

MINICURSO: Introdução ao Gnuplot

Acadêmica: Gabriele Emidio

Programa de Pós Graduação em Física

Joinville, 2020.

Lista de Figuras

<i>Figura 1- Exemplos de gráficos gerados com o gnuplot</i>	7
<i>Figura 2 -Definição de senha pelo usuário</i>	8
<i>Figura 3- Instalação</i>	8
<i>Figura 4- Janela inicial do Gnuplot</i>	9
<i>Figura 5- Janela inicial Gnuplot</i>	9
<i>Figura 6- Exemplo de 'print'</i>	11
<i>Figura 7- Exemplo de 'print'</i>	11
<i>Figura 8 - Demonstração de mudança de diretório</i>	12
<i>Figura 9 - Exemplo de divisão de números reais</i>	14
<i>Figura 10 - Funções pré-definidas</i>	14
<i>Figura 11 – Funções intrínsecas da barra de tarefas</i>	16
<i>Figura 12- Funções seno e logaritmo</i>	17
<i>Figura 13- Plot de duas funções</i>	18
<i>Figura 14 - Diferentes formas de plotar uma função</i>	19
<i>Figura 15 - Script de funções</i>	19
<i>Figura 16- Ativação do grid</i>	20
<i>Figura 17- Exemplo de inserção de título</i>	21
<i>Figura 18 - Exemplo de inserção de título</i>	21
<i>Figura 19 - Exemplo de inserção de borda a caixa de legenda</i>	22
<i>Figura 20 - Exemplo de inserção de legenda para curvas diferentes</i>	23
<i>Figura 21 - Exemplo de inserção de legenda</i>	23
<i>Figura 22 - Exemplo de como não inserir texto na legenda</i>	24
<i>Figura 23- Caixa de legenda situada no canto inferior direito e fora do gráfico</i>	25
<i>Figura 24 - Inserção de título nos eixos coordenados</i>	26
<i>Figura 25- Definição dos valores mínimo e máximo das abscissas e exibição dos eixos coordenados.</i>	27
<i>Figura 26- Uso dos comandos x/y tics e mx/y tics</i>	28
<i>Figura 27- Uso dos comandos x/y tics e mx/y tics</i>	28
<i>Figura 28 - Alteração da fonte</i>	29
<i>Figura 29- Opções disponíveis de representações</i>	30
<i>Figura 30 - Barra de ferramentas – Formatação dos gráficos</i>	30
<i>Figura 31- Cores e estilos</i>	31
<i>Figura 32 - Formatação de cor e tamanho</i>	32

<i>Figura 33 - Exemplo de formatação de cor e tamanho</i>	32
<i>Figura 34 - Formatação da largura da linha</i>	33
<i>Figura 35 - Preenchimento de curvas</i>	33
<i>Figura 36 - Exemplo de superfície</i>	35
<i>Figura 37 - Exemplo de superfícies</i>	36
<i>Figura 38 - Exibição de curvas de nível</i>	36
<i>Figura 39 - Exibição de curvas de nível na própria superfície</i>	37
<i>Figura 40 - Exemplo utilizando dummy</i>	39
<i>Figura 41 - Operador ternário</i>	40
<i>Figura 42 - Exemplo de operador ternário composto por três funções</i>	41
<i>Figura 43- Multiplot, definindo o título e a fonte</i>	43
<i>Figura 44- Ordenando os gráficos</i>	43
<i>Figura 45- Alterando ordem da inserção dos gráficos</i>	44
<i>Figura 46 - Arquivo txt</i>	45
<i>Figura 47 - Importação de dados</i>	46
<i>Figura 48 - Exportação dos gráficos produzidos com o gnuplot</i>	49

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1- Comandos básicos</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 2- Operadores aritméticos</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 3- Notação computacional</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 4- Funções matemáticas</i>	<i>15</i>

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO GNUPLOT.....	8
2.1 Sistema Operacional Linux.....	8
2.2 Sistema Operacional Windows.....	9
3. PRIMEIROS COMANDOS	10
3.1 Comando Básicos.....	10
3.2 Notações e Operações	13
3.3 Caracterização Gráfica	20
4. VISUALIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES	35
5. TROCA DE VARIÁVEIS.....	38
6. OPERADOR TERNÁRIO.....	40
7. PLOTAGEM DE DIVERSOS GRÁFICOS EM UMA JANELA (MULTIPLOT) E SEUS RESPECTIVOS AJUSTES	42
8. IMPORTAÇÃO DE DADOS PARA CONSTRUÇÃO DE IMAGEM.....	45
9. EXPORTAÇÃO DOS GRÁFICOS PRODUZIDOS NO GNUPLOT EM FORMATO DE IMAGENS	48
10.REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

Gnuplot é uma ferramenta, em linha de comando, usada para desenhar e visualizar gráficos e superfícies, úteis em aplicações nas áreas de física, matemática e engenharias, por exemplo. Originalmente foi desenvolvido para facilitar a visualização de fórmulas matemáticas e dados de forma interativa.

O Gnuplot é de domínio público e tem versões compatíveis para diversos sistemas operacionais, como o Linux e o Windows, e atualizações vem sendo desenvolvidas desde de 1986.

Os gráficos e superfícies gerados podem ser salvos em formatos, como jpg e pdf, por exemplo.

Gnuplot faz distinção entre letras maiúsculas e minúsculas e os comandos podem ser abreviados contanto que não haja ambiguidade (ex: with lines: w l).

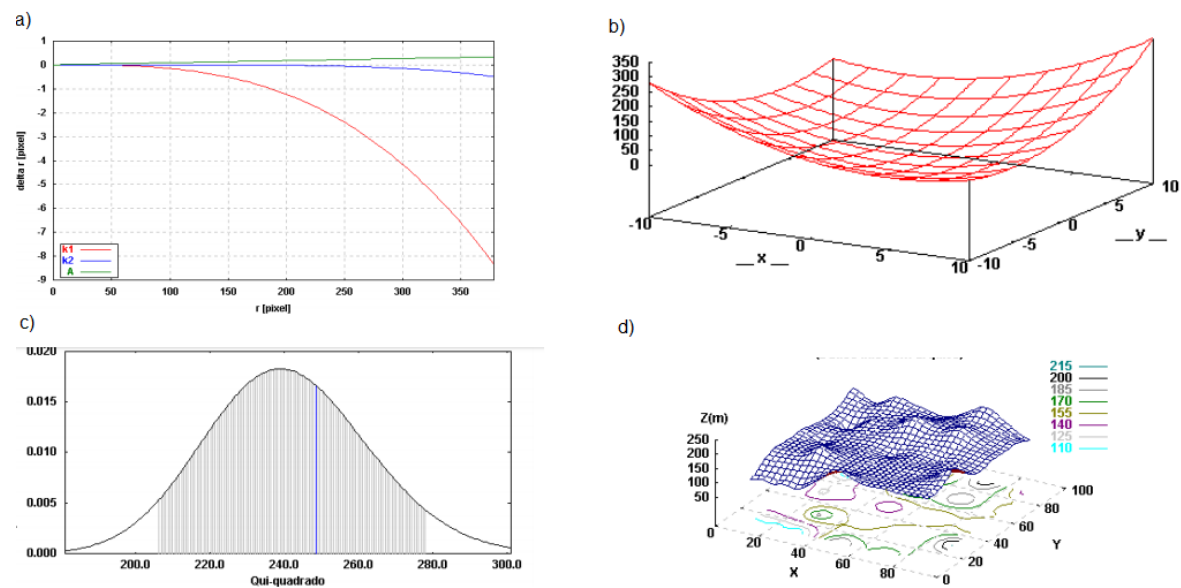
Separa-se dois ou mais comandos contidos numa mesma linha por um (;). Espaços em branco serão ignorados.

Para comandos que se estendem por mais de uma linha, uma barra invertida (n) deve ser introduzida ao final de cada uma, menos a última

Caso haja dúvidas em qualquer tópico, digite help para disponibilizar um menu dos tópicos disponíveis, na linha do terminal do GNU.

Na sequência são apresentados alguns exemplos de gráficos gerados com o Gnuplot.

Figura 1- Exemplos de gráficos gerados com o gnuplot



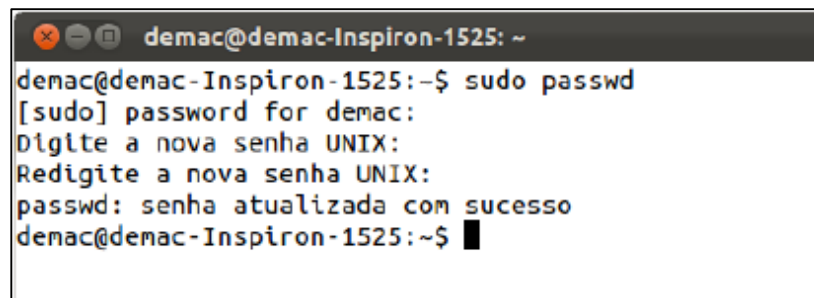
Fonte: [1]

2. INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO GNUPLOT

2.1 Sistema Operacional Linux

No sistema operacional LINUX o Gnuplot não possui interface gráfica, funciona através do terminal. O terminal é aberto através do comando “CTRL+shift+t”. Primeiramente definimos uma senha pelo usuário, como na Figura 2.

Figura 2 -Definição de senha pelo usuário

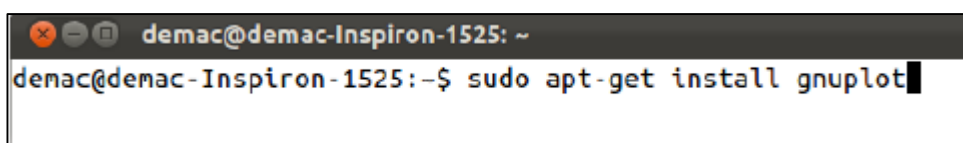
A terminal window with a dark title bar containing window control icons and the text 'demac@demac-Inspiron-1525: ~'. The terminal text shows the execution of 'sudo passwd', followed by prompts for a new password and its confirmation, and a success message.

```
demac@demac-Inspiron-1525:~$ sudo passwd
[sudo] password for demac:
Digite a nova senha UNIX:
Redigite a nova senha UNIX:
passwd: senha atualizada com sucesso
demac@demac-Inspiron-1525:~$
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Para instalar o Gnuplot digite “sudo apt-get install gnuplot” (Figura 3), sua senha e posteriormente ‘y’ (yes). Quando o processo de instalação terminar, em um terminal digite “gnuplot” para ter acesso a janela inicial (Figura 4).

Figura 3- Instalação

A terminal window with a dark title bar containing window control icons and the text 'demac@demac-Inspiron-1525: ~'. The terminal text shows the command 'sudo apt-get install gnuplot' being entered.

```
demac@demac-Inspiron-1525:~$ sudo apt-get install gnuplot
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4- Janela inicial do Gnuplot

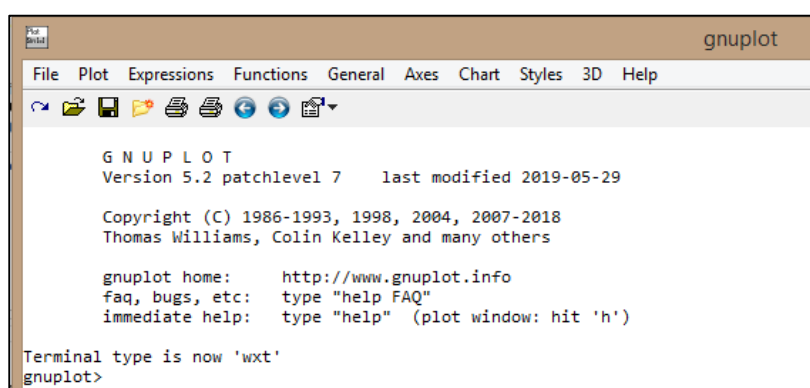
```
demac@demac-Inspiron-1525: ~  
demac@demac-Inspiron-1525:~$ gnuplot  
  
G N U P L O T  
Version 4.4 patchlevel 3  
last modified March 2011  
System: Linux 3.0.0-32-generic  
  
Copyright (C) 1986-1993, 1998, 2004, 2007-2010  
Thomas Williams, Colin Kelley and many others  
  
gnuplot home:      http://www.gnuplot.info  
faq, bugs, etc:   type "help seeking-assistance"  
immediate help:   type "help"  
plot window:      hit 'h'  
  
Terminal type set to 'wxt'  
gnuplot>
```

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Sistema Operacional Windows

Link para download: <https://sourceforge.net/projects/gnuplot/files/gnuplot/>

Figura 5- Janela inicial Gnuplot



Fonte: Elaborado pelo autor

3. PRIMEIROS COMANDOS

A forma mais simples de trabalhar com o gnuplot é por meio da própria linha de comando, representada nas figuras 4 e 5. A esta tela se dá o nome de prompt.

Para gerar um gráfico, devem ser executados os comandos adequados na chamada “linha de comando” do aplicativo Gnuplot, que é a linha indicada por “gnuplot>” nas Figuras 4 e 5 e onde o cursor fica após ser acionado o programa.

3.1 Comando Básicos

Na Tabela 1 estão representados os comandos básicos do Gnuplot, bem como sua função.

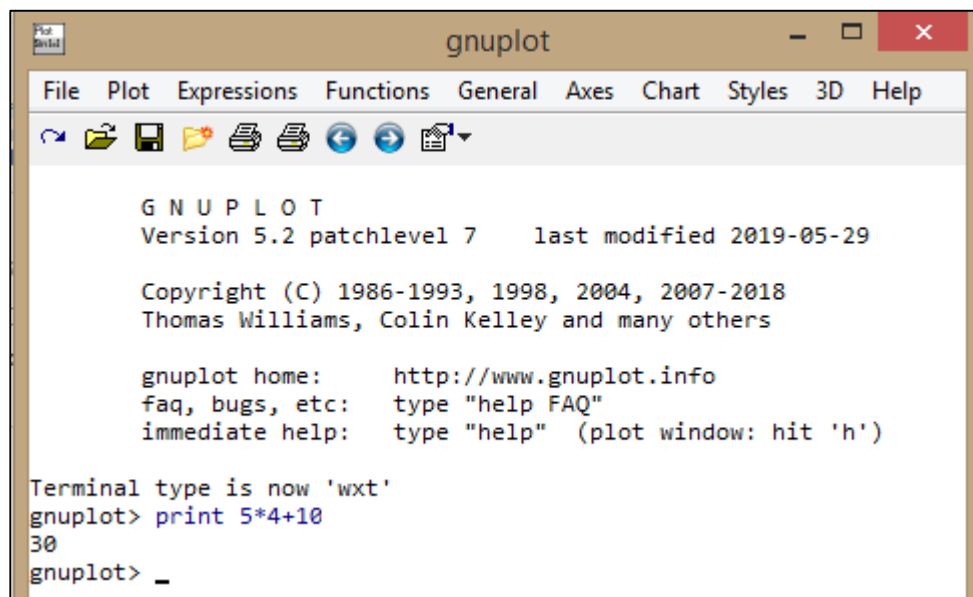
Tabela 1- Comandos básicos

Comando	Função
Clear	Limpar a tela de apresentação dos gráficos
Exit ou quit	Encerrar a execução do programa
Help	Exibe menus de ajuda ao usuário
Load	Chamar um arquivo externo - script
Plot	Desenhar um gráfico bidimensional na tela gráfica
Print	Apresentar o resultado de uma expressão fornecida
Replot	Redesenhar um gráfico de acordo com o último 'plot' ou 'splot'
Reset	Limpa todas as configurações ativadas pelo usuário
Splot	Desenhar um gráfico tridimensional na tela gráfica
Set	Definir as configurações (eixos, títulos, cores, símbolos, etc.)
Test	Testar a capacidade gráfica do terminal e a paleta de cores
Unset	Desfaz a operação 'set' feita pelo usuário
#	Este caractere representa comentário, portanto o que vier a seguir na linha é ignorado pelo compilador

Fonte: Elaborado pelo autor

Exemplos:

Figura 6- Exemplo de 'print'



