

## APLICATIVO ANDROID PARA VERIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DE AÇO SOB FORÇA AXIAL.

Rodrigo Diniz Filgueiras (Formando/UFPI); rxdrygu@gmail.com.

Prof. Dr. Eduardo Martins Fontes do Rêgo (Orientador, Departamento de Estruturas – CT/UFPI); e\_educardofontes@ufpi.edu.br

## Introdução

Considerando-se a crescente utilização de estruturas metálicas na modernidade e a popularização dos smartphones, pensou-se na implementação de um aplicativo Android a fim de executar as situações de verificação e dimensionamento de elementos de aço submetidos à força axial, cujas diretrizes de cálculo são baseadas na ABNT NBR 8800 (2008).

O objetivo deste trabalho é que o aplicativo, chamado SteelApp, desenvolvido no ambiente do Android Studio, utilizando a linguagem de programação Java, apresente resultados confiáveis tais como os obtidos em softwares para desktop. A ferramenta gratuita destinar-se-á aos estudantes de engenharia civil como também poderá auxiliar profissionais da área que lidam com questões práticas de dimensionamento.

## Metodologia

## Linguagem de programação Java e Android Studio

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos muito parecida com C++, desenvolvida pela *Sun Microsystems*, capaz de criar tanto aplicativos para desktop, aplicações comerciais, softwares robustos, completos e independentes, quanto aplicativos para Web e smartphones (CLARO; SOBRAL, 2008).

O Android Studio foi lançado pela Google em 2014 para o desenvolvimento de aplicativos para o sistema operacional Android. É um editor de código com muitos recursos, capaz de permitir o desenvolvimento de um app Android de forma mais produtiva. A interface do software e aplicativo são mostradas na Figura 1.



Figura 1: Tela inicial do aplicativo emulado no Android Studio

## Elementos de aço sobre força axial

As Figuras 2 e 3 mostram a interface do SteelApp para verificação de cálculo à tração e compressão. A força axial de tração resistente de cálculo,  $N_{t,Rd}$ , a ser usada no dimensionamento, é o menor dos valores obtidos, considerando-se os estados-limites últimos de escoamento da seção bruta e ruptura da seção líquida, de acordo com as expressões indicadas a seguir:

- Para o escoamento da seção bruta:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}} \quad (1)$$

- Para ruptura da seção líquida:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_e \cdot f_{tu}}{\gamma_{a2}} \quad (2)$$

A força axial de compressão resistente de cálculo,  $N_{c,Rd}$ , de uma barra, associada aos estados-limites últimos de instabilidade por flexão, por torção ou flexo-torção e de flambagem local, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}} \quad (3)$$

onde  $A_g$  e  $A_e$  são as áreas bruta e líquida da seção transversal do perfil;  $f_y$  e  $f_u$  são as resistências ao escoamento e à ruptura do aço;  $\gamma_{a1}$  e  $\gamma_{a2}$  são os coeficientes de ponderação das resistências para escoamento e ruptura;  $\chi$  é o fator de redução associado à resistência à compressão; e  $\phi$  é o fator de redução total associado à flambagem local.



Figura 2: Verificação de elemento de aço sob tração



Figura 3: Verificação de elemento de aço sob compressão

## Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a comparação de resultados obtidos no SteelApp e por exemplos de FAKURY (2016). Observou-se que não houve uma variação significativa, exceto para o Exemplo 7.8.1 (FAKURY, 2016), que pode ser explicada pela aproximação feita pelo autor em relação à máxima tensão nominal de compressão ( $f_y$ ), evitando o processo iterativo que é facilmente efetuado pelo aplicativo.

Tabela 1: Comparativo de resultados do aplicativo

| ELEMENTO DE AÇO SOB COMPRESSÃO  |         |                         |           | ELEMENTO DE AÇO SOB TRAÇÃO |                    |                  |             |           |      |
|---------------------------------|---------|-------------------------|-----------|----------------------------|--------------------|------------------|-------------|-----------|------|
| Exemplo 7.8.1<br>(FAKURY, 2016) |         | SteelApp NBR8800        |           | Var.(%)                    | Dados do Exercício |                  |             |           |      |
| Perfil VS 650 x 84              |         |                         |           | fy                         | 345 kN             |                  | Lx          | 480 cm    |      |
|                                 |         |                         |           | fu                         | 450 kN             |                  | Lky         | 240 cm    |      |
| Ne                              | 8003 kN | Ne                      | 8003.1 kN | 0.0%                       | Ct                 | 1                | Ligação     | Soldada   |      |
| $\lambda_{m\acute{a}x}$         | 55.86   | $\lambda_{m\acute{a}x}$ | 55.9      | 0.1%                       | Resolução Manual   | SteelApp NBR8800 | Var.(%)     |           |      |
| Q                               | 0.43    | Q                       | 0.46      | 7.0%                       |                    |                  |             |           |      |
| $\chi$                          | 0.908   | $\chi$                  | 0.9       | 0.9%                       | Perfil VS 650 x 84 |                  |             |           |      |
| Ncrd                            | 1549 kN | Ncrd                    | 1658 kN   | 7.0%                       | $\lambda_x$        | 17.54            | $\lambda_x$ | 17.54     | 0.0% |
|                                 |         |                         |           |                            | $\lambda_y$        | 26.82            | $\lambda_y$ | 26.82     | 0.0% |
|                                 |         |                         |           |                            | Ncrd               | 3966.9           | Ncrd        | 3966.9    | 0.0% |
|                                 |         |                         |           |                            |                    |                  |             |           |      |
| Exemplo 7.8.7<br>(FAKURY, 2016) |         | SteelApp NBR8800        |           | Var.(%)                    |                    |                  |             |           |      |
| Perfil HP 310 x 93              |         |                         |           |                            |                    |                  |             |           |      |
| Ne                              | 9579 kN | Ne                      | 9580 kN   | 0.0%                       | Resolução Manual   | SteelApp NBR8800 | Var.(%)     |           |      |
| $\lambda_{m\acute{a}x}$         | 49.56   | $\lambda_{m\acute{a}x}$ | 49.6      | 0.1%                       |                    |                  |             |           |      |
| Q                               | 1       | Q                       | 1         | 0.0%                       | Perfil HP 310 x 93 |                  |             |           |      |
| $\chi$                          | 0.833   | $\chi$                  | 0.84      | 0.8%                       | $\lambda_x$        | 37.35            | $\lambda_x$ | 37.35     | 0.0% |
|                                 |         |                         |           |                            | $\lambda_y$        | 32.79            | $\lambda_y$ | 32.79     | 0.0% |
| Ncrd                            | 3114 kN | Ncrd                    | 3124 kN   | 0.3%                       | Ncrd               | 3738.6 kN        | Ncrd        | 3738.6 kN | 0.0% |

## Conclusão

A ferramenta pode ser considerada aceitável para utilizações básicas e resolução de exercícios. Porém, são necessários mais verificações para que o aplicativo seja utilizado como ferramenta auxiliar no cálculo estrutural, bem como a criação de uma interface mais elegante e a inclusão de uma quantidade maior de perfis estruturais.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8800**: Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios, Rio de Janeiro, 2008.

CLARO D. B.; SOBRAL J. B. M. **Programação em Java**. Copyleft Pearson Education. Florianópolis-SC. 2008.

CLARO D. B., SOBRAL J. B. M. **Programação em Java**. Copyright Pearson Education. Florianópolis-SC, 2008.

FAKURY, Ricardo; SILVA, Ana Lydia R. Castro E; CALDAS, Rodrigo B. **Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto**. Pearson Education do Brasil. São Paulo-SP 2016