

Sumário

Métodos numéricos para engenharias agroindustriais: uma abordagem prática via Excel

| | |
|--|-----------|
| Prefácio | 13 |
| Apresentação | 17 |
| 1. Métodos numéricos em Engenharia: introdução | 24 |
| 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 |
| 2. Excel básico para métodos numéricos | 36 |
| 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 |
| 3. Zeros de funções (raízes de equações) | 70 |
| 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 | |

| | |
|--|------------|
| 3.7 Ferramentas ‘Atingir meta’ (Goal seek) e ‘Solver’ do Excel | 90 |
| 3.8 HOT: fator de atrito para perda de carga (equação de Colebrook) | 91 |
| 3.9 Testes e exercícios | 94 |
| | |
| 4. Sistemas de equações algébricas lineares | 98 |
| 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 ‘Solver’ do Excel | 113 |
| 4.8 HOT: intensidades de correntes contínuas em circuito elétrico DC multimalha | 114 |
| 4.9 Testes e exercícios | 115 |
| | |
| 5. Ajuste de curvas contra dados experimentais | 120 |
| 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 ‘Solver’ do Excel | 147 |
| 5.9 HOT: parâmetros reológicos de fluido não newtoniano (binghamiano) | 148 |
| 5.10 Testes e exercícios | 150 |
| | |
| 6. Interpolação (e extrapolação) | 154 |
| 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 |
| 7. Integral definida | 184 |
| 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 |
| 8. Problemas de valor inicial regidos por EDO de ordem 1 | 206 |
| 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 |
| 9. Problemas de valor inicial regidos por EDO de 2^a ordem | 236 |
| 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 |
| 10. Problemas de valor de contorno: regime permanente | 258 |
| 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 |

| | |
|--|------------|
| 11. Problemas de valor de contorno: regime transiente | 278 |
| 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 |