

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTRUTURA EM AÇO E CONCRETO ARMADO DE UM EDIFÍCIO GARAGEM PARA A FACULDADE REDENTOR, ITAPERUNA RJ

Almiro Gonçalves dos Santos Junior¹

Graduando em Engenharia Mecânica - UniRedentor

Igor de Sá Pimenta²

Graduando em Engenharia Mecânica - UniRedentor

Amanda Camerini Lima³

D. Sc Amanda Camerini Lima - UniRedentor

Victor Barbosa de Souza⁴

M.Sc Victor Barbosa de Souza - UniRedentor

Resumo: A indústria da Construção Civil no mundo tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente, encaixando-se neste quadro as estruturas metálicas. Através da apresentação de conceitos, vantagens e desvantagens, será estudada a viabilidade técnica e econômica de um edifício garagem em estrutura metálica na Faculdade Redentor, localizada na cidade de Itaperuna, Rio de Janeiro, comparando com o sistema construtivo convencional, o concreto armado. Para isso foi dimensionado e elaborado um orçamento da estrutura da edificação em aço comparando com a edificação em concreto armado. Após a apresentação dos dados foram discutidos os custos destas estruturas, levando em conta os benefícios para a finalidade do empreendimento, verificando se a edificação em estrutura metálica é viável ou não. Neste projeto verifica-se que a utilização do aço estrutural na construção civil é viável tecnicamente e economicamente.

¹ - UniRedentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna- RJ, almiro-junior@hotmail.com

² - UniRedentor Engenharia Mecânica, Itaperuna- RJ, igordesa2009@hotmail.com

³ – UniRedentor – proferssora doutora UniRedentor, Itaperuna RJ. amandacamerini@hotmail.com

⁴- UniRedentor – proferssor mestre UniRedentor, Itaperuna RJ. prof.victorbsouza@gmail.com

Palavras-chave: Edifício garagem; estrutura metálica; viabilidade.

Abstract: The Construction industry in the world has sought to build more efficient systems in order to increase productivity, reduce waste and meet a growing demand, embedding itself in this frame steel structures. Through the presentation of concepts, advantages and disadvantages, we will study the technical and economic feasibility of a commercial structure in the steel at Faculdade Redentor, Itaperuna, Rio de Janeiro, comparing with the conventional building system, reinforced concrete cast. To do so will produce a budget structure of a steel building compared to a building with reinforced concrete. After the presentation of data will be discussed the costs of these structures, taking into account the benefits of each enterprise for the purpose of verifying that a building in the metal structure is viable or not. In this project there is also the use of structural steel is feasible technically and economically, due to the advantages offered by this construction material.

Keywords: Building garage, feasibility, metallic structure.

INTRODUÇÃO

A cidade de Itaperuna hoje passa por um aumento significativo na quantidade de veículos em circulação, tornando-se bastante complicado a tarefa de encontrar vagas disponíveis para estacionar. Para os alunos, professores, colaboradores e visitantes que frequentam as dependências da Faculdade Redentor, essa dificuldade é diária, onde a demanda de veículos é muito maior em relação a quantidade de vagas oferecidas.

Com intuito de solucionar este problema, foi desenvolvido o projeto de um edifício garagem de 4 pavimentos em concreto armado com laje nervurada por alunos do curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor, aumentando consideravelmente o número de oferta de vagas, o conforto, a segurança e a comodidade dos usuários.

O tema deste trabalho foi escolhido visando dimensionar o edifício garagem citado acima em estrutura metálica e comparar os seus elementos estruturais para que seja possível uma análise criteriosa para demonstrar as vantagens da estrutura metálica em relação ao concreto armado.

COMPARAÇÃO ENTRE UM EDIFÍCIO EM ESTRUTURA METÁLICA E DE CONCRETO

A princípio não é possível afirmar que esse tipo de construção seja melhor e mais vantajoso que o modelo convencional. Deve-se levar em consideração uma análise detalhada do melhor custo-benefício de cada modo para cada obra, mas é possível comparar em relação as fundações, as lajes, a administração da obra, as paredes, aos

revestimentos, as instalações elétricas, os prazos e ao custo financeiro, como pode ser visto na tabela 1:

Tabela 1: Comparação entre edifício de estrutura metálica e o de estrutura de concreto.

