

TUTORIAL DO APLICATIVO CURVA_EMPUXO 1.2

Objetivo do aplicativo: obter a curva de empuxo de um motor-foguete e parâmetros relacionados.

Informações básicas sobre o aplicativo:

- Escrito em linguagem Fortran 90.
- Ele lê os dados brutos de tempo e empuxo obtidos por um sistema de aquisição de dados, durante a queima do propelente do motor-foguete.
- Estes dados brutos contêm muitas informações que não são de interesse.
- A partir destes dados brutos, são extraídos apenas os valores de interesse de tempo e empuxo.
- O impulso total (It) é obtido por integração numérica (regra do trapézio) da curva de empuxo.
- A partir de It e outros dados, são calculados parâmetros pertinentes a uma curva de empuxo de motor-foguete.

Procedimento:

- 1) Inicializar o aplicativo clicando duas vezes sobre o arquivo Curva_Empuxo_1p2.exe.
 - Como resultado, ocorrerá a abertura do arquivo curva_empuxo_1p2_dados_geral.txt.
 - Um exemplo de conteúdo deste arquivo é mostrado na Figura 1.

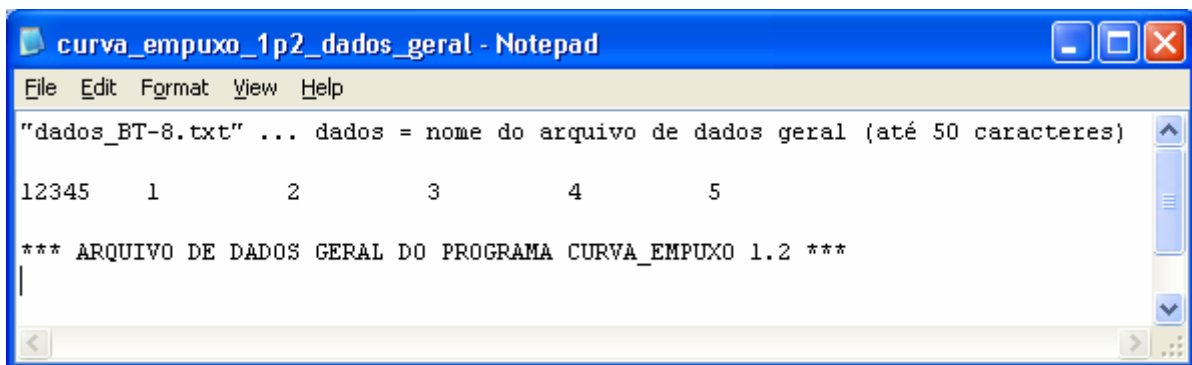


Figura 1. Exemplo de janela inicial do aplicativo Curva_Empuxo 1.2.

- 2) O arquivo curva_empuxo_1p2_dados_geral.txt requer apenas um dado: o nome do arquivo de dados geral sobre um motor-foguete testado.
 - Este nome deve ser especificado pelo usuário mas o arquivo deve existir; não pode ser um arquivo inexistente ou sem conteúdo.
 - Digitar, por exemplo, dados_BT-8.txt.
 - Após digitar o nome do arquivo, salvar e fechar o arquivo curva_empuxo_1p2_dados_geral.txt.
 - Como resultado, ocorrerá a abertura do arquivo especificado; neste exemplo, dados_BT-8.txt
 - Seu conteúdo é mostrado na Figura 2.
- 3) Digitar os dados solicitados:
 - Em "original", deve-se entrar com o nome de um arquivo de dados que foi gerado no sistema de aquisição de dados, tendo em cada linha tempo e empuxo. O nome do arquivo deve ser definido pelo usuário.
 - "Emin" pode ser alterado mas se recomenda usar 0.25 N.
 - Em "M" deve-se indicar a massa de propelente do motor testado, em kg.

- “g” para Curitiba, no Centro Politécnico, é 9,7876 m/s²; ao nível do mar, pode-se usar 9.80665.
- “caso” é um nome definido pelo usuário que será usado pelo aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para gravar os resultados da curva de empuxo.
- Em “título” deve-se entrar com um título para identificar a análise. Este título aparecerá no gráfico da curva de empuxo e no arquivo “caso”,
- Após digitar os dados, salvar e fechar o arquivo.
- Como resultado, será mostrado um gráfico com a curva de empuxo correspondente aos dados fornecidos.
- No caso do exemplo adotado, sua curva de empuxo é mostrada na Figura 3.

```

dados_BT-8 - Notepad
File Edit Format View Help
'BT-8_HEM.txt' ..... original = Nome do arquivo de dados originais de empuxo versus tempo
0.25d-0 ..... Emin   = Empuxo mínimo para definir o início e fim da curva (N)
2.542d-3 ..... M     = Massa de propelente (kg)
9.7876d0 ..... g     = Aceleração gravitacional local (m/s2)
'BT-8_saida.txt' .... caso = nome do arquivo de saída principal do programa CURVA_EMPUXO 1.2 (até 50 caracteres)
'Motor BT-8, TE 27 Nov 2008, CURVA_EMPUXO 1.2' ! título = título de identificação da análise (até 90 caracteres)

012345  1      2      3      4      5      6      7      8      9

*** ARQUIVO DE DADOS DO PROGRAMA CURVA_EMPUXO 1.2 ***

