



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

APLICABILIDADE E CARACTERÍSTICAS DOS ESTAIS NAS PONTES E VIADUTOS QUE UTILIZAM ESTE INSUMO

Autores: WILLIANY SOUZA FRANCO, BRUNA THALIA MAGALHÃES ROCHA, RAFAELA PEREIRA BARBOSA, YARA COSTA LOPES

Introdução

A finalidade primordial da presente pesquisa é apresentar os estais ou cabos de estaiamento muito utilizados em pontes e viadutos que necessitam vencer grandes vãos sem pilares ou mastros. Os objetivos da pesquisa, por sua vez, visam compreender como atuam as forças nesses cabos, como estes fazem a distribuição das cargas, demonstrar o cálculo da área de estaiamento de cada um destes cabos, demonstrar a vulnerabilidade dos cabos à corrosão, tabular os dados coletados, descrever gráfica e geometricamente as formas e dimensões destes cabos e ainda uma breve análise quanto à viabilidade em suas aplicações. Demonstrar-se-á ainda suas principais vantagens e desvantagens na utilização deste método.

Os estais ou cabos de estaiamento são elementos compostos por aço galvanizado de alta resistência à tração. Em viadutos ou pontes estes são fixados na extremidade superior, do mastro, ancorado por uma cabeça sem regulagem ou dispositivos para ajustes posteriores, estão diretamente ligados ou chumbados no mastro, já na outra extremidade, estão ligados ao tabuleiro com uma cabeça mais complexa, ajustável de forma a permitir a perfeita distribuição de tração entre todos os cabos. Os estais são encarregados de transferir os esforços exigidos do tabuleiro para os mastros das pontes. Os cabos são compostos, basicamente, por um sistema de tensionamento, por um sistema de ancoragem e pelos itens necessários à sua proteção.

Podem ser dispostos em três geometrias: harpa, semi-harpa ou leque. Em harpa, os estais são ancorados de forma paralela, do mastro ao tabuleiro. Na configuração semi-harpa, são ancorados no mastro a uma determinada distância um do outro e vão se afastando gradativamente até chegar ao tabuleiro. Já na geometria em leque, a ancoragem é feita em um mesmo ponto no mastro e se afasta até os pontos de ancoragem no tabuleiro.

Neste contexto, a problematização desta pesquisa consiste ao fato de que os cabos e os elementos estruturais em perfis metálicos no Brasil ainda estão em ascensão, e para fomentar a utilização deste método construtivo estudos devem ser apresentados com o intuito de testar a viabilidade deste, podendo ser uma alternativa a todos os métodos construtivos hoje utilizados.

Buscando sempre inovar, ou no mínimo, aprimorar as práticas que vêm sendo aplicadas na construção civil, é mister traçar este paralelo entre os elementos estruturais utilizados em maior escala e os elementos metálicos. Esses elementos já são largamente aplicados em outras nações de culturas opostas, apresentando os principais aspectos que norteariam a aplicação reiterada dos métodos hoje utilizados e demonstrar os principais aspectos favoráveis às estruturas metálicas.

Material e Métodos

O método de pesquisa adotado foi o bibliográfico, com base em livros, artigos, monografias e demais publicações, com a finalidade de aprimorar e condensar o conhecimento acerca deste tema. Também foi utilizado o programa GeoGebra, para auxiliar nos cálculos e no desenvolvimento de imagens para melhor entendimento do objeto estudado.

Resultados e Discussão

De acordo com o E-Civil ([s.d.]), Dicionário da Construção Civil On-line, a ponte estaiada é um tipo de ponte suspensa por cabos de sustentação que partem diretamente de um mastro e vão até o tabuleiro da ponte. A ponte estaiada é uma alternativa intermediária entre uma ponte pênsil, que requer maior estrutura de cabos, e uma ponte fixa que requer uma estrutura de sustentação mais elaborada e cara. A estrutura das pontes estaiadas pode ser classificada em Harpa, quando os cabos partem paralelos a partir do mastro, de modo que a altura do ponto de fixação do cabo no mastro é proporcional à distância do ponto de fixação deste cabo no tabuleiro, ou em Leque, quando os cabos de sustentação partem do topo do mastro.

