RELATÓRIO FINAL

INSTITUCIONAL/IFSP

Nome do Orientado: Isabella Silva Menezes

Nome do Orientador: Gustavo Cabrelli Nirschl

Título do Projeto: **Criação de *software* para cálculo de treliças de macarrão**

Vigência: 14/07/2014 a 14/12/2014

INTRODUÇÃO

Atualmente, existem diversos concursos de teste de resistência de treliças feitas com barras de macarrão. Exemplos podem ser encontrados em Departamento [1] e em Instituto [2]. Essas treliças também podem ser chamadas de "pontes de macarrão" e constituem-se de um modelo de uma ponte cuja matéria-prima usada é o macarrão, que deve ser capaz de suportar determinada carga. Sendo assim, este relatório parcial de pesquisa apresenta a criação de um software para o cálculo de esforços e dimensionamento de três modelos pré-definidos de treliças de macarrão, que pode auxiliar na prevenção de erros manuais e permitir a simulação de um número maior de modelos para otimizar o projeto.

OBJETIVO ou PROPOSIÇÃO

A criação de um software que calcula os esforços de cada barra e dimensiona o número de fios de macarrão em cada barra de treliças tem o intuito de que este aplicativo seja utilizado como instrumento que auxilia os grupos participantes dos concursos de ponte de macarrão, evitando possíveis erros manuais e otimizando o tempo para que se possa focar em outros detalhes. Além disso, esta iniciação científica proporciona um primeiro contato do autor com a programação simples direcionada a cálculos da construção civil.

RESUMO DO PROJETO DE PESQUISA

A programação vem crescendo em todo o globo e o ato de programar um software atualmente pode ser realizado por pessoas leigas em informática. Isso nos permite ter o poder de criar softwares para várias situações em nossa vida, facilitando assim o dia-a-dia. O objetivo deste projeto é associar programação básica, com cálculos de construção civil, na modalidade de dimensionamento de treliças de macarrão, no qual existe um concurso para a construção de pontes de macarrão que ocorre em diversas instituições. O motivo para o desenvolvimento deste projeto foi a dificuldade de se encontrar programas de computador simplificados, gratuitos e direcionados especificamente para a função de dimensionamento de treliças de macarrão. Criado através do programa Lazarus, o software é simples porém preciso, permite que o usuário escolha um entre três modelos de treliças, e que determine a força que estará sob ela (variável F). Ao clicar em "Calcular", o quadro de

saída mostrará o desenho da treliça já com os esforços e a quantidade de fios de macarrão serão necessários em cada barra. O software poderá estimular a participação de alunos nos concursos desta modalidade, uma vez que permitirá a conferência dos cálculos dentro da simulação de alguns modelos disponíveis.

RESULTADOS OBTIDOS

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Concursos de treliças de macarrão

Departamento [1] apresenta um regulamento para a construção de treliças de macarrão, que também foi adotado por Instituto [2], onde consta que o peso da treliça (considerando o macarrão e as colas utilizadas) não poderá ser superior a 750 g, o que equivale a 750 fios de macarrão. Além disso, a geometria da treliça deve obedecer às regras da Figura 1.

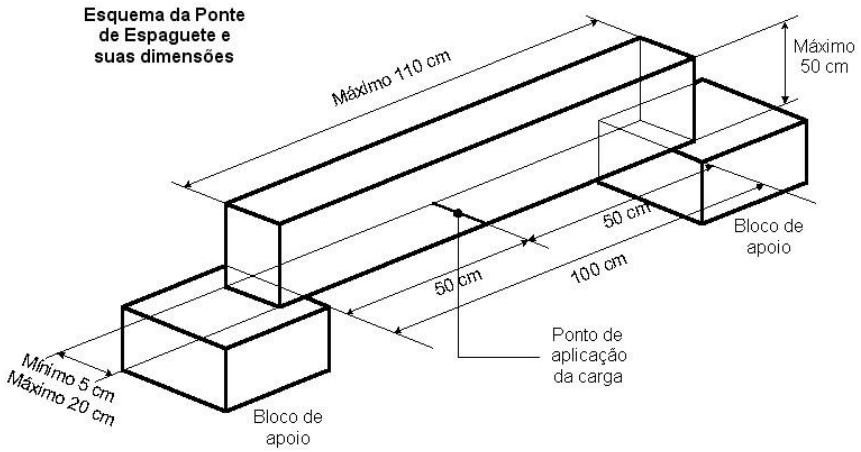


Figura 1: Normas para a geometria da treliça, de acordo com o regulamento descrito em Departamento [1].

1.2. Cálculo de esforços em barras de treliças pelo método dos nós

Botelho [3] cita que "treliças são estruturas compostas por barras com extremidades articuladas. São usadas para vários fins entre os quais, vencer pequenos, médios e grandes vãos. Pelo fato de usar barras articuladas e de se considerar pesos suportados colocados nos nós, essas barras funcionam principalmente à tração e compressão."

Para a determinação das forças que atuam nas barras, Meriam [4] apresenta o Método dos nós, que "(...) consiste em satisfazer as condições de equilíbrio para as forças que atuam sobre o pino de ligação de cada nó. Portanto, o método lida com equilíbrio de forças concorrentes, e somente estão envolvidas duas equações de equilíbrio, independentes. Começa-se a análise por qualquer nó onde exista ao menos uma carga conhecida, e onde estejam presentes no máximo duas forças desconhecidas." O autor explica que as duas equações de equilíbrio são $\Sigma FH = 0$ e $\Sigma FV = 0$ (somatório de forças horizontais e somatório de forças verticais nulos) e devem ser usadas em cada nó.

No item 2 deste relatório é apresentado detalhadamente o Método dos Nós aplicado a uma das geometrias de treliças propostas para integrar o programa.

1.3. Dimensionamento das barras de macarrão

Departamento [1] apresenta as Equações (1) e (2) para o dimensionamento das barras, a partir dos esforços calculados. Tais equações foram deduzidas pelos seguintes pesquisadores: Prof. Inácio Morsch, Prof. Luis Alberto Segovia González, Luis Henrique Bento Leal, Mário Sérgio Sbroglio Gonçalves, Bruna Guerra Dalzochio, Rafael da Rocha Oliveira e Carlos Eduardo Bernardes de Oliveira, Prof. João Ricardo Masuero, que indicaram o macarrão Barilla nº 7 para a dedução das equações.

Para as barras tracionadas, o número de fios de macarrão é calculado apenas dividindo-se o esforço normal de tração calculado (N) pela resistência à tração de um fio de macarrão (Equação (1)). Para as barras comprimidas, o número de fios de macarrão é calculado considerando-se o efeito de flambagem, que é preponderante sobre a resistência à compressão do fio (Equação (2)).

