

REFORÇO ESTRUTURAL EM COLUNAS EM UM IMÓVEL COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA/RJ

Enrico C. Tenedini¹; José Luiz E. Dias Filho²

Faculdade Santo Antônio de Pádua – FASAP; S. A. de Pádua, Rj, 28470-00, Brasil
enricotenedini@hotmail.com; jlernandes@hotmail.com

¹ Graduando; ² Doutor

Resumo: Desde o começo da humanidade as estruturas foram de suma importância para a realizar abrigos, transposições de cursos d'água, à medida dos anos as estruturas tomaram um grau de complexidade graças a utilização de novas tecnologias, agregando diversos tipos de matérias, e da mesma forma as patologias se fazem presente sendo seus principais causadores, por má concepção de projetos e mão-de-obra desqualificada. O reforço estrutural é uma forma de trazer essas estruturas em regime instável ou prestes ao colapso, ao regime estável de forças, e até mesmo aumento de sua capacidade resistiva. Os reforços, mediante e aumento de seção transversal e mediante a chapas e perfis metálicos, são uma das alternativas presentes no mercado como forma de reforços, detendo de vantagens e desvantagens, sendo uteis de acordo com o tipo de situação para qual será implementada. Estas técnicas estão sendo utilizados de forma eficiente como alternativa a se adotar em estruturas antigas, preservando sua integridade e a sua identidade. Dessa forma, foi avaliado neste trabalho o uso de reforço em estrutura antiga composta por alvenaria estrutural de modo a revitalizar e propiciar um melhor espaço do projeto civil. Sendo assim, utilizou-se a NBR 8800 para dimensionamento dos perfis e chapas utilizadas na estrutura, observando os tipos de esforços presentes na construção em estudo. Foram apresentadas todas as etapas do processo construtivo que foi realizado, desde a concepção do projeto até a entrega da obra. Concluindo, a fixação dos reforços mostrou ser rápida e eficiente, sem perda de área útil, satisfazendo as necessidades de projeto. Dando ao proprietário do imóvel a possibilidade de abrir vãos entre as colunas.

Palavras-chave: Estruturas, Reforço estrutural, Perfis metálicos, Aumento de seção.

STRUCTURAL STRENGTHENING IN COLUMNS IN A COMMERCIAL PROPERTY IN THE CITY OF SANTO ANTONIO DE PÁDUA / RJ

Abstract: Since the beginning of humanity, structures have been of paramount importance for sheltering, transposition of watercourses, over the years the structures have taken on a degree of complexity thanks to the use of new technologies, aggregating various types of materials, and Likewise, pathologies are present being their main causes, due to poor design of projects and unqualified labor. Structural reinforcement is a way of bringing these structures into an unstable or collapsing regime, a stable regime of forces, and even an increase in their resistive capacity. Reinforcements, by means of increasing and cross section and by means of metal sheets and profiles, are one of the alternatives present in the market as reinforcement, having advantages and disadvantages, being useful according to the type of situation for which it will be implemented. These techniques are being used efficiently as an alternative to adopting old structures, preserving their integrity and identity. Thus, it was evaluated in this work the use of reinforcement in old structure composed of structural masonry in order to revitalize and provide a better space of the civil project. Thus, the NBR 8800 was used to design the profiles and plates used in the structure, observing the types of efforts present in the construction under study. All stages of the construction process that were carried out were presented, from the project conception to the delivery of the work. In conclusion, reinforcement fixation proved to be fast and efficient, without loss of useful area, satisfying the project needs. Giving the property owner the opportunity to open gaps between the columns.

Keywords: Structures, Structural reinforcement, Metal profiles, Section increase.

INTRODUÇÃO

A construção de estruturas como abrigos, transposição e/ou condução de cursos d'água e outros obstáculos se fez necessária desde o começo da vida humana em conjunto, para atendimento a objetivos de diversas civilizações tais como: mobilidade, segurança e lazer. Um grande salto se deu com as técnicas construtivas com a criação do cimento Portland, principalmente com a inclusão de fios e/ou barras metálicas, dando início uma nova etapa das construções de estruturas em concreto armado. Diversos materiais são empregados na engenharia civil além do concreto armado, além de variadas formas de técnicas construtivas. No meio de todas as etapas do processo construtivo as patologias estão intrinsicamente presentes, podendo ocorrer por diversos fatores, sendo as mais encontradas em falhas de projetos, falhas executivas, problemas com a mão de obra. Para sanar essas patologias e melhorar a utilização desses materiais, surgiram técnicas de reparos e reforços estruturais.

CONCEITOS E GENERALIDADES

Reforço estrutural é um tema muito amplo e complexo. Para entender melhor a técnica são necessárias informações que permitam definir os conceitos, motivos e a importância dos reforços estruturais.

