

“UTILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DE AÇO NA REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DO RIO DE JANEIRO”¹

Luiz Eduardo Teixeira Campos²
Luciano Rodrigues Ornelas de Lima³
Pedro Colmar Gonçalves da Silva Vellasco³
Sebastião Arthur Lopes de Andrade³
José Guilherme Santos da Silva⁴

Resumo:

É provável, que num futuro breve, as atividades da indústria da construção sejam dedicadas em grande parte ao reforço, restauro, reutilização e recuperação de diversos edifícios que, construídos em épocas por vezes não muito distantes, encontram-se hoje em precárias condições de conservação e de segurança. A necessidade de se realizar trabalhos de reparação e reforço estrutural em edifícios urbanos está diretamente relacionada com a oportunidade e a necessidade de se recuperar espaços e volumes não utilizados, impedindo a sua degradação, e possibilitando assim, um novo uso. Este trabalho tem como finalidade principal apresentar as diversas possibilidades e vantagens do uso das estruturas de aço em reformas, restaurações e reforço de estruturas existentes. Para tal, apresenta-se um estudo de caso referente ao edifício do TRT – Tribunal Regional do Trabalho situado à Rua Gomes Freire, nº 471, Centro, Rio de Janeiro. Diversas intervenções foram feitas na edificação original construída no início do século XX, que abrigou a redação do Jornal Correio da Manhã, diário e matutino, criado em 15/06/1901 e extinto em 08/07/1974. A edificação de estilo modernista, com estrutura em concreto armado e alvenarias em tijolo maciço, teve sua fachada tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), impedindo modificações em sua forma.

Palavras-chave:

Recuperação Estrutural, Reforço Estrutural, Estruturas de Aço, Concreto Armado Edificações Históricas, Manutenção de Edificações.

¹ Título da Contribuição Técnica a ser apresentada no CONSTRUMETAL 2006 – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica – Setembro 2006 – São Paulo – SP – Brasil.

² Mestre – PGE CIV – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (letcamposrj@terra.com.br)

³ Prof. Adjunto, Departamento de Estruturas e Fundações, Faculdade de Engenharia, UERJ (lucianolima@uerj.br, vellasco@uerj.br e seb.andrade@uol.com.br)

⁴ Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, UERJ

1. INTRODUÇÃO

Observa-se, hoje em dia, que o aço está sendo cada vez mais utilizado na reabilitação, modernização e recuperação de edificações históricas. Os antigos edifícios de alvenaria, danificados, muitas vezes, pelo tempo de uso, e pelas intempéries, requerem sua reabilitação funcional que passa por sua recuperação estrutural. Isto também acontece nas edificações mais novas devido ao mau estado de conservação e manutenção. Dentre as principais vantagens da utilização de estruturas de aço na reabilitação de estruturas pode-se citar a resistência, a leveza e a facilidade de montagem que estas proporcionam. Estas vantagens são levadas em consideração, principalmente, devido à importância arquitetônica e histórica da edificação em questão [1].

Do ponto de vista estrutural, as estruturas de aço podem ser usadas em todos os níveis da reabilitação estrutural [3].

O escoramento ou proteção da estrutura original representa a primeira etapa do processo de reforço, quando da intervenção estrutural, de forma a garantir a segurança provisória para a edificação e o público. Os andaimes em aço são normalmente usados para proteger e organizar a edificação sob intervenção.

Restaurar por outro lado, envolve a realização de uma série de operações necessárias na estrutura de uma edificação a fim de restabelecer sua eficiência estrutural original, antes de ocorrer o dano.

Reforçar representa melhorar o desempenho estrutural a fim de permitir que a edificação atenda às novas exigências funcionais, como por exemplo, novo tipo de carregamento ou a condições ambientais. As operações de reforço podem ser subdivididas em dois casos distintos. O primeiro compreende operações de melhorias simples, que envolvem uma variedade de trabalhos em elementos estruturais individuais de uma edificação a fim de se conseguir um nível mais elevado de segurança sem modificar de forma significativa sua composição. O segundo diz respeito às operações que levam a um sistema estrutural diferente do original fazendo com que a estrutura suporte novas solicitações de projeto, isto é, adições verticais e/ou horizontais, e casos onde a mudança de uso envolve aumento do carregamento original.

Independentemente de aspectos estruturais, operações de restauração são normalmente solicitadas, e dão origem a diferentes tipos de intervenções que serão descritos a seguir [5].

