

Aplicabilidade de estruturas de aço em edifício residencial de múltiplos pavimentos: estudo de caso

Steel structures applicability in residential building with multiple floors: a case study

Nayra Yumi Tsutsumoto, nayrayumi@hotmail.com

Prof. Dr. Cesar Fabiano Fioriti

Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP

Submetido em 15/02/2016

Revisado em 16/02/2016

Aprovado em 28/02/2016

Resumo: Este trabalho teve como objetivo formalizar diretrizes para concepção de projetos de edifícios residenciais verticais de médio padrão em Presidente Prudente-SP, utilizando as estruturas em aço. Para isso foi selecionado um edifício construído com as estruturas em concreto armado e verificada a possibilidade do mesmo ser executado com as estruturas em aço. Diante disso, 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 material aço, vencer vãos maiores e reduzir o número de vigas e pilares, bem como as dimensões de suas seções deixando a estrutura do edifício mais esbelta. Na cidade de Presidente Prudente, 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. Pois só 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: Projeto. Diretrizes. Sistemas estruturais.

Abstract:idem. This study aimed to formalize guidelines for the design of residential projects average vertical standard in Presidente Prudente, state of São Paulo, using the steel structures. For this we selected a building constructed with reinforced concrete and verified the possibility of it running with the steel structures. Thus, with the launch of the steel structure was a better standardization of the spans, the dimensions of the sections of the beams and pillars. It was also possible due to the high strength steel material, spans more overcome and reduce the number of beams and columns, as well as the dimensions of the sections leaving the building structure slimmer. In the city of Presidente Prudente, projects have formal variety of colors and compositional elements, it is essential that the design with steel structures able to also include these features. For only then will she manage to gain more space in the housing

market and, especially, greater acceptance by professionals (architects, engineers, builders and brokers) and the residents.

Keywords: Design. Guidelines. Structural systems.

1. Introdução

O uso do ferro e do aço está presente na história da humanidade desde a Antiguidade. Como materiais de construção, eles passaram a ser utilizados nos séculos XVIII e XIX e, juntamente com o desenvolvimento tecnológico que surgia, transformaram toda uma época através da Revolução Industrial (BANDEIRA, 2008).

A utilização do aço na construção de edifícios residenciais justifica-se principalmente pela crescente demanda por habitações no Brasil, uma vez que as estruturas metálicas proporcionam uma maior agilidade e a industrialização do processo construtivo. Vale ressaltar ainda, o alto índice de desperdício nos sistemas construtivos ditos “tradicionais” como o concreto armado. O aço tem a possibilidade de reaproveitamento, permite uma construção limpa e a execução de edifícios com estruturas mais esbeltas e vãos maiores; além de possibilitar facilidade de ampliação e reforma (REBELLO, 2007).

Segundo Viotto e Mattos (2001), nos tempos atuais deve-se levar em conta também o custo ecológico das decisões na construção, que junto com as questões econômicas e sociais, aponta para a necessidade de evitar desperdícios na produção, manutenção e consumo energético das construções. A estrutura metálica é menos agressiva ao meio ambiente, pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e poluição sonora gerada pelas serras e outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira.

Com isso, é possível salientar a importância do conhecimento técnico das questões referentes ao projeto e à estrutura de aço, além de criatividade e sensibilidade artísticas para o desenvolvimento desse tipo de arquitetura no Brasil.

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

2. Metodologia

Trata-se de estudo de caso, onde a metodologia empregada no trabalho foi constituída basicamente de quatro etapas, apresentadas a seguir:

- 1ª Etapa: Seleção do edifício residencial de médio padrão, executado com as estruturas em concreto armado. O requisito para a escolha do edifício, além de ser enquadrado como de médio padrão, é que o mesmo estivesse localizado no perímetro urbano do município de Presidente Prudente.

- 2ª Etapa: Realização de visitas *in loco* para registrar, através de fotos, suas principais características. Nesta etapa também foi observado o entorno em que esse edifício residencial está inserido, além de suas edificações adjacentes.