BARRAS TRACIONADAS $$Numero\ de\ Fios = \frac{N(kgf)}{4{,}267(kgf)} \quad (1)$$

BARRAS COMPRIMIDAS $$Numero\ de\ Fios = \sqrt{\frac{Nl^2}{279056r^4}} \quad (2)$$

Em que:

N é o esforço normal na barra, em kgf;

l é comprimento da barra, em cm; e

r é o raio de 1 fio de macarrão, em cm.

1.4. Criação de softwares usando o Lazarus

Conforme Equipe [5], "o Lazarus é uma ferramenta feita em código aberto para programadores. O seu ambiente é desenvolvido em Pascal e é idêntico ao Delphi. Possui um TForm onde você cria as suas janelas e coloca vários componentes diferentes de acordo com a ocasião."

2. METODOLOGIA

Foram concebidos três modelos de treliças isostáticas com dimensões que se enquadram ao concurso descrito por Departamento [1] (Figuras 2, 3 e 4).

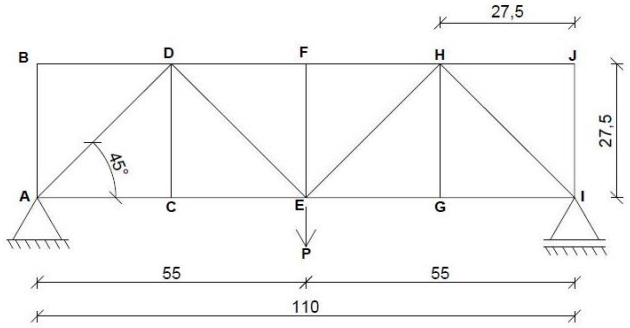


Figura 2: Modelo 1 proposto para integrar o programa. Dimensões em cm.

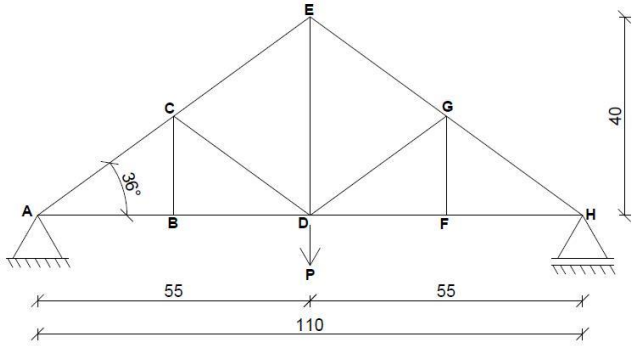


Figura 3: Modelo 2 proposto para integrar o programa. Dimensões em cm.

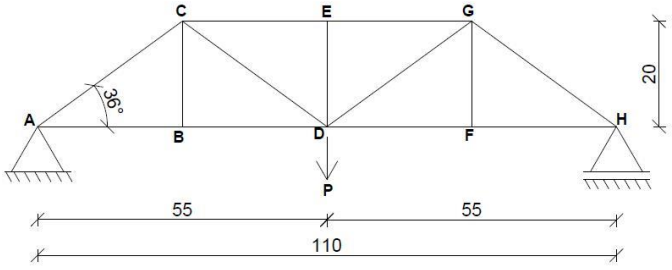


Figura 4: Modelo 3 proposto para integrar o programa. Dimensões em cm.

Os 3 modelos apresentados tiveram seus esforços calculados pelo Método dos Nós, sendo que apresentam-se a seguir os resultados detalhados para o Modelo 1 (Figura 2). Todos os esforços estão em função da variável P (ação), o que permite a programação.

I) Grau de Estaticidade

g = r+b-2n (r: reações; b: barras; n: nós)

g =3+17-2*5=0 → ISOSTÁTICA

II) Reações

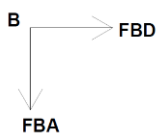
ΣFH = 0 → HA = 0

ΣMA = 0 → 55*P - RI*110 = 0 → RI = 55*P/110 → RI = P/2

ΣFV = 0 → RA+(P/2) – P = 0 → RA= P-(P/2) → RA= P/2

III) Esforços - Método dos Nós

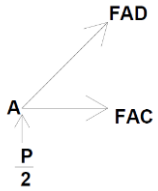
Nó B e J (simetria):



ΣFH = 0 → FBD = 0

ΣFV = 0 → FBA = 0

Nó A e I (simetria):



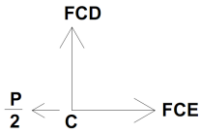
ΣFV = 0 → (P/2) + 0,707*FAD = 0 → O,707*FAD = -P/2

→ FAD = (- P/2)/0,707 → FAD = -P/1,41

ΣFH = 0 → FAC + 0,707*(-P/1,41) = 0 → FAC = 0,707*(P/1,41)

→ FAC = P/2

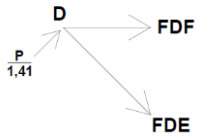
Nó C e G (simetria):



ΣFH = 0 → (-P/2) + FCE = 0 →FCE = P/2

ΣFV = 0 → FCD= 0

Nó D e H (simetria):



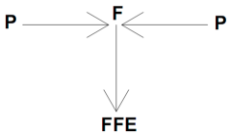
ΣFV = 0 → -0,707*FDE + 0,707*(P/1,41) = 0 → FDE = P/1,4

ΣFH = 0 → FDF + 0,707*(P/1,41) + 0,707*(P/1,41) = 0

→ FDF = - 0,707*(P/1,41) – 0,707*(P/1,41)

→ FDF= - P/2 – P/2 → FDF= -P

Nó F:



ΣFV = 0 → FFE = 0

Uma observação que se faz é que o esforço negativo indica barra comprimida e o esforço positivo indica barra tracionada. Como verificação numérica, para uma força P de 10 kgf, os cálculos resultam nos seguintes esforços: FBD = FBA = FJH = FJI = FCD = FGH = FFE = 0 kgf; FAD = FHI = -7,09 kgf; FAC = FCE = FIG = FGE = 5 kgf; FDE = FHE = 7,09 kgf; FDF = FHF = -10 kgf.

Foi feita ainda uma conferência dos cálculos dos esforços por meio do software FTOOL [6] (Figura 5):

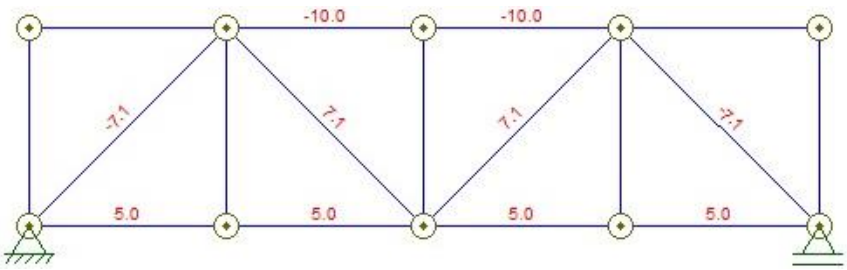


Figura 5: Resultados de esforços do Modelo 1 proposto para integrar o programa, segundo o aplicativo FTOOL [6]. Valores em kgf.

