

O USO DO AÇO EM RESIDÊNCIAS NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA PAULISTANA

Andressa Anis Lahoud (IC) e Maria Augusta Justi Pisani (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O uso do aço em residências não é frequente na arquitetura contemporânea paulistana. O emprego deste sistema construtivo é caracterizado pela agilidade, estabilidade, baixo custo a longo prazo, reaproveitamento, versatilidade e alta preservação do meio ambiente. Estas qualificações são ideais para construir em uma cidade com alta densidade populacional como São Paulo, visto que o espaço é reduzido e o tempo é restrito. Além destas características, os aperfeiçoamentos científicos e tecnológicos do cenário da construção civil permitiram que os arquitetos tenham maior liberdade e originalidade na fase projetual, fatores que possibilitam novas alternativas formais, já que o aço se adapta a diversas necessidades plásticas e de flexibilidade, oferecendo a melhoria dos processos construtivos e favorecendo a industrialização do setor da construção nacional. Entretanto, a uniformidade do cenário da cidade e a preocupação dos empresários e investidores devido à falta de atualização técnica de profissionais engenheiros e arquitetos, criaram uma resistência em construir em residências em estruturas de aço, priorizando outras tipologias, como indústria, galpões, ginásios e estações de transportes. Esta pesquisa tem como objetivo de estudar o uso do aço nas estruturas das obras arquitetônicas paulistanas a partir do século XXI, especificamente com usos residenciais. Para atingir este objetivo, foram levantados dados bibliográficos e de campo, para fosse possível analisar três residências paulistanas construídas entre 2016 e 2018. Os resultados obtidos indicaram quesitos para a aplicação de estruturas metálicas em novas propostas projetuais.

Palavras-chave: Arquitetura; aço; residências.

ABSTRACT

The use of steel in residences is not frequent in contemporary São Paulo architecture. The use of this construction system is characterized by agility, stability, low long-term cost, reuse, versatility, and high environmental preservation. These qualifications are ideal to build in a highly populated city like São Paulo since space is reduced and time is restricted. Besides these characteristics, the scientific and technological improvements in the civil construction scenario have allowed architects to have more freedom and originality in the projectable phase, factors that make new formal alternatives possible, since steel adapts itself to several plastic and flexibility needs, offering the improvement of the constructive processes and

favoring the industrialization of the national construction sector. However, the uniformity of the city's scenario and the concern of entrepreneurs and investors due to the lack of technical updating of professional engineers and architects, have created a resistance to building in steel structure residences, prioritizing other typologies, such as industry, warehouses, gymnasiums, and transportation stations. This research aims to study the use of steel in the structures of São Paulo's architectural works from the 21st century, specifically with residential uses. To achieve this goal, bibliographic and field data were surveyed to be able to analyze three São Paulo residences built between 2016 and 2018. The results obtained indicated requirements for the application of steel structures in contemporary design proposals.

Keywords: Architecture; steel; houses.

1. INTRODUÇÃO

O aço estrutural é uma liga de ferro-carbono e elementos químicos adicionais (TSCHIPTSCHIN, 2019). O aço-carbono pode ser de baixo-carbono, moderado, médio-carbono e alto-carbono. Essas classificações se dão a partir da quantidade de carbono presente na liga, variando de 0,15% a 1,70%. Para as estruturas da construção civil o aço de baixo-carbono é o mais usado, visto que quanto menos carbono, o aço se apresenta mais resistente e soldável (VASCONCELLOS, 2021).

O aço ASTM A36 é um baixo-carbono, um dos mais usados no Brasil para a produção de perfis, chapas e barras. Ele se enquadra entre os materiais cuja qualidade e resistência permitem a aplicação para finalidades estruturais. Esse tipo de aço é facilmente usinado e é frequentemente galvanizado para evitar a corrosão (VASCONCELLOS, 2021).

O estímulo do uso da estrutura de aço nas edificações da cidade de São Paulo, se dá pelas diversas vantagens do seu emprego. Algumas das suas características que impulsionaram os escritórios e arquitetos responsáveis pelos projetos residenciais estudados neste trabalho a utilizarem este material, foram: a rapidez, a segurança, o custo a longo prazo, a flexibilidade e a sustentabilidade (BELLEI; MARINGONI, 2004).

A rapidez do processo construtivo se caracteriza como uma vantagem para as grandes cidades, como São Paulo, porque o uso de estruturas de aço pode proporcionar uma redução de até 1/3 nos prazos de construção quando comparados aos prazos previstos pelo método convencional (TEIXEIRA, SIMPLICIO, 2018). As estruturas desse material são industrializadas e chegam prontas no local da obra, sendo necessária apenas a montagem (MARINGONI, 2004). O engenheiro Alexandre Vasconcellos (2021) ressalta que estruturas produzidas dentro de uma fábrica não apresentaram problemas com as intempéries, a confecção reduz os erros e aumenta a qualidade da edificação.

Pelo fato de ser necessária somente a montagem no canteiro há a redução de funcionários, porém esta diminuição requer que os operários tenham conhecimentos técnicos deste método construtivo. Essa racionalização promove uma supervisão da construção mais detalhada, o que evita a maior parte dos acidentes. Além disso, pela industrialização das peças de aço, há uma maior viabilidade nos cálculos, fator que propicia um aumento na precisão quantitativa do material a ser usado. Dessa maneira, além de menos operários, os custos, prazos, sobras, desperdícios e acidentes no canteiro de obras seriam mínimos (MACHADO, 2013; TEIXEIRA, SIMPLICIO, 2018).