The screenshot shows the gnuplot terminal window. The title bar is 'gnuplot'. The menu bar includes File, Plot, Expressions, Functions, General, Axes, Chart, Styles, 3D, and Help. The toolbar contains icons for undo, redo, save, open, print, and navigation. The terminal text is as follows:

```
GNU PLOT
Version 5.2 patchlevel 7    last modified 2019-05-29

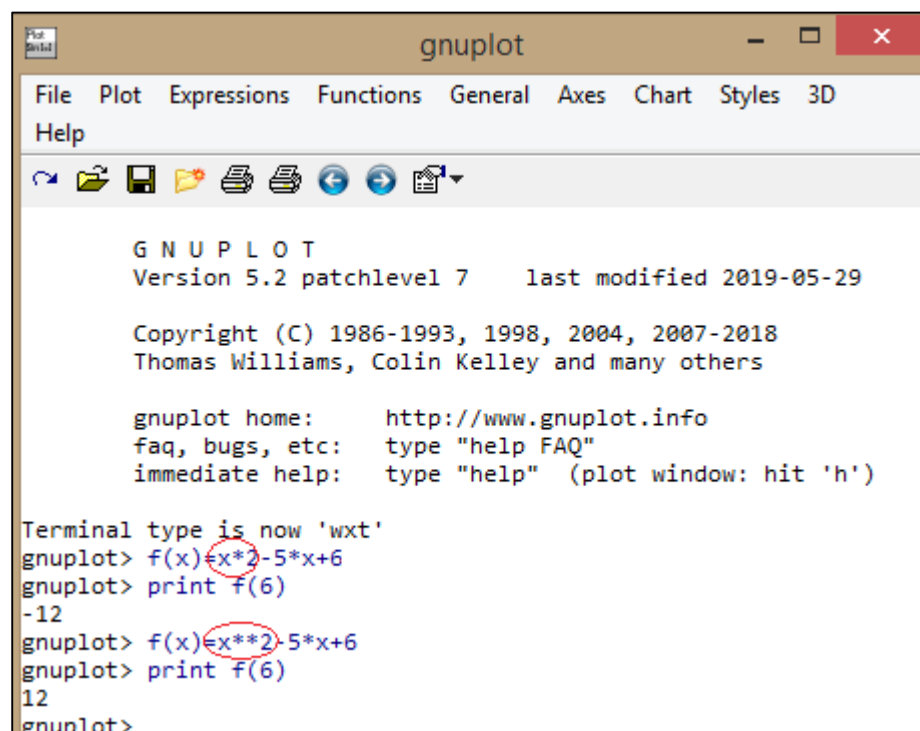
Copyright (C) 1986-1993, 1998, 2004, 2007-2018
Thomas Williams, Colin Kelley and many others

gnuplot home:      http://www.gnuplot.info
faq, bugs, etc:    type "help FAQ"
immediate help:    type "help" (plot window: hit 'h')

Terminal type is now 'wxt'
gnuplot> print 5*4+10
30
gnuplot> _
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7- Exemplo de 'print'



The screenshot shows the gnuplot terminal window. The title bar is 'gnuplot'. The menu bar includes File, Plot, Expressions, Functions, General, Axes, Chart, Styles, 3D, and Help. The toolbar contains icons for undo, redo, save, open, print, and navigation. The terminal text is as follows:

```
GNU PLOT
Version 5.2 patchlevel 7    last modified 2019-05-29

Copyright (C) 1986-1993, 1998, 2004, 2007-2018
Thomas Williams, Colin Kelley and many others

gnuplot home:      http://www.gnuplot.info
faq, bugs, etc:    type "help FAQ"
immediate help:    type "help" (plot window: hit 'h')

Terminal type is now 'wxt'
gnuplot> f(x)=x*2-5*x+6
gnuplot> print f(6)
-12
gnuplot> f(x)=x**2-5*x+6
gnuplot> print f(6)
12
gnuplot>
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Todos os comandos básicos serão abordados mais detalhadamente nos próximos capítulos.

Para o sistema operacional Linux, vimos na seção anterior que o Gnuplot é aberto pelo terminal.

Quando queremos plotar um gráfico a partir de um arquivo de dados precisamos fornecer o diretório completo do arquivo, ao menos que o mesmo se encontre no diretório de trabalho do Gnuplot, neste caso, apenas o nome do arquivo é necessário.

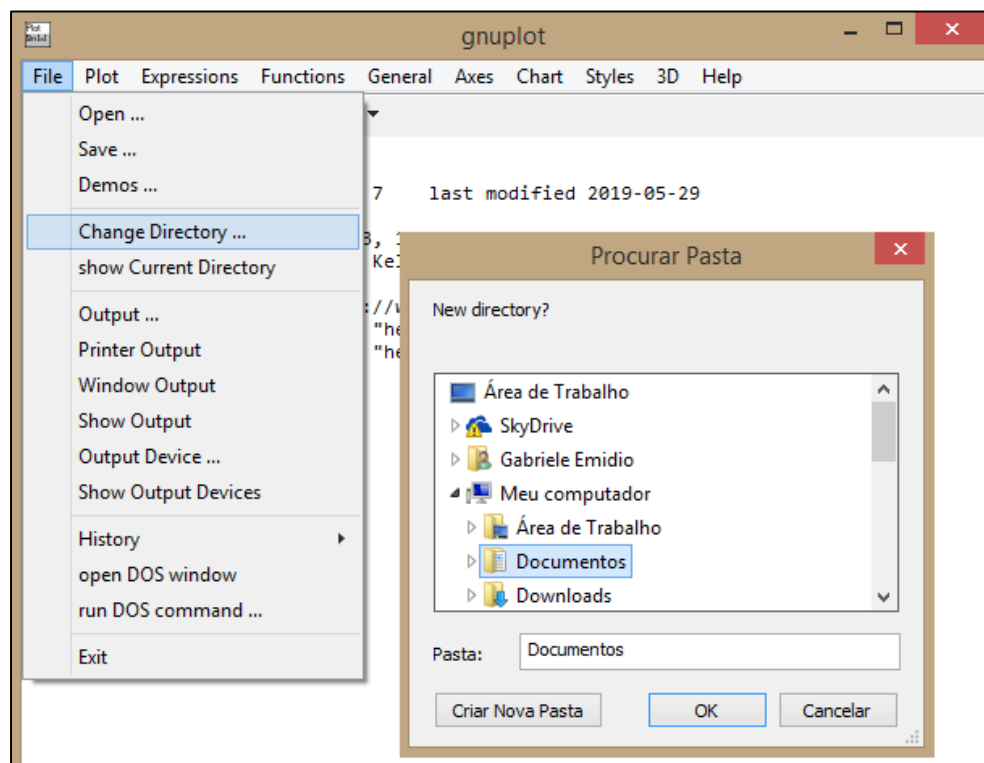
O comando “pwd” fornece a pasta atual de trabalho.

Para abrir o Gnuplot na pasta de trabalho desejada, acesse-a primeiramente pelo terminal utilizando o comando ‘cd’, depois abra o Gnuplot normalmente.

É possível mudar a pasta de trabalho atual do Gnuplot por um comando similar ao do terminal: `gnuplot> cd '/diretorio/'`. Adiciona-se aspas simples entre o diretório.

A Figura 8 representa a mudança de diretório no sistema operacional Windows.

Figura 8 - Demonstração de mudança de diretório



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Notações e Operações

O gnuplot contém uma vasta lista de funções pré-definidas, como as apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 2- Operadores aritméticos

Operador	Operação
=	Atribui valor a uma variável
+	Adição
-	Subtração
*	Multiplicação
/	Divisão
%	Resto de uma divisão de inteiros
**	Exponenciação
n!	Fatorial de n
.	Concatenação de cadeias

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3- Notação computacional

Forma algébrica	Expressão aritmética
$x = ab$	$x = a*b$
$x = a + \frac{b}{c}$	$x = a + b/c$
$x = \frac{a+b}{c}$	$x = (a+b)/c$
$x = a^m b^n$	$x = a**m*b**n$
$x = b^2 - 4ac$	$x = b**2 - 4*a*c$

Fonte: Elaborado pelo autor

Observação: Ao inserirmos um número, o programa interpreta-o como sendo um número inteiro. Se fôssemos calcular $5/4$, do jeito que escrevemos agora, o programa ia dar como resposta o número 1. Isto aconteceu porque 1 é a parte inteira da divisão de 5 por 4. Se quisermos obter 1.25, teremos que digitar $5.0/4$ ou $5/4.0$ (a presença do '.0' indica ao programa que se trata de um número real, e portanto a resposta será um número real, com suas casas decimais) (Figura 9).

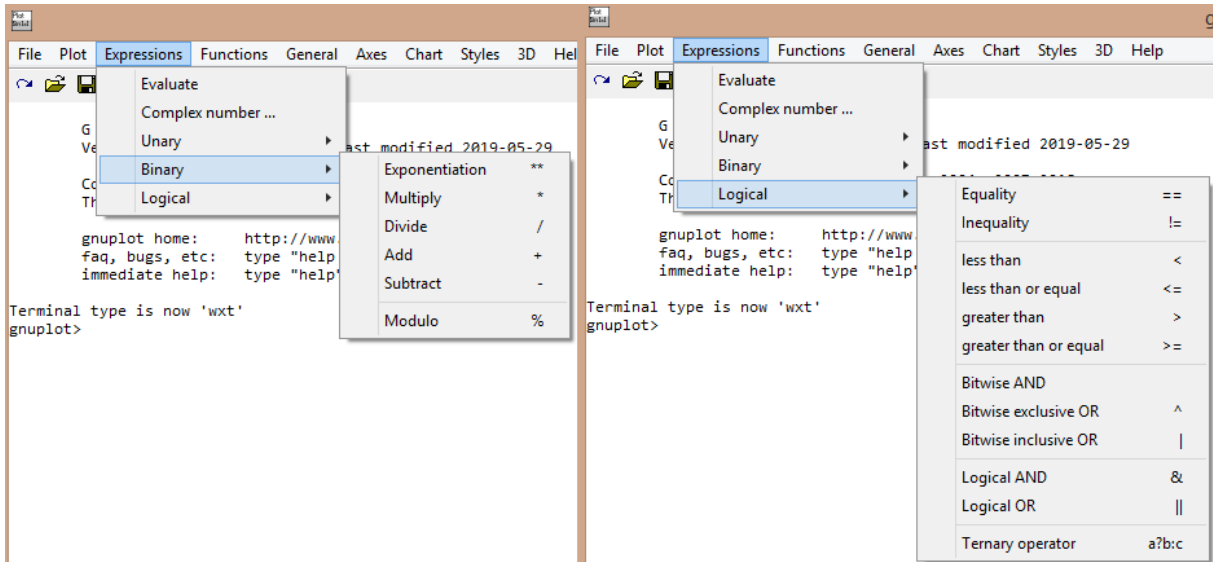
Figura 9 - Exemplo de divisão de números reais

```
gnuplot> print 5/4.0
1.25
gnuplot> print 5.0/4.0
1.25
gnuplot> print 5.0/4
1.25
gnuplot> _
encoding: cp1252
```

Fonte: Elaborado pelo autor

As funções pré-definidas podem ser encontradas na barras de tarefas como segue na imagem 10.

Figura 10 - Funções pré-definidas



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4- Funções matemáticas

Função	Sintaxe
$ x $	<i>abs (x)</i>
\sqrt{x}	<i>sqrt (x)</i>
$\sqrt[n]{x}$	<i>x**(1.0/n)</i>
e^x	<i>exp (x)</i>
$\log x$	<i>log (x)</i>
$\log_{10} x$	<i>log10 (x)</i>
$\operatorname{sen} x$	<i>sin(x)</i>
$\operatorname{cos} x$	<i>cos(x)</i>
$\operatorname{tg} x$	<i>tn(x)</i>
$\operatorname{arcsen} x$	<i>asin (x)</i>
$\operatorname{arcos} x$	<i>acos (x)</i>
$\operatorname{arctg} x$	<i>atan (x)</i>

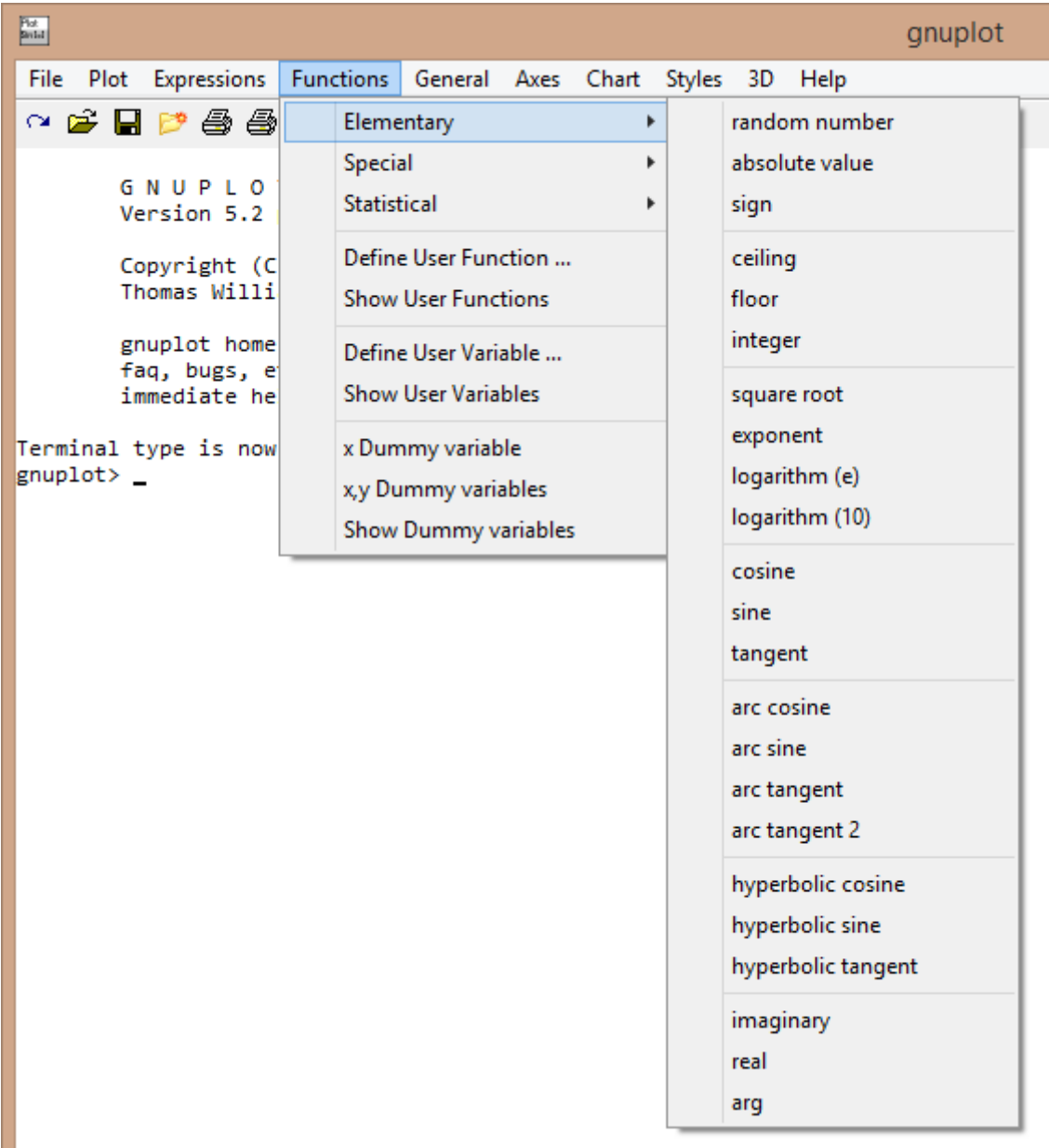
Fonte: Elaborado pelo autor

• Plotando Gráficos

Para plotar uma função utilizamos o comando ‘plot’.

O Gnuplot é capaz de reconhecer algumas funções intrínsecas como logaritmo, seno, cosseno, tangente, etc. em caso de dúvida quanto à sintaxe de alguma função pré-definida, ative a opção functions da barra de tarefas (Figura 11).