Com os valores dos esforços, foram utilizadas as equações (1) e (2) apresentadas para dimensionar as barras usando macarrão. Como exemplo, seguem tais cálculos para as barras DE = HE = 7,09 kgf (tracionadas) e DF = HF = -10 kgf (comprimidas):

BARRAS DE e HE

$$fios = \frac{N}{4{,}267} = \frac{7{,}09}{4{,}267} = 1{,}66 \rightarrow 2 \text{ fios}$$

BARRAS DF e HF

$$fios = \sqrt{\frac{N * l^2}{279056 * r^4}} = \sqrt{\frac{10 * 27{,}5^2}{279056 * 0{,}09^4}} = 20{,}32 \rightarrow 21 \text{ fios}$$

3. ALGORITMO DO SOFTWARE

O software foi criado a partir do programa Lazarus, que é livre e gratuito, disponível em Lazarus [7]. Tal ferramenta permitiu a criação de um programa com entrada e saída gráfica de dados. Seguem as variáveis do código criado, considerando os 3 modelos disponíveis. O Código se encontra no Anexo A.

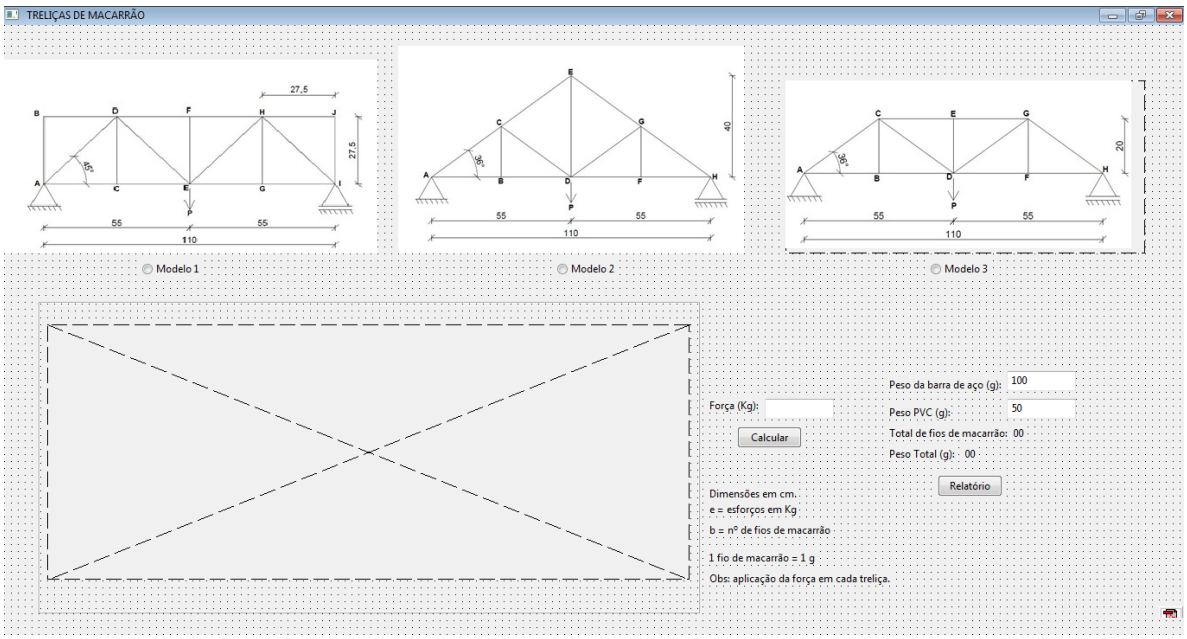


Figura 6: Formulário criado para a entrada e saída de dados. Fonte: O próprio autor.

Tabela 1: Correlações entre as máscaras (CAPTION ou TEXT) no formulário e as variáveis no código (NAME).

MÁSCARA NO FORMULÁRIO (CAPTION ou TEXT)	VARIÁVEL NO CÓDIGO (NAME)
Formulário	Form1
Modelo 1	Tmodelo1
Modelo 2	Tmodelo2
Modelo 3	Tmodelo3
Força (kgf)	Tforca
Quadro de saída	Tela
Peso da barra de aço (g):	Tpbda
Peso PVC (g):	Tppvc
Total de fios de macarrão:	Label13
Peso Total (g):	Label11

Além da entrada/saída gráfica, foi desenvolvido, por meio da ferramenta adicional "FORTES REPORT" do Lazarus [7], a geração de um relatório em PDF que possui informações como a força aplicada, o peso da barra de aço, o peso do cano PVC, o total de fios de macarrão e o peso total, além do desenho da treliças.

4. FUNCIONAMENTO DO SOFTWARE

O software desenvolvido permite a variação apenas da ação (peso a suportar) e a escolha entre três modelos de treliça. Seguem 3 exemplos do funcionamento passo a passo (Figuras 7 a 13).

EXEMPLO 1:

