

CAROLINE DE TOLEDO LIMA PERTSCHI

**ESQUEMAS DE CÁLCULO DA CONDUTIVIDADE
TÉRMICA NAS FACES DE VOLUMES FINITOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Henrique Marchi

CURITIBA

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos e ao
Jeferson, com amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo o que tenho e por zelar de mim todos os dias da minha vida.

Ao meu estimado orientador, Prof. Carlos Henrique Marchi, por sua incrível paciência, pelo apoio e por tantos conhecimentos transmitidos; também por sua orientação, tanto em relação à este trabalho, quanto à minha vida profissional.

À minha família, que sempre me incentivou e apoiou. Aos meu pais, Dr. Wagner e Dra. Elizabeth, exemplos da minha vida, que com muita dedicação proporcionaram minha formação. Aos meus irmãos, Mariane e André, colegas de profissão, que me cobraram bastante o término deste trabalho. Às minhas irmãs de coração, Karolin e Eliziane, que junto comigo passaram pelas maravilhas e dificuldades da nossa profissão.

Ao Jeferson Pertschi, que sempre me incentivou em todas as áreas de minha vida.

Aos professores, colegas e funcionários da UFPR, que direta ou indiretamente me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Não são as perdas nem as quedas que podem fazer
fracassar nossas vidas, senão a falta de coragem de
seguir adiante.

Samael Aun Weor

RESUMO

A maioria dos programas de simulação que resolvem numericamente os problemas de difusão e advecção de calor através da Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) utiliza o método dos volumes finitos como método numérico para solução das equações diferenciais parciais, freqüentemente encontradas quando modelam-se fenômenos de transferência de calor. Os valores das propriedades de transporte nas faces dos volumes de controle são usualmente obtidos a partir da média aritmética ou harmônica dos valores nodais. Neste trabalho são resolvidos analítica e numericamente cinco problemas físicos utilizando, além desses dois, outros cinco esquemas para cálculo da condutividade térmica nas faces. O objetivo principal é avaliar o desempenho destes métodos em relação ao erro de discretização. As variáveis de interesse são a temperatura no centro do domínio discretizado, a temperatura média e o fluxo de calor. Verificou-se que o melhor esquema depende do tipo de problema e que o esquema usado para calcular k pode fazer com que a ordem de acurácia do erro de discretização seja reduzida de 2^a para 1^a ordem.

Palavras-chave: condutividade térmica, erro numérico, erro de discretização, volumes finitos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Métodos experimental e teórico (adaptado de VENSON et al, 2007)	19
Figura 1.2. Métodos de engenharia e seus erros (Marchi e Schneider, 2004).....	20
Figura 1.3. Discretização com volumes de controle (adaptado de Maliska, 2004).....	23
Figura 1.4. Gradientes nas propriedades de transporte.....	23
Figura 2.1. Discretização com volumes fictícios nas fronteiras.....	29
Figura 2.2. Domínio de cálculo com k variável.....	36
Figura 2.3. Perfil de temperaturas com inclinação constante.....	43
Figura 2.4. Perfil de temperaturas com inclinações diferentes.....	44
Figura 3.1. Geometria do domínio de cálculo.....	51
Figura 3.2. Variação de k com a temperatura para o problema 1	54
Figura 3.3. Gráfico de k em função da temperatura para o problema 2	55
Figura 3.4. Gráfico de k_1 e k_2 em função da posição para o problema 3	56
Figura 3.5. Gráfico de k_1 e k_2 , respectivamente, para o problema 4.....	58
Figura 3.6. Gráfico de k_1 em função da temperatura para o problema 5	59
Figura 4.1. $ E $ de $T_{0.5}$ do problema 1	72
Figura 4.2. $ E $ de T_M do problema 1	72
Figura 4.3. $ E $ de q_1 do problema 1	73
Figura 4.4. $ E $ de E_m do problema 1	73
Figura 4.5. p_E de $T_{0.5}$ do problema 1.....	74
Figura 4.6. p_E de T_M do problema 1	74
Figura 4.7. p_E de q_1 do problema 1	74
Figura 4.8. p_E de E_m do problema 1	74
Figura 4.9. $ E $ de $T_{0.5}$ do problema 2	75
Figura 4.10. $ E $ de T_M do problema 2	75
Figura 4.11. $ E $ de q_1 do problema 2	76
Figura 4.12. $ E $ de E_m do problema 2	76
Figura 4.13. p_E de $T_{0.5}$ do problema 2.....	76
Figura 4.14. p_E de T_M do problema 2.....	76
Figura 4.15. p_E de q_1 do problema 2.....	77
Figura 4.16. p_E de E_m do problema 2.....	77
Figura 4.17. $ E $ de $T_{0.5}$ do problema 3	78
Figura 4.18. $ E $ de T_M do problema 3	78