Estais são elementos constituídos de aço galvanizado de elevada durabilidade ou resistência à tração, também podendo ser compostos por fios de aço trefilado ou por cordões individuais e exclusivos formados por cordoalhas paralelas, representados na Fig. 1. Os cabos estão submetidos a grandes variações de tensões devido às cargas atuantes no tabuleiro, tais como cargas móveis, efeitos de temperatura, gradientes térmicos, vento e efeitos sísmicos. A capacidade resistente dos estais depende especificamente da quantidade de fios ou cordoalhas que formam os cordões. (PORTAL..., [s.d]).

Para desenvolver alguns cálculos em estais o viaduto estaiado de Millau foi determinado como objeto de estudo. Segundo Moura (2005), esse viaduto é um exemplo raro de obra estaiada de vãos múltiplos. E seus principais desafios foram ação do vento e o vale escarpado.

Tendo como objetivos os estais desse viaduto, algumas informações foram destacadas na pesquisa de Moura (2005), tais como: os 11 pares de estais, que sustentam cada vão, foram dispostos em semileque em um só plano. Através de cálculos, determinou-se que os estais se apresentam espaçados ao longo do tramo central, a intervalos regulares de 12,51 m. O comprimento dos estais varia de 60 a 180 m, segundo seu afastamento em relação aos mastros. Como mostrado na Fig. 2.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

A física permite a noção da atuação das forças nas pontes estaiadas que surgiram como uma alternativa de substituição dos pilares, que intermediavam apoios para o tabuleiro, fazendo que o vão seja prolongado a distâncias maiores. Sua estrutura básica é constituída por uma série de triângulos sobrepostos, formados por pilão, estais e tabuleiros. Tais componentes instalados predominantemente por forças axiais, com os cabos em tração e o pilão de tabuleiro em compressão, como demonstrado na Fig. 3. (VARGAS, 2007).

A proteção nos cabos é de fundamental importância, pois qualquer imperfeição na superfície do aço pode provocar pontos de concentração de tensão, ocasionando uma tensão superior à admissível, por esse motivo os estais são protegidos por processos especiais contra corrosão. Processos como o método de galvanização que pode alterar as propriedades mecânicas do aço e o protege, outro meio é a aplicação de cera, feita entre todos os fios que compõem uma cordoalha que pode similarmente ajudar na segurança estrutural dos cabos. Já as bainhas ou tubos de polietileno de alta densidade asseguram impermeabilidade à água e resistência à ação de raios ultravioleta. Em alguns casos, também é instalado um tubo "antivandalismo" que protegem as cordoalhas até 3,5 m do nível do tabuleiro, composto por um revestimento de aço de cerca de 5 mm de espessura na base do estai, junto ao tabuleiro, para preservação e proteção mecânica do conjunto. (CORSINI, 2013).

Conclusão

Os cabos de estaiamento cumprem com excelência não só o fomento estético aos projetos arquitetônicos, mas também segurança e estabilidade às edificações erguidas utilizando-se tal insumo.

Um dos fatores primordiais que levam a esse método construtivo é sem dúvida a necessidade de se vencer grandes vãos na construção de pontes e viadutos sem a necessidade de muitos pilares. Isso se dá a eficiente equalização na distribuição de cargas quando do emprego dessa técnica. Outro fator que não pode deixar de ser mencionado é a estética singular alcançada nestas obras.

Analizadas as possíveis aplicações para o insumo pode-se perceber que este pode ser usado nas mais diversas obras, além das já mencionadas, desde que respeitados os limites de tração e oxidação do metal ora empregado. Demonstrando assim a alta flexibilidade do material quanto à sua aplicação nas edificações mais diversas.

Referências Bibliográficas

- CORSINI, Rodnei. **Ancoragem de estais em pontes**. 2013. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/29/ancoragem-de-estais-em-pontes-pontes-estaiadas-sao-sustentadas-292649-1.aspx>>. Acesso em: 17 set. 2015.
- E-CIVIL - Dicionário da Construção Civil On-line. **Ponte Estaiada**. [s.d]. Disponível em: <<http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-ponte-estaiada.html>>. Acesso em: 17 set. 2015.
- MOURA, Eride. **Viaduto de Millau**. 2005. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/99/artigo287376-1.aspx?fb_comment_id=335615429916012_453724828105071#fe822120>. Acesso em: 17 set. 2015.
- PORTAL Metálica. **Como realizar a manutenção de estais em pontes**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/como-realizar-a-manutencao-de-estais-em-pontes>>. Acesso em 15 set. 2015.
- RODRIGUES, J. P. et al. **Documento de visão geral do Módulo de Apoio Estatístico a Projectos**. Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia FEUP, Porto: FEUP, 2003. 26p.
- SISTEMAS ESTRUTURAIS. **Ponte estaiada Rio Negro**: Estrutura. 2014. Disponível em: <<http://concreto-ma4.blogspot.com.br/2014/03/ponte-estaiada-rio-negro-estrutura.html>>. Acesso em: 16 ago. 2015.
- VARGAS, Luis Arturo Butron. **Comportamento estrutural de pontes estaiadas efeitos de segunda ordem**. Dissertação (Mestrado) – Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