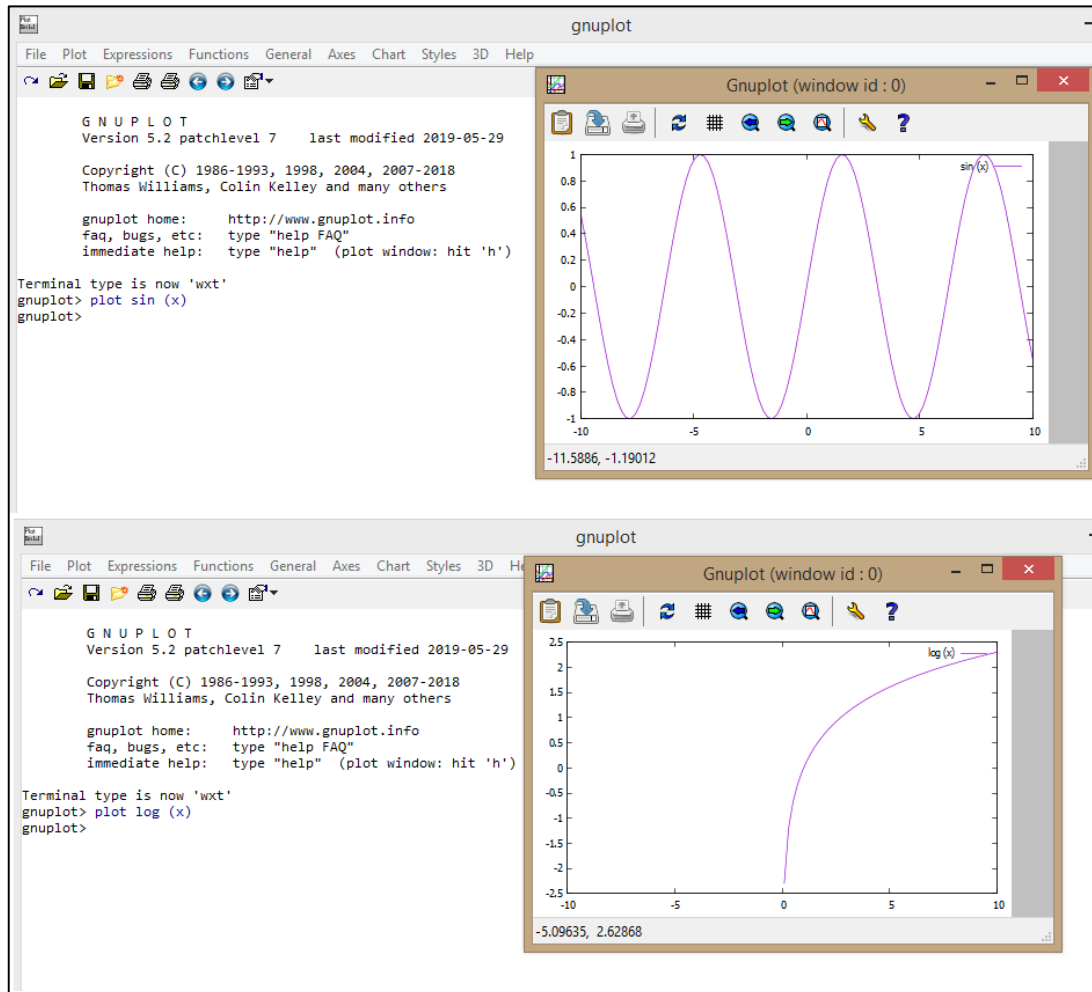
Figura 11 – Funções intrínsecas da barra de tarefas



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 12 são apresentados dois exemplos mostrando as funções seno e logaritmo. À esquerda é mostrado o comando utilizado e a direita o resultado.

Figura 12- Funções seno e logaritmo



Fonte: Elaborado pelo autor

É possível também declarar uma função qualquer. Como por exemplo:

gnuplot> $f(x) = x^2 + 2 * x$

Para plotar basta dar o mesmo comando, se referindo desta vez a já definida $f(x)$.

gnuplot> plot $f(x)$

Como sugestão de exercícios, faça a visualização dos gráficos das seguintes funções algébricas:

$$y = 5x^2 - 2x - 50$$

$$y = e^{\left(\frac{x}{5}\right)}$$

$$y = \sin(x)$$

$$y = \sin\left(\frac{x}{2}\right) \cos(x)$$

$$y = \left| \sin\left(\frac{x}{2}\right) \cos(x) \right|$$

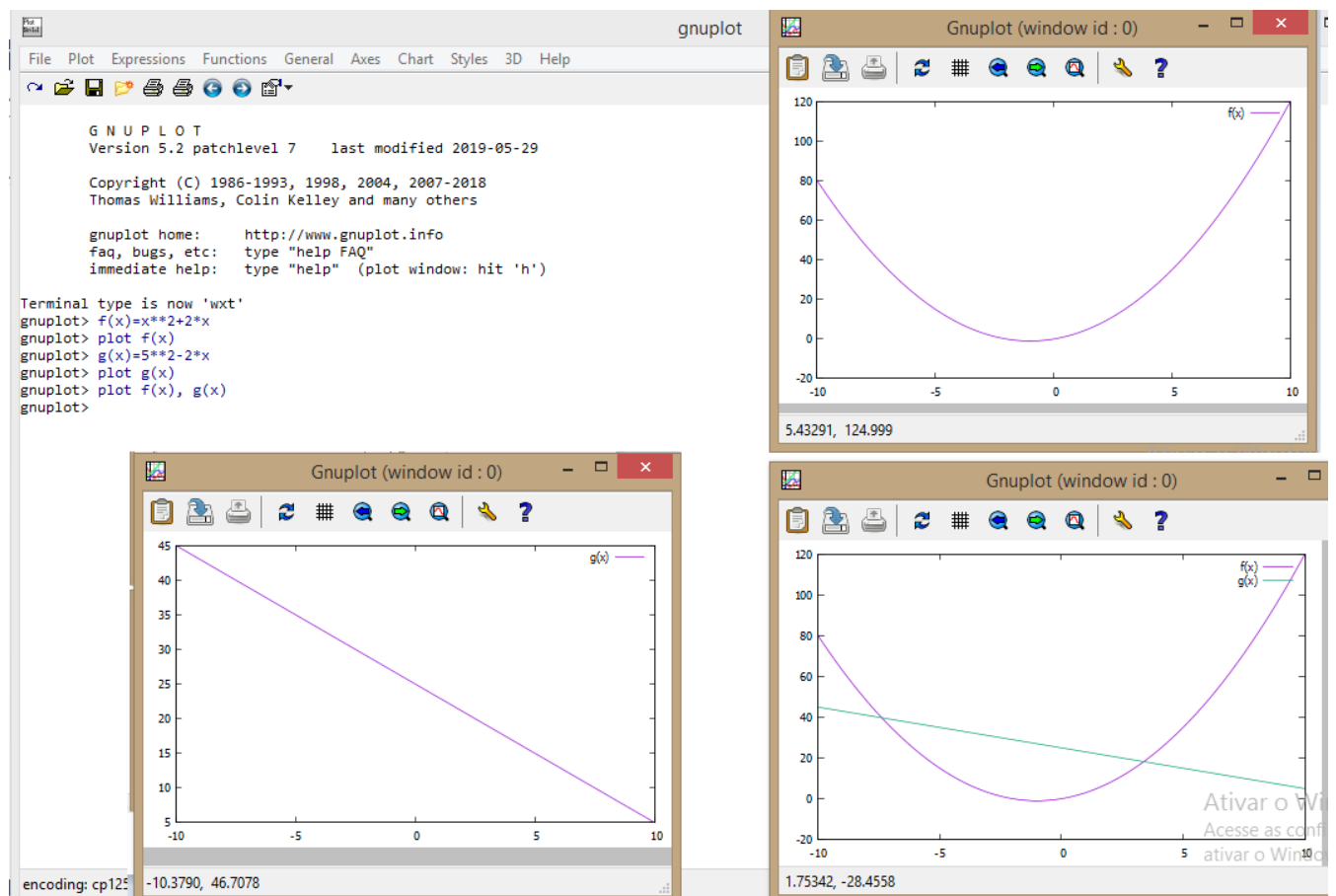
$$y = \sqrt{\sin\left(\frac{x}{2}\right) \cos(x)}$$

Muitas vezes precisamos comparar o comportamento de duas curvas. Para tal, basta que separemos os dois plots por uma (,).

gnuplot> plot f(x), g(x)

A figura 13 representa os plots citados á cima.

Figura 13- Plot de duas funções



Fonte: Elaborado pelo autor

Na sequência são apresentadas algumas maneiras diferentes de mostrar a função

$$y = \sin\left(\frac{x}{2}\right),$$

No intervalo $[-2\pi; 2\pi]$.

Figura 14 - Diferentes formas de plotar uma função

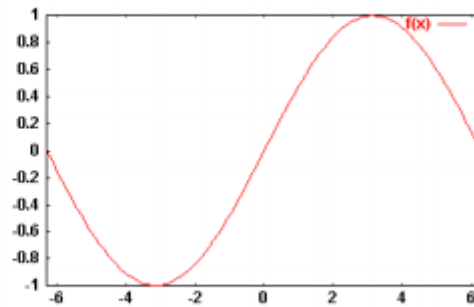
```
(Opção 1)
gnuplot > set xrange [-2*pi:2*pi]
gnuplot > plot sin(x/2)

(Opção 2)
gnuplot > set xrange [-2*pi: 2*pi]
gnuplot > f(x)=sin(x/2)
gnuplot > plot f(x)

(Opção 3)
gnuplot > set xrange [-2*pi:2*pi]
gnuplot > f(x,b)=sin(x/b)
gnuplot > plot f(x,2)

(Opção 4)
gnuplot > set xrange [-2*pi:2*pi]
gnuplot > f(x)=sin(x*a)
gnuplot > plot f(x), a=0.5

(Opção 5)
gnuplot > set xrange [-2*pi:2*pi]
gnuplot > f(x,a)=sin(a*x)
gnuplot > plot f(x,0.5)
```



Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando as seguintes funções:

$$y_1 = f_1(x) = 180$$

$$y_2 = f_2(x) = 13x - 200$$

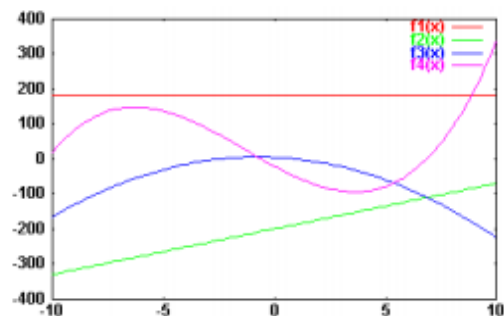
$$y_3 = f_3(x) = 4 - 2x^2 - 3x$$

$$y_4 = f_4(x) = 0.5x^3 - 34x + 2x^2 - 22$$

A tarefa é visualizá-las simultaneamente no domínio $[-10:10]$. Uma primeira opção seria definir as quatro funções separadamente, como no script abaixo:

Figura 15 - Script de funções

```
gnuplot > set xrange [-10:10]
gnuplot > f1(x)=180
gnuplot > f2(x)=13*x-200
gnuplot > f3(x)=4-2*x*x-3*x
gnuplot > f4(x)=0.5*x*x*x-34*x+2*x*x-22
gnuplot > plot f1(x)
gnuplot > rep f2(x)
gnuplot > rep f3(x)
gnuplot > rep f4(x)
```



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma opção mais geral para visualizar os polinômios mostrados na Figura 15 seria escrever um único polinômio, como segue abaixo:

$$y = f(x) = a + bx + cx^2 + dx^3,$$

Onde a, b, c e d são constantes. Assim, apenas uma função precisa ser definida e o seguinte script pode ser utilizado:

```
gnuplot > reset
gnuplot > set xrange [-10:10]
gnuplot > f(x,a,b,c,d)=a+b*x+c*x**2+d*x**3
gnuplot > plot f(x,180,0,0,0)
gnuplot > rep f(x,-200,13,0,0)
gnuplot > rep f(x,4,-3,-2,0)
gnuplot > rep f(x,-22,-34,2,0.5)
```

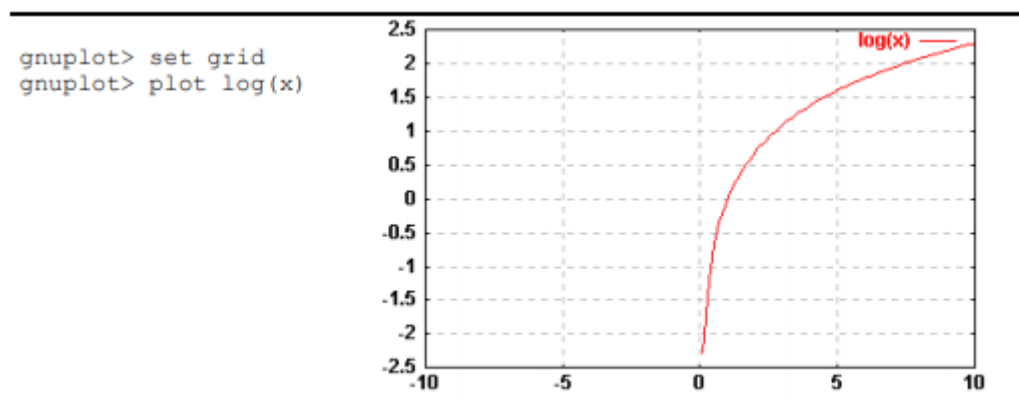
3.3 Caracterização Gráfica

Nesta seção são apresentados comandos que possibilitam mudar atributos dos gráficos construídos com o gnuplot.

O comando 'set' permite exibir no programa funções/reajustes no gráfico a ser exibido. Os principais são:

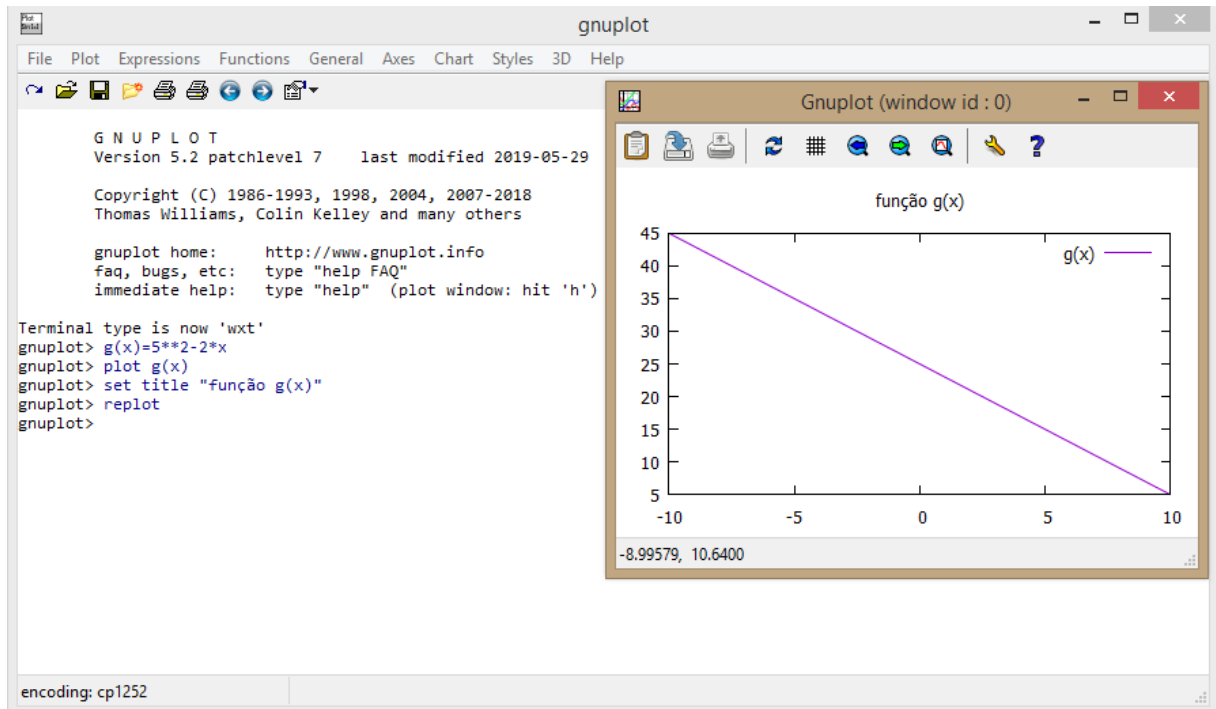
- **Ativação da grade (grid):** A ativação da grade (ou grid) pode ser feita usando o comando 'set grid', antes do comando 'plot', como mostra o exemplo da Figura 16. O comando set grid é usado para facilitar a leitura dos valores de uma função através de uma malha ou grade no gráfico. Para desativar a opção grid pode-se utilizar o comando set nogrid.