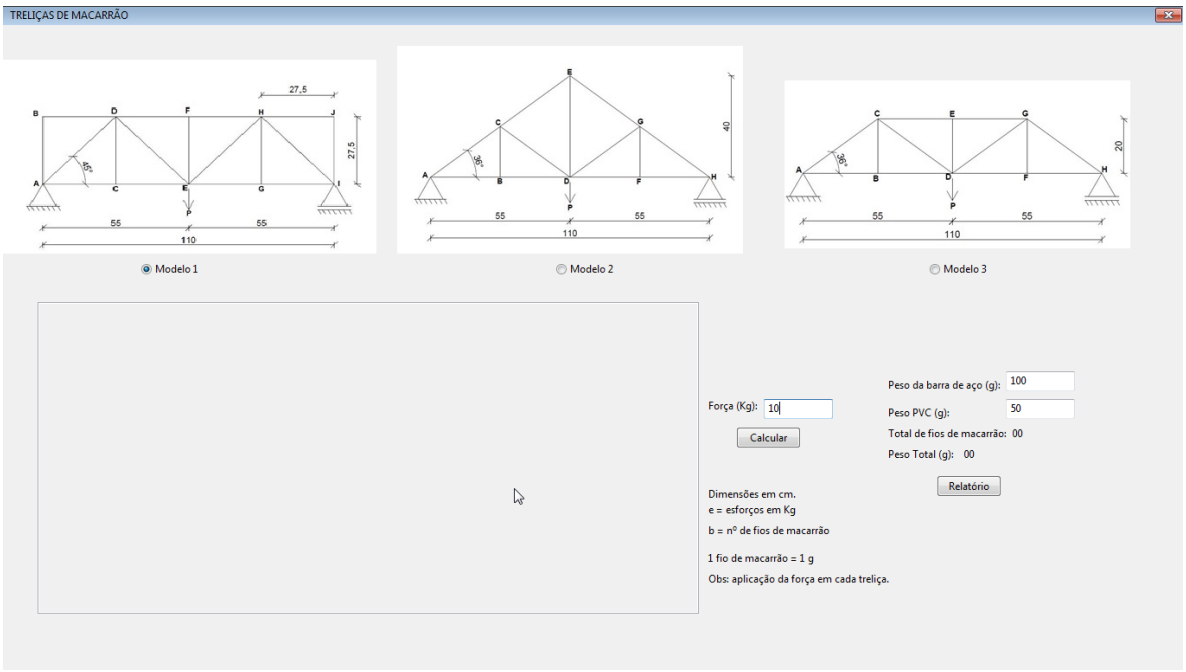


Figura 7: Escolha do Modelo 1 e força de 10 kgf.

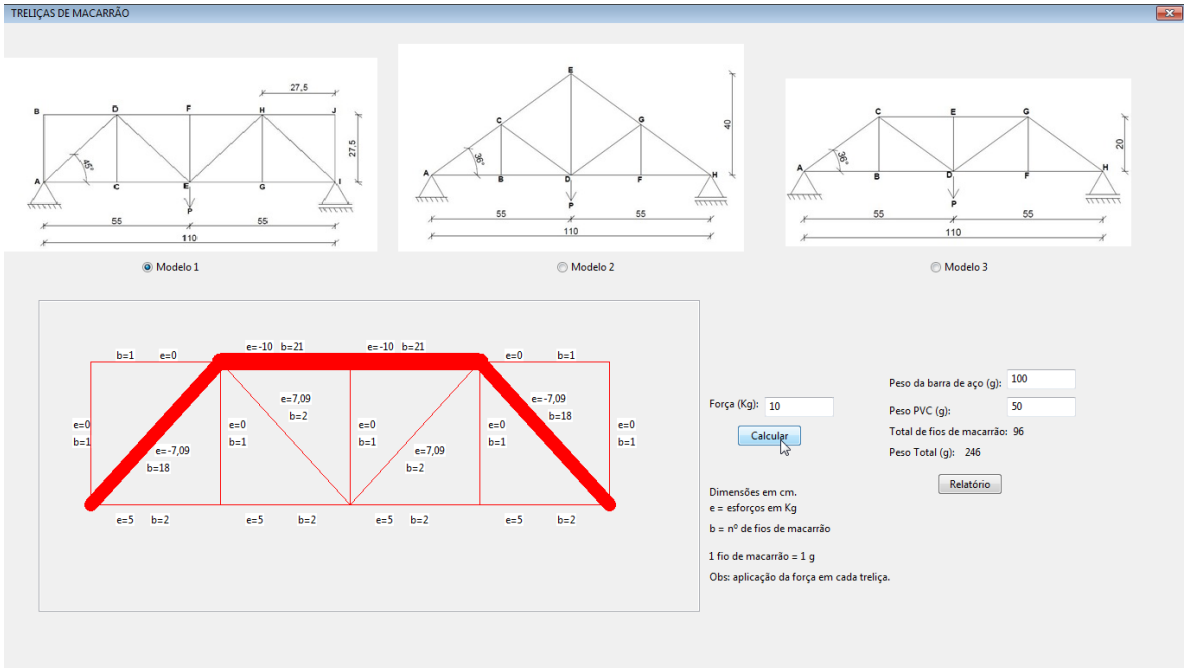


Figura 8: Resultados dos esforços e número de barras depois de selecionado o botão CALCULAR, juntamente com as informações do peso da barra de aço, peso do apoio de PVC, total de fios de macarrão e peso total.

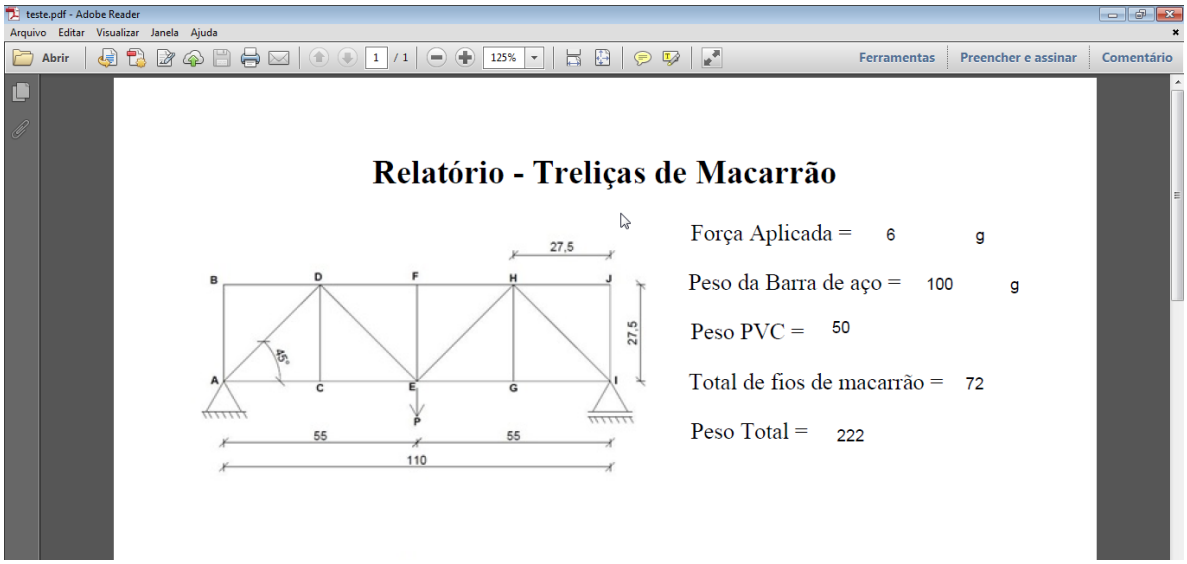


Figura 9: Relatório em pdf gerado depois de selecionado o botão RELATÓRIO.

.