Edifício em Estrutura Metálica	Edifício com estruturas de concreto
Na administração da obra	
Execução em fábrica Apenas montado no canteiro	Execução predominantemente no canteiro
Grande precisão dimensional	Menor precisão dimensional
Grande precisão quantitativa dos materiais	Maior dificuldade de precisão de quantidades
Poucos itens de materiais (aço, parafuso, eletrodos)	Maior diversificação de materiais (cimento, areia, brita, água, formas de madeira, ferros, aceleradores, etc.)
Pouca quantidade de homens na obra (menos problemas trabalhistas) com maior qualificação	Maior quantidade de pessoal na obra, com menor qualificação (mais do dobro ou triplo)
Simplificação do canteiro (minimização ou exclusão de escoramento para forros de laje)	Canteiro mais completo, existência de escoramento com pontaletes
Maior facilidade de fiscalização	Fiscalização mais completa
Nas fundações	
Leveza estrutural	Peso estrutural maior
40 a 80 kg/m ² (vigas e colunas)	250 a 350 Kg/m ² (vigas e colunas)
Menores cargas nas bases	Bases mais solicitadas
Volumes menores nos blocos	Maiores volumes
Sistemas mais econômicos	Sistemas mais onerosos
Nas lajes	
Quando lajes de concreto lançado Formas apoiadas diretamente no vigamento	Necessita maior escoramento para formas
Liberação antecipada dos pavimentos para outras operações	Impedimento do trânsito enquanto escorado
Nas paredes (alvenaria ou outros materiais)	
Precisão milimétrica	Maior variação dimensional
Esquadros e prumos exatos resultando em maior perfeição da execução, com tempo reduzido	Irregularidade de prumos e esquadro, aumentando o tempo de execução com enchimentos
Prazos	
Simultaneidade de execução da estrutura e fundações	Dependência de terminar as fundações para iniciar execução da estrutura
Avanços da montagem de 3 em 3 pavimentos	Avanços de um em um pavimento
Possibilidade de alvenarias acompanharem a montagem	Dificuldade de execução de paredes enquanto a estrutura estiver escorada
Custo financeiro	
Prazos finais reduzidos Antecipação de utilização	Maiores prazos aumentam os custos
Retorno mais rápido e utilização antecipada	

Fonte: Andrade, 2000.

ESTUDO DE VIABILIDADE

Existem diversas definições para estudo de viabilidade, sendo que inúmeros autores expõem este estudo de forma diversificada. Segundo Gehbauer (2002), o estudo de viabilidade do empreendimento é a comparação entre a estimativa de custo do mesmo e os rendimentos que se esperam obter por meio da sua comercialização. O estudo de viabilidade inclui todo o planejamento técnico básico necessário, desde a ideia inicial, até a elaboração do anteprojeto. Para empresas de incorporação/construção, fatores como localização, capital e concepção do produto são combinados durante o estudo de viabilidade do empreendimento, de tal forma que se obtenha uma incorporação bem-sucedida.

De acordo com Silva (1995) para que o estudo de viabilidade se aproxime da realidade, deve-se dispor de um bom modelo matemático para simulação partindo de um bom cenário, deve-se, ainda, conhecer os indicadores de qualidade fornecidos pelo modelo de cálculo e saber interpretar os indicadores, estabelecendo critérios particulares de decisão.

As características especiais do mercado imobiliário tornam o processo de decisão de investimento ou de lançamento de novas construções muito difícil, principalmente no estudo de viabilidade, no qual, esta decisão é tomada pelo empresário de forma intuitiva, de acordo com sua experiência e sua percepção das condições momentâneas do mercado, sem ter como base uma análise criteriosa, embasada em dados confiáveis (GONZÁLES e FORMOSO, 2006).

ORÇAMENTO COMPARATIVO

Conhecer os custos financeiros de qualquer empreendimento pode ser a chave de uma escolha. Por exemplo, os ganhos financeiros com a antecipação do cronograma de um edifício comercial podem ser de mesma grandeza que o custo das próprias estruturas. O que importa é constatar que, independente da estrutura ter custos mais altos, ela pode estar viabilizando o melhor resultado para o empreendimento. Cada empreendimento tem uma equação financeira a ser resolvida, e a análise da taxa de retorno poderá conduzir para um sistema estrutural mais rápido como as estruturas de aço (PINHO, s.d.).

