

El contenedor marítimo en los edificios arquitectónicos

Ângliston Tainã Camilotti

Mestrando, IAI-USP, Brasil
angliston.camilotti@usp.br

Bruno Luís Daminelli

Professor Doutor, IAU-USP, Brasil.
Bruno.daminelli@usp.br

RESUMEN

En los últimos años, la producción de unidades residenciales o comerciales mediante la adecuación de contenedores de transporte de carga es una tendencia en el mercado de la construcción, ya que reutiliza materiales que se acumulan en los puertos, buscando así un desarrollo sustentable que cada vez es más necesario para la sociedad. El objetivo de esta investigación es estudiar, mediante una revisión bibliográfica, las posibilidades de uso de un contenedor en la construcción civil, relevar la historia y características físicas del contenedor marítimo y señalar las principales características y necesidades del sistema constructivo. Con el análisis de la situación y estado del arte del contenedor en la construcción civil, se pudo constatar que el contenedor es un material con gran potencial constructivo y que aún faltan estudios para el desarrollo del conocimiento científico y técnico en el área de estudio.

PALABRAS CLAVE: Contenedor marítimo. Contenedor en construcción. Trabajar en contenedor.

1 INTRODUCCIÓN

Los informes ambientales apuntan a un colapso ambiental si el consumo de recursos naturales continúa creciendo a niveles insostenibles. Esto, junto con la crisis energética ocurrida en Brasil en 2001, requirió cambios en varios sectores del país, incluida la construcción civil, ya que los edificios son responsables de alrededor del 48% del consumo final de energía del país (Ministerio de Minas y Energía - 2005). Según Metha (1999), el sector de la construcción civil también es responsable de una gran parte del consumo global de recursos naturales.

A partir de esta madera, arquitectura y construcción civil se han ido buscando nuevas alternativas y aplicaciones de materiales, sistemas constructivos y tecnologías para innovar la construcción de edificios comerciales y residenciales, con la intención de menor costo y mayor agilidad en la ejecución de actividades, ganando eficiencia. En los trabajos. Para ello, el contenedor marítimo tiene un gran potencial de aplicación en el sector, con la posibilidad de reutilizar un material disponible en abundancia y la capacidad de industrialización, sumando innovación y sostenibilidad.

Según Carbonari y Barth (2015), se puede observar un gran uso de contenedores marítimos en la construcción civil en los últimos años, desde sitios de construcción hasta edificios comerciales. Sin embargo, en muchos casos, la aplicación inadecuada de materiales y el mal uso de la tecnología a la hora de adecuar el contenedor provoca daños a los usuarios de estas construcciones y, también, a la calidad de la edificación.

2 OBJETIVOS

Este trabajo busca estudiar la trayectoria del contenedor marítimo dentro de la construcción civil, con un relevamiento histórico desde su creación hasta su uso en edificaciones y sus características y tipologías utilizadas en las intervenciones. Para comprender el estado del arte y demostrar el sistema de construcción de contenedores.

3 METODOLOGÍA

Esta investigación, que forma parte de la base teórica de una investigación de maestría, se desarrolló de manera exploratoria, buscando inicialmente comprender la historia y contexto del uso original del contenedor marítimo, para posteriormente comprender su uso en

arquitectura y civil. construcción. Con ello, identificó, con la búsqueda de empresas y profesionales del sector, las necesidades y características del sistema de construcción de contenedores.

Para la investigación teórica se utilizaron plataformas en línea ScienceDirect, Google Scholar y repositorios universitarios, bibliotecas del Instituto de Arquitectura y Urbanismo de São Carlos y la Escuela de Ingeniería de São Carlos y consulta con profesionales que trabajan en el área de intervención en contenedores y Los usuarios. Para la recolección de información, se compararon datos entre las diferentes bases teóricas para la validación y compilación en este trabajo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE CONTENEDOR

La palabra contenedor, según Slawil et al. (2010), proviene del latín *continere*, que significa mantener juntos, envolver, almacenar. Construido con material resistente, con el fin de transportar la mercadería de manera segura, inviolable y ágil, contiene estándares internacionales de facilitación logística.