Além de oferecer a racionalização e mais segurança, Magalhães (2014) acrescenta que o crescente uso desse tipo de estrutura se dá em decorrência das características específicas dos materiais utilizados nas estruturas e da evolução científica e tecnológica, as quais permitem que o arquiteto tenha maior liberdade na fase projetual, possibilitando novas alternativas formais, visto que o aço se adapta a diversas necessidades plásticas e de flexibilidade. Ou seja, o aço favorece a criação de formas que seriam muito difíceis ou inviáveis em outros sistemas construtivos.

Adicionalmente, por ser uma estrutura leve e industrializada, permite que os arquitetos proponham soluções estruturais criativas (CASTRO, 2021). Aspecto muito atraente para a arquitetura paulistana, tendo em vista que o estilo das construções residenciais da cidade carece de originalidade e criatividade (LEMOS, 1984). O arquiteto Nelson Dupré ressalta a possibilidade de criatividade na arquitetura ao usar o aço em uma entrevista à Revista Arquitetura e Aço em 2019:

[...] Outro aspecto importante é a esbeltez, a leveza do material, que possibilita lidar com os elementos de maneira dimensional com muito mais liberdade. O aço é muito maleável e permite que nós tenhamos uma certa fantasia em relação às soluções que podemos adotar. (DUPRÉ, Nelson. Aço para projetos de Retrofit. [Entrevista concedida a] Paulo Barros, Rio de Janeiro, n.54 p.22, dez. 2019).

Além disso, segundo a revista Construção Metálica (2007), mesmo que as fundações sejam de caráter tradicional, elas proporcionam uma economia de até 30% nos custos de fundações por m², visto que a estrutura metálica não exige uma fundação grande como o sistema convencional (GOMES et al, 2016). Além do preço das fundações, o custo da estrutura, mesmo que seja inversamente proporcional ao tamanho da obra e oscilante de acordo com o valor dólar, é considerado uma vantagem a longo prazo (CASTRO, 2022). O valor do sistema construtivo é vantajoso também por permitir vãos maiores **com peças menores**, possibilitar balanços superiores e um grande aproveitamento do pé-direito (MAGALHAES, 2014; VASCONCELLOS, 2021).

No mesmo sentido, em uma entrevista à edição 60 da Revista Arquitetura e Aço em 2021, os arquitetos Marcelo Barbosa e Flávio Carsalade acrescentam que além do maior aproveitamento e dos vãos maiores, a estrutura metálica viabiliza uma versatilidade e leveza das estruturas, fatores que proporcionam agilidade nas construções **e menor impacto ambiental por ser uma obra seca**.

O uso de estruturas metálicas em metrópoles, como São Paulo, é uma saída inteligente (Instituto de Engenharia, 2015). Isto porque verificou-se um aumento da demanda do setor da construção civil e, conseqüentemente, houve a necessidade de que as construções fossem mais rápidas. Além disso, com a densa urbanização de São Paulo, áreas livres são restritas para a construção de edificações do método artesanal tradicional, ou seja, o espaço para fazer uma fundação segura, sem prejudicar outras edificações, é limitado (HASS, MARTINS, 2011; CORTEZ et al., 2017). Nesse sentido, as sessões de pilares e vigas de aço caracterizam-se como uma possível solução, dado que são menores em relação às equivalentes em concreto, implicando em uma melhor utilização do espaço.

São Paulo possui uma topografia muito variável, por isso muitas vezes as construções são mais difíceis de serem executadas. Porém, com o sistema de construção industrializado das estruturas metálicas, os problemas provocados pelos níveis do solo são minimizados e os canteiros de obras passam a ser locais de montagem das estruturas (MAGALHÃES, 2014).

Com a estrutura de aço é possível fazer adaptações, mudanças e reformas de forma ágil. As passagens dos sistemas de hidráulica, elétrica, gás e ar-condicionado são simplificadas, pois já são pré-definidas e os revestimentos são formados por perfis que podem ser recortados de forma prévia em fábrica (RODRIGUES, 2006; VASCONCELLOS, 2021). Quando há a necessidade de adaptações, mudanças e reformas, o revestimento é retirado e o problema é corrigido imediatamente, assim é recoberto, retocado e pintado para finalizar (TEIXEIRA, SIMPLICIO, 2018). As ampliações, da mesma maneira, são mais básicas e limpas ao serem comparadas às de alvenaria. Inclusive, é possível reaproveitar e reciclar a maior parte dos materiais envolvidos na construção.

Devido ao reaproveitamento e do baixo índice de desperdício de materiais, as construções de aço promovem um alto índice de preservação do meio ambiente construído (BELLEI, 2004). Mesmo sendo reaproveitado inúmeras vezes, o aço não perde as características básicas de qualidade e de resistência às futuras gerações.