Figura 16- Ativação do grid



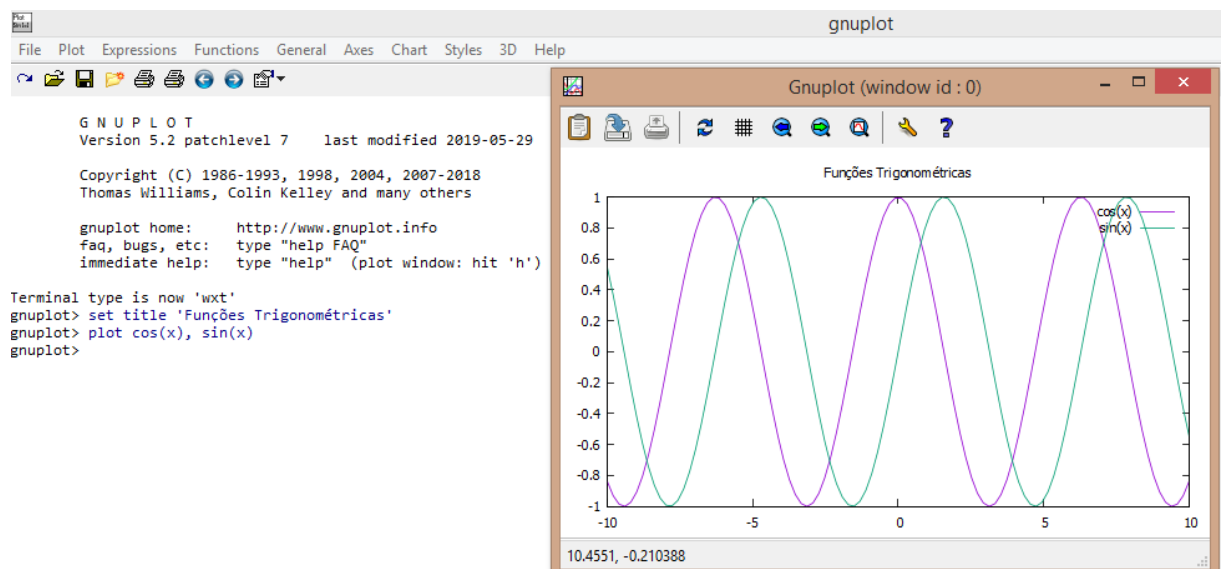
- **Título:** Para inserir um título no gráfico utiliza-se o comando `set title "título"` em que o título utilizado deve ficar entre aspas (Figuras 17 e 18).

Figura 17- Exemplo de inserção de título



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - Exemplo de inserção de título



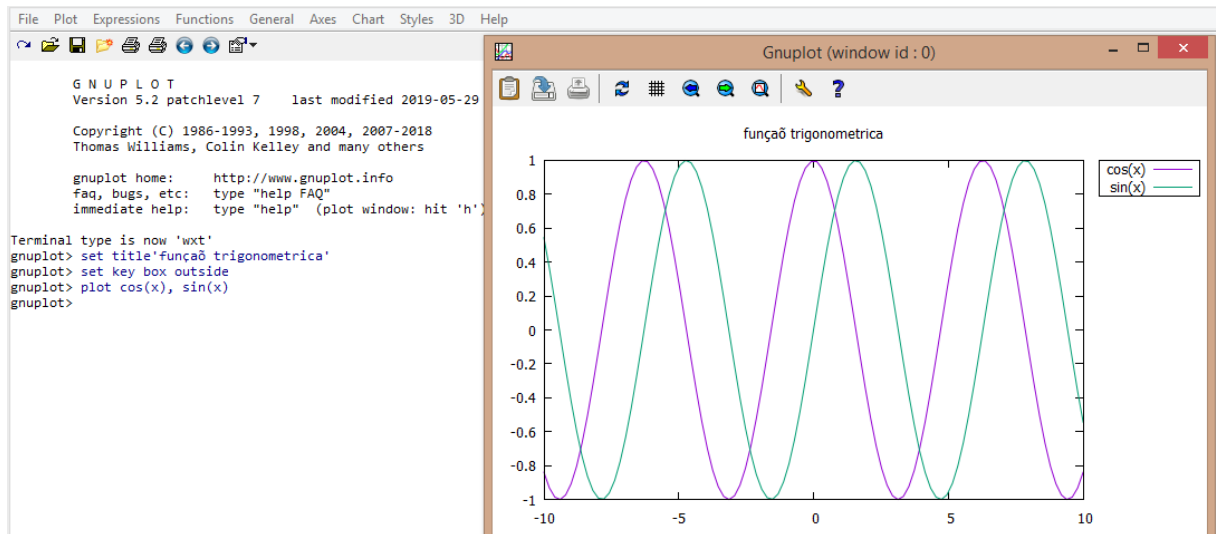
Fonte: Elaborado pelo autor

- **Legendas:** Para fins estéticos, pode-se adicionar uma borda a caixa de legenda, ou removê-lo (Figura 19).

Para adicionar uma borda, declara-se:

```
gnuplot> set key box
```

Figura 19 - Exemplo de inserção de borda a caixa de legenda



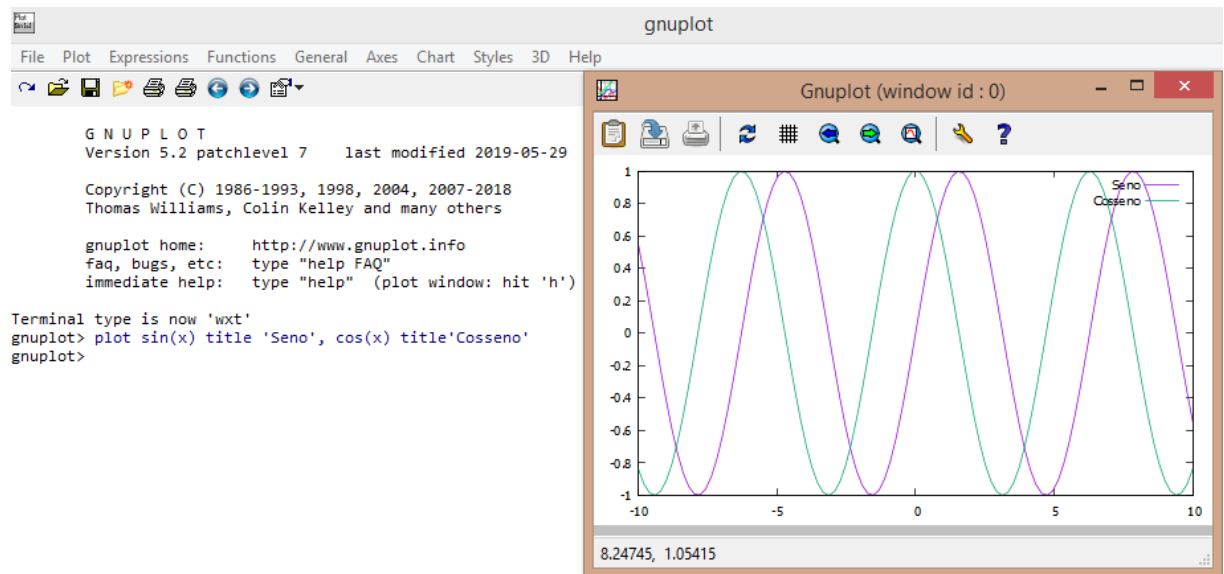
Fonte: Elaborado pelo autor

Para removê-lo, basta declarar:

```
gnuplot > set key no box
```

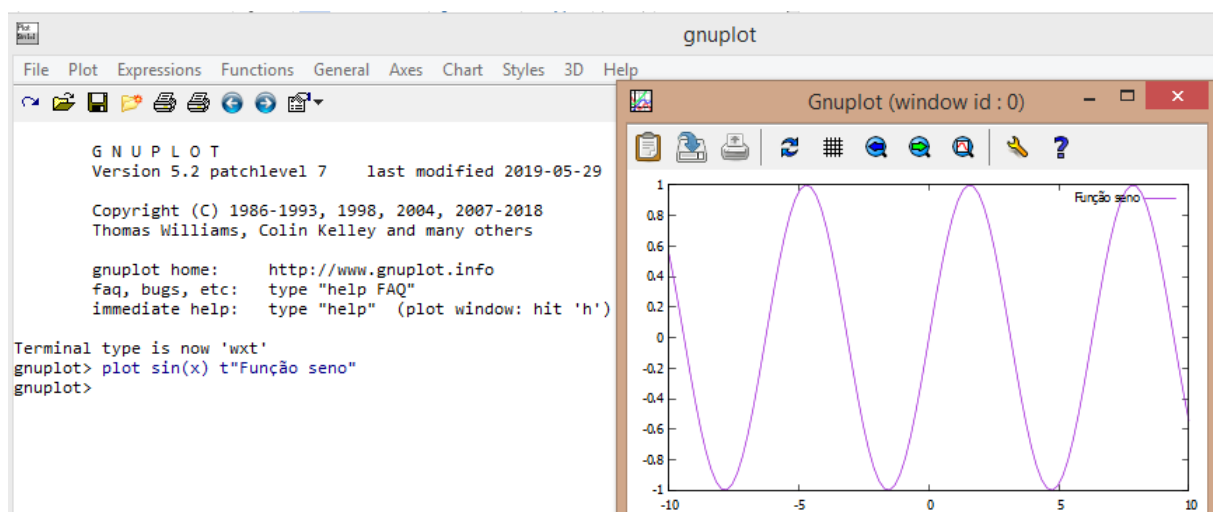
Também é possível definir um título diferente (legenda) para cada curva no gráfico. Adiciona-se 'title' ao comando plot, ou apenas t seguido do texto a ser escrito entre aspas, como ilustra as Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Exemplo de inserção de legenda para curvas diferentes



Fonte: Elaborado pelo autor

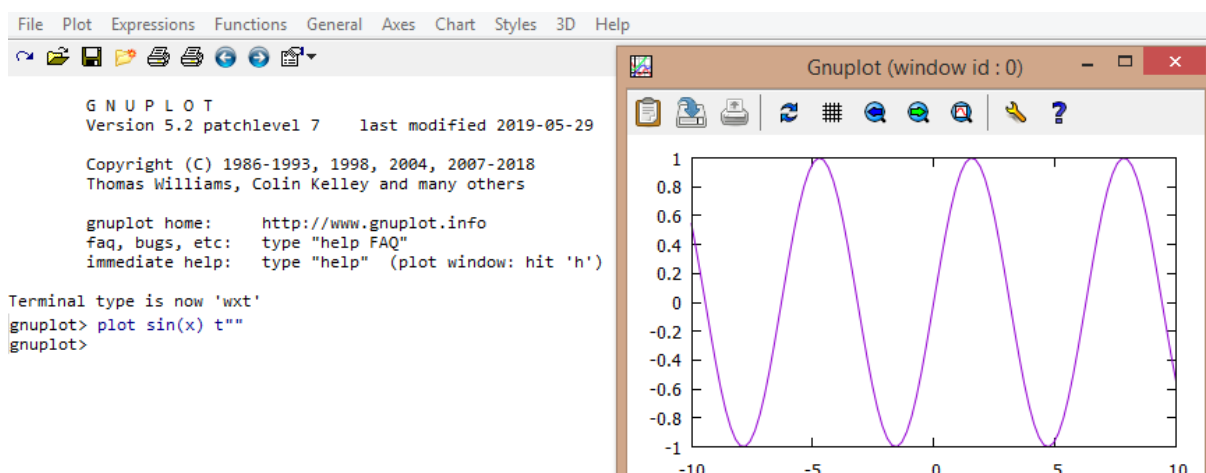
Figura 21 - Exemplo de inserção de legenda



Fonte: Elaborado pelo autor

Para não ser incluído nenhum texto na legenda basta usar 't' (Figura 22).

Figura 22 - Exemplo de como não inserir texto na legenda



Fonte: Elaborado pelo autor

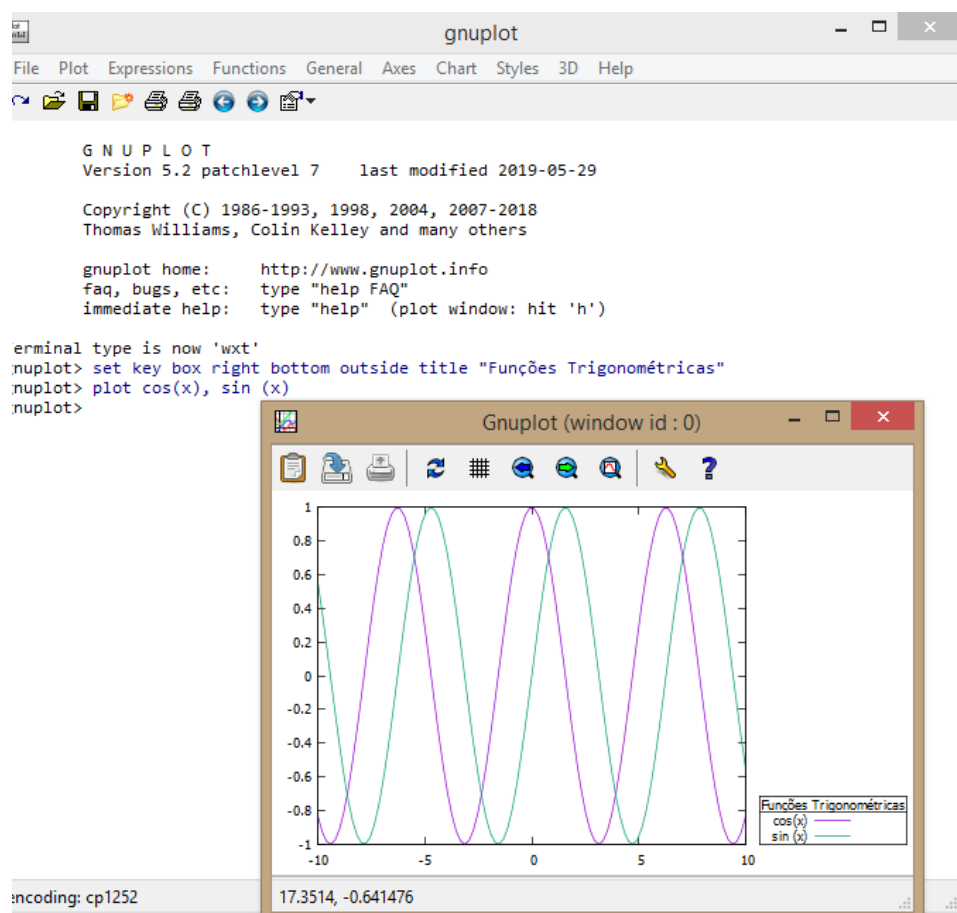
Muitas vezes é preferível que a caixa de legenda esteja posicionada em locais diferentes do gráfico. Há formas de posicionar a caixa dentro e fora do gráfico, à esquerda, direita ou centralizada, no topo, no rodapé e ou no centro. Segue o comando abaixo:

```
gnuplot> set key {left|center|right} {outside|inside} {top|center|bottom}
```

```
ou seja {esquerda|centro|direita} {fora|dentro} {topo|centro|a baixo}
```

A Figura 23 apresenta um exemplo de caixa de legenda situada no canto inferior direito e fora do gráfico.

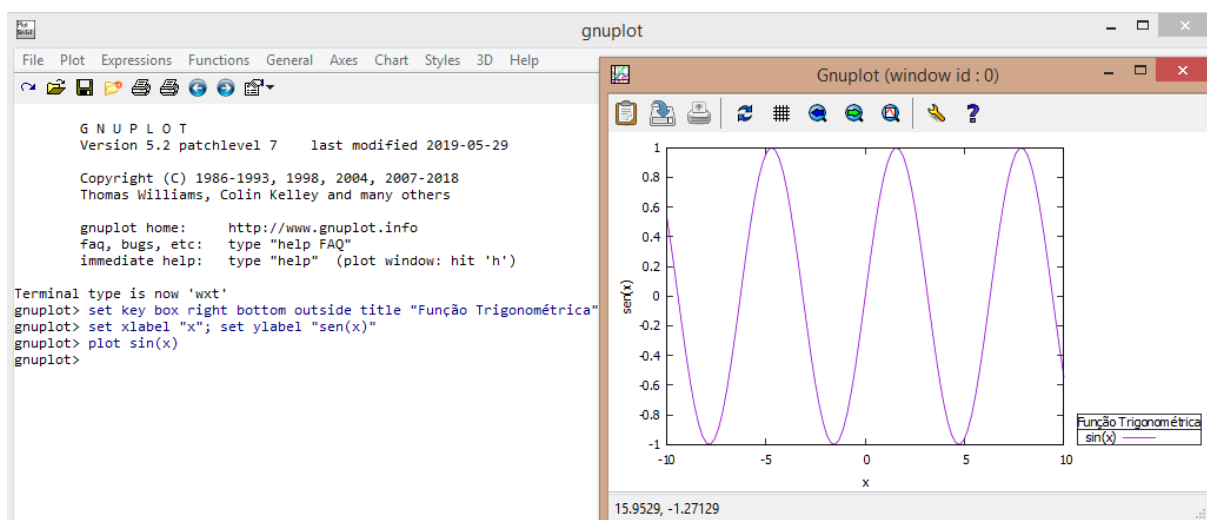
Figura 23- Caixa de legenda situada no canto inferior direito e fora do gráfico



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Set xlabel:** Insere um título no eixo x. O comando `set xlabel "nomex"` é usado para inserir uma legenda no eixo das abscissas, onde `nomex` é o nome da legenda a ser inserida, que deve ficar entre aspas.
- **set ylabel:** Insere um título no eixo y. O comando `set ylabel "nomey"` é usado para inserir uma legenda no eixo das ordenadas, onde `nomey` é o nome da legenda a ser inserida, que deve ficar entre aspas.