Los contenedores, según Calory (2015), son núcleos de un medio de transporte particular que permite el movimiento por diferentes medios (camiones, trenes, barcos y aviones), lo que proporciona una intersección entre los diferentes medios de transporte y posibilita el flujo de productos y servicios en cualquier parte del mundo. Según lo define la ISO 668 de 2015, el contenedor es un equipo de transporte permanente, que contiene la resistencia suficiente para poder ser utilizado repetidamente y permitir el movimiento y transferencia entre diferentes medios de transporte.

4.2 HISTORIA DEL CONTENEDOR

En la antigüedad, los pueblos ya transportaban a sus comerciantes por territorios locales e incluso los más lejanos. Con el inicio de la navegación marítima, en busca de nuevos territorios y tesoros, el transporte se realizó a través de barriles, sacos y toneles, lo que presentó un gran desafío en este transporte, debido a la falta de estandarización de medidas, y dificultad en la carga y descarga. lo cual era bastante arcaico con la falta de grúas y montacargas.

Con la falta de estandarización y sistemas más mecanizados, hubo grandes pérdidas con deterioro por almacenamiento inadecuado, además de robos. Sin embargo, después de la Revolución Industrial con el avance de la industria, el aumento de la demanda de importación / exportación de bienes y el advenimiento del ferrocarril, existía la necesidad de crear una estandarización de un contenedor de transporte de carga.

Según Levinson (2006), el proceso de "contenerización" se dio inicialmente en las minas de carbón de Inglaterra y posteriormente en el siglo XX aparecieron los primeros contenedores cerrados, en 1901 por el inglés James Anderson quien los nombró como receptáculos, en 1926 por Brow Industries con pruebas en remolques de aluminio y en 1929 Seatrain Lines con los contenedores de hierro en sus buques de transporte entre Cuba y Nueva York.

Después de la 2a Guerra Mundial, el Ejército de los Estados Unidos utilizó cajas estándar para transportar los consumibles para los oficiales en el campo, que en 1952 se denominaron CONEX (Container Exepress) con un tamaño de 6x6x8 pies para el transporte de piezas de ingeniería (LEVINSON, 2006).

Sin embargo, la revolución la hizo Malcom McLean en 1955, quien era un camionero en Carolina del Norte - EE. UU., Quien se dio cuenta de todas las dificultades existentes y con la ayuda del ingeniero Keith Tantlinger, propuso un método de almacenamiento en cajas de acero reforzado y diseñó el primer contenedor intermodal eficiente para cargar carga de forma segura en viajes marítimos largos. El objetivo era producir un contenedor que pudiera vincular el transporte de camiones remolques con barcos, brindando agilidad y flexibilidad a la carga, reduciendo costos. El resultado fue una caja de 2,40 m de alto, 2,40 m de ancho y 3,00 m de largo, construida con acero corrugado de 2,50 mm de espesor y con un mecanismo de bloqueo giratorio en cada esquina superior que facilitó el levantamiento. A partir de esta creación se inicia la estandarización internacional de envases (SAYWERS, 2008).

Entre 1968 y 1970 se publicó la norma ISO 6346 para contenedores, que aporta mejoras en los procesos de carga y transporte, generando así un ahorro de tiempo. Ya en 1972, el contenedor fue regulado por la Organización Intergubernamental Consultiva Maritina, garantizando un manejo seguro (OCCHI y ALMEIDA, 2016).

Según Santos (1982), la adopción de contenedores en Brasil se produjo luego de estandarizar las medidas establecidas por ISO, requiriendo la creación de nuevas leyes, documentos y convenios para regular e introducir los contenedores como la principal forma de transporte intermodal en el país. Así, en 1971 los términos de la citada norma ISO fueron ratificados por ABNT (Asociación Brasileña de Normas Técnicas) y por INMETRO (Instituto de Metrología, Normalización y Calidad Técnica).

Luego, se creó la Cámara Brasileña de Contenedores (CBC) con el objetivo de estructurar el manejo de contenedores y producir contenidos y conferencias para mejorar el transporte nacional (CARBONARI, 2015).