- 3ª Etapa: Análise da planta do pavimento-tipo do edifício residencial escolhido. Nesta etapa foram verificadas as estruturas em concreto do edifício residencial selecionado, para que a partir daí, pudesse ser proposta a estrutura em aço. Diante disso, foi possível estabelecer se o edifício com as estruturas em concreto armado seria capaz de ser construído com as estruturas em aço. Onde foram estudados os tamanhos dos vãos, as dimensões de vigas, e as dimensões de pilares.

- 4ª Etapa: Identificação de quais os parâmetros usados na elaboração de projetos de edifícios residenciais de médio e alto padrão em Presidente Prudente. Isso foi alcançado com estudos de alguns elementos que influenciam a arquitetura local como: os parâmetros urbanísticos encontrados no plano diretor, o clima com os fatores que o influenciam e o edifício residencial de médio padrão da cidade. Assim, esses foram os itens selecionados para identificar as características da arquitetura regional.

Após a realização dessas etapas foram analisados os 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. Resultados

3.1. Entorno

O edifício objeto do estudo de caso se chama Residencial Casemiro Bôscoli, e está localizado na Avenida Washington Luís, via arterial de Presidente Prudente, conhecida por apresentar vários consultórios médicos e edificações de arquitetura modernista (Figura 1). Fica próximo a pontos referenciais importantes da cidade, como o Prudenshopping, um dos principais pontos de compra do oeste paulista, e da Universidade Estadual Paulista (UNESP), que conta com aproximadamente 3000 estudantes. Está inserido em uma ZCS1 – Zona de Comércio e Serviço Central, de ocupação vertical de acordo com o Plano Diretor de Presidente Prudente (2008), ver detalhe na Figura 2. Na ZCS1, o tamanho mínimo do lote é de 500 m², com uma frente mínima de 19 metros, o Coeficiente de Aproveitamento é 4, numa escala de 0 a 6, com Taxa de Ocupação de 80% e Gabarito de altura máxima livre.

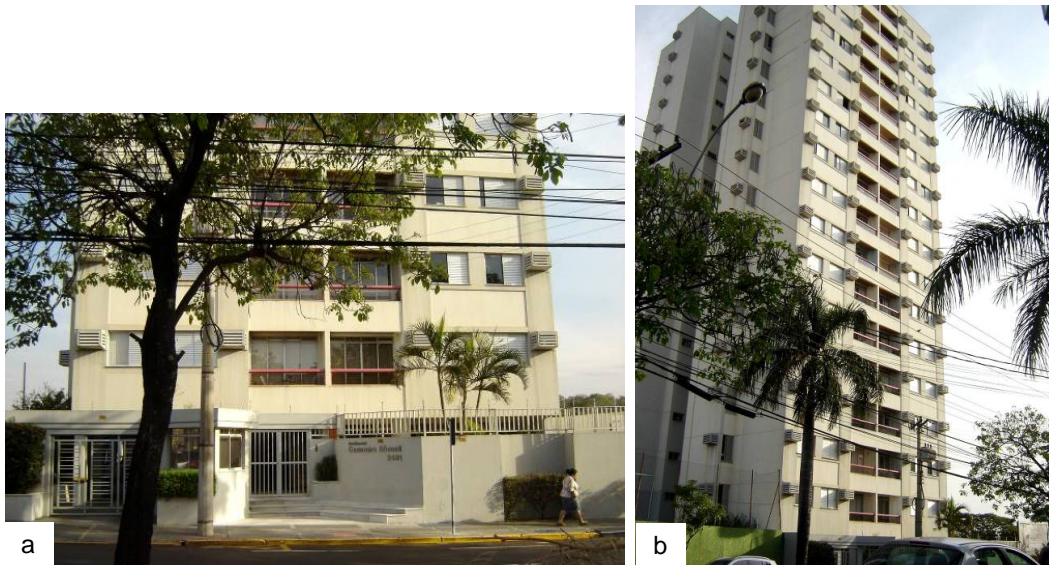


Figura 1 – Residencial Casemiro Bôscoli: a) Entrada; b) Fachada do edifício.



