

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM BASE NO EMPREGO DO MATLAB NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UERJ

José G. Santos da Silva, D.Sc. - jgss@uerj.br

Luciano R. Ornelas de Lima, D.Sc. - luciano@eng.uerj.br

Alessandra R. Ferreira - ale@labbas.eng.uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN.

Rua São Francisco Xavier, Nº 524, Maracanã.

CEP: 22550-900 - Rio de Janeiro - RJ.

***Resumo:** Atualmente, com base em um avanço tecnológico crescente, torna-se necessário o emprego de programas computacionais que contribuam para a modernização do ensino de engenharia. Os cursos de graduação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, FEN/UERJ, possuem uma grande demanda para a utilização dessas ferramentas computacionais que possibilitam a solução e a visualização gráfica (2D e 3D) de inúmeros problemas de engenharia, de forma rápida, prática e eficiente. Dentro desse contexto, o MATLAB é um programa que vem sendo largamente empregado pelo corpo docente da FEN/UERJ, no sentido de modernizar o ensino de engenharia por se tratar de uma poderosa ferramenta computacional que pode ser utilizada em inúmeras disciplinas pertencentes ao currículo regular da FEN/UERJ. O principal objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a experiência didática adquirida com o emprego do MATLAB nos cursos de graduação da FEN/UERJ nas mais diversas ênfases da engenharia.*

***Palavras-chave:** Ensino de engenharia, Ferramentas computacionais, Modelagem matemática.*

1. INTRODUÇÃO

O MATLAB é um sistema gráfico que integra a capacidade de se fazer cálculos, programação e visualização gráfica em um ambiente interativo bastante agradável, onde os problemas e suas soluções são expressos em uma linguagem matemática familiar, CHAPMAN (2003), HANSELMAN e LITTLEFIELD (2003), TRINDADE e SAMPAIO (2002), SAOUMA (2000).

O programa em questão possui ferramentas bastante poderosas para vários tipos de aplicações, tanto na engenharia como em outras áreas distintas. Deste modo, o MATLAB pode vir a ser adaptado, de acordo com as necessidades de cada usuário, com base em comandos específicos.

Nas diversas áreas da engenharia (civil, mecânica, elétrica, cartográfica, sistemas e computação, etc), necessita-se, usualmente, de ferramentas computacionais que simplifiquem os procedimentos correntes dos engenheiros quando do desenvolvimento de modelos numéricos associados, por exemplo, a projetos reais. Essas ferramentas devem permitir, inclusive, que esses engenheiros possam visualizar todas as etapas do processo.

Visando atender a esta crescente demanda como também incluir no ensino de engenharia novas tecnologias de ensino, diversas Instituições de Ensino/Pesquisa do país têm se

desenvolvido no sentido de serem criados laboratórios computacionais de qualidade que permitam a utilização de programas como o MATLAB, que são significativamente importantes para a modernização do ensino de engenharia, possibilitando assim, a formação de engenheiros mais qualificados, aptos a competir no mercado de trabalho cada vez mais exigente em termos de formação profissional.

Assim sendo, com base no desenvolvimento deste trabalho de ensino/pesquisa, objetiva-se dar uma contribuição inicial no sentido de desmistificar e, principalmente, demonstrar com simplicidade a utilização de ferramentas reutilizáveis criadas na linguagem MATLAB (com base no emprego de arquivos do tipo “*.m”), apresentando um enfoque totalmente direcionado para os problemas de engenharia, CHAPMAN (2003), HANSELMAN e LITTLEFIELD (2003), TRINDADE e SAMPAIO (2002), SAOUMA (2000).

Deve-se ressaltar também, a experiência didática obtida na Faculdade de Engenharia da UERJ, FEN/UERJ, ao longo dos últimos sete anos com base no desenvolvimento de um projeto pedagógico criado especificamente para oferecer cursos de informática, associados a diversas ferramentas computacionais, de modo a melhor qualificar os alunos de graduação em engenharia no que tange a solução de problemas relativos a suas atividades acadêmicas.

Finalmente, de forma a ilustrar as potencialidades do programa MATLAB, são apresentadas várias aplicações do mesmo objetivando discutir exemplos didáticos associados a áreas distintas da engenharia.

2. EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NA FACULDADE DE ENGENHARIA, FEN/UERJ

O Laboratório de Computação do Ciclo Básico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, LabBas/FEN/UERJ, vem oferecendo cursos computacionais gratuitos para os alunos de graduação desta Unidade desde o ano de 1999. Um dos cursos que vem sendo ministrado regularmente neste Laboratório, considerado pelos próprios alunos de graduação, como sendo de grande importância para suas atividades acadêmicas, está associado ao emprego do MATLAB.

No presente momento, o Laboratório de Computação do Ciclo Básico contabiliza um total de cerca de 150 alunos, pertencentes as mais diversas áreas da engenharia (civil, mecânica, elétrica, cartográfica, sistemas e computação, etc), com formação básica adquirida no emprego do MATLAB, para a modelagem e visualização de problemas de engenharia.

Na seqüência, apresenta-se na Figura 1, um quadro demonstrativo geral referente ao número de alunos de graduação em engenharia formados pelo Laboratório de Computação do Ciclo Básico da FEN/UERJ, acerca do emprego de diversas ferramentas computacionais, linguagens de programação, sistemas operacionais e tecnologias diversas, tais como: Excel, Windows/Word, 3D Studio Max, AutoCad, Ansys, Html, Delphi, Linux, Montagem e Manutenção de Microcomputadores, Tecnologia de Redes, e, evidentemente, o MATLAB.