4.3 LA CLASIFICACIÓN DE CONTENEDORES

Según Occhi y Romanini (2014), existen diferentes modelos de contenedores disponibles en la industria, los cuales varían en cuanto a forma, tamaño y resistencia, siendo los de la categoría Secos de 20 y 40 pies los más comunes para uso en civil. construcción. Las dimensiones externas del contenedor Dry Standard de 20 pies son: 2.438 metros de ancho, 6.06 metros de largo y 2.59 metros de alto, y puede contener hasta 22.10 toneladas. El contenedor de 40 pies tiene las mismas dimensiones en ancho y alto, difiere en longitud, contiene 12,92 metros y soporta una carga de hasta 27,30 toneladas. Los modelos Dry High Cube de 40 pies, también muy utilizados, miden 2,44 metros de ancho, 2,79 metros de alto y 12 metros de largo.

Los modelos Dry y Dry High Cube son los más utilizados en el transporte marítimo, teniendo piso de contrachapado naval y todos los lados cerrados y uno de los lados más pequeños con dos puertas. Como se muestra en la Figura 1, su diferencia solo se da en el volumen de carga que llevan las diferentes medidas en los modelos existentes.

Figura 1: Contenedores High Cube secos y secos



Fuente: GETT, 2021.

Otro modelo muy utilizado es el contenedor refrigerado (contenedor refrigerado), Figura 2, que tiene el tamaño del Contenedor Seco Estándar, pero con un revestimiento interno de acero inoxidable y relleno de espuma de poliuretano. Está destinado al transporte de carga perecedera.

Figura 2: Contenedor frigorífico



Fuente: ALCONET, 2021.

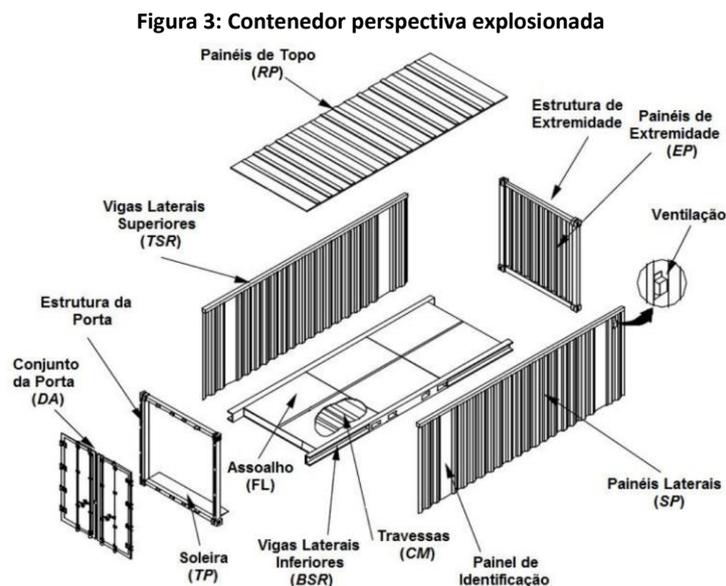
Para el registro e identificación de cada contenedor, para el control del movimiento y la ubicación e inspección de mercancías, una norma de identificación fue creada en 1969 por el Bureau International des Containes (BIC) y adoptada como norma por ISO en 1972. Según Top Trading (2020), los códigos en los puertos de contenedores se denominan Registro de códigos

BIC o códigos alfa de ISO y están escritos como en la Figura 3 para marcarlos en la documentación de transporte y la declaración de importación (DI).

4.4 ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DEL CONTENEDOR MARÍTIMO

Según Carbonari (2015), los contenedores son módulos metálicos, en acero corten con una estructura de alta resistencia a la corrosión. La principal característica de este acero es que en determinadas condiciones ambientales de exposición a agentes corrosivos, es posible desarrollar una película de óxido rojizo, denominada pátina, que adhiere, protege y retrasa el ataque de los agentes.

Según Slawik et al. (2010), la estructura del contenedor está compuesta por cuatro vigas superiores y cuatro inferiores que se conectan mediante un pilar en cada esquina de la caja, creando un esqueleto rígido. En los cierres, el piso está compuesto por contrachapado naval atornillado debajo de las vigas inferiores; los cierres laterales y la tapa, con láminas trapezoidales de al menos 2 mm de espesor; y el panel frontal cuenta con una puerta de dos hojas.



Fuente: RSCP, 2016.