Os problemas estruturais podem ser causados por diversos fatores e SILVA (2006) lista algumas das possíveis causas:

- Má concepção do projeto, ou seja, falha no detalhamento de matérias, erros no dimensionamento, entre outros;
- Má utilização de materiais, concreto com tensão inferior ao especificado, aço com características diferentes das específicas, entre outros;
- Má execução, está relacionado diretamente com a mão-de-obra desqualificada, irresponsabilidade técnica, entre outros;

SANTOS (2006) complementa dizendo que erros no projeto são causados principalmente no uso de cálculos incorretos, utilização inadequada de cargas e os erros de execução são principalmente localizados na qualidade da mão de obra e na utilização de materiais inadequados.

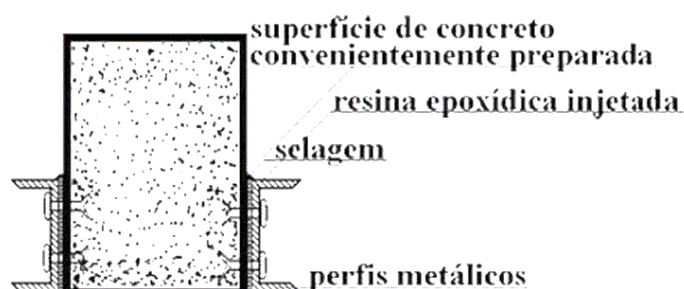
REFORÇOS ESTRUTURAIS

Caso o desempenho de uma estrutura seja insatisfatório ou a mesma esteja danificada, o projetista quem irá decidir de acordo com as particularidades da estrutura qual será a intervenção e, diante das mais variadas técnicas existentes, escolher a melhor técnica para aplicar a intervenção. Devem ser considerados também parâmetros sociais, artísticos, econômicos, dentre outros que podem influenciar na decisão quanto a urgência de reparar ou reforçar REIS (2001).

Segundo RIPPER e SOUZA (1998), o reforço estrutural pode ser feito pela associação

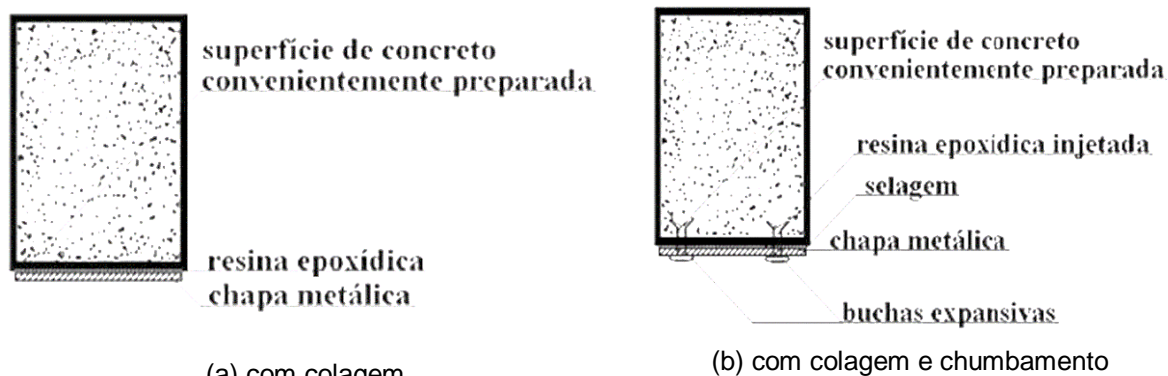
de materiais metálicos como barras de aço adicionais ou chapas metálicas como mostram as Figuras 1 e 2, pela implementação de concreto e ferragem como mostra a Figura 3, e pela utilização de fibras e também por meio da aplicação de forças que se contraponham às tensões adicionais através do uso da protensão.

Figura 1 - Reforço por chumbamento de perfis metálicas



Fonte: RIPPER e SOUZA (1998)

Figura 2 - Reforço em chapas metálicas



(a) com colagem

(b) com colagem e chumbamento

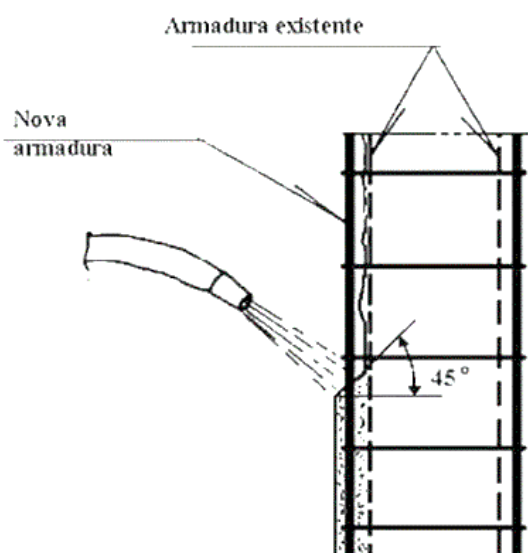
Fonte: RIPPER e SOUZA (1998)

É importante destacar que as formas de utilização dos materiais empregados fornecem características diferentes na estrutura, as quais podem ser classificadas em basicamente em dois tipos: reparo ou recuperações e reforço.

