



ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE FIGURAS UTILIZADAS EM CÁLCULOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Carlos Alberto Carvalho Castro – carloscastro@varginha.cefetmg.br
CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Rua Dr. José Resende Pinto, 200, Vila Pinto – Varginha – MG
37010-590 – Varginha - MG

Carlos Alberto Nogueira Junior – canjunior@terra.com.br
CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Rua Dr. José Resende Pinto, 200, Vila Pinto – Varginha – MG
37010-590 – Varginha - MG

***Resumo:** O avanço da tecnologia tornou os projetos inovadores um desafio para o desenvolvimento de estruturas. Este processo envolve a análise de tensões de componentes da estrutura e considerações a respeito das propriedades mecânicas dos materiais. A análise de tensões, esforços e as propriedades mecânicas dos materiais são os principais aspectos da resistência dos materiais. Em função de novas tecnologias, o ensino não poderia permanecer longe deste contexto, uma vez que a informática na educação é hoje uma das áreas mais fortes da tecnologia educacional. É importante ressaltar que o avanço da informática abre enorme leque de possibilidades para a educação, tornando urgente o desenvolvimento da pesquisa na área de novas tecnologias aplicadas ao ensino, contribuindo para novas práticas escolares. Outro detalhe é sobre a disciplina de resistência dos materiais que tradicionalmente oferece alguma dificuldade aos alunos, por tratarem de assuntos que exigem cálculos matemáticos. Com este trabalho será possível calcular figuras compostas que serão utilizadas em projetos de cálculos estruturais, como: centro de gravidade, momento de inércia, raio de giração e módulo de resistência. Com o desenvolvimento do software e sua aplicação aumentará a capacidade de assimilação e fixação dos alunos, pois é mais interativo e mais rápido.*

***Palavras-chave:** Propriedades Geométricas, Centro de Gravidade, Momento de Inércia, Projetos*



1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, quando o homem iniciou-se na arte de construir, foi sentida a necessidade de se ter conhecimento a respeito da resistência dos materiais. Notou-se que somente desta forma seria possível desenvolver regras e procedimentos para a determinação de dimensões seguras dos elementos de dispositivos e estruturas, Castro (2007).

Nas últimas décadas, o avanço da tecnologia tornou os projetos inovadores um desafio para o desenvolvimento de estruturas para atender as mais diversas necessidades econômicas. O projeto de estrutura de qualquer edificação, máquina ou outro elemento qualquer é um estudo através do qual a estrutura em si e suas partes são dimensionadas de forma que tenham resistência suficiente para suportar os esforços para as condições de uso a que serão submetidas, Mansur (2003).

Este processo envolve a análise de tensões das partes dos componentes da estrutura e considerações a respeito das propriedades mecânicas dos materiais. A análise de tensões, esforços e as propriedades mecânicas dos materiais são os principais aspectos da resistência dos materiais, Martinez (2002). A determinação dos esforços e as deformações da estrutura quando as mesmas são solicitadas por agentes externos (carga, vibrações térmicas, movimentos de seus apoios, etc) são os principais aspectos da análise estrutural, Pinho (2001).

Em geral, uma estrutura é projetada para desempenhar a sua função com uma adequada segurança e economia. O colapso de uma estrutura sujeita as cargas pode ocorrer de duas formas diferentes, Kiepper (2004):

- Ocorrência de um alto nível de tensões que excede a capacidade de resistência do material, provocando falhas como, por exemplo, ruptura ou instabilidade de um componente estrutural;
- O colapso estrutural causado por dano acumulado produzido pela ação repetitiva de cargas variáveis, mesmo para níveis mais baixos de tensões aplicadas, gerando um processo de fadiga.