4.5 EL CONTENEDOR COMO GRAN SUMINISTRO DE MATERIA PRIMA PARA LA CONSTRUCCIÓN

Con las grandes importaciones y exportaciones de productos a través del mar con el uso de contenedores y el tiempo máximo permitido de uso de estos contenedores, existe una gran cantidad acumulada de contenedores en todos los puertos del mundo. Según Goebel (1996), los contenedores tienen una vida útil, considerando su uso original, entre 8 a 12 años en el transporte marítimo de carga, ya que el contenedor es un equipo duradero y de uso repetitivo.

Sin embargo, muchas veces el contenedor no ha cumplido su edad para su eliminación, pero se caracteriza por ser inadecuado para su uso solo porque tiene algunas abolladuras, que pueden dañar la mercancía que sería transportada. Luego de su disposición por parte de las empresas de transporte, este material es depositado en grandes cantidades en chatarra y

puertos de todo el país, no necesariamente caracterizado como inservible para construcción civil, ya que muchos se encuentran en buen estado estructural y pueden ser utilizados para su adaptación a un nuevo uso.

Según datos del World Shipping Council (2014), actualmente hay más de 18 millones de contenedores circulando por el mundo y el 5% del total se desecha cada año. Según Calory (2015), se estima que aproximadamente un millón de contenedores son abandonados en todo el mundo, ya sea por motivos burocráticos, fallas de la empresa, fechas de vencimiento o hasta el final de los contratos comerciales.

En Brasil, se estima que hay cinco mil contenedores abandonados en los puertos, lo que genera importantes problemas logísticos ya que estas cajas están ocupando grandes e importantes espacios operativos para las terminales portuarias. De esta forma, el contenedor es un material abundante para su uso en la construcción civil. Se puede utilizar en diferentes aplicaciones, desde obras de construcción hasta viviendas permanentes de alta gama.

Un punto a destacar es la flexibilidad del contenedor para la arquitectura y la construcción: según Kotnick (2008), es modular, prefabricado, transportable, resistente, apilable y ligero, lo que aporta rapidez, modulación y adaptabilidad constructiva.

Slawik et al (2010) afirman que el contenedor tiene características que pueden traer grandes beneficios a la construcción civil, ya que es un material prefabricado, modular, compacto con posibilidad de transporte, destacando también la facilidad de ser apilado y conectado, uno al otro. otro, otro, mediante tornillos o soldaduras. Así, el uso masivo de contenedores permite reducir los costes de construcción.

Incluso con todas las ventajas, el propósito original del contenedor no es la ocupación por personas. Por tanto, la principal preocupación para este uso es el diseño y la construcción para garantizar unas condiciones mínimas de confort para los usuarios en el interior. Se debe prestar atención a su adecuación e instalación, teniendo en cuenta los efectos estructurales de las interferencias realizadas, el uso de materiales para tratamientos térmicos y acústicos, la orientación dentro del lote y el cuidado con el aislamiento de la cubierta.

Según Figuerola (2013), es necesaria una inspección técnica para evaluar los riesgos de contaminación por el transporte de productos químicos o radiactivos para no causar daño a los futuros usuarios. Actualmente, para el uso de contenedores en arquitectura y construcción civil, existen algunas legislaciones para la descontaminación de contenedores, como se muestra en lo Cuadro 1 a continuación.

Cuadro 1: Legislación brasileña sobre descontaminación de contenedores

Legislación:	De que se trata:	Donde trabaja
NR 18 (Norma Reglamentaria)	Condiciones de trabajo y medio ambiente en la industria de la construcción.	Determina instrucciones para la administración, planificación, organización e implementación de medidas de control y formas preventivas de seguridad en los procesos, condiciones y ambiente de trabajo de la Industria de la Construcción, utilizando contenedores para instalaciones y áreas habitables.
Ordenanza n° 30 de 13/12/2000	Cambia la redacción del artículo 18.4.1.3 de la Norma reglamentaria 18.	Se trata del Informe Técnico elaborado por un profesional competente sobre la ausencia de riesgos químicos, biológicos y físicos para el contenedor como vivienda en obra.
Ordenanza no 255, de 03/07/2007	Reglamento Técnico de Calidad para el Registro de Equipos para el Transporte de Descontaminación de Mercancías Peligrosas.	Proporciona Registro de Descontaminación al profesional y Certificado de Descontaminación al cliente. Contenedor como equipo de transporte.

Fuente: Adaptado de JUSTINO, 2021.