Figura 4.19. $ E $ de q_I do problema 3	79
Figura 4.20. $ E $ de E_m do problema 3	79
Figura 4.21. p_E de $T_{0.5}$ do problema 3.....	79
Figura 4.22. p_E de T_M do problema 3.....	79
Figura 4.23. p_E de q_I do problema 3	80
Figura 4.24. p_E de E_M do problema 3.....	80
Figura 4.25. $ E $ de $T_{0.5}$ do problema 4	81
Figura 4.26. $ E $ de T_M do problema 4	81
Figura 4.27. $ E $ de q_I do problema 4	81
Figura 4.28. $ E $ de E_m do problema 4	81
Figura 4.29. p_E de $T_{0.5}$ do problema 4.....	82
Figura 4.30. p_E de T_M do problema 4.....	82
Figura 4.31. p_E de q_I do problema 4.....	82
Figura 4.32. p_E de E_m do problema 4.....	82
Figura 4.33. $ E $ de $T_{0.5}$ do problema 5	83
Figura 4.34. $ E $ de T_M do problema 5	83
Figura 4.35. $ E $ de q_I do problema 5	84
Figura 4.36. $ E $ de E_m do problema 5	84
Figura 4.37. p_E de $T_{0.5}$ do problema 5.....	84
Figura 4.38. p_E de T_M do problema 5.....	84
Figura 4.39. p_E de q_I do problema 5.....	85
Figura 4.40. p_E de E_m do problema 5.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Valores de w e g_j para a integração de Gauss	40
Tabela 3.1. Parâmetros do modelo matemático para os cinco problemas	51
Tabela 3.2. Condições de contorno para os cinco problemas.....	52
Tabela 3.3. Variáveis de interesse	52
Tabela 3.4. Soluções analíticas para o Problema 1.....	54
Tabela 3.5. Soluções analíticas para o Problema 2.....	55
Tabela 3.6. Soluções analíticas para o Problema 3.....	57
Tabela 3.7. Soluções analíticas para o Problema 4.....	58
Tabela 3.8. Soluções analíticas para o Problema 5.....	59
Tabela 3.9. Coeficientes para os volumes internos.	61
Tabela 3.10. Coeficientes para o contorno esquerdo.....	62
Tabela 3.11. Coeficientes para o contorno direito.....	64
Tabela 3.12. Tamanhos de malha empregados.....	68
Tabela 3.13. Ordem assintótica para as variáveis de interesse.....	70
Tabela A.1. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$	91
Tabela A.2. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$	91
Tabela A.3. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$	92
Tabela A.4. E de T_M do Problema 1, Esquema 1, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$	92
Tabela A.5. E de T_M do Problema 1, Esquema 2, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$	93
Tabela A.6. E de T_M do Problema 1, Esquema 3, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$	93
Tabela A.7. E de q_I do Problema 1, Esquema 1, $q_I^{ex}=-1.71828182845905$	94
Tabela A.8. E de q_I do Problema 1, Esquema 2, $q_I^{ex}=-1.71828182845905$	94
Tabela A.9. E de q_I do Problema 1, Esquema 3, $q_I^{ex}=-1.71828182845905$	95
Tabela A.10. E de E_M do Problema 1, Esquema 1, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	95
Tabela A.11. E de E_M do Problema 1, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	96
Tabela A.12. E de E_M do Problema 1, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	96
Tabela A.13. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	97
Tabela A.14. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	97
Tabela A.15. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	98
Tabela A.16. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 4, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	98
Tabela A.17. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 5, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	99
Tabela A.18. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 6, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	99