O aprendizado com auxílio de recursos computacionais tem sido empregado com êxito, tanto no Brasil como no exterior, e nesse cenário, softwares educacionais utilizando estes recursos vem ajudando alunos e professores a tornarem o aprendizado mais fácil, rápido e eficaz. Este trabalho propõe o desenvolvimento deste material didático em formato de programa voltado ao ensino de tópicos das disciplinas de resistência dos materiais, apresentando a experiência da sua utilização e uma avaliação dos recursos e da sua aplicação.

Em função da marcante presença das novas tecnologias no cotidiano, o ensino não poderia permanecer longe deste contexto, uma vez que a informática na educação é hoje uma das áreas mais fortes da tecnologia educacional. É importante ressaltar que o avanço da informática abre enorme leque de possibilidades para a educação, tornando urgente o desenvolvimento da pesquisa na área de novas tecnologias aplicadas ao ensino, contribuindo para novas práticas escolares.

Também é preciso salientar a importância da utilização do software na educação. Todo conhecimento é mais facilmente apreendido e retido quando a pessoa se envolve mais



ativamente no processo de aquisição de conhecimento. Portanto a atitude exploratória é bastante favorecida, sendo assim um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa. Portanto, o estudo e conhecimento das forças e das resistências são extremamente importantes e um dos modos de trabalhar com os conceitos e especificações é utilizar programas específicos de computadores, auxiliando no seu aprendizado e na agilidade nos resultados fornecidos.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo introduzir novas metodologias de ensino utilizando recursos de desenvolvimento de um software aplicativo educacional, para ser utilizado como uma ferramenta auxiliar de ensino nas disciplinas de resistência dos materiais. O Desenvolvimento deste software utilizará uma programação orientada para cálculos de Centro de Gravidade, Momento de Inércia, Raio de Giração e Módulo de resistência que tem como meta contribuir para o ensino da disciplina de resistência dos materiais.

3 METODOLOGIA

Tendo como base as análises de tensões dos componentes de uma estrutura e considerações a respeito das propriedades mecânicas dos materiais o projeto tenta, de alguma forma, fazer com que haja uma interação entre a área de informática com a área de Mecatrônica através de um software educativo.

E como a informática vem se desenvolvendo e se tornando uma ferramenta cada vez mais utilizada no mundo, espera-se que o processo de aprendizado seja bem mais fácil, simples, prático e interativo com este programa.

Assim, a principal idéia do Projeto é fazer com que os estudantes abarquem no assunto e tenham um melhor rendimento em seus estudos através do software, por ser considerado um modelo para consulta, como um livro por exemplo.

Para o projeto é muito importante conceituar algumas variáveis que participam do processo, como os momentos Estáticos e o centro de gravidade.

3.1 Momento Estático de um elemento de Superfície

O momento estático de um elemento de superfície é definido utilizando o produto entre a área do elemento, A , e a distância, x ou y , que o separa do eixo de referência, Melconian (2004), Timoshenko (1983) conforme Figura 1.

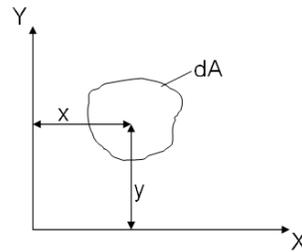


Figura 1. Momento estático de um elemento de superfície

Para o cálculo do momento estático são utilizadas as Equações (1) e (2).

$$M_x = y.dA \quad (1)$$

$$M_y = x.dA \quad (2)$$

3.2 Momento Estático de uma superfície plana

O momento estático de uma superfície plana é definido utilizando a integral de área dos momentos estáticos dos elementos de superfície que formam a superfície total, Melconian (2004), Timoshenko (1983), conforme Figura 2.