En cuanto a la adecuación del contenedor, una mala intervención puede provocar más molestias y consumir más energía a la hora de utilizar los espacios, en comparación con las viviendas convencionales y, en consecuencia, no proporcionará una buena calidad de vida a las personas que habitan en estos entornos, además de perder la intención ecológica de la construcción (RANCURA y ALVEZ, 2016).

4.6 EL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN CONTENEDORES MARÍTIMOS

El sistema de construcción en contenedores marinos es relativamente nuevo en comparación con los sistemas de construcción tradicionales. Su innovación es que un edificio bien planificado y ejecutado puede aportar grandes ventajas en cuanto a rapidez de ejecución, sostenibilidad de la obra (aprovechamiento de residuos, reducción de pérdidas, modularidad) o incluso concepto estético.

Conocer el origen del contenedor es de gran importancia para su uso personal, debido al riesgo de materiales contaminantes (por agentes biológicos o radioactivos) derivados del tipo de carga que se transportó en el módulo. A partir de esto, surge la necesidad de adquirir estos módulos en lugares que proporcionen un informe de inspección técnica, que atestigüe la inexistencia de riesgos para la salud de los usuarios.

Otro punto a destacar es la necesidad de registrar el contenedor en territorio nacional, y el titular del módulo debe contener la Licencia de Importación (LI) y el Documento de Importación (DI), los cuales contienen el número de registro del contenedor, ubicado en la placa de identificación adjunta a la puerta (CASTILHO e IKEGAMI, 2015)

En una encuesta realizada con empresas que modifican contenedores para uso como edificios, se identificó un protocolo secuencial para transformar el contenedor marítimo en un entorno construido para uso permanente por personas. La secuencia de intervención en un módulo de 20 o 40 pies sigue los pasos:

1. Elija el contenedor en el puerto o empresa vendedora;

2. Compre el contenedor que se adapte a sus necesidades;
3. Requerir informe químico y trayectoria de transporte;
4. Nacionalizar el contenedor;
5. Realizar servicio de cerrajería (cortes, soldaduras, lijados y tratamientos);
6. Preparar el terreno y ejecutar la fundación;
7. Transportar y desplegar el módulo en el campo;
8. Montar la estructuración de precintos y cierres internos (si los hubiera en el proyecto);
9. Instalar infraestructura eléctrica e hidráulica (tuberías y cajas de conexiones);
10. Aplicar tratamientos termoacústicos (mantas, lana, etc.);
11. Montar revestimientos internos de sellos y cierres (yeso, OSB, MDF, entre otros);
12. Coloque ventanas y vidrios;
13. Instale o lije el piso;
14. Instale revestimientos de paredes de cerámica;
15. Instale piezas de granito o sintéticas;
16. Realizar pintura general;
17. Instale platos y metales;
18. Coloque el cableado eléctrico y los acabados;
19. Trabajo limpio.

La secuencia se refiere a la adaptación de un solo módulo, el cual puede ser modificado para la mejor ejecución en determinados proyectos, según la variación en el número de módulos o uso objetivo. En los primeros pasos se debe tener cuidado de elegir el módulo contenedor correcto, observando posibles abolladuras, grietas y patologías. En esta etapa, también es muy importante analizar el historial de transporte de carga del módulo para verificar el transporte de posibles productos tóxicos y radiactivos. Por lo tanto, en la etapa de elección y compra del contenedor, se requiere una gran atención al estado físico y al informe técnico de la historia del módulo.

A continuación, se comentarán los principales puntos que se deben tener en cuenta durante la intervención y construcción con el sistema constructivo en contenedor marítimo. Los procedimientos y técnicas no mencionados aquí son muy similares o iguales a los convencionales ya adoptados en otros sistemas constructivos.

4.6.1 CORTES Y REFUERZOS

En el contenedor es posible apilar hasta ocho veces y con toda su piel estructural (paredes, techos y puertas corrugadas, correas, piso y marco), y tiene una capacidad de carga muy superior a las requeridas en las construcciones. Sin embargo, al realizar recortes e intervenciones, es necesario realizar cálculos para predecir la instalación de estructuras de compensación (RSCP, 2013). Las láminas trapezoidales a los lados del contenedor representan una gran participación en la resistencia estructural, cumpliendo la función de transmisión de carga cuando se apilan unas sobre otras (BERNARDO, 2013), por lo que el correcto corte y refuerzo estructural es de gran importancia para la estructura. garantía del edificio.

