



Adequação de treliça em aço frente a uma nova finalidade

Gustavo Oliveira Daumas⁽¹⁾, José Geraldo de Araújo Silva⁽²⁾, Lucas Teixeira Araújo⁽³⁾,
Antônio Maria Claret de Gouveia⁽⁴⁾, Hisashi Inoue⁽⁵⁾, André Luiz Candian⁽⁶⁾,

(1) Gustavo de Oliveira Daumas, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, Brasil.

Email: godaumas@gmail.com

(2) MSc José Geraldo de Araújo Silva, Engenheiro Civil, Metalcon, Brasil.

Email: jgaraujo@gmail.com

(3) Lucas Teixeira Araújo, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

Email: lucasteixeira32@gmail.com

(4) Dr. Prof. Antônio Maria Claret de Gouveia, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

Email: amcgouveia@gmail.com

(5) Dr. Prof. Hisashi Inoue, Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil.

Email: hisashi@ufsj.edu.br

(6) MSc André Luiz Candian, Engenheiro Civil, Faculdade Única, Brasil.

Email: alcandian@gmail.com

Resumo: Durante a existência de uma edificação/estrutura é normal que, devido a alterações normativas e/ou necessidades de produção e de utilização, que a mesma seja modificada para atender aos esforços oriundos das novas cargas. Isto não quer dizer que ocorreria erro de projeto, fabricação ou montagem, mas sim que a estrutura esteja apenas sendo adequada a uma nova condição, sendo portanto necessária a realização de novo dimensionamento, elaboração de projeto de reforço e colocação dos novos elementos estruturais.

Para os casos em que a necessidade de aumento de carga seja pequena, estando abaixo dos fatores normativos, é aceitável, dependendo da experiência e acurácia do calculista/fabricante que não sejam feitos reforços, mas via de regra, esta não é a praxe. De uma maneira geral os responsáveis pelos processos de reforço/adequação estrutural devem ter expertise suficiente para discernir até a que ponto podem chegar sem colocar em risco a segurança estrutural, quer seja pela utilização ou pelo serviço.

Este trabalho apresenta todo o processo de adequação de uma treliça metálica estaiada, utilizada como pipe rack, tendo dois balanços atirantados e um vão central, também atirantado, assemelhando-se à famosa ponte do Brooklin em Nova York. Após a ocorrência de um sinistro (queda de uma árvore durante uma ventania, que veio a colapsar a estrutura em seu vão central) optou-se por alterar a localização e tipologia estrutural do novo *pipe rack* (aproveitando parte da estrutura colapsada), passando o mesmo a ser em treliça isostática. Esta ação alterou sobremaneira os esforços atuantes na estrutura, sendo necessário propor diversos reforços e trocar algumas peças para que a treliça ficasse simétrica.

Palavras-chave: Sinistro estrutural, Reforço estrutural, Treliça metálica, Treliça atirantada, Estrutura atirantada

1. Introdução

Por mais estranho que possa parecer, toda e qualquer estrutura, quer seja uma edificação simples, ponte ou cobertura metálica, deve ser tratada como um ser vivo, pois durante a “sua vida” ela sofre com as intempéries (sol, chuva e vento) e com as cargas de utilização, sendo necessária a realização de intervenções (corretivas ou não) visando a manutenção das características originais da estrutura, a fim de que ela possa continuar exercendo a função para qual fora projetada e construída.

Da concepção até a utilização, passando pela execução, alterações de finalidade, patologias ou *as built*, todas as fases merecem atenção para que nenhuma não conformidade e/ou desvio passem despercebidos, pois isto poderá gerar graves problemas no futuro.

Algo muito importante e que por vezes não é considerado é a localização de uma estrutura/edificação, ou seja, como está o entorno da futura obra, pois dependendo da condição, problemas poderão surgir, quer seja pelo deslizamento de encostas, enchentes ou afunilamento de vento.

A elaboração de um manual de uso da estrutura juntamente com um memorial descritivo é de suma importância para que, durante a existência da mesma, todas as intervenções que se façam necessárias sejam realizadas dentro de uma conceituação lógica e coerente, a fim de que não ocorram efeitos indesejados e/ou o que devia ser um reparo, torne-se um novo problema.

Na iminência da ocorrência de um problema ou mesmo quando este já estiver ocorrido, para que se obtenha uma melhor performance na intervenção é imperativo que esta seja realizada o quanto antes, pois quando se intervêm de imediato, as possibilidades de sucesso são enormes. As razões para tal é que neste caso tem-se mais tempo para procurar soluções; o problema pode ainda estar no início e as cobranças pela volta à normalidade ainda não estão em nível estressante.

