

## NOTA TÉCNICA

# O uso do aço em residências na arquitetura contemporânea paulistana

Andressa Anis Lahoud<sup>1\*</sup> e Maria Augusta Justi Pisani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua Itambé, 143 – São Paulo. CEP: 01302-907, andressa.lahoud@gmail.com

<sup>2</sup> Professora, Departamento de Pesquisa Arquitetura e Construção, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua Itambé, 143 – São Paulo. CEP: 01302-907, augustajp@gmail.com

## The use of steel in residential construction in contemporary São Paulo architecture

### Resumo

O uso do aço em residências é pouco frequente na arquitetura contemporânea de São Paulo, apesar das vantagens, como agilidade, estabilidade, baixo custo a longo prazo, reaproveitamento, versatilidade e sustentabilidade. Essas características são ideais para uma cidade densamente povoada, com espaço e tempo restritos para construções. Além disso, avanços tecnológicos na construção civil ampliaram a liberdade e originalidade dos arquitetos, permitindo novas formas e processos construtivos, além de promover a industrialização do setor. Contudo, a resistência ao uso do aço em residências persiste, influenciada pela uniformidade urbana e pela falta de atualização técnica de profissionais, restringindo o uso a indústrias, armazéns, ginásios e estações de transporte. Este estudo analisou o uso do aço em residências paulistanas do século XXI, examinando três casos entre 2016 e 2018, com base em pesquisa bibliográfica e de campo. Os resultados apontaram critérios para aplicar estruturas metálicas em projetos residenciais futuros.

**Palavras-chave:** *Arquitetura; aço; residências.*

### Abstract

The use of steel in residential construction is uncommon in contemporary São Paulo architecture, despite its advantages such as speed, stability, long-term cost efficiency, recyclability, versatility, and sustainability. These features are ideal for a densely populated city with limited space and time for construction. Additionally, technological advancements in the construction sector have expanded architects' creative freedom, enabled new forms and processes while fostered industrialization within the industry. However, resistance to using steel in residential projects remains, influenced by urban uniformity and the lack of technical updates among professionals, restricting its use to industries, warehouses, sports halls, and transportation stations. This study analyzed the use of steel in 21st-century residential architecture in São Paulo, examining three cases built between 2016 and 2018 through bibliographic and field research. The findings identified criteria for incorporating steel structures into future residential designs.

**Keywords:** *Architecture; steel; residential construction.*

\* autor correspondente

## 1 Introdução

O aço estrutural é uma liga composta de ferro-carbono com a adição de outros elementos químicos (Tschiptschin, 2019). Ele pode ser classificado como baixo, moderado, médio ou alto carbono, dependendo da quantidade de carbono presente na liga, que varia de 0,15% a 1,70%. Na construção civil, o aço de baixo carbono é o mais utilizado, uma vez que apresenta maior soldabilidade e resistência em comparação a outros tipos (Vasconcellos, 2021).

Um exemplo amplamente empregado no Brasil é o aço ASTM A36, um aço de baixo carbono utilizado na fabricação de perfis, chapas e barras. Sua qualidade estrutural, resistência e facilidade de usinagem o tornam ideal para aplicações em projetos estruturais. Além disso, ele é frequentemente galvanizado para prevenir corrosão, garantindo maior durabilidade (Vasconcellos, 2021).

O incentivo ao uso de estruturas de aço em edificações na cidade de São Paulo está diretamente relacionado às diversas vantagens proporcionadas por esse sistema construtivo. Entre as características que motivaram arquitetos e escritórios responsáveis pelos projetos residenciais analisados neste estudo estão: rapidez, segurança, custo-benefício a longo prazo, flexibilidade e sustentabilidade (Bellei; Maringoni, 2004).

A rapidez no processo construtivo é uma das vantagens mais relevantes em grandes metrópoles como São Paulo, visto que os prazos de execução são reduzidos em até um terço em comparação com métodos convencionais (Teixeira & Simplicio, 2018). As estruturas de aço chegam prontas ao local da obra, precisando apenas de montagem, eliminando problemas climáticos durante a construção e reduzindo erros de execução (Maringoni, 2004; Vasconcellos, 2021).

Essa industrialização promove também uma maior precisão nos cálculos estruturais e permite a utilização otimizada dos materiais. Além disso, a necessidade reduzida de mão de obra no canteiro – embora exija operários com conhecimentos técnicos específicos – contribui para a diminuição de acidentes, desperdícios e custos (Machado, 2013; Teixeira & Simplicio, 2018).

Além da eficiência prática, o aço estrutural oferece flexibilidade projetual, permitindo maior liberdade criativa para arquitetos. Segundo Magalhães (2014), as características do material e os avanços tecnológicos têm possibilitado a criação de formas arquitetônicas que seriam inviáveis com outros sistemas construtivos. Por ser leve e maleável, o aço se adapta a diferentes necessidades plásticas e favorece soluções criativas e ousadas (Castro, 2021).

