

ANÁLISE DO USO DE CONTÊINER NA CONSTRUÇÃO DE EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS

Milton Paulino da Costa Junior¹; Pedro Henrique Motta Gonçalves²; Sayonara Maria de Moares Pinheiro³

Resumo

O mercado da construção civil tem requisitado cada vez mais agilidade na execução das obras e as construções em contêiner apresentam-se como uma boa alternativa para atender a essa demanda. Porém, para seu uso, deve ser realizada a adaptação adequada de esquadrias, forros, instalações hidrossanitárias, entre outros subsistemas. Um grande entrave para que essa adaptação ocorra é a inexistência de normalização para as construções em contêiner, gerando, assim, insegurança quanto à qualidade e confiabilidade dessas edificações. O objetivo desse trabalho é analisar a adaptação dos contêineres a um empreendimento comercial situado em Vila Velha – ES, quanto a montagem de esquadrias forros do sistema *drywall* e instalações prediais, à luz das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, de manuais da Associação Brasileira de *Drywall* e de referenciais bibliográficos, visando o aperfeiçoamento de futuros empreendimentos construídos a partir de contêineres marítimos. Foi realizado um estudo de caso e a coleta dos dados se deu através da análise de documentos, entrevistas e visitas à obra para observação direta do canteiro e acompanhamento da execução das etapas construtivas com registros fotográficos. Observou-se nos resultados uma série de critérios e requisitos expressos pelos normativos, manuais e referências bibliográficas que foram atendidos, mas alguns problemas foram identificados em campo, desde a falta de cuidados com a esquadria dos módulos, forros e seus subsistemas, até o não atendimento aos normativos utilizados. Assim, sustentando-se a insegurança quanto a confiabilidade e durabilidade das construções em contêiner.

Palavras-chave: Contêiner, esquadrias, forros, instalações prediais, empreendimentos comerciais.

Abstract: The civil construction market has requested more and more agility in the execution of works and container constructions are a good alternative to meet this demand. However, for its use, the appropriate adaptation of frames, ceilings, plumbing installations, among other subsystems, must be carried out. A major obstacle for this adaptation to occur is the lack of standardization for container constructions, thus generating insecurity regarding the quality and reliability of these buildings. The objective of this work is to analyze the adaptation of containers to a commercial enterprise located in Vila Velha – ES, regarding the assembly of frames, linings of the *drywall* system and building installations, in the light of the standards of the Brazilian Association of Technical Standards, manuals of the Brazilian Association of *Drywall* and bibliographic references, aiming at the improvement of future projects built from shipping containers. A case study was carried out and data collection was carried out through the analysis of documents, interviews and visits to the site for direct observation of the construction site and monitoring of the execution of the construction stages with photographic records. A series of criteria and requirements expressed by the regulations, manuals and bibliographic references were observed in the results, but some problems were identified in the

¹ Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, professor do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES. E-mail: milton.paulino@gmail.com.

² Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo-UFES. pedrohenrique.motta@hotmail.com.

³ Pós-doutorado em Engenharia Civil pela Universitat Politècnica de València, doutora em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. E-mail: sayonara.pinheiro@gmail.com.

field, from the lack of care with the framing of the modules, ceilings and their subsystems, to the non-compliance with the regulations used. Thus, sustaining the insecurity regarding the reliability and durability of container constructions.

Keywords: Container, frames, ceilings, building installations, commercial enterprises.

1 Introdução

No Brasil existem várias cidades com uma localização privilegiada, por estarem situadas próximas a uma zona portuária. Um exemplo é a cidade de Vitória, que tem um porto organizado, com um conjunto de terminais que compartilham infraestrutura comum e 11 terminais de uso privativo. Nesse contexto, existe uma atrativa disponibilidade de contêineres para destiná-los, após adaptações, a usos residenciais e comerciais diversos (Ideies, 2018).

Apesar das vantagens logísticas das cidades portuárias, atualmente não existe normativo nacional regulador específico para as construções em contêiner, promovendo insegurança dessas construções (Freire; Pereira, 2018; Carvalho, 2017). De acordo com Barreto e Bueno (2022), a falta de parâmetros e requisitos mínimos das construções em contêiner promove dificuldade para realização do controle executivo dos processos de adaptação dos módulos à empreendimentos comerciais, sendo eles: cortes, reforços, instalação de esquadrias, montagem do sistema de vedação e seus subsistemas, possibilitando a ocorrência de falhas e manifestações patológicas.

Ainda de acordo com Barreto e Bueno (2022), os problemas mais comuns das construções em contêiner são: fixação indevida das divisórias, exposição de partes cortantes nas esquadrias, graves infiltrações advindas da falha de estanqueidade do piso e encontros entre as estruturas de *drywall* e contêiner, ausência de isolamento térmico e acústico e pé-direito menor que o recomendado em norma (2,50 metros).

Apesar da inexistência de normativo para as construções em contêiner, as etapas de corte, implementação de esquadria (portas e janelas) e reforços da estrutura dos módulos, possuem especificações de critérios e requisitos mínimos, os quais são apresentados em diversas referências bibliográficas, por exemplo Abreu (2018), Carbonari (2015), Carvalho (2017), Figuerola (2013), França Junior (2017). Quanto às divisórias, forros e subsistemas do *drywall*, se tem normativo específico da Associação Brasileira de Normas Técnicas e manuais da Associação Brasileira do *Drywall*.