Figura 24 - Inserção de título nos eixos coordenados



Fonte: Elaborado pelo autor

O alcance dos eixos são gerados automaticamente pelo comportamento da função plotadas. Para editar o alcance nos eixos x e y, respectivamente, utiliza-se antes do plot os comandos `set xrange` e `set yrange`.

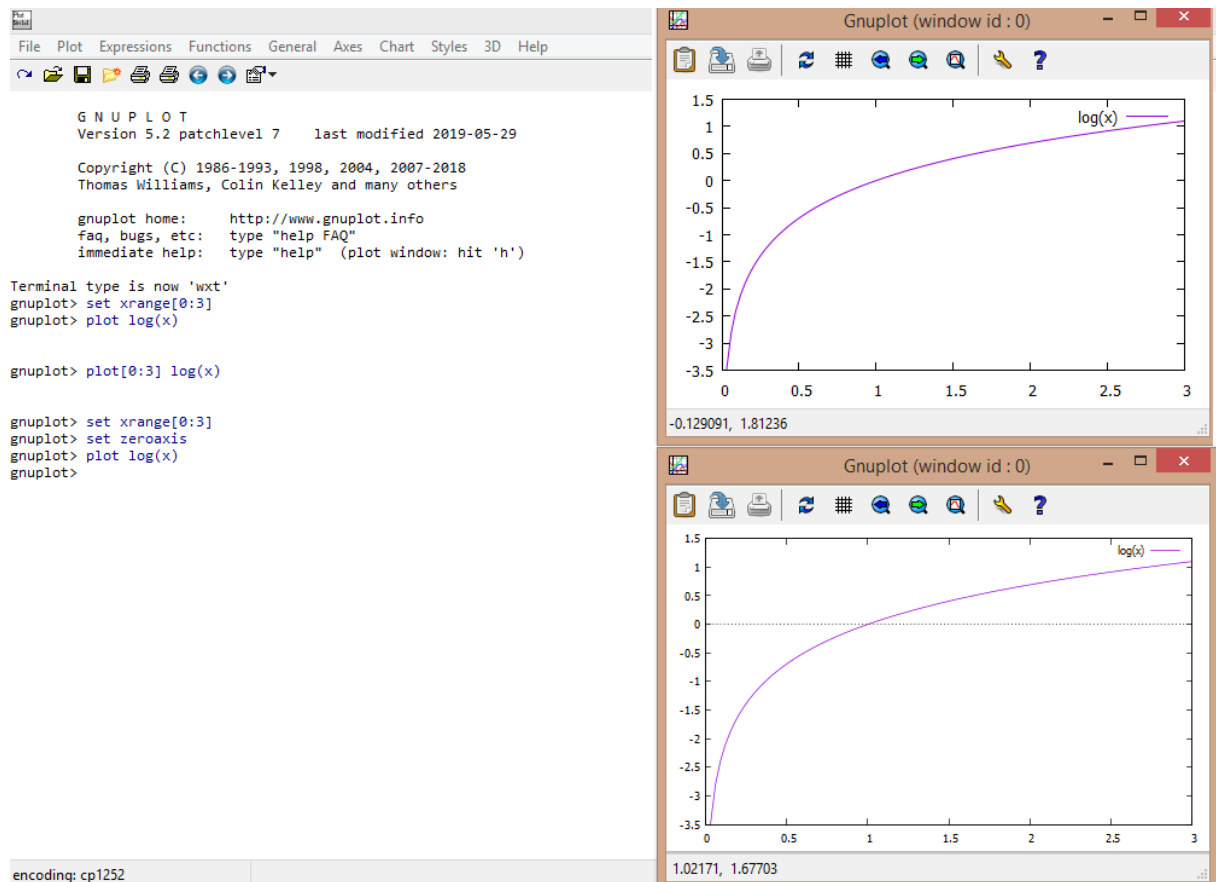
- **Set xrange:** Insere o domínio no eixo x. O comando `set xrange[x1:x2]` é usado para definir o intervalo dos valores das abscissas, isto é, x, mostrado no gráfico, onde x1 e x2 são os valores mínimo e máximo, respectivamente. Por exemplo, para definir o intervalo dos valores de x entre os números 0 e 3, na linha de comando do Gnuplot, deve-se digitar

```
gnuplot> set xrange[0:3].
```

A Figura 25 apresenta um exemplo.

- **Set zeroaxis:** Exibe os eixos coordenados;

Figura 25- Definição dos valores mínimo e máximo das abscissas e exibição dos eixos coordenados.



Fonte: Elaborado pelo autor

De modo análogo pode ser feito para as coordenadas y e z (3D). Neste caso os comandos são: set yrange e set zrange, respectivamente.

- **Modificação do espaçamento da grade**

Esta configuração também é gerada automaticamente com base na função plotada. Para realizar o ajuste manualmente utiliza-se os comandos set xtics e set ytics, para os eixos coordenados x e y respectivamente.

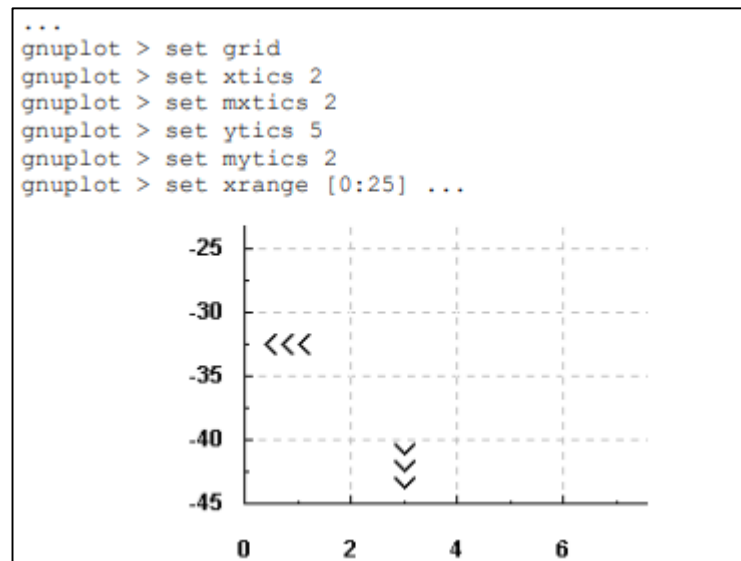
Assim, set xtics e set ytics definem o tamanho do intervalo no eixo x e y respectivamente.

```
gnuplot> set xtics < valor >; set ytics < valor >
```

Em < valor > entra-se o valor desejado, tirando-se os (<>).

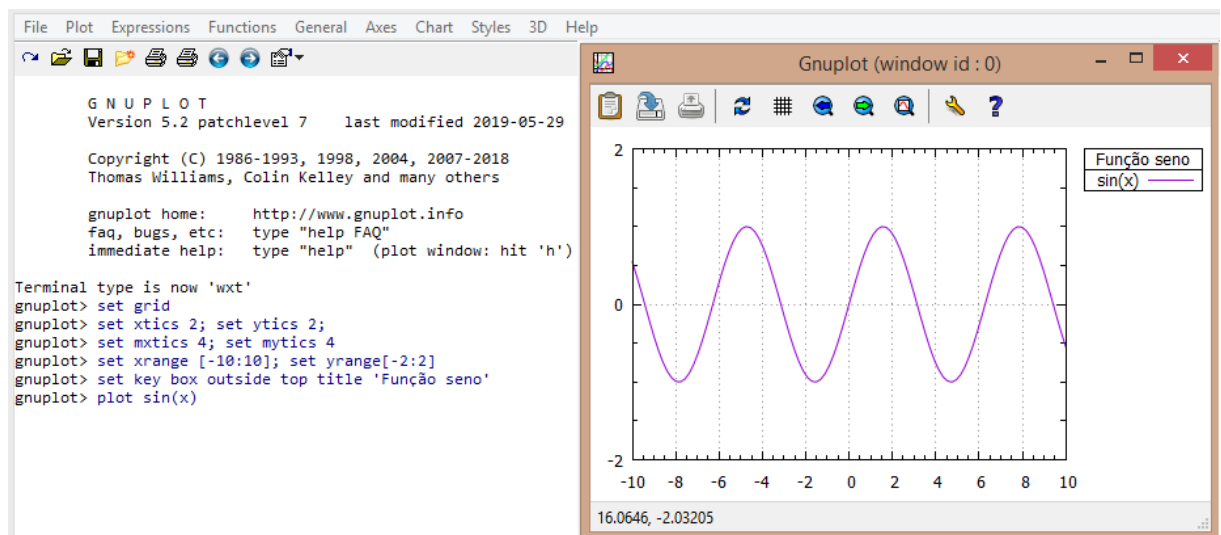
Pode-se ainda, dividir os intervalos com 'tics' menores, usando as opções 'set mxtics' e 'set mytics', como representado nas Figuras 26 e 27

Figura 26- Uso dos comandos x/y tics e mx/y tics



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27- Uso dos comandos x/y tics e mx/y tics



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Fonte:** Pode-se alterar o tipo e o tamanho da fonte de todos os argumentos que aparecem no gráfico, xlabel, ylabel, xtics, ytics, title e key, este se refere ao tamanho do nome da curva e do título da caixa de legenda. O comando geral é:

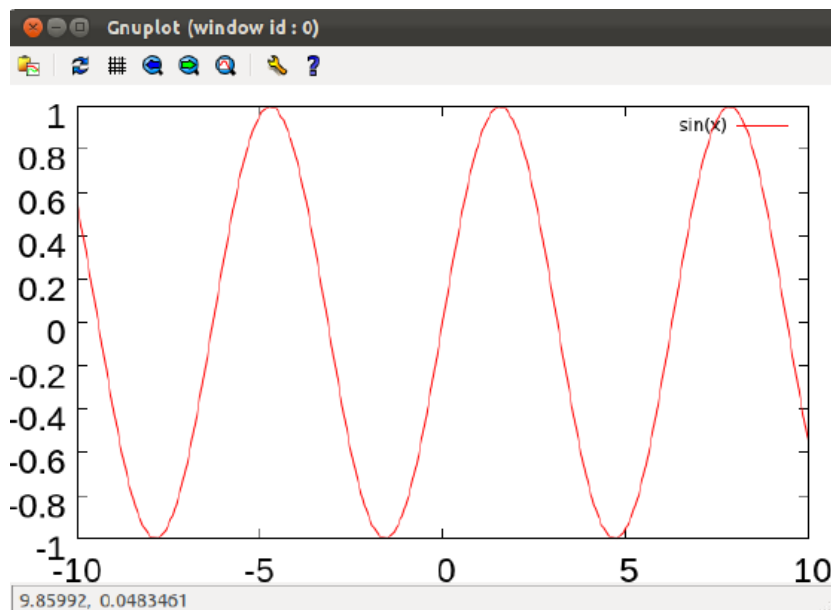
gnuplot> set {argumento} font '<face, size>'

Exemplo:

gnuplot> set xtics font 'arial,12'; set ytics font 'arial,12'

gnuplot> plot sin(x)

Figura 28 - Alterção da fonte



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Modificação de Atributos**

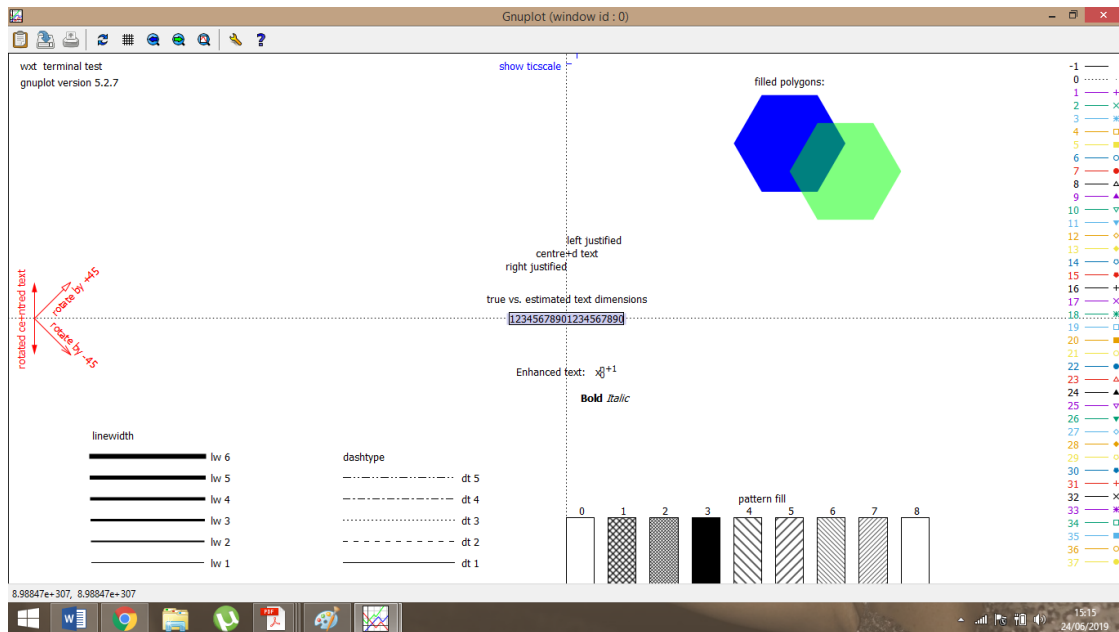
Nesta seção são apresentados comandos que possibilitam mudar alguns atributos gráficos com o gnuplot.

O gnuplot permite que os gráficos sejam desenhados em diversas cores, e a representação de curvas utilizando pontos pode ser de diferentes formatos.

Uma maneira de você visualizar todas as opções disponíveis é digitar a palavra test no prompt de comandos e teclar enter, como mostrado abaixo:

```
gnuplot> test
```

Figura 29- Opções disponíveis de representações



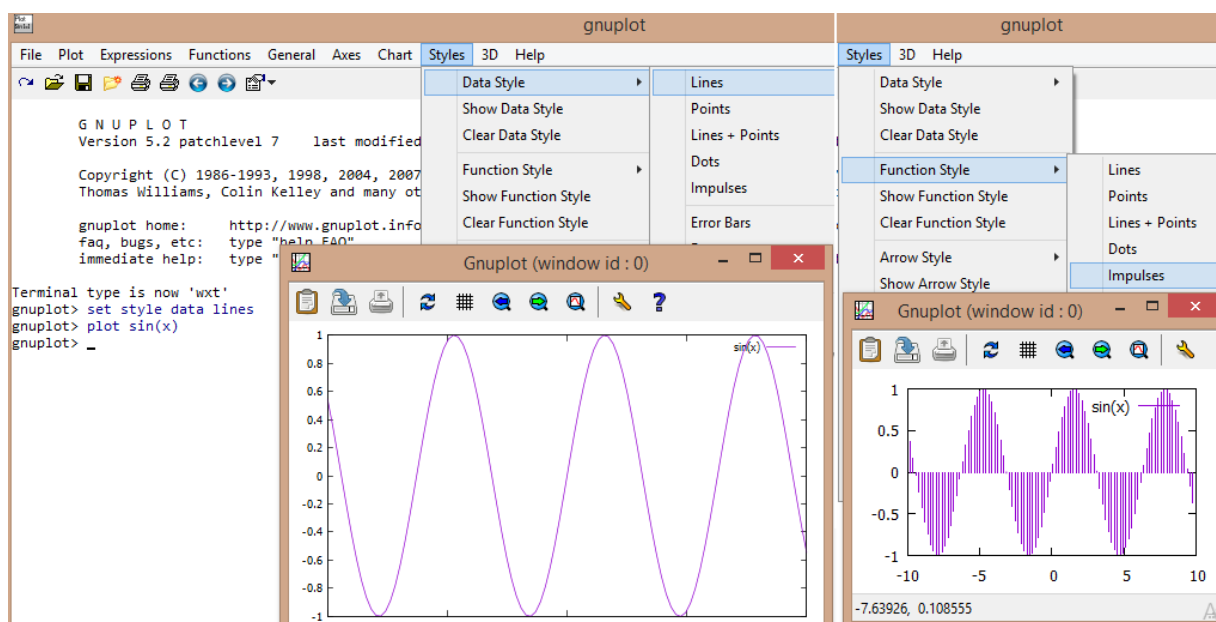
Fonte: Elaborado pelo autor

No caso de utilizar elementos na representação como pontos e linhas, utiliza-se a opção with (com) seguida do tipo desejado, como nos exemplos a seguir:

```
gnuplot > plot sin(x/2) with points
gnuplot > plot sin(x/2) with lines
```

Para estas representações pode-se recorrer a barra de ferramentas, como ilustra a Figura 30.

Figura 30 - Barra de ferramentas – Formatação dos gráficos



Fonte: Elaborado pelo autor

Para os dois primeiros casos: lines (linhas) e points(pontos), podemos formatar cor e tamanho.