Percebe-se, também, que o curso computacional sobre o emprego do MATLAB aplicado na resolução de problemas de engenharia tem sido um dos mais requisitados ultimamente por parte dos alunos de graduação e de pós-graduação, das mais diversas áreas, e até mesmo por parte de alguns servidores da FEN/UERJ. Sem sombra de dúvida, o emprego do MATLAB vem sendo difundido e aplicado no ensino de disciplinas da graduação e da pós-graduação da Faculdade de Engenharia da UERJ.

Considerando-se, ainda, essa experiência didática, como mostrado na Figura 1, tem sido verificado, claramente, que a utilização dessa ferramenta computacional em conjunto com disciplinas específicas inerentes a inúmeras áreas da engenharia, não só motiva e estimula os alunos de graduação e de pós-graduação, como também facilita a visualização e compreensão, por parte dos mesmos, de inúmeros aspectos relevantes associados à elaboração, confecção e desenvolvimento de inúmeras atividades acadêmicas.

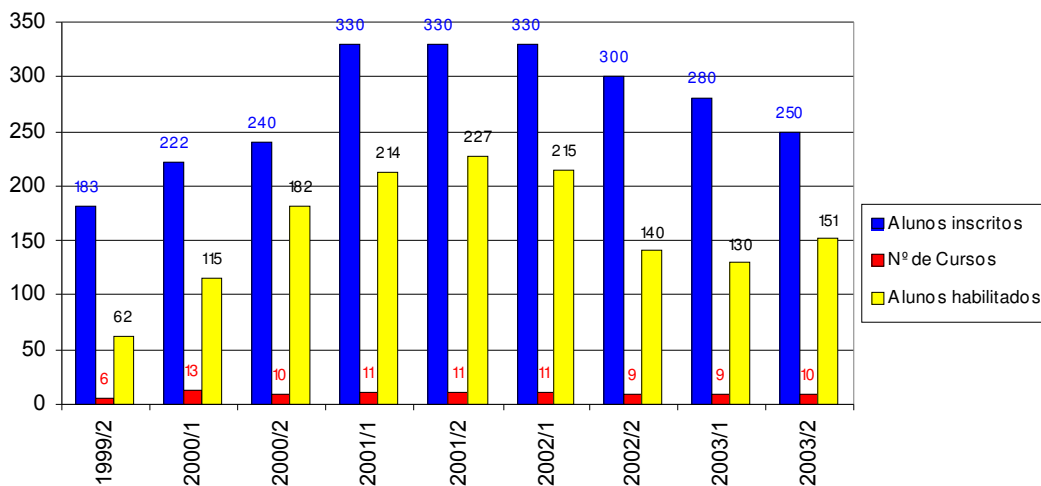


Figura 1 - Histórico dos cursos computacionais oferecidos no LabBas/FEN/UERJ.

3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Na seqüência do texto são apresentados vários exemplos de aplicação do programa MATLAB a diversas áreas da engenharia. Ressalta-se que o emprego do MATLAB simplifica sensivelmente procedimentos correntemente encontrados em problemas de engenharia, tornando as soluções desses problemas mais simples, rápidas e com uma boa precisão nos resultados.

3.1 Engenharia cartográfica

A engenharia cartográfica é a área da engenharia responsável por colher informações necessárias para a representação de documentos cartográficos de forma analógica ou digital. Através da coleta, análise e processamento destes dados, o engenheiro cartográfico torna-se um especialista em planejamento, organização e manipulação destes para que possam ser transformados para uma forma visual, de maneira analógica ou digital, BAKKER (1965).

Todo processo de mapeamento exige o conhecimento de técnicas de coleta, processamento e representação de dados, bem como o conhecimento dos métodos para sua realização. Deste modo, é possível representar a superfície terrestre, bem como quaisquer outros fenômenos associados a esta área, de forma adequada, BURROUGH (1986).

Atualmente, as políticas urbanas e ambientais dependem direta e intensamente, do modo como são representadas as superfícies do meio presente. Por isso, o uso de novas tecnologias e ferramentas computacionais é de fundamental importância para um crescimento qualitativo na obtenção dos dados necessários para execução de determinados processos tais como: posicionamento por satélite, fotografias aéreas e imagens digitais, além de diminuir o tempo gasto para obtenção dos mesmos.

Com base no emprego do MATLAB, tendo em mente o ensino de engenharia, é possível através de comandos de programação obter-se, por exemplo, as curvas de uma determinada superfície através de um gráfico tridimensional (3D) a partir de dados coletados anteriormente. Utilizando-se os comandos para interpolação dos dados, pode-se obter com boa aproximação a superfície desejada.

Os dados da área mapeada, assim como as alturas de pico encontradas para uma determinada região são inseridos nas linhas do programa, não sendo necessária a colocação de todos os pontos, somente dos mais sinuosos, pois o próprio MATLAB se encarrega de interpolar os dados da rotina, simulando todos os contornos existentes, CHAPMAN (2003),

HANSELMAN e LITTLEFIELD (2003), TRINDADE e SAMPAIO (2002), SAOUMA (2000). Assim sendo, o presente exemplo apresenta o mapeamento de uma parte do fundo do oceano, como mostrado na Figura 2. Os dados são obtidos supostamente através de um sonar, ressaltando que essa é uma prática comum nos dias de hoje. Todos os dados são fictícios e meramente ilustrativos. O código desenvolvido é mostrado na Tabela 1.

