

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE PONTES NO PROGRAMA SAP2000N: PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES DA AASHTO

Thiago da Silva Nunes Correia

Especialista em Engenharia Estrutural pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
MBA em Administração Finanças e Negócios e Negócios Imobiliários pela Universidade Aberta do Brasil (UAB),
Vitória, ES, Brasil
eng.thiagocorreia@gmail.com

Igor Charles Siqueira Leite

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Especialista em Engenharia Estrutural pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
engfabigor@gmail.com.

Luiz Eduardo Amâncio Aguiar

Mestre em Gestão em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável pela
Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
leduaguiar@yahoo.com.br

José Eudes Marinho da Silva

Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
mottaj.eudes@ibest.com.br

RESUMO

O presente trabalho propõe-se compreender a modelagem de pontes no programa SAP 2000N. A pesquisa realizada foi exploratório-descritiva, onde os dados foram extraídos do referencial teórico para estabelecimento de relações com os objetivos da pesquisa. A análise de dados, confrontando-se aspectos quantitativos e qualitativos das teorias e conceitos da AASHTO LRFD 2007 com a modelagem de uma ponte de vigas mestras no programa SAP2000N, Mostrou ser preciso um conhecimento mínimo de recomendações da AASHTO LRFD 2007 para se obter expertise como o uso do programa para a modelagem de pontes, bem como é necessário conhecer as diferentes formas de análise que o programa oferece: “Static, Multistepstatic, Modal, Response spectrum, Time history, MovingLoad, Buckling, SteadState, Power spectral density, Hyperstatic”; para se ter o controle sobre o processamento do modelo gerado.

Palavras-chave: Estrutura. Pontes. Modelagem.

BRIDGES OF STRUCTURES IN MODELING SAP2000N PROGRAM: KEY RECOMMENDATIONS AASHTO

ABSTRACT

This work proposes to understand the modeling of bridges in SAP 2000N program. The research was exploratory and descriptive, where the data were extracted from the theoretical framework for establishing relations with the research objectives. Data analysis, clashing quantitative and qualitative aspects of the theories and concepts of the AASHTO LRFD 2007 with the modeling

of a bridge girders in SAP2000N program has proved to be necessary minimal knowledge of AASHTO LRFD recommendations of 2007 to obtain expertise as using the program for modeling bridges, and we need to know the different forms of analysis that the program offers: “Static , Multistep static, modal, Response spectrum, Time history, Moving Load, Buckling, Stead State, Power Spetral density, Hyperstatic; to have control over the processing of the generated model.

Keywords: Structure. Bridges. Modeling.

1 INTRODUÇÃO

O projeto e análise de pontes é de extrema importância para a engenharia civil, por se tratar de um aspecto relacionado à obras de infraestrutura do país e estarem envolvidos valores vultosos para a sua implementação.

O projeto de estruturas de pontes que atendam com praticidade, segurança e economia às exigências dos principais códigos e normas nacionais e internacionais, requer cada vez mais o entendimento por parte dos engenheiros projetistas, o domínio de sua implementação computacional, aliado ao conhecimento das recomendações e parâmetros críticos das normas e códigos relacionados a esta disciplina em questão.

O presente trabalho se delimitará em torno do seguinte problema de pesquisa: Quais as principais variáveis se precisa controlar para modelar e projetar uma ponte no programa SAP2000N.

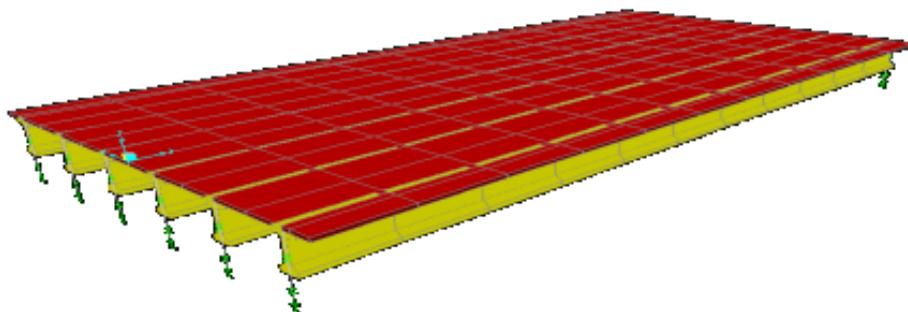
Os pressupostos amadurecidos durante a pesquisa inicial para o desenvolvimento deste trabalho permitiram levantar como hipótese: É preciso um conhecimento mínimo de recomendações da AASHTO LRFD 2007. O AASHTO foi o primeiro padrão nacional amplamente reconhecido para a concepção e construção de pontes nos Estados Unidos, publicado em 1931 pela Associação Americana de Funcionários do “StateHighway” (AASHO), o antecessor de AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 2012).

A pesquisa será exploratório-descritiva, onde os dados serão extraídos do referencial teórico para estabelecimento de relações com os objetivos da pesquisa. Quanto à análise de dados, será feita confrontando-se aspectos quantitativos e qualitativos das teorias e conceitos da AASHTO LRFD 2007 com a modelagem de uma ponte de vigas mestras no programa SAP2000N (COMPUTERS & STRUCTURES INC, 2009).

A ponte a ser modelada será do tipo “Precast I Girder” (ver Figura 1), dado pelo SAP2000N, com as características, no sistema de unidades internacional e no sistema de unidades adotado pela norma:

- a) comprimento: 33,53 m (110 feet);
- b) vigas mestras AASHTO Type VI;
- c) tabuleiro de concreto: 0,20 m (8 ”);
- d) largura total da ponte: 17,91 m (55’-4.5”);
- e) a ponte possui quatro faixas de rolamento com 3,66 m de largura cada; e
- f) veículo tipo e cargas das faixas de rolamento adotados: HS20-44 AASHTO 2007.