De acordo com RIPPER e SOUZA (1998) os reparos ou recuperações são ocasionais ou de manutenção rotineira, que poderão ser executados, sem maiores problemas, por pessoal próprio de manutenção. LIMA (2009) acrescenta que a recuperação objetiva o restabelecimento da integridade física e eficiência da estrutura, evitando que se agravem os

problemas que podem provocar desde sua inutilização até o colapso. Segundo RIPPER e SOUZA (1998) o reforço, por sua vez, faz necessário por aumento da capacidade de carga da estrutura, ou a correção de danos causados por agentes externos ou pela deterioração da obra. LIMA (2009) complementa que nem sempre o reforço é recomendado para elementos em estágio avançado de degeneração onde a recuperação faz-se necessária.

Figura 3 - Reforço mediante aumento de seção transversal



Fonte: RIPPER e SOUZA (1998)

LIMA (2009) destaca que as intervenções para reforço estrutural devem ser facilmente distinguíveis da estrutura original. Isso porque facilita o processo de manutenção e inspeção, evitando a adulteração de materiais antigos e impedindo a reversibilidade do processo. Entretanto, segundo REIS (2001) em qualquer método de reforço externo é importante que o comportamento do sistema seja como uma nova e única peça.

O projeto de reforço dependerá da formação técnica e da criatividade do projetista, não somente isso este tipo de projeto contempla diversos fatores, entre os quais Ripper e Souza (1998) cita a concepção original da estrutura, sua história, os defeitos, e a disponibilidade de mão-de-obra e de materiais. O projeto deverá especificar as etapas construtivas necessárias para realizar a intervenção e descrever os dispositivos a serem empegados REIS (1998).

A intervenção a ser utilizada em um pilar vai depender das causas que levaram ao uso

do reforço, e principalmente do posicionamento do pilar. Há casos que não se tem acesso a uma das faces do pilar, ocasionando que o trabalho de reforço seja feito apenas nas faces disponíveis. RIPPER e SOUZA (1998) acrescenta dizendo que há casos que basta apenas aumentar a seção transversal da armadura, embora haja situações que necessitam o aumento da seção de concreto. Como dito anteriormente pode-se utilizar também perfis ou chapas metálicas para o reforço.

TECNICA PARA REFORÇO EM COLUNAS

A metodologia adotada foi desenvolvida a partir da revisão bibliográfica, com coleta de informações e busca por conceitos associados ao tema do trabalho. Foram realizados levantamentos bibliográficos referentes às técnicas de reforço e recuperação estrutural de peças de concreto e alvenaria estrutural tanto em artigos científicos como em trabalhos acadêmicos e livros, possibilitando um desenvolvimento teórico do trabalho. Com essa fundamentação teórica, foi colocado em comparação com as técnicas usadas em um estudo de caso.

REFORÇO MEDIANTE O USO DE CHAPAS E PERFIS DE AÇO

Esta técnica de reforço consiste na incorporação de chapas e perfis metálicos à estrutura por meio de fixação com resinas, adesivos, parafusos ou chumbadores metálicos. Recomendada principalmente para situações que requerem emergência ou não permitem grandes alterações na geometria das peças Ripper e Souza (1998). Segundo Santos (2006) os primeiros estudos utilizando reforços com chapas de aço ocorreram na década de 60, REIS (2001) acrescenta dizendo que os primeiros trabalhos registrados reportam a L'hermite & Bresson que utilizaram esta técnica na Suíça e Alemanha em 1960.

Reis (1998) apresenta as principais vantagens da aplicação deste reforço:

- Rapidez na execução;
- Não utilização de materiais molhados ou úmidos;
- Ausência de vibrações e baixo nível de ruídos;

- O acréscimo de seção é muito pequeno;

Conforme Reis (1998) e Santos (2006) as desvantagens desse tipo de intervenção são:

- A fixação das chapas impede a visualização de futuras fissuras que podem vir acontecer, bem como a falta de visualização de possíveis deteriorações por corrosão na face interna da viga;
- As chapas de aço apresentam baixa resistência a elevadas temperaturas, causando o risco de ruína no caso de incêndio;
- Possível corrosão causada após longos períodos de exposição, principalmente quando a chapa de aço é fixada através de adesivos;

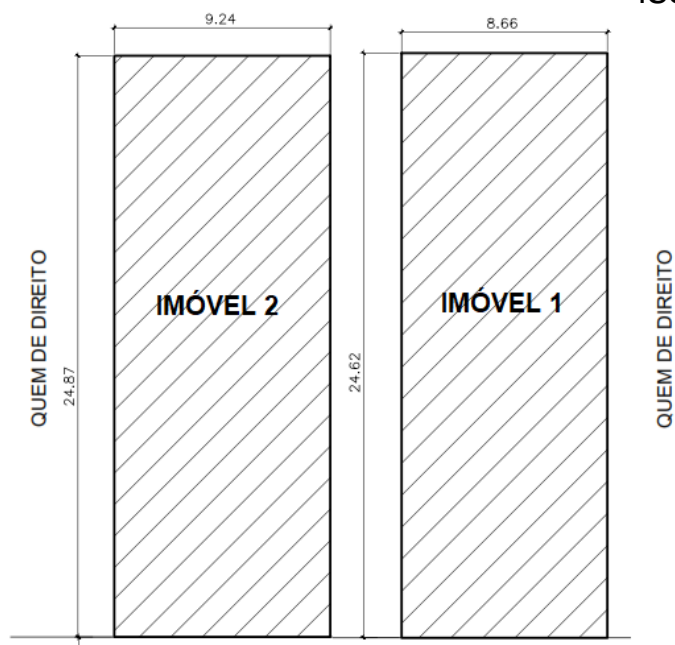
Reis (2001) destaca que é importante dar relevância à ligação estrutura-reforço, averiguando se as partes estão devidamente interligadas e, para isso, a superfície da peça deve estar corretamente preparada antes da implantação dos perfis ou chapas.