Figura 2 – Recorte do Mapa de Zoneamento de Presidente Prudente, com a área em estudo. (Fonte: Plano Diretor de Presidente Prudente, 2008).

O edifício em estudo está situado em um lote com fachada de 40 metros, em uma área de aproximadamente 1600m². Possui 17 andares, com pavimento-tipo dotado de 4 apartamentos por andar, cada um com uma área de 75m².

3.2. Estrutura em concreto armado

Após os levantamentos *in loco* foi elaborada digitalmente a planta do pavimento-tipo, do edifício Residencial Casemiro Bôscoli (Figura 3).



Figura 3– Planta do pavimento-tipo – Residencial Casemiro Bôscoli.

A planta de localização dos pilares e das vigas do edifício Residencial Casemiro Bôscoli, em concreto armado, será apresentada na Figura 4. 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.

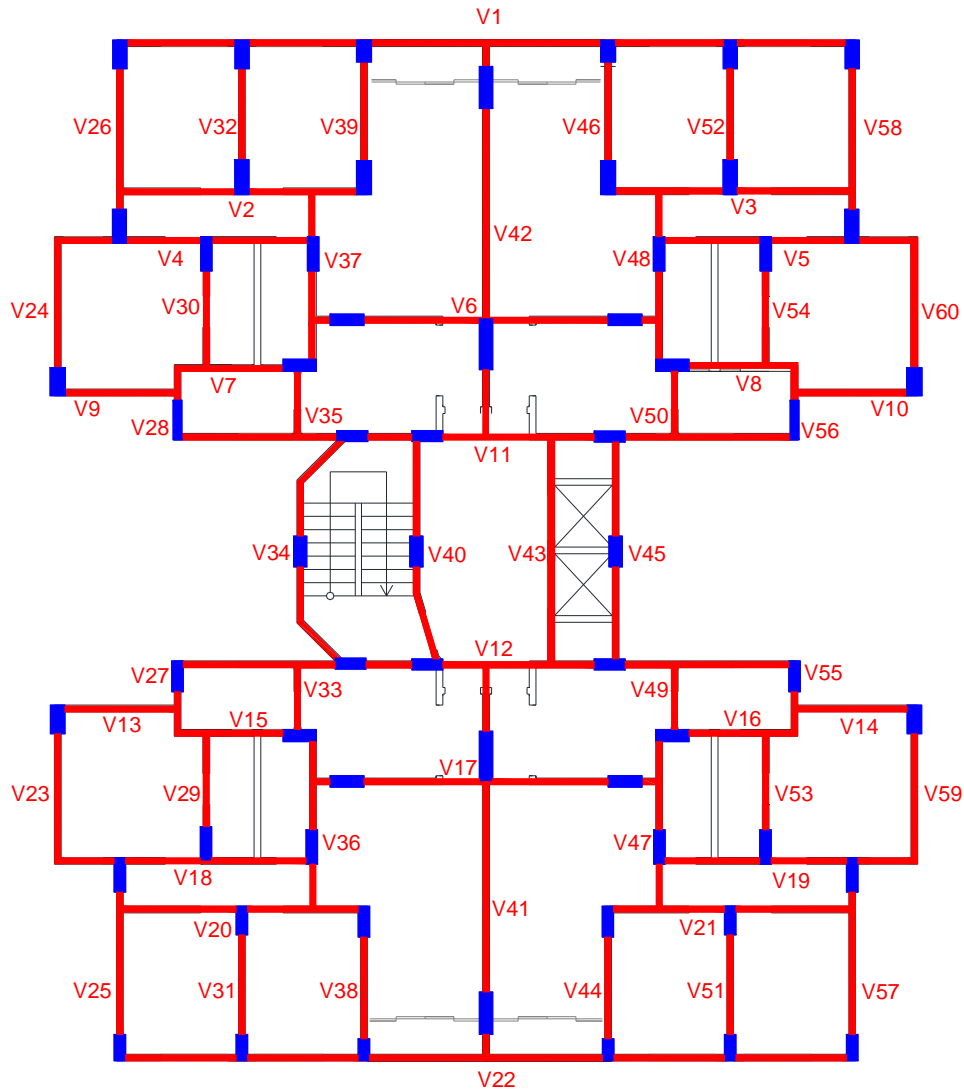


Figura 4 – Localização dos pilares e vigas – Residencial Casemiro Bôscoli.