Esse potencial criativo é especialmente relevante no contexto da arquitetura paulistana, que muitas vezes carece de originalidade em suas construções residenciais (Lemos, 1984). O arquiteto e professor Nelson Dupré destacou, em entrevista à Revista Arquitetura e Aço (2019), como o aço possibilita um design mais esbelto e liberdade dimensional:

[...] 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).

Segundo a revista Construção Metálica (2007), embora as fundações em estrutura metálica sejam realizadas com métodos tradicionais, elas podem gerar uma economia de até 30% nos custos de fundações por m<sup>2</sup>, já que esse tipo de estrutura demanda fundações menores quando comparado ao sistema convencional (Gomes *et al.*, 2016). Além da economia nas fundações, o custo total da estrutura metálica representa vantagens a longo prazo. Apesar de ser influenciado pelo tamanho da obra e pela variação cambial, esse sistema construtivo se destaca pela eficiência e funcionalidade (Castro, 2022). Entre os benefícios adicionais, está a possibilidade de utilizar peças menores para vencer grandes vãos, permitir balanços mais expressivos e otimizar o aproveitamento do pé-direito, características que tornam o sistema atrativo e competitivo (Magalhães, 2014; Vasconcellos, 2021).

Na mesma linha, em entrevista à 60ª edição da Revista Arquitetura e Aço em 2021, os arquitetos Marcelo Barbosa e Flávio Carsalade destacam que, além do maior aproveitamento dos espaços e da possibilidade de vencer grandes vãos, as estruturas metálicas oferecem a agilidade no processo construtivo. Ademais, ressaltam que esse

sistema reduz significativamente o impacto ambiental, uma vez que se trata de uma obra seca, minimizando o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos.

O uso de estruturas metálicas em metrópoles como São Paulo representa uma solução estratégica e eficiente (Instituto de Engenharia, 2015). Esse sistema responde ao aumento da demanda do setor da construção civil, que exige métodos construtivos mais ágeis. Além disso, a densa urbanização da cidade limita a disponibilidade de áreas livres para novas construções, tornando desafiador implantar fundações tradicionais sem impactar as edificações vizinhas (Hass, Martins, 2011; Cortez *et al.*, 2017). Nesse contexto, o uso de pilares e vigas de aço apresenta-se como uma alternativa viável, uma vez que suas soluções são menores do que as correspondentes em concreto, otimizando o aproveitamento do espaço disponível.

Além disso, a topografia bastante variável da cidade de São Paulo dificulta a execução de construções. Nesse contexto, o uso de sistemas construtivos industrializados, como as estruturas metálicas, oferece uma solução prática para minimizar os desafios relacionados aos desníveis do terreno. Esse sistema transforma os canteiros de obras em espaços destinados apenas à montagem das estruturas, simplificando as etapas de execução e reduzindo sua complexidade (Magalhães, 2014).

A utilização de estruturas de aço permite adaptações, mudanças e reformas de maneira ágil e eficiente. As passagens de sistemas como hidráulica, elétrica, gás e ar-condicionado são previamente planejadas e integradas ao projeto, o que simplifica a sua instalação. Além disso, os revestimentos são confeccionados com perfis que podem ser recortados previamente em fábrica, otimizando o processo construtivo (Rodrigues, 2006; Vasconcellos, 2021).

Quando intervenções são necessárias, o revestimento pode ser removido para a correção imediata do problema, sendo posteriormente recoberto, retocado e pintado para a finalização do trabalho (Teixeira, Simplicio, 2018). No caso de ampliações, as operações também são mais práticas e limpas em comparação com construções em alvenaria. Adicionalmente, a maioria dos materiais utilizados nesse sistema pode ser reaproveitada ou reciclada, reforçando o seu caráter sustentável.

O reaproveitamento do aço e o baixo índice de desperdício de materiais nas construções com este sistema contribuem significativamente para a preservação do meio ambiente construído (Bellei, 2004). O aço, mesmo após ser reutilizado inúmeras vezes, mantém suas propriedades essenciais de qualidade e resistência, garantindo sua longevidade e eficiência para futuras gerações.

No entanto, essas características positivas ainda não se traduzem em um aumento expressivo no número de projetos que utilizam o aço no setor da construção civil brasileira. Conforme a ABCEM (2020), em 2019, o setor representou apenas 37,6% do consumo aparente de aço no país, evidenciando o baixo aproveitamento desse material nas cidades. Esse cenário reflete não apenas a falta de conscientização por parte de empresários e investidores, mas também a carência de conhecimento técnico entre arquitetos e engenheiros, o que limita o uso do aço em projetos arquitetônicos e estruturais no Brasil. 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)<sup>1</sup>.

Segundo a pesquisa “Cenário dos Fabricantes de Estruturas em Aço de 2019”, realizada pela ABCEM (2020), a região Sudeste concentra quase 60% da produção nacional de estruturas metálicas, com destaque para o estado de São Paulo, que lidera tanto em número de empresas quanto em volume de consumo. Entre 2018 e 2019, a produção paulista registrou um crescimento expressivo de 25,6% (ABCEM, 2020). Complementando esses dados, o Instituto Aço Brasil (2021) informou que, de janeiro a julho de 2021, a produção nacional de aço atingiu 21 milhões de toneladas, representando um aumento de 22% em relação ao mesmo período de 2020, reforçando o dinamismo e a relevância desse setor no país.

