

## **SITE PARA VERIFICAÇÃO DE FADIGA DA ARMADURA EM PONTES DE CONCRETO ARMADO**

ISABELLA SILVA MENEZES<sup>1</sup>, GUSTAVO C. NIRSCHL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, PIVICT, IFSP, Câmpus Votuporanga, isabellasilvamenezes@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor MSc. da área de Edificações, IFSP, Câmpus Votuporanga, nirschl@gmail.com  
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.01.02.01-4 Estruturas de Concreto

Apresentado no  
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP  
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

**RESUMO:** Existem inúmeros programas de computador que realizam quase todos os cálculos de engenharia civil. Normalmente, tais programas mostram somente os resultados finais ou alguns passos para se chegar até eles. Neste contexto, um grupo de pesquisa já cadastrado no CNPq vem criando programas que não só fazem cálculos, mas que demonstram todo o procedimento realizado, via arquivo pdf, programas estes que funcionam diretamente em site de internet. São apresentados aqui programas que fazem os cálculos para a verificação da fadiga da armadura de flexão e da armadura de cortante em pontes de concreto armado.

**PALAVRAS-CHAVE:** pontes; fadiga; programa de computador.

## **WEBSITE TO VERIFICATION OF REINFORCEMENT FATIGUE IN REINFORCED CONCRETE BRIDGE**

**ABSTRACT:** There are numerous software that perform almost all civil engineering calculations. Typically, such programs show only the final results or a few steps to get to them. In this context, a research group already registered in CNPq has been creating software that not only make calculations, but demonstrate the whole procedure, via pdf file, these programs that work directly on the website. Here we present software that perform calculations for the verification of bending reinforcement fatigue and shear reinforcement fatigue in reinforced concrete bridges.

**KEYWORDS:** bridges, fatigue, software.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, com o avanço das tecnologias, é possível utilizar programas de computador comerciais ou criar softwares de acordo com a necessidade. A maioria dos softwares apresenta somente os resultados finais ou nem todos os passos de cálculo. Neste contexto, dois programas foram desenvolvidos para a verificação de fadiga em pontes de concreto armado: um deles para as armaduras longitudinais e o outro para as armaduras transversais.

O principal objetivo deste e dos outros programas criados pelo grupo de pesquisa é a geração de relatório em pdf contendo todos os cálculos envolvidos. Esta característica auxiliará alunos, profissionais recém-formados e professores a aprofundar os estudos sobre a fadiga de armadura de pontes.

Para a verificação da fadiga na armadura de flexão, conforme MARCHETTI (2008), deve-se verificar se a tensão atuante na armadura de flexão,  $\Delta\sigma_s$ , é menor ou igual à tensão de resistência à fadiga do aço  $\Delta f_{sd,fad,min}$ . Caso contrário, deve-se aumentar a armadura. O valor da tensão  $\Delta\sigma_s$  depende

dos esforços, da geometria da peça e das armaduras de flexão previamente calculadas. A tensão de resistência à fadiga do aço  $\Delta f_{sd,fad,min}$  é dada pela tabela 23.2 da ABNT NBR 6118:2014, de acordo com o tipo e diâmetro da armadura e ambiente em que a obra estará localizada.

Já no caso da verificação da fadiga da armadura de cortante (transversal), conforme MARCHETTI (2008), parte-se do conhecimento dos esforços cortantes, da geometria da peça e das armaduras transversais (estribos) previamente calculadas. A partir destas informações, da mesma maneira que para a flexão, deve-se comparar a tensão atuante nos estribos,  $\Delta \sigma_{sw}$ , com a tensão de resistência à fadiga do aço  $\Delta f_{sd,fad,min}$ .

## MATERIAL E MÉTODOS

Optou-se pela incorporação dos programas dentro de um site de internet, disponível a qualquer interessado. A linguagem utilizada foi a HTML/Javascript, que vem sendo usada pelos outros integrantes do grupo pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

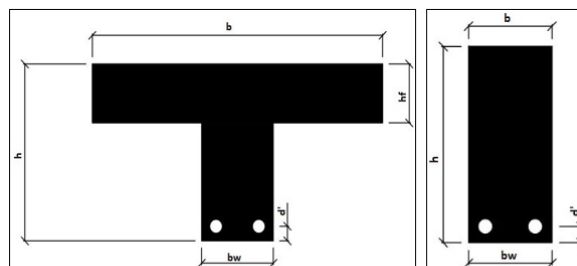
Foram desenvolvidos dois programas: para verificação da fadiga da armadura longitudinal (Figura 1) e para verificação da fadiga da armadura transversal (Figura 2). Ambos necessitam que o usuário entre com os esforços relacionados às ações permanentes (índice “g”) e com os esforços máximo e mínimo relacionados às ações variáveis (índice “q”), já multiplicados pelo coeficiente de ponderação das cargas móveis (antigo coeficiente de impacto), dado pela ABNT NBR 7188:2013, aqui chamado de  $\phi$ . Além disso, são necessários dados da geometria da peça e as armaduras de flexão e de cortante previamente calculadas.

