar e no direito, a área de serviço, a cozinha e o banheiro, conforme demonstrado na figura 21.

Figura 20: Planta do pavimento térreo com os recuos estabelecidos pela LOUOS



Fonte: Autores (2023).

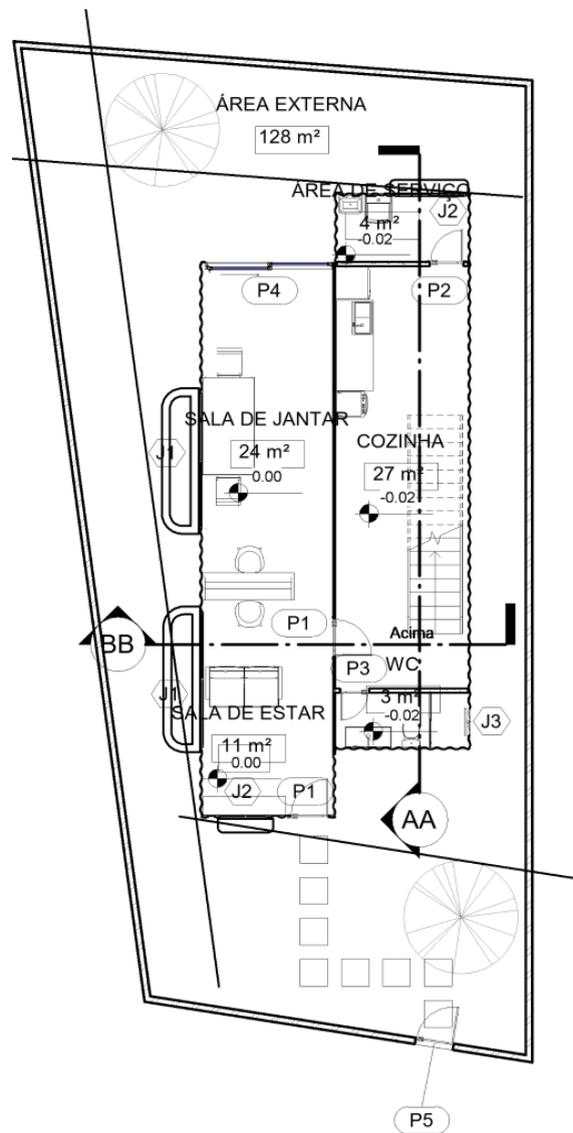
No pavimento superior, conforme é demonstrado na figura 22, foram utilizados dois contêineres, um do tipo Dry High Cube 40 para a acomodação de dois quartos, um com espaço para uma cama de solteiro e outro para uma cama de casa, e o vão da escada e outro do tipo Dry Standard 20 para o escritório da casa, a variação da volumetria dos contêineres no projeto permitiu a elaboração de duas varandas. Todos os contêineres foram revestidos com dry wall, do tipo simples nas paredes e do tipo duplo para divisória entre ambientes. Cada pavimento da edificação possui um pé direito de 2,89 metros, à exceção do escritório que possui 2,59 devido a utilização de outro contêiner.

A utilização desse contêiner pode trazer embaraços na aprovação do projeto dependendo do código de obras da cidade que ele for construído, no entanto, ele traz vantagens únicas para o projeto como permitir uma diferenciação da volumetria,

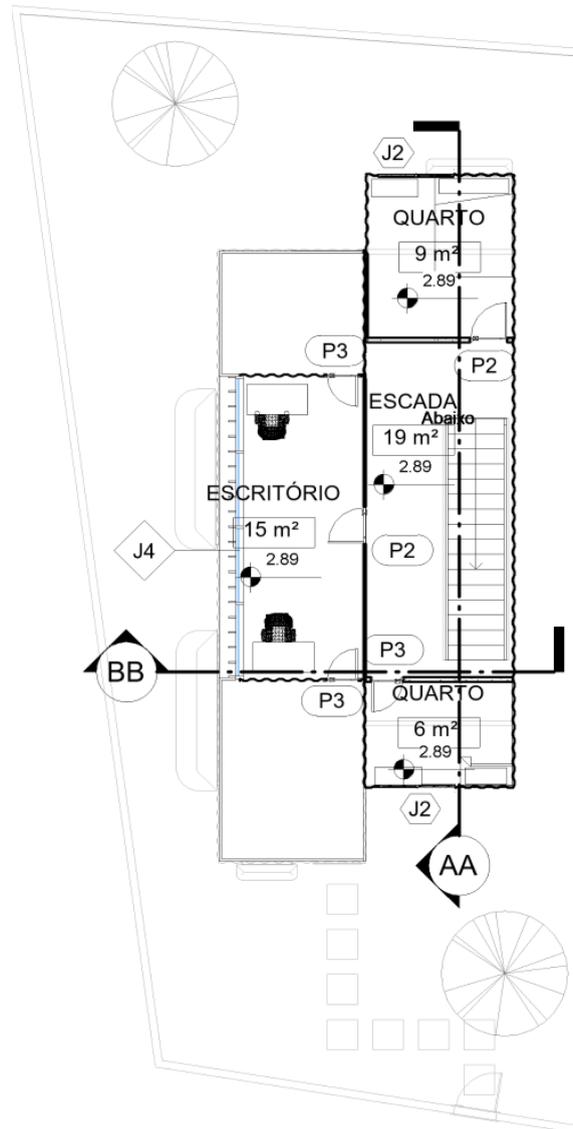
a criação de varandas ou de telhados verdes, esquadrias menores e um preço mais barato para a construção de um cômodo que não se planeje muito espaço. Foi adotado o forro de gesso em todos os seus interiores para embutir eletrodutos. Além disso, foi adotado como cobertura o telhado verde, conforme demonstrado na figura 23, com a inclinação de 2% devido a suas propriedades termo-acústicas, indispensáveis para uma edificação em contêiner. Além disso, a implantação de um telhado verde na edificação contribuirá para reduzir o IPTU do morador devido ao programa IPTU verde (Salvador, 2022), que incentiva a adoção de uma procedimentos para aumentar a sustentabilidade ambiental das residências.

Devido a recomendação da NBR 15575 e a incidência direta do sol, para a proteção das janelas da edificação, cujas dimensões estão especificadas no quadro 6, foram instalados toldos. E para proteger a esquadria presente no escritório, foi instalado um brise soleil, conforme demonstrado na figura 24. A ventilação cruzada foi outra estratégia adotada no projeto, com a sala de estar e de jantar sendo ventilada dessa maneira e todo pavimento superior.