Figura 1: Ponte de vigas mestras modelada neste trabalho

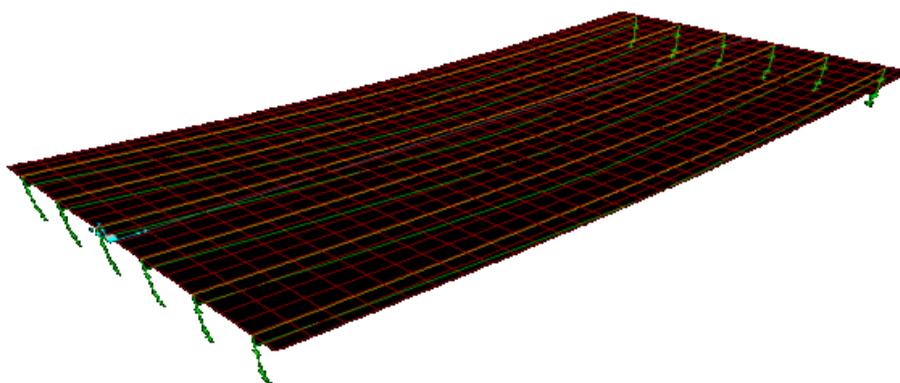


Fonte: Os autores.

Lembra-se que todos os dados foram inseridos e utilizados padrões default do modelador de pontes do programa SAP2000N, incluindo o peso próprio e os graus de liberdades das vigas mestras. As vigas mestras serão protendidas, utilizando-se também os valores default do programa SAP2000N. Ressalta-se que os valores default são recomendados pela AASHTO.

Parâmetro específicos da modelagem da ponte pode ser visto em Correia (2014). Na figura 2 pode ser vista a envoltória de deformação da ponte após o processamento da estrutura.

Figura 2: Modelo deformado após processamento



Fonte: Os autores.

2 DESENVOLVIMENTO

O SAP2000N possui um modelador de estruturas de pontes que proporciona agilidade na modelagem e análise das mesmas, possibilitando o controle: da forma horizontal ou da variação do greide da ponte, dos apoios, encontros, fundações, Gradientes de temperatura e variação paramétrica do tabuleiro. Além disso, o programa fornece quatro modelos para tratar a distribuição de cortantes e momentos fletores do tabuleiro para as vigas mestras, segundo o AASHTO.

Constatou-se que o AASHTO compreende a especificação de fatores de carga e resistências de projeto que buscam uma confiabilidade uniforme para a medida da segurança nos estados limites últimos dos materiais, os quais estão divididos em: Estado limite de serviço, Estado limite de fadiga e ruptura, Estado limite para esforços e Estados limites extremos (HINDI, 2000). De acordo com o número de desvios padrões tem-se um nível de confiabilidade, a falha estrutural passa a ser tratada através de um modelo probabilístico. O AASHTO adota um veículo tipo hipotético HL-93 para o projeto de pontes, o qual representa a combinação mais desfavorável entre a carga de um caminhão, a carga de um eixo e a carga distribuída na pista de rolamento.

A modelagem e projeto de uma ponte de vigas mestras no SAP2000N foi feita com êxito e revelou importantes características do programa para a modelagem e análise de resultados. Na modelagem devemos atentar para os casos de análise que o programa possui. Quanto aos resultados, podem ser considerados por meio de gráficos que demonstram a envoltória dos esforços com a linha limite da capacidade de resistência e os relatórios que podem ser exportados para planilhas eletrônicas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa cumpriu o seu papel na medida em que alcançou os objetivos propostos e trouxe o embasamento necessário para responder o problema levantado sobre o tema modelagem de pontes no programa SAP2000N. As principais variáveis requeridas para controle do modelo e projeto de uma ponte no programa SAP2000N foram: O conhecimento mínimo dos códigos e normas que estão no banco de dados do programa; a compreensão e seleção apropriada dos casos de análise proporcionados pelo programa, “Static, Multistep Static, Modal, Response Spectrum, Time History, Moving Load, Buckling, Steady State, Power Spectral Density, Hyperstatic” e o domínio dos conceitos fundamentais do método dos elementos finitos. Como resultado deste estudo a hipótese que norteou a pesquisa: É preciso um conhecimento mínimo de recomendações da AASHTO LRFD 2007, pode ser confirmada como verdadeira. Podem ser feitos estudos posteriores sobre a modelagem de pontes no SAP2000N. Pois o mesmo permite a análise de construção de pontes estaiadas com aduelas protendidas por estágios, Possibilita a análise dinâmica de veículos tipos com variação velocidades e frequência de passagem nas faixas de rolamento da ponte, controladas pelo engenheiro e o programa efetua o projeto automático de pontes para sismo de acordo com o AASHTO LRFD “Guide Specifications for Seismic Design of High way Bridge”.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **ASHTO LRFD bridge design specifications**. Washington, DC, 2012. Disponível em: <<http://utc2.edu.vn/Uploads/File/AASHTO%20LRFD%202012%20BridgeDesignSpecifications%206th%20Ed%20%28US%29.PDF>>. Acesso em: 5 maio 2015.

COMPUTERS & STRUCTURES INC. **SAP2000/Bridge**: introduction to SAP2000/Bridge. California, 2009.

CORREIA, T. S. N. **Modelagem de estruturas de Pontes no programa SAP2000N**: principais recomendações da AASHTO. 2014. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia Estrutural) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2014.

HINDI, R. **AASHTO LRFD Bridge design**. Saint Louis: Saint Louis University, 2010.

Recebido em: 8 jun. 2016.

Aprovado em: 15 jun. 2016.