EXEMPLO 2:

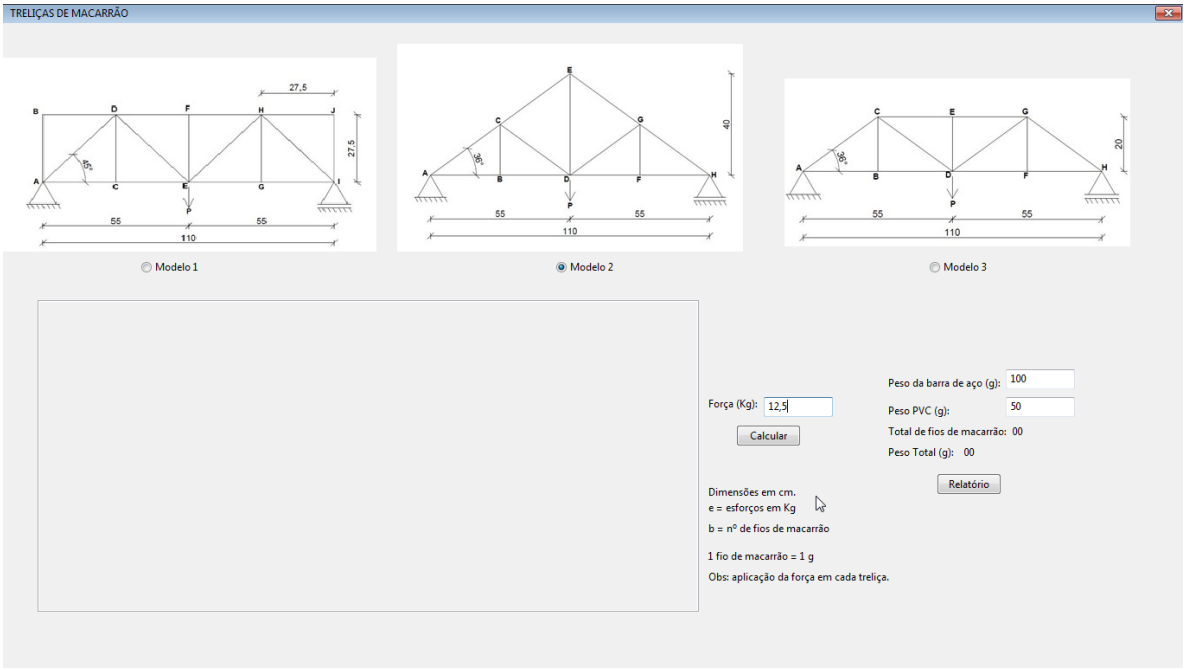


Figura 10: Escolha do Modelo 2 e força de 12,5 kgf.

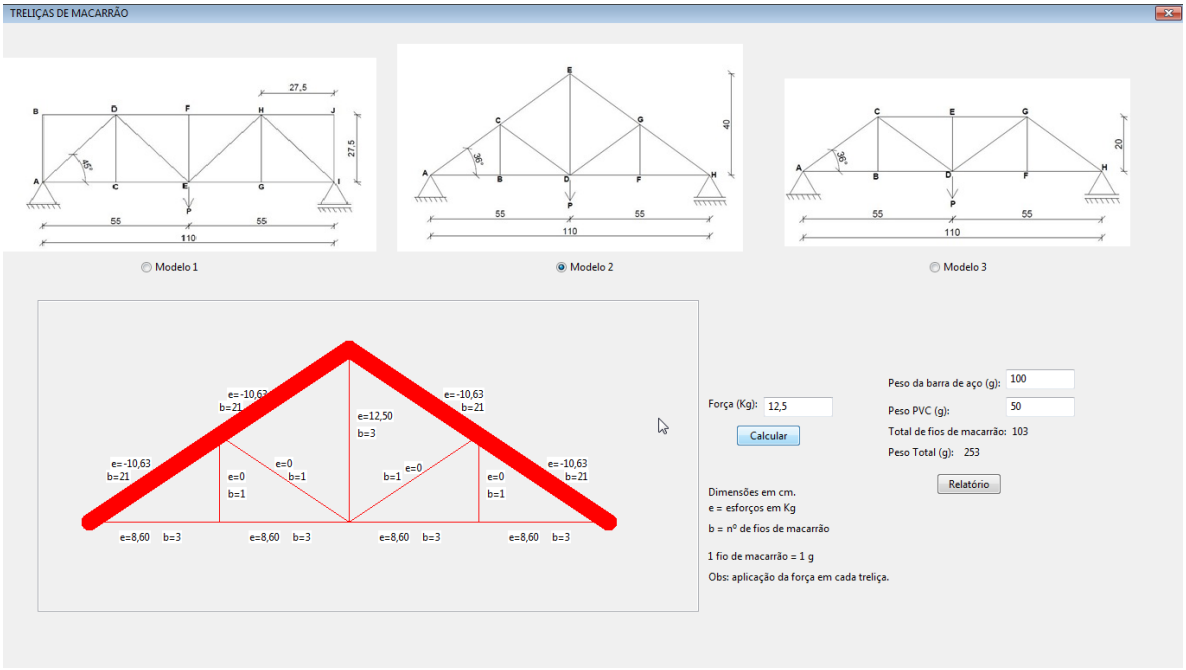


Figura 11: Resultados dos esforços e número de barras depois de selecionado o botão CALCULAR, juntamente com as informações do peso da barra de aço, peso do apoio de PVC, total de fios de macarrão e peso total.

EXEMPLO 3:

