

Tema: Aspectos Arquitetônicos das Construções de Aço

APLICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS: ESTUDO DE CASO*

Nayra Yumi Tsutsumoto¹
Bruna Anacleto dos Santos²
Cesar Fabiano Fioriti³

Resumo

O trabalho teve como objetivo formalizar diretrizes para a concepção de projetos de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em Presidente Prudente-SP, utilizando as estruturas em aço. Para isso foram selecionados dois edifícios construídos com as estruturas em concreto armado e verificada a possibilidade dos mesmos serem executados com as estruturas em aço. Diante do exposto, com o lançamento da estrutura em aço ocorreu uma melhor padronização dos vãos, das dimensões das seções das vigas e dos pilares. Foi possível, ainda, em função da elevada resistência do aço, vencer vãos maiores e reduzir o número de vigas e pilares, bem como as dimensões de suas seções deixando a estrutura dos edifícios mais esbelta. Na cidade de Presidente Prudente, assim como ocorre em grande parte no interior do estado, os projetos possuem variedade formal, de cores e elementos compositivos, sendo essencial que a concepção com as estruturas em aço consigam, também, abranger essas características. Somente assim ela conseguirá ganhar maior espaço no mercado imobiliário e, principalmente, maior aceitação por parte dos profissionais da área (arquitetos, engenheiros, construtores e corretores) e dos moradores.

Palavras-chave: Diretrizes; Projeto; Edifícios residenciais; Estruturas em aço.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

APPLICATION OF METALLIC STRUCTURES IN BUILDINGS WITH MULTIPLE FLOORS: CASE STUDY

Abstract

The study aimed to formalize guidelines for the design of residential projects with multiple floors in Presidente Prudente, state of São Paulo, using the steel structures. For this we selected two buildings built with the structures in reinforced concrete and verified the possibility of the same run with steel structures. Given the above, with the launch of the steel structure was a better standardization of the openings, the dimensions of the sections of beams and pillars. It was still possible, due to the high strength of steel, larger spans beat and reduce the number of beams and pillars, as well as the dimensions of its sections leaving the structure of the slender buildings. In the city of Presidente Prudente, as occurs largely within the state, projects have formal variety, colors and compositional elements, it is essential that the design with steel structures able to also cover these features. Only then she will gain more space in the housing market, and especially greater acceptance by professionals (architects, engineers, builders and brokers) and residents.

Keywords: Guidelines; Project; Residential buildings; Steel structures.

¹ Arquiteta e Urbanista, Professora Mestre, Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG, Santa Luzia, Minas Gerais, Brasil.

² Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista FAPESP de Iniciação Científica, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

³ Engenheiro Civil, Professor Assistente Doutor, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

No processo de criação do projeto arquitetônico, as ideias iniciais e os principais balizadores das decisões tomadas surgem a partir dos anseios do cliente, do local (terreno/lugar/entorno/município) onde a edificação será implantada, do programa de necessidades, da legislação vigente, da disposição de investimentos, etc.

As soluções técnicas, principalmente a estrutura, devem surgir simultaneamente nesse processo inicial como instrumento viabilizador da obra. A concepção formal e a estrutural possuem uma relação intrínseca. O arquiteto, como definidor da forma e da concepção estrutural, deve, ainda no processo de criação do projeto arquitetônico, determinar o tipo de estrutura que será utilizada.

Não se pode afirmar que a estrutura de aço é “melhor” ou “pior” que a estrutura em concreto armado. Cada método construtivo tem suas características e particularidades que são viáveis ou não, dependendo de cada caso particular. Além disso, não pode ser feita uma comparação direta de custos apenas em relação às estruturas; é preciso levar em consideração a influência que um tipo de estrutura terá sobre todo o andamento do projeto e da obra (BANDEIRA [1]).

A estrutura de aço possui particularidades que devem ser conhecidas desde a concepção formal do projeto. Podem-se citar algumas características que influenciam a escolha desse processo construtivo (REBELLO [2]):

- possibilidade de vencer grandes vãos, com peças mais leves, portanto, mais esbeltas;
- dimensões menores de vigas e pilares (a resistência é obtida através da variação de espessura das chapas), acarretando um maior aproveitamento dos espaços;
- alívio das cargas nas fundações, ideais para determinados tipos de terrenos;
- construção por montagem, industrializada, o que exige uma maior precisão no projeto e maior rapidez e racionalização da execução.

Como seu processo executivo passa pela industrialização da construção, o projeto deve ser pensado de uma forma diferente do processo “artesanal”. O projeto arquitetônico pode condicionar o uso da estrutura de aço de dois meios diferentes, que, também, podem-se interpor. O primeiro é basicamente criado para atender às necessidades específicas do projeto, cujos espaços propostos possuem uma repetição dimensional e a estrutura passa a ser um instrumento para agilizar a construção. O segundo está ligado ao estilo, a uma forma de expressão diferenciada a partir da estrutura. Além de espaços com dimensões padronizados, o projeto possui espaços com formas diferenciadas cuja estrutura é executada com elementos especiais (BANDEIRA [1]; CASTRO e MICHALKA [3]).

A coordenação modular e o uso, conseqüentemente, do módulo base são os principais instrumentos para a estruturação, organização e inter-relação entre as medidas do projeto, a execução e a logística da obra, que permitirão a implementação da proposta na prática.

Um projeto concebido a partir desses conceitos e dentro da lógica da produção industrializada, ao ser executado, ou seja, fabricado e montado, minimiza perdas de materiais e mão de obra, obtendo viabilidade econômico-financeira.

No caso da estrutura de aço, os produtos produzidos, como chapas e perfis, possuem dimensões relacionadas com a medida de 600mm. O comprimento padrão das chapas é de 12000mm, pois possibilita vários divisores inteiros (2000mm, 3000mm, 4000mm, 6000mm, etc.), e facilita o transporte urbano e rodoviário das peças. Geralmente os projetos são desenvolvidos sobre malhas orientadoras de 3000mm x 3000mm (SILVA e SANTOS [4]).

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

Diante do exposto, a partir de algumas iniciativas de profissionais arquitetos e engenheiros, o aço vai surgindo na paisagem das principais cidades brasileiras, mostrando inúmeras possibilidades formais para a concepção arquitetônica. Conciliando os materiais à forma, o arquiteto consegue criar obras de excelência, tanto do ponto de vista técnico como do artístico. Desta maneira, unem-se as duas vertentes da arquitetura, a arte e a técnica (CASTRO e MICHALKA [3]).

