

# **DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA O ENSINO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS**

Juliane Rodrigues Ramiro Martins<sup>1</sup>;Januário Pellegrino Neto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM-CEUN-IMT);

<sup>2</sup> Professor(a) da Escola de Engenharia Mauá (EEM-CEUN-IMT).

**Resumo.** *Este projeto propõe o desenvolvimento de um aplicativo didático para o estudo de Figuras Planas. O trabalho descreve o desenvolvimento e as funcionalidades de um aplicativo desenvolvido em Java para o estudo de propriedades como Momentos e Produtos de Inércia, além da área e centro de gravidade de superfícies planas comumente encontradas nas seções de estruturas da Engenharia Civil.*

## **Introdução**

Devido à necessidade atual de se estar sempre evoluindo cientificamente, novos métodos de ensino vêm sendo implementados de modo complementar no ensino em geral e, particularmente, no ensino de engenharia.

Diante desta realidade, a utilização de recursos de multimídia interativa tem sido uma nova tecnologia de ensino de utilização crescente no estudo da engenharia de estruturas e que tem tido bastante sucesso. No Brasil, a utilização desses recursos como material complementar em aulas vem avançando rapidamente e obtendo resultados excelentes.

Desse modo, nos últimos anos, importantes instituições de ensino de engenharia do Brasil têm criado excelentes ferramentas, sendo que junto a esse projeto estão sendo desenvolvidos outros de maneira complementar a ele no Laboratório Computacional de Estruturas – LCE.

O projeto realizado consiste em um aplicativo desenvolvido em Java para o estudo de Figuras Planas, da disciplina de Resistência dos Materiais I. Esse estudo, por sua vez, é de grande relevância para os conceitos mais avançados dessa disciplina, nos quais se necessita dos dados da seção sendo trabalhada.

A partir do fornecimento das dimensões e do centro de gravidade de uma figura, o recurso desenvolvido retorna ao usuário os resultados da sua área e de seus Momentos e Produto de Inércia em relação aos eixos centrais. Caso o usuário entre com uma superfície, isto é, a composição de mais de uma figura plana, será retornado também o novo centro de gravidade dessa composição.

Este projeto visa primordialmente à construção de um aplicativo de fácil manuseio, que seja de uso intuitivo e atraia o aluno para o estudo de Resistência dos Materiais I. Assim, a partir dele, os alunos poderão visualizar e manipular modelos usuais que ilustrarão a metodologia utilizada no estudo das características geométricas das figuras planas dadas em aula.

Para que o aluno pudesse ter mais facilidade em seu uso, o aplicativo possui três botões: dois na área superior esquerda, um para adicionar figuras e o outro para retirá-las da superfície sendo criada; e o terceiro ('Calcular'), na parte central esquerda, para finalizar o cálculo. Abaixo dos dois botões na área superior e acima do botão 'Calcular', configura-se uma lista que é atualizada a cada vez que uma figura é adicionada ou retirada. Nessa área onde são listadas as geometrias, o aluno pode configurar a figura, escolhendo seu tipo: retângulo, trapézio, perfil L ou perfil T; e fornecendo suas dimensões e seu centro de gravidade.

A parte gráfica da Interface do aplicativo, na qual as figuras serão visualizadas, localiza-se à direita e é atualizada ao se apertar o botão 'Calcular', expondo a figura criada pelo usuário em relação a um par de eixos.