A partir das posições das vigas e dos pilares verificaram-se os vãos, cujo vão máximo obtido foi de 5,80m, o vão mínimo ficou em torno de 1,70m, com uma média de vãos em aproximadamente 2,80m. Com relação aos pilares, os mesmos apresentaram uma seção transversal média de 0,78m x 0,30m, com uma seção transversal máxima de 1,15m x 0,30m, e uma seção transversal mínima de 0,50m x 0,30m. Já no caso das vigas, essas apresentaram seção transversal média de 0,16m x 0,35m, com seção transversal máxima de 0,16m x 0,60m, e seção transversal mínima de 0,16m x 0,30m.

3.3. 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 5). Para compor a estrutura em aço foi proposta a utilização do perfil “I” soldado.

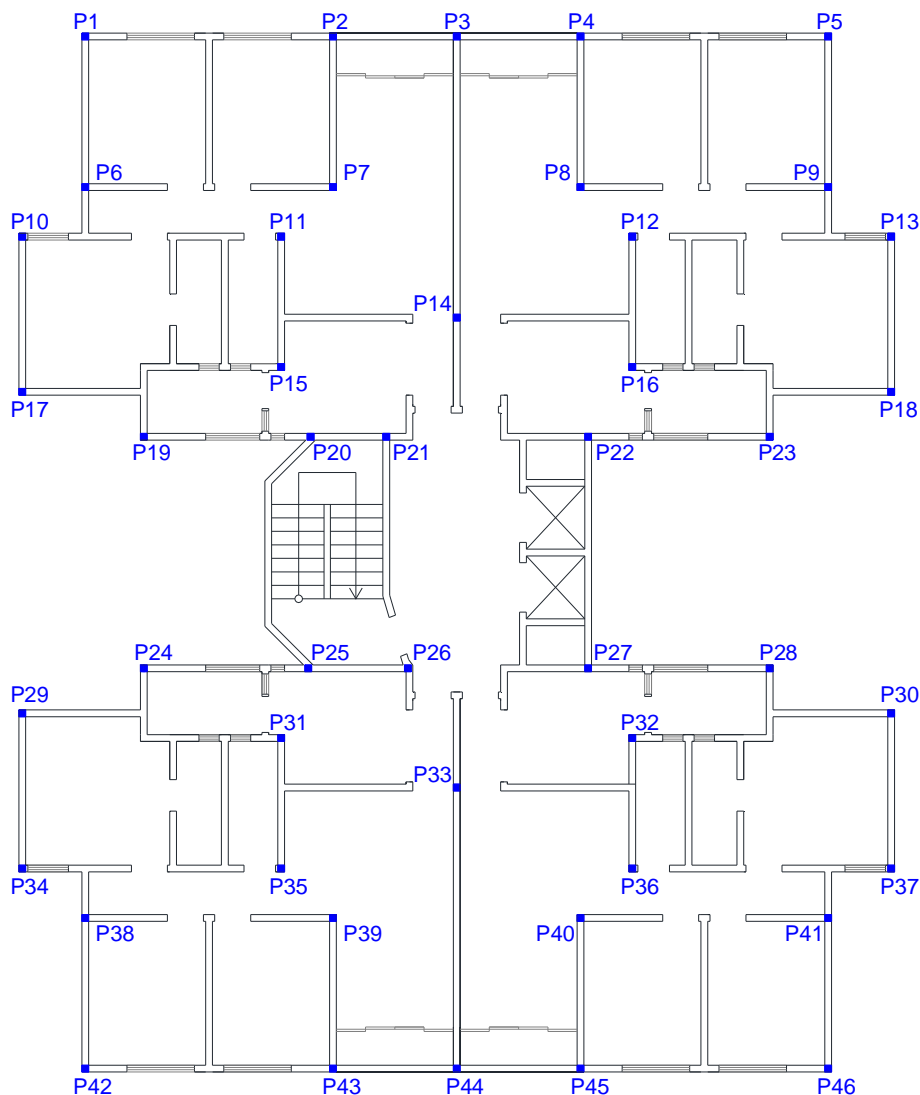


Figura 5 – Localização dos pilares em aço numerados – Residencial Casemiro Bôscoli.