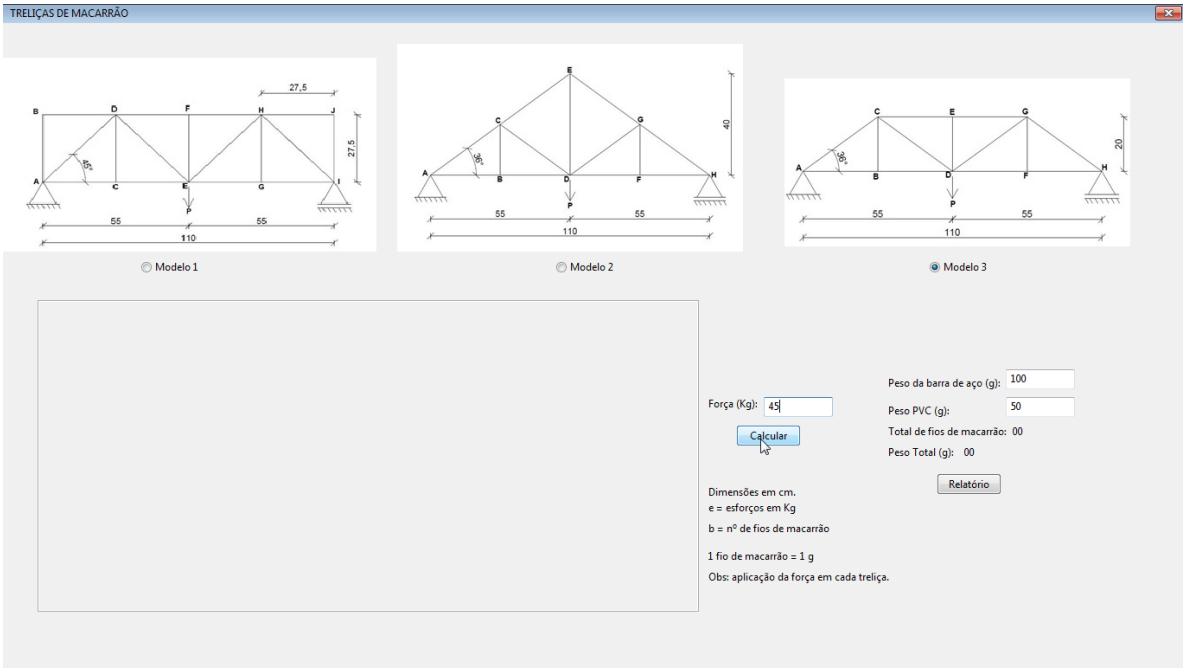


Figura 12: Escolha do Modelo 3 e força de 45 kgf.

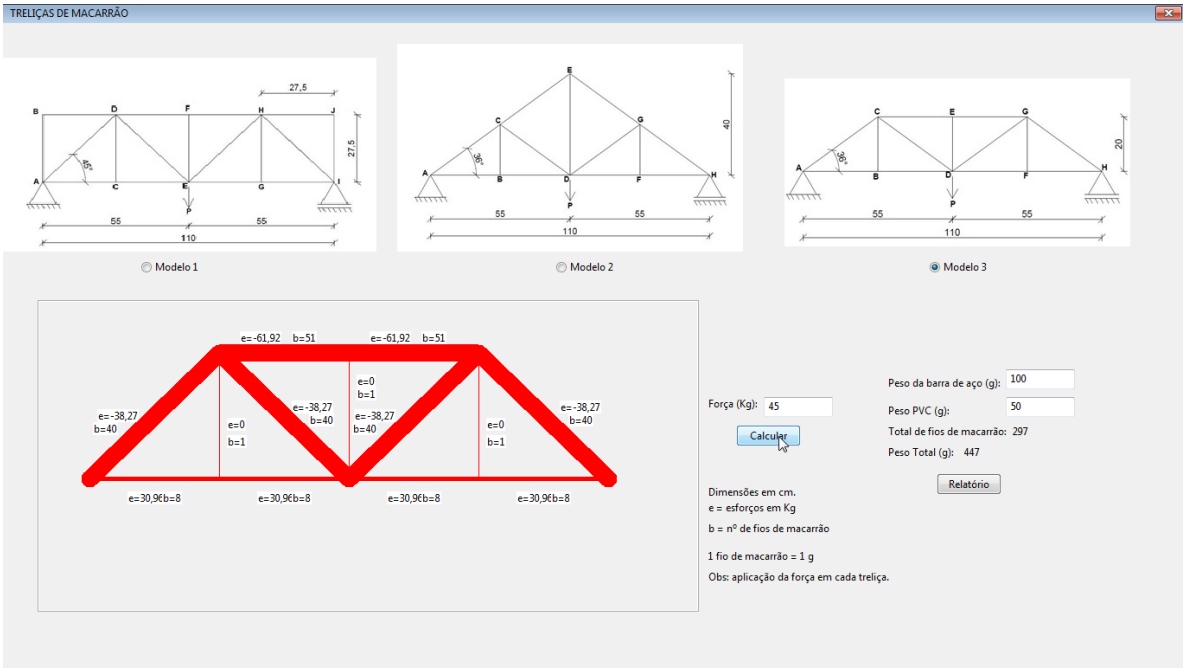


Figura 13: Resultados dos esforços e número de barras depois de selecionado o botão CALCULAR, juntamente com as informações do peso da barra de aço, peso do apoio de PVC, total de fios de macarrão e peso total.

5. PUBLICAÇÕES EM CONGRESSOS

Os resultados parciais dos trabalhos foram publicados em forma de 2 artigos científicos: "SOFTWARE PARA CÁLCULO DE TRELIÇAS DE MACARRÃO" no 5ºCINTEC, que ocorreu no dia 24 e 25 de setembro deste ano, em São João da Boa Vista-SP e "DIMENSIONAMENTO DE TRELIÇAS DE MACARRÃO: CRIAÇÃO DE SOFTWARE", no IV AMOSTRA DE TRABALHOS-COTUCA, que aconteceu no dia 26 de setembro deste ano, em Campinas – SP.

6***. CONCLUSÃO***

Foi gerado um programa de cálculo de 3 modelos de geometria de treliças de macarrão, que pode ser usado especialmente por participantes de concursos envolvendo a ruptura desse tipo de estrutura.

Uma próxima e mais avançada etapa desta pesquisa seria o uso do cálculo matricial para programar treliças de qualquer geometria, o que poderia ser feito, por exemplo, por alunos de graduação e pós-graduação.

O programa proporcionou ainda ao orientado um primeiro contato com a área de programação voltada para a construção civil.

CRONOGRAMA FINAL

O projeto foi concluído.

REFERÊNCIAS

[1] DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFRGS. **Competição de pontes de espaguete.** Porto Alegre, [200-]. Disponível em <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/index.html>. Acesso em 14 de março de 2014.

[2] INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – CÂMPUS VOTUPORANGA. **Concurso "Ponte de Macarrão"**: Resultados. Votuporanga, 2013. Disponível em < http://vtp.ifsp.edu.br/blog/2013/06/26/concurso-ponte-de-macarrao-resultados/>. Acesso em 14 de março de 2014.

[3] BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Resistência dos Materiais** - Para entender e gostar. São Paulo: Blucher, 2008.

[4] MERIAM, J. L. **Estática**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1977.

[5] EQUIPE Baixaki. **Lazarus 1.2.2**. Disponível em <http://www.baixaki.com.br/download/lazarus.htm#ixzz31MAUg0bn>. Acesso em 14 de maio de 2014.

[6] FTOOL. Disponível em <http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftool/>. Acesso em 24 de setembro de 2013.

[7] LAZARUS AND FREE PASCAL TEAM. **Lazarus.** [S.I.]., 2013. Disponível em <http://www.lazarus.freepascal.org/index.php>. Acesso em 14 de março de 2014

PAINEL DA PESQUISA REALIZADA EM POWER POINT

Colocado no CD-ROM.

ARTIGO CIENTÍFICO DA PESQUISA REALIZADA.

Colocado no CD-ROM.