Desse modo, o presente trabalho apresentará diretrizes para a concepção de projetos de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos em Presidente Prudente, utilizando estruturas em aço, e mostrando as possibilidades permitidas por esse material.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O método escolhido para a formulação do trabalho foi o estudo de caso, visto que este método é considerado altamente rico sob o ponto de vista didático. Dessa forma, o estudo de caso foi a alternativa expositiva escolhida para apresentar o equacionamento das soluções dos conflitos que o envolvem.

Foram necessárias quatro etapas para a realização do trabalho, as quais são apresentadas de forma esquemática na Figura 1.

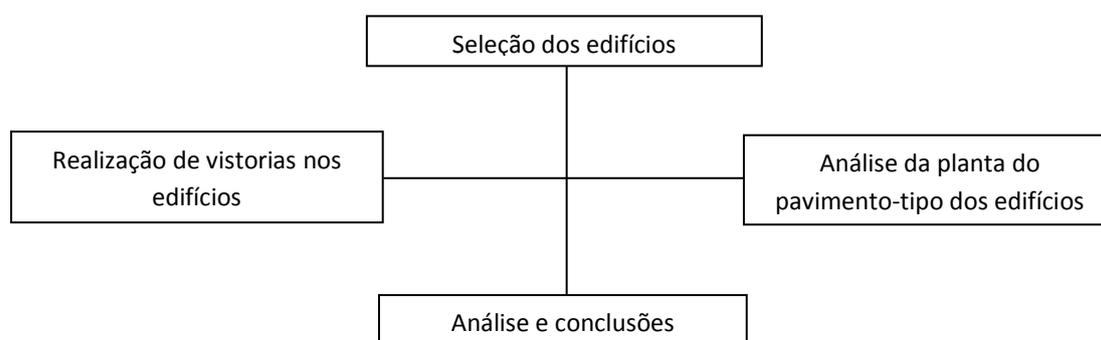


Figura 1: Esquema das etapas executadas no desenvolvimento do trabalho.

Assim:

I) Etapa: Seleção de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, executados com as estruturas em concreto armado. O requisito para a escolha dos edifícios, além de terem múltiplos pavimentos, é que os mesmos estivessem localizados no perímetro urbano do município de Presidente Prudente;

II) Etapa: Realização de vistorias in loco para registrar, através de fotos, suas principais características. Nesta etapa também foi observado o entorno no qual esses edifícios residenciais estão inseridos, além de suas edificações adjacentes;

III) Etapa: Análise da planta do pavimento-tipo dos edifícios residenciais escolhidos. Nesta etapa foram verificadas as estruturas em concreto, para que a partir daí, pudesse ser proposta a estrutura em aço. Diante disso, foi possível estabelecer se os edifícios com as estruturas em concreto armado seriam capazes de ser construídos com as estruturas em aço. Foram estudados os tamanhos dos vãos, as dimensões de vigas, e as dimensões de pilares;

IV) Etapa: Análise dos resultados encontrados, o que proporcionou identificar as particularidades das estruturas em aço e ter parâmetros de comparação, podendo assim elaborar algumas diretrizes de projetos com as estruturas em aço.

3.1.1 Estrutura em Concreto Armado

Após as vistorias *in loco* foi elaborada digitalmente a planta do pavimento-tipo, do edifício Navarro (Figura 4).

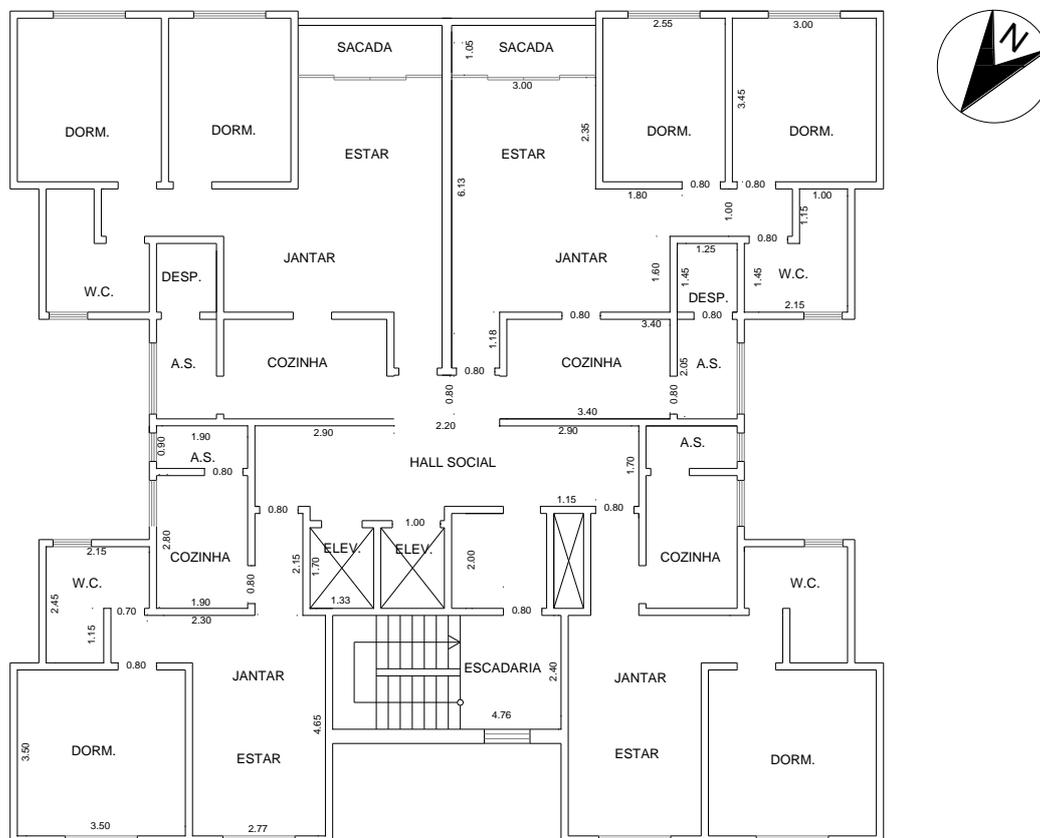


Figura 4: Planta do pavimento-tipo – Residencial Navarro.