---

<sup>1</sup> *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).*

Embora o ano de 2019 tenha registrado um aumento na produção em relação a 2018, seguido por 2020 e 2021, com o setor alcançando o maior patamar dos últimos quatro anos, a utilização de estruturas metálicas em residências permaneceu limitada, representando apenas cerca de 1% do total (ABCCEM, 2021). Esse dado evidencia que a cultura predominante na arquitetura e na construção civil brasileira ainda é amplamente fundamentada no uso artesanal do concreto armado, refletindo uma resistência à adoção de sistemas construtivos industrializados.

Essa cultura, conforme Vivan *et al.* (2010), é baseada em processos de produção que carecem de um sistema ou filosofia de gestão eficaz, o que limita a melhoria tanto dos processos quanto dos produtos. O caráter artesanal na produção da resistência estrutural reflete uma certa negligência por parte de alguns profissionais em relação à gestão dos procedimentos, o que inclui também as etapas de planejamento e projeto. Tradicionalmente, a construção civil tem adotado sistemas e materiais rústicos, o que proporciona uma maior disponibilidade de matéria-prima. Contudo, esse modelo pode acarretar problemas como manifestações patológicas, improdutividade e desperdício, aspectos que não são mais aceitáveis no contexto atual. Nesse sentido, a adoção de novos sistemas construtivos industrializados, como o uso do aço, pode ser uma solução viável. Marigoni (2004, p. 07) destaca que “o aço é sinônimo de arquitetura moderna”, e que esse material tem o potencial de melhorar os processos de construção, impulsionando a industrialização do setor da edificação nacional, especialmente no contexto das residências.

Dessa forma, espera-se contribuir para o debate, destacando o uso do aço como uma alternativa eficaz dentro da arquitetura paulista contemporânea. Esse material se apresenta como um método construtivo que supera as limitações da cultura artesanal instalada, oferecendo vantagens em termos de durabilidade, sustentabilidade, rapidez, organização e administração de obras. Além disso, o uso do aço promove o retorno financeiro, a redução de acidentes e um desempenho superior em comparação com os sistemas tradicionais, consolidando-se como uma solução inovadora e eficiente no cenário atual da construção civil.

## 2 Desenvolvimento do Argumento

Foram selecionadas três residências como estudos de caso, representando exemplos significativos da arquitetura contemporânea paulistana que utilizam o aço como sistema estrutural. A escolha foi baseada em suas distintas características e contextos, abrangendo diferentes tipos de implantação urbana e soluções projetuais. As residências escolhidas foram:

- **Residência M.C.C. (2016)**, projetada por AndradeMorettin Arquitetos, uma habitação de alto padrão;
- **Casa Box (2017)**, do FCstudio, localizado em uma esquina, destacando-se pela maior visibilidade;
- **Casa Maria Carolina (2018)**, desenvolvida pelo Estúdio Artigas, geminada a outras quatro residências.

Os critérios de análise para as três residências incluem:

- Localização e contexto urbano;
- Pré-existências no terreno e no entorno;
- Implantação no lote, considerando aspectos de ocupação e relação com o entorno;
- Decisões projetuais que integram arquitetura e estrutura metálica;
- Categorias e tipos de perfis de aço empregados;
- Responsáveis técnicos e fornecedores da estrutura metálica;
- Possíveis patologias associada ao sistema construtivo;
- Análises detalhadas das soluções arquitetônicas e estruturais, incluindo plantas, fachadas, cortes e imagens representativas.

### 2.1 Residência M.C.C.

A Residência M.C.C., é uma casa de 685 m<sup>2</sup>, projetada em 2011 e construída em 2016. Localizada no bairro Jardim Paulistano, na zona oeste da cidade de São Paulo, a área é

reconhecida por seu valor histórico e cultural, estando protegida por tombamento do CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico).

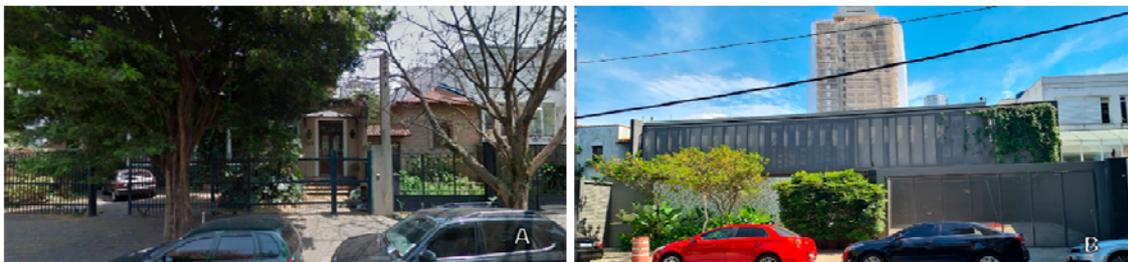


Figura 1 - Terreno da Residência M.C.C. em 2014 e Residência M.C.C. em 2022

O lote da Residência é resultado da junção de dois terrenos vizinhos. As fachadas destas casas ocupavam toda a largura de seus respectivos terrenos (Figura 1A). Em contraste, o partido arquitetônico do projeto da Residência M.C.C foi definido pela fixação da casa em uma única empena, mantendo a continuidade dos brises ao longo da fachada para garantir uma aparência uniforme (Figura 1B).