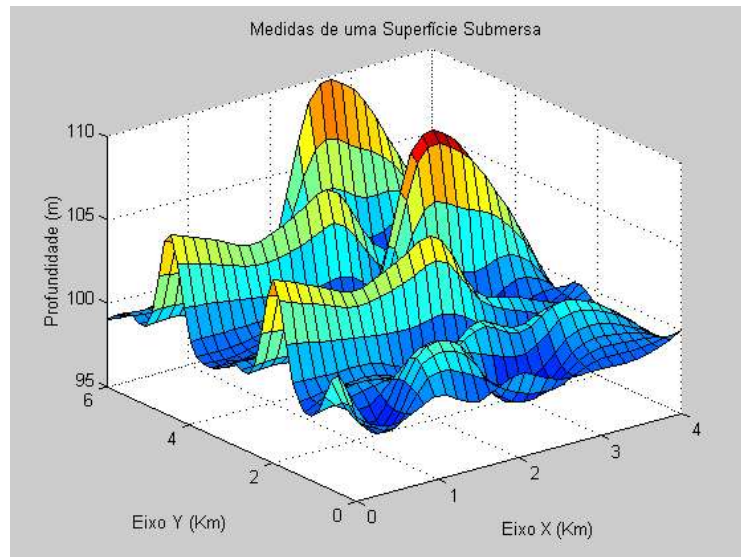


Figura 2 - Superfície submersa gerada no MATLAB: visão dos eixos x, y e z.

Tabela 1 - Implementação computacional de uma superfície submersa.

```
% Dados da profundidade do oceano
x=0:.5:4; % Eixo x varia ao longo das linhas de z
y=0:.5:6; % Eixo y varia ao longo das colunas de z
z= [100 99 100 99 100 99 99 99 100
    102 98 102 102 98 98 100 100 99
    99 100 100 100 102 101 102 101 99
    100 100 100 99 99 99 98 98 98
    106 105 104 105 106 102 101 100 99
    100 100 99 98 97 96 97 98 100
    100 100 101 101 100 101 100 101 99
    99 99 100 100 100 109 109 105 100
    100 100 100 99 99 99 98 98 98
    106 105 104 105 106 102 101 100 99
    100 100 99 98 97 96 97 98 100
    100 100 101 101 100 101 100 101 99
    99 99 100 100 100 109 109 105 100]
mesh (x,y,z)
zi=interp2(x,y,z,2.2,3.3)
zi=103.92
zi=interp2(x,y,z,2.2,3.3,'linear')
zi=103.92
zi=interp2(x,y,z,2.2,3.3,'cubic')
zi=104.19
zi=interp2(x,y,z,2.2,3.3,'nearest')
zi=102
xi=linspace(0,4,30); % Eixo x refinado
yi=linspace(0,6,40); % Eixo y refinado
[xxi,yyi]=meshgrid(xi,yi); % Malha de todas as combinações de xi e yi
zzi=interp2(x,y,z,xxi,yyi,'cubic'); % Interpolação
surf(xxi,yyi,zzi) % Gráfico dos dados já suavizados
hold on
[xx,yy]=meshgrid(x,y) % Malha dos dados originais
xlabel ('Eixo X (Km)'); ylabel ('Eixo Y (Km)')
zlabel ('Profundidade (m)')
title (' Medidas de uma Superfície Submersa')
hold off
```

3.2 Engenharia civil

Um outro problema de grande interesse e aplicação prática na área de engenharia civil está relacionado ao cálculo da carga de compressão que pode vir a provocar a flambagem em elementos estruturais do tipo viga-coluna. Os elementos estruturais do tipo viga-coluna se encontram submetidos simultaneamente a esforços de compressão e de flexão e são encontrados comumente em estruturas civis.

Trata-se, portanto, de um problema bastante usual na vida acadêmica de um aluno de graduação em engenharia civil. O objetivo do exemplo em questão é o de apresentar a geração de curvas, com base no emprego do MATLAB, que possibilitem ao aluno de graduação obter diretamente o valor numérico da carga de compressão que provoca a flambagem em elementos estruturais do tipo viga-coluna.

Vale ressaltar que, sem o emprego de uma ferramenta computacional adequada, a resolução desse problema, bastante simples, pode se tornar extremamente trabalhosa, já que o termo P/A aparece nos dois termos da equação, caracterizando uma equação transcendente cuja solução poderia ser obtida por tentativas. Além disso, a carga de compressão deve ser calculada, evidentemente, para vários tipos de geometria dos elementos estruturais correntes na prática de projeto, exigindo uma demanda relativamente elevada de tempo na execução desta tarefa.

A Figura 3 apresenta várias curvas geradas no MATLAB para obtenção da carga P . Essas curvas são geradas com base no código desenvolvido mostrado na Tabela 2. Evidentemente, o usuário deve, ainda, fornecer as características do material do elemento estrutural e, bem como, da geometria do mesmo.

As curvas mostradas na Figura 3 apresentam no eixo horizontal a relação (L/r) e no eixo vertical a relação (P/A) , onde: P representa a carga de compressão excêntrica desejada, A é a área da seção transversal do elemento em compressão, r é denominado o raio de giração da viga-coluna e L é o comprimento do elemento. Essas curvas foram traçadas considerando-se um aço com tensão de escoamento de 250MPa e módulo de elasticidade de 200GPa.