Tabela A.19. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 7, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$	100
Tabela A.20. E de T_M do Problema 2, Esquema 1, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	100
Tabela A.21. E de T_M do Problema 2, Esquema 2, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	101
Tabela A.22. E de T_M do Problema 2, Esquema 3, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	101
Tabela A.23. E de T_M do Problema 2, Esquema 4, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	102
Tabela A.24. E de T_M do Problema 2, Esquema 5, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	102
Tabela A.25. E de T_M do Problema 2, Esquema 6, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	103
Tabela A.26. E de T_M do Problema 2, Esquema 7, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$	103
Tabela A.27. E de q_I do Problema 2, Esquema 1, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	104
Tabela A.28. E de q_I do Problema 2, Esquema 2, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	104
Tabela A.29. E de q_I do Problema 2, Esquema 3, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	105
Tabela A.30. E de q_I do Problema 2, Esquema 4, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	105
Tabela A.31. E de q_I do Problema 2, Esquema 5, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	106
Tabela A.32. E de q_I do Problema 2, Esquema 6, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	106
Tabela A.33. E de q_I do Problema 2, Esquema 7, $q_I^{ex}=-2.496000000000000E-01$	107
Tabela A.34. E de E_M do Problema 2, Esquema 1, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	107
Tabela A.35. E de E_M do Problema 2, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	108
Tabela A.36. E de E_M do Problema 2, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	108
Tabela A.37. E de E_M do Problema 2, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	109
Tabela A.38. E de E_M do Problema 2, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	109
Tabela A.39. E de E_M do Problema 2, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	110
Tabela A.40. E de E_M do Problema 2, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	110
Tabela A.41. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$	111
Tabela A.42. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$	111
Tabela A.43. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$	112
Tabela A.44. E de T_M do Problema 3, Esquema 1, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$	112
Tabela A.45. E de T_M do Problema 3, Esquema 2, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$	113
Tabela A.46. E de T_M do Problema 3, Esquema 3, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$	113
Tabela A.47. E de q_I do Problema 3, Esquema 1, $q_I^{ex}=-1.81818181818182$	114
Tabela A.48. E de q_I do Problema 3, Esquema 2, $q_I^{ex}=-1.81818181818182$	114
Tabela A.49. E de q_I do Problema 3, Esquema 3, $q_I^{ex}=-1.81818181818182$	115
Tabela A.50. E de E_M do Problema 3, Esquema 1, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	115
Tabela A.51. E de E_M do Problema 3, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	116
Tabela A.52. E de E_M do Problema 3, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	116