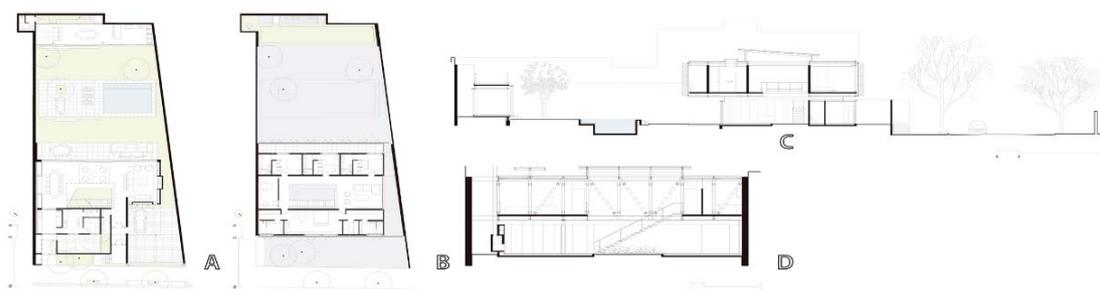


Figura 2 - Plantas e cortes de Residências M.C.C. 2022

Esta casa possui 3 acessos, todos localizados no térreo: um para a garagem; outro para a área de serviços e à cozinha; e um social, que leva à sala de estar integrada à sala de jantar, à escada que dá acesso ao pavimento superior e um jardim (Figura 2A). Além dessas áreas, o térreo conta com dois decks: um, como extensão da área integrada da sala de estar e jantar, e outro, mais afastado, que integra a piscina retangular e seu mobiliário. Ao final do terreno, há uma edícula que abriga área gourmet e estar, além de um banheiro e uma escada que concede acesso ao teto jardim (Figura 2B).

No pavimento superior, encontram-se uma sala de televisão, um escritório, localizados no centro do andar, além de três suítes, localizadas aos fundos da casa, e uma suíte

master, que está na fachada principal. A suíte master inclui dois closets e dois banheiros completos, um em cada extremidade, e é de tamanho equivalente à soma das outras três suítes (Figura 2C).



Figura 3 - Fotos da Residência M.C.C. 2022

No projeto da Residência M.C.C., as paredes do térreo não estão alinhadas com as barras inferiores do sistema de treliça do pavimento superior. Essa estratégia arquitetônica cria a impressão de que o pavimento superior está “flutuando”. Para intensificar essa sensação, foi utilizado um piso de argila expandida no jardim (Figura 3A).

A estrutura da residência emprega perfis laminados do tipo W e perfis tubulares redondos da ASTM-A572 grau 50, pintados com tinta de poliuretano, que garante alta resistência química, dureza e durabilidade contra impactos. Inicialmente, o projeto estrutural considerou o uso de vigas Vierendeel como forma de integrar o sistema estrutural às paredes e fachadas, mas os arquitetos optaram por um sistema de treliças. Essa mudança resultou em uma estrutura mais leve, com menor consumo de material e melhor desempenho para suportar as cargas e vencer os grandes vãos previstos. Os nós do sistema de treliças e a conexão dos pilares inferiores foram feitos com parafusos (Figura 3B).

A escolha pela treliça também favoreceu a fluidez espacial, uma vez que a estrutura vence toda a largura do lote com um único apoio central. Isso deixou o térreo livre de

obstruções, realçando a integração entre jardim, a piscina e as áreas de convivência (Figura 3 Figura 3C).

A movimentação das peças metálicas no terreno exigiu o uso de uma grua, cuja logística representou um dos maiores desafios da obra (Morettin, 2022). O cálculo estrutural e a seleção dos perfis metálicos foram pela Eleva Construção Metálica e a montagem foi conduzida pela SM3 Engenharia.

Este projeto se insere em uma pesquisa de longa data do escritório AndradeMorettin sobre o uso de elementos pré-fabricados. O aço foi escolhido como material principal por seu elevado desempenho estrutural, capacidade de vencer grandes vãos e por garantir velocidade e limpeza na execução da obra. Segundo o arquiteto Marcelo Morettin (2022), essas características não apenas definiram o partido arquitetônico, mas também reforçaram o compromisso com um sistema construtivo de alta performance e eficiência.