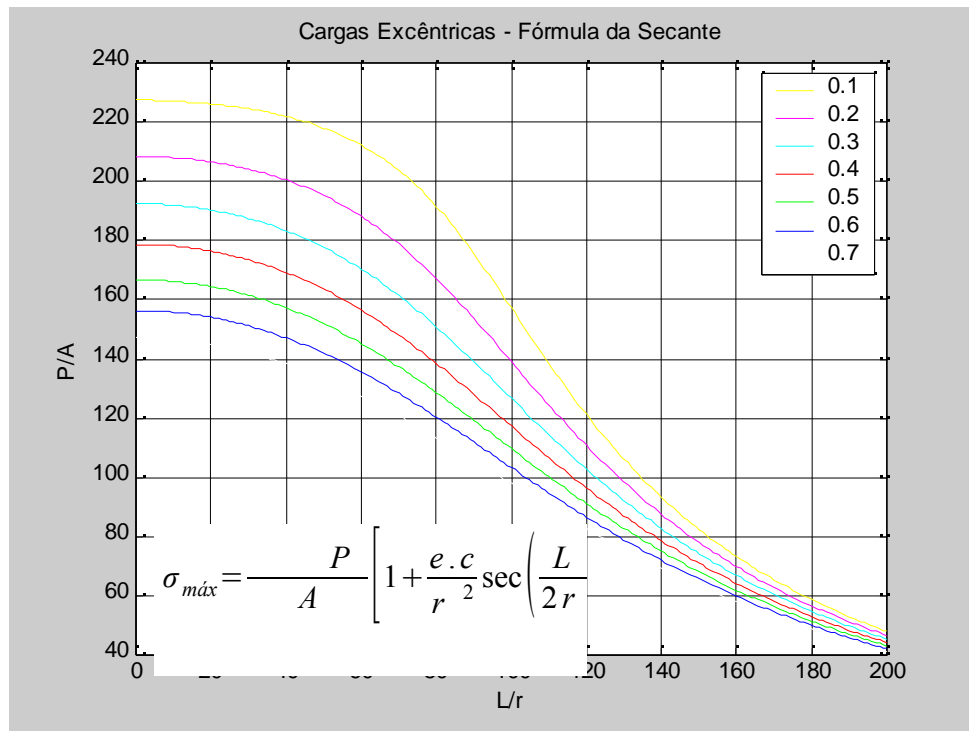


Figura 3 - Curvas para obtenção da carga de compressão em perfis de aço

Tabela 2 - Código desenvolvido para o cálculo da carga de compressão em vigas-coluna.

```

sigma=0;
pa=0;
E=input('Módulo de Elasticidade em GPa: '); % Define o Módulo de Elasticidade
n=E+1;
E=E*10^3;
sigmav=input('Tensão Máxima em GPa: '); % Define a Tensão Máxima
ecr2i=input('Valor Inicial de Ec/r^2: '); % Define o Valor Inicial de Ec/r^2
ecr2f=input('Valor Final de Ec/r^2: '); % Define o Valor Final de Ec/r^2
interv=input('Intervalos entre os valores de P/A para teste: '); % Define o
intervalo entre os valores de P/A no algoritmo de teste
cor=char('y','m','c','r','g','b','w','y','m','c','r','g','b',
'w','y','m','c','r','g','b','w'); % Vetor de cores para exibição do gráfico
m=0;
for ecr2=ecr2i:.1:ecr2f; % Algoritmo para obtenção por tentativas do valor P/A
for I=1:n
    lr(I)=I-1; % Cria o vetor contendo os valores de L/r
    sigma=0;
    pa=0;
    while sigma<sigmav
        sigma=pa*(1+ecr2*(1/cos(0.5*lr(I)*sqrt(pa/E)))); % Fórmula da Secante
        pa=pa+interv; % Testa valores de P/A com intervalos de 0.1
    end
    resultado(I)=pa; % Vetor final contendo os valores de P/A
end
m=m+1; % Define qual elemento do vetor de cores deve ser usado
plot(lr,resultado,cor(m)) % Exibe o gráfico de L/r versus P/A com a cor do
elemento m do vetor de cores
hold on % Mantém na tela o gráfico atual
end
ecr2int=ecr2i:.1:ecr2f; % Vetor linha com os valores da legenda
ecr2int=ecr2int'; % Vetor coluna com os valores da legenda
vstring=num2str(ecr2int); % Converte o vetor número em vetor de strings (texto)
legend(vstring) % Inclui a legenda no gráfico
grid on % Exibe as linhas de grade
xlabel('L/r'), ylabel('P/A') % Dá nome aos eixos x e y do gráfico
title('Cargas Excêntricas - Fórmula da Secante') % Apresenta o título do gráfico
hold off

```

3.3 Engenharia mecânica

Atualmente, em decorrência das novas tendências do mercado mundial, que se torna cada vez mais competitivo, os profissionais ligados à área de projetos estruturais têm procurado concatenar soluções que conduzam a situações de consumo mínimo de material e mão de obra e, bem como, uma maior velocidade de execução do projeto. Por outro lado, tem-se verificado um aumento considerável dos problemas de engenharia, associados à vibração dos mais variados tipos de estruturas, quando estas são submetidas a solicitações essencialmente dinâmicas, BEER e JOHNSTON (1994).

O crescimento deste tipo de problema, referente à vibração de sistemas estruturais, deve-se, principalmente, ao fato de que a grande maioria dos engenheiros desconhece o problema referente à dinâmica estrutural e/ou vibrações mecânicas, e, assim, limitam-se apenas a proceder a uma análise estática das estruturas correntes em projetos de engenharia.

De acordo com esse contexto, bastante relevante, pretende-se exemplificar a enorme potencialidade do MATLAB, no âmbito do ensino de engenharia, no que tange a esse assunto. Inicialmente, apresenta-se neste trabalho um exemplo associado à obtenção da resposta de um sistema com um grau de liberdade (S1GL), como mostram as Figuras 4 a 6.

O sistema com um grau de liberdade (S1GL), empresta uma importância indiscutível ao estudo do comportamento de modelos simplificados que, em inúmeras situações, podem simular o comportamento de sistemas reais, CLOUGH e PENZIEN (1993) e CRAIG JR. (1982).