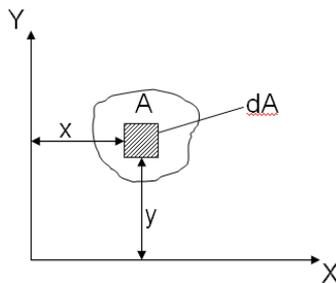


Figura 2. Momento estático de uma superfície plana

Para o cálculo do momento estático de uma superfície plana são utilizadas as Equações (3) e (4.)

$$M_x = \int_A y dA \quad (3)$$

$$M_y = \int_A x dA \quad (4)$$



3.3 Centro de gravidade de uma figura plana

É um ponto localizado na própria figura, ou fora desta, no qual se concentra a superfície. A localização do centro de gravidade dar-se-á pelas coordenadas X_g e Y_g que serão obtidas pela relação entre o respectivo momento estático de superfície e a área total desta. Para o cálculo do centro de gravidade são utilizadas as Equações (5) e (6).

$$X_g = \frac{\int x dA}{\int_A dA} \quad (5)$$

$$Y_g = \frac{\int y dA}{\int_A dA} \quad (6)$$

3.4 Momento de inércia

O momento de inércia é uma característica geométrica importante no dimensionamento dos elementos de construção, pois fornece através de valores numéricos, uma noção de resistência da peça. Quanto maior for o momento de inércia da secção transversal de uma peça, maior será a resistência da peça.

O momento de inércia de uma superfície plana em relação ao eixo de referência é definido pela integral de área dos produtos entre os infinitésimos da área que compõem a superfície e suas respectivas distâncias ao eixo de referência elevadas ao quadrado, Melconian (2004), Timoshenko (1983), conforme Figura (2).

Para o cálculo do momento de inércia são utilizadas as Equações (7) e (8).

$$J_x = \int_A y^2 dA \quad (7)$$

$$J_y = \int_A x^2 dA \quad (8)$$

3.5 Raio de giração

O raio de giração de uma superfície plana em relação a um eixo de referência constitui-se em uma distância particular entre a superfície e o eixo. Para determinar o raio de giração, i , é necessário conhecer o seu momento de inércia, J , utilizando a raiz quadrada da relação entre o momento de inércia e a área total, A , da superfície. Para o cálculo do raio de giração são utilizadas as seguintes Equações (9) e (10) para o seu desenvolvimento.



$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}} \quad (9)$$

$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}} \quad (10)$$

3.6 Módulo de Resistência

Define-se módulo de resistência, W , de uma superfície plana em relação aos eixos baricêntricos x e y , como sendo a relação entre o momento de inércia, J , relativo ao eixo baricêntrico e a distância máxima entre o eixo e a extremidade da secção transversal da peça, $X_{máx}$ e $Y_{máx}$, Melconian (2004), Timoshenko (1983), conforme Fig. (3).

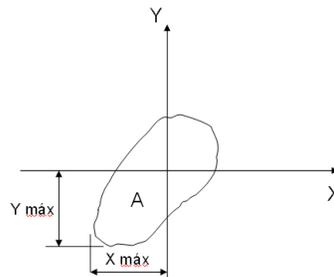


Figura 3. Representação x e y máximos para o módulo de resistência

Para o seu dimensionamento são utilizadas as Equações (11) e (12).

$$W_x = \frac{j_x}{y_{máx}} \quad (11)$$

$$W_y = \frac{j_y}{x_{máx}} \quad (12)$$

3.7 Desenvolvimento do software

Para o desenvolvimento do software foi necessário o conhecimento de todos os conceitos descritos nos itens 3.1 a 3.6.

O software foi desenvolvido na plataforma Delphi – Linguagem muito utilizada em universidades para o aprendizado da estrutura de um algoritmo. E utilizando os conceitos é possível interagir com o programa para resolver problemas relacionados à área de mecânica, tais como as propriedades geométricas de peças planas ou compostas.



4 RESULTADOS

Nesta parte do trabalho será explicado como será o funcionamento do programa para o cálculo do centro de gravidade, momento de inércia, raio de giração e módulo de resistência que será detalhado em partes.