Nessa parte onde serão feitas as análises comparativas, o estudo será dividido em etapas. Para as etapas de comparação foram cotados os valores dos materiais utilizados

para a concepção do projeto em concreto armado e também para os utilizados na construção em aço. Os valores dos materiais contidos nas tabelas apresentadas nas seções abaixo foram cotados com referência à tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

O sistema SINAPI citado acima indicado pelo decreto 7983/2013 estabelece regras e critérios para elaboração de orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos da União, porém esse sistema pode ser utilizado por empresas privadas para levantamento de orçamento de obras particulares.

ORÇAMENTO COMPARATIVO DAS VIGAS

Nesta etapa de comparação, pode-se observar os custos relativos a parte estrutural da edificação dimensionada para estrutura metálica e concreto armado, esses custos serão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Resumo de insumos gastos para construção das vigas em concreto.

CUSTO DE FERRAGEM COM VIGAS (TABELA SINAPI)				
Material	Diâmetro (mm)	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
CA - 50	6,3	4815,3	R\$ 5,35	R\$ 25.761,86
CA - 50	8,0	4980,6	R\$ 5,36	R\$ 26.696,02
CA - 50	10	1844,8	R\$ 5,13	R\$ 9.463,82
CA - 50	12,5	3801,9	R\$ 4,86	R\$ 18.477,23
CA - 50	16	13214	R\$ 4,86	R\$ 64.220,04
CA - 50	20	18341,8	R\$ 4,86	R\$ 89.141,15
CA - 60	5	3637,6	R\$ 4,74	R\$ 17.242,22
TOTAL				R\$ 251.002,34
CUSTO DE CONCRETO COM VIGAS (TABELA SINAPI)				
Material	Quant (m ³)	Preço (m ³)		Total
C 25		R\$	330,30	R\$ -
C 30	373,7	R\$	348,66	R\$ 130.294,24
TOTAL				R\$ 130.294,24
CUSTO TOTAL DAS VIGAS				R\$ 381.296,58

Tabela 3: Resumo de insumos gasto para construção em aço.

GASTO COM VIGAS ESTRUTURA METÁLICA			
MATERIAL	Quantidade (kg)	Preço (kg)	Total
AÇO ASTM A36 Perfil W 360 x 64	185704,11	R\$ 3,38	R\$ 627.679,89

Foi comparado neste item os custos referentes as vigas. As vigas em aço correspondem a uma porcentagem de aproximadamente 39,25% (R\$ 246.383,31) acima das vigas em concreto. Isso ocorre devido aos custos iniciais de aquisição de material, relativamente superiores para o aço.

COMPARAÇÃO DAS SEÇÕES DAS VIGAS

Uma das grandes vantagens da estrutura em aço pode ser vista nas seções de vigas de aço apresentada na figura 1. As vigas em concreto possuem uma área de 150.000 mm² e as vigas em aço possuem uma área de 70.441 mm², gerando assim uma redução de aproximadamente 53%.

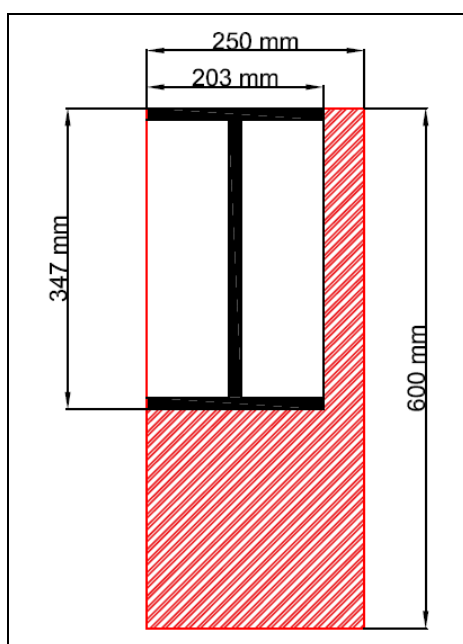


Figura 1: Comparação das seções das vigas.