De acordo com as informações apresentadas, para a realização de reforço estrutural e colunas deve-se estar atento desde a análise das colunas com algum tipo de comprometimento, quanto a técnica que será utilizada, por isso fez-se necessário este estudo bibliográfico. Sendo assim, é possível interpretar melhor as formas de desenvolvimento e execução do projeto que será apresentado posteriormente.

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi em escolhido dois imóveis comerciais com telhados geminados de madeira, no centro do município de Santo Antônio de Pádua, a Figura 4 mostra a planta de situação dos dois imóveis.

Figura 4 – Planta de situação dos imóveis



A obra é bem antiga, com uma idade em torno dos 100 anos, esse valor é inserto, visto que não foi possível encontrar um registro que confirme exatamente quando se deu a construção. Em sua criação constituiu-se de um projeto de moinhos, o qual sofreu diversas mudanças e adaptações ao longo do tempo.

O proprietário já vinha planejando uma revitalização dos imóveis, por conta da procura de pessoas querendo alugar, sem contar a valorização da região onde os imóveis estão localizados, que a pouco tempo um grande mercado foi construído bem perto, mostrando que o bairro está crescendo de forma rápida.

DESENVOLVIMENTO

O proprietário da obra recebeu uma proposta para alugar um dos imóveis, porem os dois imóveis apresentavam um quadro crítico de infiltração devido ao tempo da edificação, e as intervenções má sucedidas de estanqueidade da cobertura, somando os problemas descritos no histórico da obra, influenciaram em diversas patologias.

A estrutura de alvenaria estrutural apresentava diversas trincas e rachaduras em diversos pontos. Um local crítico se encontrava nos fundos dos imóveis, as diversas modificações feitas utilizando diferentes tipos de matérias contribuiram para aumentar o risco

de novas patologias, e instabilidade da estrutura.

Diante do problema observado para solucionar o problema de infiltração, foi proposto a realização da troca das telhas danificadas e a implementação de um forro, evitando a visualização das treliças de madeira. O proprietário da obra quis escolher outras possíveis alternativas para sanar os problemas de infiltração. Após ouvir a opinião e análise dos profissionais da área de civil e mecânica, o proprietário decidiu acatar a substituição do telhado de madeira dos dois imóveis em estrutura metálica, e revitalizar os dois imóveis, sem perder a essência das construções.

DESMONTE DA COBERTURA ANTIGA

Com o início o desmonte da cobertura antiga de madeira, foi possível ver a gravidade que a cobertura se encontrava, com diversos locais em estado avançado de deterioração, identificou-se também diversas emendas feitas anteriormente como forma de resolver os problemas de infiltração citados anteriormente.

A firma contratada para realizar o desmonte da estrutura antiga, não se atentou a fragilidade que a alvenaria se encontrava depois desses anos todos, por conta disso algumas peças de madeira foram arrancadas de forma brusca, causando desprendimento de rebocos, deixando alguns locais da obra com a alvenaria estrutural aparente. A Figura 5 e 6 mostram alguns desses pontos.

Figura 5 - Desprendimento do reboco



Figura 6 - Alvenaria exposta



ANALISE DA CONSTRUÇÃO

Com a cobertura de madeira desmontada, foi possível ver as dimensões da obra. Dessa forma, estrutura de alvenaria estrutural presente no local foi analisada de forma mais precisa e constatou-se que não era apenas o telhado antigo de madeira que havia patologias.

O Engenheiro Mecânico, responsável pelo projeto da nova cobertura, constatou que não existia vigas na estrutura (Figura 7), e precisou de um parecer de um Engenheiro Civil, que pudesse garantir a integridade da alvenaria estrutural presente, como objeto de sustentação para nova cobertura metálica.

Figura 7 - Análise da estrutura



Assim foi feita a contratação de um Engenheiro Civil. O profissional realizou alguns procedimentos como forma de avaliar o estado que a essa estrutura se encontrava. Foram realizadas escavações nas bases das colunas, para a identificação do tipo de fundação existente como mostram as Figura 8 e 9. Sendo assim, foi possível identificar o tipo de estrutura executado na construção, que era muito comum antigamente, projeto de bloco com disposição de pedras.

Figura 8 – Abertura dos buracos



Figura 9 – Identificação do tipo de fundação



Foi discutido a capacidade de suporte das colunas de alvenaria da estrutura, porém não foi possível realizar nenhum ensaio que comprovasse realmente sua capacidade de suporte. A NBR 15270 (2005) considera uma resistência mínima de resistência à compressão (f_{bk}) a partir de 2,5 MPa para blocos cerâmicos utilizados para alvenaria estrutural.