Figura 21: Planta do pavimento térreo

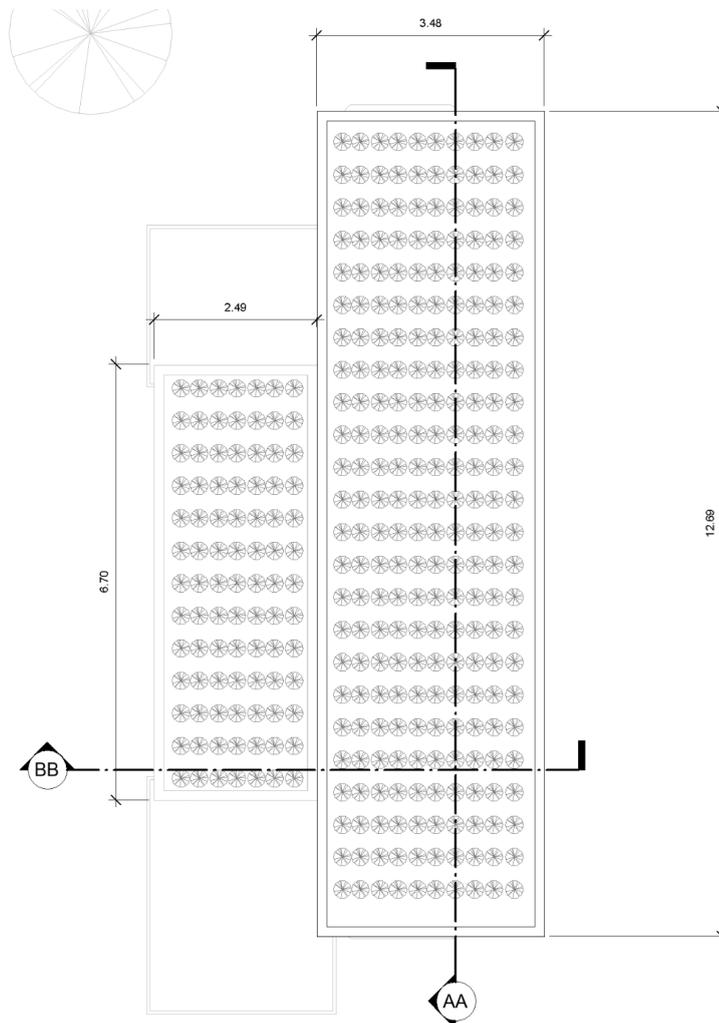


Fonte: Autores (2023).

Figura 22: Planta do pavimento superior

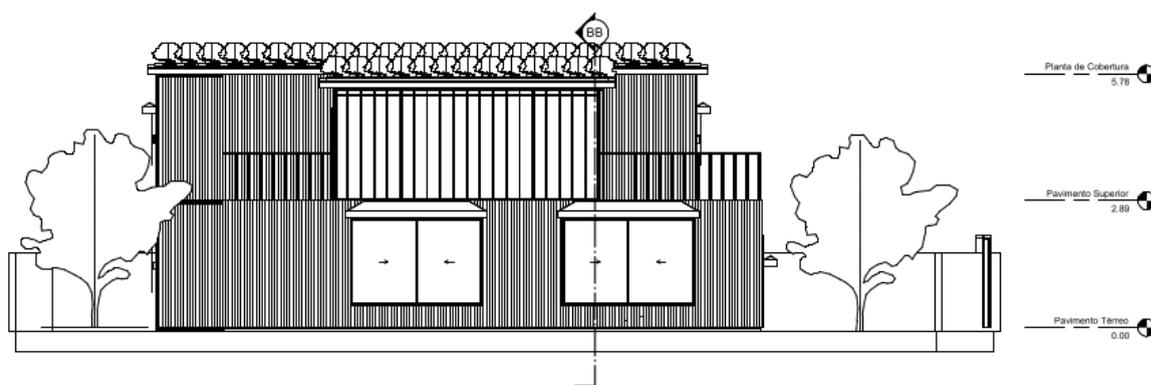
Fonte: Autores (2023).

Figura 23: Planta de cobertura



Fonte: Autores (2023).

Figura 24: Fachada Oeste



Fonte: Autores (2023).

Quadro 5: Parâmetros de ocupação do solo do projeto

Área da casa	Área ocupada (m ²)	Área permeável (m ²)	Área construída (m ²)	Índice de ocupação (adimensional)	Índice de permeabilidade (adimensional)	Coefficiente de aproveitamento (adimensional)
191,7	70,46	121,24	120,47	0,37	0,63	0,63

Fonte: Autores (2023)

Quadro 6: Dimensões das esquadrias utilizadas no projeto

Tipo de porta	Comprimento (em metros)	Altura (em metros)	
P1	0,80	2,10	
P2	0,70	2,10	
P3	0,60	2,10	
P4	2,80	2,20	
Tipo de janela	Comprimento (em metros)	Altura (em metros)	Peitoril (em metros)
J1	3,00	2,00	0,50
J2	1,50	1,20	1,00
J3	0,60	0,60	1,60
J4	6,06	2,59	0,00

Fonte: Autores (2023)

5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HABITAÇÃO CONSTRUÍDA EM ALVENARIA E EM CONTÊINER

Foi realizada uma análise comparativa entre esse projeto de habitação em contêiner, considerando duas situações: uma em que esse projeto fosse executado em contêiner e outra em que sua execução fosse feita a partir da tradicional utilização da alvenaria. Tendo como base o mesmo projeto, foram listados os diferentes materiais a serem utilizados, conforme demonstram os quadros 7 e 8.

Quadro 7: Levantamento de materiais da solução em contêiner

Solução em Contêiner
Contêiner
Drywall simples
Drywall duplo (divisórias)
Forro de Drywall estruturado
Isolamento com lã de vidro
Abertura e soldagem
Pintura externa (metálica branca)

Fonte: Autores (2023)

Quadro 8: Levantamento de materiais da solução em alvenaria

Solução em alvenaria
Alvenaria estrutural de bloco de concreto (14 cm x 19 cm x 39 cm)
Alvenaria de bloco de concreto (9 cm x 19 cm x 39 cm)
Laje pre-moldada
Chapisco
Massa única
Emboço
Lastro de concreto magro (5 cm)
Contrapiso
Pintura externa (acrílica, 3 demãos)

Fonte: Autores (2023)

Para a realização dessa comparação, foram utilizadas as informações disponíveis na SINAPI não desonerada da folha de pagamento de setembro de 2023 do estado da Bahia, à exceção do preço do contêiner e do isolamento de lã de vidro que a SINAPI desse estado não forneceu, sendo utilizado o Sistema ORSE para o contêiner e o valor fornecido pelo Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe do

mesmo período. Além disso, foi desconsiderado o preço do transporte do contêiner.

5.1 ASPECTO ECONÔMICO

Para a análise dos custos das soluções, levou-se em consideração apenas as diferenças entre os métodos construtivos, isto é, a estrutura, revestimento e pintura externa. A análise do aspecto econômico entre as duas soluções, para o estado da Bahia, demonstrou que a diferença de custos entre os métodos é de aproximadamente 7,3%, sendo o método de construção em contêiner o que apresentou maiores custos. Esse percentual foi obtido com base no preço do metro quadrado da construção obtido através do *Custo Unitário Básico* (CUB), que indicou o preço de R\$441.246,25 como o total dos custos envolvidos na obra em relação à sua medida em metros quadrados. No entanto, como a análise foi feita somente em relação aos materiais e serviços de etapas construtivas que se diferenciam em sua execução a depender do método adotado, foram elaborados os quadros 9 e 10, assim como a figura 25, que apresentam essas etapas, seus respectivos preços, bem como a comparação dos custos envolvidos na execução das mesmas etapas nos os dois métodos construtivos.

Para o cálculo do preço do contêiner, foram considerados o preço fornecido pela SINAPI, que é a principal fonte de preços ao se fazer orçamentos, do estado de Alagoas, garantindo assim um orçamento confiável, e o preço fornecido por um fornecedor local, fazendo-se a média dos preços, obtendo-se o valor em unidades.

O valor da solução em contêiner pode ter ficado mais caro devido a falta de preços confiáveis na cidade de Salvador, local do projeto, apesar da cidade contar com um porto. Mas o preço pode ser justificado pelas vantagens oferecidas pelo contêiner como a velocidade da obra, com o contêiner chegando ao local pronto e até mesmo com aberturas e durabilidade do material, que com a devida manutenção pode atingir 90 anos de utilização.