[VOLTAR À PÁGINA PRINCIPAL DO NEV](#)

Titulo	Data	Autor	Orientador	Tipo	Curso
VERIFICAÇÃO DE FADIGA NA ARMADURA LONGITUDINAL DE VIGAS DE PONTE DE CONCRETO ARMADO	26/06/2017	<a href="#">Isabella Silva Menezes</a>	<a href="#">Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl</a>	Iniciação Científica Voluntária	Engenharia Civil

### VERIFICAÇÃO DE FADIGA NA ARMADURA LONGITUDINAL DE VIGAS DE PONTE DE CONCRETO ARMADO

$M_g$ :  kN×cm  
 $\phi \times M_{q,max}$ :  kN×cm  
 $\phi \times M_{q,min}$ :  kN×cm  
 $\psi_1$ :    
 $\Phi A_s$ :   $\Phi$   mm  
 $d$ :  cm  
 $b$ :  cm  
 $b_w$ :  cm ( $\neq$  Apenas para seção em "T")  
 $h_f$ :  cm  
 $\Phi A'_s$ :   $\Phi$   mm  
 $d'_s$ :  cm  
 $\alpha_e$ :



#### CASO:

- ☐ Barras retas ou dobradas com  $D \geq 25 \Phi$ .
- ☐ Barras retas ou dobradas com  $D < 25 \Phi$ ;  $D = 5\Phi < 20 \text{ mm}$ ;  $D = 8\Phi \geq 20 \text{ mm}$ .
- ☐ Estribos  $D = 3\Phi \leq 10 \text{ mm}$ .
- ☐ Ambiente marinho - Classe IV.
- ☐ Barras soldadas (incluindo solda por ponto ou extremidades) e conectores mecânicos.

Situação:

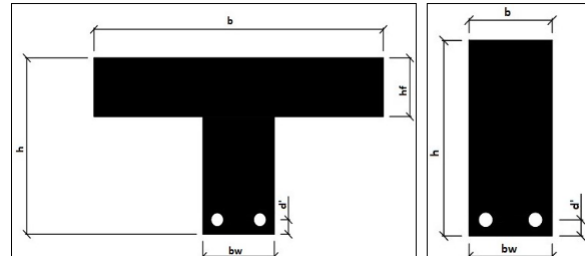
FIGURA 1. Tela do programa “Verificação de Fadiga na Armadura Longitudinal de Vigas de Concreto Armado”.

[VOLTAR À PÁGINA PRINCIPAL DO NEV](#)

Título	Data	Autor	Orientador	Tipo	Curso
VERIFICAÇÃO DE FADIGA NA ARMADURA TRANSVERSAL DE VIGAS DE PONTE DE CONCRETO ARMADO	26/06/2017	<a href="#">Isabella Silva Menezes</a>	<a href="#">Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl</a>	Iniciação Científica Voluntária	Engenharia Civil

#### VERIFICAÇÃO DE FADIGA NA ARMADURA TRANSVERSAL DE VIGAS DE PONTE DE CONCRETO ARMADO

$V_g$ :  kN  
 $\phi \times V_{q, \max}$ :  kN  
 $\phi \times V_{q, \min}$ :  kN  
 $\psi_1$ :    
 $\Phi A_{sw}$ :  $\Phi$   mm c/  e  ramos  
 $d$ :  cm  
 $b_w$ :  cm  
 $f_{ck}$ :  MPa



#### CASO:

- ☐ Barras retas ou dobradas com  $D \geq 25 \Phi$ .
- ☐ Barras retas ou dobradas com  $D < 25 \Phi$ ;  $D = 5\Phi < 20 \text{ mm}$ ;  $D = 8\Phi \geq 20 \text{ mm}$ .
- ☐ Estribos  $D = 3\Phi \leq 10 \text{ mm}$ .
- ☐ Ambiente marinho - Classe IV.
- ☐ Barras soldadas (incluindo solda por ponto ou extremidades) e conectores mecânicos.

Situação:

FIGURA 2. Tela do programa “Verificação de Fadiga na Armadura Transversal de Vigas de Concreto Armado”.

Além do resultado final, os programas emitem um relatório em pdf com todos os cálculos necessários para a verificação de fadiga das armaduras de flexão e cortante, relacionadas ao projeto de pontes de concreto armado, informando se há ou não a necessidade de aumento das armaduras para combater o fenômeno em estudo.

## CONCLUSÕES

Com a utilização dos programas, percebe-se, principalmente pelo estudo do relatório em pdf gerado, que o mesmo irá auxiliar alunos, profissionais recém-formados e professores a aprofundar os estudos sobre a fadiga de armadura de pontes.

Como projeto de pesquisa futuro, podem ser criados programas para verificação da fadiga do concreto e para verificação da fadiga de armadura de protensão.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188: Carga móvel e rodoviária de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.

MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

W3 schools, 2017. Disponível em <<http://www.w3schools.com>>. Acesso em 04/07/2017.