Neste sentido, esse trabalho visa analisar a adaptação dos contêineres à empreendimentos comerciais, assim como a montagem de esquadrias, forros do sistema *drywall*, instalações hidrossanitárias, hidráulicas, elétricas, de gás, isolamento térmico e acústico, à luz das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, materiais da Associação Brasileira de *Drywall* e

referenciais bibliográficos, visando o aperfeiçoamento de futuros empreendimentos construídos a partir de contêineres marítimos.

A análise nesse trabalho se dá em um empreendimento comercial localizado no município de Vila Velha, no Espírito Santo, a fim de identificar se a unidade-caso atende aos critérios e requisitos expressos nos referenciais bibliográficos, tanto das construções em contêineres, quanto do sistema *drywall*, normas técnicas e manuais da Associação Brasileira do *Drywall*.

2 Metodologia

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto. Após essa etapa, foi selecionada a unidade-caso, que deveria ser um empreendimento construído a partir de contêineres marítimos de caráter comercial, com os serviços de adaptação dos contêineres em fases iniciais e a obra deveria contemplar as fases executivas a serem analisadas, ou seja, instalação de esquadrias, execução de forros (*drywall*) e instalações eletro-eletrônicas, hidrossanitárias, água quente e fria, gás e isolamento termoacústico.

A unidade-caso selecionada para realização do estudo de caso foi de um empreendimento constituído de vários pontos comerciais do ramo alimentício, localizados próximo a uma região costeira (Vila Velha – ES), chamado *Food Park*.

A localização do empreendimento reforça a importância do atendimento as premissas executivas, uma vez que estarão sujeitos à fortes ventos e, quando combinado a precipitações pluviométricas, podem gerar infiltrações nas esquadrias ou revestimentos externos, caso a estanqueidade destes estejam comprometidas. Outro ponto, dá-se pela grande incidência solar, sendo significativo o correto dimensionamento das aberturas para ventilação e instalação dos revestimentos termoacústicos.

A coleta de dados foi realizada através da análise de documentos. Assim, solicitou-se ao responsável técnico da obra e empresas executantes, os documentos que fornecessem informações e registros relacionados às fases executivas e controles aplicados. Nesse contexto, pode-se destacar o cronograma da obra, projetos executivos, diários de obra e fichas de verificação ou ficha de inspeção dos serviços.

A outra técnica utilizada para a coleta de dados foi a observação direta em campo, que objetivou analisar a execução de esquadrias, forros e instalações prediais, executados no interior dos contêineres durante o processo de adaptação ao empreendimento.

Para essa atividade de observação, foi elaborado um roteiro dos itens a serem analisados em campo, quais sejam: forro, esquadrias, instalações hidrossanitárias, hidráulicas, elétricas,

gás, isolamentos, ferramentas utilizadas no processo executivo, formas de acondicionamento e transporte), prevendo-se registro fotográfico. Esses registros foram utilizados para análise dos critérios e requisitos adotados durante o processo de adaptação dos contêineres marítimos à empreendimentos, comparando-os com os diagramas, ilustrações, tabelas, requisitos e recomendações estabelecidos nos normativos e manuais especificados pela Associação Brasileira do *Drywall*.

E por fim foram realizadas entrevistas para a coleta de dados referente aos critérios e requisitos adotados durante o processo de adaptação dos contêineres marítimos ao empreendimento. Realizou-se a compilação dos dados contidos na NBR 15217 (ABNT, 2018), 14715-1 (ABNT, 2021) e NBR 15758-1-2 (ABNT, 2009). Estes itens foram expressos em forma de roteiro de duas entrevistas, sendo realizada com o engenheiro responsável pela obra e com o encarregado da equipe de montagem do sistema *drywall*.

Na primeira entrevista obteve-se informações sobre projetos, repasse da demanda executiva para equipe de campo; controles no recebimento, acondicionamento e movimentação dos materiais; manutenção e controle do estoque (caso aplicável) e tratamento de não conformidades.

Na segunda entrevista teve-se a investigação das dificuldades das fases executivas (interpretação dos projetos em campo, execução das paredes, forros, cortes no contêiner, execução de reforços na estrutura do contêiner, instalação dos requadros para recebimento das esquadrias, instalações de gás, hidrossanitárias, hidráulicas, eletro-eletrônicas, isolamento térmico e acústico) e suas respectivas tratativas em campo.

A análise dos dados ocorreu através da comparação das condições de campo com as especificações de uso, formas de acondicionamento e procedimentos de montagem, presentes nos textos, tabelas, figuras da literatura e normas técnicas do sistema *drywall* e seus subsistemas, bem como manuais da Associação Brasileira do *Drywall*, avaliando os critérios e requisitos adotados durante o processo de adaptação dos contêineres marítimos à empreendimento.

3. Apresentação e discussão dos resultados

A obra em estudo foi concebida a partir de dez contêineres marítimos, sendo seis do tipo Standard 40' e quatro do tipo Standard 20' dispostos em três pavimentos, os quais se conectam através de escada tipo padrão de estrutura metálica. No térreo foram instalados três contêineres Standard 20' (identificados como CT 01, CT 02 e CT 03, ambos com 15,37m²) e um contêiner Standard 40' (nomeado como CT 04, com 31,37m²). Todos os módulos deste pavimento foram

apoiados sobre bases civis, as quais já haviam sido cobertas por pavimentação em piso de concreto intertravado no momento da observação direta.