Quadro 9: Orçamento da solução em contêiner

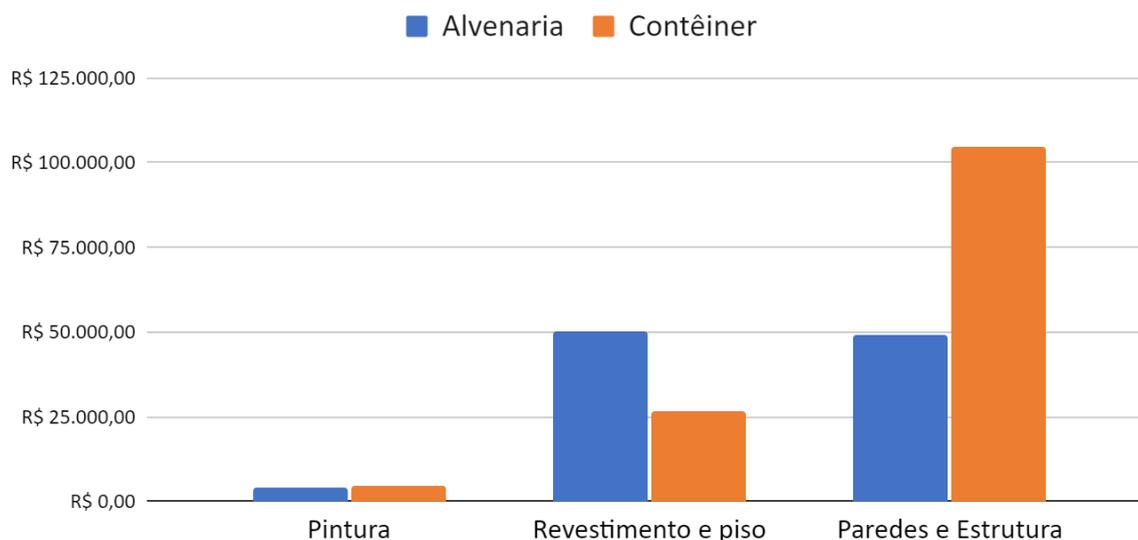
Solução em Contêiner					Código SINAPI
Contêiner	unidade	4	R\$ 15.800,00	R\$ 63.200,00	10667
Drywall simples	m ²	306,1	R\$ 114,97	R\$ 35.192,32	96358
Drywall duplo (divisórias)	m ²	33,4	R\$ 151,64	R\$ 5.064,78	96360
Forro de Drywall estruturado	m ²	115,0	R\$ 92,09	R\$ 10.590,35	96110
Isolamento com lã de vidro	m ²	454,5	R\$ 34,88	R\$ 15.852,96	
Abertura e soldagem	h	44,0	R\$ 29,15	R\$ 1.282,60	
Pintura externa (metálica branca)	m ²	197,1	R\$ 23,90	R\$ 4.710,21	100719
Total				R\$ 135.893,22	

Fonte: Autores (2023)

Quadro 10: Orçamento da solução em alvenaria

Solução em alvenaria					Código SINAPI
Alvenaria estrutural de bloco de concreto (14 cm x 19 cm x 39 cm)	m ²	312,0	85,15	R\$ 26.566,80	89470
Alvenaria de bloco de concreto (9 cm x 19 cm x 39 cm)	m ²	33,4	67,9	R\$ 2.267,86	103317
Laje pre-moldada	m ²	115,0	177,12	R\$ 20.368,80	101963
Chapisco	m ²	795,0	5,13	R\$ 4.078,35	87878
Massa única	m ²	779,2	46,46	R\$ 36.201,63	87530
Emboço	m ²	15,8	50,68	R\$ 800,74	87528
Lastro de concreto magro (5 cm)	m ²	70,5	32,12	R\$ 2.264,46	95240
Contrapiso	m ²	141,0	50,64	R\$ 7.140,24	87640
Pintura externa (acrílica 3 demãos)	m ²	197,1	19,8	R\$ 3.902,18	
Total				R\$ 103.591,07	

Fonte: Autores (2023)

Figura 25: Gráfico de comparação dos custos entre os serviços levantados

Fonte: Autores (2023)

5.2 ASPECTO AMBIENTAL

Analisando ambos os métodos construtivos, fica nítido que cada um deles possui desvantagens em comparação ao aspecto ambiental. Sendo esse impacto muito maior para as construções em alvenaria, que geram um alto custo para a gerência dos seus resíduos, que demandam planos complexos que afetam de maneira assimétrica cada localidade do país. Por exemplo, a capacidade de uma cidade pequena em oferecer pontos de coleta, dispor de usinas de reciclagem e de descarte desestimula o tratamento adequado dos resíduos por serem processos caros, precisando assim do suporte de seus estados e conseqüentemente de ajuda a nível federal.

O método construtivo em alvenaria, que utiliza predominantemente o cimento, também impõe às cidades uma realidade de desconforto térmico, seja pela inversão térmica, seja pelas ilhas de calor, alagamentos e enchentes. Por outro lado, a reutilização de contêineres oferecem a oportunidade de resolver um problema que cada vez mais infestam os portos devido a alta utilização desses meio de transporte de mercadorias, permitindo assim um método construtivo rápido que pode ser utilizado em meio a catástrofes ambientais servindo de abrigo, postos médicos, refeitórios e etc.

Porém, o desafio de manter o conforto térmico dentro da habitação pode acarretar

em um efeito indesejado impacto ambiental com o aumento do gasto de energia com ar condicionado. Para solucionar isso, os contêineres podem contar com estratégias como a cobertura de telhado verde, a ventilação cruzada, o isolante térmico e a proteção nas esquadrias, que também podem ser utilizadas em construções de alvenaria. No entanto, esse tipo de cobertura forma uma excelente combinação com a construção em contêiner por atender justo nos pontos mais fracos do contêiner.

Após compreender as duas soluções do projeto, a fim de registrar e analisar os processos construtivos em suas semelhanças e diferenças, foi elaborado o quadro 11 como um resumo da comparação dos serviços e etapas constituintes das duas soluções, demonstrando quais desses serviços foram os mesmos e quais foram executados diferentemente de acordo com o método utilizado.

Quadro 11: Relação entre etapas construtivas e as soluções comparadas

Etapas da construção	Solução adotada em contêiner	Solução adotada em alvenaria
Fundação	Mesma solução	Mesma solução
Estrutura	Estrutura auto portante do contêiner	Alvenaria estrutural
Vedação	Placas de drywall com lã de vidro	Alvenaria de concreto
Instalações prediais	Mesma solução	Mesma solução
Revestimento interno	Drywall	Chapisco, emboço, reboco
Cobertura	Mesma solução	Mesma solução
Esquadrias	Abertura e soldagem	Instalação comum
Pinturas	Pintura metálica	Pintura acrílica
Cerâmicas	Mesma solução	Mesma solução
Limpeza	Mesma solução	Mesma solução

Fonte: Autores (2023)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar o contêiner como uma alternativa sustentável às construções de alvenaria. Para isso, foi consultado diversos conteúdos da literatura sobre o método, sendo detalhando a sua história de utilização, os pontos fortes e fracos do contêiner e suas necessidades para que se possa ter uma habitação com conforto térmico devido a característica metálica do contêiner, que é um excelente condutor de calor.

É evidente o amadurecimento da construção civil com a questão ambiental no Brasil, com o surgimento do CONAMA, o país pode estabelecer resoluções que lidem com problemas ambientais, com o envolvimento direto da sociedade civil. Além disso com o estabelecimento de Planos Nacionais e Estaduais para lidarem com os resíduos gerados pela construção civil, e o estabelecimento de normas que permitam a reutilização desses resíduos na cadeia de produção do cimento, amadurecem o surgimento de métodos alternativos para a construção civil, como as edificações em contêiner.

Após a discussão sobre a questão ambiental no Brasil, a norma NBR 15575, que normatiza o desempenho térmico das edificações, foi analisada para verificar se o contêiner atende os critérios necessários para uma qualidade de vida dentro dessa habitação, sendo aplicada para o contexto ambiental do projeto elaborado neste trabalho, que fica na zona bioclimática 8.