Porém, essas características positivas não se refletem no número de projetos que fazem uso desse material no setor da construção civil brasileiro. Segundo a ABCEM (2020), em 2019, esse setor foi responsável por 37,6% do consumo aparente do aço em todo o país. Esse dado evidencia o baixo uso do material no cenário das cidades, a falta de preocupação dos empresários e investidores e a falta de conhecimento técnico de profissionais engenheiros e arquitetos. Em um curso oferecido pela ABCEM

em 2021, o engenheiro Alexandre Vasconcellos, enfatiza que com o avanço tecnológico no Brasil, o sistema construtivo em aço está se tornando mais comum: “Não tenho dúvidas em afirmar que as estruturas de aço já são um sistema tradicional, não só no exterior, mas também no Brasil. O problema é o preconceito e o desconhecimento desse sistema construtivo” (informação verbal).¹

Segundo a pesquisa do Cenário dos fabricantes de estruturas em aço de 2019 da ABCEM (2020), a região sudeste representa quase 60% da produção de estruturas em aço. Ao analisar os estados, São Paulo se destaca com a maior quantidade das empresas e de consumidores. De 2018 a 2019 houve um aumento de 25,6% de produção no estado (ABCEM, 2020). O Instituto Aço Brasil (2021), informou que no acúmulo de janeiro a julho de 2021, a produção alcançou 21 milhões de toneladas, 22% a mais que no mesmo período de 2020.

Ainda que o ano de 2019 teve um crescimento de produção em relação a 2018, assim como 2020 e 2021, atingindo o patamar mais alto dos últimos 4 anos, a participação de estruturas metálicas em residências continuou baixa, cerca de 1% (ABCEM, 2021). É viável observar, então, que a cultura da arquitetura e da construção civil brasileira, se desenvolveu com as características artesanais do concreto armado.

Essa cultura, para Vivan *et al* (2010), é fundamentada em processos de produção sem um sistema ou filosofia de gestão que auxilie na melhoria tanto dos processos quanto do produto. O caráter artesanal da produção de resistência revela o descaso de alguns profissionais com a gestão dos procedimentos, que também envolve a fase de planejamento e projeto. A construção civil até então, contempla o uso dos sistemas tradicionais e materiais rústicos, o que permite uma viabilidade ampla da matéria prima. Porém, podem aparecer manifestações patológicas, improdutividade e desperdícios, os quais não podem ser admitidos. No contexto de adotar novos sistemas construtivos industrializados, Marigoni (2004, p.07) afirma que “o aço é sinônimo de arquitetura moderna.”, e pode oferecer a melhoria dos processos e favorecer a industrialização do setor da edificação nacional, principalmente em residências.

¹ *Informação fornecida por Alexandre Vasconcellos no Curso ABCEM sobre Estruturas de Aço a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie em São Paulo, em setembro de 2021).*

Desta maneira, espera-se contribuir com o tema apontando o uso do aço como um bom método construtivo dentro da arquitetura paulista contemporânea, que supera a durabilidade, a sustentabilidade, a rapidez, a organização e administração de obras, o retorno financeiro e a redução de acidentes da cultura artesanal instalada.

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Foram escolhidas três residências como estudos de caso. Elas foram selecionadas pois fazem parte da arquitetura contemporânea paulistana e fazem uso do aço. Cada uma delas possui suas próprias características: uma de alto padrão; outra de esquina, a qual possui mais visibilidade; e a última, que é geminada a outras 4 residências. Além disso, todas se encontram na cidade de São Paulo. São elas respectivamente: Residência M.C.C (2016) do AndradeMorettin; Casa Box (2017) do FCstudio; e Casa Maria Carolina do Estúdio Artigas (2018).

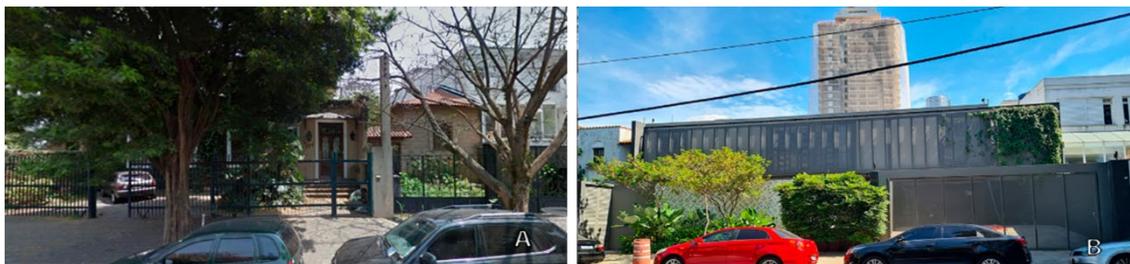
Os critérios abordados nas análises entre as três residências foram:

- Localização;
- Pré-existências;
- Implantação da residência no lote;
- Decisões tomadas para entender as relações da arquitetura e a estrutura;
- Categorias e perfis de aço utilizados;
- Responsável e fornecedor pela estrutura metálica;
- Possíveis patologias;
- Análises arquitetônicas e estruturais nas plantas, fachadas, cortes e imagens.

2.1 RESIDÊNCIA M.C.C.

A Residência M.C.C., é uma casa de 685 m² projetada em 2011 e construída apenas em 2016. Ela se encontra no bairro do Jardim Paulistano, bairro da zona Oeste da cidade, o qual é tombado pelo CONDEPHAAT.

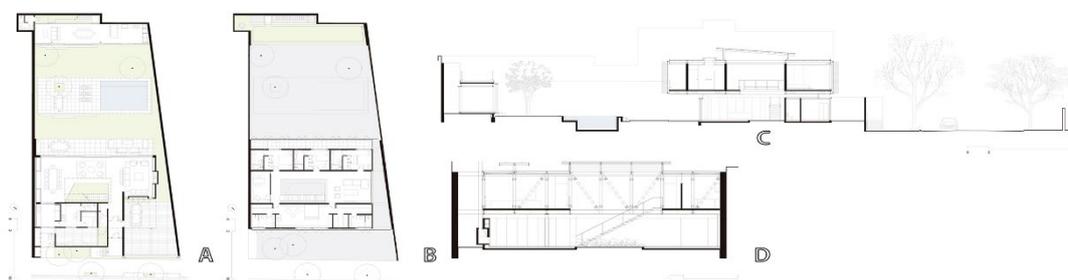
FIGURA 1 – TERRENO RESIDÊNCIA M.C.C EM 2014 E RESIDÊNCIA M.C.C 2022



FONTE: Google Earth, São Paulo, 2014; Andressa Lahoud, São Paulo, 2022.