A planta de localização dos pilares e das vigas do edifício Navarro, em concreto armado, será apresentada na Figura 5. Foram verificadas as posições dos pilares, que em sua maioria, apresentam-se localizados nos cantos onde geralmente se dá o encontro de paredes. As dimensões das seções dos pilares foram obtidas diretamente com o auxílio de uma trena. As posições das vigas e dimensões foram obtidas seguindo o posicionamento dos pilares e a intuição, já que as mesmas se encontravam embutidas nas alvenarias.

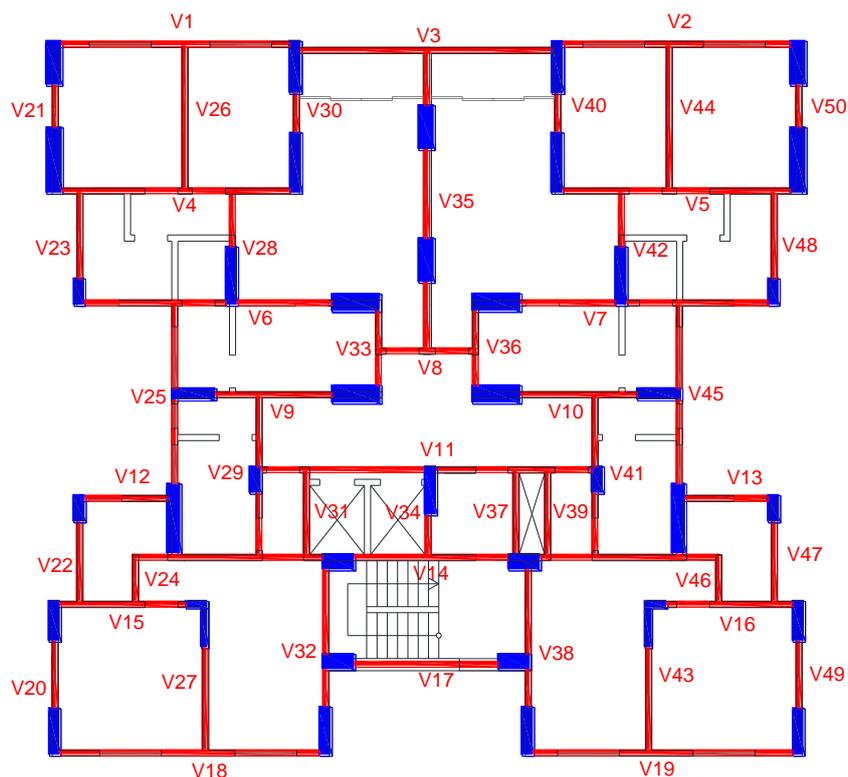


Figura 5: Localização das vigas – Residencial Navarro.

A partir das posições das vigas e dos pilares verificaram-se os vãos, cujo vão máximo obtido foi de 6,60m, o vão mínimo foi em torno de 2,0m e uma média de vãos em torno de 2,50m. Com relação aos pilares os mesmos apresentaram seção média de 120cm x 30cm, com seção máxima de 163cm x 140cm e seção mínima de 67cm x 30cm, além de dois pilares em “L” de dimensões 116cm x 55cm x 18cm. Já no caso das vigas, essas apresentaram seção transversal média de 16cm x 40cm, com seção transversal máxima de 16cm x 70cm e seção transversal mínima de 16cm x 30cm.

3.1.2 Lançamento da Estrutura em Aço

O lançamento da estrutura em aço foi desenvolvido levando-se em consideração a disposição dos cômodos do apartamento e visando a redução no número de pilares e vigas (Figura 6). Para compor a estrutura em aço foi proposta a utilização do perfil “I” soldado.

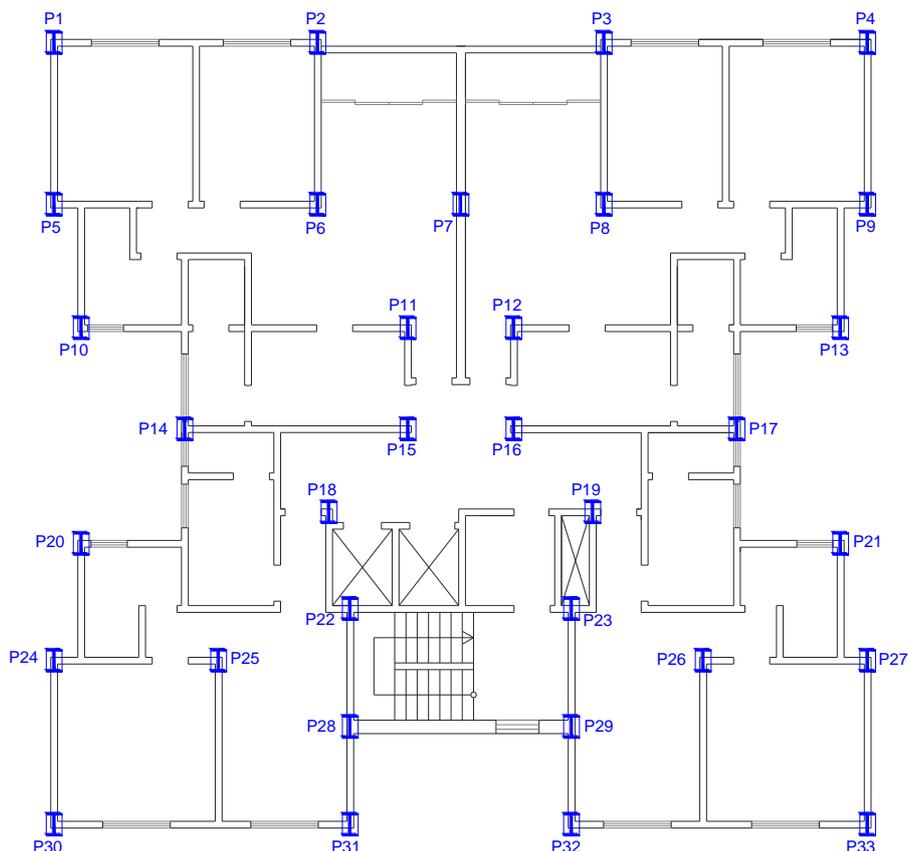


Figura 6: Localização dos pilares de aço em planta – Residencial Navarro.

3.1.3 Pré-dimensionamento da Estrutura em Aço

Foi realizado o pré-dimensionamento dos pilares, onde através do uso de uma fórmula empírica (Equação 1) e do processo da área de influência foi possível estabelecer a carga atuante nos pilares.

$$P = (A_{\text{influência}} \times Q_{\text{piso}}) \times N + (A_{\text{influência}} \times Q_{\text{cobertura}}) \quad (1)$$

Em que:

P = carga atuante no pilar em kgf;

$A_{\text{influência}}$ = área de influência do pilar em m^2 ;

N = número de pavimentos;

Q_{piso} = 700 kgf/ m^2 ;

$Q_{\text{cobertura}}$ = 400 kgf/ m^2 .