DATA ____/____/_____

ASSINATURA DO ORIENTADOR _____

ASSINATURA DO BOLSISTA _____

ANEXO A

Código do programa criado, considerando as variáveis apresentadas na Tabela 1:

```
unit Unit1;

{$mode objfpc}{$H+}

interface

uses
 Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs,
ExtCtrls,
 StdCtrls,math, ShellApiw;

type

 { TForm1 }

 TForm1 = class(TForm)
  Button1: TButton;
  Image3: TImage;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Tela: TPaintBox;
  TelaR: TScrollBox;
  Tforca: TEdit;
  Image1: TImage;
  Image2: TImage;
  Label1: TLabel;
  Tmodelo1: TRadioButton;
  Tmodelo2: TRadioButton;
  Tmodelo3: TRadioButton;
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure Image1Click(Sender: TObject);
  procedure Image3Click(Sender: TObject);
  procedure Image4Click(Sender: TObject);
  procedure Label1Click(Sender: TObject);
  procedure Label2Click(Sender: TObject);
 private
  { private declarations }
 public
  { public declarations }
 end;

var
 Form1: TForm1;

implementation

{$R *.lfm}

{ TForm1 }



procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
 forca :double;  //declaração das variáveis e tipo
 esforco :double;  //declaração das variáveis e tipo
 barras,barrasi,barrast,pt,ttfios,pbda,ppvc :integer;  //declaração
das variáveis e tipo
begin
   forca:=StrToFloat(Tforca.text);  //leitura da altura e transf. em
número
   Tela.refresh;
   tela.canvas.Pen.color:= clred;  // cor das barras de macarrão
   barrast:=0; //total de barras

    if(Tmodelo1.Checked=true)then begin

   //MODELO 1

   //AB -0
   esforco:=0;
   barras:=1;
   tela.Canvas.TextOut(30,110,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(30,130,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(50,210,50,45);
   //FIM AB

    //AC
   esforco:= forca/2;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(80,220,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(120,220,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(50,210,200,210);
  //FIM AC

     //CE
   esforco:= forca/2;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
```

```
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(230,220,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(290,220,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(200,210,350,210);
 //FIM CE

   //IG
  esforco:= forca/2;
  if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
 barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(530,220,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(590,220,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(500,210,650,210);
 //FIM IG

 //GE
  esforco:= forca/2;
  if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
 barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(380,220,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(420,220,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(350,210,500,210);
 //FIM GE

   //DF
  esforco:= -forca;
  if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
 barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(230,20,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(270,20,'b='+IntToStr(barras));
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(200,45,350,45);
 //FIM DF

   //HF
  esforco:= -forca;
  if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;
```

```
   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(370,20,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(410,20,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(350,45,500,45);
  //FIM HF



        //AD
   esforco:= -forca/1.41;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(125,140,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(115,160,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(50,210,200,45);
  //FIM AD

    //DE
   esforco:= forca/1.41;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(270,80,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(280,100,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(200,45,350,210);
  //FIM DE

  //HE
   esforco:= forca/1.41;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(425,140,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(415,160,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
    Tela.Canvas.Line(350,210,500,45);
  //FIM HE


   //IH
   esforco:= -forca/1.41;
   if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
```

```
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(560,80,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(580,100,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(500,45,650,210);
 //FIM IH


  //BD -0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(130,30,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(80,30,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(50,45,200,45);
  //FIM BD


  //JH -0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(530,30,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(590,30,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;
```

```
  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(500,45,650,45);
  //FIM JH

   //CD -0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(210,110,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(210,130,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  Tela.Canvas.Line(200,45,200,210);
  //FIM CD

  //FE -0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(360,110,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(360,130,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(350,45,350,210);
  //FIM FE

    //HG -0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(510,110,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(510,130,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
```

```
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(500,45,500,210);
  //FIM HG

   //IJ-0
  esforco:=0;
  barras:=1;
  tela.Canvas.TextOut(660,110,'e='+FloatToStr(esforco));
   tela.Canvas.TextOut(660,130,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(650,45,650,210);
  //FIM IJ

  tela.Canvas.Pen.Width:=1;

  end;   // FIM DO MODELO 1


  //MODELO2

  if(Tmodelo2.Checked=true)then begin

  //AB

  esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(85,240,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(135,240,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(50,230,200,230);

  //BD
   esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;


tela.Canvas.TextOut(235,240,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(285,240,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(200,230,350,230);

  // DF
  esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;


tela.Canvas.TextOut(385,240,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(435,240,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
```

```
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(350,230,500,230);

    //FH
   esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(535,240,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(585,240,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(500,230,650,230);

   //HG
   esforco:= -forca/1.176;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(580,155,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(600,170,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(650,230,500,130);

   //GD  -0
   esforco:=0;
   barras:=1;
   tela.Canvas.TextOut(415,160,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(390,170,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(500,130,350,230);

   //GE
     esforco:= -(forca/2)*(1/0.588);
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                          Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(460,75,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(480,90,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(500,130,350,30);

   //BC -0

   esforco:=0;
   barras:=1;
   tela.Canvas.TextOut(210,170,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(210,190,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
```

```
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(200,230,200,130);

    //DE
  esforco:= forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(360,100,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(360,120,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
    Tela.Canvas.Line(350,230,350,30);

    //FG -0
     esforco:=0;
   barras:=1;