Los cortes de las láminas onduladas de los envases deben realizarse con equipo y mano de obra especializada, teniendo en cuenta el proyecto de intervención y estructuración. El corte se puede realizar mediante sierra circular para metal o máquinas de plasma presurizado, inicialmente se debe marcar la sección a cortar.

Figura 4: Apertura y unión de contenedores



Fuente: AGNALDO, 2019.

Para los recortes del marco, es necesario marcar el espacio, luego cortar y finalmente soldar el marco de metal para la intersección y soporte entre la hoja corrugada y la ventana o puerta. Los reframes deben estar hechos con el mismo material o muy similar al contenedor (acero corton), ya que diferentes aleaciones metálicas pueden crear un diferencial de potencial y puede ocurrir corrosión de uno de los materiales.

4.6.2 TRATAMIENTO DE ACEROS Y SUELOS

Como el contenedor es de acero y sufre la acción de procesos de degradación provocados por el clima marítimo durante años consecutivos, existe la necesidad de tratar posibles patologías en la estructura del módulo. Según las empresas consultadas, para los tratamientos, inicialmente, se utiliza una lijadora para quitar pinturas y óxido y, posteriormente, para limpiar la zona y aplicar pintura de imprimación protectora. La necesidad de tales tratamientos y posibles reemplazos parciales o totales de las estructuras comprometidas deben ser observadas caso por caso. Otro punto para destacar es el tratamiento con la aplicación de pintura de imprimación protectora sobre las intervenciones y cortes realizados, para inhibir la aparición de futuras patologías provocadas por la corrosión.

Otro punto para destacar es la verificación de la calidad de los pilares de esquina y las piezas de soporte de las esquinas, ya que las deformaciones en estas partes pueden presentar riesgos estructurales en el módulo. De acuerdo con el Boletín Técnico 015 - Criterios de Inspección de Accesorios de Esquinas IICL, del Instituto de Arrendadores Internacionales de Contenedores (IICL), principal institución comercial para el arrendamiento de contenedores, las cantoneras de soporte deben contener condiciones mínimas de calidad para asegurar la resistencia estructural en el transporte. Si bien las recomendaciones del IICL son para la vida útil

de los módulos en el transporte marítimo, se pueden tener en cuenta y aplicar para su uso en construcción civil.

En este Boletín Técnico encontrará condiciones aceptables e inaceptables y qué procedimiento se debe realizar para cada mal funcionamiento de estas piezas. Por ejemplo: las partes agrietadas, deformadas y desconectadas de la estructura deben ser reemplazadas, mientras que las partes con pequeñas ranuras, que no comprometen su apertura o soldadura, se pueden mantener.

Figura 5: Ejemplos de piezas de esquina no compatibles



Fuente: IICL, 2018.

Figura 6: Ejemplos de esquineros aceptados



Fuente: IICL, 2018.

El piso del contenedor está fabricado con madera contrachapada marina, lo que proporciona una gran durabilidad; sin embargo, a lo largo de los años de uso, existe un desgaste por la climatología marina y en el transporte de elementos que dañan o desgastan el material. Cuando interviene el módulo, es necesario prestar atención al estado del piso para identificar posibles patologías que puedan ocasionar problemas a los usuarios; en estos casos deberá realizarse el intercambio o tratamiento.

Es importante considerar la descontaminación del piso, ya que está hecho de madera porosa con mayor facilidad para fijar compuestos contaminantes. Para el Boletín técnico 015 - Recubrimiento de pisos como método de reparación IICL, de IICL, no se recomienda el recubrimiento de pisos como método de reparación, porque una vez que se aplica el recubrimiento, es imposible identificar daños y contaminación en los pisos. Por lo tanto, se debe

prestar mayor atención a la adquisición del módulo para identificar la calidad de los pisos y tomar decisiones en cuanto a su tratamiento o reposición.

Figura 7: Piso del contenedor con revestimiento de pintura



Fuente: IICL, 2018.

Figura 8: Parte inferior del piso del contenedor con revestimiento de pintura



Fuente: IICL, 2018.

