

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

**ANÁLISE DO SISTEMA CONSTRUTIVO E SEUS MATERIAIS
CONSTITUINTES COM ÊNFASE NO AÇO COMO SOLUÇÃO PARA
REFORÇOS ESTRUTURAIS¹**
**ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION SYSTEM AND ITS MATERIALS
CONSTITUENTS WITH EMPHASIS IN THE STEEL AS A STRUCTURAL
REINFORCEMENT SOLUTION**

**Marcos Bressan Guimarães², Vinícius Marcelo De Oliveira Maicá³, Diorges
Carlos Lopes⁴, Rafael Aésio De Oliveira Zaltron⁵**

¹ Estudo de caso voltado a estruturas realizado pelo Programa de Educação Tutorial - PET pertencente ao curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

² Acadêmico do curso de Graduação em Engenharia Civil, Bolsista PET, UNIJUI, marcosbressan77@hotmail.com

³ Acadêmico do curso de Graduação em Engenharia Civil, Bolsista PET, UNIJUI, vinicius.maica98@gmail.com

⁴ Professor Mestre em Construção Civil do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUI, diorges.lobes@unijui.edu.br

⁵ Professor Mestre na área de Estruturas do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUI, rafael.zaltron@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Um dos setores mais relevantes para o crescimento econômico de um país é o industrial, principalmente o seguimento da engenharia civil. No âmbito da construção civil, faz-se necessário aliar conhecimentos técnicos aos avanços tecnológicos aplicados à inúmeras formas construtivas para execução de obras. É inegável a evolução da tecnologia na construção, vinculados ao progresso constante do saber científico aplicado. O perfil de cada obra, destina-se a uma porção do mercado e será estabelecido pelo conteúdo de engenharia que se encontra no projeto e, por conseguinte, no seguimento da sua realização (YAZIGI, 2009).

O presente artigo retrata a problemática de uma residência térrea construída com alvenaria de tijolos cerâmicos maciços com características de sistema autoportante, ao longo do tempo optou-se por fazer uma ampliação de um segundo pavimento sobre o térreo, durante a tentativa de retirada das paredes internas para aumentar a área útil, observou-se que não haviam vigas de amarração entre as paredes, que levou a necessidade de incorporar um reforço estrutural, evitando possíveis sobrecargas.

Portanto, a pesquisa tem um cunho de aplicação motivada pelo interesse em desenvolver uma análise do sistema construtivo e materiais constituintes desta residência, caracterizando a edificação existente e como objetivo principal buscando estudar a aplicabilidade do aço em relação ao reforço convencional em concreto armado, com o intuito de avaliar e compreender as vantagens do aço para solução como reforço estrutural da edificação. Segundo Campos (2006),

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

através da análise de diferentes tipos de intervenção estrutural, observa-se que a preferência pelo aço se dá pelo seu elevado desempenho mecânico e pela flexibilidade do sistema construtivo.

METODOLOGIA

A edificação original construída no município de Ijuí foi realizada com o intuito de ser autoportante, de alvenaria de vedação, utilizaram-se tijolos cerâmicos maciços, permitindo construir insígnies paredes portantes de cargas, tendo como assentamento o ajuste corrente que, de acordo com Baud (1976), consiste na colocação longitudinal dos tijolos em modo de perpianhos. Algum tempo após a conclusão da obra, optou-se por realizar uma ampliação para um segundo pavimento e dar seguimento à retirada das paredes internas do térreo, visando aumentar a área útil, no entanto, observou-se que os carregamentos dispostos sobre as paredes restantes no térreo poderiam ser excedentes, portanto, considerando que as paredes atuavam como alvenaria estrutural, ao removê-las, removeu-se também os condutores de tensões para as vigas baldrame que até então garantiam a sustentação da residência. A partir disso, analisaram-se dois métodos de reforço para que a condução dos esforços e a segurança do local fossem reestabilizadas, o reforço com concreto armado e o reforço metálico.

O reforço em concreto armado, também conhecido como encamisamento, consiste na adição de armadura e concreto novo, envolvendo o pilar ou a viga existente, para ampliar a seção e, conseqüentemente, aumentar a resistência ao esforço que lhe é solicitado. A principal desvantagem se dá pela interferência arquitetônica ao elemento reforçado devido ao aumento da seção, além de que a estrutura poderá necessitar de um tempo abundante até ser liberada para serviço novamente (REIS, 2001). Para que o objetivo do reforço por esse método seja alcançado, é de extrema importância que o concreto novo tenha uma boa aderência ao concreto já existente.