A estrutura inicial era constituída de uma treliça 3d, estaiada, utilizada para travessia de um rio, tendo tubulações de produto químico em sua parte inferior e superior (3 tubos em PEAD com diâmetro de 500mm). Os pilares para suporte dos tirantes eram em concreto armado.

As dimensões da estrutura são:

Comprimento total: 130 metros

Balanço à esquerda: 20m

Vão central: 90m

Balanço à direita: 20m

Altura: 3.50m

Largura: 3.00m

Modulação: 5.00m

Banzos: perfil dobrado a frio 250x75x6.3x25, em aço USI-SAC41 (de projeto)

Montantes e diagonais: perfil dobrado a frio 100x50x3.00x20, em aço USI-SAC41 (de projeto)

As Figuras 1 e 2 apresentam a vista lateral e o corte transversal da estrutura.

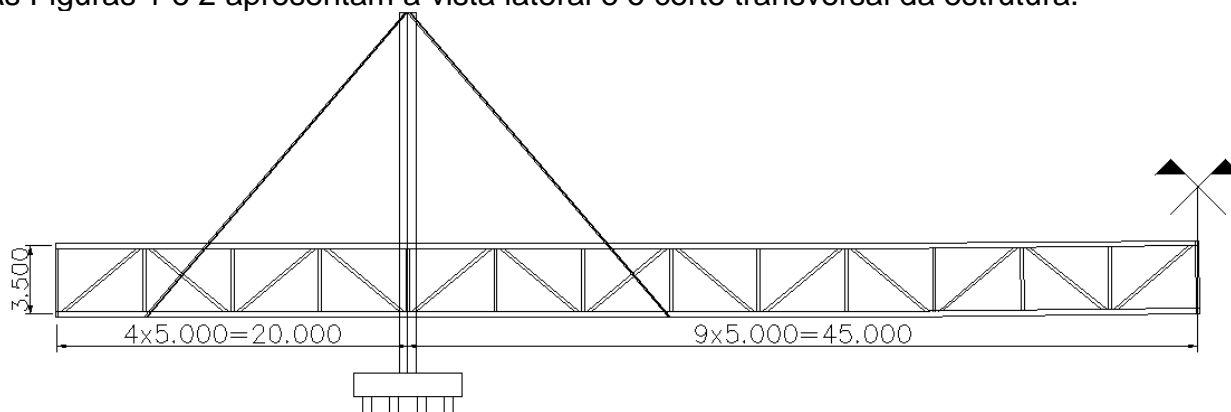


Figura 1 – Meia vista da estrutura existente.

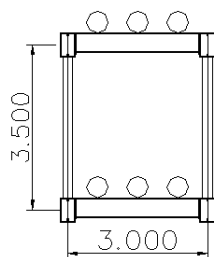


Figura 2 – Corte transversal da treliça.

2. Apuração das causas do sinistro

As fortes chuvas seguidas de vento que ocorreram no interior de São Paulo no ano de 2019, fizeram com que a estrutura ruísse. Porém, as causas primárias do desabamento deveriam ser diagnosticadas, para que não mais se caísse no mesmo erro. Desta forma procurou-se investigar as causas, adotando a seguinte metodologia:

- Pesquisa documental, onde seriam estudados os projetos existentes e confrontados com a estrutura *in loco*.
- Pesquisa documental, visando encontrar as possíveis intervenções realizadas na estrutura, através de relatórios de manutenção e relatórios fotográficos
- Levantamentos de campo, observando as condições da estrutura e o entorno da mesma

2.1 Pesquisa documental

A pesquisa documental obteve grande êxito, pois foram encontrados todos os projetos estruturais relativos à obra (fundação e estrutura metálica), com uma boa qualidade de detalhes, onde todos os itens constantes na estrutura estavam presentes. Infelizmente não se pode dizer o mesmo acerca da opção estrutural adotada, pois esta não era a melhor para o ambiente onde se encontrava instalada a treliça (área industrial altamente agressiva).

Quanto à parte da documentação relativa às intervenções, nada fora fornecido e foi informado que desde a entrega da obra (há 20 anos) nada se faz, nem mesmo uma verificação do surgimento de algum possível ponto de corrosão e/ou alguma patologia de utilização.