1.1. Tipos de Intervenções

O *gutting* consiste na demolição das estruturas internas de um edifício e de sua total ou parcial substituição por um outro tipo diferente. Pode ser necessária devido à modificação de uso da edificação exigindo modificações no modelo estrutural, como por exemplo, a troca de paredes estruturais por um pórtico estrutural. Isto é feito quando, devido a razões estruturais e/ou por motivos urbanísticos, torna-se necessário manter as fachadas originais de uma edificação, independente do que se faça no seu interior [5].

A inserção compreende todas as intervenções necessárias para integrar a estrutura existente com a nova estrutura, ou elementos estruturais, introduzidos no interior sem alterar sua volumetria. As áreas internas adquirem assim novas características devido ao arranjo mais racional dos novos elementos estruturais que dotam a edificação de novos valores estilísticos. O exemplo mais comum é o de

pisos adicionais, criados a fim de aumentar a área útil dentro da mesma edificação. Nestes casos, devido à necessidade de não se interferir na estrutura existente, o aço é o material mais apropriado e mais eficiente para ser usado, graças as suas características especiais: elevada resistência, baixo peso e versatilidade [5].

A adição vertical consiste em adicionar um ou mais andares acima da estrutura existente, tendo como resultado um aumento na volumetria total da edificação. Dependendo do tamanho e da altura desse acréscimo, é necessário verificar novamente a capacidade de carga da estrutura original, para decidir pela execução ou não de um reforço estrutural. A necessidade de minimizar o peso da estrutura nova torna a utilização das estruturas de aço obrigatória. Um exemplo disto pode ser visto no Shopping da Gávea, no Rio de Janeiro, onde a empresa MEDABIL foi responsável pela execução de uma nova garagem na parte superior da edificação [5].

Já a adição lateral não é normalmente considerada como reforço, mas é muitas vezes usada para aumentar a funcionalidade do ambiente. Em edifícios, ditos históricos, as estruturas de aço podem fazer uma combinação perfeita do antigo com o novo [5].

Um outro tipo de intervenção considera a redução de carregamentos atuantes na estrutura. Ao contrário da adição vertical, pode incluir a demolição de um ou mais andares de uma edificação. Quando esta intervenção é requerida, isto ocorre devido à necessidade de limitar cargas envolvidas, a fim de reduzir a sobrecarga nas estruturas existentes. Sendo assim, este tipo de intervenção consiste em substituir assoalhos, telhados ou outros elementos estruturais por materiais mais leves. De fato, fazem parte deste tipo de intervenção a substituição de pisos pesados, de madeira por perfis de aço, e lajes com fôrma metálica (*steel deck*), bem como a total reformulação de telhados, usando treliças metálicas [2], [5].

Após a análise de vários tipos de intervenção estrutural, nota-se que a escolha do aço está baseada, principalmente, em seu elevado desempenho mecânico, e, principalmente, na flexibilidade do sistema construtivo.

Quando a edificação a sofrer intervenção for de interesse histórico, sua restauração representa uma operação mais delicada, e o uso de estruturas de aço tem suas vantagens. As operações de restauração são fundamentadas na conservação de edificações pré-existentes além de atender às novas solicitações, assegurando seu funcionamento adequado. Essas operações devem ter características modernas, ser claramente distinguíveis, e reversíveis, através do uso de tecnologias e materiais que podem ser a qualquer tempo removidos sem danificar a estrutura existente.

Uma aplicação lógica destes princípios mostra sem dúvida nenhuma, que o aço, com suas características e sua tecnologia, tem as vantagens necessárias para ser um material moderno, com características de reversibilidade, proporcionando uma perfeita harmonia entre os materiais do passado além de dar forma a sistemas estruturais integrados.

Observando-se as estruturas dos telhados de edifícios construídos em concreto armado nota-se que a maioria destas estruturas são constituídas por treliças de madeira, que se deterioram devido ao contato direto com agentes atmosféricos. Uma solução para esse problema pode ser alcançada, substituindo-se a estrutura antiga por treliças de aço. Esse método é também muito usado em telhados de igrejas. Quando a edificação é considerada como irrecuperável devido aos danos causados, uma estrutura nova para o telhado pode ser feita, completamente independente da estrutura existente.

Diversas atividades de restauração, de reabilitação e de extensão usando estruturas metálicas, podem ser encontradas pelo mundo inteiro, principalmente na Europa, em construções industriais antigas, que foram transformadas em apartamentos ou em escritórios. Edifícios tombados foram inteiramente restaurados, mantendo-se as fachadas originais e substituindo completamente os seus interiores por uma estrutura de aço. Estruturas autoportantes também foram utilizadas em monumentos históricos fornecendo uma completa integração aos valores estilísticos modernos. Este recurso está se tornando cada vez mais comum em restaurações de museus.