3.4. Pré-dimensionamento da estrutura em aço

O pré-dimensionamento dos pilares foi feito com o auxílio de uma fórmula empírica (ver Equação 1). Para a determinação das cargas atuantes nos pilares foi utilizado o processo da área de influência (Figura 6).

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

onde:

P = carga atuante no pilar em kgf;

$A_{\text{influência}}$ = área de influência do pilar em m²;

N = número de pavimentos;

Q_{piso} = 700 kgf/m²;

$Q_{\text{cobertura}}$ = 400 kgf/m².

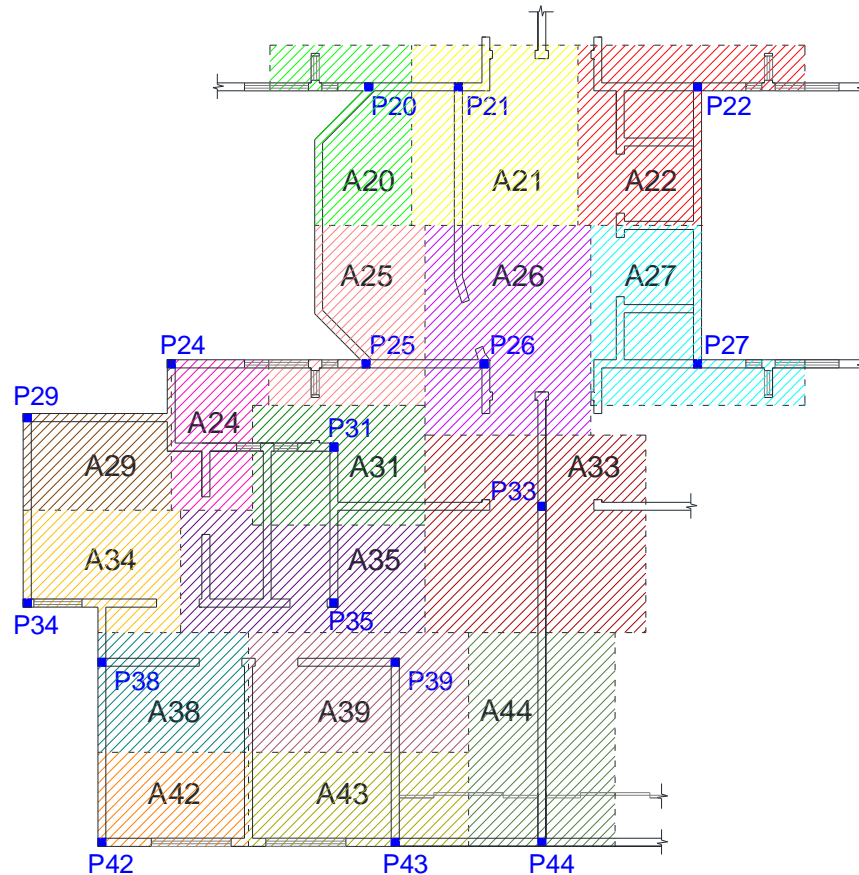


Figura 6 – Área de influência para pré-dimensionamento dos pilares.

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

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

onde:

A = área necessária para a seção do pilar de aço em cm²;

P = carga atuante no pilar em kgf.

Após a determinação da área necessária para a seção do pilar, foi obtido o perfil estrutural dos pilares por meio de consultas as tabelas comerciais de perfil “I” soldado CVS, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil “I” soldado CVS dos pilares em aço – Residencial Casemiro Bôscoli.