Logo após, foi apresentado o projeto da edificação em contêiner utilizando as dimensões encontradas no mercado, atendendo os critérios estabelecidos pela lei de zoneamento do solo da cidade de Salvador, esclarecendo-se os parâmetros que uma edificação precisa atender de acordo com a sua função social, e seu código de obras. Ficando nítido que a depender da localização do projeto em contêiner, ele enfrenta entraves para a sua aprovação na prefeitura, com essa situação se aplicando ao projeto elaborado pelos autores deste trabalho.

Por fim, foi realizada uma análise comparativa orçamentária e ambiental entre as soluções em contêiner e em alvenaria, utilizando dados fornecidos pela SINAPI, que é o principal banco de dados de orçamentos utilizado no Brasil. Não sendo possível comprovar o contêiner como uma alternativa barata para a cidade de Salvador, mas, deve ser levado em conta a dificuldade de calcular o preço desse método construtivo

devido a falta de informações confiáveis sobre o seu preço. Além disso, outras variáveis não puderam ser verificadas devido a escassez de informações, como se o contêiner poderia ficar com um preço menor se houvesse pequenas avarias.

Como sugestões de futuros trabalhos, sugere-se a análise de outras fontes de metal provenientes de fora dos portos para a construção de contêineres e sua reutilização como método construtivo em seguida, expandindo assim as oportunidades que a reciclagem do metal pode oferecer à sociedade, tendo em vista também que a reciclagem desse material pode ser feita de forma infinita e sem perda de qualidade final do produto em contraposição aos materiais utilizados na solução em alvenaria. Além disso, recomenda-se a estudos orçamentários e comparativos para edificações combinadas, que utilizam alvenaria e o contêiner em um mesmo projeto.

REFERÊNCIAS

- ABAD, Breno. **ESTUDO DO USO DE CONTAINERS PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS: ESTUDO DE CASO EM CONSTRUÇÃO DE ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025449.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- Associação Brasileira de normas técnicas. NBR 15220-3: **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro. 2005.
- Associação Brasileira de normas técnicas. NBR 15575: **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro. 2013.
- BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil, 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em: 15 ago. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Regulamento Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasil, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 jul. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasil, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 20 jul. 2023.
- CARBONARI, Luana. **REUTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES ISO NA ARQUITETURA: ASPECTOS PROJETUAIS, CONSTRUTIVOS E NORMATIVOS DO DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES NO SUL DO BRASIL**. 2015. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/156881>. Acesso em: 23 jul. 2023.
- CASTRO, Tatiana. **Construções com uso de contêineres viram tendência no Brasil**. Brasil: Correio Braziliense, 14 abr. 2018. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2018/04/14/interna-brasil,673111/como-construir-uma-casa-usando-conteiner.shtml>. Acesso em: 31 jul. 2023.
- CENÁRIO URBANO: O DESENVOLVIMENTO E O MICROLIMA DA CIDADE**. 2009. TCC (Especialista em Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, Minas Gerais, 2009. Disponível em:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9BGJLB/1/monografia_anaventurini.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

CONAMA. **Resolução nº 1, de 17 de fevereiro de 1986**. Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE. Brasil, 1986. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902#_ftn1. Acesso em: 20 jul. 2023.

CONAMA. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil, 5 jul. 2002. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf. Acesso em: 31 jul. 2023.

CONTAINERS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL E SUSTENTÁVEL PARA HABITAÇÕES FRENTE AO MÉTODO CONVENCIONAL. 2021. TCC (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil, Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18689/1/TCC%20CONTAINERS%20NA%20CONSTRU%C3%87%C3%83O%20CIVIL%20-%20FINAL.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: Relatório de Pesquisa. Brasil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.

FARIA, Vivian. **Brasil pode reciclar 98% dos resíduos da construção civil, mas só consegue dar conta de 21%**. Brasil, 28 set. 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/sustentabilidade/brasil-pode-reciclar-98-dos-residuos-da-construcao-civil-mas-so-consegue-dar-conta-de-21/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GODSELL, Sean. Future Shack. Austrália: Sean Godsell Architects, 2023. Disponível em: <https://seangodsell.com/future-shack>. Acesso em: 23 jul. 2023.

HUI, Yang; ZHILONG, Zhang. **How to contain your life**. China, Xangai, 10 mar. 2013. Disponível em: <https://www.globaltimes.cn/content/767063.shtml>. Acesso em: 30 jul. 2023.

JACOB, Paula. Telhado verde: descubra as vantagens em 10 projetos incríveis. *In*: **CASA VOGUE**. Brasil, 12 set. 2018. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2018/09/telhado-verde-descubra-vantagens-em-10-projetos-incriveis.html>. Acesso em: 30 ago. 2023.

JESUS, Laina. **TELHADO VERDE “REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”**. 2018. TCC (Bacharel em Ciência Exatas e Tecnológicas.) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil, 2018. Disponível em:

https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604193523_2017.2_TCC_Laina_Maria_Santana_De_Jesus_Telhado_Verde_Revisao_Bibliografica.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

JUNIOR, Adelmo. **ANÁLISE ESTRUTURAL DE CONTÊINERES MARÍTIMOS UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES**. 2017. Dissertação (Mestre em Construção Metálica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/9986/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_An%C3%A1liseEstruturalCont%C3%AAneres.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023.

MATOS, Ralfo. População, recursos naturais e poder territorializado: uma perspectiva teórica supratemporal. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Brasil, p. 451-476, 1 dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/gbLj9nj6Z773x4PfwpzcyL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MILANEZE, Giovana *et al.* A UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO ALTERNATIVA DE HABITAÇÃO SOCIAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, Brasil, Santa Catarina, p. 615-624, 7 nov. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/577>. Acesso em: 23 jul. 2023.

OLIVEIRA, Ana *et al.* O contêiner como método construtivo alternativo sustentável. **Brazilian Journals of Business**, Brasil, Curitiba, p. 362-374, 1 mar. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/download/24409/19500/62812>. Acesso em: 23 jul. 2023.

ONU News. **Transporte marítimo perfaz mais de 80% do comércio global**. Brasil, 24 set. 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/09/1727312>. Acesso em: 23 jul. 2023.

PAULINO, Rafaella *et al.* Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020. **Ambiente Construído**, Brasil, p. 83-97, 9 jun. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/QNNFCRvKbhfCRwx5sgNwxvM/?lang=pt>. Acesso em: 03 ago. 2023.

PAZMINO, Ana. Alexander Von Humboldt: o planeta como um conjunto natural movido por forças internas. **Virtuhab**, Brasil, 7 jun. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/247052/artigo%207%20-%20p.%20101-112.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 ago. 2023.

PESQUISA Setorial 2017/2018. Brasil: Abrecon, 2018. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-2017-2018>. Acesso em: 10 set. 2023.

RESÍDUOS sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], p. 1503-1509, 1 jun. 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/y5kTpqkqyY9Dq8VhGs7NWwG/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 30 jul. 2023.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 1027, de 28 de novembro de 2014**. DISPÕE SOBRE INCENTIVO, DENOMINADO “IPTU VERDE”, NO ÂMBITO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Brasil, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro1316.nsf/f6d54a9bf09ac233032579de006bfef6/c2dee77ea0b9ec0683257d8d006db5dd>. Acesso em: 1 ago. 2023.

ROMANO, L.; DE PARIS, S. R.; NEUENFELDT JÚNIOR, A. L. Retrofit de contêineres na construção civil. **Labor e Engenho**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 83–92, 2014. DOI: 10.20396/lobore.v8i1.225. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/225>. Acesso em: 23 jul. 2023.