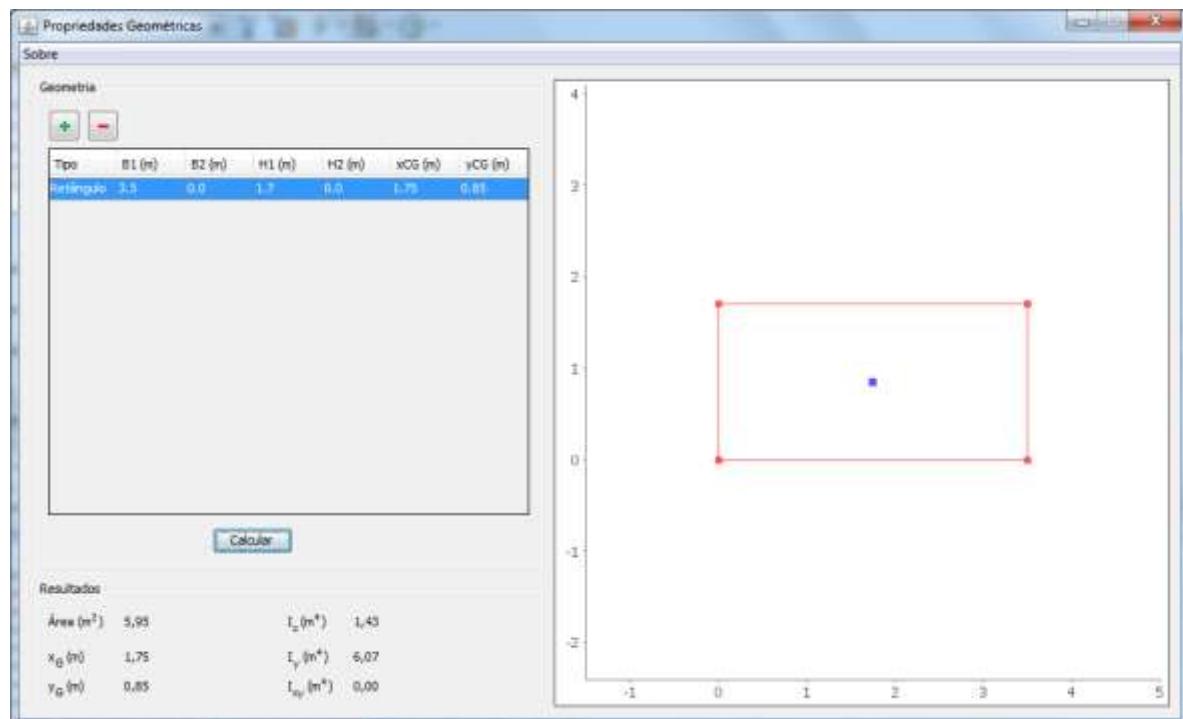


Figura 1 – Interface do aplicativo

## Materiais e Métodos

Nesta seção pretende-se demonstrar as características, funcionalidades e aplicações dos comandos e botões do aplicativo, bem como as teorias, métodos e fórmulas utilizados no mesmo.

### Linguagem

O aplicativo foi programado em linguagem Java (ORACLE) e a ferramenta utilizada para a programação foi ambiente de desenvolvimento NetBeans (ORACLE). Essa linguagem foi escolhida pela facilidade em construir uma interface gráfica e por ser orientada a objeto. A orientação a objetos ajuda muito na organização do código, além de deixá-lo mais enxuto, concentrando as responsabilidades nos pontos certos e facilitando o entendimento de um futuro programador que venha a continuar a o aplicativo, como pode ser visto na Figura 2.

É perceptível que o fato de o código estar dividido em métodos, classes e objetos ajuda o programador caso seja necessária alguma mudança ou aperfeiçoamento, assim o mesmo poderá fazê-lo de maneira intuitiva, sem necessitar do conhecimento geral do código.

```

138     @Override
139     public Double calculaIx() {
140         Double Ix= 0.0;
141         for (int i = 0; i < lista.size()-1; i++) {
142             Ix+=(Math.pow(lista.get(i).getY(),2.0)+lista.get(i).getX()*lista.get(i+1).getY())*lista.get(i).getX()*lista.get(i+1).getY();
143             (lista.get(i).getX()*lista.get(i+1).getY()-lista.get(i+1).getX()*lista.get(i).getY());
144         }
145         Ix=Ix/12.0;
146         return Ix;
147     }
148
149     @Override
150     public Double calculaIy() {
151         Double Iy= 0.0;
152         for (int i = 0; i < lista.size()-1; i++) {
153             Iy+=(Math.pow(lista.get(i).getX(),2.0)+lista.get(i).getY()*lista.get(i+1).getX())*lista.get(i).getY()*lista.get(i+1).getX();
154             (lista.get(i).getY()*lista.get(i+1).getX()-lista.get(i+1).getY()*lista.get(i).getX());
155         }
156         Iy=Iy/12.0;
157         return Iy;
158     }

```

Figura 2 – Linhas do código

### Teoria

Para a construção do aplicativo foi utilizada a teoria de Figuras Planas apresentada em Resistência dos Materiais I.