A obtenção do perfil estrutural se deu pela utilização da fórmula empírica (Equação 2):

$$A = \frac{P}{700} \quad (2)$$

Em que:

A = área necessária para a seção do pilar de aço em cm^2 ;

P = carga atuante no pilar em kgf.

Foi adotado para os pilares em aço, o perfil “I” soldado CVS de dimensões 50cm x 35cm.

As vigas foram pré-dimensionadas utilizando-se a fórmula empírica apresentada na Equação 3:

$$h = 4,5\% \text{ (do maior vão)} \quad (3)$$

Em que:

h = altura da viga de aço em cm.

Em função da altura obtida, foi determinado o tipo de perfil estrutural da viga através de consultas feitas em tabelas comerciais de perfil “I” soldado VS.

Devido os resultados obtidos, foi adotado para as vigas o perfil “I” soldado VS de dimensões 35cm x 16cm, levando-se em consideração que a estrutura em aço do edifício fique totalmente aparente.

Na sequência, a Figura 7 apresenta o posicionamento dos pilares e vigas em aço, conforme lançamento e pré-dimensionamento executados.

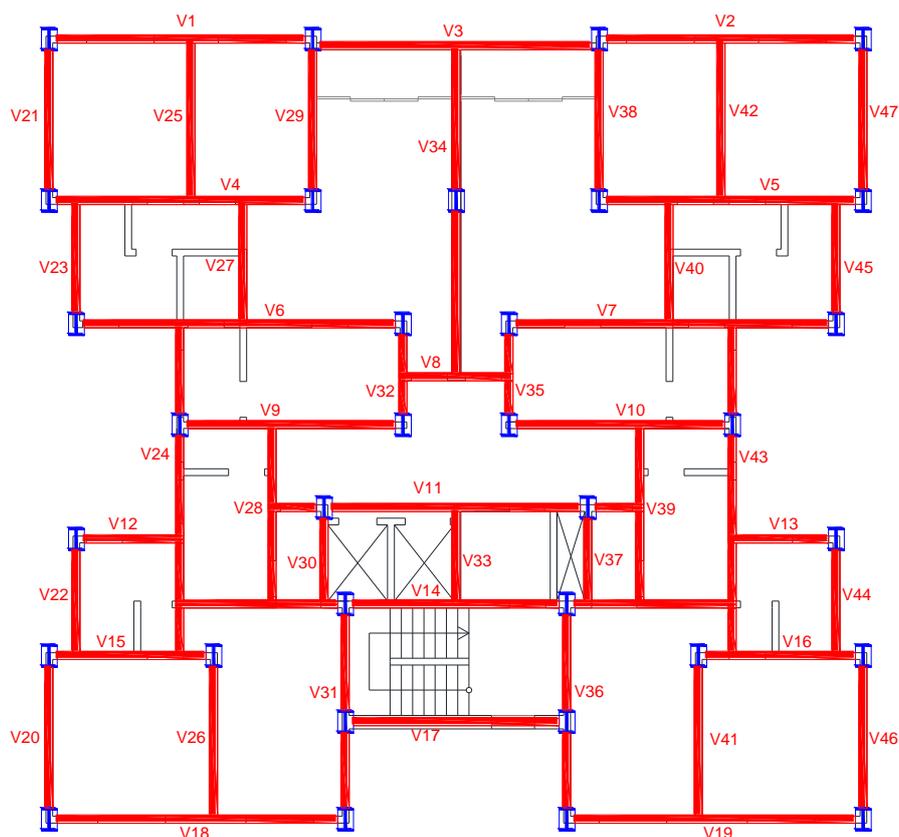


Figura 7: Localização dos pilares em aço numerados – Residencial Navarro.

3.2 Edifício San Marcos

O Residencial San Marcos é um dos mais luxuosos de Presidente Prudente. Possui 17 pavimentos que são dotados de 2 apartamentos por andar (Figura 8). O edifício está inserido em uma ZR2 – Zona Residencial de Média Densidade Populacional, de ocupação horizontal de acordo com o Plano Diretor da PMPP [5], ver detalhe na Figura 9. Com o tamanho mínimo do lote, de 250m², frente mínima de 12m, coeficiente de aproveitamento máximo de 2, numa escala de 0 a 6, e taxa de ocupação máxima de 70%.



Figura 8: Edifício San Marcos: a) Parte da entrada; b) Fachada principal do edifício.

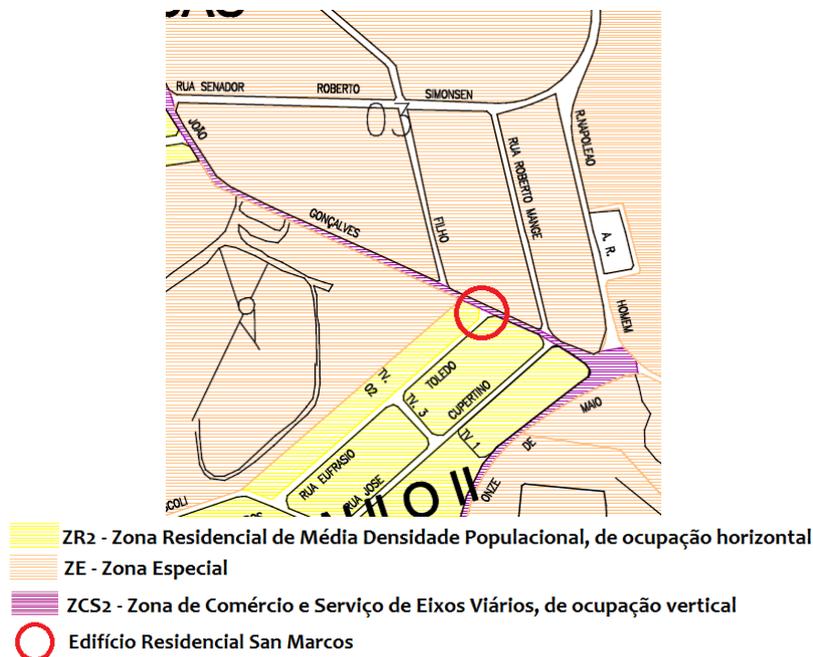


Figura 9: Recorte do mapa de zoneamento, mostrando a área em estudo.
(Fonte: PMPP [4]).