   tela.Canvas.TextOut(510,170,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(510,190,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
    Tela.Canvas.Line(500,230,500,130);

    //AC
    esforco:= -forca/1.176;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;
```

```
   tela.Canvas.TextOut(75,155,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(70,170,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
    Tela.Canvas.Line(50,230,200,130);

    //CE
       esforco:= -(forca/2)*(1/0.588);
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(210,75,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(200,90,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(200,130,350,30);

    //CD -0
     esforco:=0;
   barras:=1;
   tela.Canvas.TextOut(265,155,'e='+FloatToStr(esforco));
    tela.Canvas.TextOut(280,170,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
```

```
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
    Tela.Canvas.Line(200,130,350,230);
    //fim CD

    tela.Canvas.Pen.Width:=1;

   end;       //FIM DO MODELO2




      //MODELO 3
   if(Tmodelo3.Checked=true)then begin

   //   AB
   esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;

   tela.Canvas.TextOut(95,195,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(135,195,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(50,180,200,180);

   //BD
  esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(245,195,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(285,195,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(200,180,350,180);

   // DF
   esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(395,195,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(435,195,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
   if(barras<5)then begin
   barrasi:=1;
   end
   else
   if(barras<10)then begin
   barrasi:=5;

   end
   else
   if(barras<15)then begin
   barrasi:=10;

   end
   else
   if(barras<20)then begin
   barrasi:=15;

   end
   else
   if(barras>=20)then begin
   barrasi:=20;
   end;
   tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
   Tela.Canvas.Line(350,180,500,180);

   //FH
   esforco:= 0.688*forca;
  if(esforco>0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:= Round(esforco/4.267);
    end;

   if(esforco<0)then begin
   SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                                Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
   end;


tela.Canvas.TextOut(545,195,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
   tela.Canvas.TextOut(585,195,'b='+IntToStr(barras));
   tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
```

```
if(barras<5)then begin
barrasi:=1;
end
else
if(barras<10)then begin
barrasi:=5;

end
else
if(barras<15)then begin
barrasi:=10;

end
else
if(barras<20)then begin
barrasi:=15;

end
else
if(barras>=20)then begin
barrasi:=20;
end;
tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
Tela.Canvas.Line(500,180,650,180);

//BC  -0

esforco:=0;
barras:=1;
tela.Canvas.TextOut(210,110,'e='+FloatToStr(esforco));
tela.Canvas.TextOut(210,130,'b='+IntToStr(barras));
tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
if(barras<5)then begin
barrasi:=1;
end
else
if(barras<10)then begin
barrasi:=5;

end
else
if(barras<15)then begin
barrasi:=10;

end
else
if(barras<20)then begin
barrasi:=15;

end
else
if(barras>=20)then begin
barrasi:=20;
end;
tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
Tela.Canvas.Line(200,35,200,180);

//DE  -0

esforco:=0;
barras:=1;
tela.Canvas.TextOut(360,60,'e='+FloatToStr(esforco));
tela.Canvas.TextOut(360,75,'b='+IntToStr(barras));
tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
if(barras<5)then begin
barrasi:=1;
end
else
if(barras<10)then begin
barrasi:=5;

end
else
if(barras<15)then begin
barrasi:=10;

end
else
if(barras<20)then begin
barrasi:=15;

end
else
if(barras>=20)then begin
barrasi:=20;
```

```
end;
tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
Tela.Canvas.Line(350,35,350,180);

// FG   -0

esforco:=0;
barras:=1;
tela.Canvas.TextOut(510,110,'e='+FloatToStr(esforco));
tela.Canvas.TextOut(510,130,'b='+IntToStr(barras));
tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
if(barras<5)then begin
barrasi:=1;
end
else
if(barras<10)then begin
barrasi:=5;

end
else
if(barras<15)then begin
barrasi:=10;

end
else
if(barras<20)then begin
barrasi:=15;

end
else
if(barras>=20)then begin
barrasi:=20;
end;
tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
Tela.Canvas.Line(500,35,500,180);

// AC
esforco:= -forca/1.176;
if(esforco>0)then begin
SetRoundMode(rmUp);
barras:= Round(esforco/4.267);
  end;

if(esforco<0)then begin
SetRoundMode(rmUp);
barras:=                                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
end;

tela.Canvas.TextOut(60,100,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
tela.Canvas.TextOut(55,115,'b='+IntToStr(barras));
tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
if(barras<5)then begin
barrasi:=1;
end
else
if(barras<10)then begin
barrasi:=5;

end
else
if(barras<15)then begin
barrasi:=10;

end
else
if(barras<20)then begin
barrasi:=15;

end
else
if(barras>=20)then begin
barrasi:=20;
end;
tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
Tela.Canvas.Line(50,180,200,35);

// CD
 esforco:= -forca/1.176;
if(esforco>0)then begin
SetRoundMode(rmUp);
barras:= Round(esforco/4.267);
  end;

if(esforco<0)then begin
```

```
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(285,90,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(305,105,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(200,35,350,180);

  //DG
  esforco:= -forca/1.176;
 if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;


tela.Canvas.TextOut(357,100,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(355,115,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(350,180,500,35);

  //GH
  esforco:= -forca/1.176;
 if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(595,90,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(605,105,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(500,35,650,180);

  // CE
  esforco:= -1.376*forca;
 if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;

  tela.Canvas.TextOut(225,10,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(285,10,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(200,35,350,35);

  //EG
  esforco:= -1.376*forca;
 if(esforco>0)then begin
 SetRoundMode(rmUp);
 barras:= Round(esforco/4.267);
   end;

  if(esforco<0)then begin
  SetRoundMode(rmUp);
  barras:=                                    Round(sqrt((-
esforco*power(27.5,2))/(279056*power(0.09,4))));
  end;
```

```
  tela.Canvas.TextOut(375,10,'e='+FormatFloat('0.00',esforco));
  tela.Canvas.TextOut(435,10,'b='+IntToStr(barras));
  tela.Canvas.Pen.Width:= barras;
  if(barras<5)then begin
  barrasi:=1;
  end
  else
  if(barras<10)then begin
  barrasi:=5;

  end
  else
  if(barras<15)then begin
  barrasi:=10;

  end
  else
  if(barras<20)then begin
  barrasi:=15;

  end
  else
  if(barras>=20)then begin
  barrasi:=20;
  end;
  tela.Canvas.Pen.Width:= barrasi;
  Tela.Canvas.Line(350,35,500,35);

 //fim EG
 tela.Canvas.Pen.Width:=1;
  end;    //FIM DO MODELO 3

//total de fios de macarrão
  ttfios:= barrast;
  Label13.Caption:=inttostr(ttfios);

  //total de peso total
  pbda:=StrToInt(Tpbda.text);   //leitura da altura e transf. em
número
  ppvc:=StrToInt(Tppvc.text);   //leitura da altura e transf. em
número
  pt:= ttfios+pbda+ppvc;
  Label11.Caption:=inttostr(pt);

  RLLabel4.caption:= FloatToStr(forca);
  RLLabel9.caption:= IntToStr(pbda);
  RLLabel10.caption:= IntToStr(ppvc);
  RLLabel11.caption:= intToStr(ttfios);
  RLLabel12.caption:= intToStr(pt);


 end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin

    Rlpdffilter1.FileName:=
'C:\Users\Isabella\Desktop\teste.pdf';

RLReport1.SaveToFile('C:\Users\Isabella\Desktop\teste.pdf');
//Gerado sem sucesso
    Shellexecute                (0,                'open',
pchar('teste.pdf'),'',pchar('C:\Users\Isabella\Desktop\'),1)

end;


procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin

end;

procedure TForm1.Image1Click(Sender: TObject);
begin

end;

procedure TForm1.Image3Click(Sender: TObject);
begin

end;

procedure TForm1.Image4Click(Sender: TObject);
begin
```

```
end;

procedure TForm1.Label1Click(Sender: TObject);
begin

end;

procedure TForm1.Label2Click(Sender: TObject);
begin

end;

end.
```