No 1º piso, instalou-se dois contêineres Standard 20', definidos como CT 05 e CT 06 (ambos com 15,37m²), bem como dois contêineres Standard 40', sendo eles: CT 07 e CT 08 (31,37m²). No 2º piso, instalou-se um contêiner Standard 20', definido como CT 09 (15,37m²) e um contêiner Standard 40': CT 10 (31,37m²).

Os módulos foram adquiridos em lote único devido a maior facilidade para aquisição da tipologia Standard. Com a padronização dos tipos de contêineres, evitou-se possíveis ajustes nos suportes entre módulos devido suas diferenças dimensionais.

3.1 Adaptação dos Contêineres - Esquadrias

Para instalações de esquadrias seguiu-se uma padronização conforme explicado pelo engenheiro da obra, onde todos os módulos contam com uma abertura para porta (2,10x0,70m) e uma para janela ou balcão de atendimento (3,00x1,2 m).

Inicialmente executa-se a marcação manual das aberturas necessárias às esquadrias sobre as chapas laterais dos contêineres, seguido de corte destas estruturas pelo uso de esmerilhadeira com disco para metal. Posteriormente, seguiu-se com a soldagem dos requadros fabricados em campo com perfil U 100x50x2,5mm (portas e janelas), remoção das rebarbas, lixamento dos pontos de solda, tratamento superficial com fundo convertedor de ferrugem ou fundo anticorrosivo.

Figura 1 - Processo de corte, tratamento de superfície e reparos.



Fonte: Autores.

Além dos processos mencionados, durante as observações diretas verificou-se a existência de frestas geradas pela falha no processo de corte das estruturas dos contêineres, as

quais foram reparadas com a soldagem de sobras de barras metálicas existentes no canteiro de obra (ver Figura na página anterior).

Adicionalmente aos requadros confeccionados em campo, fabricou-se também as portas utilizadas para controle de acesso aos contêineres, onde se aproveitou as chapas laterais restantes do processo de corte das estruturas dos módulos para vedação desta esquadria. O perímetro da porta foi executado com perfil metalon 50x50mm, soldados em seus encontros (quinas) e à chapa de preenchimento em seu interior. Observou-se em campo a utilização de portas com abertura padrão e de correr, esta última localizada no terceiro pavimento (CT 09), devido à necessidade de melhor aproveitamento do espaço interno, conforme Figura 1.

Figura 1 - Requadros e esquadrias fabricados em campo.



Fonte: Autores.

Durante as observações diretas, verificou-se pontos de retrabalhos nos requadros, devido a existência de excessivas marcas de cortes, emendas de perfis e pontos de soldagem. Segundo o engenheiro responsável pela obra, esses retrabalhos se deram pela mudança de definição de layout do estabelecimento por parte do proprietário.

As mudanças quanto às necessidades de cada módulo, fez com que a equipe de serralheria modificasse à altura de peitoril das janelas e balcões de atendimento, pela soldagem de perfil complementar sobre o requadro existente. Também se observou o fechamento parcial de locais anteriormente previstos para porta, o qual foi substituído pelo complemento nas dimensões do balcão de atendimento, conforme

Figura na página seguinte.

Figura 3 - Retrabalhos – Ajustes dos requadros.



Fonte: Autores.

Verificou-se a inexistência de impermeabilizante nas frestas entre estrutura dos contêineres e requadros com selantes hidrofugantes. Quando solicitado, o engenheiro responsável pela obra explicou que devido a instalação de cobertura sobre toda a área de construção, esta etapa não se fez necessária. No entanto, na ocorrência de limpeza por lavagem com água e material desengordurante sobre as estruturas dos módulos, o efluente pode penetrar pelas frestas sem selantes e gerar manifestações patológicas sobre todos os elementos que compõem o sistema *drywall*, assim como possíveis danificações à ativos necessários ao funcionamento dos estabelecimentos instalados internamente aos módulos, conforme expresso por Xavier (2015).

De acordo com o engenheiro responsável pela obra, as equipes de serralheria não utilizavam ferramentas como nível a laser, com isso, os requadros das esquadrias foram instalados pela medição com trena da distância entre piso do contêiner e altura do peitoril das janelas e balcões, bem como ajustes com nível manual de bolhas. Segundo Dagostin (2017), o nível a laser proporciona melhor referência de alinhamento para construções e montagens quando comparado com os ferramentais manuais de nível a bolha, mangueiras de nível e prumo. O laser cria um perfeito plano (linha vermelha) projetado nos anteparos, como as paredes e o chão. Portanto, a não utilização desta ferramenta proporciona menor confiabilidade e velocidade de montagem dos sistemas e subsistemas.

Para o processo de soldagem, seguiu-se com a instalação dos requadros com a utilização de ferramentas manuais de medição de nível e prumo sobre as chapas laterais dos contêineres, estruturas que possuem avarias naturais ocasionadas durante o uso operacional dos módulos (empenos, amassados, entre outros). Com isso, verificou-se desaprumo e desnivelamento das esquadrias (linha amarela) em relação ao prumo e nível a laser (linha vermelha) utilizado pela equipe de execução do *drywall* para confecção das divisórias, conforme Figura .