## **2.2 Casa Box**

A Casa Box, projetada por Flávio Castro em 2017 para sua própria residência, está localizada na esquina de um bairro predominantemente residencial da Zona Sul de São Paulo, o Planalto Paulista. O lote abrigava uma casa térrea, que foi demolida para dar lugar à nova construção. Para viabilizar a obra, foi necessário realizar uma nova fundação, composta por sapatas simples que foram estendidas até 14 metros de profundidade no subsolo. A execução dessa fundação exigiu grande cuidado, pois era crucial garantir que a alvenaria estivesse perfeitamente nivelada para os arranques dos pilares.

Como a Casa Box ocupa um terreno de esquina, o arquiteto decidiu posicionar o volume da residência nas divisas do fundo e da lateral, a fim de otimizar o uso do espaço disponível. Observando o entorno, percebeu-se que a maioria das residências do bairro segue a exigência de um recuo de 5 metros para abrigar os carros. No entanto, a Casa Box utiliza esse espaço como um jardim, que desempenha o papel de área gourmet e se integra como extensão da sala de estar. A garagem e a entrada

principal, ao contrário da casa anterior, estão localizadas na fachada voltada para a outra rua, que fica a 2 metros de distância do volume principal da residência.



Figura 4 - Fotos da Casa Box, 2022

Para evitar que a residência parecesse estar colada à casa vizinha, o projeto propôs o uso das escadas como um intervalo entre as duas construções. Essa área de circulação vertical aproveita a luz natural, uma vez que a cobertura e a parede frontal são compostas por vidro, e a fachada foi recuada, criando uma abertura visual que suaviza a transição entre as casas. Além de utilizar as escadas como divisória, foi incorporado um afastamento no pavimento superior, proporcionando não apenas o distanciamento das residências, mas também permitindo a ventilação das duas suítes localizadas nesse andar. Para que a parede de divisa não se apresentasse de forma monótona, foi introduzido um jardim vertical, que contribui para a estética e a integração com a natureza, ao mesmo tempo em que reforça a privacidade entre as casas. (Figura 4A).

A escolha pela estrutura metálica foi determinada pela geometria do projeto, que adota a forma de um cubo. Além disso, dois fatores adicionais influenciaram essa decisão: o primeiro foi a necessidade de rapidez na execução da obra, e o segundo foi a busca pela leveza estética da construção. As vigas e pilares foram projetados para serem esbeltos, de modo a atender às proporções desejadas sem comprometer a estética da edificação. Para definir a volumetria da casa, o arquiteto também levou em consideração as alturas e os recuos das residências vizinhas, garantindo uma integração harmônica com o entorno. Na Figura 4B é possível perceber que a viga aparenta estar simplesmente apoiada no muro de divisa com o vizinho; no entanto, ela está sustentada por um pilar I embutido na empena, ocultando a estrutura e reforçando a leveza visual do conjunto.

Este projeto faz uso de uma variedade de elementos metálicos, como perfis dobrados soldados e laminados, chumbadores, cantoneiras, chapas e barras redondas, todos de aço ASTM – A36. Para a estrutura, foram empregados diferentes tipos de perfis: vigas de perfil W, tanto no térreo quanto no pavimento superior, que receberam tratamento superficial com zarcão na fábrica e, em seguida, foram pintadas com tinta marrom utilizando um compressor; pilares de perfil I, localizados na área de serviços e na entrada; e pilares cruciformes, compostos por dois perfis L soldados, situados na fachada noroeste. Esses pilares cruciformes são interrompidos por uma viga W, técnica que contribui para a leveza visual da construção, e funcionam como suporte para a caixilharia da fachada (Figura 4C).

Além do aço carbono, o projeto incorpora o uso de aço corten, que foi aplicado no portão da garagem e nas duas portas pivotantes de acesso à residência (Figura 4D). O aço corten, também conhecido como aço patinável, possui uma liga com adições de cobre, fósforo, níquel e cromo, que, sob certas condições ambientais, formam uma pátina protetora contra a corrosão. Essa camada também aprimora as propriedades mecânicas do material. O cálculo estrutural foi desenvolvido pelo engenheiro Gueltr Guedes, da empresa Tesplan, e os perfis foram fornecidos pela Useaço.

O arquiteto, que reside na casa há cinco anos, relata que apenas uma patologia foi identificada até o momento: um pequeno problema em um dos pilares cruciformes (Figura 4E). Esse inconveniente é facilmente resolvido por meio de lixamento e repintura da área afetada, demonstrando a simplicidade da manutenção da estrutura metálica.