É inquestionável que o aumento do uso do aço como material apropriado para a recuperação e reforço estrutural é um fato recente nas atividades de restauração. Este tipo de atividade ainda não é pautado em nenhuma regra específica, mas cada caso exige sua própria solução de acordo com cada projeto apresentado.

2. Estudo de Caso

Será apresentada aqui a reforma de edificação localizada à Rua Gomes Freire, nº 471, Centro, Rio de Janeiro. Essa edificação abrigará o TRT (Tribunal Regional do Trabalho), e uma agência da Caixa Econômica Federal.

O edifício original foi construído no início do séc XX, e abrigou a redação do Jornal Correio da Manhã, diário e matutino, criado em 15/06/1901 e extinto em 08/07/1974. A edificação de estilo modernista, com sua estrutura executada em concreto armado e alvenarias em tijolo maciço, teve sua fachada tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) conforme apresentado na Figura 1. Devido a esse fato, as fachadas do edifício não poderiam sofrer nenhum tipo de alteração. A obra foi executada pela BEC (Brascan Construções Ltda.), sendo os cálculos estruturais feitos pelo Prof. Sebastião A. L. de Andrade.

Para a utilização do edifício pelo TRT, o prédio deveria sofrer uma série de intervenções. Dentre elas, destacam-se: a criação de um piso intermediário entre o 1º e o 2º pavimento (Figura 2 a Figura 4); abertura de 4 (quatro) caixas para novos elevadores (Figura 2); execução de uma nova escada de serviço para atender às exigências de segurança (Figura 2); aumento lateral do 4º pavimento para a criação de um terraço (Figura 3) e aumento do 5º pavimento para a criação de um terraço na parte de trás da edificação (Figura 4).



Figura 1 – Elementos estruturais e fachada da edificação [arquivo do autor]

Entretanto haviam algumas restrições impostas pela arquitetura que deveriam ser levadas em consideração como por exemplo, caixa de elevadores especiais de 2,20m x 2,20m; casas de máquinas de elevadores não poderiam ficar na cobertura, pois estas aumentariam a altura da edificação e com isso mudaria sua fachada, que

é tombada e a limitação do piso intermediário que não poderia chegar até a fachada onde havia a porta, já que esta tinha 3m de altura e pertencia a fachada tombada.

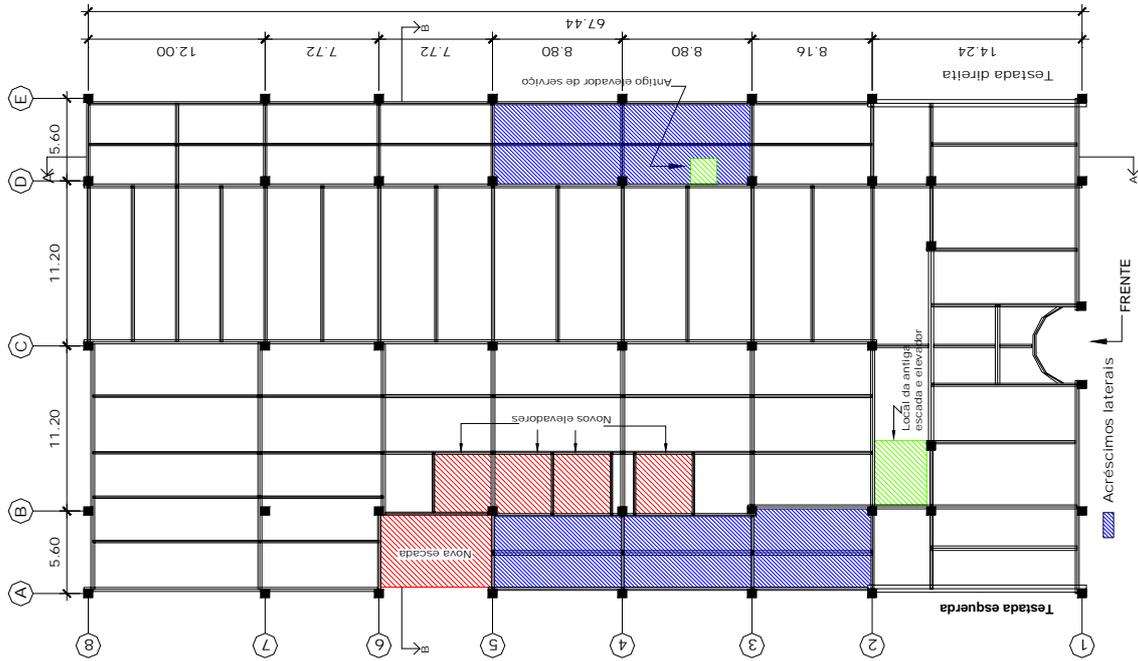


Figura 2 – Planta estrutural do piso intermediário (cedida pelo eng. Sebastião A. L. de Andrade)