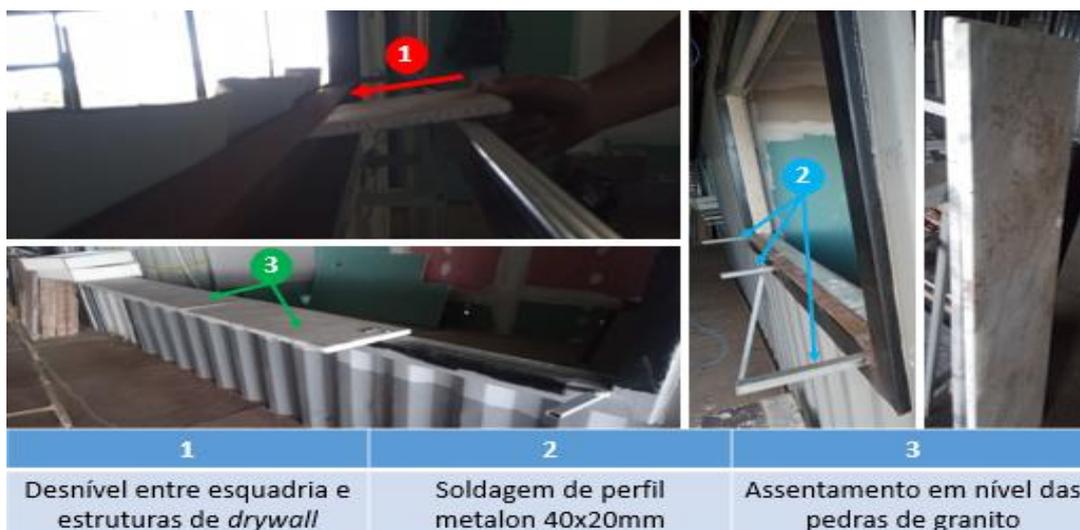
Figura 4 - Desaprumo e desnivelamento das esquadrias.



Fonte: Autores.

Como estratégia para regularização do desnivelamento dos requadros, possibilitando a compatibilização destes com as estruturas de *drywall* instaladas internamente aos contêineres, adotou-se a instalação de pedras de granito sobre os peitoris das janelas e balcões de atendimento. Nestes locais, soldou-se perfis de metalon 40x20mm aos perfis que compõem os requadros das esquadrias, de forma a garantir o nivelamento das peças de granito instaladas, conforme fFigura

Figura 5 - Correção de desnivelamento – Peitoril de esquadrias.



Fonte: Autor.

3.2 Adaptação dos Contêineres - Forros

Para se utilizar o menor espaço possível do pé-direito dos módulos, o engenheiro responsável pela obra solicitou que o forro fosse instalado o mais próximo da chapa superior do contêiner, mas sem perfurá-la, para não causar possíveis pontos de infiltração.

O encarregado da equipe de *drywall* solicitou que a equipe de serralheira soldasse pedaços de metalon 50x20mm sob a chapa superior do contêiner e nestes instalou-se os perfis da estrutura do forro (Figura). Conforme explicado pelo encarregado de montagem do sistema *drywall*, houve dificuldades durante a execução do forro, pois em alguns contêineres, as chapas superiores estavam empenadas para dentro do módulo, onde necessitou-se instalar a estrutura do forro 3 cm abaixo do nível anteriormente marcado.

Os contêineres que compõem o empreendimento são do tipo Standard e, de acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2021), a altura mínima de pé-direito para edificações comerciais e residenciais não pode ser inferior a 2,50 m, podendo ser reduzido para 2,30 m em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas. Observou-se que os contêineres mantiveram a altura média de 2,30 m, ou seja, em desacordo com as orientações normativas, visto o carácter comercial do empreendimento.

Figura 6 - Estruturação do forro.



Fonte: Autores.

3.3 Adaptação dos Contêineres - Instalações hidrossanitárias e hidráulicas

Conforme especificado pela NBR 15758-1 (ABNT, 2009), todos os pontos de utilização hidrossanitários e hidráulicos foram executados com tubulação e conexões do tipo PVC e seus pontos de utilização e captação foram instalados majoritariamente próximos às extremidades dos contêineres em sua parte interna. Esta definição objetivou evitar o corte das estruturas originais dos módulos e consequentes necessidade de reforços estruturais.

Quanto à rede hidráulica do empreendimento, a utilização de tubulações do tipo PVC contrapõe-se as recomendações de Junior e Nunes (2017), os quais indicam a utilização de tubulação flexível de polietileno reticulado, denominada como PEX, viabilizando trajetórias mais curtas e sem a necessidade de emendas excessivas.

A rede de esgotamento sanitário encaminha o efluente captado para as caixas de passagem e posteriormente às fossas sépticas. Quanto às redes de distribuição hidráulica, o início do encaminhamento dá-se pelo fornecimento hídrico da concessionária, posteriormente pelos ramais de alimentação de cada estabelecimento com seus pontos de utilização locados na parte interna dos contêineres. Ambas as instalações se deram majoritariamente na parte externa dos contêineres, conforme Figura .

Conforme especificado por Castro, Freitas e Santiago (2012), os diâmetros das tubulações hidrossanitárias, nos pontos de captação (pias e tanques) e colunas de ventilação, se deu por tubos de 50 mm de diâmetro e nos ramais de descarga e esgoto, utilizou-se tubulações de 100mm de diâmetro, assim como para as redes pluviais.

Figura 7 - Redes de distribuição hidráulica e captação hidrossanitária.



Fonte: Autores.

As tubulações de abastecimentos de água, foram confeccionadas com tubos de 25 mm de diâmetro reduzidos para 20 mm nos trechos verticais direcionados aos pontos de utilização. Devido ao encaminhamento das tubulações serem externo aos contêineres, não houve necessidade de execução de paredes duplas ou shafts.