As dimensões dos pilares variam em largura e espessura respectivamente entre 45cm X 20 cm. Realizando um cálculo rápido dividindo a tensão resistência sobre a área do pilar e um fator de segurando, chegou a um resultado de resistência a compressão dos pilares de 3200 kgf. Mesmo assim não há como ter certeza se a estrutura suporta esse valor, bem como avaliação dos limites por flambagem e capacidade de suporte das fundações.

É importante fazer uma observação a respeito das resistências a tração desses pilares,

a qual os esforços são combatidos exclusivamente pelo peso próprio da estrutura. É importante destacar que, quando a cobertura antiga estava em uso, o peso próprio garantia a compensação de forças de tração provenientes da ação de vento, diferentemente de uma nova configuração de cobertura mais leve em comparação a que estava sendo utilizada de madeira, pois sob a ação de vento, a estrutura metálica junto com a alvenaria poderia não resistir.

Após analisar todos os pontos a respeito das condições da obra, foram levantadas várias alternativas para solucionar a falta de sustentação da estrutura de alvenaria estrutural. Duas alternativas destacavam, uma seria a realização de uma estrutura nova, composta de fundação, pilares e vigas em concreto armado, deixando toda a estrutura de alvenaria estrutural sem propósito algum, e a segunda alternativa seria a utilização de reforços nos pilares.

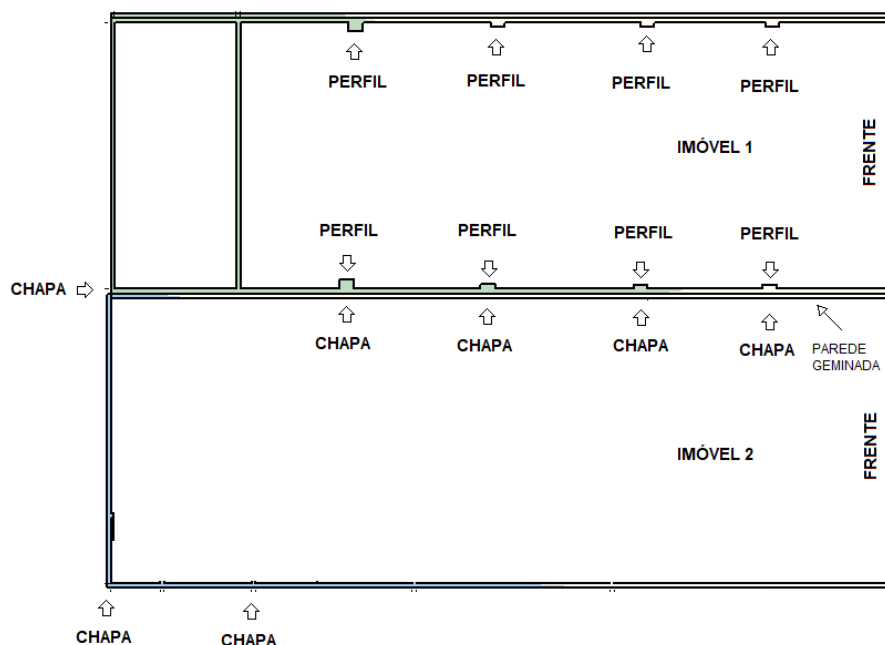
Dessa forma, foi proposto a utilização de reforços nas estruturas dos pilares existente nos imóveis, já que o intuito do proprietário era justamente revitalizar, sem perder a originalidade e as particularidades da construção.

4.4 ESCOLHA DO REFORÇO E A LOCALIZAÇÃO.

Após a decisão de utilizar reforços, foi preciso identificar o tipo de reforço ideal para a ocasião, sendo eficiente, produtivo e rápido e fácil de implementar, levando em conta a mão-de-obra que iria realizar esse serviço.

Apesar dos imóveis terem praticamente o mesmo tamanho, eles se diferem em alguns aspectos. O imóvel 2 tem suas colunas faceadas junto a parede, já no imóvel 1, as colunas apresentam ressaltos pronunciados. Levando em consideração essa característica das colunas, foi decidido utilizar nas duas paredes do Imóvel 1 os perfis metálicos, mas especificamente cantoneiras de abas iguais, já por sua vez foi escolhido utilizar chapas no Imóvel 2, a Figura 10 demonstra de forma mais clara o desenho da planta baixa com a localização dos reforços. As chapas também foram usadas em pontos específicos que já apresentavam problemas.

Figura 10 – Local dos reforços



A escolha de utilizar uma cantoneira como perfil de reforço, foi por sua ampla gama de bitolas e pelas qualidades de seu aço, sendo ideal para cantos como presentes nas colunas do Imóvel 1.

Foi escolhido a utilização da chapa como reforço visando escolher uma peça que melhor se encaixe nas particularidades do Imóvel. Ainda esta solução poderia gerar a possibilidade de se abrir os vãos entre os pilares, de forma a ganhar mais espaço, tornando os imóveis um único estabelecimento.