O aço é utilizado em larga escala na construção civil como solução para reforços estruturais, conforme Miguel e Carqueja (2012), pode ser definido como uma liga metálica composta de ferro e pequenas quantidades de carbono (0,008% a 2,11%), possuindo propriedades mecânicas como resistência e ductilidade, que são de suma importância para seu emprego como material estrutural na engenharia civil. Conforme Yazigi (2009, p. 279) para o reforço metálico, pode-se utilizar chapas ou perfis metálicos, que se apresentam em diversos formatos, sendo esses, arredondados, retangulares e perfis em "I", "L", "T", "H", "U" e outros, de acordo com Zucchi (2015) os perfis podem ser colados com adesivo epóxi ou com a utilização de chumbadores parabolt, além disso, as ligações podem ser realizadas com solda.

Como solução para a edificação, a propostas de intervenção adotada foi fundamentada na utilização de vigas e pilares de aço em perfil I, com onze vigas e sete pilares Gerdau A572 Gr50, lembrando que, segundo Yazigi (2009, p. 279), "perfis leves são os com altura (h) menor que 80 mm; perfis médios são aqueles com altura entre 80 mm e 200 mm; perfis pesados são os com altura maior que 200 mm". Conforme apresentado na Tabela 1, utilizou-se 2 vigas com perfis médios e 9 vigas com perfis pesados, sendo que os perfis médios são das vigas V3 e V4 e os perfis pesados são as demais vigas. De acordo com a Tabela 2, aplicou-se 7 pilares, todos com seção transversal W150x37.1 de perfil pesado.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

Tabela 1: Dimensões das Vigas

Viga	Altura (h)	Largura	Comprimento	Seção Transversal	Perfil
1	25 cm	10 cm	370 cm	W250x17.9	Pesado
2	25 cm	10 cm	285 cm	W250x17.9	Pesado
3	16 cm	10 cm	191 cm	W150x24	Médio
4	16 cm	10 cm	177 cm	W150x24	Médio
5	26 cm	10 cm	370 cm	W250x28.4	Pesado
6	25 cm	10 cm	197 cm	W250x17.9	Pesado
7	25 cm	10 cm	143 cm	W250x17.9	Pesado
8	27 cm	15 cm	267 cm	W250x44.8	Pesado
9	21 cm	13 cm	282 cm	W200x26.6	Pesado
10	21 cm	13 cm	290 cm	W200x26.6	Pesado
11	27 cm	15 cm	598 cm	W250x44.8	Pesado

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2: Dimensões dos Pilares

Pilar	Altura (h)	Largura	Comprimento	Seção Transversal	Perfil
1	23 cm	19 cm	257 cm	W150x37.1	Pesado
2	23 cm	19 cm	230 cm	W150x37.1	Pesado
3	23 cm	19 cm	257 cm	W150x37.1	Pesado
4	23 cm	19 cm	257 cm	W150x37.1	Pesado
5	23 cm	19 cm	257 cm	W150x37.1	Pesado
6	23 cm	19 cm	257 cm	W150x37.1	Pesado
7	23 cm	19 cm	230 cm	W150x37.1	Pesado

Fonte: Autoria Própria

Com base nos perfis dos elementos estruturais demonstrados anteriormente, precedeu-se a execução do reforço estrutural, as vigas foram incorporadas ao sistema construtivo de modo a apoiar a laje maciça, que contava com um peso excessivo devido a sua espessura exorbitante, as ligações desses elementos podem ser realizadas através de pinos, parafusos, barras redondas rosqueadas ou através de uma variedade de soldas, segundo Miguel e Carqueja (2012), os três tipos básicos são a solda de entalhe, de filete e tampão, sendo que, a solda de filete representa aproximadamente 80% das soldas utilizadas em estruturas metálicas. Na edificação em estudo optou-se por utilizar a solda de filete tanto para as ligações de viga com viga quanto para as ligações de viga com pilar, conforme Miguel e Carqueja (2012, p. 116) “este tipo de soldagem exige normalmente menor precisão, em função da sobreposição das peças a serem ligadas, por

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

isso são de mais fácil execução, econômicas e adaptáveis, fazendo com que sejam utilizadas em larga escala em estruturas metálicas.” Em busca de uma ligação resistente, o projetista escolheu utilizar solda em todo o contorno para as ligações de viga com viga, já nas ligações de viga com pilar somente o topo da ligação foi soldado. Conforme Machado (2011) é de suma importância dimensionar corretamente as juntas soldadas, assim evitando falhas e eventuais catástrofes nas estruturas metálicas, além de reduzir significativamente os custos e distorções.

Durante a colocação das vigas metálicas percebeu-se que a laje não apresentava uma superfície uniforme, impossibilitando o contato perfeito com a viga, então para que essa laje não viesse a trabalhar, com o intuito de evitar sobrecargas em pontos concentrados da laje, foram inseridas pequenas chapas metálicas, visando garantir um perfeito apoio entre a laje e as vigas. Os perfis de aço foram pintados e sobrepostos por madeira compensada, possibilitando manter a moderna arquitetura do ambiente.