Para instalação das tubulações hidráulicas e hidrossanitárias do CT 08, foram necessários cortes nas abas das guias inferiores das divisórias (ponto 1, Figura), os quais não ultrapassaram 10 cm, portanto, estando conforme as especificações da NBR 15758-1 (ABNT, 2009). No entanto, não se atendeu as recomendações de fixação dos pontos de utilização hidráulica e captação hidrossanitária diretamente sobre as chapas de gesso por meio dos flanges das conexões, pois os dispositivos utilizados não foram os específicos do sistema *drywall* (ponto 2, Figura).

Figura 8 - Conexões hidráulicas e hidrossanitárias.



Fonte: Autores.

Devido à falta de fixação das conexões citadas anteriormente, os pontos de utilização hidráulicos e de captação hidrossanitárias não apresentavam avanço de 2mm em relação as chapas das divisórias de *drywall*, conforme expresso na NBR 15758-1 (ABNT, 2009). Outra fragilidade quanto ao atendimento do normativo, foi a inexistências de vedação com selante (mástique elastoméricos) de todas as frestas nos pontos de utilização hidráulicos e hidrossanitários, conforme Figura .

Figura 9 - Inconsistências pontos de utilização hidráulicos e hidrossanitários.



Fonte: Autores.

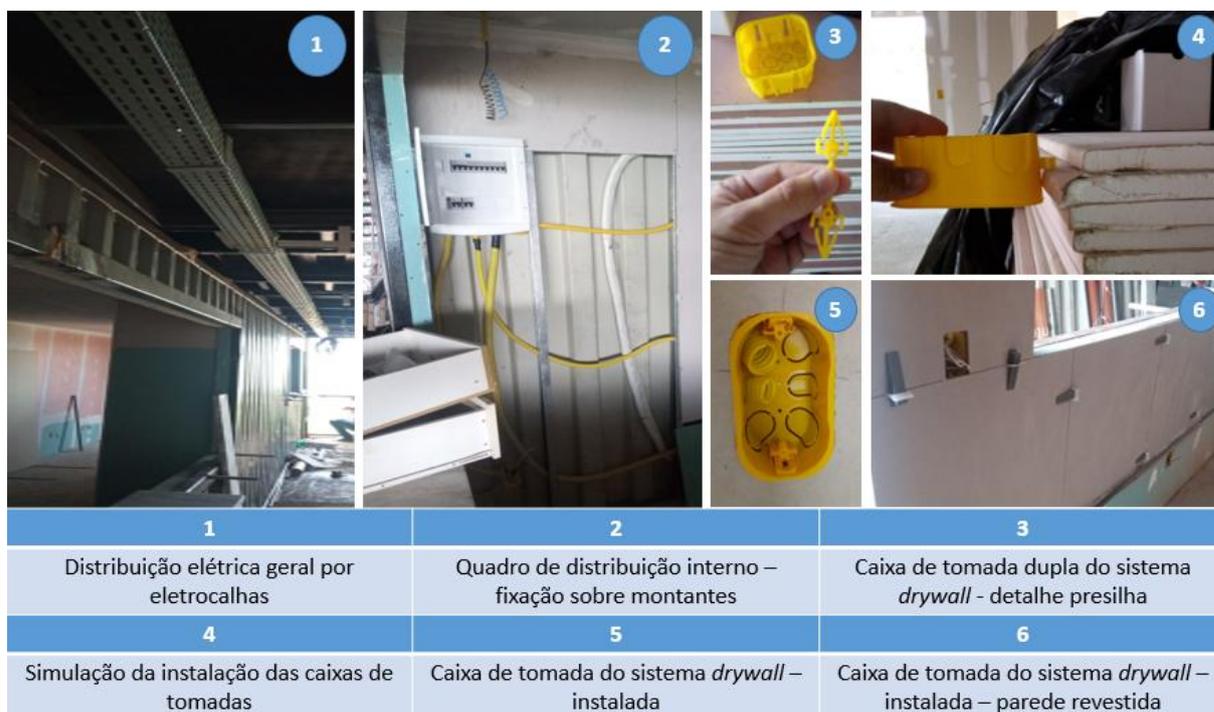
3.4 Adaptação dos Contêineres - Instalações eletroeletrônicas

Toda a distribuição elétrica geral do empreendimento deu-se externamente aos contêineres, com seu encaminhamento feito por eletrocalhas (ponto 1, Figura) e destinando a alimentação aos quadros de distribuição internos de cada módulo (ponto 2, Figura). Os quadros de distribuição, caixas de tomadas, eletrodutos flexíveis, eletrocalhas, entre outros, são próprios do sistema *drywall*, não incorrendo quaisquer dificuldades executivas durante a montagem do sistema (JUNIOR; NUNES, 2017).

Para os quadros de distribuição, verificou-se fixação destes diretamente sobre os montantes da estrutura que compõem as divisórias de *drywall* (ponto 2, Figura). Para as caixas de tomadas, constatou-se a correta fixação por meio das presilhas plásticas próprias desses dispositivos (ponto 3, 4, 5 e 6, Figura). Ambos em conformidade com os requisitos expressos na NBR 15758-1 (ABNT, 2009).