A definição da cor é feita utilizando as letras “lc” (linecolor) seguidas do número correspondente a cor e a definição do tipo de ponto é feita utilizando as letras “pt” (pointtype) seguidas do número correspondente de acordo com a figura a seguir.

Figura 31- Cores e estilos

-1	—	19	—□
0	20	—■
1	—+	21	—○
2	—×	22	—●
3	—*	23	—▲
4	—□	24	—▲
5	—■	25	—▼
6	—○	26	—▼
7	—●	27	—◇
8	—▲	28	—◆
9	—▲	29	—○
10	—▼	30	—●
11	—▼	31	—+
12	—◇	32	—×
13	—◆	33	—*
14	—○	34	—□
15	—●	35	—■
16	—+	36	—○
17	—×	37	—●
18	—*		

Fonte: Elaborado pelo autor

Exemplo:

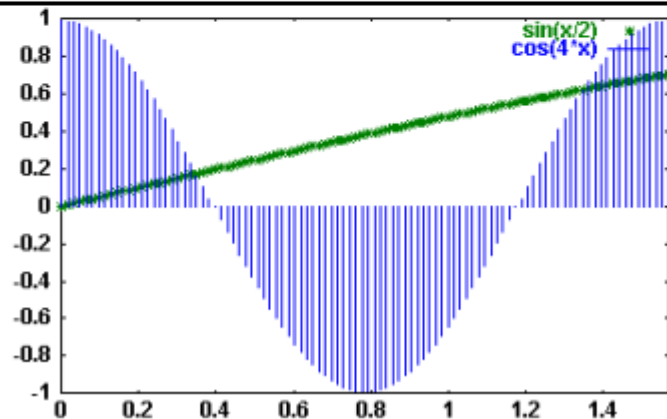
Figura 32 - Formatação de cor e tamanho

```
gnuplot > plot [0:pi/2] sin(x/2) with points lc 10 pt 6
gnuplot > rep cos(4*x) with impulses lc 3
```

Observação: No exemplo da primeira linha o número **10** representa a cor e o número **6** representa o tipo do ponto.

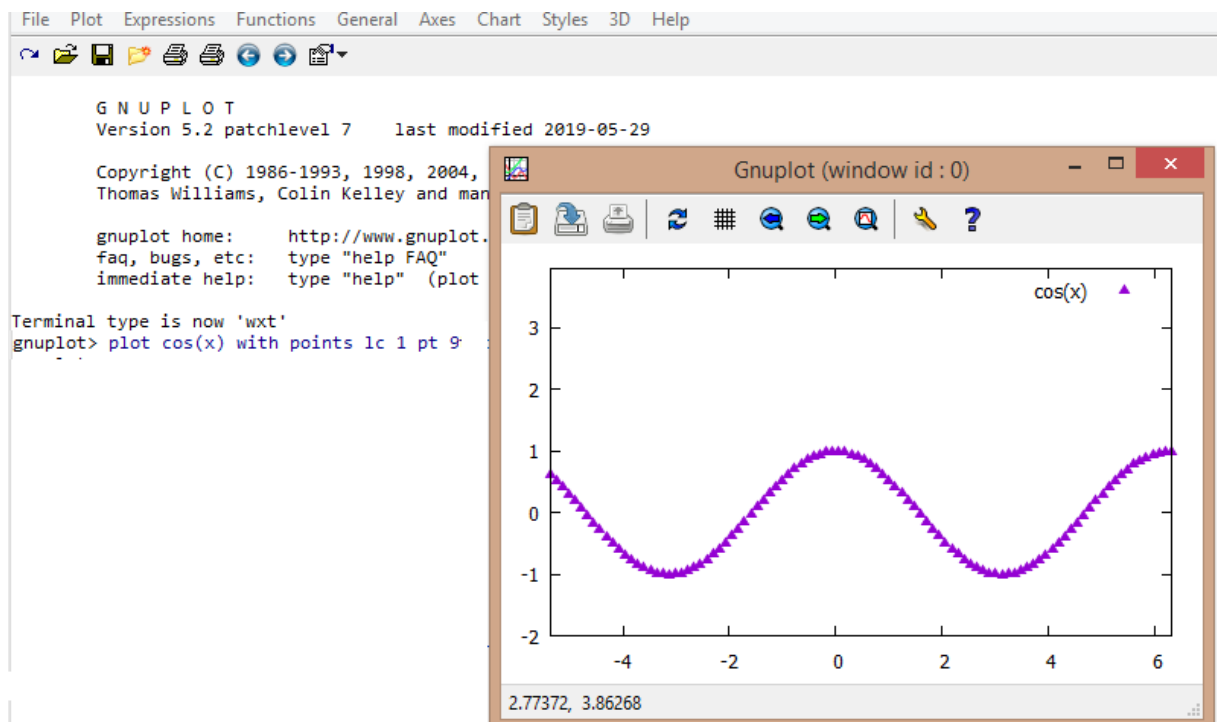
Deste modo tem-se:

Primeiro número (precedido de lc)	>>>	Cor
Segundo número (precedido de pt)	>>>	Tipo do ponto



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 - Exemplo de formatação de cor e tamanho



Fonte: Elaborado pelo autor

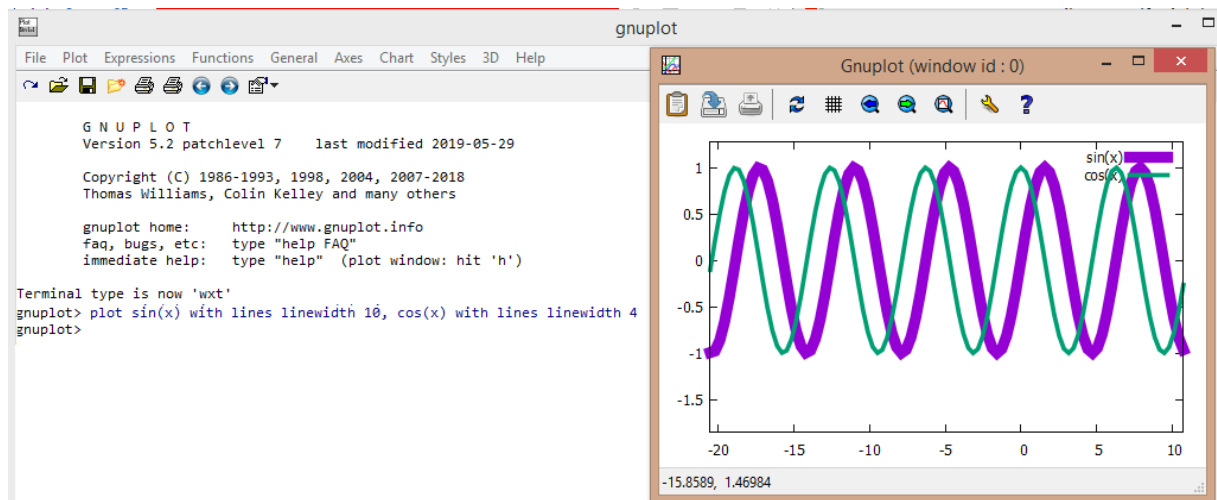
- **Largura da linha - linewidth**

Para modificar a largura da linha utiliza-se:

gnuplot> plot sin(x) with lines linewidth (valor)

Coloca-se o valor do tamanho desejado, retirando-se os parênteses.

Figura 34 - Formatação da largura da linha

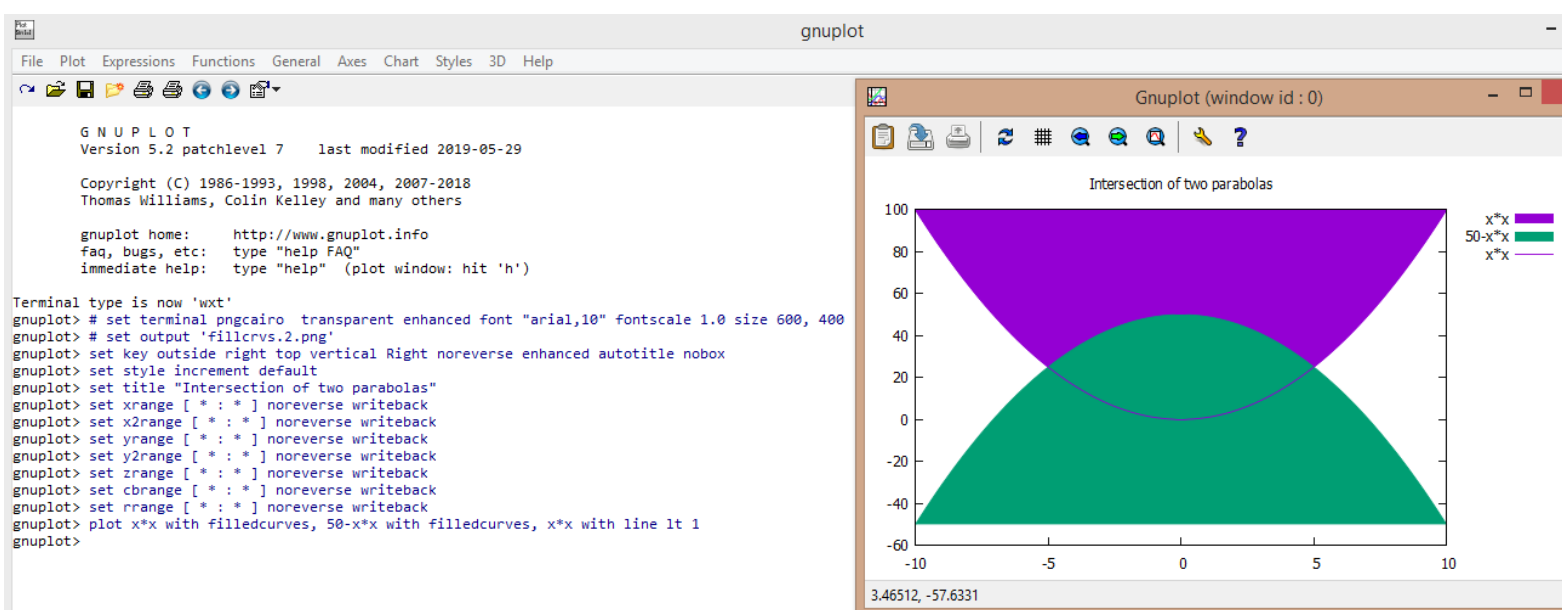


Fonte: Elaborado pelo autor

- **Curvas preenchidas**

Para preencher as curvas utiliza-se o comando ‘filledcurves’.

Figura 35 - Preenchimento de curvas



Fonte: Elaborado pelo autor

Também é possível representar uma barra de erro tanto em x, quanto em y, ou nos dois, utilizando os comandos `xerr`, `yerr` e `xyerr`, respectivamente.

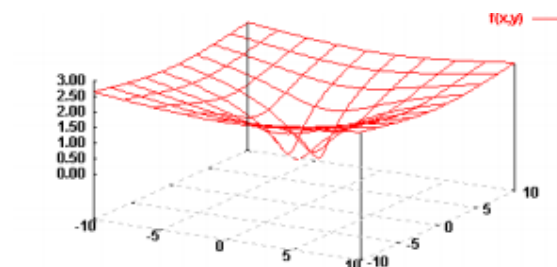
4. VISUALIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Para visualização de superfícies o comando básico é 'splot'. Na figura 36 é mostrada uma superfície dada pela função

$$f(x, y) = \log\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right)$$

Figura 36 - Exemplo de superfície

```
reset
set grid
set format z "%4.2f"
f(x,y)=log(sqrt(x*x + y*y))
splot f(x,y)
```



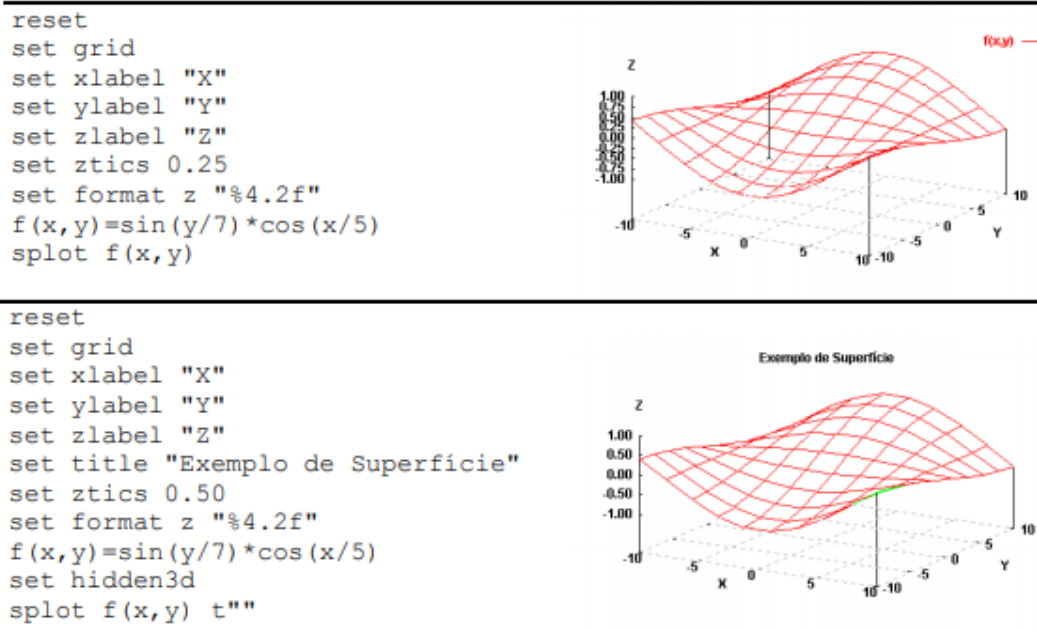
Fonte: Elaborado pelo autor

No próximo exemplo (Figura 37) pode ser observado outra superfície, onde são utilizados outros comandos, como por exemplo:

<code>set xlabel</code>	Usado para escrever no gráfico o rótulo no eixo x (análogo para y e z)
<code>set ztics</code>	Usado para modificar o espaçamento das coordenadas em z (análogo para x y y)
<code>set format</code>	Usado para escrever valores numéricos com formato predefinido.
<code>set title</code>	Usado para mostrar o título
<code>set hidden3D</code>	Usado no modo 3D para "esconder" o que fica "atrás" da superfície

Fonte: Elaborado pelo autor

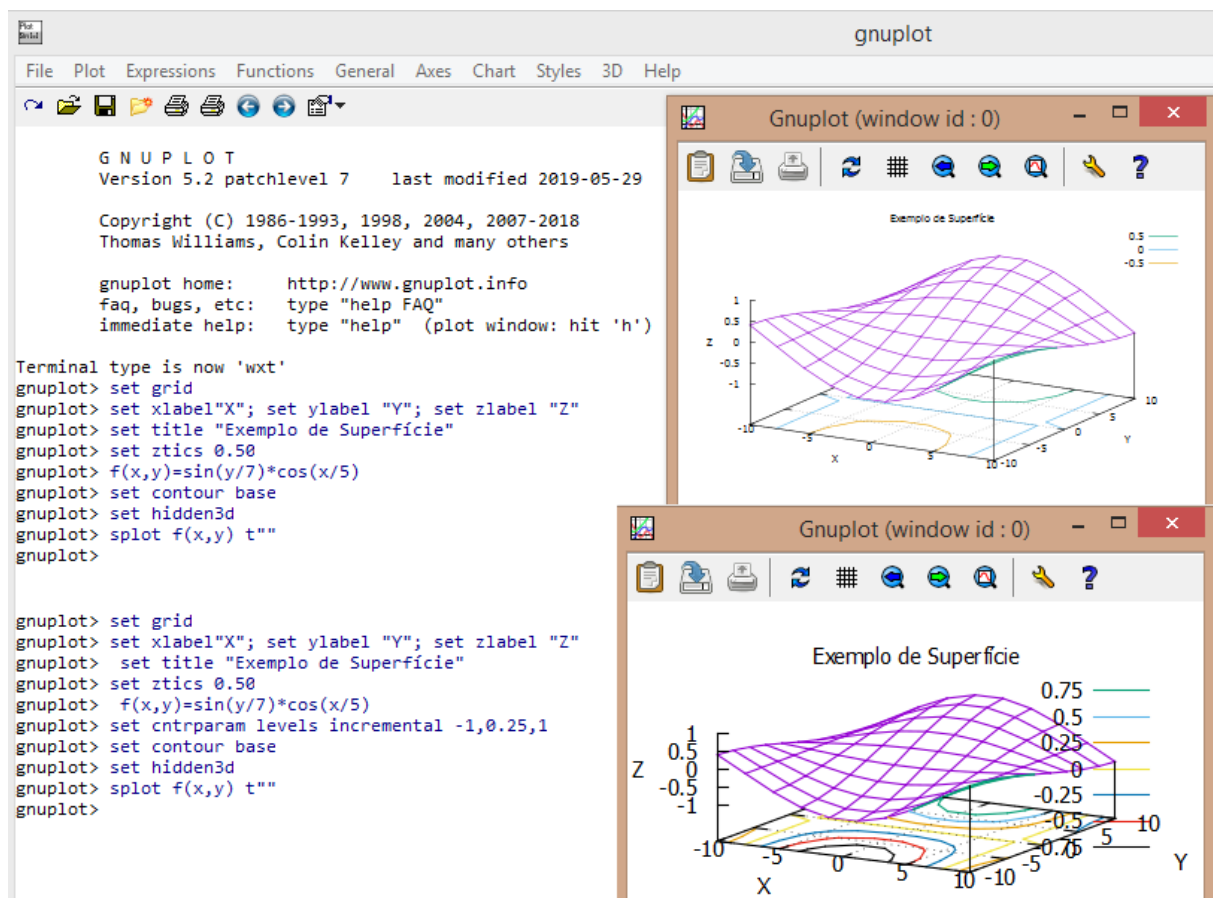
Figura 37 - Exemplo de superfícies



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Set contour base:** Exibe as curvas de nível abaixo do gráfico de uma superfície;