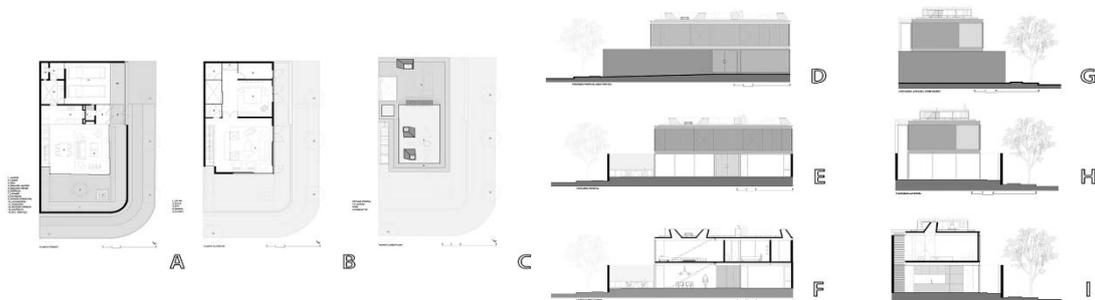


Figura 5 - Plantas, cortes e elevações da Casa Box

Este projeto é composto por três pavimentos: o térreo, o superior e um teto jardim. O térreo é completamente livre de divisões, com exceção da cozinha e do lavabo (Figura 5A). O pavimento superior foi projetado com foco no mercado imobiliário e é composto por um quarto com duas suítes, além de uma sala que pode ser convertida em duas suítes, caso necessário (Figura 5B). Contudo, os banheiros dessas possíveis suítes não são voltados para as fachadas, mas sim para o centro da edificação, o que exigiu a instalação de claraboias no terraço-jardim para garantir a entrada de luz natural e ventilação (Figura 5C).



Figura 6 - Fotos da Casa Box, 2022

Além disso, as fachadas do pavimento superior são compostas por brises de chapas dobradas de aço com proteção eletrostática, que proporcionam privacidade em relação à rua, bloqueiam a incidência solar direta e oferecem isolamento acústico para a área íntima. Para evitar que os brises se movimentassem com o vento, as mesas das vigas W foram furadas e encaixes foram instalados (Figura 6A). A fachada nordeste do piso superior combina vidro e chapas dobradas de aço. O arquiteto propôs uma solução inovadora: ao invés de posicionar o vidro para dentro e uma porta de alumínio na frente, ele colocou o vidro para fora, de modo a refletir 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 o resfriamento do pavimento abaixo, pois o piso elevado permite uma circulação de ar que diminui o calor no nível inferior (Figura 6C).

A Casa Box foi premiada com o IIDA Latin America Design Award 2018 na categoria "Residências Pequenas". O júri descreveu a residência como um projeto idealizado a partir da luz natural e da particularidade dos espaços, destacando o uso dos materiais – aço, madeira e vidro – que conferem à construção uma autenticidade única.

### 2.3 Residência Maria Carolina

A Casa Maria Carolina, também conhecida como Casa Mondrian, é uma residência de 120 m<sup>2</sup>, construída na década de 1940, situada no bairro do Jardim Paulistano. Ela faz parte de um conjunto de cinco casas geminadas que compartilham o mesmo telhado.

Originalmente, a casa foi erguida com alvenaria dupla de tijolos maciços e contava com poucas vigas e pilares. No entanto, com o projeto de Marco Artigas e Sheila Altimann, realizado em 2016, as paredes originais foram demolidas e substituídas por estrutura metálica. Este novo sistema estrutural permitiu o uso de vigas e pilares de pequenas seções, resultando em uma aparência mais leve e moderna, além de proporcionar uma nova leitura da arquitetura paulistana contemporânea. A estrutura metálica gasta menos energia em sua produção em comparação ao concreto, pois não exige o processo de escoramento, moldagem e o tempo de secagem necessários para elementos de concreto (ARTIGAS, 2022).

O uso da estrutura metálica foi particularmente vantajoso por se tratar de uma casa geminada, já que esse sistema interfere menos nas construções vizinhas. Além disso, a flexibilidade da estrutura permitiu inverter a disposição tradicional dos ambientes: a cozinha foi posicionada na parte frontal da casa, integrando-se à área de convivência, que agora ocupa a parte traseira da residência, com ampla abertura para o jardim e para a edícula, que abriga o lavabo e a lavanderia. Para viabilizar essa reforma, foi necessário reforçar a estrutura da casa. Pórticos metálicos foram incorporados para garantir a sustentação do edifício, enquanto o mezanino foi apoiado nas vigas metálicas, sem a necessidade de atirantamento, preservando o telhado compartilhado com as outras casas do conjunto.

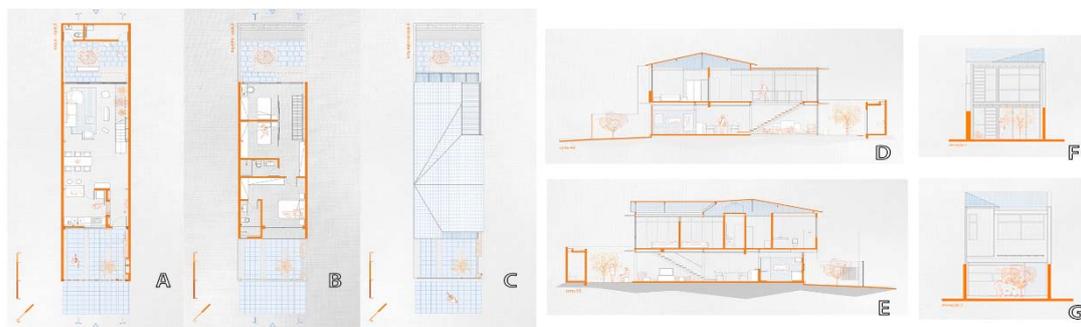


Figura 7 - Plantas e cortes da Casa Maria Carolina.