Deste modo, o MATLAB pode proceder a uma análise de vibração livre, através do cálculo da frequência natural do sistema, ou de vibração forçada, a partir da obtenção da resposta do modelo em função do deslocamento, da velocidade e da aceleração do sistema.

No caso em questão, as Figuras 4 a 6, apresentam a resposta de um S1GL submetido a uma ação dinâmica do tipo senoidal, ou seja: $F(t) = F_0 \text{ sen } (\omega t)$, onde $F(t)$ representa a solitação dinâmica aplicada sobre o modelo, F_0 é a amplitude do harmônico senoidal, ω é a frequência da excitação e t representa o tempo.

Evidentemente, o usuário deve fornecer todas as grandezas físicas referentes à massa, amortecimento e rigidez do modelo, como também definir a excitação dinâmica. O código elaborado é apresentado na Tabela 3.

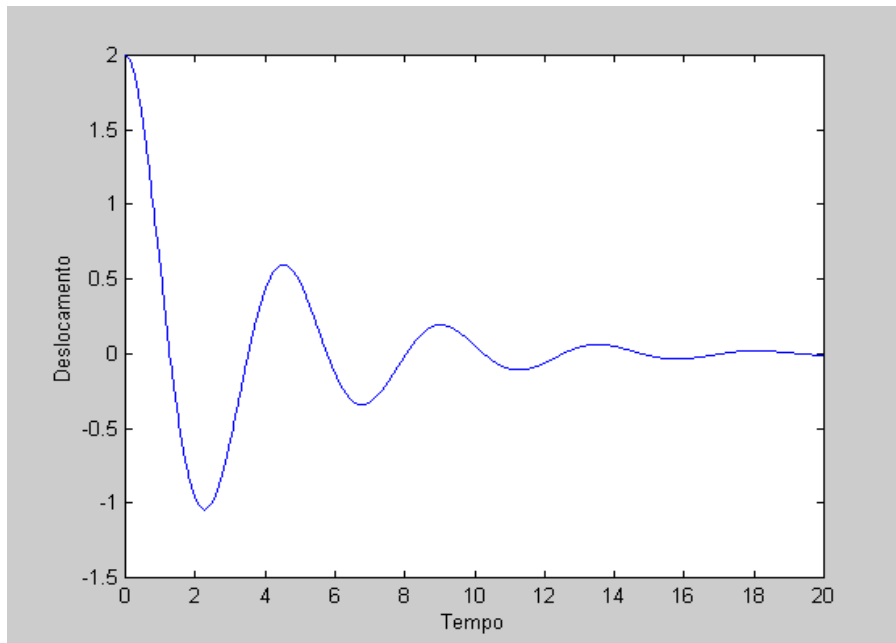


Figura 4 - Gráfico do deslocamento x tempo.

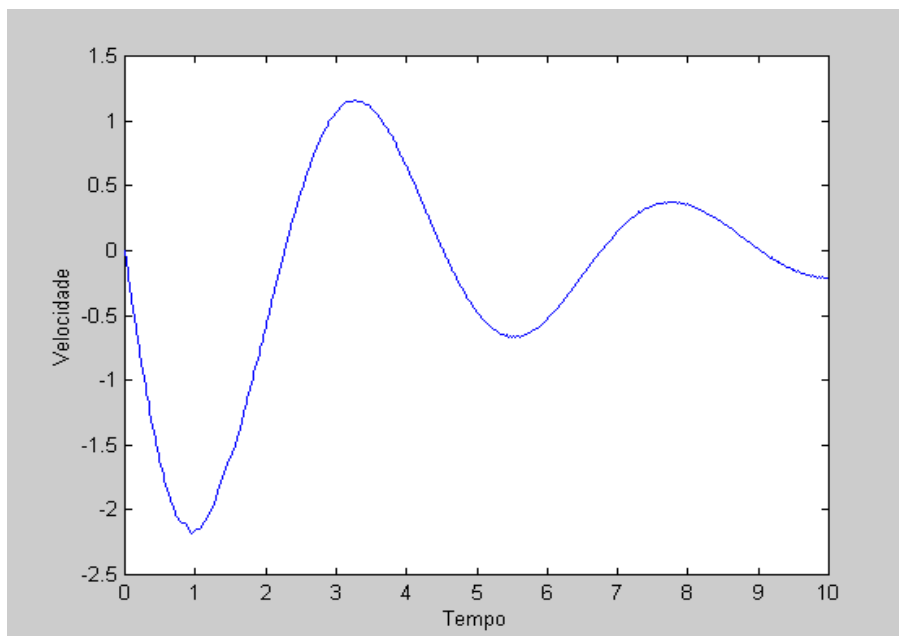


Figura 5 - Gráfico da velocidade x tempo.

