

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL MULTIMÍDIA PARA DIMENSIONAMENTO DE PILARES DE CONCRETO ARMADO.

Fabício Gustavo Tardivo, Paulo Sergio dos Santos Bastos – Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia Civil – Campus de Bauru.

Com a evolução do ensino, as novas tecnologias utilizando recursos de multimídia vêm cada vez mais sendo usadas no ensino da engenharia, e têm alcançado resultados bastante positivos, tanto no Brasil como em outros países (FERNANDES & BITTENCOURT, 2001). Os programas educacionais multimídia vêm ajudando os alunos e os professores a tornarem o aprendizado mais fácil, rápido e eficiente (ASSIS, 2002).

Em função da forte presença da internet e das novas tecnologias computacionais, o ensino de Engenharia não pode prescindir dessas novas ferramentas. É preciso ressaltar ainda que o avanço da microinformática abre enorme leque de possibilidades para a educação, tornando urgente o desenvolvimento de pesquisas na área de novas tecnologias aplicadas à mesma, e diversos são os estudos que demonstram que a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação, como ferramentas, traz uma significativa contribuição para práticas escolares em qualquer nível de ensino (ASSIS, 2002).

Seguindo o caminho de professores e alunos que já desenvolveram ou desenvolvem programas de multimídia interativa e sabendo que o cálculo e dimensionamento dos pilares é um tópico muito importante nas disciplinas de Concreto Armado, bem como nos projetos estruturais dos edifícios, desenvolveu-se um aplicativo multimídia interativo para dimensionamento de pilares retangulares de Concreto Armado, com índice de esbeltez máximo até 90, submetidos a flexão composta normal e oblíqua, segundo os métodos aproximados do pilar padrão permitidos pela NBR 6118/03. O programa apresenta notas explicativas, gráficos e memória de cálculo, para serem o mais didáticos possíveis, a fim de facilitar a compreensão por parte dos alunos iniciantes.

A quantidade de variáveis que interferem nos problemas é muito grande, e qualquer mudança em alguma das variáveis influencia a quantidade de armadura necessária. Geralmente o Professor não dispõe de tempo suficiente para mostrar, em sala de aula, as mudanças ocorridas, isto é, a influência de cada variável no problema. Desse modo, o aplicativo permite ao aluno a exploração e visualização imediata das mudanças ocorridas. Porém, para que isso ocorra é imprescindível que a formulação teórica dos problemas seja visualizada no próprio aplicativo computacional, por este motivo que as equações foram apresentadas e explicadas com seus valores numéricos.

Para a concepção e implementação do aplicativo computacional foi utilizada a tecnologia Macromedia Flash MX Professional 2004, software para animação em duas dimensões, fugindo do padrão de softwares para cálculo de estruturas e permitindo uma maior interação com o usuário.

Como aplicativo foi desenvolvido para auxiliar o ensino e não simplesmente para calcular a armadura de um determinado pilar, optou-se por dividi-lo em três “telas” da seguinte forma: Dados de Entrada, Resultados Preliminares e Resultados Finais.

Dados de Entrada (figura 1), primeira tela do aplicativo, onde são apresentados e definidos os dados necessários para o dimensionamento de pilares retangulares de Concreto Armado submetidos tanto a flexão composta normal quanto oblíqua. O ponto de interrogação (?), presente ao lado do campo “Nk”, funciona como uma ajuda (explicação) ao usuário. Ao passar o “mouse” em cima do deste ponto de interrogação aparecerá uma mensagem (como na figura 2 – Resultados Preliminares) explicando o que deve ser inserido naquele determinado campo.