ORÇAMENTO COMPARATIVO DOS PILARES

Para essa comparação será demonstrada a tabela 4 que apresenta a quantidade de aço e concreto utilizados no projeto do edifício em concreto armado, enquanto na tabela 5 pode ser encontrado o material utilizado no projeto do edifício em estrutura metálica.

Tabela 4: Resumo de insumos gasto para construção dos pilares em concreto

CUSTO DE FERRAGEM COM PILARES (TABELA SINAPI)				
Material	Diâmetro (mm)	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
CA - 50	6,3	78,70	R\$ 5,35	R\$ 421,05

CA - 50	8,0		R\$ 5,36	R\$ -
CA - 50	10	87,10	R\$ 5,13	R\$ 446,82
CA - 50	12,5	172,40	R\$ 4,86	R\$ 837,86
CA - 50	16	10579,60	R\$ 4,86	R\$ 51.416,86
CA - 50	20	7664,20	R\$ 4,86	R\$ 37.248,01
CA - 60	5	2612,00	R\$ 4,74	R\$ 12.380,88
TOTAL				R\$ 102.751,48
CUSTO DE CONCRETO COM PILARES (TABELA SINAPI)				
Material	Quant. (m ³)	Preço (m ³)		Total
C 25	190,10	R\$ 330,30		R\$ 62.790,03
C 30		R\$ 348,66		R\$ -
TOTAL				R\$ 62.790,03
CUSTO TOTAL DOS PILARES				R\$ 165.541,41

Tabela 5: Resumo de insumos gastos para construção em aço.

GASTO COM PILARES ESTRUTURA METÁLICA			
Material	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
AÇO ASTM A36 Perfil W 250 x 73 (H)	62229,27	R\$ 3,38	R\$ 210.334,93

Os custos relativos aos pilares, na estrutura metálica teve um leve aumento em relação ao concreto, cerca de R\$ 44.793,42, pode se afirmar que esse aumento é praticamente insignificante dentro do valor total do projeto.

COMPARAÇÃO DAS SEÇÕES DOS PILARES

Os pilares em aço levam considerável vantagem sobre os de concreto em relação ao tamanho das áreas, como pode ser observado na figura 2. Para um edifício garagem essa é uma característica importante, pois quanto menor a área do pilar, mais espaço vago terá, facilitando para os motoristas estacionarem seus carros nas vagas. A área correspondente a viga de concreto é de 200.000 mm² e a área da seção da viga de aço é de 62.500 mm², obtém-se então uma redução de aproximadamente 68,75%.

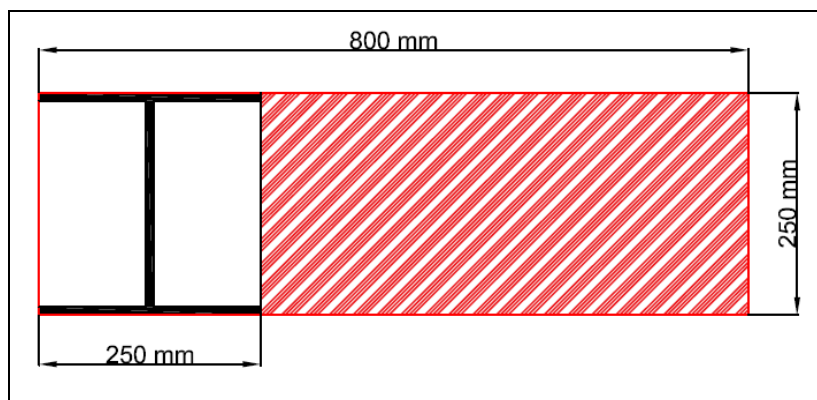


Figura 2: Comparação das seções dos pilares.

ORÇAMENTO COMPARATIVO DAS FUNDAÇÕES

A influência da redução das cargas devido ao menor peso das estruturas de aço nas fundações de uma pequena estrutura, em um solo muito resistente, pode ser pequena. Entretanto a redução das cargas em uma grande estrutura, pode viabilizar a própria construção. Portanto o custo das fundações em alguns casos será um importante fator de decisão sobre o tipo de estrutura a ser usada em uma obra (PINHO, s.d.).