- 1) Centro de Gravidade de uma superfície

$$x_G = \frac{S_y}{A}, \text{ sendo } S_y = \int_A x dA$$

$$y_G = \frac{S_x}{A}, \text{ sendo } S_x = \int_A y dA$$

- 2) Momentos de Inércia a partir dos vértices da superfície

$$I_x = \frac{1}{12} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i^2 + y_i y_{i+1} + y_{i+1}^2)(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

$$I_y = \frac{1}{12} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i^2 + x_i x_{i+1} + x_{i+1}^2)(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

- 3) Produto de Inércia a partir dos vértices da superfície

$$I_{xy} = \frac{1}{24} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i y_{i+1} + 2 x_i y_i + x_{i+1} y_{i+1} + x_{i+1} y_i)(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

### Entrada de Dados

Na tabela indicada na seção ‘Geometria’, a primeira coluna possibilita o aluno a escolher o tipo de geometria. Nas quatro colunas seguintes, dependendo da geometria seleciona deve-se preencher as dimensões necessárias. O tipo ‘Retangulo’, por exemplo, só exige as dimensões B1 e H1, respectivamente sua base e altura, já o tipo ‘L’ exige todas as dimensões: B1, B2, H1, H2. Por fim, nas duas ultimas colunas, devem ser preenchidas as coordenadas do centro de gravidade da figura.

| Geometria |        |        |        |        |         |         |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Tipo      | B1 (m) | B2 (m) | H1 (m) | H2 (m) | xCG (m) | yCG (m) |
| Retângulo | 3,5    | 0,0    | 1,7    | 0,0    | 1,75    | 0,85    |
| Retângulo | 1,2    | 0,0    | 5      | 0,0    | 1,75    | 4,2     |
| Trapézio  | 2,4    | 1,2    | 0,2    | 0,0    | 1,75    | 6,81    |
| Retângulo | 2,4    | 0,0    | 0,6    | 0,0    | 1,75    | 7,2     |

**Calcular**

Figura 3 – Detalhe da seção ‘Geometria’

### Botões

O programa possui três botões, todos na área da seção ‘Geometria’. Os dois primeiros são utilizados para adicionar ou retirar linhas na tabela de figuras. O terceiro é o botão utilizado para finalizar o cálculo, quando o aluno estiver satisfeito com todas as geometrias adicionadas ele deve apertar esse botão, e as propriedades da superfície obtida serão lançadas na seção ‘Resultados’.

### **Resultados e Discussão**

Nesta seção pretende-se demonstrar o retorno de dados gerados pelo aplicativo, e discutir como o uso do mesmo pode melhorar o desempenho do aluno no estudo de Resistência dos Materiais I.

### Saída de Dados

A saída de dados do aplicativo localiza-se no lado esquerdo inferior da tela, onde os valores disponibilizados são o da área, das coordenadas do centro de gravidade,  $x_G$  e  $y_G$ , do Momento de Inércia na direção x e na direção y, e do Produto de Inércia  $I_{xy}$ .

| Resultados     |       |                     |
|----------------|-------|---------------------|
| Área ( $m^2$ ) | 13,75 | $I_x (m^4)$ 80,51   |
| $x_G (m)$      | 1,75  | $I_y (m^4)$ 7,61    |
| $y_G (m)$      | 3,13  | $I_{xy} (m^4)$ 0,00 |

Figura 4 – Detalhe da seção ‘Resultados’

Além desses resultados, o aplicativo também tem como saída a parte gráfica localizada do lado direito da tela, que ilustra a superfície em estudo em relação a um par de eixos.