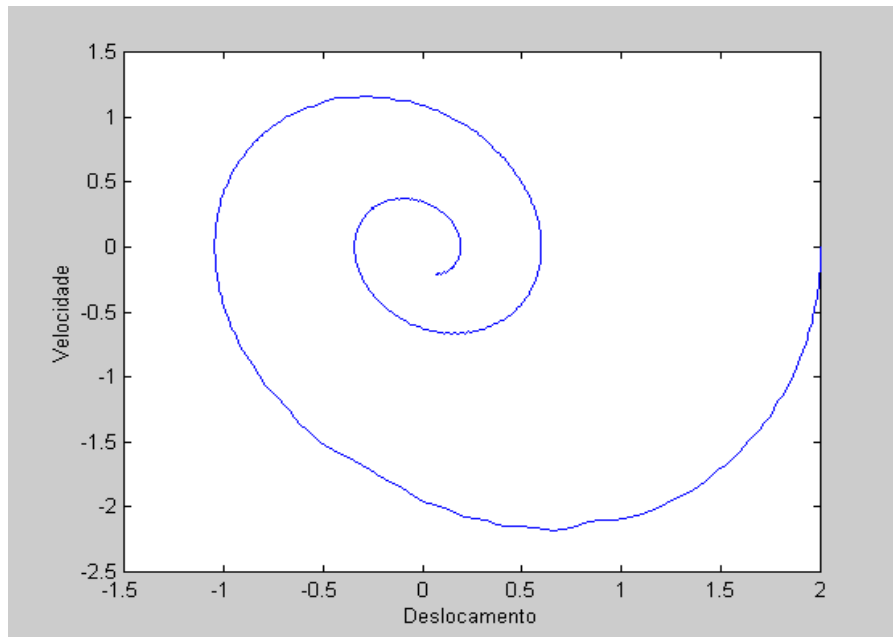


Figura 6 - Gráfico da velocidade x deslocamento.

Tabela 3 - Código para obtenção da resposta de um S1GL sob ação de uma carga harmônica.

```

% Função auxiliar da principal
function dydt=calcdydt(t,y,opt,P) % Função necessária para a derivação
m = P(1); c = P(2); % Propriedades dinâmicas
k = P(3); f = P(4); % Propriedades dinâmicas
omega=120; % Em rad/s ( $\omega=120\text{rad/s}$ )
dydt1=y(2); % Primeira coluna da matriz
dydt2=(-k*y(1)-c*y(2)+f*sin(omega*t))/m; % Segunda coluna da matriz
dydt=[dydt1;dydt2]; % Criação da matriz
% Função principal
function mma(m,c,k,f,xi,vi,ti,tf) % Função principal na qual são inseridos os
dados do sistema (gráficos)
dados = [m c k f]; % Massa, amortecimento, rigidez e definição da força
(excitação dinâmica), respectivamente
Di = [xi; vi]; %Variável criada para facilitar a inserção de dados na sintaxe
abaixo
[t,Y] = ode45('calcdydt',[ti tf],Di,[],dados);% Sintaxe de integração das
equações
% Criação de gráficos
plot(t,Y(:,1));
xlabel('Tempo'); ylabel('Deslocamento');
pause
plot(t,Y(:,2));
xlabel('Tempo'); ylabel('Velocidade');
pause
plot(Y(:,1),Y(:,2))
xlabel('Deslocamento'); ylabel('Velocidade');

```

3.4 Engenharia elétrica

A resposta no domínio da frequência determina o comportamento de um sistema submetido a um sinal de entrada senoidal em regime estacionário, como mostra a Figura 7. Os métodos de investigação da resposta em frequência contemplam uma determinada faixa de interesse e, dessa forma, pode-se estudar a resposta resultante do sistema. O assunto em questão apresenta grande relevância no ensino dos cursos de graduação, principalmente, na área de engenharia elétrica, LATHI (1998).

A função de transferência senoidal, $H(s)$, é uma grandeza complexa e pode ser representada através da magnitude e da fase tendo como parâmetro, a frequência. Uma função

de transferência senoidal pode ser representada por meio de dois gráficos distintos. O primeiro estabelece o valor do módulo (magnitude) *versus* o valor da frequência. O segundo gráfico fornece o do valor do ângulo de fase (em graus) *versus* o valor da frequência.

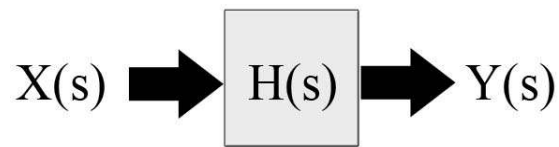


Figura 7 - Sistema em regime estacionário

Um outro gráfico de importância para a análise do problema é o diagrama de Bode. Esse diagrama consiste em dois gráficos: o primeiro diz respeito ao logaritmo do módulo da função de transferência senoidal e o segundo gráfico representa o ângulo de fase. Os dois gráficos são construídos em função da frequência em uma escala logarítmica. Como vantagens do diagrama de Bode (gráficos logarítmicos) pode-se destacar a facilidade em se desenhar às curvas de resposta em frequência e o fato da multiplicação dos módulos dos fatores da função de transferência senoidal, $H(s)$, poder ser transformada em uma soma simples.

Assim sendo, o MATLAB permite ao usuário, com base em algumas linhas de comando, a obtenção simples e rápida do diagrama de Bode da função $H(s)$ desejada, fornecendo, também, os gráficos de módulo *versus* frequência e do ângulo de fase *versus* frequência. Como exemplo de aplicação do programa, objetivando um melhor aprendizado por parte dos alunos de engenharia, será empregada a função de transferência, $H(s)$, equação (1).

$$H(s) = \frac{25}{s^2 + 4s + 25} \quad (1)$$

Utilizando o MATLAB e com base nas linhas de comando mostradas no código desenvolvido, Tabela 4, para representação do diagrama de Bode da função $H(s)$, equação (1), os diagramas de Bode do módulo e da fase podem ser obtidos, como apresentado na Figura 8.