O lote da Residência corresponde a junção de dois terrenos vizinhos. As fachadas destas casas ocupavam toda a largura do terreno (figura 1A). Em contrapartida, o partido do projeto da Residência M.C.C se deu a partir da fixação da casa em apenas uma empena, mas utilizando a continuidade de brises para deixar a fachada uniforme (figura 1B).

FIGURA 2 – Plantas e cortes da Residência M.C.C.



FONTE: Marcelo Maia Rosa, São Paulo, 2022.

Esta casa tem 3 acessos, todos pelo térreo: a garagem; o de serviços que se destina à área de serviços e à cozinha; e o social, o qual confere à sala de estar integrada à sala de jantar, a escada que fornece acesso ao pavimento superior e um jardim (figura 2A). Além dessas áreas, o térreo possui dois decks, um que é uma continuação do setor integrado da sala de estar e jantar e outro que está mais afastado, o qual integra uma piscina retangular e todo o seu mobiliário. Ao final do terreno, há uma edícula a qual comporta uma área gourmet e estar, além de um banheiro e uma escada que concede acesso ao teto jardim (figura 2B).

O pavimento superior comporta uma sala de televisão, um escritório, áreas que estão no centro do andar, três suítes, localizadas aos fundos da casa, e uma suíte master, que está na fachada principal, a qual comporta dois closets e dois banheiros completos, cada dupla em uma extremidade. Vale ressaltar que esta suíte master equivale às outras 3 suítes juntas (figura 2C).

[Digite aqui]

FIGURA 3 – Fotos da Residência M.C.C.



FONTE: Andressa Lahoud, São Paulo, 2022.

As paredes do térreo não se encontram com as barras inferiores do sistema de treliça do pavimento superior. Essa estratégia arquitetônica traz a sensação de que o pavimento acima está flutuando, e para que esta impressão seja mais acentuada o projeto contou com um piso de argila expandida de jardim (figura 3A).

Neste projeto foram propostos perfis laminados W e perfis tubulares redondos da ASTM-A572 grau 50. Estas peças receberam pintura de tinta de poliuretano, a qual oferece boa resistência química e tem alta performance quanto a dureza e impacto. Além disso, o projeto primordial foi caracterizado pela ideia do uso de vigas Vierrendeel, o qual pode ser uma boa maneira de embutir o sistema estrutural responsável por vencer os vãos nas próprias paredes e fachadas da edificação. Porém, para que o projeto arquitetônico fosse mais leve e para que não houvesse grandes deformações, os arquitetos responsáveis optaram pelo sistema de Treliças, o qual resulta em uma estrutura com menor consumo de material para suportar as mesmas cargas e vencer os mesmos vãos. Neste projeto, os nós desse sistema de vigas foram feitos por parafusos, assim como os pilares do pavimento inferior às treliças do superior (figura 3B).

Pelo fato de a estrutura vencer toda a largura do lote com um único apoio, deixa o nível do térreo livre de obstruções e enfatiza a fluidez entre o jardim, a piscina e as áreas de convivência da casa (figura 3C).

Para a movimentação destas peças dentro do terreno foi necessário o uso de grua, porém a logística deste equipamento foi a etapa mais difícil da obra (MORETTIN,

2022). O cálculo estrutural e a escolha desses perfis da estrutura metálica foram feitos pela Eleva Construção Metálica e a montagem foi realizada pela SM3 Engenharia.

Para este projeto, a ideia do uso deste sistema construtivo se deu a partir do fato de que a casa está inserida em uma pesquisa que o escritório desenvolve há um tempo: o uso de elementos pré-fabricados. Então, pelo alto desempenho estrutural e o poder de vencer um grande vão, o aço foi a alternativa mais compatível a este projeto em estudo (MORETTIN, 2022). Ademais, o arquiteto ressalta que o aço, além de ter uma alta performance, oferece grande velocidade e limpeza de obra, fatores que influenciam na escolha do sistema construtivo e passou a ser algo fundamental na conformação do partido.

2.2 CASA BOX

A Casa Box foi um projeto residencial, de 2017, do arquiteto Flávio Castro para ele mesmo residir. Ela se encontra em uma esquina de um bairro majoritariamente residencial da Zona Sul da cidade de São Paulo, o Planalto Paulista.

Antes havia uma casa térrea no lote, a qual foi demolida para a construção da Casa Box. Mas para que ela pudesse ser construída foi indispensável uma nova fundação, feita de sapatas simples, depois estaqueadas no subsolo, com 14 metros de profundidade. Mas foi necessário muito cuidado, pois era fundamental que a alvenaria estivesse em nível perfeito para os arranques dos pilares.

Como a Casa Box é de esquina, o arquiteto Flavio Castro tomou como partido encostar o volume da residência nas divisas do fundo e da lateral para melhor aproveitamento do terreno. Ao analisar o entorno, foi possível observar que a maioria das residências do bairro utilizam o recuo de 5 m exigido para abrigar os carros, a Casa Box, em contrapartida, utiliza esse espaço do terreno como jardim, o qual exerce o papel de área gourmet e extensão da sala de estar. A garagem e a entrada principal, diferente da casa pré-existente, são acessados pela fachada outra rua, a qual tem 2 m de distância do volume residencial.