2.2 Levantamentos de campo

Com as informações contidas nos projetos, mesmo com a estrutura sinistrada, pôde-se observar em campo as nuances e os detalhes estruturais, estando estes, em parte, de acordo com o que fora proposto pelo projeto. Muitas das peças apresentavam avançado estado de corrosão, sendo que em alguns pontos, havia corrosão generalizada, ficando parte da peça cortada. Quanto ao entorno o mesmo estava alterado devido à queda de diversas árvores sobre a estrutura e à presença de voçorocas que deixaram a mostra as estacas de um dos lados da ponte.

Após as primeiras análises, pôde-se afirmar com certeza de que a ruína teve as seguintes causas:

- Ausência de manutenção na estrutura
- Ausência de manutenção no entorno da ponte
- Material utilizado não condizente com o especificado no projeto
- Erros de fabricação e montagem.



Figura 3 – Vista de parte da estrutura, com diversas regiões em avançado estado de corrosão.



Figura 4 – À esquerda detalhe de peça onde ocorreu corrosão na solda. Observa-se a baixa qualidade da solda e ausência de acabamento. À direita parafusos de ligação em avançado estado de corrosão.

3. Proposta de reutilização estrutural

Como boa parte das peças apresentava bom estado de conservação, foi proposto a utilização das peças como uma treliça isostática, alocada em um local onde o canal do rio tivesse menor largura e que as influências externas (árvores e agressividade ambiental) fosse de menor monta, de forma a impedir que um novo sinistro ocorresse. Optou-se pelo comprimento de 60m, como mostrado pela Figura 5.

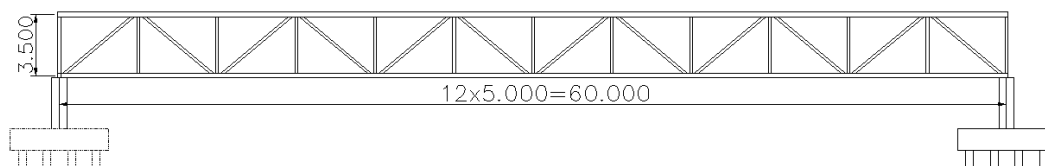


Figura 5 – Vista da nova estrutura, sem balanços, tirantes e com apenas o vão central.

De posse da necessidade da indústria (três tubos na parte superior e três tubos na parte inferior), das cargas de vento obtidas através da NBR 6123 (1) e de alguma carga para manutenção, partiu-se para o cálculo e detalhamento da nova estrutura. Para peças em perfis leves (dobrados a frio) utilizou-se a NBR14623 (2) e para os reforços em cantoneira e chapa grossa, NBR8800 (3).

Escolheram-se as melhores peças e através da engenharia reversa ficou patente a necessidade da colocação de reforços e, em alguns casos, troca das peças. Onde era necessária o aumento de área de aço, colocou-se uma chapa soldada na alma do perfil e onde poderia haver troca de sentido dos esforços, por segurança fora colocada uma nova diagonal, ficando assim o sistema composto por uma peça em “X”.



Figura 6 – À esquerda vista de um reforço em chapa grossa soldado à alma do perfil dobrado a frio. À direita, para diminuição do trabalho e aumento da segurança, foi colocado (próximo aos apoios) diagonais em “X”.

4. Conclusões

Este estudo de caso permite afirmar que:

- Assim como os seres vivos, toda e qualquer edificação ou estrutura, deve ter a sua história registrada, pois em caso de algum acidente, se necessário realizar alguma intervenção, esta será mais fácil e mais econômica;

- As estruturas têm que ser projetadas e construídas considerando o entorno das mesmas, verificando o tipo de ambiente em que a mesma será inserida e se existe a possibilidade da ocorrência de algum sinistro, quer seja provocado ou oriundo das forças da natureza;
- A reutilização de uma estrutura é viável, desde que a estrutura existente seja analisada com muito critério e que a proposta de reutilização seja bem estudada e levada a cabo com equipe capacitada e experiente;
- Independente da condição, toda e qualquer estrutura necessita de manutenção periódica, pois imprevistos podem acontecer sem prévio aviso.
- A fiscalização participativa deve ser uma constante, quer seja na fase de projeto, fabricação e montagem da estrutura metálica, não cessando após a entrega da obra.

Referências

- [1] NBR 6123:1.988 – Cargas devidas ao vento em edificações. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1.988. Rio de Janeiro.
- [2] NBR 14762:2.010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
- [3] NBR 8800:2.008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, 2.008. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1.988. Rio de Janeiro.