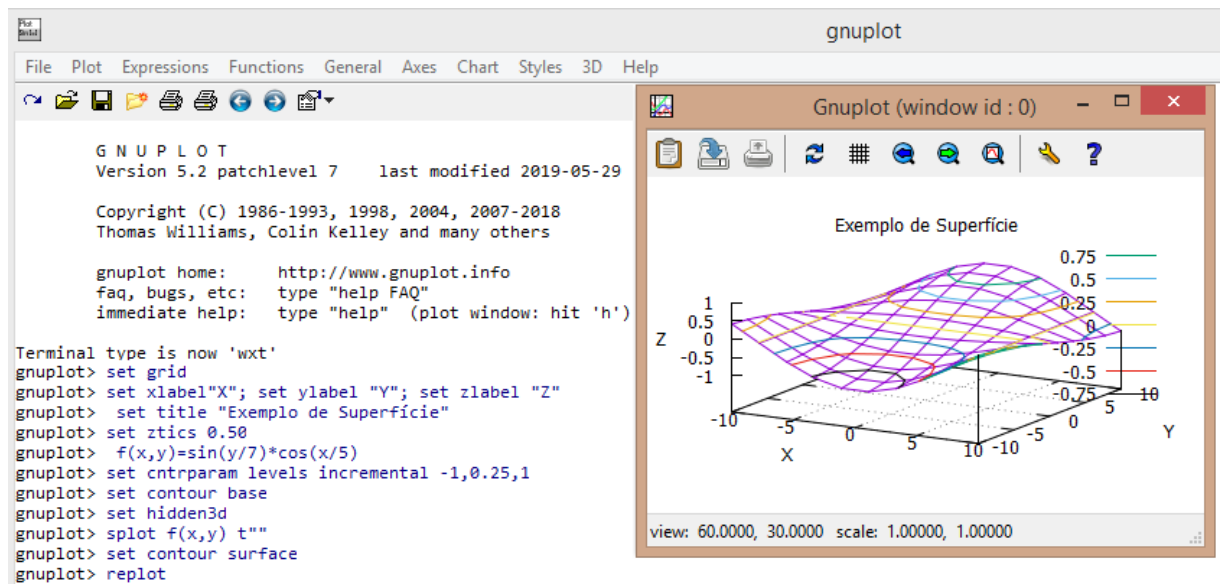
Figura 38 - Exibição de curvas de nível



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Set contour surface:** Exibe as curvas de nível na própria superfície;

Figura 39 - Exibição de curvas de nível na própria superfície



Fonte: Elaborado pelo autor

5. TROCA DE VARIÁVEIS

Geralmente, ao escrever funções, as variáveis utilizadas são x, y e z. No entanto, os nomes podem ser modificados usando o comando set dummy, por exemplo:

```
set dummy lat
set dummy h
set dummy h,s
```

Na sequência é apresentado um gráfico, no qual são usados os comandos dummy, angles e pause. Considerando eu se tem um ponto numa latitude geométrica h sobre um elipsoide de semieixo maior a (a=6378,160 km) e excentricidade e (e=0,08182), deseja-se obter o gráfico da função que fornece o raio de um paralelo em função da latitude. A equação que permite o cálculo do raio do paralelo para uma latitude φ , é dada por:

$$r_{\varphi} = (N + h) \cos \varphi$$

Onde:

$$N = a \left(1 - e^2 \sin^2 \varphi \right)^{-1/2}$$

Considerando que h seja 450 m e que latitude (eu varia no intervalo $[-\pi/2, \pi/2]$) será considerada no intervalo no intervalo 0 a $\pi/2$, o script que cria os gráficos desejados, pode ser escrito da seguinte maneira (Figura 40):

Figura 40 - Exemplo utilizando dummy

```

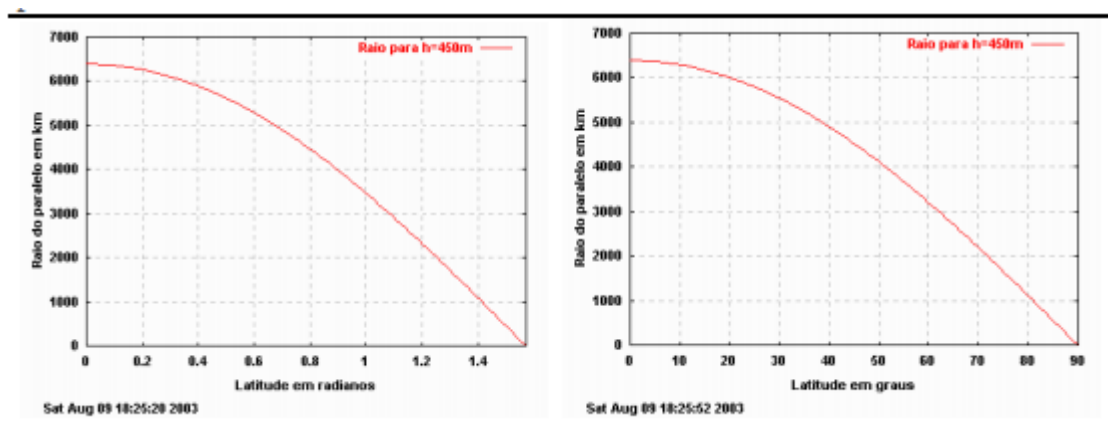
reset
set grid
set time
set angles radians
set dummy lat
set xlabel "Latitude em radianos"
set ylabel "Raio do paralelo em km"
a=6378.160
e=0.08182
set xrange [0:pi/2]
N(lat)=a*( 1 - e*e*sin(lat)*sin(lat) )**(-0.5)
raio(lat,alt)=( N(lat) + alt )*cos(lat)
plot raio(lat,0.450) t"Raio para h=450m"
pause -1 "Fecha?"

```

```

reset
set grid
set time
set angles degrees
set dummy lat
set xlabel "Latitude em graus"
set ylabel "Raio do paralelo em km"
a=6378.160
e=0.08182
set xrange [0:90]
N(lat)=a*( 1 - e*e*sin(lat)*sin(lat) )**(-0.5)
raio(lat,alt)=( N(lat) + alt )*cos(lat)
plot raio(lat,0.450) t"Raio para h=450m"
pause -1 "Fecha?"

```



Autor: Elaborado pelo autor.

6. OPERADOR TERNÁRIO

Um operador disponível no aplicativo *gnuplot*, importante em várias situações, é o operador ternário. Normalmente este operador é utilizado quando se deseja, por exemplo, trabalhar com duas ou mais funções, dependendo de alguma condição pré-determinada.

A sintaxe deste operador é a seguinte:

$$\langle \text{Expressão } E \rangle ? \langle \text{Opção } A \rangle : \langle \text{Opção } B \rangle$$

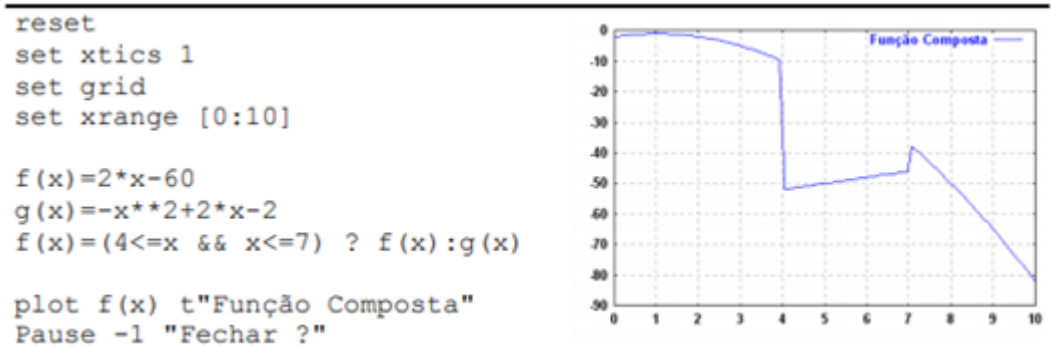
Ao ser avaliada a “Expressão E”, se ela for verdadeira a opção A é considerada e caso contrário, a opção B passa a ser válida.

Exemplo de aplicação

Deseja-se visualizar um gráfico, cujo domínio é [0:10], composto por duas funções, de acordo com as condições mostradas abaixo:

$$H(x) = \begin{cases} f(x) = 2x - 60 & \text{se } 4 \leq x \leq 7 \\ g(x) = -x^2 - 2x - 2 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Figura 41 - Operador ternário



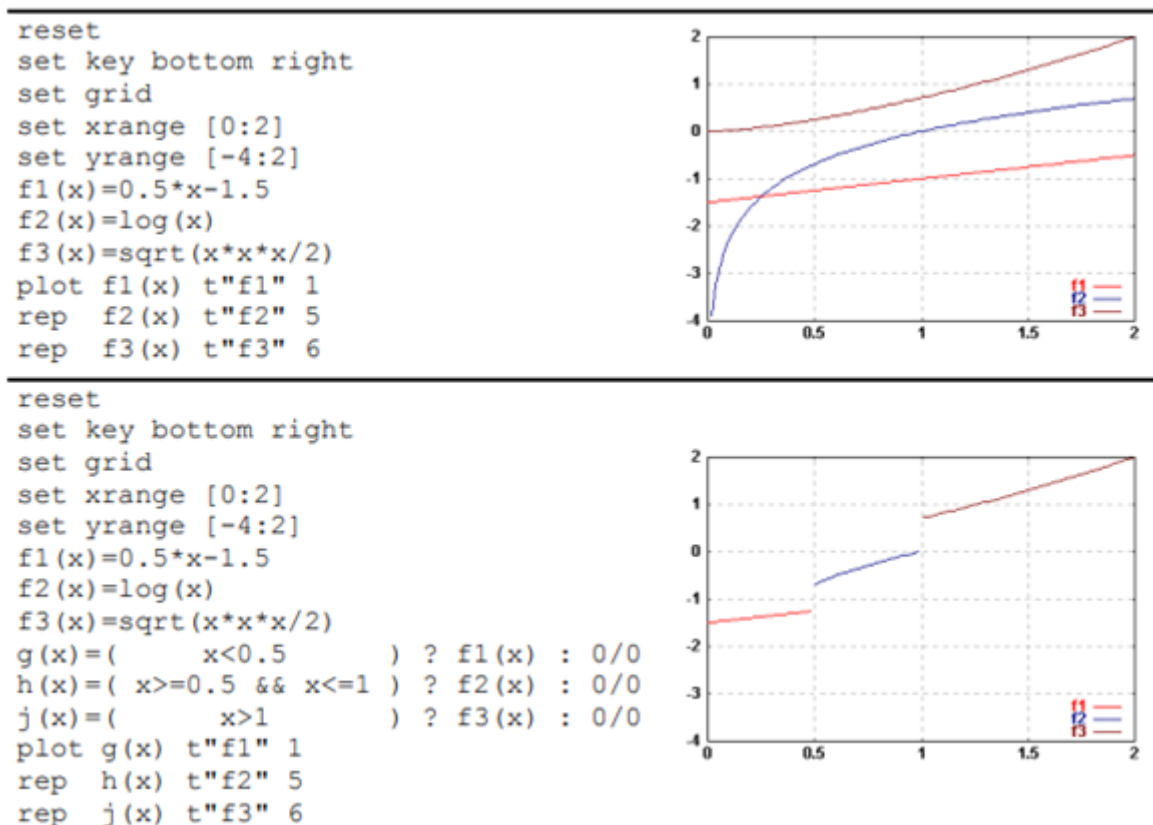
Autor: Elaborado pelo autor

O próximo exemplo do uso do operador ternário mostra uma situação na qual se tem uma função $F(x)$, composta por três outras funções:

$$F(x) = \begin{cases} f_1(x) = \frac{x}{2} - 0.5 & x < 0,5 \\ f_2(x) = \log(x) & \text{se } 0,5 \leq x \leq 1,0 \\ f_3(x) = \sqrt{\frac{x^3}{2}} & 1,0 < x \leq 2,0 \end{cases}$$

Neste caso deve-se usar mais de uma condição. A função $F(X)$ será igual à função $f_1(x)$ ou seja, $F(x)=f_1(x)$, se $x<0.5$. Assim, para $x \geq 0.5$ as outras condições devem ser testadas. Deste modo a função $f_1(x)$ deverá ser ignorada para o caso em que $x \geq 0.5$. Isto pode ser feito usando o "0/0" (ou 1/0)

Figura 42 - Exemplo de operador ternário composto por três funções



Autor: Elaborado pelo autor

Observe que ao usar uma indeterminação do tipo 0/0 ou 1/0 no operador ternário, o aplicativo Gnuplot simplesmente ignora o comando, deixando de traçar a função.

7. PLOTAGEM DE DIVERSOS GRÁFICOS EM UMA JANELA (MULTILOT) E SEUS RESPECTIVOS AJUSTES

Podemos plotar duas diferentes curvas em um mesmo gráfico. No entanto, dependendo do formato da curva, o gráfico resultante pode parecer desordenado, com visualização dificultada. Uma alternativa é gerá-los numa disposição de uma tabela. Pode-se dispor um gráfico do lado do outro, um embaixo do outro, todos em uma mesma figura, página ou janela. Utiliza-se o comando multiplot, que tem a seguinte forma:

```
gnuplot> set multiplot {title <page title> {font <face>,<size>}} {layout  
<rows>,<cols>} {rowsfirst |columnsfirst } {downwards |upwards}
```

E para desativar, utilizar o comando padrão:

```
gnuplot> unset multiplot
```

Pode-se simplesmente declarar:

```
gnuplot> set multiplot
```

```
multiplot>
```

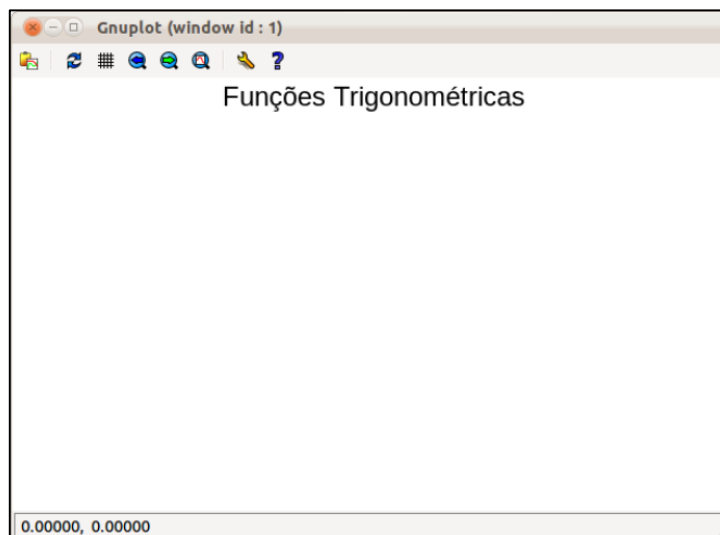
Uma janela se abrirá, indicando que você agora está no ambiente multiplot. Atenção, para definir estes argumentos ao multiplot, deve-se também executá-los em uma única linha.

- **Título e fonte:** Como explicado, uma janela em branco se abrirá após a entrada no ambiente multiplot, agora você pode editá-lo de várias formas. Desta vez para inserir um título e editar a fonte, devemos fazer uma única declaração, não podendo ser dividida em duas. De fato, pode-se definir um título sem especificar a fonte, mas nunca ao contrário.