```

Figura 2. Exemplo de dados gerais para o aplicativo Curva_Empuxo 1.2.

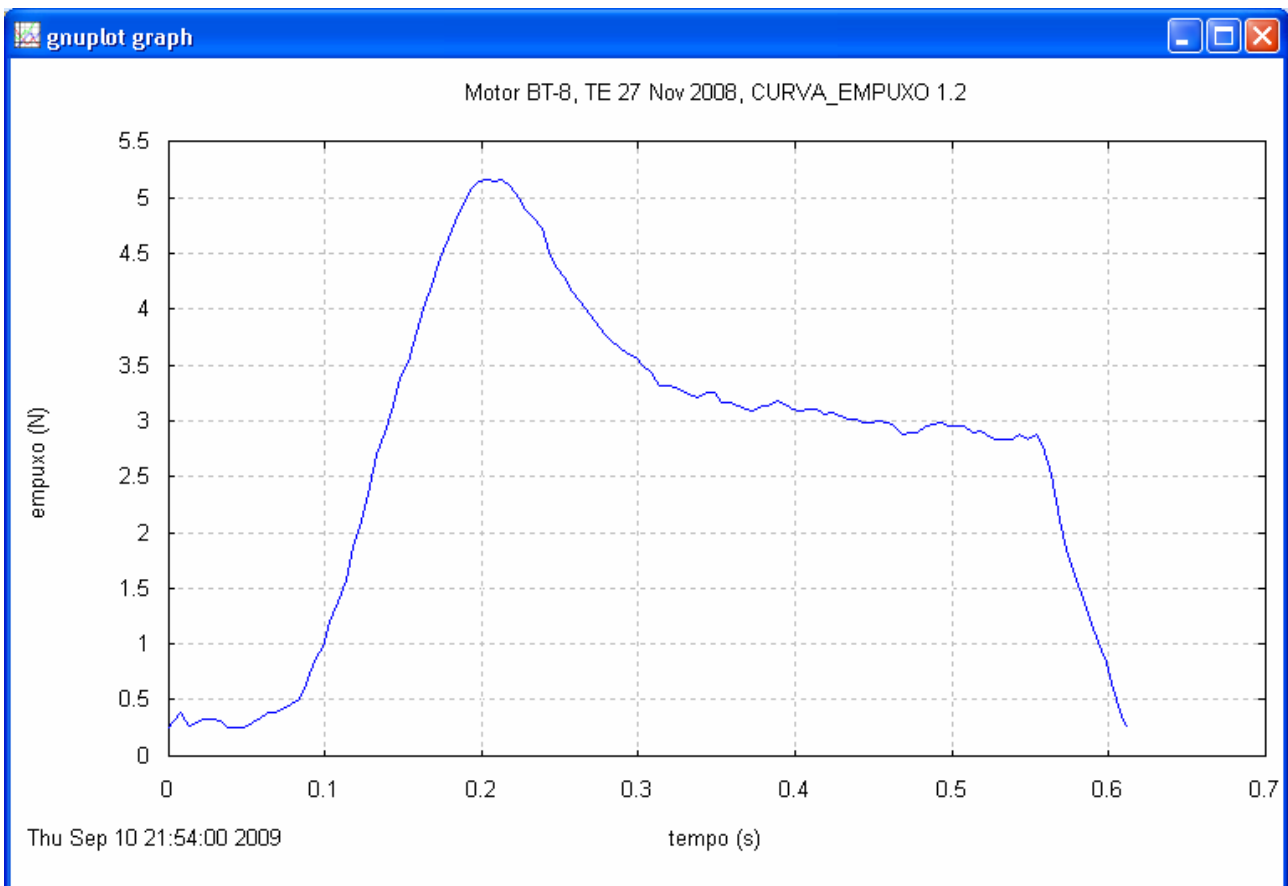
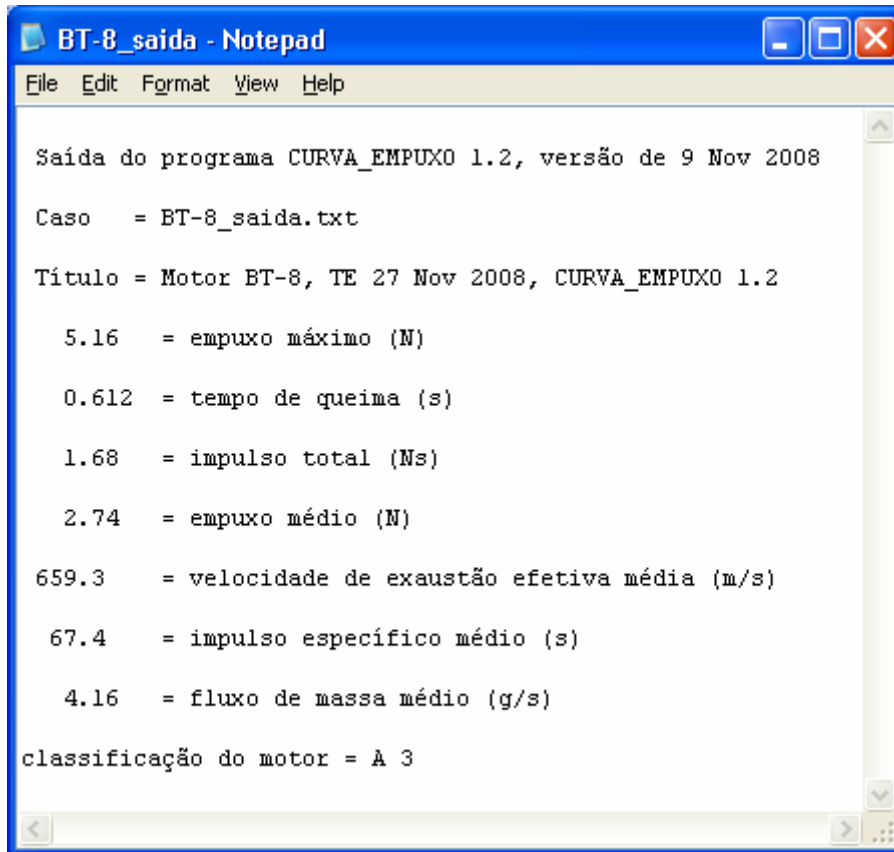