O residencial localiza-se próximo a importantes pontos do município, como a UNESP, colégios e o Parque do Povo, parque de importância regional.

3.2.1 Estrutura em Concreto Armado

Após as vistorias *in loco*, foram representadas mediante os dados obtidos, a planta do pavimento-tipo (Figura 10) e a planta de localização dos pilares do edifício San Marcos (Figura 11), em concreto armado. Foram verificadas as posições dos pilares, bem como as dimensões de suas seções, que foram obtidas com o auxílio de uma trena. O posicionamento das vigas foi

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

representado usando a intuição e em função dos pilares encontrados *in loco* e foram pré-dimensionadas por meio do uso de fórmula empírica.

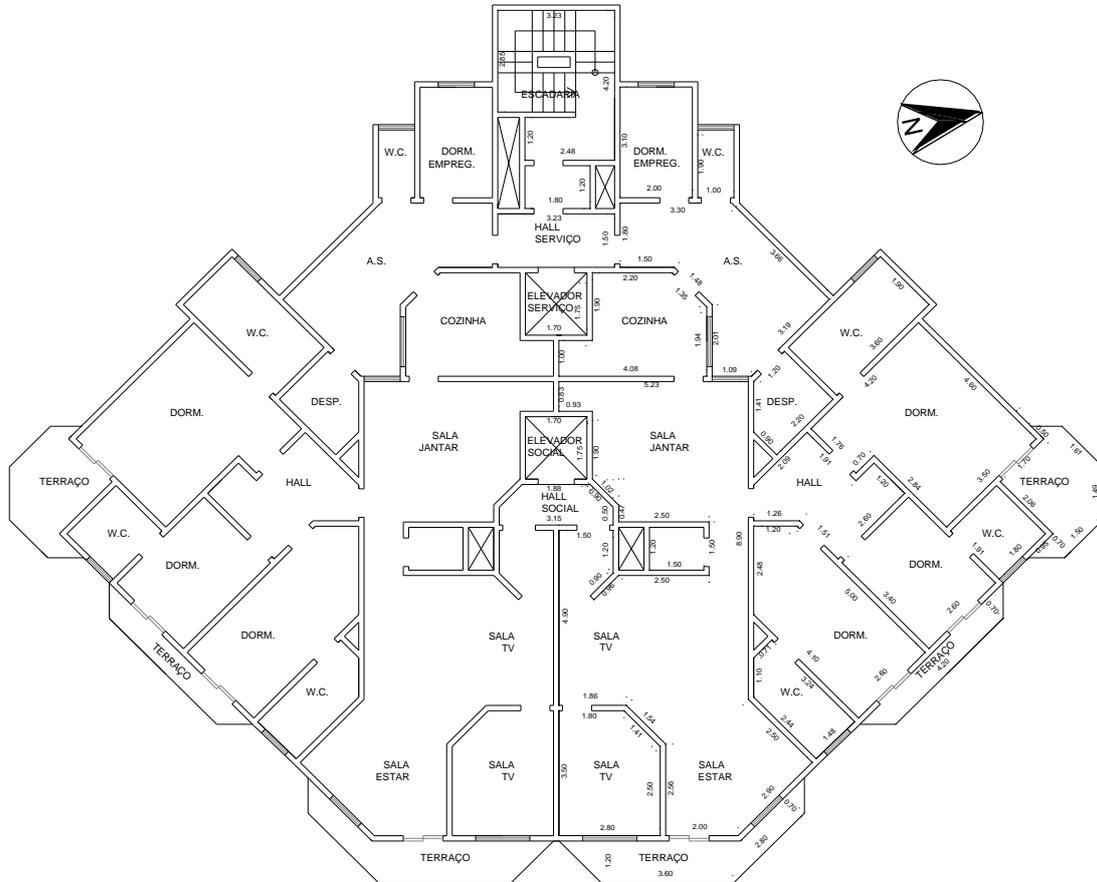


Figura 10: Planta do pavimento-tipo – Residencial San Marcos.

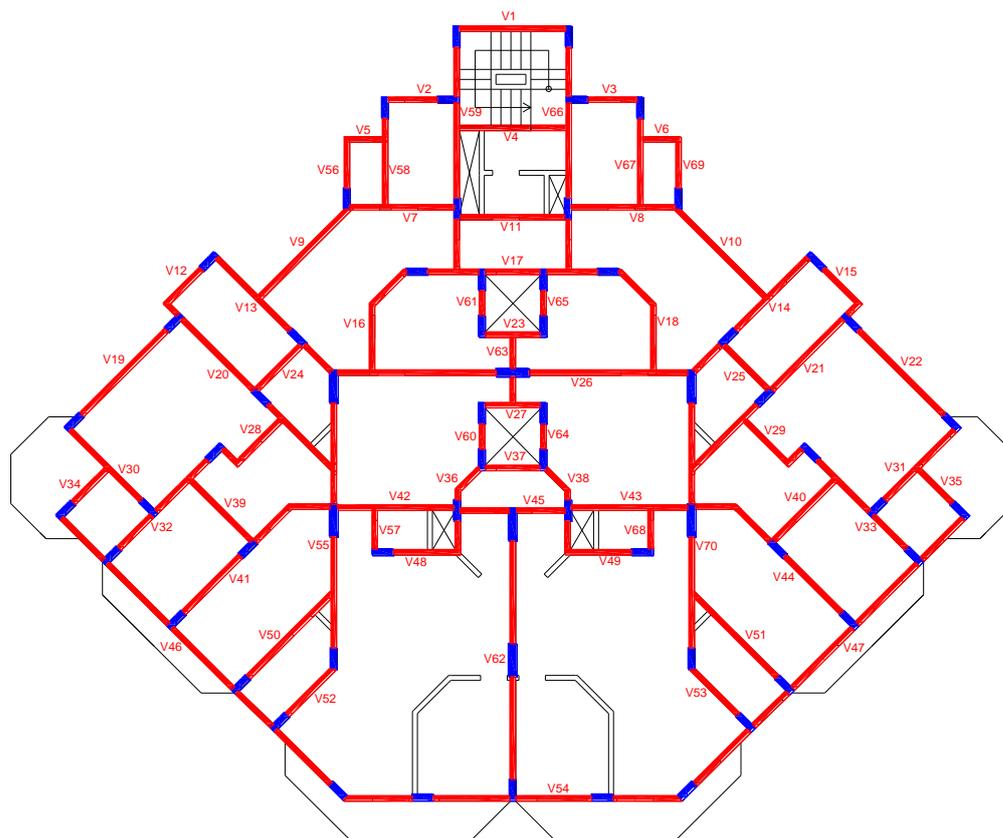


Figura 11: Localização das vigas – Residencial San Marcos.