Segue o exemplo:

```
multiplot> set multiplot title 'Funções Trigonométricas' font 'arial,18'
```

Figura 43- Multiplot, definindo o título e a fonte



Fonte: Elaborado pelo autor

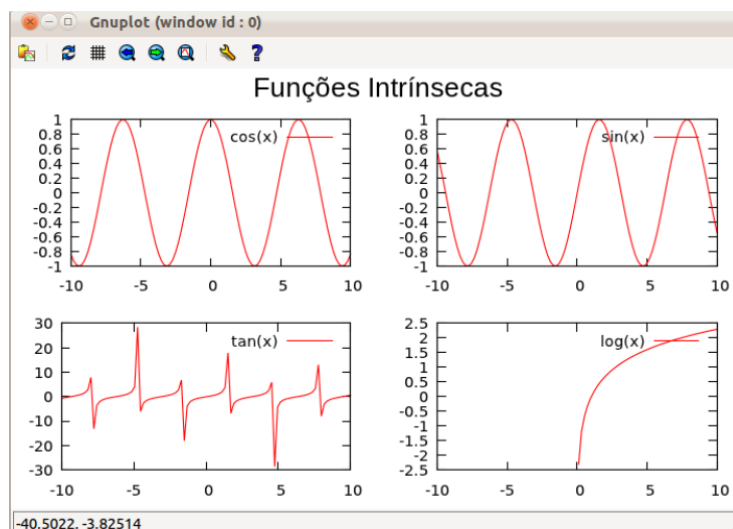
- **Layout:** Agora um exemplo de como podemos plotar vários gráficos em uma mesma tela, imagem ou página. Seja o seguinte comando:

```
multiplot> set multiplot title 'Funções Intrínsecas' font 'arial,18' layout 2,2
```

```
multiplot> plot cos(x); plot sin(x); plot tan(x); plot log(x)
```

Ou seja, estou dispondo os gráficos em 2 linhas e 2 colunas. O resultado é mostrado na figura a seguir:

Figura 44- Ordenando os gráficos



Fonte: Elaborado pelo autor

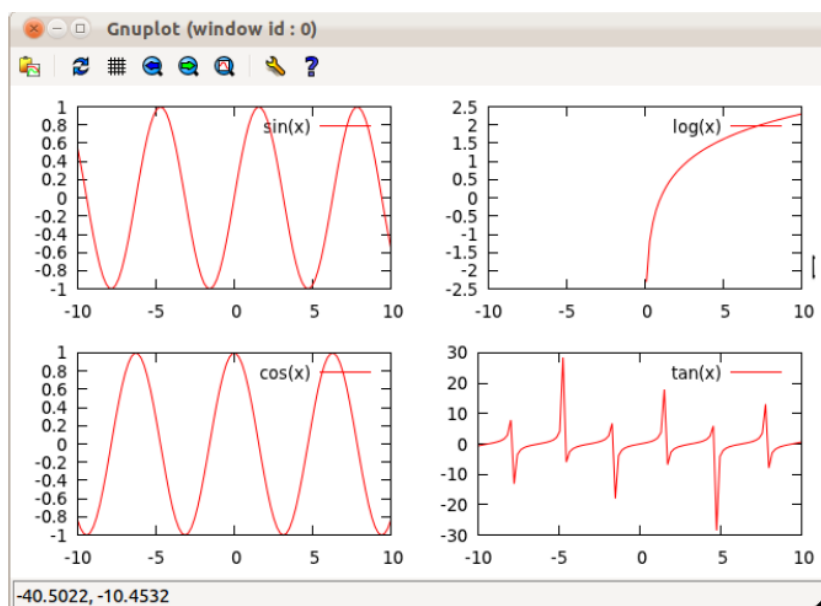
Repare neste outro detalhe, há uma ordem em que os gráficos foram inseridos. Primeiramente plotei a função cosseno, depois seno, tangente e então a função logarítmica na base e. Os gráficos foram inseridos de forma que se preencheu primeiramente as linhas, de cima a baixo. Para mudar a ordem com a qual os gráficos serão dispostos utilizamos os últimos dois argumentos explicitados anteriormente. Para que sejam inseridos preenchendo primeiramente as colunas usa-se `columnsfirst`, para linhas `rowsfirst`. Por padrão o `gnuplot` insere primeiro as linhas, de cima para baixo (`rowsfirst` e `downwards`). Vamos agora mudar completamente a forma com a qual são dispostos os gráficos para verificar o resultado.

```
multiplot> set multiplot layout 2,2 columnsfirst upwards
```

```
multiplot> plot cos(x); plot sin(x); plot tan(x); plot log(x)
```

Ou seja, estamos os inserindo de baixo para cima, preenchendo completamente as colunas.

Figura 45- Alterando ordem da inserção dos gráficos

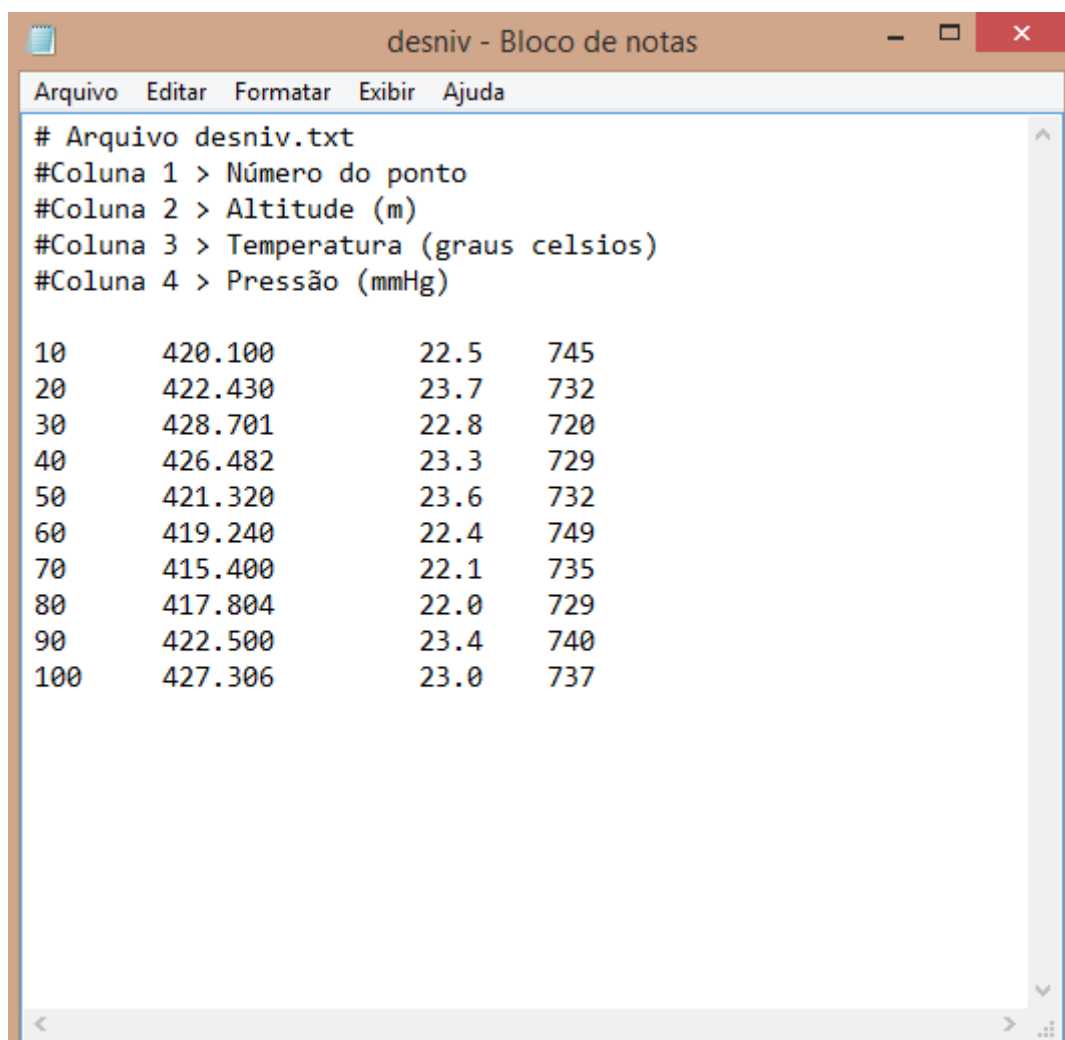


Fonte: Elaborado pelo autor

8. IMPORTAÇÃO DE DADOS PARA CONSTRUÇÃO DE IMAGEM

Uma função muito útil e a que será mais utilizada é a de plotar um gráfico a partir de dados contidos num arquivo de texto. Observe a imagem abaixo:

Figura 46 - Arquivo txt



```
# Arquivo desniv.txt
#Coluna 1 > Número do ponto
#Coluna 2 > Altitude (m)
#Coluna 3 > Temperatura (graus celsius)
#Coluna 4 > Pressão (mmHg)

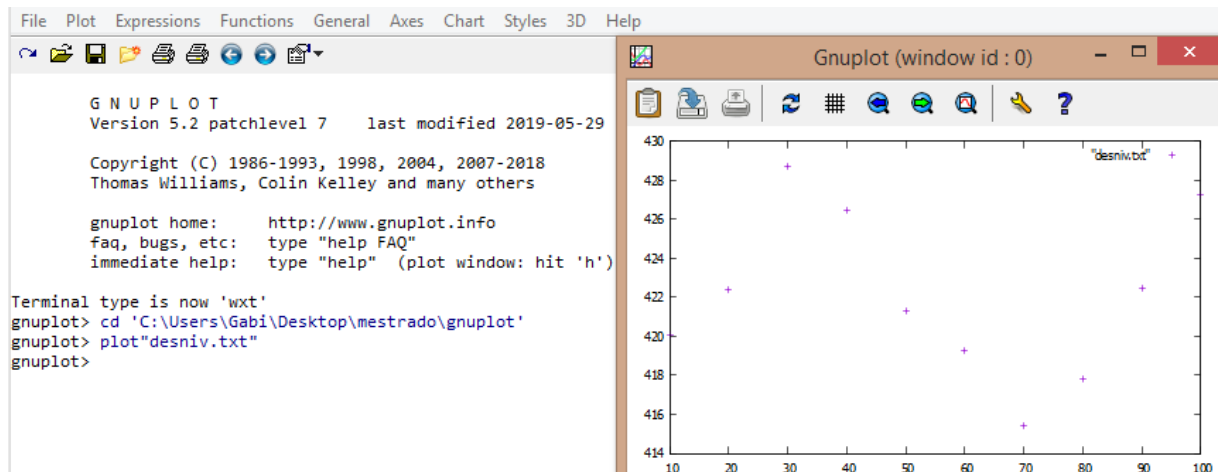
10      420.100      22.5      745
20      422.430      23.7      732
30      428.701      22.8      720
40      426.482      23.3      729
50      421.320      23.6      732
60      419.240      22.4      749
70      415.400      22.1      735
80      417.804      22.0      729
90      422.500      23.4      740
100     427.306      23.0      737
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A forma com a qual o Gnuplot o interpreta um arquivo de dados é o que importa. Para cada coluna é atribuída uma diferente variável.

Considerando que este arquivo esteja no diretório em que se está trabalhando, para visualizar o gráfico “Número do ponto x Altitude”, basta especificar o arquivo, conforme ilustrado na Figura 47.

Figura 47 - Importação de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

Diferente de plotar uma função, precisamos fornecer ao gnuplot o papel de cada coluna nos diferentes eixos de coordenadas. Observe o seguinte comando:

```
gnuplot> plot 'xyz.dat' {using <style>}
```

Por exemplo, vamos definir a segunda coluna de dados para representar o eixo das abscissas e a terceira o eixo das ordenadas. Para isto, declara-se o seguinte na linha de comando do Gnuplot:

```
gnuplot> plot 'xyz.dat' using 2:3
```

Estamos dizendo ao Gnuplot que os dados da coluna 2 serão representados pelo eixo das abscissas e os dados da coluna 3 pelo eixo das ordenadas. Podemos fazer com que os dados da primeira coluna sejam representados pelo eixo das abscissas e os da segunda pelo eixo das ordenadas e vice-versa.

Caso a opção seja omitida, Gnuplot interpretará automaticamente como using 1:2.

O exemplo a seguir mostra duas maneiras de reproduzir o mesmo gráfico.

A princípio, o uso de 'plot "..." using 1:2' e 'plot "..." using (\$1) : (\$2)' não faz diferença. Realmente, isso ocorre se a intenção for apenas visualizar a coluna 1 "contra" a coluna 2. A diferença ocorre quando há a intenção de fazer operações com os dados das colunas. No entanto, o uso de \$, antes do número da coluna (\$2 por exemplo), permite que se interprete \$2 como uma variável.

```
gnuplot > reset  
gnuplot > plot "desniv.txt" using 1:2
```

```
gnuplot > reset  
gnuplot > plot "desniv.txt" using ($1):($2)
```

Como se pôde perceber, é fácil modificar as variáveis que se quer representar na abscissa e na ordenada, além disso, pode-se fazer operações usando colunas, como nos exemplos a seguir:

```
using ($1):($2 +$3)  
using ($1):($2 +3*($3))
```

Quando se plota um gráfico a partir de um arquivo de dados, automaticamente a curva é representada por pontos, diferente de quando se plota uma função (linhas).

9. EXPORTAÇÃO DOS GRÁFICOS PRODUZIDOS NO GNUPLOT EM FORMATO DE IMAGENS

Para gravar um gráfico como um arquivo de imagem, é necessário direcionar o fluxo de saída para um arquivo gráfico. Para tal, usa-se os comandos terminal e output do comando set.

- Terminal: define o tipo de terminal que será utilizado (tipo de extensão)
- Output: define o nome do arquivo e sua extensão, entre aspas duplas

```
gnuplot> set terminal { pdf jpeg } { size <width>,<height> }
```

```
gnuplot> set output "graph.<pdf jpeg >"
```

A primeira declaração informa ao Gnuplot que a imagem a ser salva estará no formato especificado. A segunda informa o nome do arquivo. Atenção, a extensão .jpeg e .pdf é obrigatória ao final do nome do arquivo. Para pdf, size será definido em inch, ou in (polegadas), em jpeg size será definido em pixels.

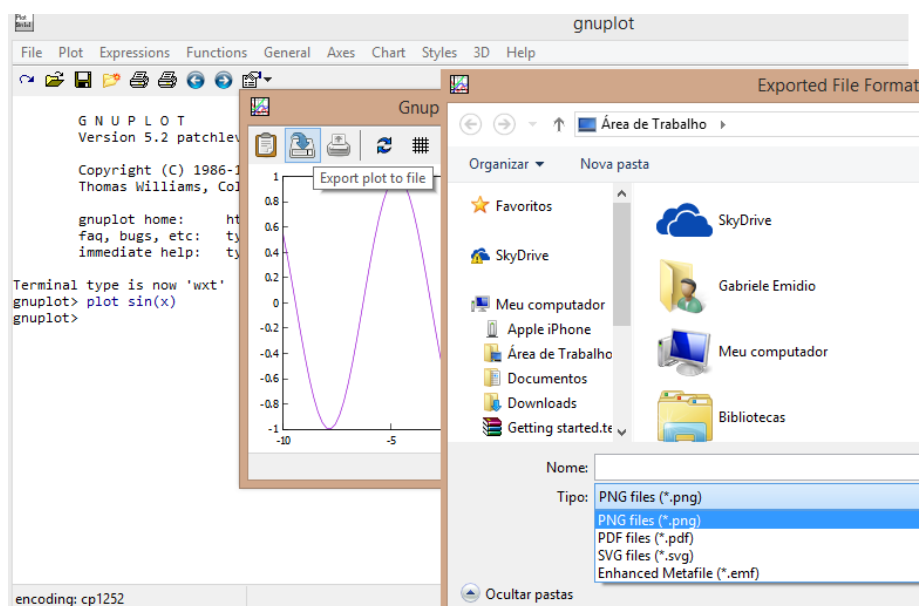
Exemplo:

```
gnuplot> set terminal jpeg size 1280,680
```

```
gnuplot> set output 'sem-cos.jpeg'
```

As imagens também podem ser geradas através de um comando próprio no gráfico, como ilustrado a seguir:

Figura 48 - Exportação dos gráficos produzidos com o gnuplot



Fonte: Elaborado pelo autor

10. REFERÊNCIAS

Galo, Mauricio. Universidade Estadual Paulista. **Tutorial::** Introdução ao uso do aplicativo Gnuplot. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/39VMhlV>. Acesso em: 8 mar. 2019.

COMPLEXWIKI. **Gnuplot:** física computacional. Física Computacional. 2015. Disponível em: <https://bityli.com/hGBgk>. Acesso em: 27 maio 2019.

Compiladão de Dicas. **Gnuplot para iniciantes.** 2012. Disponível em: <https://bityli.com/Sdwal>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GNU PLOT HOMEPAGE. **Gnuplot.** 2019. Disponível em: <http://www.gnuplot.info/>. Acesso em: 20 jun. 2019.