O projeto da Casa Maria Carolina é composto por dois pavimentos: o térreo e o pavimento superior. No térreo, os ambientes são livres e integrados, com a cozinha se conectando diretamente à sala de jantar e à sala de estar. Em seguida, há um pátio externo que se abre para a edícula, onde estão localizados o lavabo e a lavanderia (Figura 7A). O acesso ao pavimento superior é feito por uma escada metálica com viga central, que também proporciona um belo elemento arquitetônico. Para manter o vínculo com o antigo jardim lateral da casa, foi incorporado um novo jardim sob a escada metálica, resgatando o espaço verde (Figura 7A).

O pavimento superior abriga dois quartos, um banheiro e uma suíte, que está posicionada na fachada principal da residência, permitindo um aproveitamento eficiente do espaço e da iluminação natural (Figura 7B). O projeto traz uma combinação de modernidade e funcionalidade, com a estrutura metálica facilitando a abertura de novos espaços e a integração dos ambientes, ao mesmo tempo em que preserva elementos característicos da residência original.

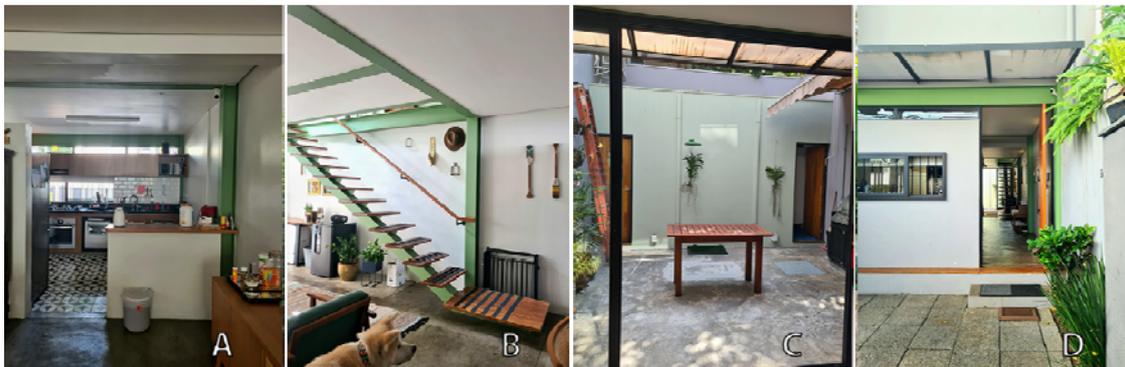


Figura 8 - Fotos da Casa Maria Carolina, 2022

Na reforma da Casa Maria Carolina, foram utilizados perfis metálicos de alta resistência e durabilidade. Os perfis escolhidos incluem perfis W da ASTM-A572 grau 50, perfis tubulares quadrados, perfis U simples e enrijecidos, e perfis H, todos de ASTM-A36. Esses materiais foram tratados com uma proteção especial, tanto em fábrica quanto no canteiro de obras, com tinta própria para materiais metálicos, garantindo maior resistência à corrosão e aumentando a longevidade da estrutura.

O cálculo estrutural e a seleção dos perfis foram realizados pelo engenheiro Boris José Cabrera, da empresa Llestrutura. As peças metálicas foram fornecidas pela Ferronor, e o montador responsável pela execução foi João Chacon.

Um dos destaques da reforma é a presença de pórticos soldados que aparecem logo na fachada da residência, que desempenham um papel crucial na sustentação da estrutura. Além disso, um dos pilares tubulares, além de sua função estrutural, também foi usado como batente para a porta de entrada e como acabamento das paredes. A laje do pavimento superior foi apoiada nos pórticos sequenciais, que percorrem o terreno, permitindo um uso eficiente do espaço e garantindo a estabilidade da edificação (Figura 8D).



Figura 9 - Fotos e Plantas da ampliação da Casa Maria Carolina, 2022

Recentemente, a Casa Maria Carolina foi adquirida pela arquiteta Natália Alves. Ao assumir a residência, ela não encontrou patologias, mas decidiu fazer algumas modificações estéticas e funcionais. Uma das primeiras mudanças foi a repintura das vigas, que antes estavam na cor amarela e agora são verde musgo, de acordo com suas preferências pessoais. Além disso, a fachada, que antes era branca, passou a ter a tonalidade cinza (Figura 9A e Figura 9B), alterando a estética do conjunto original.