Para facilitar a entrada dos dados, utilizou-se uma função do Macromedia Flash MX Professional 2004, chamada “**tabIndex**”. Com esta função, ao apertar a tecla “tab” do teclado, o usuário passa do campo “força normal característica” (figura 1) para o campo “dimensões do pilar” (figura 1) e assim na seqüência apresentada abaixo:

$N_k, h_x, h_y, l, \gamma_c, \gamma_s, \gamma_f, M_{topo,x}, M_{topo,y}, M_{base,x}, M_{base}, e_{1,x}, e_{1,y}$ e “Calcula”

Versão v9

File View Control Debug

Dimensionamento de Pilar em Concreto Armado

Pilar retangular, com seção e armadura constante, utilizando o método da Curvatura Aproximada

Dados de Entrada:

- Força Normal: $N_k = 785.7$ kN ?
- Dimensões do Pilar: $h_x = 50$ cm $h_y = 20$ cm
- Comprimento do Pilar: $\ell = 280$ cm
- Classe do Concreto e do Aço: C 20 CA 50
- Coefficientes de Segurança: $\gamma_c = 1.4$? $\gamma_s = 1.15$? $\gamma_f = 1.4$?
- Momentos na Base e no Topo do pilar:

$M_{base,x} = 0$ kN.m

$M_{base,y} = 0$ kN.m

$M_{topo,x} = 0$ kN.m

$M_{topo,y} = 0$ kN.m

Seção Transversal do Pilar e ponto de aplicação da Força Normal

- Excentricidade de 1ª ordem: ?
 $e_{1,x} = 0$ cm $e_{1,y} = 0$ cm
- Tipo de Ligação: ?

☒ Apoio-Apoio

☐ Engaste-Apoio

☐ Engaste-Livre

☐ Engaste-E.Móvel

Calcula

Figura 1: Tela inicial do aplicativo – Dados de Entrada.

Após o preenchimento dos dados relativos ao problema o usuário deverá acionar o botão “CALCULA”, localizado no canto inferior direito.

Logo aparecerá a segunda tela do aplicativo, chamada de **Resultados Preliminares** (figura 2). Nesta tela encontra-se toda a formulação e considerações para a determinação da armadura do pilar fornecido inicialmente.

Versão v9

File View Control Debug

Resultados Preliminares

● Casos de Solicitações:
Como não existe Momento Fletor e Excentricidades de 1ª ordem - consirera-se COMPRESSÃO SIMPLES (força aplicada no C.G.) - PILAR INTERMEDIÁRIO

- Força Normal de Cálculo: ?
 $N_d = 1099.98$ kN
- Índice de Esbeltez: ?
 $\lambda_x = 19.37$ $\lambda_y = 48.44$
- Excentricidade Mínimas de 1ª Ordem: ?
 $e_{1,x \min} = 3$ $e_{1,y \min} = 2.1$
- Momento Fletor Mínimo: ?
 $M_{1d,x \min} = 3299.$ $M_{1d,y \min} = 2309.$
- Alfa B: $x = 1$? $y = 1$
- Esbeltez Limite: ?
 $\lambda_{1x} = 35$ $\lambda_{1y} = 35$

Calcula

- Efeitos de 2ª Ordem:

Direção x = Não são considerados efeitos de 2ª ordem

Direção y = São considerados efeitos de 2ª ordem
- Momento Fletor devido a excentricidade mínima a ser considerana no ponto de aplicação da carga $M_{1dmin} = N_d \cdot e_{1,min}$ 76998 ?
- Excentricidade de 2ª Ordem: ?
 $e_{2,x} = 0$ $e_{2,y} = 1.54332$
- MOMENTO TOTAL MÁXIMO: ?
 $M_{d,total,x} = 3299.9$ $M_{d,total,y} = 4007.51$

Calcula

Figura 2: Segunda tela do aplicativo - Resultados Preliminares.

Da mesma maneira, para a sequência dos cálculos é necessário apertar o botão calcula, localizado no canto inferior direito da tela.

Na terceira tela, **Resultados Finais** (figura 3) são apresentadas as equações utilizadas para determinação da armadura necessária e algumas considerações importantes para o detalhamento desta armadura no pilar.