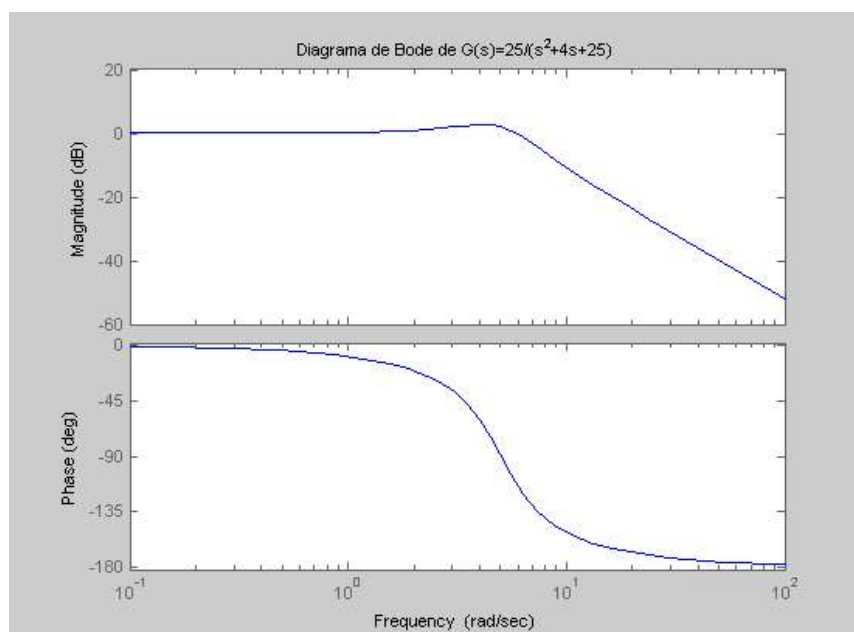


Figura 8 - Diagrama de Bode: módulo x frequência e fase x frequência.
Tabela 4 - Código computacional para representação do Diagrama de Bode.

```

% Diagrama de Bode da Função de Transferência, H(s)
g=tf(-25,[-1,-4,0])
t=g/(1+g)
t=minreal(t)
grid on
bode(t)
title('Diagrama de Bode de G(s)=25/(s^2+4s+25)')

```

3.5 Engenharia eletrônica

A Transformada de Fourier (TF), desempenha um papel de grande importância em vários ramos da engenharia (civil, mecânica, elétrica, eletrônica, etc), sendo empregada diretamente na resolução de um grande número de problemas, por exemplo, quando se deseja proceder à análise no domínio da frequência ao invés do domínio do tempo. Um caso particular da Transformada de Fourier é a Transformada Discreta de Fourier (TDF). A Transformada Discreta de Fourier (TDF), se encontra diretamente associada ao processamento digital de sinais.

Por outro lado, sabe-se que alguns resultados da Transformada Contínua de Fourier, associados a funções conhecidas e correntemente utilizadas já se encontram tabelados na literatura técnica disponível sobre o assunto, LATHI (1998). No que diz respeito à Transformada de Fourier (TF) de outras funções, que não estejam tabeladas, esta é obtida através da resolução analítica de fórmulas pré-definidas, LATHI (1998). Todavia, essa resolução analítica nem sempre é feita de forma simples, acarretando em enorme esforço braçal.

Assim sendo, o programa MATLAB pode ser perfeitamente utilizado para se proceder a uma aproximação da Transformada Contínua de Fourier através da Transformada Discreta de Fourier (TDF), com uma grande eficiência numérica. Para tal, utiliza-se a função FFT (*Fast Fourier Transform* ou Transformada Rápida de Fourier - TRF), a qual é responsável pelo cálculo da TDF de um sinal qualquer.

De forma a exemplificar a aplicação do MATLAB no ensino de engenharia, apresenta-se um problema acadêmico, bastante simples, para se avaliar a eficiência do programa. A função $f(t)$, equação (2), representa um sinal no domínio do tempo e o objetivo do problema é o de se calcular a TDF da função $f(t)$, ou seja, obter a função $F(\omega)$, equação (3), no domínio da frequência. A função $F(\omega)$, para o exemplo em questão, é comumente obtida analiticamente, de acordo com a equação (3).

$$f(t) = 3e^{-2t} \quad (2)$$

$$F(\omega) = \frac{3}{2+j\omega} \quad (3)$$

A Figura 9 apresenta o gráfico de aproximação da Transformada de Fourier da função no tempo, $f(t)$, equação (2), com base no emprego da TDF, representado por triângulos. A outra curva que compõe a Figura 9 corresponde a Transformada Contínua de Fourier, $f(t)$, equação (3), obtida analiticamente.

Observando-se os resultados fornecidos pelas duas curvas, percebe-se que, sem sombra de dúvida, a solução numérica, obtida via TDF, coincide com a solução analítica, obtida a partir da Transformada Contínua de Fourier, equação (3). Esse tipo de implementação é bastante interessante, pois além da grande aplicabilidade do problema em questão, a experiência didática obtida na FEN/UERJ tem mostrado que o aluno de graduação se sente bastante motivado ao comprovar os conceitos teóricos, aprendidos em sala de aula, com os resultados obtidos mediante uma solução numérica implementada no MATLAB.

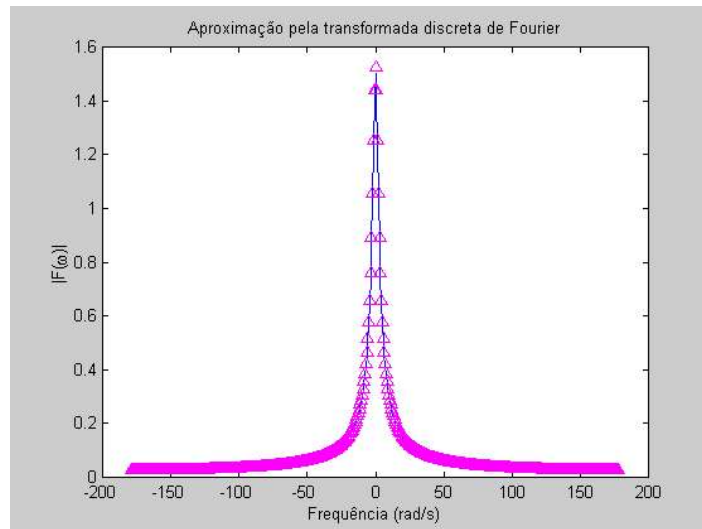


Figura 9 - Comparação entre a solução analítica da TF e a solução numérica via TDF.