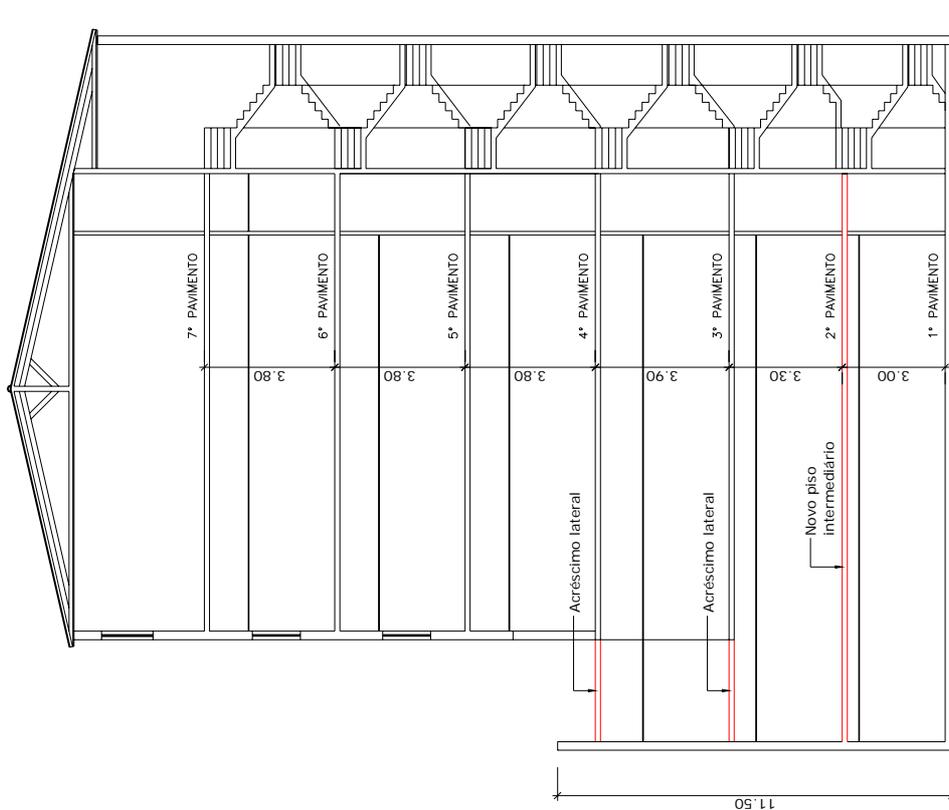


Figura 3 – Corte B-B (cedida pelo eng. Sebastião A. L. de Andrade)