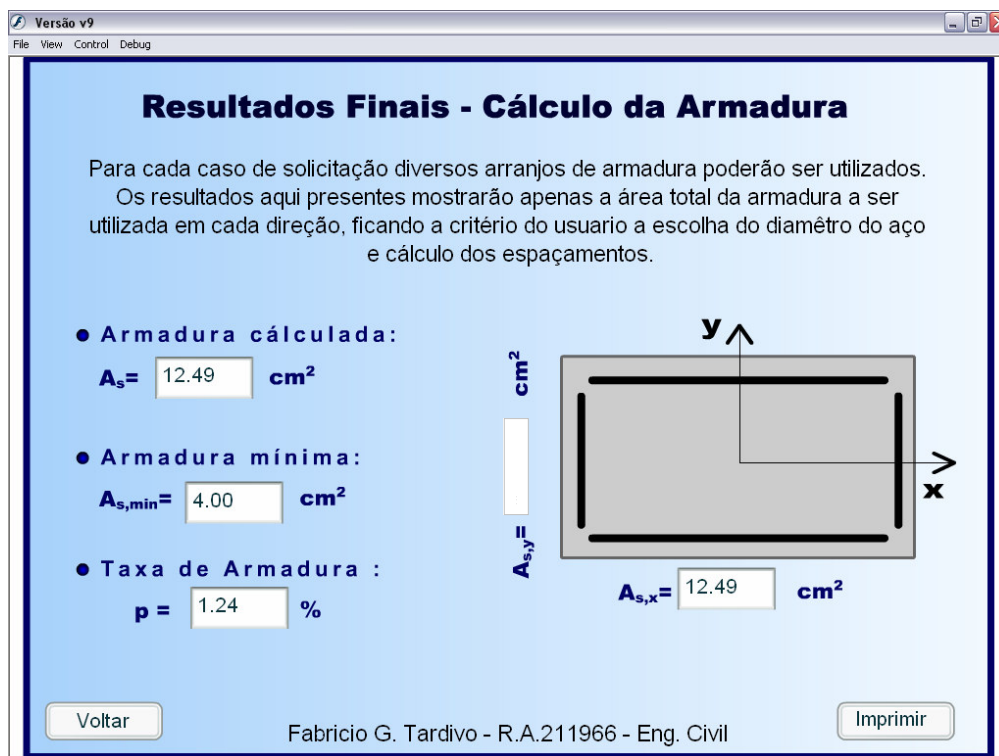


Figura 3: Terceira tela do aplicativo - Resultados Finais.

O propósito final é facilitar a aprendizagem dos alunos, complementando as aulas teóricas apresentadas nos cursos da UNESP – Bauru. O método interativo criado por meio de programas atrativos e didáticos permitirá uma melhor visualização e compreensão dos problemas, e mostrará as etapas dos cálculos necessários, levando o aluno a perceber a nítida influência que as variáveis exercem umas sobre as outras nos problemas de dimensionamento dos pilares.

Como objetivo adicional, pretende-se que o material multimídia desenvolvido sirva de base para pesquisas futuras, que se espera desenvolver sobre ensaios virtuais de pilares de concreto armado, onde mostrarão visualmente como é o comportamento resistente de um pilar e como se caracterizam as diferentes formas possíveis de ruptura.

Referências Bibliográficas

ASSIS, W.S.; BITTENCOURT, T.N. **Utilização de Recursos Multimídia no ensino de concreto armado e protendido**. Boletim Técnico, São Paulo, Escola Politécnica - USP, 2002, 19p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**, NBR 6118. Rio de Janeiro, ABNT, mar/2003, 170p.

BASTOS, P.S.S. **Pilares de Concreto Armado**. Disciplina 1309 – Estruturas de Concreto II. Bauru/SP, Departamento Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista - UNESP, jun/2005, 92p. (www.feb.unesp.br/pbastos).

FERNANDES, K.S.; BITTENCOURT, T.N. **Desenvolvimento de material multimídia para o ensino da flexão composta normal e oblíqua nas estruturas de concreto.** Projeto de Iniciação Científica. São Paulo, Escola Politécnica - USP, Laboratório de Mecânica Computacional, 2001, 9p.

Bolsa: FAPESP