Por tanto, en el caso de certeza del origen del piso y su descontaminación, es necesario cambiarlo por completo, sin embargo, si se realiza una inspección detallada del piso y se identifica la ausencia de agentes descontaminantes, se puede mantener (CARBONARI y BARTH, 2015). Inicialmente, para el tratamiento, se lija todo el material, seguido del cambio en caso necesario, posterior limpieza y, finalmente, aplicación de materiales de sellado y protección, como encajes y barnices.

4.6.3 INSTALACIONES ADJUNTAS Y CONEXIONES ENTRE MÓDULOS

Cuando se prevea la fijación de estructuras, como toldos, cubiertas, fachadas, entre otras, y el acople de varios módulos, es necesario que en los puntos de fijaciones y conexiones, las partes referidas se instalen mediante soldaduras o tornillos. y luego el tratamiento de la ubicación si es necesario. Todas las instalaciones adjuntas y los acoplamientos que se fijan mediante soldadura deben tratarse con pintura de imprimación protectora para impermeabilizar la región lijada y soldada.

4.6.4 TRANSPORTE Y ARRENDAMIENTO DE TRABAJO

En las construcciones de contenedores se debe tener en cuenta el tipo de transporte y acceso al sitio, ya que estos pueden ser factores que pueden encarecer o hacer inviable la empresa (SLAWIK et al., 2010). Para Figuerola (2013), los camiones y grúas que transportan y levantan los módulos interfieren con el flujo de la carretera en los sitios de aplicación. De esta forma, una buena planificación es necesaria para una buena ejecución en la obra.

El levantamiento del contenedor solo debe realizarse por los ángulos ubicados en los ocho vértices de los contenedores, ya que son piezas específicas para tales funciones, con capacidad para resistir esfuerzos durante la manipulación (SLAWIK et al., 2010).

Los módulos se apoyan en la cimentación especificada en cada proyecto, y solo se pueden apoyar o fijar con soldaduras o tornillos. Para el arriendo de la cimentación, es necesario utilizar grúas para el levantamiento, y cuatro personas, una en cada esquina, para el correcto posicionamiento e implantación en el lote.

Modular los contenedores permite una variedad de aplicaciones, lo que permite agrupar o modificar módulos para satisfacer las necesidades de cada usuario. Según Slawik et al. (2010), el acoplamiento de módulos se puede realizar de forma permanente mediante soldadura o de forma reversible con el uso de tornillos. Otro punto para destacar es la necesidad de juntas de dilatación en edificios con múltiples contenedores.

4.6.5 TRATAMIENTOS TERMOACÚSTICOS

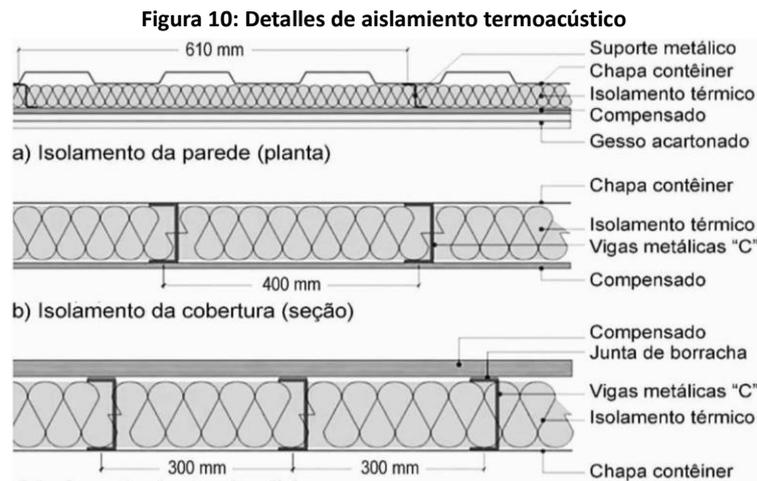
El uso de recubrimientos para tratamientos termoacústicos es un paso de suma importancia en la adecuación del contenedor marítimo, ya que la mayor parte del módulo es de metal. Según Slawik et al. (2010), se puede utilizar cualquier tipo de aislamiento térmico siempre que se observe cuidadosamente el espesor del material para que no haya pérdidas importantes en ambientes internos. Según Figuerola (2013), los materiales aislantes más utilizados en adaptaciones son poliestireno expandido, lana de roca, lana de vidrio, poliuretano extruido, aglomerado de corcho y espuma de poliuretano.