Além de não afetar esteticamente o lugar, a perda de área livre torna-se praticamente nula, em relação as suas resistências, a chapa tem a função de resistir os esforços de tração provenientes pela ação de sucção, além de permitir criar uma área de contato considerável levando em consideração o atrito.

4.5 ESFORÇOS

A carga de ação dos ventos é um dos critérios mais relevantes para a escolha do tipo de reforço analisado no caso. As ações de ventos estão inclusas nas denominadas cargas especiais, para encontrar a carga de vento atuante em uma edificação é preciso utilizar a

norma NBR 6123 (1988). A norma transforma as pressões dinâmicas do vento em forças estáticas, atuando na superfície perpendicular à direção do vento, através de uma marcha de cálculo. A marcha de cálculo contém diversos parâmetros relacionados a topografia do terreno como, rugosidade, fatores estáticos, e a velocidade básica do vento da região.

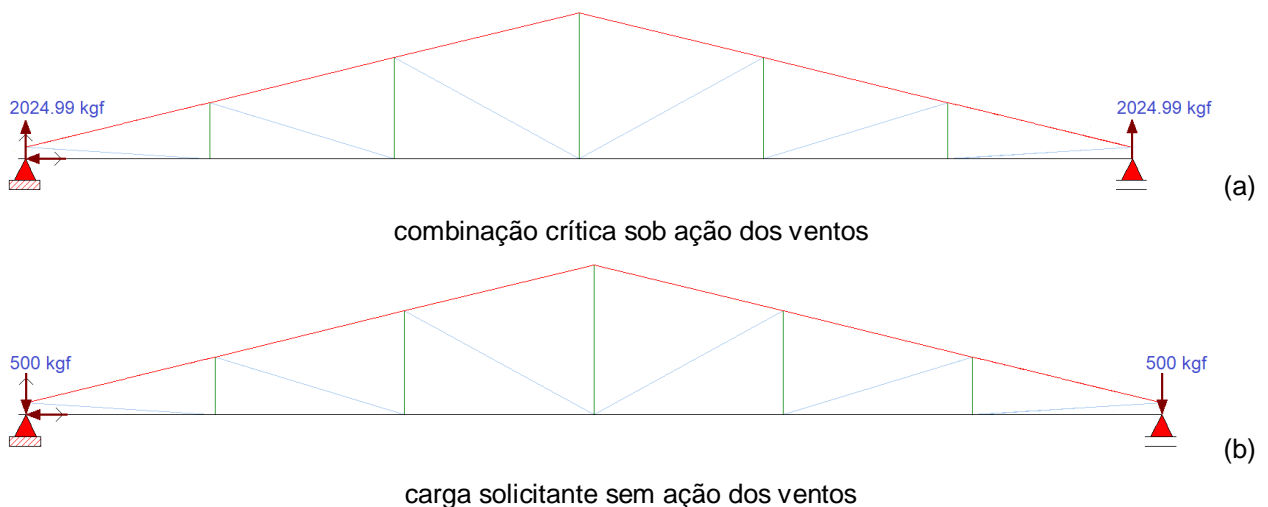
A estrutura em análise apresenta 4 paredes impermeáveis, isso significa que a estrutura não possui nenhum tipo de abertura além da entrada, para que as forças vindas da ação de vento possam ser aliviadas ou compensadas, nesse tipo de situação a estrutura está sujeita a uma ação crítica de sucção.

A utilização do reforço de chapas e perfis metálicos foram utilizados também, para garantir resistência aos esforços de sucção que o vento pode fazer a estrutura, e também pela facilidade de encontrar esse material em nossa região.

Após encontrar a carga de vento atuante nos pilares do imóvel foi preciso identificar a carga solicitante imposta nos pilares, para assim encontrar as dimensões dos reforços da estrutura.

A Figura 11a mostra a carga mais crítica solicitante encontrada após a realização das combinações feita utilizando Trame um software livre. Foi realizado também a configuração sem ação dos ventos na Figura 11b.

Figura 11 – Carga solicitante nos pilares



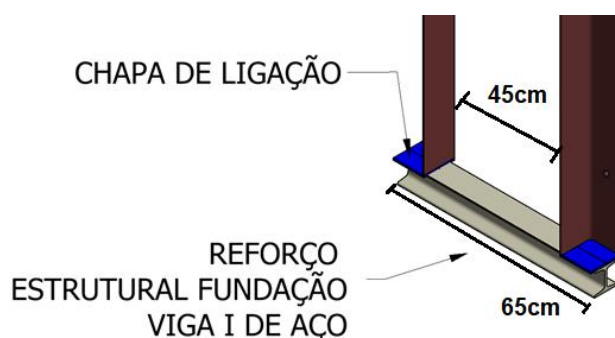
REFORÇO DE FUNDAÇÃO

A fundação como explicado anteriormente é composta por sedimentação de pedras, a sua sustentação é uma incógnita visto que não há como identificar sua capacidade sem realizar testes laboratoriais, sem ter certeza foi decidido realizar um reforço na fundação, afim de sanar qualquer tipo de problema futuro, afim de tornar a estrutura rígida e segura.