Ainda conforme NBR 15758-1 (ABNT, 2009), ao analisar as instalações elétricas, verificou-se a utilização de eletrodutos do tipo flexível, porém, inexistência de protetores entre furos dos montantes e encaminhamento dos eletrodutos, estando em desacordo com as recomendações normativas.

Figura 10 – Rede de distribuição elétrica.



Fonte: Autores.

Para a instalação da rede de distribuição elétrica, permite-se executar cortes nas abas ou alma da guia, desde que não ultrapassem 10 cm de comprimento, assegurando-se a fixação das extremidades a pelo menos 10 cm do corte. Porém, todas as instalações elétricas no interior dos contêineres se deram pelos furos originais dos montantes, não sendo necessário a realização de furos adicionais, conforme NBR 15758-1 (ABNT, 2009) e NBR 15758-2 (ABNT, 2009).

Devido à característica das divisórias aplicadas na parte interna dos contêineres, as paredes possuem apenas uma face de fechamento com chapas de gesso, uma vez que a face oposta é protegida pela chapa lateral dos próprios módulos. Portanto, não se constatou em campo caixas de tomadas, interruptores ou quadros de distribuição elétrica adjacentes ou apresentando contato em suas faces posteriores, ou seja, não houve necessidade de posicionar estes elementos com pelo menos 10 cm de afastamento entre si (ABNT, 2009).

Para o sistema de SPDA dos módulos, o engenheiro responsável pela obra informou que se instalou uma haste de aterramento de cobre nu para cada contêiner no pavimento térreo, realizando conexão entre módulo e haste de aterramento por meio de cabos de aço. No entanto, devido a inexistência de projetos deste sistema e soterramento pelo piso de concreto

intertravado das instalações mencionadas pelo engenheiro, não foi possível verificar se o sistema SPDA apresentava os requisitos expressos em norma.

Conforme diretrizes da NBR 5419-1 (ABNT, 2015), o sistema SPDA deve ser composto basicamente, além das hastes de aterramento, por rede em cobre nu, malha ao redor de todo o contêiner ou construção e conexão entre cobertura e estrutura dos módulos. Estes sistemas e dispositivos não foram constatados em campo e não foram mencionados pelo responsável técnico da obra, possibilitando a conclusão de que os requisitos expressos no normativo não foram atendidos.

3.5 Adaptação dos Contêineres - Instalações de gás

Observou-se que os materiais utilizados para as redes de abastecimento de gás no empreendimento foram tubulações do tipo polietileno reticulado de 20x2,0mm, conexões do tipo engate por pressão ou crimpagem e roscáveis próprias do sistema, conforme Figura . A escolha do sistema, se deu objetivando agilidade de montagem, segurança e qualidade, em concordância com as recomendações de Barreto e Bueno (2022), os quais afirmam as vantagens deste sistema devido a simplicidade de execução e não necessidade de processo de soldagens especiais.

Figura 11 - Rede de distribuição de gás - Polietileno reticulado.



Fonte: Autores.

De acordo com a NBR 16821-6 (ABNT, 2020), as tubulações e conexões devem ser armazenadas em locais limpos, cobertos, arejados, livres de umidade, afastados do solo, não

apresentando sobreposição de outros materiais que possam causar danos à superfície dos tubos e livre de choques mecânicos. Essas condições, foram verificadas como atendidas em campo, pois os materiais foram organizados internamente aos contêineres, local afastados do solo, coberto, ventilado, com ausência de umidade, sem quaisquer sobreposições de materiais aos tubos, assim como ausência de choques mecânicos.

Os equipamentos utilizados para a confecção do sistema foram: tesoura corta-tubo, alicate manual de crimpagem radial, utilizado para fixação entre tubos e conexões, adesivos para juntas, utilizados em conexões roscáveis, fita veda rosca e furadeira, conforme Figura . Todas as ferramentas verificadas em campo, estão de acordo com ferramental especificado na NBR 16821-6 (ABNT, 2020).

Figura 12 - Montagem da rede de gás – Ferramentas.



Fonte: Autores.

De acordo com NBR 16970-3, é recomendada que as tubulações de gás sejam executadas externamente aos elementos estruturais, considerando o risco de acúmulo de gases (ABNT, 2022). Verificou-se que o encaminhamento das redes de distribuição de gás, foram locadas externamente aos contêineres, estando na parte interna somente os pontos de utilização. Para realizar a fixação das tubulações sobre a estrutura do contêiner, utilizou-se suportes metálicos aparafusados nas chapas laterais dos módulos (ponto 3, Figura).

Para os pontos de utilização, verificou-se que estes encontravam-se sem fixação sobre as estruturas das divisórias ou do próprio contêiner, mesmo após aplicação do acabamento das paredes internas aos módulos realizado com assentamento de revestimento cerâmico (ponto 6, Figura).

Ainda com relação aos pontos de utilização, constatou-se inexistência de proteções nos furos realizados para a passagem das tubulações de gás (ponto 4 e 5, Figura), promovendo risco de danificação do tubo pela sua movimentação, haja visto a falta de fixação e contato

direto com as rebarbas geradas no processo de corte das chapas laterais dos contêineres. Estas fragilidades, descumprem os requisitos normativos relacionados a fixação do sistema (Figura), conforme NBR 16821-6 (ABNT, 2020).

Figura 13 - Rede de distribuição de gás.



Fonte: Autores.

Figura 14 - Requisitos normativos – Sistemas de abastecimento de gás.