Tabela A.53. E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 1, $T_{0.5}^{ex}=1.68695962126305E-02$	117
Tabela A.54. E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 2, $T_{0.5}^{ex}=1.68695962126305E-02$	117
Tabela A.55. E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 3, $T_{0.5}^{ex}=1.68695962126305E-02$	118
Tabela A.56. E de T_M do Problema 4, Esquema 1, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	118
Tabela A.57. E de T_M do Problema 4, Esquema 2, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	119
Tabela A.58. E de T_M do Problema 4, Esquema 3, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	119
Tabela A.59. E de T_M do Problema 4, Esquema 4, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	120
Tabela A.60. E de T_M do Problema 4, Esquema 5, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	120
Tabela A.61. E de T_M do Problema 4, Esquema 6, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	121
Tabela A.62. E de T_M do Problema 4, Esquema 7, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$	121
Tabela A.63. E de q_I do Problema 4, Esquema 1, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	122
Tabela A.64. E de q_I do Problema 4, Esquema 2, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	122
Tabela A.65. E de q_I do Problema 4, Esquema 3, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	123
Tabela A.66. E de q_I do Problema 4, Esquema 4, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	123
Tabela A.67. E de q_I do Problema 4, Esquema 5, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	124
Tabela A.68. E de q_I do Problema 4, Esquema 6, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	124
Tabela A.69. E de q_I do Problema 4, Esquema 7, $q_I^{ex}=-3.40253827417634$	125
Tabela A.70. E de E_M do Problema 4, Esquema 1, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	125
Tabela A.71. E de E_M do Problema 4, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	126
Tabela A.72. E de E_M do Problema 4, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	126
Tabela A.73. E de E_M do Problema 4, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	127
Tabela A.74. E de E_M do Problema 4, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	127
Tabela A.75. E de E_M do Problema 4, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	128
Tabela A.76. E de E_M do Problema 4, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	128
Tabela A.77. E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 1, $T_{0.5}^{ex}=6.69285092428485E-03$	129
Tabela A.78. E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 2, $T_{0.5}^{ex}=6.69285092428485E-03$	129
Tabela A.79. E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 3, $T_{0.5}^{ex}=6.69285092428485E-03$	130
Tabela A.80. E de T_M do Problema 5, Esquema 1, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	130
Tabela A.81. E de T_M do Problema 5, Esquema 2, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	131
Tabela A.82. E de T_M do Problema 5, Esquema 3, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	131
Tabela A.83. E de T_M do Problema 5, Esquema 4, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	132
Tabela A.84. E de T_M do Problema 5, Esquema 5, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	132
Tabela A.85. E de T_M do Problema 5, Esquema 6, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	133
Tabela A.86. E de T_M do Problema 5, Esquema 7, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$	133

Tabela A.87. E de q_I do Problema 5, Esquema 1, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	134
Tabela A.88. E de q_I do Problema 5, Esquema 2, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	134
Tabela A.89. E de q_I do Problema 5, Esquema 3, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	135
Tabela A.90. E de q_I do Problema 5, Esquema 4, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	135
Tabela A.91. E de q_I do Problema 5, Esquema 5, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	136
Tabela A.92. E de q_I do Problema 5, Esquema 6, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	136
Tabela A.93. E de q_I do Problema 5, Esquema 7, $q_I^{ex}=-1.01004585601092E+01$	137
Tabela A.94. E de E_M do Problema 5, Esquema 1, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	137
Tabela A.95. E de E_M do Problema 5, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	138
Tabela A.96. E de E_M do Problema 5, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	138
Tabela A.97. E de E_M do Problema 5, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	139
Tabela A.98. E de E_M do Problema 5, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	139
Tabela A.99. E de E_M do Problema 5, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	140
Tabela A.100. E de E_M do Problema 5, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$	140
Tabela B.1. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 1	141
Tabela B.2. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 2	141
Tabela B.3. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 3	142
Tabela B.4. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 1	142
Tabela B.5. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 2	143
Tabela B.6. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 3	143
Tabela B.7. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 1	144
Tabela B.8. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 2	144
Tabela B.9. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 3	145
Tabela B.10. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 1	145
Tabela B.11. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 2	146
Tabela B.12. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 3	146
Tabela B.13. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 1	147
Tabela B.14. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 2	147
Tabela B.15. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 3	148
Tabela B.16. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 4	148
Tabela B.17. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 5	149
Tabela B.18. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 6	149
Tabela B.19. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 7	150
Tabela B.20. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 1	150