A tabela 6 apresenta os gastos da construção em concreto armado e a tabela 7 apresenta os gastos na fundação do edifício em aço.

Tabela 6: Resumo de materiais gastos na fundação do projeto em concreto.

CUSTO DE FERRAGEM COM FUNDAÇÃO (TABELA SINAPI)				
Material	Diâmetro (mm)	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
CA - 50	6,3		R\$ 5,35	R\$ -
CA - 50	8,0	152,9	R\$ 5,36	R\$ 819,54
CA - 50	10	930,4	R\$ 5,13	R\$ 4.772,95
CA - 50	12,5	1570,5	R\$ 4,86	R\$ 7.632,63
CA - 50	16	1889,3	R\$ 4,86	R\$ 9.182,00
CA - 50	20	1978,3	R\$ 4,86	R\$ 9.614,54
CA - 60	5		R\$ 4,74	R\$ -
TOTAL				R\$ 32.021,66
GASTO DE CONCRETO COM FUNDAÇÃO (TABELA SINAPI)				
Material	Quant. (m³)	Preço (m³)		Total
C 25		R\$	330,30	R\$ -
C 30	93,7	R\$	348,66	R\$ 32.669,44
TOTAL				R\$ 32.669,44
CUSTO TOTAL DA FUNDAÇÃO				R\$ 64.691,10

Tabela 7: Resumo de materiais gastos na fundação do projeto em aço.

CUSTO DE FERRAGEM COM FUNDAÇÃO (TABELA SINAPI)				
Material	Diâmetro (mm)	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
CA - 50	10	623,21	R\$ 5,13	R\$ 3.197,07
CA - 50	12,5	1203,11	R\$ 4,86	R\$ 5.847,11
TOTAL				R\$ 9.044,18
GASTO DE CONCRETO COM FUNDAÇÃO (TABELA SINAPI)				
Material	Quant. (m³)	Preço (m³)		Total
C 25		R\$	330,30	R\$ -
C 30	74,11	R\$	348,66	R\$ 25.839,19
TOTAL				R\$ 25.839,19
CUSTO TOTAL DA FUNDAÇÃO				R\$ 34.883,37

Devido a leveza estrutural do aço percebe-se, uma redução de 36,70% (R\$ 29.807,73) em relação ao concreto. Essa redução comprova o que foi anteriormente citado onde diz que as fundações das estruturas em aço, tem uma redução de 30 a 60% em relação ao concreto.

ORÇAMENTO COMPARATIVO DAS LAJES

Na tabela 8 serão apresentados o orçamento de cada item utilizado na construção e o valor total. A laje considerada na estrutura em aço será a mesma do projeto em concreto armado, portanto, o orçamento abaixo é válido para ambos os projetos.

Tabela 8: Resumo de materiais gasto nas lajes em ambos os projetos

GASTO COM FERRAGEM NAS LAJES (TABELA SINAPI)				
Material	Diâmetro (mm)	Quant. (kg)	Preço (kg)	Total
CA - 50	6,3	364,8	R\$ 5,35	R\$ 1.951,68
CA - 50	8,0	2804,2	R\$ 5,36	R\$ 15.030,51
CA - 50	10	8766,7	R\$ 5,13	R\$ 44.973,17
CA - 50	12,5	14640,8	R\$ 4,86	R\$ 71.154,29
CA - 50	16	7648,1	R\$ 4,86	R\$ 37.169,77
CA - 50	20	6460	R\$ 4,86	R\$ 31.395,60
CA - 60	5	1931,5	R\$ 4,74	R\$ 9.155,31
TOTAL				R\$ 210.830,33
GASTO DE CONCRETO NAS LAJES (TABELA SINAPI)				
Material	Quant. (m³)	Preço (m³)		Total
C 25		R\$	330,30	R\$ -
C 30	819,6	R\$	348,66	R\$ 285.761,74

TOTAL	R\$ 285.761,74
CUSTO TOTAL DAS LAJES	R\$ 491.592,06

O orçamento das lajes dos dois projetos se equivalem devido ao fato de ter sido usado o mesmo projeto para as lajes do edifício em aço e em concreto, portanto os mesmos materiais foram orçados para as duas situações.