3.6 Fixação

3.6.1 Em instalações aparentes, é necessária a utilização de suportes para a fixação da tubulação.

3.6.2 Os materiais de fixação não podem ser constituídos de materiais que possam provocar danos na superfície dos tubos.

Fonte: NBR 16821-6 (ABNT, 2020).

3.6 Adaptação dos Contêineres - Isolamento térmico e acústico

Conforme Schultz e Lebre (2017), devido à alta condutividade térmica e transmitância sonora dos contêineres, é indispensável o isolamento térmico e acústico de todo seu entorno, inclusive no piso e teto, podendo ser feito interna e externamente. Por motivos de viabilidade financeira, instalou-se os sistemas na parte interna dos módulos, uma vez que se instalado na parte externa o material precisaria possuir alta resistência às intempéries e abrasivos, gerando altos custos de aquisição do material e implantação (Abreu, 2018; Barth; Carbonari, 2015; Vieira, 2020; Teixeira, 2014).

O material utilizado para o isolamento do contêiner foi a fibra de poliéster (lã de pet), e quando corretamente aplicada promove a garantia de desempenho do conforto térmico e acústico no interior dos contêineres (Occhi; Almeida, 2016). No entanto, observou-se desvios quanto a aplicação dos isolamentos.

Conforme a NBR 15758-1 (ABNT, 2009), têm-se os seguintes requisitos para aplicação dos isolamentos térmicos e acústicos: a) Todo o sistema de isolamento deve ser posicionado e instalado antes do fechamento total das paredes; b) Os materiais utilizados devem ser colocados entre os montantes, acompanhando o espaçamento destes, realizando a distribuição uniforme e evitando-se espaços vazios; c) Os materiais utilizados podem possuir espessura ligeiramente superior à largura dos montantes, podendo ser comprimidos na fixação das chapas sobre a estrutura; d) Quanto à colocação do isolamento junto a tubulações internas, quando necessário, executar o corte nas faces do material, facilitando o envolvimento dos tubos.

Conforme apresentado na Figura 15, nota-se que o isolamento não preenche todos os espaços vazios (requisito II) tão pouco foram comprimidos pela instalação das chapas que compõem as divisórias do sistema *drywall* (requisito III), não possibilitando o conforto térmico e acústico desejado internamente aos módulos. Outra fragilidade, foi a não constatação de qualquer tipo de isolamento sobre as estruturas do forro e piso de nenhum dos contêineres do empreendimento.

Figura 15 - Instalação do isolamento térmico e acústico.



Fonte: Autores.

Quanto ao requisito IV apresentado pela NBR 15758-1 (ABNT; 2009), observou-se que as equipes de montagem do sistema *drywall* não envolviam os tubos presentes no interior das divisórias, como tubulações hidráulicas, elétrica e hidrossanitárias. Nestes locais, aplicava-se a lã de pet diretamente sobre as tubulações, deixando o isolamento solto e com vários espaços vazios, comprometendo o desempenho térmico e acústico das divisórias (ABNT, 2009; Occhi; Almeida, 2016).

4. Conclusões

Observou-se nesse estudo que mesmo com a inexistência de normativos reguladores específicos das construções em contêiner, se identificou durante a execução do empreendimento o atendimento de critérios e requisitos expressos pelas referências bibliográficas utilizadas nesta pesquisa.

Os forros em *drywall* apresentaram diversas situações de conformidade aos critérios e requisitos contidos nos normativos, manuais e referências bibliográficas, como os perfis que compõem sua estrutura. Verificou-se que as tipologias adotadas são as recomendadas pela norma pertinente, sendo elas: perfil canaleta tipo C, perfil guia e perfil montante.

Quanto a aplicação do forro, este se deu conforme normalização pertinente, seguindo todos os requisitos de fixação e tratamento de juntas entre chapas. Porém, gerou-se impacto sobre a altura útil dos contêineres ficando com 2,30 m, ou seja, abaixo dos requisitos da norma, o qual define pé-direito mínimo de 2,50m para edificações comerciais.

Para as redes de instalações hidrossanitárias e hidráulicas, utilizou-se material PVC seguindo recomendações das normas, locados majoritariamente externos aos módulos, sem a necessidade de paredes duplas ou shafts. No entanto, as conexões utilizadas não foram as específicas do sistema *drywall*, incorrendo em dificuldade de atendimento aos requisitos de fixação, avanço sobre as chapas e inexistência de selantes nos pontos de utilização e captação.

Para as instalações eletroeletrônicas, a distribuição se deu majoritariamente externa aos módulos com eletrocalhas e os pontos de utilização foram instalados internamente aos contêineres utilizando caixas de tomadas e quadros de distribuição específicos do *drywall*, conforme especificações normativas. Não se constatou em campo as condições executivas do sistema SPDA, porém, conforme entrevista realizada com engenheiro responsável pela obra e comparação das informações adquiridas com requisitos e critérios normativos, verificou-se que as informações fornecidas não atendem aos critérios e requisitos de norma.

As instalações de gás foram realizadas com ferramental e materiais adequados, estando conforme a norma, bem como realizou-se o correto acondicionamento dos materiais, utilizando-se de estratégia de mobilização diária, reduzindo o risco de danos aos materiais e ferramentas utilizadas para execução do sistema. Porém, verificou-se o não atendimento ao normativo no que tange as fixações dos pontos de utilização e inexistência de protetores dos furos nas chapas laterais dos contêineres, podendo gerar danos às tubulações e consequentes vazamentos.