Figura 9: Lana de roca en la pared del contenedor



Fuente: AGNALDO, 2019.

Se debe especificar el mejor material para cada modelo de intervención, teniendo en cuenta la ubicación de ejecución del edificio y las necesidades del proyecto. Para la aplicación e instalación, cada tipo de material se utilizará de la mejor manera posible; sin embargo, todos ocupan la misma posición dentro del sistema de sellado del edificio, es decir, el material aislante estará dentro de las paredes, techo y piso y protegido por las caras externas de los sellos, como se muestra en la Figura 10.



Fuente: CARBONARI, 2015.

5 CONCLUSIÓN

Con este trabajo de revisión bibliográfica, se pudo comprender la trayectoria desde la creación del contenedor marítimo para su uso original en el transporte de carga hasta su adecuación para el uso permanente de las personas. El contenedor es un material de gran abundancia en los puertos de todo el mundo, siendo un problema recurrente para las administraciones portuarias, por ello, además de sus características modulares y resistencia estructural, un material en grandes cantidades que puede ser utilizado para vivienda y uso de personas, posibilitando la creación de nuevos espacios, nuevas tecnologías y tendencias.

Se concluye con este trabajo que el contenedor es un material prometedor para la innovación en arquitectura y construcción civil, requiriendo más estudios para comprender y mejorar el sistema constructivo, que aún se encuentra en pañales entre los sistemas constructivos tradicionales.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, L. F. A. et al. **Use of Refurbished Shipping Containers for the Construction of Housing Buildings: Details for the Structural Project.** Journal of Civil Engineering and Management, v. 19, n. 5, p. 628–646, 2013.

CALORY, Sara Q. C. **Estudo de uso de contêineres em edificações no Brasil.**; Trabalho de conclusão de curso do curso superior em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

CARBONARI, Luana. **Reutilização De Contêineres Iso Na Arquitetura: Aspectos Projetais, Construtivos e Normativos Do Desempenho Térmico Em Edificações No Sul Do Brasil.** Florianópolis, 2015. Universidade do Sul de Santa Catarina – Curso de Arquitetura e Urbanismo.

CARBONARI, Luana Toralles; BARTH, Fernando. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil.** PARC, Campinas, SP, v.6, n.4, p.255-265, dez. 2015. ISSN 1980-6809.

CASTILHO, Pablo. IKEGAMI, Tatiana Fuzeto. **Como escolher um contêiner para sua casa.** Blog Minha Casa Container. 2015. Disponível em: < <http://minhacasacontainer.com/2015/04/30/como-escolher-um-container-para-sua-casa/> >. Acessado em 01 de maio de 2020.

FIGUEROLA, V. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas.** Técnica, São Paulo, dez. 2013.

JUSTINO, B. M. P. et. al. **Contêiner: do descarte portuário à aplicação arquitetônica.** Brazilian Journal of Development, Curitiba-PR, v. 7, n. 2, p. 14632-14652 feb, 2021. ISSN 2525-8761

IICL. **Floor Coating as an IICL Repair Method.** 2013. Disponível em: < https://www.iicl.org/iiclforms/assets/File/public/news/2013/TB_011_April_2013.pdf >. Acessado em 05 de março de 2021.

IICL. **IICL Corner Fittings Inspection Criteria.** 2018. Disponível em: < https://www.iicl.org/iiclforms/assets/File/public/news/2018/pr_062918.pdf >. Acessado em 05 de março de 2021.

METHA, P. K. **A Concrete Technology for Sustainable Development: An Overview of Essential Principles.** CANMET/ACI International Symposium on Concrete Technology for Sustainable Development, Vancouver, 1999.

RANCURA, Raquel Leticia; ALVES, Vinícios Mendonça. **Avaliação de desempenho térmico de edificações em contêiner.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2016, São Paulo. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

RESIDENTIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER. **Everything About ISO Cargo Shipping Containers.** 2013. Disponível em: <<http://residentialshippingcontainerprimer.com/>>. Acesso em 03 novembro de 2020.

SLAWIK, H. et al. **Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture.** Berlin: Gestalten, 2010.

WORLD SHIPPING COUNCIL. **Containers.** 2014. Disponível em: < <http://www.worldshipping.org/about-theindustry/containers> >. Acesso em 18 de março de 2019.