ORÇAMENTO COMPARATIVO DA MÃO DE OBRA

Esta é a etapa de maior impacto sobre o orçamento total dos projetos, como dito anteriormente, a estrutura metálica leva significativa desvantagem quando se compara os orçamentos sem levar em conta a mão de obra, porém quando se leva em conta esse gasto, a construção em aço passa a levar vantagem sobre a construção convencional devido à redução no tempo de execução da obra. O cronograma estipulado para a conclusão da obra em concreto é de 18 meses e para a construção em aço é de 6 meses. A seguir são apresentadas as tabelas 9 e 10 com o orçamento da mão de obra para estrutura em concreto armado e a construção em aço, respectivamente.

Tabela 9: Orçamento da mão de obra para projeto em concreto.

Custo total da mão de obra projeto concreto armado					
Profissional	Quant. Profissionais	Preço (Hora)	Horas por dia	Dias Trabalhados	Duração obra (mês)
Eng. Civil	1	R\$ 79,72	6	20	18
Mestre de Obra	1	R\$ 52,81	8		
Pedreiro	10	R\$ 24,90	8		
Servente	6	R\$ 19,67	8		
TOTAL				R\$ 1.381.305,60	

Tabela 10: Orçamento da mão de obra para projeto em aço.

Custo total da mão de obra projeto estrutura metálica					
Profissional	Quant. Profissionais	Preço (DIA)	Horas por dia	Dias Trabalhados	Duração obra (mês)
Eng. Mecânico	1	R\$ 79,72	6	20	6
Caminhão Munck	2	R\$ 237,27	8		2
Soldador	6	R\$ 32,33	8		2
Pedreiro	6	R\$ 24,90	8		6
Servente	10	R\$ 19,67	8		6
TOTAL					R\$ 603.580,80

Observa-se que a diferença que havia antes da comparação da mão de obra, acaba sendo compensada com a diferença significativa que há entre os dois métodos de construção. Pode-se observar também que há uma redução de aproximadamente 45,70% da estrutura em aço em relação a construção convencional, provando assim, ainda mais sua viabilidade econômica.

COMPARATIVO DOS CUSTOS TOTAIS

A figura 3, apresenta um gráfico com o resumo das comparações feitas anteriormente. O que chama a atenção dos empresários e investidores antes de escolher uma das duas opções de construção é o custo parcial das obras. Vale ressaltar que um dos mitos que envolvem a utilização da estrutura de aço é a viabilidade econômica, em alguns casos o uso da estrutura de aço, podem ser maiores que estruturas convencionais. Entretanto esse tipo de análise comparativa econômica muitas vezes é feita de maneira errônea, analisando de maneira pontual a viabilidade econômica. Maneira correta de analisar a viabilidade econômica do uso da estrutura de aço quando comparada com outro tipo de estrutura é fazer uma análise e consideração com os custos diretos, despesas indiretas, tempo de construção, fluxo de caixa, ganhos com antecipação no uso do imóvel ou estabelecimento. Passando a considerar o empreendimento como um todo não somente o material a ser utilizado, mas todas as variáveis mencionadas acima.

Os custos elevados da estrutura metálica devem-se, entre outros fatores, aos custos iniciais dos materiais e ao processo de montagem. Sabe-se que os custos mais altos podem ser compensados também pelas vantagens proporcionadas pela estrutura metálica como a eficiência construtiva e flexibilidade, permitindo detalhes mais sofisticados na arquitetura da edificação, material mais resistente que o concreto, além disso, com o crescimento das cidades fica cada vez mais difícil a disponibilidade de espaço para construir, a estrutura metálica exige um canteiro de obras menor que a estrutura convencional em concreto armado por não estocar insumos.