Pilar	Perfil “I” soldado CVS (cm)	Pilar	Perfil “I” soldado CVS (cm)
P20	30 x 20	P33	45 x 30
P21	40 x 30	P34	30 x 20
P22	35 x 25	P35	35 x 25
P24	30 x 20	P38	30 x 20
P25	30 x 25	P39	35 x 25
P26	45 x 30	P42	30 x 20
P27	35 x 25	P43	30 x 20
P29	30 x 20	P44	40 x 30
P31	30 x 25		

Em função dos resultados obtidos, foi adotado para os pilares em aço, o perfil “I” soldado CVS de dimensões 45 cm x 30 cm.

As vigas foram pré-dimensionadas utilizando-se a fórmula empírica (Equação 3):

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

onde:

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, como apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Perfil “I” soldado VS das vigas em aço – Residencial Casemiro Bôscoli.

Viga	Perfil “I” soldado VS (cm)	Viga	Perfil “I” soldado VS (cm)
V1	25 x 12	V25	20 x 12
V2	20 x 12	V26	20 x 12
V3	20 x 12	V27	20 x 12
V4	30 x 12	V28	20 x 12
V5	30 x 12	V29	25 x 12
V6	20 x 12	V30	20 x 12
V7	20 x 12	V31	20 x 12
V8	20 x 12	V32	20 x 12
V9	20 x 12	V33	20 x 12
V10	20 x 12	V34	25 x 12
V11	25 x 12	V35	30 x 12
V12	20 x 12	V36	30 x 12
V13	20 x 12	V37	25 x 12
V14	20 x 12	V38	20 x 12

V15	20 x 12	V39	25 x 12
V16	20 x 12	V40	20 x 12
V17	20 x 12	V41	20 x 12
V18	30 x 12	V42	20 x 12
V19	30 x 12	V43	20 x 12
V20	20 x 12	V44	20 x 12
V21	20 x 12	V45	20 x 12
V22	25 x 12	V46	20 x 12
V23	20 x 12	V47	20 x 12
V24	20 x 12	V48	20 x 12