No entanto, a grande alteração no projeto se dá pela ampliação da edícula. Originalmente, a edícula projetada por Marco Artigas era uma construção estreita, composta por um lavabo e lavanderia (Figura 7B). Com o novo projeto, essa edícula passou a ser ampliada e agora conta com um novo andar (Figura 9C e Figura 9D). O

espaço que antes abrigava a lavanderia foi transformado em uma área gourmet, enquanto a área de serviços foi transferida para o novo pavimento superior, acessível por meio de uma passarela que conecta o primeiro pavimento à ampliação. Essa expansão resultou em uma diminuição na área verde que originalmente fazia parte da proposta de Marco e Sheila, reduzindo a presença de vegetação no terreno.

### **3 Considerações finais**

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise detalhada sobre o uso do aço em residências na arquitetura contemporânea paulistana, destacando o material como uma solução construtiva eficiente e sustentável. Através dos estudos realizados, foi possível perceber que o aço oferece vantagens significativas, como durabilidade, sustentabilidade, rapidez, organização e controle na administração das obras, além de proporcionar um retorno financeiro mais interessante e a redução de acidentes em comparação aos métodos construtivos tradicionais baseados no concreto armado, ainda predominantes no Brasil.

O primeiro passo da pesquisa foi levantar informações técnicas sobre o material e as suas vantagens no setor da construção civil. O uso do aço traz inovações importantes, mas sua implementação na cidade de São Paulo depende de uma mão de obra qualificada, uma vez que o método tradicional, baseado na construção em concreto armado, é muito enraizado na cultura local. Outro fator que dificulta a popularização do aço é a percepção social do material, que é estigmatizado como sendo adequado apenas para armazéns industriais, estações de metrô e espaços esportivos, quando, na realidade, ele poderia ser amplamente utilizado em residências.

Em seguida, foram apresentadas as vantagens do uso do aço em uma metrópole como São Paulo, que enfrenta uma grande demanda por construções residenciais. Essas vantagens questionam a viabilidade econômica de métodos construtivos artesanais, como a alvenaria de tijolos, que, embora mais baratos e sem a necessidade de especialização, não permitem a flexibilidade e a sustentabilidade que o aço oferece. O aço, sendo um sistema construtivo industrializado, proporciona maior precisão, facilidade para reformas e menor impacto no meio ambiente, algo que não é viável nos sistemas mais tradicionais.

A especialização na construção com aço é um aspecto importante, pois exige profissionais treinados para o transporte, montagem e soldagem do material no canteiro de obras. Além disso, o caráter "seco" do sistema (sem o uso de concreto) valoriza o trabalho dos operários, já que exige menos tempo e processos que os métodos tradicionais. Como observado nas residências analisadas, a precisão da estrutura metálica permite uma integração mais harmoniosa com outros sistemas de construção, como fachadas, caixilhos e revestimentos, algo que é mais difícil de alcançar com o concreto armado.

As vantagens do aço, como a rapidez e a durabilidade, também foram evidentes nas análises das residências. Por exemplo, a Casa Box apresentou apenas uma pequena patologia, facilmente corrigível. A versatilidade do material também se destacou, com a possibilidade de utilizar perfis diferentes, como os pilares cruciformes na Casa Box, que contribuem para a estética e a identidade do projeto. A linguagem estética unificada, com o uso de elementos metálicos, como os brises na Casa Box e os guarda-corpos metálicos na Residência M.C.C., exemplifica como o aço pode ser incorporado de forma harmoniosa no design da residência.

Embora as três residências analisadas poderiam ter sido construídas com materiais convencionais, os arquitetos optaram por usar o aço, pensando na sustentabilidade, eficiência e no respeito ao ambiente urbano. A Casa Maria Carolina se destaca, pois, ao ser uma reforma em uma casa geminada, exigiu um cuidado especial para não interferir nas casas vizinhas, o que demonstra a flexibilidade e a adequação do aço a diferentes contextos urbanos.

Dessa forma, a pesquisa reforça a necessidade de uma mudança de paradigma na construção civil brasileira, com a adoção de soluções mais modernas e sustentáveis, como o aço. Isso implica não apenas em mudanças técnicas, mas também em um novo *mindset* nos cursos de arquitetura e engenharia, para que os profissionais estejam mais preparados para lidar com sistemas construtivos industrializados e mais eficientes. O Brasil, apesar de ser um país com grande potencial, continua estagnado em métodos construtivos artesanais, e a introdução do aço nas práticas de construção pode representar um avanço significativo para o setor.

## 4 Agradecimentos

Agradeço à Universidade Presbiteriana Mackenzie, pela concessão da bolsa de iniciação científica, à professora Maria Augusta pelo apoio e incentivo e aos arquitetos, Flávio Castro, Marcelo Morettin, Marcos Artigas e Natália Alves, pela disponibilidade de materiais para análise dos estudos de caso.

## 5 Referências bibliográficas

- ALVES, N. **Plantas da ampliação da Casa Maria Carolina**. 2022. Figura 9C-D. 475 x 299 pixels.
- LATIN AMERICA DESIGN AWARDS 2018. Chicago: IIDA, 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 x 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 x 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](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: <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.

LEMONS, 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](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](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](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