4.1 Como interpretar a peça

Uma peça para ser declarada, deve ser dividida em figuras geométricas conhecidas, que pode ser observado na Figura (4), onde a peça foi dividida em três figuras: Quadrado (Verde), com um Furo Circular (Branco) e um Retângulo (Azul).

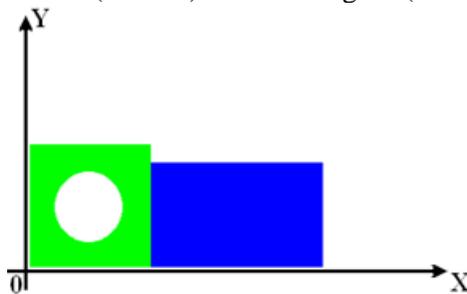


Figura 4. Representação de uma peça

No caso desta peça, deve-se declarar primeiramente o Quadrado (Verde), porque está localizado no ponto de origem. As outras são declaradas sucessivamente.

4.2 Unidades de medida

O programa dispõe de duas unidades de medida apenas: o Milímetro (mm) e o Centímetro (cm). No qual podem ser escolhidas no início, quando não há peças declaradas; após o início da declaração de dimensões não será aceita a troca da unidade de medida, conforme Figura (5).

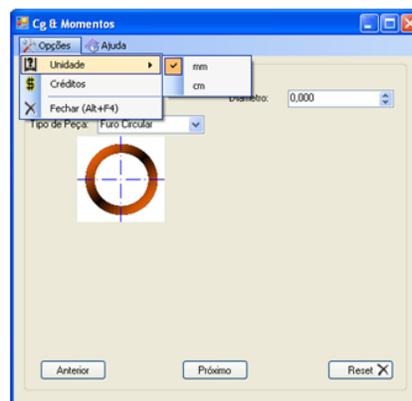


Figura 5. Unidades de medida



4.3 Quantidade de peças

A quantidade de figuras deve ser informada no campo reservado à “Quantidade”, após informar a quantidade, deve-se dizer o tipo da primeira peça, que pode ser Quadrado, Retângulo, Círculo, Furo Quadrado, Furo Retangular e Furo Circular.

Após dizer o tipo da primeira peça o campo de quantidade não poderá mais ser alterado e novos campos aparecerão para serem preenchido, exemplo: Base, Altura, Xg, Yg e/ou Diâmetro.

Caso erre alguma informação, é possível clicar no botão “Recomeçar/Anterior”. Caso seja a última peça a ser informada, o botão “Resultado” aparece na tela, caso contrário, este botão aparecerá como “Próxima”, como apresentada na Figura (6).



Figura 6. Quantidade de peças

4.4 Furos

Para declarar os furos, deve-se tomar cuidado, porque não é possível começar declarando um furo, como apresentado. É necessário ter uma peça, para depois declarar o furo. Deve-se declarar o furo quando estiver na segunda peça, você será indagado se o furo é no centro da primeira peça, caso seja verdade, o programa considerará o “CG” da primeira peça, como apresentado na Figura (7).



Figura 7. Declaração do furo em peça única



4.5 Furos concêntricos

Ao declarar a segunda peça do tipo “Furo”(qualquer), o programa irá perguntar se o furo é concêntrico à primeira peça ou não, como apresentado na Figura (8).



Figura 8. Declaração do furo em peça

Se o furo for Concêntrico, o centro de gravidade será calculado automaticamente, caso não seja, será necessário indicar as coordenadas do centro do furo.

4.6 Declaração das coordenadas

As coordenadas de centro da peça devem ser nos campos circulosados de vermelho (abaixo). Acima são declarados os dados correspondentes ao tamanho da base e da altura da peça avaliada naquele dado momento.

Após o preenchimento correto desta peça, basta clicar em “Próximo” ou (caso seja a última peça) “Resultado”, como apresentado na Figura (9).