Tabela 5 - Código para obtenção da TDF.

```
% Aproximação Transformada Contínua de Fourier pela Transformada Discreta de
Fourier
N=512; % Potência de 2 para aumentar a velocidade
temp=linspace(0,9,N); % Intervalo de tempo no qual a função será calculada
func=3*exp(-2*temp); % Calcula a função
T=temp(2)-temp(1); % Calcula o periodo amostral em s
W=2*pi/T; % Calcula a frequência amostral em rad/s
FUNC=fft(func); % Calcula a Transformada Discreta de Fourier (FFT)
FUNCD=fftshift(FUNC)*T; % Desloca e escala
Wd=W*(-N/2:(N/2)-1)/N; % Eixo da frequência
FUNCA=3./(2+j*Wd); % Transformada Analítica de Fourier
plot(Wd,abs(FUNCA),'w',Wd,abs(FUNCD),'m^') % Exibe o gráfico com triângulos
representando a FFT
xlabel('Frequência (rad/s)'), ylabel('|F(\omega)|') % Dá nome aos eixos x e y do
gráfico
title('Aproximação pela transformada discreta de Fourier') % Apresenta o título
do gráfico
```

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresenta-se uma contribuição inicial no sentido de se desmistificar e demonstrar, com simplicidade e eficiência, a utilização do aplicativo MATLAB, de acordo com um enfoque acadêmico, direcionado para o ensino de engenharia.

Pretende-se, a partir do desenvolvimento deste trabalho de ensino/pesquisa, intensificar ainda mais o emprego do MATLAB nos cursos de graduação da FEN/UERJ, objetivando, também, contribuir no sentido de fortalecer a idéia da criação e desenvolvimento de laboratórios computacionais nas Instituições de Ensino/Pesquisa do país, como o LabBas/FEN/UERJ, de forma a que outros núcleos de pesquisa no país possam massificar o uso do aplicativo MATLAB.

Contudo, algumas medidas importantes devem ser tomadas, de forma a não se adotar um aplicativo com o qual a grande maioria dos usuários não está familiarizada. Os referidos laboratórios de computação podem, sem nenhum tipo de problema, oferecer cursos de nivelamento acerca do MATLAB para os seus usuários com menos experiência, tendo em mente levantamentos estatísticos criteriosos sobre o problema.

Um outro ponto de relevância neste trabalho diz respeito à contribuição para a reformulação e modernização do ensino no que tange as disciplinas que compõe o currículo regular dos cursos de graduação da Faculdade de Engenharia, FEN/UERJ.

Convém chamar a atenção do leitor, também, para o fato de que como consequência direta desse tipo de desenvolvimento, o aprendizado torna-se cada vez mais dinâmico permitindo aos alunos de graduação obter um melhor aproveitamento durante o curso, em termos quantitativos e qualitativos, através de um melhor entendimento e visualização de determinados fenômenos físicos envolvidos nos problemas de engenharia associados as mais diversas áreas do conhecimento.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho de pesquisa agradecem a Direção da Faculdade de Engenharia, FEN/UERJ, e ao Laboratório de Computação do Ciclo Básico, LabBas/FEN/UERJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, M. Cartografia: Noções Básicas. Ministério da Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1965.
- BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R. Mecânica Vetorial para Engenheiros. Makron Books, 1994.
- BURROUGH, P. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford University Press, 1986.
- CHAPMAN, S. Programação em Matlab para Engenheiros. Editora Thomson, 2003.
- CLOUGH, R; PENZIEN, J. Dynamics of Structures. McGraw-Hill, 1993.
- HANSELMAN, D; LITTLEFIELD, B. Matlab 6: Curso Completo. Makron Books, 2003.
- CRAIG JR., R.R. Structural Dynamics. An Introduction to Computer Methods. John Wiley & Sons, 1982.
- LATHI, B. P. Modern Digital and Analog Communications Systems. I-E Oxford, 1998.
- SAOUMA, V. Computing Literacy for Undergraduate Engineering Students. University of Colorado, 2000.
- TRINDADE, M; SAMPAIO, R. Introdução ao Matlab, PUC-Rio, 2002.

A DIDACTIC EXPERIENCE BASED ON THE EMPLOYMENT OF MATLAB IN THE UNDERGRADUATE ENGINEERING COURSES IN THE FACULTY OF ENGINEERING OF THE UERJ

Abstract: Nowadays, based on a growing technological progress, it becomes necessary the employment of computational programs that contribute to the modernization of the engineering education. The undergraduate engineering courses of the Faculty of Engineering of the State University of Rio de Janeiro, FEN/UERJ, possess a great demand for the use of those computational tools that facilitate the solving and the graphic visualization of a considerable number of engineering problems. Inside of this context, the MATLAB is well-known software that has been used commonly by the Faculty of Engineering Lectures, in order to modernizing the undergraduate engineering education. The software is a powerful computational tool that can be used in many courses associated to the regular curriculum of FEN/UERJ. The main objective of this paper is to present and to discuss the didactic experience obtained with the employment of MATLAB in the undergraduate engineering courses of the FEN/UERJ considering several emphases of the engineering.

Keywords: Engineering education, Computational tools, Mathematical modeling.