A partir das posições das vigas e dos pilares verificaram-se os vãos, cujo vão máximo obtido foi de 5,38m, o vão mínimo foi em torno de 1,15m e uma média de vãos em torno de 3,05m. Com relação aos pilares, os mesmos apresentaram dois tipos de seções, uma seção máxima de 100cm x 25cm e outra seção mínima de 65cm x 20cm. Já no caso das vigas, essas apresentaram seção transversal média de 16cm x 40cm, com seção transversal máxima de 16cm x 55cm e seção transversal mínima de 16cm x 30cm. Constatou-se ainda, por meio de visitas *in loco*, que o edifício San Marcos apresenta maiores vãos na sala. A planta do edifício mostra uma parede de vedação que pode ser retirada pelos moradores com o intuito de ampliar sua sala de estar, deixando o ambiente mais ventilado para um melhor conforto do ambiente. Ressaltando que essa parede não possui nenhum elemento estrutural que comprometa a estrutura do edifício.

3.2.2 Lançamento da Estrutura em Aço

O lançamento da estrutura em aço, como já mencionado anteriormente, foi desenvolvido levando-se em consideração a disposição dos cômodos do apartamento e visando a redução no número de pilares e vigas (Figura 12). Para a estrutura em aço foi proposta a utilização do perfil “I” soldado e a utilização de lajes alveolares pré-moldadas de concreto.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

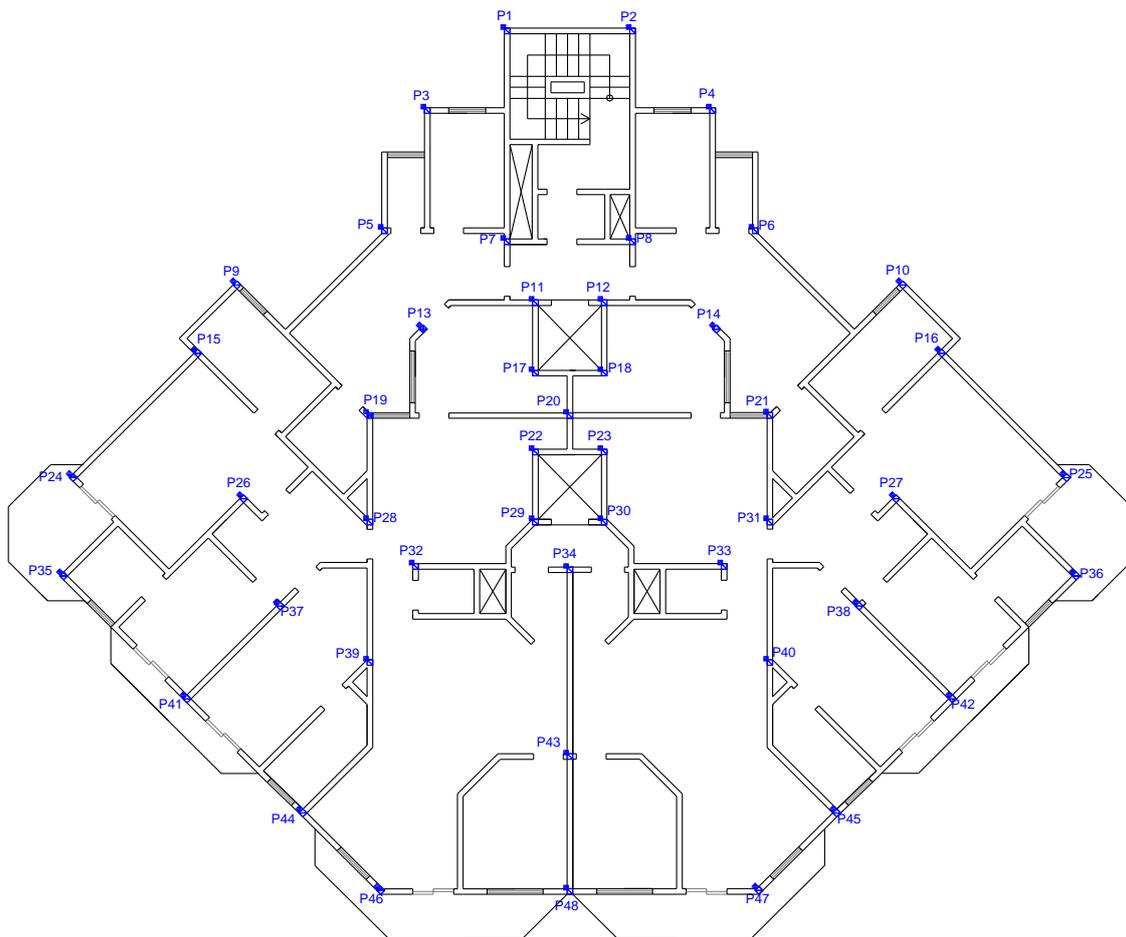


Figura 12 – Localização dos pilares em aço numerados – Residencial San Marcos.

3.2.3 Pré-dimensionamento da Estrutura em Aço

O pré-dimensionamento dos pilares e das vigas seguiu a mesma metodologia de execução apresentada no objeto de estudo anterior. Dessa maneira, os pilares e vigas ficaram dispostos como apresentam as Figuras 13 e 14.