FIGURA 4 – Fotos da Casa Box.

[Digite aqui]



FONTE: Andressa Lahoud, São Paulo, 2022.

Para que a residência não aparentasse estar encostada na casa vizinha foi proposto que as escadas servissem como um intervalo entre elas. Essa área de circulação vertical usufrui de luz natural, visto que a cobertura e a parede frontal são de vidro e a fachada é recuada. Além de usar a circulação como divisa, foi criado um afastamento dos vizinhos no pavimento superior. Este recuo foi **projetado**, não apenas no distanciamento das casas, mas também na possibilidade de promover a ventilação das duas suítes existentes. E para que a parede de divisa não fosse cega, foi criado um jardim vertical (figura 4A).

A escolha pela estrutura metálica se deu pela geometria do projeto, um cubo. Além disso, outros dois fatores influenciaram na escolha do material: o primeiro é a rapidez da obra; e a outro é leveza estética, ou seja, as vigas e os pilares são muito esbeltos para que de fato cumprisse com as proporções desejadas. Mas para determinar a volumetria, o arquiteto considerou as alturas e os recuos das residências vizinhas. Na figura 4B é possível observar que a viga aparenta estar apenas apoiada no muro de divisa com o vizinho, porém há um pilar I embutido na empena.

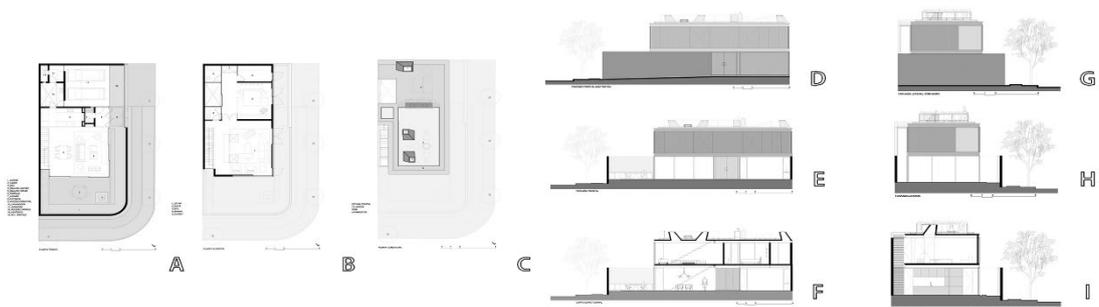
Este projeto conta com perfis dobrados soldados e laminados, chumbadores, cantoneiras, chapas e barras redondas, todos de aço ASTM – A36. Os perfis utilizados foram: vigas de perfil W, tanto para o térreo quanto para o pavimento superior, os quais receberam tratamento superficial, zincagem em fábrica e em obra foram pintados com compressor com a cor marrom; pilares de perfil I para a área de serviços e para a entrada; e pilares cruciformes, os quais foram formados por dois perfis L soldados. Os dois pilares cruciformes se localizam na fachada noroeste, os quais são interrompidos por uma viga W, técnica que traz ainda mais leveza à estrutura. Esses pilares serviram também como encaixe à caixilharia (figura 4C).

Além do aço carbono, foi usado o **aço corten** no portão da garagem e nas duas portas pivotantes que dão acesso a residência (figura 4D). O aço **corten**, também conhecido como aço patinável, é um tipo de aço que contém pequenas adições de elementos químicos na liga, como o cobre, o fósforo, o níquel e o cromo, que em determinadas

condições ambientais contribuem para a formação de uma pátina que protege esse aço da ação corrosiva da atmosfera. Além disso, essas adições provocam uma melhoria nas propriedades mecânicas do material. O cálculo estrutural foi feito pelo engenheiro Gueltre Guedes, da empresa Tesplan e os perfis foram fornecidos pela Useaço.

O arquiteto reside nesta casa há 5 anos e até o momento apareceu apenas uma patologia, em um dos pilares cruciformes (figura 4E). Porém, esse problema é fácil e rápido de ser resolvido: lixar e pintar a área afetada.

FIGURA 5 – Plantas, cortes e elevações da Casa Box.



FONTE: Flavio Castro, São Paulo, 2022.

Este projeto é composto por 3 pavimentos: o térreo, o superior e um teto jardim. O térreo é todo livre, com exceção da cozinha e lavabo (figura 5A). Já o pavimento superior, foi pensado no mercado imobiliário, então é formado por um quarto com duas suítes e uma sala, a qual poderia se transformar em duas suítes (figura 5B). Porém, os banheiros dessas possíveis suítes não estariam virados para as fachadas e sim para o centro da edificação, por isso que há claraboias no terraço-jardim (figura 5C).

FIGURA 6 – Fotos da Casa Box.



FONTE: Andressa Lahoud, São Paulo, 2022.

Além disso, as fachadas do pavimento superior são compostas por brises de chapas dobradas de aço com proteção eletrostática, os quais geram privacidade em relação

[Digite aqui]

à rua, bloqueando a incidência solar direta e isolando acusticamente a área íntima. Para que estes brises não batessem com o vento, as mesas das vigas W foram furadas e colocados encaixes (figura 6A). A fachada nordeste do piso superior é composta por um vidro e pelas chapas dobradas. Na parte do vidro o arquiteto teve uma proposta: ao invés de colocar o vidro para dentro e uma porta de alumínio na frente, ele propôs o contrário para que o vidro refletisse o brilho do sol (figura 6B).

