

# Sumário

## Métodos numéricos para engenharias agroindustriais: uma abordagem prática via Excel

Prefácio .....	13
Apresentação .....	17
<b>1. Métodos numéricos em Engenharia: introdução .....</b>	<b>24</b>
1.1 Solução numérica de problemas em Engenharia .....	26
1.2 Validação visando experimentação <i>in silico</i> e gêmeos digitais ....	28
1.3 Métodos numéricos em Engenharia: “modo de usar” .....	29
1.4 A Engenharia do futuro e o futuro da Engenharia .....	32
1.5 Ambiente computacional: <i>off-the-shelf</i> versus <i>in-house</i> ....	34
<b>2. Excel básico para métodos numéricos .....</b>	<b>36</b>
2.1 Excel: por que usar, componentes e organização .....	38
2.2 Informações em células da planilha: números, fórmulas ou textos ....	40
2.3 Representação de números no Excel .....	41
2.4 Arredondamento e truncamento .....	44
2.5 Operadores aritméticos e funções: introduzindo fórmulas e uso de parênteses .....	46
2.6 Biblioteca de Funções do Excel .....	48
2.7 Replicação: tipos de referências em fórmulas, operador ‘\$’ e células renomeadas .....	50
2.8 Aplicação: cinemática de pontos materiais .....	54
2.9 Gráficos no Excel .....	60
2.10 Erros em cálculos numéricos .....	63
2.11 HOT: diagrama p-v para gás ideal – lei de Boyle-Mariotte ....	64
2.12 Testes e exercícios .....	66
<b>3. Zeros de funções (raízes de equações) .....</b>	<b>70</b>
3.1 Conceitos preliminares .....	72
3.2 Métodos iterativos clássicos .....	73
3.3 Método iterativo do ponto fixo .....	74
3.4 Método iterativo das tangentes (Newton-Raphson) .....	79
3.5 Método iterativo das secantes .....	83
3.6 Aplicação: cinemática de pontos materiais – instante e posição de encontro	

.....	87
3.7 Ferramentas ‘ <b>Atingir meta</b> ’ (Goal seek) e ‘ <b>Solver</b> ’ do Excel ....	90
3.8 HOT: fator de atrito para perda de carga (equação de Colebrook) ....	91
3.9 Testes e exercícios .....	94
<b>4. Sistemas de equações algébricas lineares .....</b>	<b>98</b>
4.1 Conceitos preliminares .....	100
4.2 Método direto: eliminação de Gauss com substituição retroativa ....	101
4.3 Reordenação das equações: matriz dos coeficientes com diagonal dominante .....	103
4.4 Método iterativo Jacobi .....	104
4.5 Método iterativo Gauss-Seidel .....	108
4.6 Aplicação: preço de commodities – modelos oferta ( <i>supply</i> ) e procura ( <i>demand</i> ) .....	110
4.7 Uso de funções matriciais e ferramenta ‘ <b>Solver</b> ’ do Excel ....	113
4.8 HOT: intensidades de correntes contínuas em circuito elétrico DC multimalha .....	114
4.9 Testes e exercícios .....	115
<b>5. Ajuste de curvas contra dados experimentais .....</b>	<b>120</b>
5.1 Conceitos preliminares .....	122
5.2 Método dos mínimos quadrados para função linear: dados sem incertezas .....	124
5.3 Método dos mínimos quadrados para função linear: dados com incertezas .....	132
5.4 Reta ajustada vs. linha de tendência: o papel das incertezas experimentais .....	138
5.5 Aplicação: queda no percentual de recuperação de traçador por exposição à luz .....	141
5.6 Método dos mínimos quadrados para funções polinomiais .....	143
5.7 Técnicas de linearização de dados .....	145
5.8 Uso da ferramenta ‘ <b>Solver</b> ’ do Excel .....	147
5.9 HOT: parâmetros reológicos de fluido não newtoniano (binghamiano) .....	148
5.10 Testes e exercícios .....	150
<b>6. Interpolação (e extrapolação) .....</b>	<b>154</b>
6.1 Conceitos preliminares .....	156
6.2 Polinômio interpolador de Lagrange: grau 1 .....	158
6.3 Polinômio interpolador de Lagrange: grau 2 e generalização ....	161
6.4 Polinômio interpolador de Newton: tabela de diferenças divididas .....	164
6.5 Polinômio interpolador de Newton-Gregory: tabela de diferenças	

.....	170
6.6 Aplicação: correção de acidez em solo por adição de calcário – método SMP	
.....	176
6.7 HOT: propriedades termodinâmicas em tabelas de vapor .....	179
6.8 Testes e exercícios .....	181
<b>7. Integral definida .....</b>	<b>184</b>
7.1 Conceitos preliminares .....	186
7.2 Método dos retângulos: função constante por partes .....	188
7.3 Método dos trapézios: função linear por partes .....	191
7.4 Método Simpson: função parabólica por partes .....	194
7.5 Aplicação: variação de entropia em aquecimento de água líquida ....	196
7.6 HOT: rendimento de extração de compostos naturais .....	200
7.7 Testes e exercícios .....	202
<b>8. Problemas de valor inicial regidos por EDO de ordem 1 ....</b>	<b>206</b>
8.1 Conceitos preliminares .....	208
8.2 Método Euler-Cauchy .....	210
8.3 Método Heun .....	214
8.4 Método Runge-Kutta .....	217
8.5 Aplicação: nível de líquido no interior de um reservatório sob descarga	
.....	222
8.6 HOT: resfriamento de produtos agrícolas ou alimentos via análise concentrada	
.....	227
8.7 Testes e exercícios .....	229
<b>9. Problemas de valor inicial regidos por EDO de 2ª ordem ....</b>	<b>236</b>
9.1 Conceitos preliminares .....	238
9.2 Método (análogo ao) Euler-Cauchy .....	238
9.3 Método Runge-Kutta-Nyström .....	241
9.4 Aplicação: oscilador harmônico forçado .....	247
9.5 HOT: oscilador harmônico amortecido .....	253
9.6 Testes e exercícios .....	255
<b>10. Problemas de valor de contorno: regime permanente .....</b>	<b>258</b>
10.1 Conceitos preliminares .....	260
10.2 Pontos internos: método das diferenças finitas para derivadas de ordens 1 e 2	
.....	262
10.3 Pontos sobre a fronteira: imposição de condições de contorno ....	264
10.4 Aplicação: tratamento térmico de fluido escoando por tubo isotérmico	
.....	266
10.5 HOT: condução de calor unidimensional em regime permanente com fonte interna	
.....	272
10.6 Testes e exercícios .....	275

<b>11. Problemas de valor de contorno: regime transiente .....</b>	<b>278</b>
11.1 Conceitos preliminares .....	280
11.2 Pontos internos: formulação explícita versus formulação implícita .....	281
11.3 Condições de contorno e iniciais .....	284
11.4 Aplicação: condução de calor 1-D em regime transiente sem fonte interna .....	284
11.5 HOT: concentração 1-D transiente de radônio-222 em material contendo fosfogesso .....	289
11.6 Testes e exercícios .....	292
Respostas de testes e exercícios selecionados .....	294
Referências .....	299
Sobre o autor .....	300