Figura 3. Curva de empuxo gerada pelo aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para o motor BT-8.

- 4) Se for de interesse, clicar o botão do lado direito do mouse sobre o gráfico, e imprimir (Print) o gráfico ou copiá-lo (Copy to Clipboard) para a memória para posterior uso.
- Após fechar a janela do gráfico, é apresentado um arquivo com os dados e resultados da curva de empuxo; um extrato dele, para o exemplo deste tutorial, é mostrado na Figura 4.



```
BT-8_saida - Notepad
File Edit Format View Help

Saída do programa CURVA_EMPUXO 1.2, versão de 9 Nov 2008

Caso = BT-8_saida.txt

Título = Motor BT-8, TE 27 Nov 2008, CURVA_EMPUXO 1.2

5.16 = empuxo máximo (N)

0.612 = tempo de queima (s)

1.68 = impulso total (Ns)

2.74 = empuxo médio (N)

659.3 = velocidade de exaustão efetiva média (m/s)

67.4 = impulso específico médio (s)

4.16 = fluxo de massa médio (g/s)

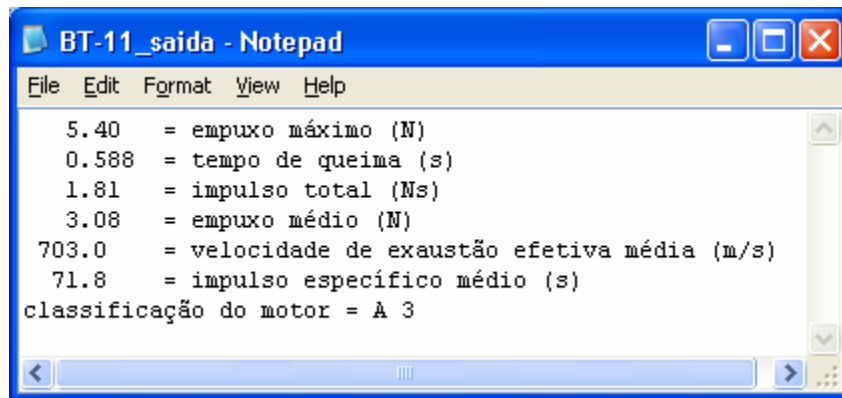
classificação do motor = A 3
```

Figura 4. Alguns resultados do aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para o motor BT-8.