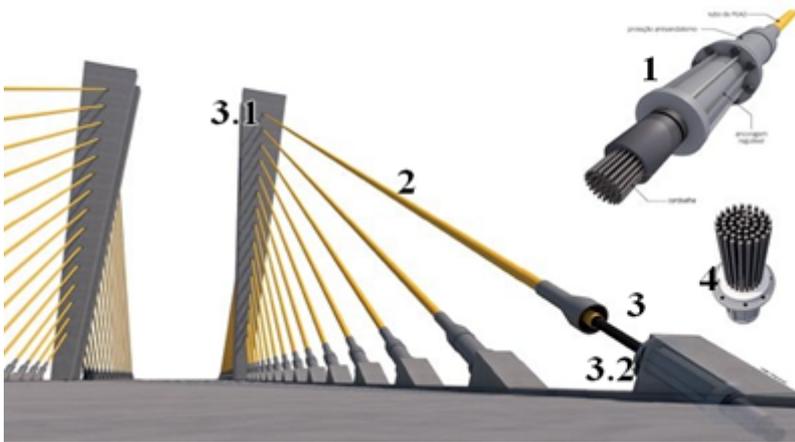
REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X



Legenda da imagem:

1. Componentes do cabo de estaiamento
2. Proteção dos cabos
3. Execução da ancoragem
- 3.1. Ancoragem fixa
- 3.2. Ancoragem regulável
4. Dispositivos de ancoragem

Figura 1: Cordoalhas que compõem os estais.

Fonte: CORSINI, 2013. Editada pelos autores.

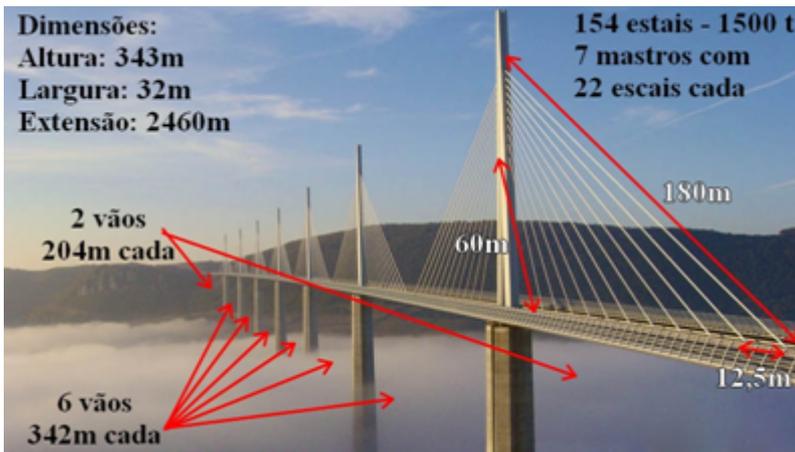
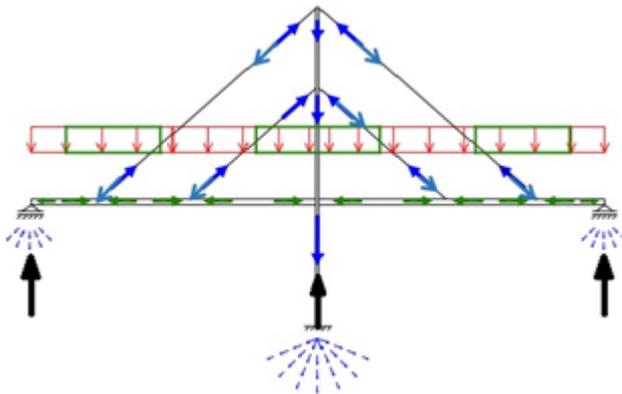


Figura 2: Dimensões do Viaduto de Millau.

Fonte: Twisted Sifter, 2011. Editada pelos autores.





CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Figura 3: Aplicações das forças.

Fonte: Sistemas Estruturais, 2014.