ROSA, Lucas. **O IMPACTO QUE A NR-37 PODE CAUSAR NO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL**. 2018. Dissertação (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21168/1/2018_LucasDaSilvaRosa_tcc.pdf. Acesso em: 8 ago. 2023.

SALVADOR. **Decreto nº 36.288, de 17 de novembro de 2022**. Regulamenta o art. 5º da Lei nº 8.474, de 02 de outubro de 2013, e institui o Programa de Certificação Sustentável IPTU VERDE em edificações no Município de Salvador, que estabelece benefícios fiscais [...]. Brasil, Bahia, Salvador, 2022. Disponível em: http://iptuverde.salvador.ba.gov.br/downloads/Decreto_IPTU_VERDE.pdf. Acesso em: 1 ago. 2023.

SALVADOR. **Lei nº 9.069, de 1 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador – PDDU 2016 e dá outras providências. Brasil, Bahia, Salvador, 2016. Disponível em: https://sedur.salvador.ba.gov.br/images/arquivos_processos/2016/07/LEI-n.-9.069-PDDU-2016.pdf. Acesso em: 9 ago. 2023.

SALVADOR. **Lei nº 9.148, de 1 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre o Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador e dá outras providências. Brasil, Bahia, Salvador, 2016. Disponível em: https://sedur.salvador.ba.gov.br/images/arquivos_processos/2016/09/novalouossanci onada.pdf. Acesso em: 9 ago. 2023.

SALVADOR. **Lei nº 9281, de 1 de janeiro de 2017**. Institui normas relativas à execução de obras e serviços do Município do Salvador, e dá outras providências. Brasil, Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ba/s/salvador/lei-ordinaria/2017/929/9281/lei-ordinaria-n-9281-2017-institui-normas-relativas-a-execucao-de-obras-e-servicos-do-municipio-do-salvador-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SANTOS, Carolina. **CONSTRUÇÃO MODULAR: UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO AMBIENTE CONSTRUÍDO**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

Horizonte, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30917/1/Monografia%20Especializa%C3%A7%C3%A3o%20Carolina%20Neiva%20Santos%20-%20FINAL.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

SÃO PAULO. **Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017**. Aprova o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; introduz alterações nas Leis nº 15.150, de 6 de maio de 2010, e nº 15.764, de 27 de maio de 2013. Brasil, São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em:

<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16642-de-09-de-maio-de-2017>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SCHULZ, Christoph. **Inspirational Sayings of the German Naturalist**. [S. l.], 28 maio 2021. Disponível em:

<https://www.careelite.de/en/alexander-von-humboldt-quotes-sayings/>. Acesso em: 4 jul. 2023.

SILVA, Adriano Cavalcanti. **Impactos ambientais causados pela extração de areia no rio paraíba, no trecho da cidade de Pilar- PB**. Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2016 Disponível em

<<http://www.ccen.ufpb.br/ccblg/contents/documentos/bacharelado/trabalhos-de-conclusao-de-curso-2016.2/adriano-cavalcanti-da-silva.pdf/view>> Acesso em 03 ago. 2023.

TORRES, Levi. **A gestão dos resíduos da construção e demolição no Brasil é marcada pelo amadorismo, negligência e omissão das prefeituras**. Brasil, 27 fev. 2023. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/artigos/a-gestao-dos-residuos-da-construcao-e-demolicao-no-brasil-e-marcada-pelo-amadorismo-negligencia-e-omissao-das-prefeituras>. Acesso em: 23 jul. 2023.

TORRES, Levi. **Governo precisa levar a sério a gestão do RCD**. Brasil, 4 set. 2023. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/artigos/governo-precisa-levar-a-serio-a-gestao-do-rcd>. Acesso em: 15 set. 2023.

TORRES, Levi. **Plano estadual de resíduos sólidos: ruim com ele, pior sem ele**. Brasil, 24 jul. 2023. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/artigos/retrocesso-planares>. Acesso em: 16 set. 2023.

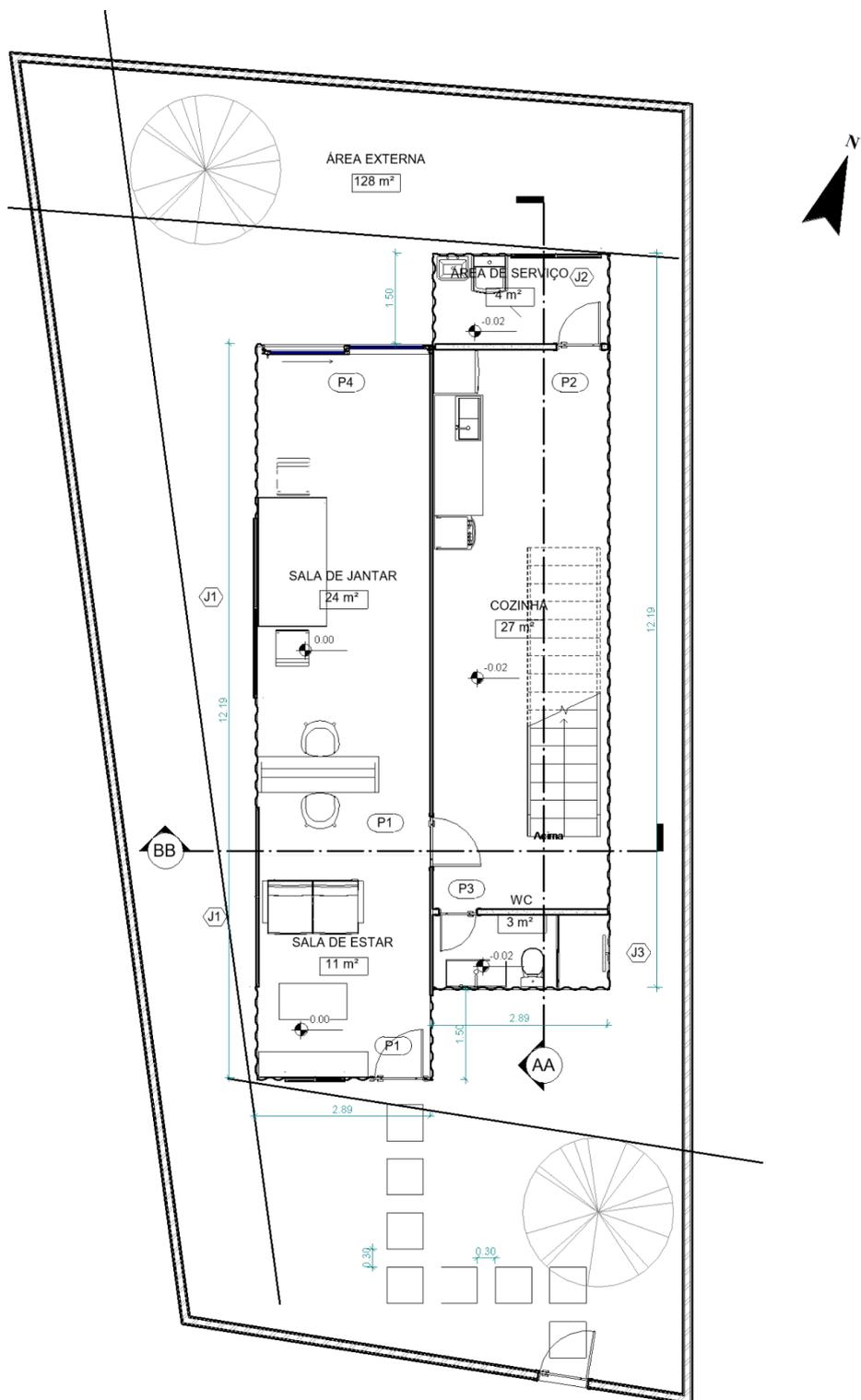
TORRES, Levi. **Plano estadual de resíduos sólidos: ruim com ele, pior sem ele**. Brasil, 24 jul. 2023. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/artigos/retrocesso-planares>. Acesso em: 16 set. 2023.