Por último, o teto-jardim funciona como um belvedere. Além de servir como um espaço de estar, esse ambiente contribui para resfriar o pavimento abaixo, visto que o piso é elevado (figura 6C).

A Casa Box ganhou um prêmio da IIDA Latin America Design Award 2018 na categoria de Residências Pequenas. O júri descreveu a residência como se ela fosse idealizada a partir da luz natural e na particularidade dos espaços. Além disso, destacou o emprego dos materiais, o aço, a madeira e o vidro, os quais, para o júri, tornaram esse projeto autêntico.

2.3 CASA MARIA CAROLINA

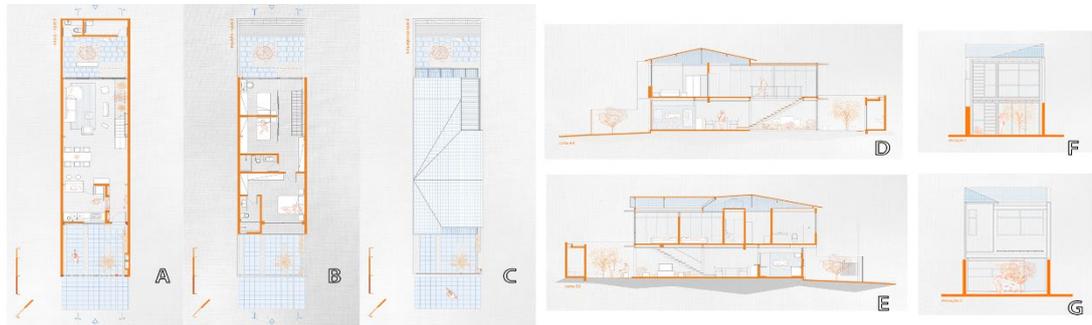
A Casa Maria Carolina, também apelidada de Casa Mondrian, é uma casa de 120m² da década 1940 que faz parte de um conjunto de 5 casas geminadas, as quais dividem o mesmo telhado. Ela se localiza no bairro do Jardim Paulistano, assim como a Residência M.C.C.

Originalmente, a casa foi construída com alvenaria dupla de tijolo maciço e tinha poucas vigas e pilares. Mas com o projeto de Marco Artigas e Sheila Altimann, de 2016, essas paredes foram demolidas e dessa forma foi proposto o uso de estrutura metálica. Esse sistema permite vigas e pilares menores e proporciona uma percepção mais contemporânea da arquitetura paulista: o desenho torna-se mais leve, versátil, gasta menos energia em comparação à produção de uma viga ou pilar de concreto, visto que não precisam ser escorados, formados e esperar o tempo de secagem (ARTIGAS, 2022).

Por se tratar de uma casa geminada, o uso da estrutura metálica foi muito interessante, visto que esse sistema atrapalha menos os vizinhos. Além disso, ela permitiu que a lógica comum de organização do espaço fosse inversa: a cozinha passa a se localizar na frente da casa e integrada à área de convivência, a qual fica mais ao fundo e se abre ao jardim e a edícula (a qual abriga o lavabo e a lavanderia). Mas para esta reforma pudesse acontecer, foi necessário fazer um reforço estrutural para a casa.

Foram construídos pórticos de estrutura metálica para fazer a sustentação da casa. Ao invés de atirantar, o mezanino foi apoiado nas vigas metálicas, já que era necessário permanecer o telhado, visto que ele é compartilhado com as outras casas.

FIGURA 7 – Planta e cortes da Casa Maria Carolina.



FONTE: Marco Artigas, São Paulo, 2022.

O projeto então é composto por dois pavimentos, o térreo e o pavimento superior. O térreo é livre, a cozinha é integrada à sala de jantar e de estar, e em seguida está o pátio externo e a edícula (figura 7A). O acesso ao andar superior se dá por uma escada metálica com viga central, e para não deixar o antigo jardim lateral da casa para trás, **foi inserido** um jardim sob a escada metálica (figura 7A). O nível superior é composto por dois quartos, um banheiro e uma suíte, a qual está na fachada principal da residência (figura 7B).

FIGURA 8 – Fotos da Casa Maria Carolina.



FONTE: Andressa Lahoud, São Paulo, 2022.

Nesta reforma foram propostos perfis W da ASTM-A572 grau 50, perfis tubulares quadrados de ASTM-A36, perfis U simples e enrijecido da ASTM-A36 e perfil H de ASTM-A36. Essas peças receberam uma proteção, **em fábrica e em canteiro de montagem, com** uma tinta própria para materiais metálicos.

[Digite aqui]

O cálculo estrutural e a escolha desses perfis da estrutura metálica foram feitos pelo engenheiro Boris José Cabrera, da Llestrutura. O fornecedor destas peças foi a Ferronor e o montador foi o João Chacon.

Imediatamente na fachada aparece um dos pórticos da residência, que foram soldados. Um dos pilares tubulares presentes, além de fazer parte da estrutura, serviu como batente da porta de entrada e arremate das paredes. A laje do pavimento superior foi apoiada nos pórticos que são sequenciais ao longo do terreno (figura 8D).

FIGURA 9 – Fotos e plantas da ampliação da Casa Maria Carolina.



FONTE: Andressa Lahoud, São Paulo, 2022; Natália Alves, São Paulo, 2022.