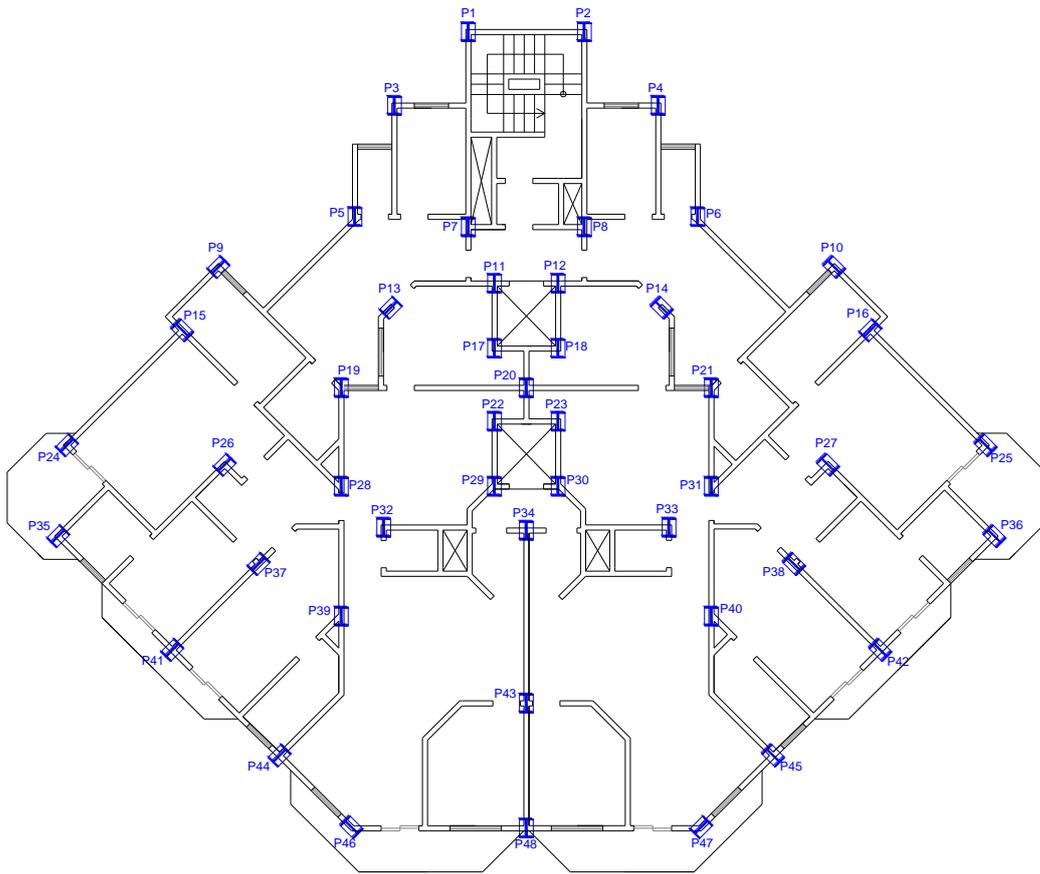


Figura 13: Localização dos pilares de aço em planta – Residencial San Marcos.

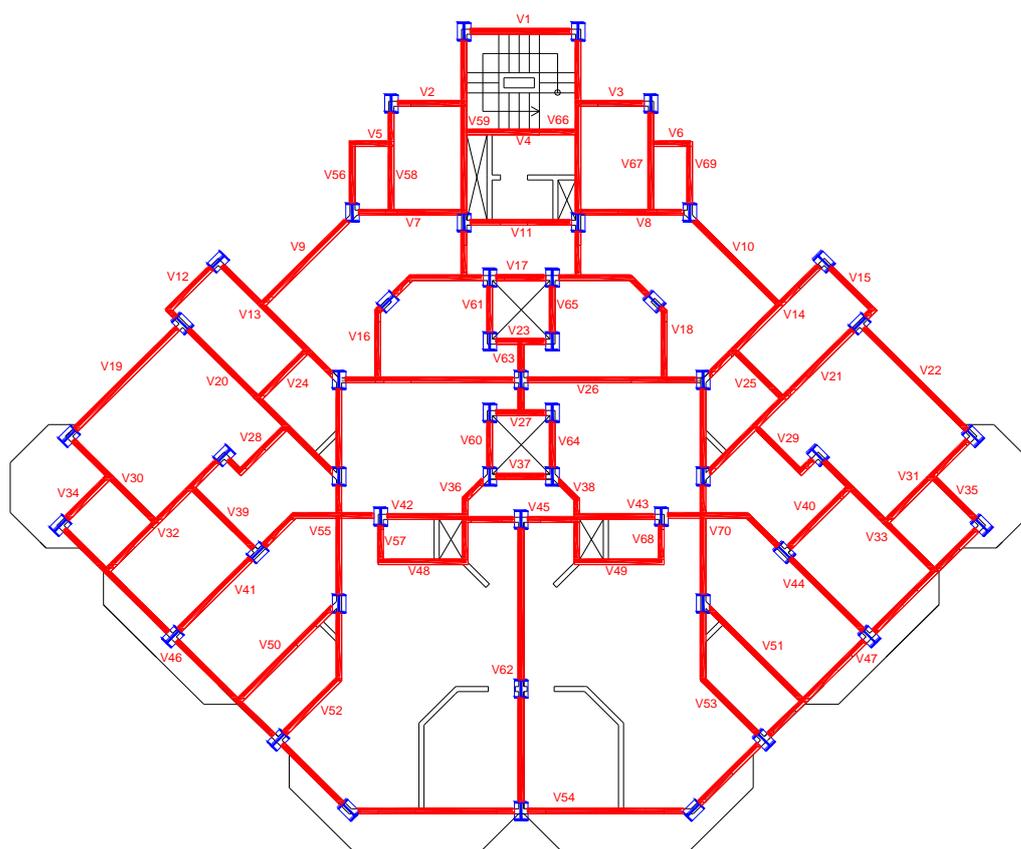


Figura 14: Localização das vigas em aço – Residencial San Marcos.

Neste edifício foi adotado para os pilares em aço, o perfil “I” soldado CVS de dimensões 55cm x 40cm.

E para as vigas, foi adotado o perfil “I” soldado VS de dimensões 30cm x 16cm, levando-se em consideração que a estrutura em aço do edifício fique aparente.

3.3 Análise

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que o edifício Navarro, em concreto armado, apresentou um vão máximo em torno de 6,60m, pilares com seção máxima de 163cm x 140cm e seção mínima de 67cm x 30cm. As vigas apresentaram seção máxima de 16cm x 70cm e seção mínima de 16cm x 30cm. No que diz respeito à estrutura em aço do edifício, foi obtido um vão máximo de 7,25m, os pilares apresentaram seção máxima de 50cm x 35cm e seção mínima de 30cm x 20cm adotando-se para todo o edifício a seção “I” soldada CVS de 50cm x 35cm. No caso das vigas, essas obtiveram seção máxima de 35cm x 14cm e seção mínima de 20cm x 12cm. Sendo adotado para as vigas o perfil “I” soldado VS de dimensões 35cm x 16cm, considerando que a estrutura em aço fique aparente e que se utilize o sistema de lajes alveolares pré-moldadas de concreto, fazendo assim o fechamento da estrutura proposta. O edifício San Marcos, estruturado em concreto armado, apresentou a partir das posições das vigas e dos pilares um vão máximo de 5,38m. Os pilares apresentaram dois tipos de seções, sendo a máxima de 100cm x 25cm e a seção mínima de 65cm x 20cm. As vigas, por sua vez, apresentaram seção máxima de 16cm x 55cm e seção mínima de 16cm x 30cm. No que se

refere à estrutura em aço do edifício, o mesmo apresentou um vão máximo de 5,38m, pilares com seção máxima de 55cm x 40cm e seção mínima de 30cm x 20cm, adotando-se para todo o edifício a seção “I” soldada CVS de 55cm x 40cm. As vigas apresentaram seção máxima de 30cm x 12cm e seção mínima de 20cm x 12cm. Considerando que a estrutura em aço fique aparente, foi adotado para as vigas o perfil “I” soldado VS de dimensões 30cm x 16cm.