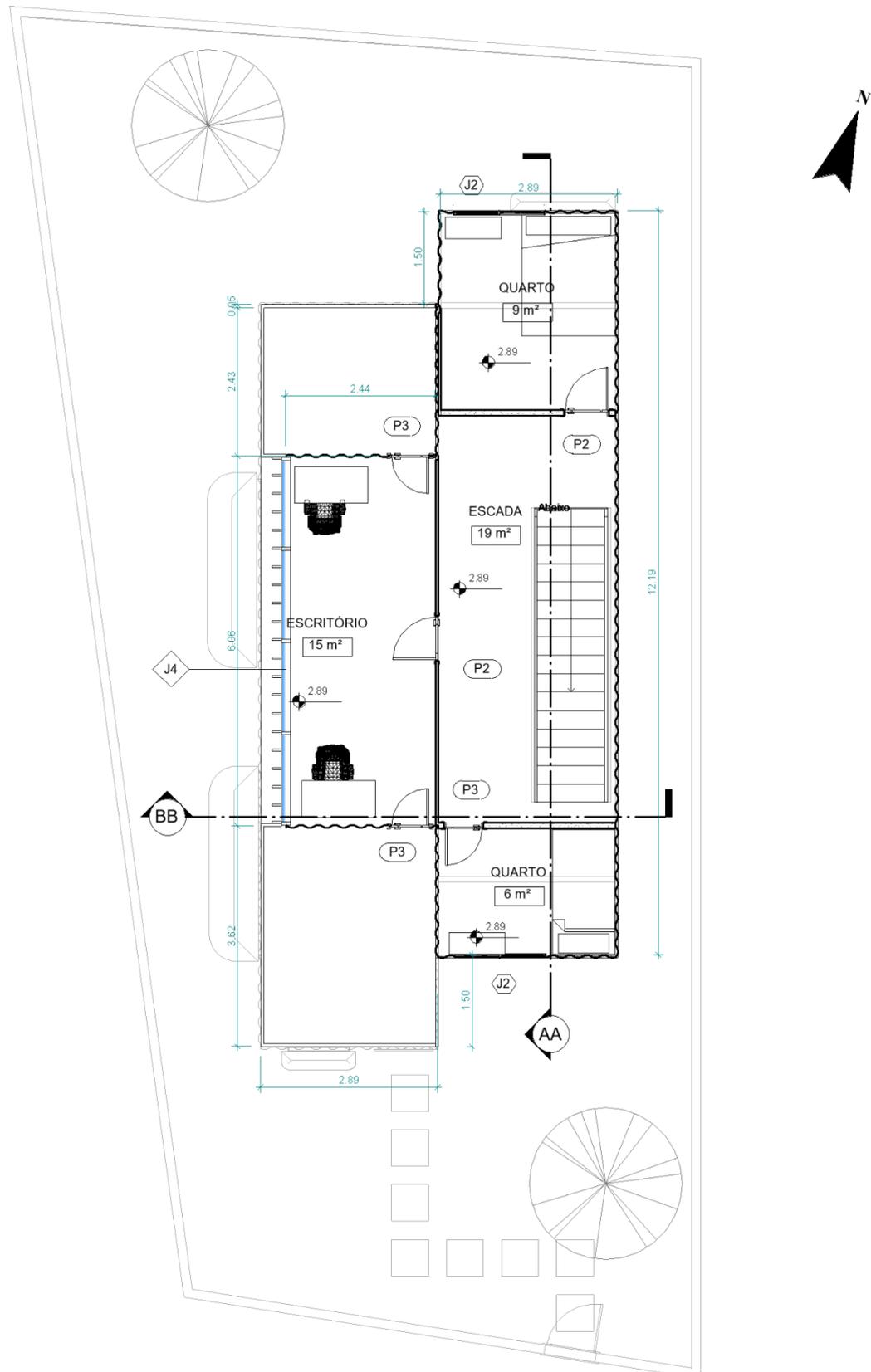
TORRES, Levi. **Por que o Planares é um retrocesso para a reciclagem de RCD?**. Brasil, 1 maio 2023. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/artigos/retrocesso-planares>. Acesso em: 20 set. 2023.

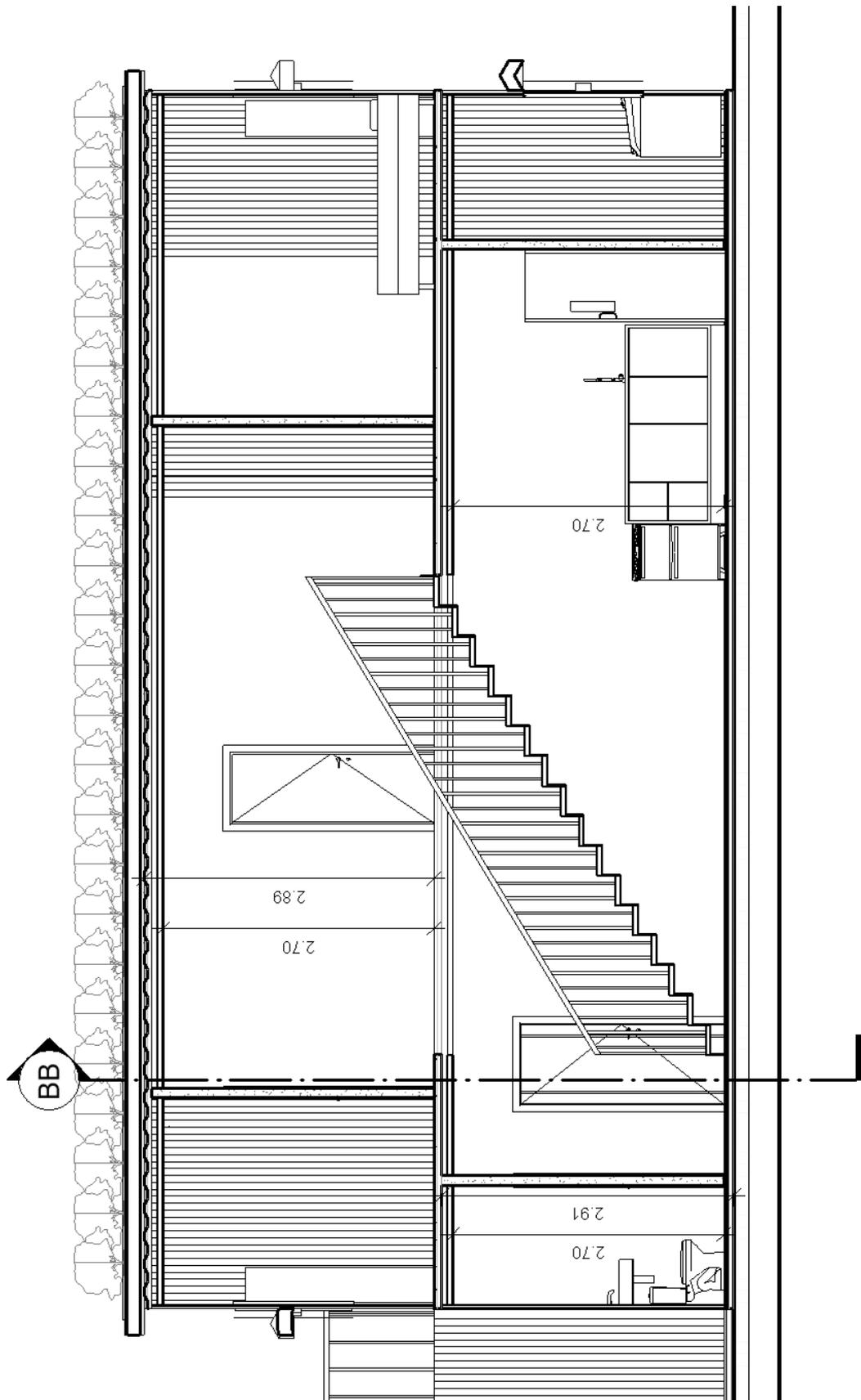
APÊNDICE A - PAVIMENTO TÉRREO DO PROJETO COTADO