Contudo, a casa Maria Carolina foi vendida não faz muito tempo para uma arquiteta, Natália Alves. Ao apropriar-se da residência não encontrou patologias, mas ela, por não apreciar o amarelo, repintou as vigas da cor verde musgo e ainda alterou a cor da fachada, antes era branca e atualmente é cinza (figuras 9 A e B). Além disso, a arquiteta está ampliando a residência.

A ampliação vai acontecer na edícula: no projeto de Marco Artigas, ela era estreita e composta por um lavabo e a lavanderia (figura 7B). Porém, agora com o novo projeto, ela passa a ter uma área maior e um novo andar (figura 9C e D). O lugar que estava a lavanderia passa a ser a área gourmet e área de serviços foi transferida para o novo andar, o qual é ligado ao pavimento superior por uma passarela. Devido a ampliação da edícula, a área verde que os arquitetos Marco e Sheila propuseram foi reduzida.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise sobre o uso do aço em residências na arquitetura contemporânea paulistana e contribuir com o tema apontando este material como um bom método construtivo dentro da cidade de São Paulo na contemporaneidade. **Constatou-se a que o uso do aço proporcionou a durabilidade**, a sustentabilidade, a rapidez, a organização e a administração de obras, o retorno financeiro e a redução de acidentes da cultura artesanal instalada no país.

O primeiro passo do trabalho foi coletar informações técnicas do material e identificar o tipo de aço que é destinado para a construção civil e as suas vantagens de emprego. Porém, para que o uso do aço passe a ser uma realidade na cidade de São Paulo é **necessária a mão** de obra qualificada, diferentemente do método construtivo tradicional que o país apresenta, a qual é fortemente enraizada no concreto armado. ~~e aprovada pela escola~~. Além disso, seria necessário que a sociedade passasse a normalizar a destinação deste sistema construtivo a tipologias diferentes de galpões, estações de metrô e espaços esportivos, ou seja, a sociedade estereotipa a construção feita por estrutura metálica.

Em seguida foram apresentadas as vantagens do emprego do material em uma metrópole que necessita de uma grande demanda de construções residenciais como São Paulo. Esses prós ao uso do aço colocam em questão os custos finais baixos das construções mais artesanais, como alvenaria de tijolos, visto que não necessitam de especialização ou treinamento, fatores que geram uma disseminação maior do concreto, em relação a construção industrializada do aço que precisa de uma especialização e possibilita mudanças e reformas, sem a necessidade de danificar o sistema construtivo, o que não é viável nos sistemas artesanais.

A especialização é fundamental visto que o aço precisa ser transportado e montado no canteiro de obras. Esse sistema construtivo, de caráter seco, valoriza o operário, já que é difícil construir em estrutura metálica em lugares pequenos, devido a necessidade de montar um sistema de içamento da viga por conta do peso, além da questão de como fazer a solda em determinados casos.

Como foi apresentado nos estudos do material e nas análises das residências, a estrutura metálica é muito precisa ao contrário de outros sistemas construtivos mais artesanais. A precisão é uma grande vantagem pois compatibiliza com todos os outros sistemas: de fachada, possível perceber tanto Residência M.C.C., com o uso de brises, quanto na Casa Maria Carolina, na qual o pilar foi usado como batente da porta

de entrada; sistemas de encaixe dos caixilhos com pilares, como foi possível observar na Casa Box, o qual usa o pilar cruciforme; e até paginação de revestimento.

Além da precisão, há outras vantagens: a rapidez e a durabilidade. Esse tipo de estrutura permite uma manutenção quase nula. Apenas na Casa Box apareceu uma pequena patologia, mas simples de ser resolvida. Ademais, o aço tem uma versatilidade muito mais ampla na questão plástica, a qual torna esse sistema construtivo muito mais atrativo à arquitetura já que é possível usar perfis diferentes, como os pilares cruciformes da Casa Box, e revesti-los com uma grande paleta de cores. Além disso, quando se usa a estrutura metálica é interessante criar uma linguagem no projeto como um todo, como o uso de guarda-corpos metálicos, conforme as imagens da Residência M.C.C, ou também a utilização de brises de chapa metálica dobrada da Casa Box.

As três residências analisadas poderiam ter sido construídas com materiais comuns para o setor da construção civil do país, mas os arquitetos que idealizaram esses projetos pensaram na sustentabilidade, na versatilidade, na rapidez e no respeito pelo meio em que as edificações estariam inseridas. Nesse ponto, **destaca-se** a Casa Maria Carolina, já que para este projeto, em uma casa pré-existente, os arquitetos tiveram que tomar precauções visto que a casa é geminada e qualquer ação poderia prejudicar as casas vizinhas.

Dessa maneira, com a apresentação dos benefícios que o uso do aço traz para o setor da construção civil, para a área de projeto arquitetônico e para o meio ambiente, é nítida a necessidade da mudança de pensamento técnico desde o ensino nas faculdades de arquitetura e engenharia, visto que o Brasil se apresenta como um país estagnado nos sistemas construtivos artesanais.

4. REFERÊNCIAS

ALVES, N. **Plantas da ampliação da Casa Maria Carolina**. 2022. Figura 9C-D. 475 x 299 pixels.

LATIN AMERICA DESIGN AWARDS 2018. Chicago: lida, 26 jul. 2018. Anual. Disponível em: <https://issuu.com/iidahq/docs/iida-issu>. Acesso em: 2022

ANDRADE, Vinicius; MORETTIN, Marcelo. **Residência M.C.C**. 2016. Disponível em: <https://www.andrademorettin.com.br/projetos/residencia-c-c/>. Acesso em: 2022.