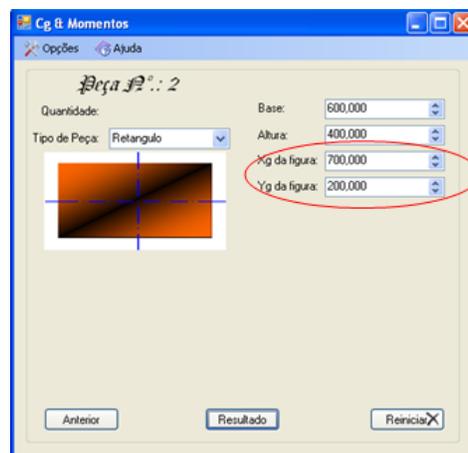


Figura 9. Declaração das Coordenadas



4.7 Resultados obtidos pelo programa

Após o clique no botão “Resultado”, aparecerá à seguinte imagem na tela, mostrando os resultados do que foi calculado na peça. Terminados os cálculos, você tem a opção de “Recomeçar” para calcular outra peça, como apresentado na Fig. (10).



Figura 10. Resultados obtidos pelo programa

Pelos resultados obtidos é possível verificar que os valores encontrados para o centro de gravidade, momento de inércia, raio de giração e módulo de resistência, estão de acordo com os valores calculados pela literatura.

5 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos é possível verificar que os valores encontrados para o centro de gravidade, momento de inércia, raio de giração e módulo de resistência, estão de acordo com os valores calculados pela literatura.

Trata-se de uma ferramenta que será muito útil para o aprendizado dos alunos, pois será possível desenvolver os cálculos em sala de aula e verificar com o programa desenvolvido.

A principal idéia é fazer com que os estudantes abarquem no assunto e tenham um melhor rendimento em seus estudos através do software, no qual pode ser considerado um modelo para consulta.

É possível aumentar a capacidade de assimilação e fixação dos alunos, pois é mais interativo e mais rápido.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG.
A FAPEMIG pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.



7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KIEPPER, B. O. 2004, **Análise Estrutural Estática, Via Elementos Finitos, do Segmento Tubo Flexível-Enrijecedor**, Dissertação de Mestrado, UFRJ, pp 103.
- MARTINEZ, E. M. 2002, **Statistical design and orthogonal polynomial model to estimate the tensile fatigue strength of wooden finger joints**, International Journal of fatigue, pp.237-243.
- MELCONIAN, S., 2004, **Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais**, São Paulo. Ed. Érika, última edição.
- PINHO, A. L. S., 2001, **Redução de Tensões em Risers Rígidos de Plataformas TLP**, COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, XI, pp.102.
- TIMOSHENKO, S. P., 1983, **History of Strength of Materials** - Dover, New York.

STUDY AND DEVELOPMENT OF A COMPUTATIONAL MODEL FOR EVALUATION OF GEOMETRIC PROPERTIES OF FIGURES USED IN CALCULATIONS OF STRUCTURAL PROJECTS

Abstract: *The advance of the technology became the innovative projects a challenge for the development of structures. This process involves the analysis of tensions of components of the structure and considerações regarding the mechanical properties of the materials. The analysis of tensions, efforts and the mechanical properties of the materials are the main aspects of the resistance of the materials. In function of new technologies, education could not remain far from this context, a time that computer science in the education is today one of the areas strongest of the educational technology. It is important to stand out that the advance of computer science opens enormous fan of possibilities for the education, become urgent the development of the research in the area of new applied technologies education, contributing for new practical pertaining to school. One another detail is on disciplines of resistance of the materials that traditionally offers some difficulty to the pupils, for dealing with subjects that demand mathematical calculations. With this work it will be possible to calculate composed figures that will be used in projects of structural calculations, as: Center of gravity, Moment of inertia, Ray of gyration and Module of resistance. With the development of software and its application it will increase the capacity of assimilation and setting of the pupils, therefore he is more interactive and faster.*

Key-words: geometric propertie, center of gravity, moment of inertia, projects