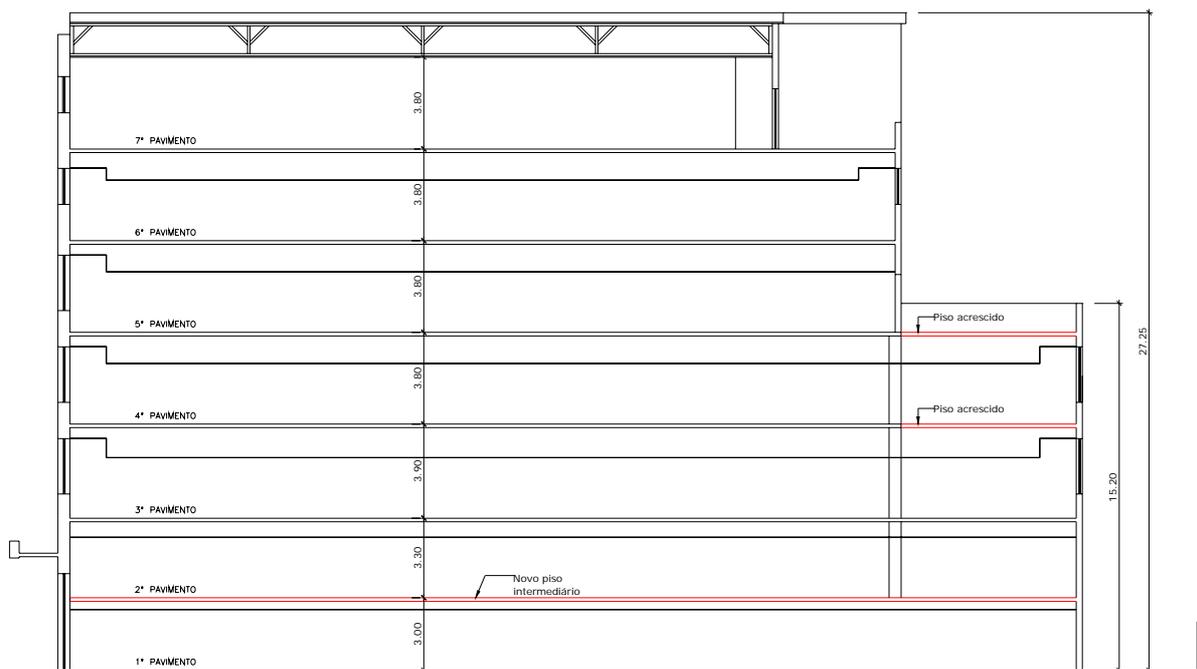


Figura 4 – Corte A-A (cedida pelo Prof. Sebastião A. L. de Andrade)

Devido a essas intervenções, o material escolhido para a reforma foi o aço. Esta escolha foi feita devido a uma série de motivos. Dentre os quais pode-se citar:

- prédio em terreno estreito, sem local para canteiro;
- falta de espaço para armazenamento de material;
- fácil trabalhabilidade do aço;
- fácil e rápida execução dos serviços;
- facilidade de utilização do aço juntamente com outros materiais;
- estrutura final mais leve.

Para o edifício receber essas modificações, a primeira intervenção feita foi um reforço nas fundações, para suportar as novas cargas atuantes na edificação. Foi feito, principalmente, um reforço, em concreto armado, nas sapatas e nas cintas. Estas tiveram um aumento de seção através de um encamisamento. A área sob a nova caixa de elevadores e sob a região da nova escada foi o foco principal dos reforços.

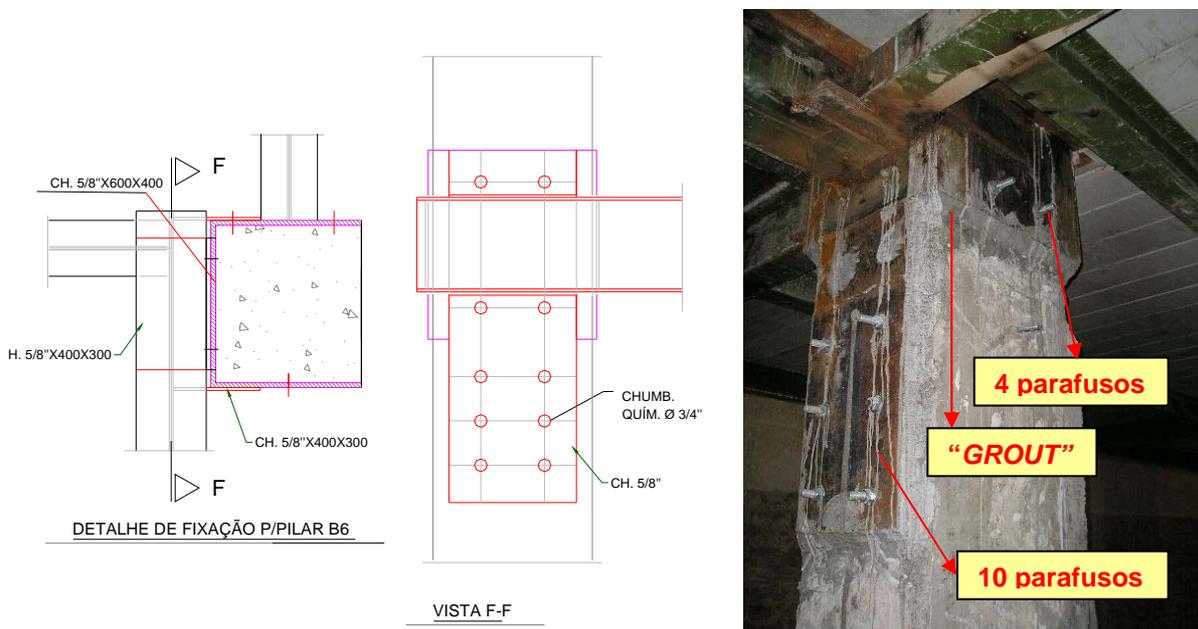
Como o pé-direito do primeiro pavimento passava dos 6 metros, foi possível fazer um piso intermediário, que serviria tanto para o 2º andar da agência bancária, quanto para as dependências do TRT (Figura 2).