A peça escolhida, foi uma Viga I, sendo ideal para aplicações que exijam maior resistência e robustez, como por exemplo servindo como base de máquinas.

O reforço foi realizado posicionando uma viga I na base das colunas do Imóvel 1. Essa viga foi soldada junto ao reforço de coluna através de uma chapa de ligação, unindo os dois reforços. A Figura 12 apresenta o desenho feito para o reforço de fundação. Após a junção das peças, a argamassa irá preencher o espaço após a instalação da viga no local, evitando qualquer movimentação ou rotação.

Figura 12 – Projeto do reforço de fundação



O comprimento da viga foi dimensionado para 65 cm como mostra a figura, pois a maioria das colunas apresentavam uma largura aproximada ao valor de 45 cm, e para a união do reforço de coluna foi deixando 10 cm para cada lado.

A menor viga I disponível em lojas de ferragem da região foi a viga I de três polegadas, suas dimensões cabem exatamente no espaço deixado nos testes feitos para identificação do tipo de fundação, além das considerações apresentadas, a facilidade de encontrar esse tipo de Viga na região.

A deformação mínima que a norma NBR 8800 (2008) aceita para vigas que suportam pilares, é correspondente a $(L/500)$, sendo L o comprimento da viga, aproximadamente 1,3 mm para o caso em questão.

A deformação resultante utilizando um software livre (Trame) usado para em análise com base a norma 8800 (2008), foi aproximadamente 0,12 mm, menor que 10% ao limite em relação a norma.

As instalações das vigas de fundação foram feitas após o posicionamento dos reforços nos devidos locais, a Figura 13 demonstra a forma como foi realizado a instalação e solda das peças nas bases dos pilares reforçados.

Figura 13 – Reforço de fundação



DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS

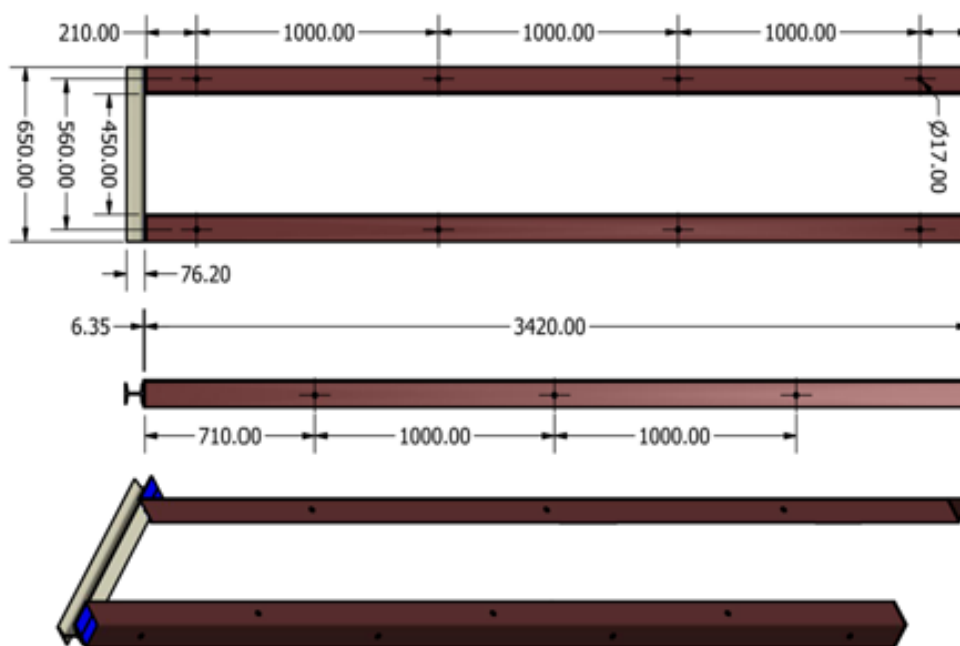
Os reforços foram idealizados com objetivo de compensar os esforços de tração que as colunas necessitariam com a nova configuração de cobertura, foi considerado a forma mais crítica de dimensionamento analisando as peças de forma independentes, de acordo com a NBR 8800 (2008) que aborda sobre estruturas metálicas e estruturas mistas.

A escolha do perfil cantoneira foi levando em consideração alguns fatores, os ressaltos presentes nas colunas apresentam uma largura próximas a 13 cm, e outro fator já mencionado anteriormente, era de localizar um perfil que fosse de fácil acesso nas lojas de ferragem da

região.

A Figura 14 apresenta a composição com as dimensões feitas para o projeto desse reforço.