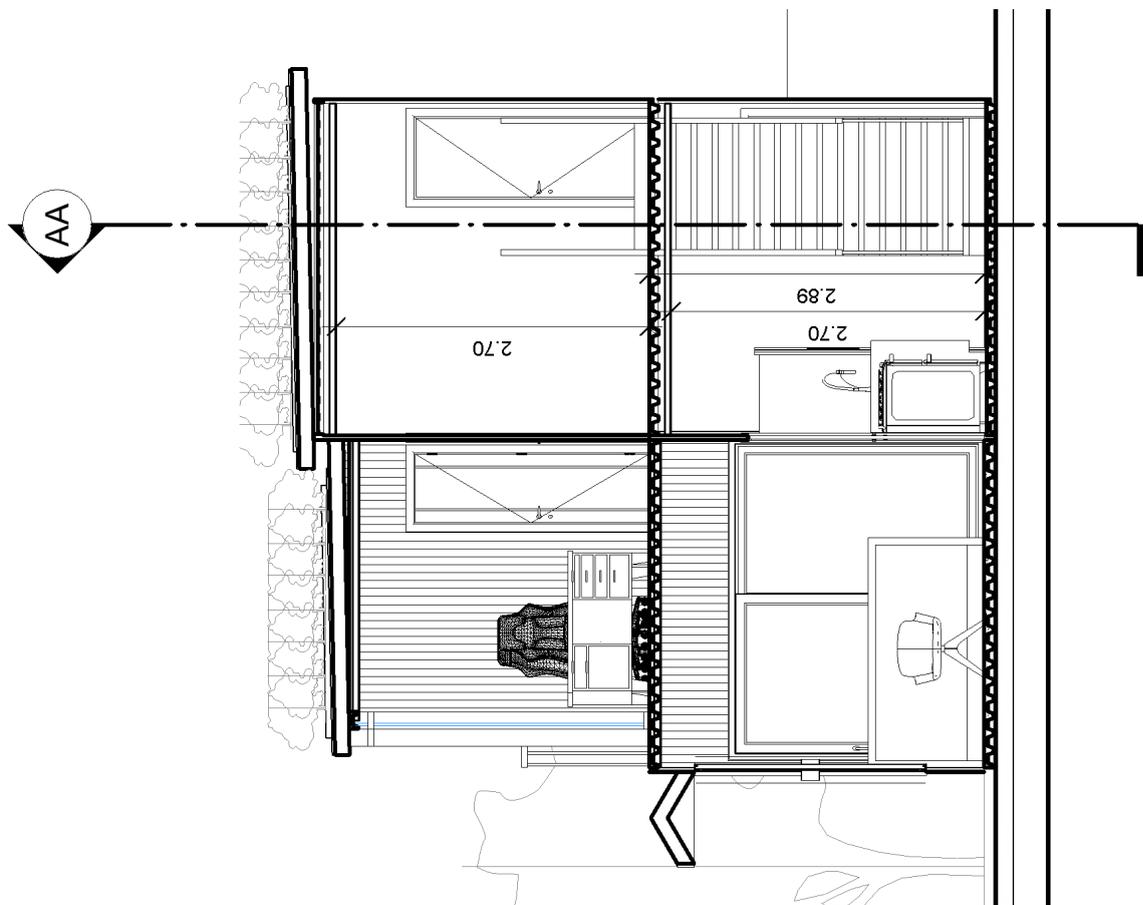
APÊNDICE B - PAVIMENTO SUPERIOR DO PROJETO COTADO



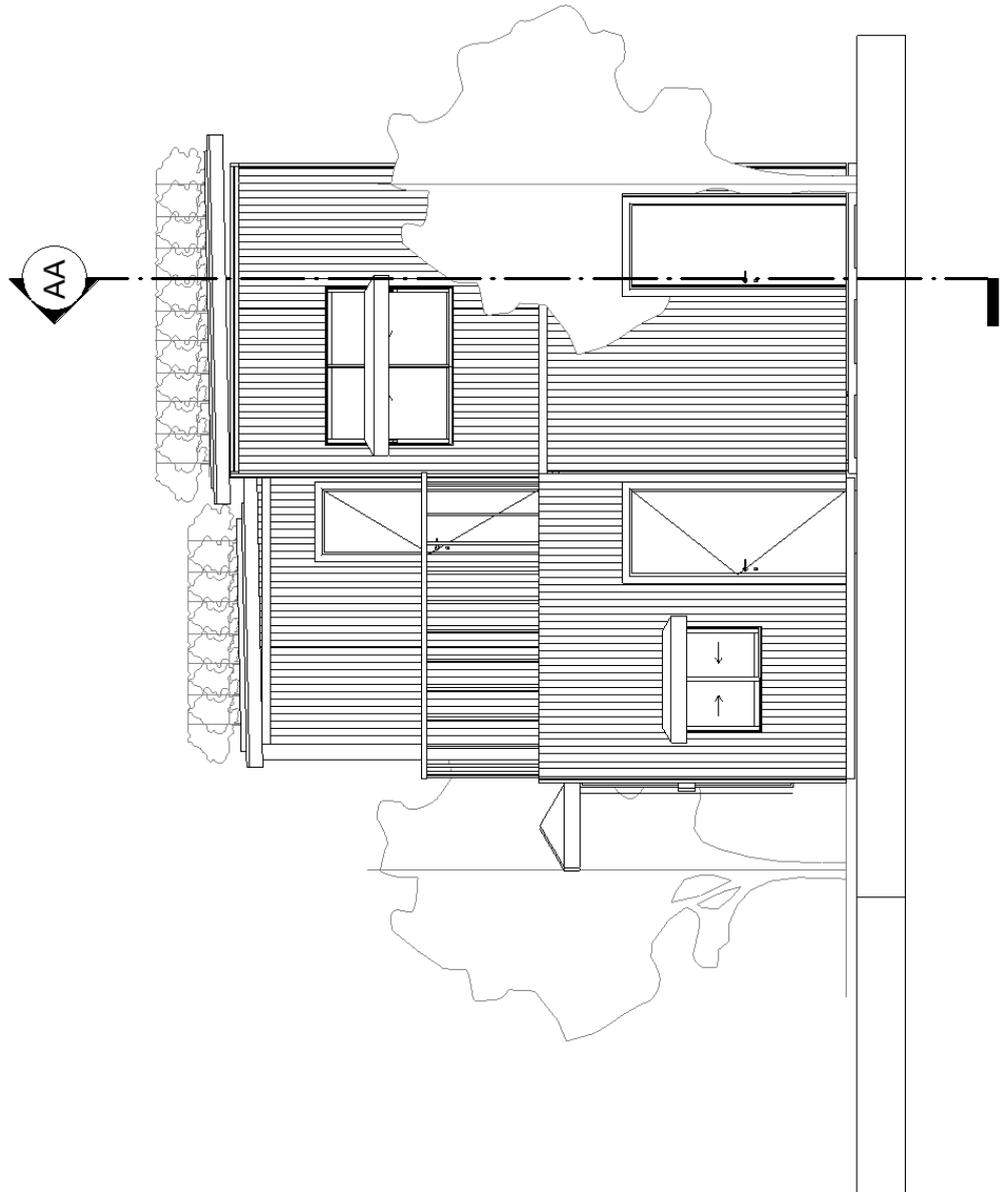
APÊNDICE C - CORTE AA DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO



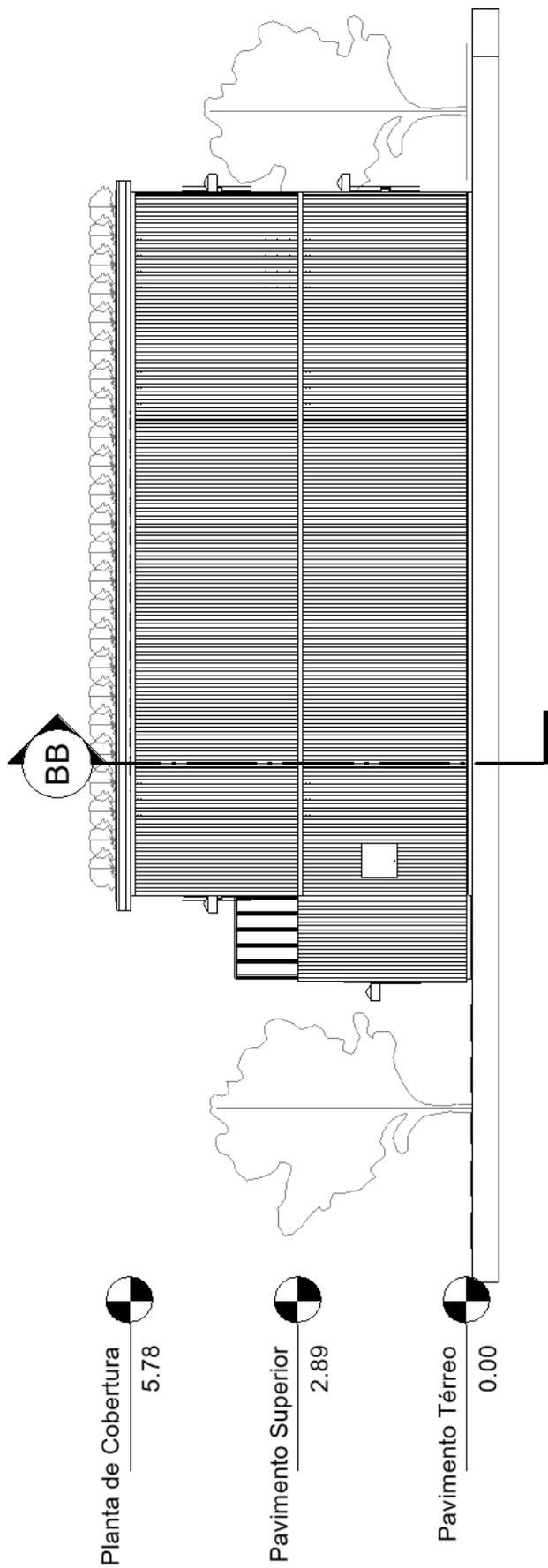
APÊNDICE D - CORTE BB DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO



APÊNDICE E - ELEVAÇÃO FRONTAL DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO

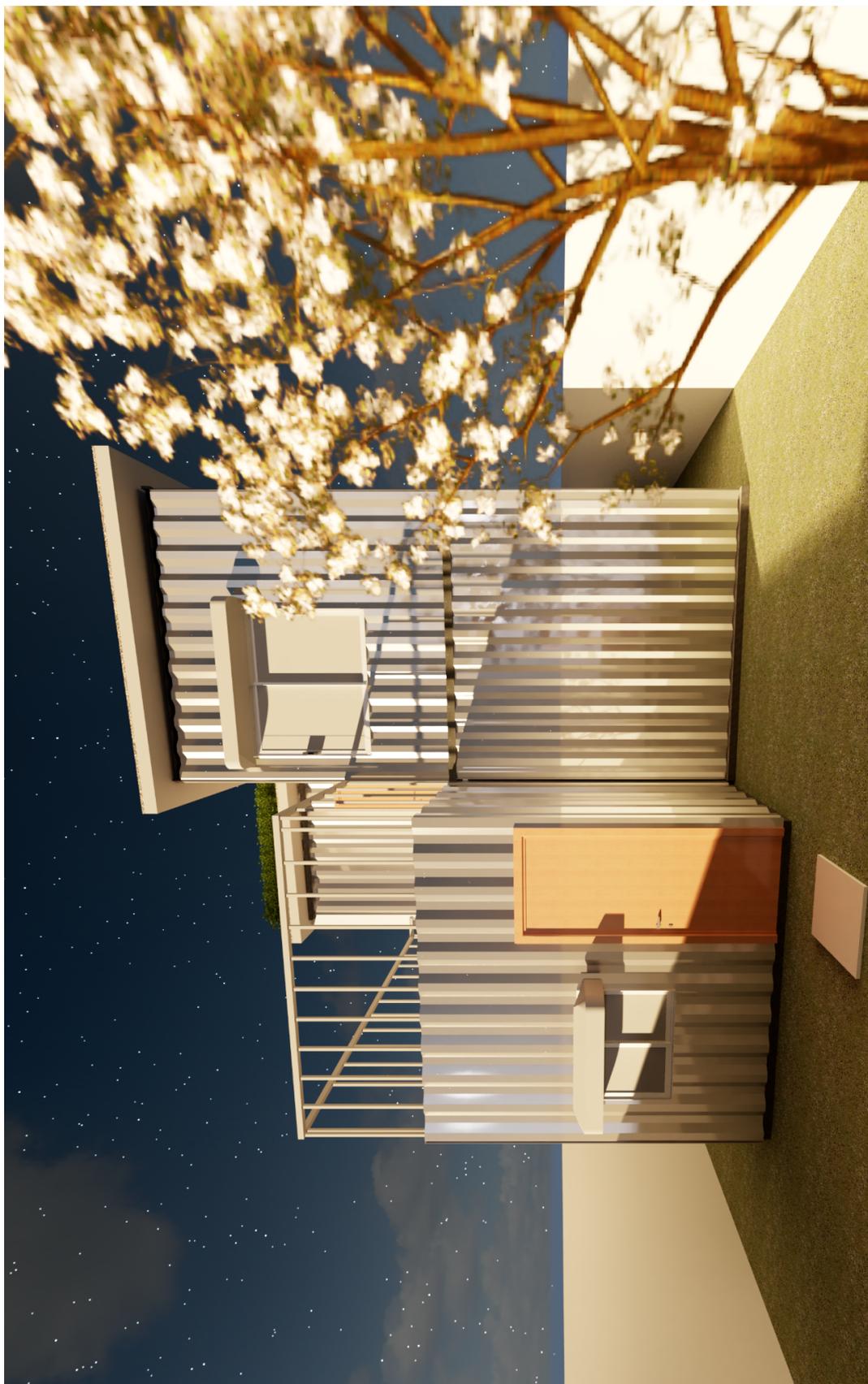


APÊNDICE F - ELEVÇÃO LESTE DA EDIFICAÇÃO DO PROJETO



APÊNDICE G - VISTA 3D DO PROJETO

APÊNDICE H - VISTA 3D DO PROJETO



APÊNDICE H - VISTA 3D DO PROJETO

APÊNDICE I - VISTA 3D DO PROJETO

APÊNDICE J - TERRENO ONDE O PROJETO FOI IMPLANTADO