Para o sistema estrutural, do piso intermediário, foram usadas vigas W310x38,7; W310x52 e W200x26,6 (secundária), e sistema de pré-laje. Para se fixar a estrutura nova, em aço, na estrutura existente, em concreto, foram feitas algumas adaptações.

Foi feito um colarinho com chapas de 5/8" em torno de cada pilar de concreto armado, do primeiro pavimento, para fixação das vigas de aço. Esse colarinho foi fixado ao pilar por meio de chumbadores químicos do tipo HVA, da HILTI, com barra rosqueada HAS HILTI de 3/4", e cápsula HVU HILTI. Os cálculos apontaram a necessidade de serem usados 12 chumbadores em cada colarinho. Mas, devido à variabilidade de resistência do concreto, qualidade dos furos dos chumbadores e ajustes dos perfis, decidiu-se utilizar 4 chumbadores a mais, na face mais solicitada

do pilar. No pilar B6, por exemplo (Figura 2), usou-se um total de 16 chumbadores, sendo 4 chumbadores onde chega a viga W310x52, 10 onde chegam as vigas W310x38,7 e a viga secundária W200x26.6, e 2 na outra face (Figura 5a). Sob o colarinho foi feito um acabamento com “grout” para acabar com as irregularidades que existem na superfície dos pilares e para um perfeito contato entre a chapa e o pilar (Figura 5b).

Devido a um desalinhamento de até 210mm, dos pilares do eixo “C” e “D” onde seriam fixadas três vigas (Figura 2), foi feito um berço com chapas de 5/8” para o apoio da viga principal e seu total alinhamento. Ainda foram colocadas duas chapas de 5/8” que vão da alma da viga W310x38.7 até a lateral do colarinho, e uma chapa de 5/8” que vai da alma da viga W310x38.7, como continuidade da viga W200x26.6, até o colarinho. Este recurso foi utilizado para eliminar a excentricidade de carga nos chumbadores. Com isso formou-se um caixão entre a viga e o colarinho. A viga W310x52 foi soldada diretamente no colarinho (Figura 6 e Figura 7)



a) Detalhe da fixação do colarinho do pilar B6

b) Foto do pilar B6

Figura 5 – Colarinho pilar B6 (arquivo do autor)

Para a ampliação do terceiro e quarto pavimentos, na testada direita, e criação do piso intermediário, seria necessário acabar com um poço de elevador de cargas que havia no local. Contudo, não foi possível acabar com todo o poço do elevador, pois este pertencia à fachada lateral da edificação. A parte da fachada que podia ser modificada ficava até a altura do topo do muro da divisa do terreno.

Desta forma prolongou-se um pilar que existia na divisa do terreno, com perfil de aço W250x89 até o quarto pavimento. A esse pilar foram fixadas vigas de periferia W360x39, onde seriam fixadas as vigas W310x38.7, que por sua vez serviriam de apoio para as vigas W250x44.8 que sustentariam o poço do elevador após ser cortado (Figura 8). Antes de se instalar estas vigas W250x44.8, foi necessária a colocação de uma viga provisória W250x44,8, que seria soldada na aba inferior da viga W310x38.7 e apoiada num andaime (Figura 9a). Nesta viga foi colocado um macaco hidráulico que suspendeu a viga do elevador e transferiu todo o esforço da estrutura da caixa para essa viga provisória (Figura 9b).