ARTIGAS, Estúdio. **Casa Maria Carolina**. 2016. Disponível em: <https://www.estudioartigas.com/casa-maria-carolina>. Acesso em: 2022.

ARTIGAS, M. **Fotos da Casa Maria Carolina**. 2022. Figura 7A-G. 2236 × 754 pixels

CASTRO, F. **Casa Box**. 2017. Disponível em: <https://www.fcstudio.com.br/memorial/109>. Acesso em: 2022.

CASTRO, F. **Casa Box**. 2022. Figura 5A-I. 2236 × 754 pixels.

CBCA. Aço para Projetos de Retrofit. **Arquitetura e Aço: Retrofits e Ampliações**, Rio de Janeiro, ed. 54, p. 21 - 25, dez. 2019. Disponível em: https://issuu.com/prodweb/docs/aa54_site/1?ff&hideShareButton=true. Acesso em: 2021.

CBCA. Arena MRV. **Arquitetura e Aço: Uma Obra de Arte da Construção Civil**, Rio de Janeiro, ed. 57, p. 37 - 43, out. 2020. Disponível em: <https://arquiteturaeaco.org.br/ed/57/>. Acesso em 2021.

CBCA. Aço, Arquitetura e Bem-estar. **Arquitetura e Aço: Masp em expansão**, Rio de Janeiro, ed. 60, p. 32 - 42, set. 2021. Disponível em: <https://arquiteturaeaco.org.br/ed/60/>. Acesso: 2022

CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 8., 2019, São Paulo. **Constru Metal 2019**: Associação Brasileira da Construção Metálica. São Paulo: Mobius, 2019. v.1. 781 p.

CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 8., 2019, São Paulo. **Constru Metal 2019**: Associação Brasileira da Construção Metálica. São Paulo: Mobius, 2019. v.2. 786 p.

CORTEZ, Lucas Azevedo da Rocha et al. Uso das estruturas de aço no Brasil. **Cadernos de Graduação: Ciências exatas e tecnológicas**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 217-228, 2017. Disponível em: <http://periodicos.set.edu.br>. Acesso em: 2021

INSTITUTO DA ENGENHARIA (São Paulo) (org.). **A utilização do aço na construção civil**. 2015. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/10/06/a-utilizacao-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em: 2021.

INFOMET (org.). **Aços e Ligas | Aços e Ferros Fundidos | Aços Patináveis: aços patináveis (corten). Aços Patináveis (Corten)**. Disponível em:

[Digite aqui]

<https://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=201>. Acesso em: 2022.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 42 f. Dissertação a conclusão de curso (Graduação de Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/361>. Acesso em: 2021.

LAHOUD, A, A. **Residência M.C.C.** 2022. Figura 1B. 3024 × 4032 pixels.

LAHOUD, A, A. **Fotos da Residência M.C.C.** 2022. Figura 3A-H. 3024 × 4032 pixels.

LAHOUD, A, A. **Casa Box.** 2022. Figura 4A-E. 3024 × 4032 pixels.

LAHOUD, A, A. **Casa Box.** 2022. Figura 6A-E. 3024 × 4032 pixels.

LAHOUD, A, A. **Casa Maria Carolina.** 2022. Figura 8A-D. 3024 × 4032 pixels.

LAHOUD, A, A. **Casa Maria Carolina.** 2022. Figura 9A-B, E-J. 3024 × 4032 pixels.

LE MOS, Carlos Alberto Cerqueira. **Alvenaria burguesa: breve histórico da arquitetura residencial de tijolos em São Paulo a partir do ciclo econômico liderado pelo café**. 1984. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

MARIGONI, H. M. **Coletânea do uso do aço: princípios de Arquitetura em aço**. 2 ed. Gerdau Açominas, 2004. Disponível em: http://www.engmarcoantonio.com.br/cariboost_files/manual_arquitetura.pdf. Acesso em: 2021.

MARTINS, J. G.; PEREIRA, A. M.; **Materiais de Construção: Metais**. Materiais. 5ª edição. Porto, 2010. Disponível em: https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2012/05/mci-metais_2010.pdf. Acesso em: 2021.

ROSA, M, M. **Plantas e cortes da Residência M.C.C.** 2022. Figuras 2A-D. 1279 x 371 pixels

VASCONCELLOS, A. **Estrutura de Aço: curso de Extensão Arquitetura e Construção, Materiais, Produtos e Aplicações – Estruturas Metálicas – ABCEM**, 13, 15 – 17 de set de 2021, 60f. Notas de Aula. Mimeografado

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva**. In: ENCONTRO

NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. Encontro. Canela: Ufscar, 2010. v. 13, p. 1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274384648_VANTAGEM_PRODUTIVA_DO_SISTEMA_LIGHT_STEEL_FRAMING_DA_CONSTRUCAO_ENXUTA_A_RACIONALIZACAO_CONSTRUTIVA. Acesso em: 2021.

TEIXEIRA, L. A. S.; SIMPLICIO, M. C. A. **A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 2, n. 2, out. 2018. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/46/58>. Acesso em: 2021.

TSCHIPTSCHIN, A. P. **Aço**: sua aplicação e relação com o carbono. Sua aplicação e relação com o carbono. 2019. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/blog-acos-especiais/aco-e-sua-aplicacao-e-relacao-com-o-carbono>. Acesso em: 22 mar. 2021

Contatos: andressa.lahoud@gmail.com e augustajp@gmail.com