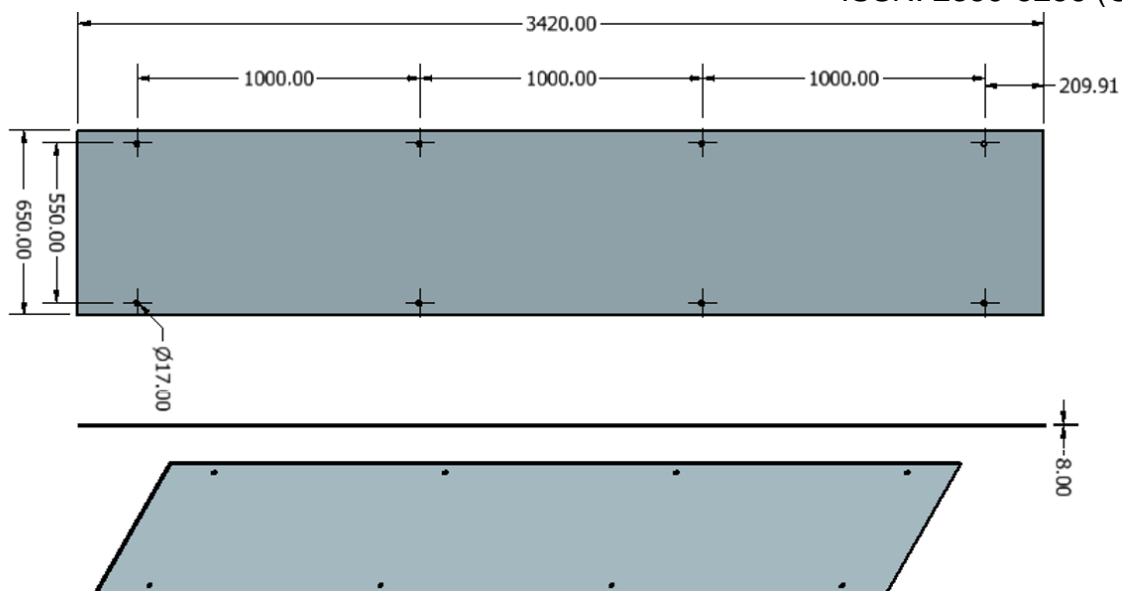
Figura 14 – Dimensões reforço perfil



Os cálculos dos perfis e chapas foram feitos utilizando a norma ABNT NBR 8800 (2008) como referência, analisando as peças submetidas a tração e compressão. A carga solicitante que será usada nos cálculos terá o valor de 21kN, carga fornecida pelo projeto do engenheiro mecânico.

A Figura 15 apresenta o desenho do projeto realizado para esse reforço. Identificando as características pré dimensionadas.

Figura 15 – Dimensões reforço chapas



A escolha de uma chapa grossa com espessura de 8 mm foi levando em consideração a deterioração que a peça poderia vir a ter ao longo do tempo, e escolher uma chapa com espessura mais fina poderia vir causar outras patologias relacionadas a oxidação, e ao aperto das barras rosqueadas.

ANALISE DOS RESULTADOS

Analisando os cálculos de dimensionamento por perfis, foi possível observar que o seu dimensionamento resultou em uma cantoneira de 4"x4"x1/4", essa configuração tem resistência suficiente para suportar os esforços de tração e compressão.

O reforço por chapas os cálculos analisaram que a espessura de chapa igual a 5/16" (8 mm) resiste aos esforços de tração e compressão.

Após encontrar o dimensionamento e resistência dos reforços dos pilares, foi dado sequência para o próximo estágio, a instalação das peças, a Figura 16 e 17 apresentam os reforços devidamente nos seus lugares.

Figura 16 – Reforços em perfis



Figura 17– Reforços em chapas



CONCLUSÃO

Por meio de um reforço bem executado é possível reestabelecer uma estrutura antiga e/ou instável, ao serviço normal de carregamento, e até mesmo aumentar sua capacidade

resistiva.

O reforço estrutural por meio de chapas e perfis metálicos cumpriu satisfatoriamente todos os requisitos, de forma rápida e eficaz. O custo baixo foi outro ponto positivo quando comparado a alternativa que foi proposta anteriormente de realizar toda a estrutura novamente em concreto armado. A solução proposta possibilita ainda abrir os vãos entre as colunas, unindo os dois imóveis, dando ainda mais alternativas para de projeto.

Foi possível identificar que a muito mais a se aprender sobre reforços em estruturas, deixando claro ser uma área rica, levando em consideração que sempre irá existir patologias a serem resolvidas.

REFERENCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: forças Devidas ao vento em edificações: Rio de janeiro, 1988

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270 (2)**: componentes cerâmicos parte 2: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural: Rio de janeiro, 2005.

LIMA, N. dos S. **Uso de estruturas metálicas em reforço estrutural de vigas de madeira**. 2009. 14 f. Artigo Científico – Departamento de Construção Civil e Transportes, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MARIANO, J. R. **Recuperação estrutural com ênfase no método da protensão externa**. 2015. 50 f. Dissertação (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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**. 1998. 239 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

REIS, L. S. N. **Sobre a Recuperação e reforço das estruturas de concreto armado**. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIPPER, T.; SOUZA V. C. M. De. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

SANTOS, E. W. F. **Reforço de vigas de concreto armado à flexão por encamisamento parcial**. 2006. 168 f. Dissertação (Pós-Graduação de Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, E. A. **Técnicas de recuperação e reforço de estruturas de concreto armado**. 2006. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.