Para o sistema de isolamento térmico e acústico, utilizou-se lã de pet, porém, a aplicação deste material se deu em desconformidade com os requisitos e critérios da norma, verificando-se diversos espaços vazios no isolamento, comprometendo o correto desempenho do sistema.

Sobre as limitações da pesquisa, é importante ressaltar que devido ao carácter célere das construções em contêiner e de estruturas metálicas, não se conseguiu acompanhar as fases executivas do sistema SPDA. Adicionalmente a ausências de documentações e projetos protocolados dificultou a análise dos requisitos e critérios específicos para as execuções em campo.

Observa-se que, apesar da inexistência de normativo específico para construções em contêineres marítimos, o cumprimento das normas de cada sistema e subsistemas proporcionaria garantias técnicas à execução. No entanto, devido a inexistência de projetos e falta de compatibilização destes, gerou-se dificuldade quanto ao atendimento dos critérios e requisitos dos normativos, manuais e referenciais bibliográficos, por parte das equipes executoras e responsáveis técnicos da obra. Diante do exposto, para o empreendimento adotado como objeto de estudo de caso, sustenta-se a insegurança quanto sua confiabilidade e durabilidade, uma vez que os requisitos normativos foram classificados como parcialmente atendidos na obra.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15217**: Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, p. 18. 2018.

ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, p. 98. 2021.

ABNT. **NBR 15758-1**: Sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem - Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro, p. 45. 2009.

ABNT. **NBR 15758-2**: Sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem - Parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros. Rio de Janeiro, p. 23. 2009.

ABNT. **NBR 16821-6**: Sistema de tubulação multicamada para a condução de gases combustíveis - Parte 8: Código de prática de manuseio e montagem. Rio de Janeiro, p. 20. 2020.

ABNT. **NBR 16970-3**: Light Steel Framing - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas - Parte 3: Interfaces entre sistemas. Rio de Janeiro, p. 15. 2022.

ABNT. **NBR 5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1 - Princípios gerais. Rio de Janeiro, p. 67. 2015.

ABNT. **NBR 14715-1**: Chapas de gesso para *drywall* - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, p. 6. 2021.

ABREU, P. N. **Análise de viabilidade técnica para reutilização de contêineres ISO na construção de habitações da faixa 1 do programa minha casa, minha vida**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Poli UFRJ. Rio de Janeiro. 2018.

AVIER, M. M. Cuidados ao se transformar um container. **Minha casa container**, 2015. Disponível em: <https://minhacasacontainer.com/2015/05/11/cuidados-que-devemos-ter-na-hora-de-transformar-um-container/>. Acesso em: ????

BARRETO, D.; BUENO, M. A. P. Análise das condições de desempenho e acessibilidade no reuso de contêineres para uso comercial. **Conjecturas**, São Carlos, v. 2, n. 5, 2022. ISSN 1657-5830.

BARTH, F.; CARBONARI, L. T. Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 6, n. 4, dez. 2015. 255-265. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/download/8641165/11867/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres iso na arquitetura: Aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil**. 2015. 196 f. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/156881>. Acesso em: 30 jan. 2025.

CARVALHO, G. A. **O uso de contêineres na construção civil: uma proposta de normativa visando potencializar sua aplicação em habitações de interesse social**. 2017. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2017 Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15684>. Acesso em: 30 jan. 2025.

CASTRO, R. C. M.; FREITAS, A. M.; SANTIAGO, A. K. **Steel framing: arquitetura**, Rio de Janeiro, Instituto Aço Brasil/CBCA 2012. Disponível em: https://engprime.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Manual_SF_Arquitetura_web.pdf. Acesso em: 30 jan. 2025.

DAGOSTIN, V. A. F. **Análise de eficiência de equipamentos em obras de construção civil**. UNISUL. Tubarão, p. 55. 2017.

FIGUEROLA, V. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas**, 2013. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/201/conteineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcao-de-302572-1.aspx>. Acesso em: ????

FREIRE, R. S.; PEREIRA, W. G. **Reaproveitamento de containers de transportes de mercadorias para construção de casas**. 2018. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - UNIEVANGÉLICA. Anópolis-GO. 2018. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/11>. Acesso em: 30 jan. 2025.

JUNIOR, A. D. S. S.; NUNES, M. D. A. Utilização de contêineres na construção civil: Estudo de caso. **Revista Campo do Saber**, Morada Nova, v. 3, n. 2, dez. p.129-151, 2017. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/85>. Acesso em: 30 jan. 2025.

FRANÇA JUNIOR, A. M. **Análise estrutural de contêineres marítimos utilizados em edificações**. 2017. 155 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Construção Metálica) -

Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9986>. Acesso em: 30 jan. 2025.

OCCHI, T.; LMEIDA, C. C. O. Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS. **Revista de arquitetura IMED**, v. 5, n. 1, p. 16-27, 2016. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1282>. Acesso em: 01 fev. 2025.

SCHULTZ, J. L.; LEBRE, R. P. **Estudo técnico da viabilidade do reuso de contêiner na construção civil**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - CESMAC. Maceió-AL. 2017.

TEIXEIRA, A. Â. A. **Avaliação do conforto térmico em containers metálicos utilizados como alojamento em canteiro de obras**. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/17658>. Acesso em: 01 fev. 2025.

VIEIRA, J. Containers marítimos mais utilizados na importação. GETT, 2020. Disponível em: <https://gett.com.br/tipos-de-container>. Acesso em: 29 jan. 2025.