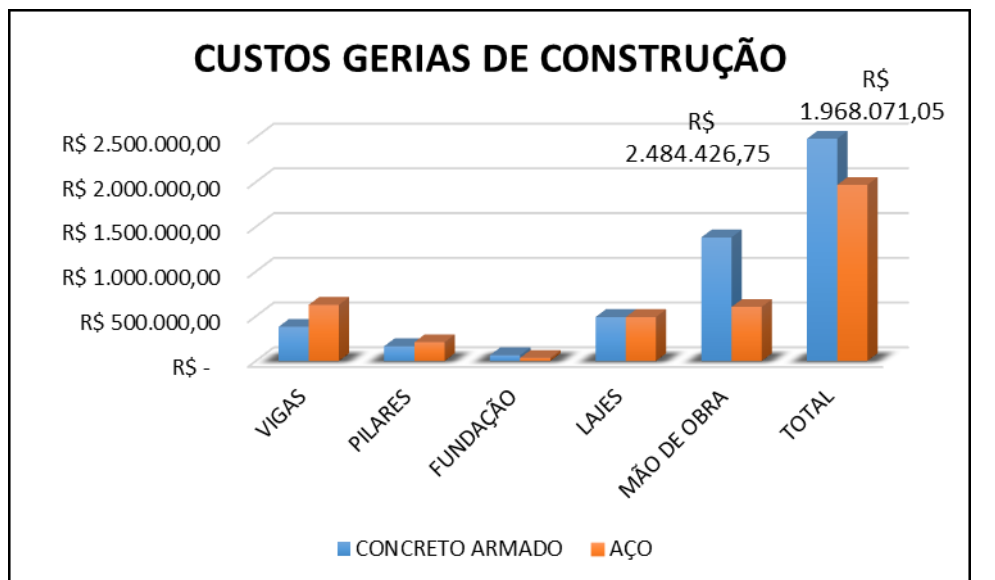


Figura 3: Gráfico com resumo geral de gastos.

CONCLUSÃO

Após apresentação e estudo comparativo das principais características de uma edificação em aço estrutural, pode-se confirmar a sua viabilidade técnica e econômica. Quando se fala em viabilidade técnica, pode-se afirmar que a estrutura metálica em determinadas situação, como no caso deste projeto, apresenta-se ainda mais viável que a estrutura em concreto, pelas dimensões dos elementos estruturais, como pilares e vigas por ocuparem menos espaço, permitindo uma maior liberdade na ocupação do empreendimento. Esse ponto pode ser observado no caso do projeto do edifício garagem, onde a estrutura convencional em concreto armado apresenta dimensões de pilares que podem dificultar as manobras para que os veículos estacionem em suas vagas, diferente da estrutura metálica que tem pilares com dimensões menores. Em relação a redução das áreas foi comprovado neste trabalho que as áreas dos pilares em aço apresentaram uma redução de 68,75% em relação ao concreto, enquanto as vigas em aço obtiveram uma redução de área de 53%.

O edifício em estrutura metálica gerou uma economia de R\$ 516.355,67 em relação ao de concreto armado, o que corresponde à aproximadamente 20,80%. Por isso, com os resultados obtidos, conclui-se que a edificação em estrutura metálica é uma opção tecnicamente e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Paulo Alcides ; **Porque construir com estruturas metálicas**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.pauloandrade.com.br/frameset_links_artigos.htm>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ações e seguranças em estruturas. NBR 8681**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. NBR 6120. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. NBR 8800. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronizado. NBR 6355**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002

Dias, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço: conceitos técnicas e linguagem**. 8ª ed. São Paulo: Zigurate, 2011.

Dias, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem**. 3ª ed. São Paulo: Zigurate, 1997.

FREIRE, Carlos. **Análise Comparativa: Custos Estrutura Metálica X Estrutura de Concreto**. Disponível em:< <http://www.metálica.com.br/analise-comparativa-estrutura-metalica-x-concreto>>

GEHBAUER, F. **Planejamento e Gestão de Obras**. Curitiba : Editora Cefet – PR, 2002.

SILVA, M. Bezerra da. **Planejamento Financeiro para o Setor da Construção Civil**. Texto Técnico 11. São Paulo: EPUSP. 1995.

GONZÁLES, M. A. S. e FORMOSO, C. T. **Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de Construções**. AMBIENTE CONSTRUÍDO, Porto Alegre, V6 N4, p. 19-32, 2006.

PINHO, Fernando Ottoboni; PENNA, Fernando. **Manual de Construção em Aço. Viabilidade Econômica**. Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA). Rio de Janeiro, 2008