- 5) Ao ser fechado o arquivo de resultados, encerra-se a execução do aplicativo Curva_Empuxo 1.2.

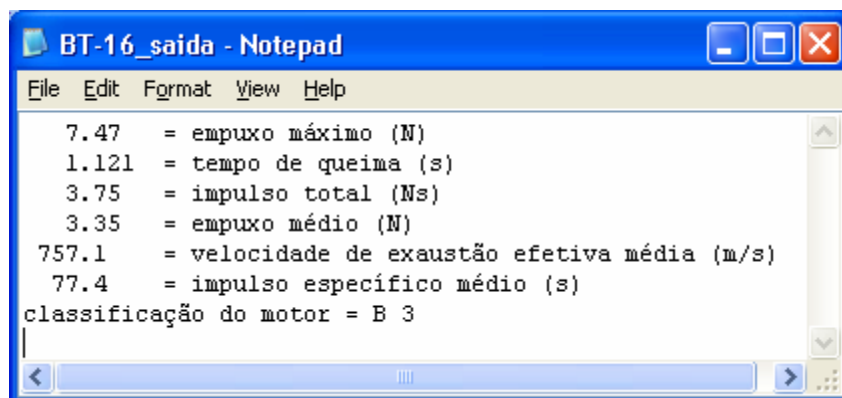
Exercícios:

- [1] Executar o aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para extrair a curva de empuxo e seus parâmetros do motor BT-11 utilizando-se os arquivos dados_BT-11.txt e BT-11_HBM.txt. Alguns resultados que devem ser obtidos são apresentados na Figura 5.
- [2] Executar o aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para extrair a curva de empuxo e seus parâmetros do motor BT-16 utilizando-se os arquivos dados_BT-16.txt e BT-16_HBM.txt. Alguns resultados que devem ser obtidos são apresentados na Figura 6.
- [3] Executar o aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para extrair a curva de empuxo e seus parâmetros do motor BT-19 utilizando-se os arquivos dados_BT-19.txt e BT-19_HBM.txt. Alguns resultados que devem ser obtidos são apresentados na Figura 7.



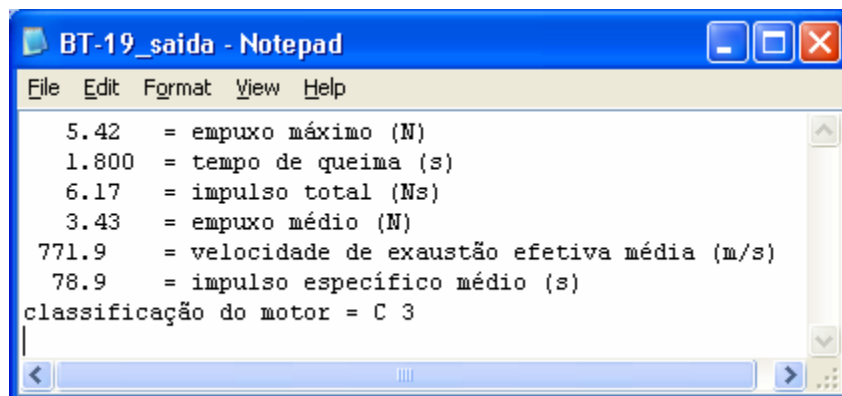
```
BT-11_saida - Notepad
File Edit Format View Help
5.40 = empuxo máximo (N)
0.588 = tempo de queima (s)
1.81 = impulso total (Ns)
3.08 = empuxo médio (N)
703.0 = velocidade de exaustão efetiva média (m/s)
71.8 = impulso específico médio (s)
classificação do motor = A 3
```

Figura 5. Alguns resultados do aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para o motor BT-11.



```
BT-16_saida - Notepad
File Edit Format View Help
7.47 = empuxo máximo (N)
1.121 = tempo de queima (s)
3.75 = impulso total (Ns)
3.35 = empuxo médio (N)
757.1 = velocidade de exaustão efetiva média (m/s)
77.4 = impulso específico médio (s)
classificação do motor = B 3
```

Figura 6. Alguns resultados do aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para o motor BT-16.



```
BT-19_saida - Notepad
File Edit Format View Help
5.42 = empuxo máximo (N)
1.800 = tempo de queima (s)
6.17 = impulso total (Ns)
3.43 = empuxo médio (N)
771.9 = velocidade de exaustão efetiva média (m/s)
78.9 = impulso específico médio (s)
classificação do motor = C 3
```

Figura 7. Alguns resultados do aplicativo Curva_Empuxo 1.2 para o motor BT-19.