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

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

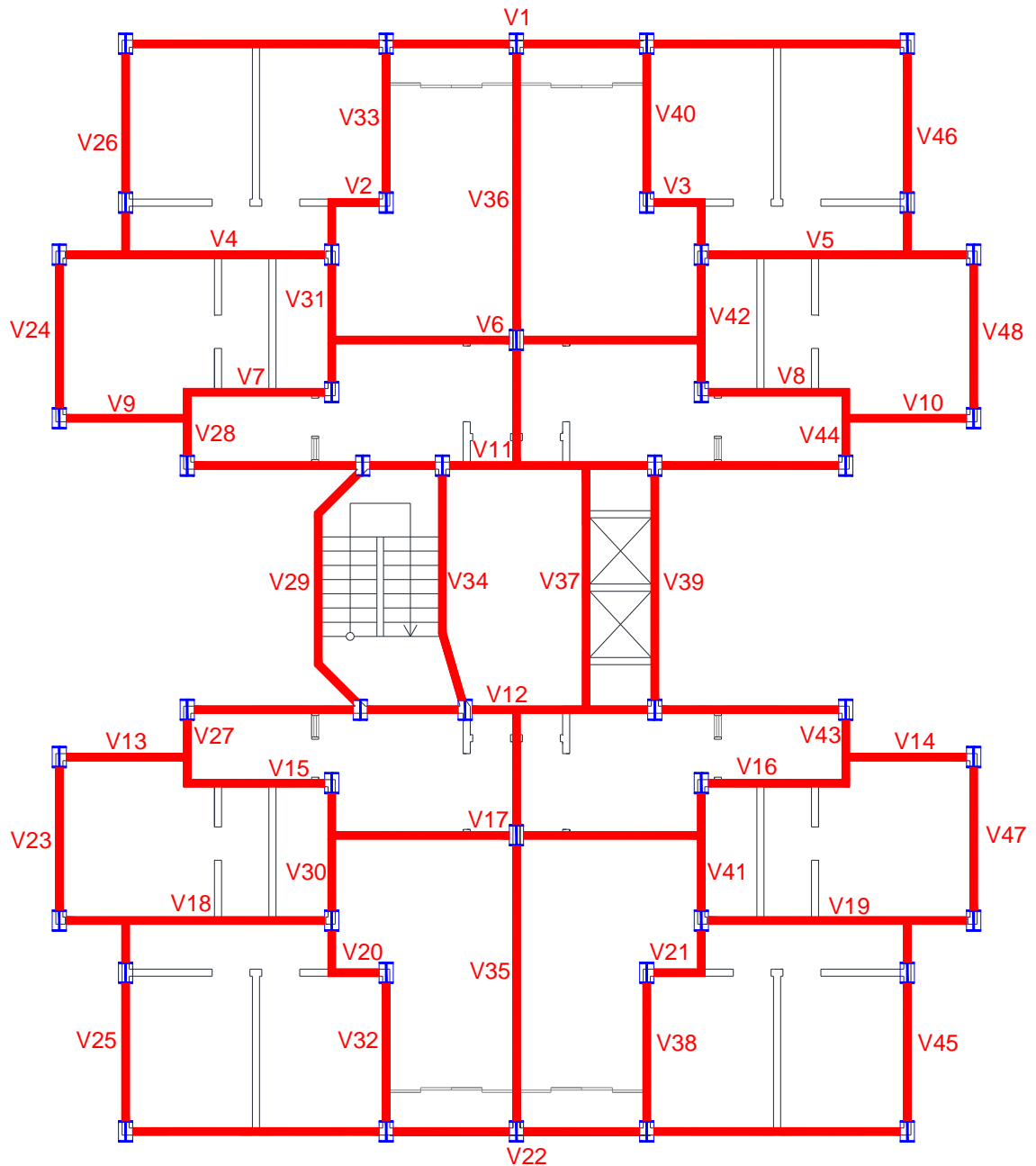


Figura 7 – Localização das vigas em aço – Residencial Casemiro Bôscoli.

4. Análise dos resultados

No que diz respeito à estrutura em aço do edifício, os pilares apresentaram uma seção mínima de 0,30m x 0,20m, uma seção média de 0,35m x 0,25m e uma seção máxima de 0,45m x 0,30m, o que nos fez adotar para todo

o edifício a seção “I” soldada CVS de 0,45m x 0,30m. Os vãos entre pilares variaram de 1,15m a 6,25m, com uma média de vãos em torno de 3,35m.

As vigas apresentaram uma seção mínima de 0,20m x 0,12m, uma seção média de 0,25m x 0,12m e uma seção máxima de 0,30m x 0,12m. Sendo adotado para as vigas o perfil “I” soldado VS de dimensões 30 cm x 16 cm, considerando que a estrutura em aço fique aparente. E utilize o sistema de lajes alveolares pré-moldadas de concreto, fazendo assim o fechamento da estrutura proposta.

Desse modo, podemos afirmar que em função da resistência do aço ser maior que a resistência do concreto, foram vencidos maiores vãos, utilizados menos pilares, menos vigas, e obtidas peças estruturais de aço com menores dimensões, deixando a estrutura do edifício residencial Casemiro Bôscoli mais esbelta se comparada com a estrutura do próprio edifício em concreto. 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.

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 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.

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.

6. Conclusão

Constatou-se que o edifício objeto do estudo de caso, Residencial Casemiro Bôscoli, encontra-se de acordo com as legislações do município de Presidente Prudente. O mesmo se destaca na paisagem, já que é a única edificação de alto gabarito na área.

Com relação à questão estrutural, depois de verificada e analisada a estrutura em concreto armado do edifício, 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 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 pilares, bem como as dimensões de suas seções deixando a estrutura do edifício mais esbelta.

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.

7. Referências

BANDEIRA, A. A. C. **Análise do uso de estruturas de aço em edificações habitacionais de interesse social**. Monografia. Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 122p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE PRUDENTE. **Plano diretor de desenvolvimento urbano de Presidente Prudente**. Presidente Prudente, 2008.

REBELLO, Y. C. P. **Bases para projeto estrutural**. Editora Ziguarte, São Paulo, 2007. 286p.

VOTTO, D.; MATTOS, C. D. **Aço: solução para habitações populares**. Revista Construção Metálica, nº 46, São Paulo, 2001.