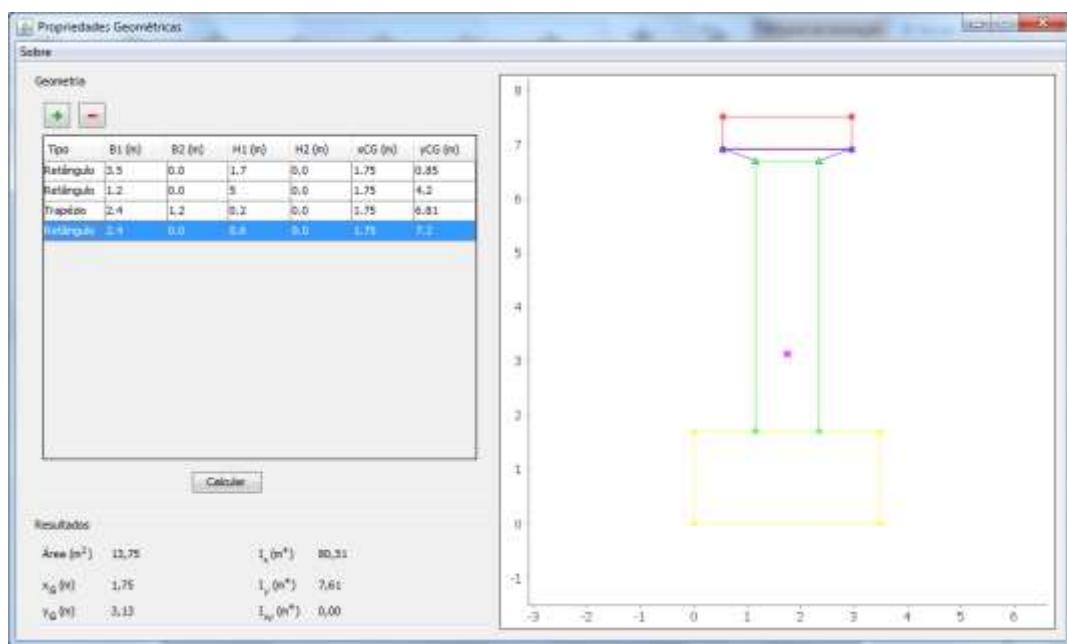


Figura 5 - Interface em funcionamento

A figura 5, portanto, serve como exemplo do funcionamento do aplicativo. Como observado, foi inserida uma superfície composta por três retângulos e um trapézio, a qual se compara a um pilar comumente utilizado na estrutura de pontes, e os resultados calculados saíram na parte inferior esquerda e o gráfico do lado direito da interface.

#### Ajuda ao aluno

Esse aplicativo traz muitas facilidades aos alunos de Resistência dos Materiais I, por tornar os problemas da sala de aula em uma aplicação mais iterativa e visual. A partir de seu uso, por exemplo, o aluno pode conferir seus cálculos feitos manualmente, de maneira a auxiliar seu estudo, e trazer maior confiança a sua aprendizagem.

Pretende-se utilizá-lo nas aulas de Resistência dos Materiais I nos próximos anos, com o objetivo de introduzi-lo aos alunos para que o objetivo principal do aplicativo, de ser uma ferramenta didática complementar às aulas, seja alcançado. Nas aulas, seu uso tende a trazer maior dinâmica e atratividade à matéria, facilitando o trabalho do professor que pode disponibilizar ao seu aluno um gabarito geral para qualquer exercício que venha a passar, ou até mesmo o próprio aluno pode criar um exercício numa situação de estudo e conferir seus resultados.

Enfim, um dos propósitos do LCE para esse projeto, e todos os outros em desenvolvimento, é que eles sejam disponibilizados aos alunos, para que os mesmos possam usá-los e assim consigam criar diferentes modelos a fim de entender as variadas situações que podem ocorrer nos casos estudados.

#### Conclusões

Este projeto propôs o desenvolvimento de um aplicativo para o ensino de Resistência dos Materiais I, mais especificamente da frente que trata de Figuras Planas. Portanto, seu propósito foi alcançado, e o aplicativo desenvolvido poderá ser utilizado como um recurso extra e muito importante para a aprendizagem das próximas turmas nessa disciplina.

Além disso, como foi relatado anteriormente, a linguagem orientada a objeto disponibilizada pelo Java torna o código do programa mais organizado e facilita seu entendimento por outro programador. Assim, futuros alunos que venham a participar dos projetos do Laboratório Computacional de Estruturas poderão facilmente acrescentar mais

características a esse aplicativo, ou até junta-lo a outros projetos, criando um aplicativo ainda mais elaborado que abranja conceitos sobre todas as áreas da Engenharia Civil.

Concluindo, acreditamos que este projeto possa servir de modelo para a obtenção de uma sistemática de ensino de disciplinas de Engenharia através da utilização destes novos recursos em harmonia com as técnicas tradicionais de ensino presencial.

## Referências Bibliográficas

- [1] CELLES Fº, Waldemar. **Introdução a estrutura de dados**. Elsevier / Campus, 2004. 294 p.
  - [2] BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R.; DEWOLF, J.T. **Resistência dos Materiais**. McGraw Hill - Artmed, 2010. 774p.
  - [3] FEODOSIEV, V. I. **Resistência de Materiales**. Editorial MIR, 1972.
  - [4] GERE, J. M.; GOODO, B. J. **Mecânica dos Materiais**. CENGAGE, 1ª ed., 2010. 880p.
  - [5] HIBBEKER, R. C. **Resistência dos Materiais**. Prentice Hall Brasil, 7ª ed., 2010. 656p.
  - [6] LÉVY, P., *As Tecnologias da Inteligência*, Editora 34, São Paulo, 1993
  - [7] SANTOS, R., **Introdução à programação orientada a objetos usando JAVA**. 2ª ed., Elsevier / Campus, 2013.4
  - [8] SOUZA, M.A.F.; SOARES, M.V.; GOMES, M.M.; COCÍLIO, R. *Algoritmos e Lógica de Programação*. 2ª ed., São Paulo, Cengage Learning, 2011.
- Santos, R., Introdução à programação orientada a objetos usando JAVA. 2ª ed., Elsevier / Campus, 2013.4