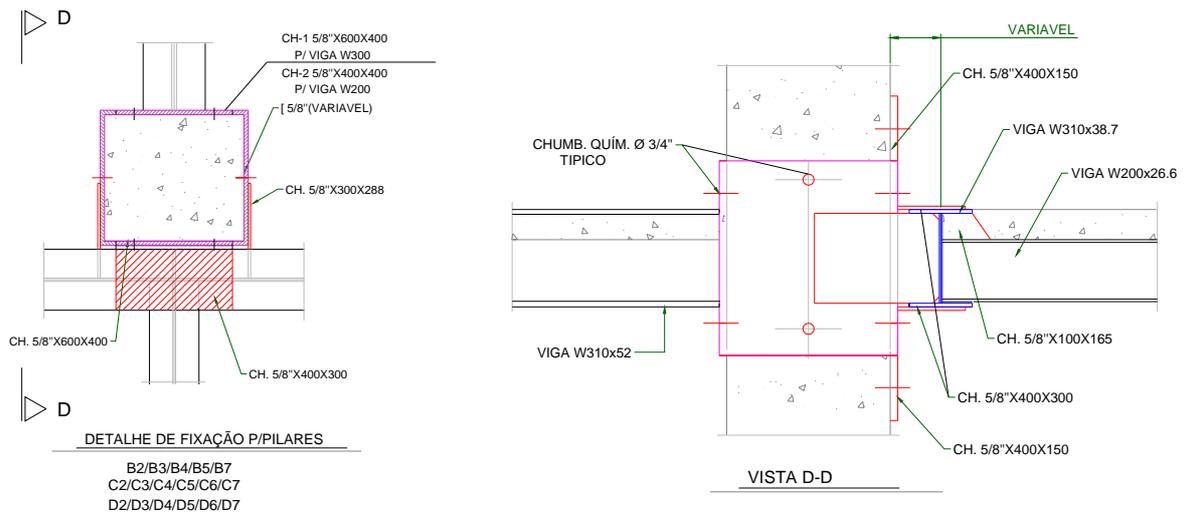


Figura 6 – Detalhe colarinho e berço do pilar (cedida pelo eng. Sebastião A. L. de Andrade)

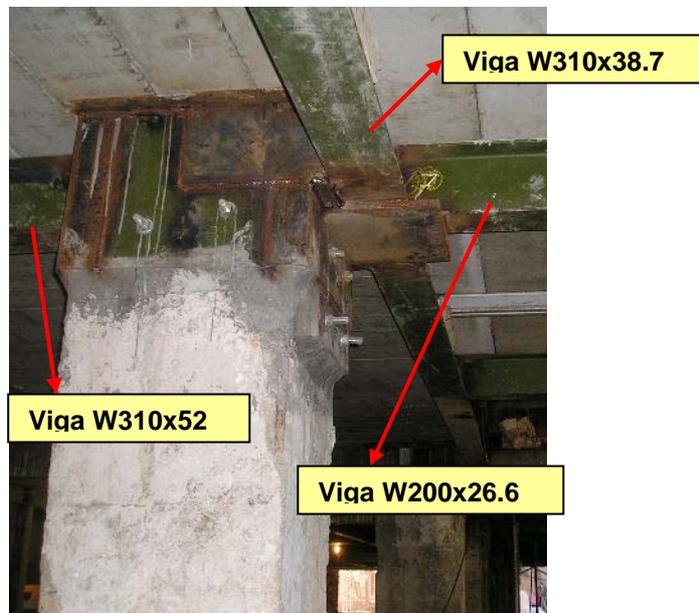


Figura 7 – Foto do colarinho e do berço do pilar (arquivo do autor)



Figura 8 – Vista do prolongamento do pilar (arquivo do autor)

Após a colocação das vigas definitivas e esperado o tempo de cura do “grout” e dos chumbadores químicos, que fixam a nova viga à estrutura antiga, os pilares

que sustentam as vigas da caixa do elevador puderam ser cortados. Com isso, retirou-se o macaco hidráulico transferindo toda a carga da caixa do elevador para as novas vigas. Assim, manteve-se a fachada lateral original do quarto pavimento em diante.



Figura 9 – Instalação da viga provisória (arquivo do autor)

Para a ampliação do quarto e quinto pavimentos da testada esquerda e do quinto pavimento do fundo da edificação foram apenas usados complementos de colunas constituídas de perfis W250x89 e vigas de periferia W360x39 e secundárias W200x26.6.

O sistema de lajes escolhido para a reforma, conforme comentado anteriormente, foi o de pré-lajes. Estas lajes, usadas para complementar as lajes dos pavimentos foram apoiadas em cantoneiras “L”100x100x3/16, que foram fixadas nas vigas de concreto existentes, nas vigas W360x39 de periferia, e nas vigas W200x26.6 (Figura 10a e Figura 10b) fixadas a antiga estrutura através de chumbadores químicos “Hilti”. As lajes do mezanino principal foram apoiadas diretamente nas novas vigas instaladas. Para essa estrutura trabalhar como uma estrutura mista, foram instalados conectores de cisalhamento do tipo *perfobond*, conforme detalhado na Figura 10a.

3. Considerações Finais

Neste trabalho foram inicialmente detalhadas algumas terminologias referentes aos processos de restauração e suas intervenções como a inserção, as adições vertical e lateral e o processo de redução de carregamentos na estrutura existente.