RESULTADOS

Após explanar de maneira ampla a aplicação do sistema construtivo da edificação existente, pode-se observar que inicialmente a estrutura autoportante de tijolos maciços funcionou, ao término da ampliação ao fazer-se a retirada das paredes internas do térreo observou-se que não existiam vigas de amarração, sendo necessário realizar um reforço estrutural composto de estruturas metálicas, visando suportar os esforços solicitantes da edificação.

O estudo desenvolvido se baseou na análise dos materiais constituintes da estrutura e demonstrou que o reforço em concreto armado não seria viável, tendo em vista seu alto custo e dificuldade na execução, visto que, na obra em questão não haviam vigas, portanto, seria necessário mais tempo de execução, produzindo mais custos e maior desgaste da estrutura. Por outro lado, utilização de elementos metálicos como solução para o reforço estrutural mostrou-se extremamente vantajosa, propondo uma visível ampliação da área útil do térreo e possibilitando a eliminação de inúmeras paredes que suportavam a carga excessiva. Ainda assim, Teobaldo (2004) ressalta que, como os perfis metálicos são obtidos pelo corte, composição e soldagem das chapas planas de aço, é permitida uma grande variedade de formas e dimensões de seções, sempre padronizados, visando a redução do custo de aplicação e acomodação da estrutura.

Vale ressaltar que ao analisar a situação da estrutura pelos esforços solicitantes após a retirada das paredes internas, o uso do aço se mostrou interessantíssimo, contando com vantagens estruturais e arquitetônicas, possibilitando verificar várias exigências construtivas, bem como, a pré-fabricação, elevada resistência, reversibilidade, pesos reduzidos, simplicidade de transporte, facilidade de montagem em obra, a utilização em espaços reduzidos, e principalmente o tempo de execução reduzido, produzindo uma ótima relação custo benefício (CAMPOS, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável a importância da pesquisa e estudos de caso a respeito da utilização dos materiais constituintes e métodos construtivos no âmbito da construção civil, pois, uma boa parte das obras do país apresentam problemas relacionados a estrutura e esforços excessivos, logo, faz-se necessária uma busca por soluções na área de reforços estruturais, visando agregar conhecimento

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

em relação aos materiais comumente utilizados, reforçando a sua viabilidade econômica e construtiva. Considerando os resultados obtidos para escolha da solução de reforço, fica claro que o reforço da estrutura em aço se mostrou mais vantajoso que o reforço em concreto armado, visto que, esse último iria demandar serviços extras, bem como, escoramentos, fabricação de vigas e, por conseguinte, gastos com fôrmas e concretagem, inviabilizando economicamente o uso da solução construtiva, pois o requerimento de mais custos e tempo hábil para solucionar o problema não seriam vantajosos.

Por fim a partir da análise dos resultados voltados ao aço, podemos observar que, o material permitiu alcançar um elevado nível de desempenho estrutural, absorvendo a demanda das cargas, sanando a possível instabilidade estrutural e adequando a estrutura aos esforços solicitantes, somado a isso, a solução em aço possibilitou ampliar consideravelmente a área útil da residência, possibilitando a existência de grandes vãos se comparado ao modelo autoportante original e integrando as áreas do térreo.

Palavras-chave: Solução. Reforço estrutural. Aço.

Keywords: Solution. Structural reinforcement. Steel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUD, G. Manual de Construção tecnologia da construção, materiais e cálculos. 2ª edição. Editora hemus. São Paulo, 1976.
- CAMPOS, Luiz E. T. Técnicas de recuperação e reforço estrutural com estruturas de aço. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia PGECIV - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2006.
- MACHADO, Ivan Guerra. Dimensionamento de juntas soldas de filete: Uma revisão crítica. Vol. 16. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PPGEM, LS&TC, Porto Alegre, RS. 2011.
- MIGUEL, Leandro F. Fadel; CARQUEJA, Moacir H. Andrade. Apostila de Estruturas Metálicas I. 2ª edição. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2012.
- REIS, A. P. A. Reforço de Vigas de Concreto Armado por meio de Barras de Aço Adicionais ou Chapas de Aço e Argamassa de Alto Desempenho. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 1998.
- TEOBALDO, Izabela Naves Coelho. Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em edificações antigas. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2004.
- YAZIGI, W. A Técnica de Edificar. 10ª edição. Editora Pini. 2009.
- ZUCCHI, F. L. Técnicas para o reforço de elementos estruturais. Dissertação de Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2015.