Assim, pode-se afirmar que em função da resistência do aço ser maior que a resistência do concreto, maiores vãos foram vencidos, utilizados menos pilares, menos vigas, e obtidas peças estruturais de aço com menores dimensões, deixando a estrutura dos dois edifícios estudados mais esbelta se comparada com a estrutura dos próprios edifícios em concreto armado. Ainda em relação à menor dimensão dos elementos estruturais em aço, vale ressaltar que ao se obter um menor peso próprio da estrutura, podem-se ter fundações bem mais econômicas ou mais adaptáveis a regiões em que o solo exija soluções mais complexas, uma vez que uma estrutura mais leve resulta em menor carga na fundação.

Vale ressaltar, que o número de vigas do edifício San Marcos em aço coincidiu com o número de vigas do mesmo edifício em concreto. Porém, na estrutura em aço do edifício, o número de pilares reduziu-se consideravelmente, bem como a dimensão das vigas e dos pilares, que se apresentaram menores e mais esbeltas. Os vãos, por sua vez, ficaram maiores quando comparados aos vãos originais da estrutura em concreto armado.

A solução estrutural com o material aço apresenta um resultado muito próximo entre o modelo teórico e o comportamento real. O aço obtido industrialmente com alto controle de qualidade, é um material mais confiável quanto as suas propriedades, diferente do concreto armado que em função da maneira com que é produzido não permite uma resposta precisa quanto às suas propriedades. Em virtude do sistema de industrialização, as dimensões das peças em uma estrutura de aço são muito precisas e podem ser expressas em milímetros, permitindo que as peças sejam perfeitamente alinhadas, niveladas e aprumadas. Desse modo, podemos obter uma construção limpa e um canteiro de obras bem organizado. E ainda, por meio da soldagem de chapas ou perfis, é possível reforçar os elementos estruturais de aço permitindo um aumento nas cargas ou vãos maiores e assim, possibilitam também que muitos edifícios tenham seu uso alterado pela facilidade de ampliação e reforma. Além disso, ao contrário da estrutura de concreto armado, a estrutura em aço não necessita de tempo de cura, permitindo que diversas atividades de construção possam ser executadas simultaneamente à fabricação da estrutura e até mesmo, montagem em horários especiais. Por fim, deve-se ressaltar que a estrutura em aço, por ser pré-fabricada com componentes industrializados, pode ser fabricada e montada muito rapidamente.

4 CONCLUSÃO

Constatou-se que os dois edifícios selecionados encontram-se de acordo com as legislações do município de Presidente Prudente. No que diz respeito ao entorno e a localização, o edifício Navarro encontra-se integrado aos demais prédios de sua vizinhança, enquanto que o edifício San Marcos se destaca na paisagem devido ao alto gabarito, além de dotar-se de uma fachada luxuosa; servindo muitas vezes de ponto de referência, pois está localizado próximo ao Parque do Povo e à UNESP.

Com relação à questão estrutural, depois de verificada e analisada a estrutura em concreto armado dos edifícios, conclui-se que, em geral, os vãos são bastante variáveis, assim como as seções transversais das vigas e dos pilares. Diante disso, verificou-se que com o lançamento da estrutura em aço ocorreu uma melhor padronização dos vãos, das dimensões das seções das

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.

vigas e dos pilares. Foi possível, ainda, em função da elevada resistência do material aço, vencer vãos maiores e reduzir o número de vigas e de pilares, bem como as dimensões de suas seções transversais, deixando a estrutura dos edifícios mais esbelta.

De maneira geral, enfatiza-se que o edifício Navarro apresenta 39 pilares e 50 vigas em concreto armado, enquanto que o mesmo estruturado em aço tem apenas 33 pilares e 47 vigas. Há uma exceção dada ao número de vigas do edifício San Marcos, que com o lançamento da estrutura em aço manteve o mesmo número de vigas do projeto em concreto, para ambos os projetos foram verificadas 70 vigas, porém, o mesmo apresenta 74 pilares em concreto armado, ao passo que estruturado em aço apresentou 48 pilares.

Dessa maneira, o fato de propor o sistema estrutural em aço como alternativa, não significa que este sistema é melhor que o sistema estrutural em concreto armado. A grande questão é que vivemos em uma época que se requer cada vez mais rapidez e praticidade, e por isso as possibilidades existem para serem exploradas.

No Brasil ainda não temos a tradição de usar com grande intensidade as estruturas em aço nas edificações residenciais verticais, porém, percebemos claramente que o material poderia ser muito mais explorado, e assim extrairíamos dele soluções bastante interessantes.

Agradecimentos

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão do auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- 1 Bandeira, A. A. C. Análise do uso de estruturas de aço em edificações habitacionais de interesse social. Monografia. Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 122p., 2008.
- 2 Rebello, Y. C. P. Bases para projeto estrutural. São Paulo: Editora Ziguarte, 286p., 2007.
- 3 Castro, A. A.; Michalka, C. A produção brasileira da arquitetura em aço. In: 59º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais – Internacional, São Paulo, 2004.
- 4 Silva, A. M. F. Santos, P. C. Arquitetura de edifícios em aço. Apostila. Especialização em Estruturas Metálicas. Belo Horizonte: Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura – FUMEC, 2004.
- 5 Prefeitura Municipal de Presidente Prudente – PMPP. Plano diretor de desenvolvimento urbano de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2008.

* Contribuição tecnocientífica ao **Construmetal 2016** – Congresso Latino-americano da Construção Metálica – 20 a 22 de setembro de 2016, São Paulo, SP, Brasil.