Apresentou-se um exemplo destas intervenções sob forma de uma restauração de uma edificação de seis pavimentos, que estava fechada há quase trinta anos. Com a utilização de estruturas de aço foi possível a criação de um andar intermediário, quatro novos elevadores, escada de serviço e acréscimos de pavimentos. Esta obra teve uma duração aproximada de 24 meses, prazo que não seria possível se fosse usado outro tipo de solução estrutural. A ligação entre a nova estrutura e a antiga através do uso de placas de base e chumbadores químicos se mostrou muito importante no prazo final de execução da obra [2], [6].

O edifício do TRT teve como pontos principais de restauração da edificação a manutenção da fachada original (*gutting*), a adição de um andar intermediário (inserção) para a alocação de uma agência bancária e também alguns setores do

TRT. Outro ponto forte da intervenção foi o aumento de dois pavimentos para as laterais e um para os fundos (adição lateral), a criação de quatro novos elevadores e de uma nova escada de serviço. Mesmo tendo se criado um novo pavimento na edificação, só foi necessário um reforço na fundação na área dos novos elevadores e da escada, pois estas estruturas ficaram independentes do resto da edificação. Este fato mostrou a adequação do uso da estrutura de aço para este tipo de serviço, pois mesmo com o aumento de área construída não foi preciso nenhum reforço nas fundações.

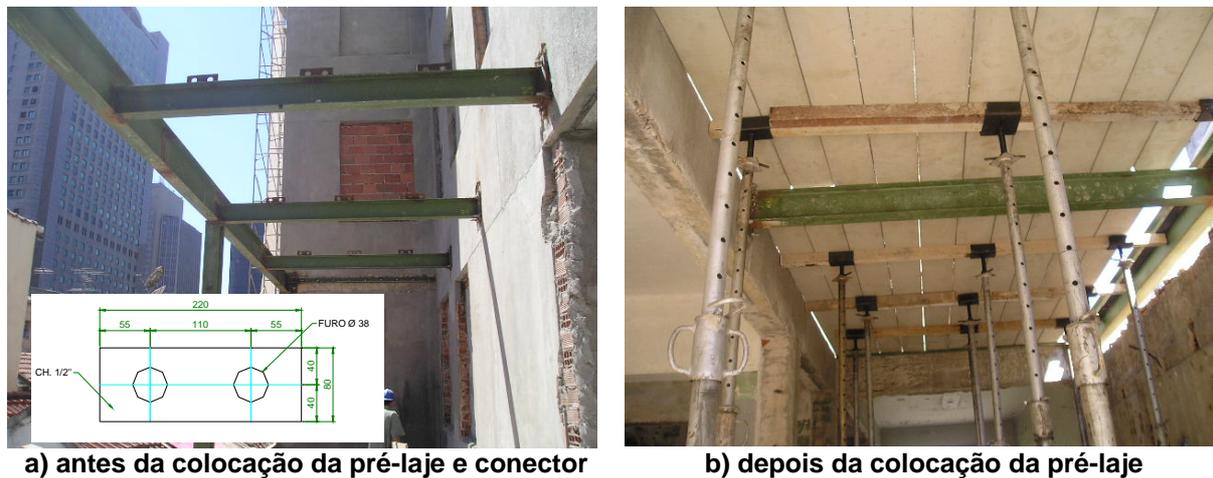


Figura 10 – Acréscimo lateral (arquivo do autor)

4. Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem à FAPERJ, à UERJ, ao CNPq e à CAPES pelo suporte financeiro para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

5. Referências Bibliográficas

1. CALADO, L; 1997, **O Aço na Recuperação de Edifícios**, *Patrimonium - Revista de Direcção Geral do Patrimônio*, Portugal, pp. 20-25, Direcção-Geral do Patrimônio, Portugal.
2. CAMPOS, Luiz Eduardo Teixeira. Técnicas de Recuperação e Reforço Estrutural com Estruturas de Aço. 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 115 f.
3. MAZZOLANI, F. M. **Strengthening Options in Rehabilitation by means of Steel Works**. University of Naples “Federico II, Italia 13f.
4. PAKVOR, Aleksandar. **Rehabilitation: The Chance for Extending the Life of Structures**. IABSE SYMPOSIUM – Rio de Janeiro 1999. p. 34, 35
5. CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço. <http://www.cbca-ibs.org.br/index.asp>
6. Curso ESDEP – The European Steel Design Education Programme (WG 16). disponível em: <http://www.kuleuven.ac.be/bwk/materials/Teaching/master/wg16/toc.htm>
6. Coletânea do Uso do Aço 1 – “Interface entre Perfis Estruturais Laminados e Sistemas Complementares”. 3ª Edição. 2004. 63fls. GERDAU – Açominas.