Tabela B.21. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 2.....	151
Tabela B.22. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 3.....	151
Tabela B.23. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 4.....	152
Tabela B.24. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 5.....	152
Tabela B.25. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 6.....	153
Tabela B.26. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 7.....	153
Tabela B.27. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 1.....	154
Tabela B.28. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 2.....	154
Tabela B.29. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 3.....	155
Tabela B.30. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 4.....	155
Tabela B.31. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 5.....	156
Tabela B.32. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 6.....	156
Tabela B.33. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 7.....	157
Tabela B.34. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 1.....	157
Tabela B.35. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 2.....	158
Tabela B.36. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 3.....	158
Tabela B.37. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 4.....	159
Tabela B.38. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 5.....	159
Tabela B.39. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 6.....	160
Tabela B.40. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 7.....	160
Tabela B.41. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 1.....	161
Tabela B.42. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 2.....	161
Tabela B.43. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 3.....	162
Tabela B.44. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 1.....	162
Tabela B.45. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 2.....	163
Tabela B.46. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 3.....	163
Tabela B.47. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 1.....	164
Tabela B.48. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 2.....	164
Tabela B.49. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 3.....	165
Tabela B.50. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 1.....	165
Tabela B.51. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 2.....	166
Tabela B.52. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 3.....	166
Tabela B.53. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 1.....	167
Tabela B.54. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 2.....	167

Tabela B.55. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 3	168
Tabela B.56. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 1	168
Tabela B.57. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 2	169
Tabela B.58. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 3	169
Tabela B.59. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 4	170
Tabela B.60. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 5	170
Tabela B.61. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 6	171
Tabela B.62. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 7	171
Tabela B.63. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 1	172
Tabela B.64. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 2	172
Tabela B.65. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 3	173
Tabela B.66. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 4	173
Tabela B.67. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 5	174
Tabela B.68. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 6	174
Tabela B.69. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 7	175
Tabela B.70. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 1	175
Tabela B.71. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 2	176
Tabela B.72. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 3	176
Tabela B.73. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 4	177
Tabela B.74. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 5	177
Tabela B.75. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 6	178
Tabela B.76. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 7	178
Tabela B.77. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 1	179
Tabela B.78. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 2	179
Tabela B.79. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 3	180
Tabela B.80. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 1	180
Tabela B.81. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 2	181
Tabela B.82. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 3	181
Tabela B.83. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 4	182
Tabela B.84. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 5	182
Tabela B.85. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 6	183
Tabela B.86. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 7	183
Tabela B.87. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 1	184
Tabela B.88. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 2	184

Tabela B.89. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 3	185
Tabela B.90. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 4	185
Tabela B.91. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 5	186
Tabela B.92. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 6	186
Tabela B.93. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 7	187
Tabela B.94. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 1.....	187
Tabela B.95. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 2.....	188
Tabela B.96. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 3.....	188
Tabela B.97. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 4.....	189
Tabela B.98. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 5.....	189
Tabela B.99. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 6.....	190
Tabela B.100. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 7.....	190

LISTA DE SÍMBOLOS

A	matriz dos coeficientes
A	área
a, b	coeficientes resultantes da discretização
B	matriz do termo fonte
C	coeficiente da Equação Geral do Erro
CDS	Central Difference Scheme
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
E	erro de discretização
E e EE	vizinhos à direita do ponto P
e	face direita do volume de controle
E_M	norma do erro numérico ao longo do domínio
F	constante dos termos advectivos
g	denominação dos pontos de integração no método de Gauss
GCI	<i>Grid Convergence Index</i>
h	espaçamento da malha
k	condutividade térmica
L	espessura da parede
m	número de pontos finitos posicionados entre P e E
MDF	Método de Diferenças Finitas
MEF	Método dos Elementos Finitos
MVF	Método dos Volumes Finitos
N	número de pontos ou volumes de controle
P	ponto geral do volume de controle
P, Q	variáveis auxiliares do método TDMA
Pe	número de Peclet
p_E	ordem efetiva
p_L	ordem assintótica
p_V	ordens verdadeiras
q	razão de refino da malha
q_l	taxa de transferência de calor
S	termo fonte
T	temperatura

t	tempo
$T_{0.5}$	temperatura na metade do domínio
T_M	temperatura média no domínio
TDMA	<i>TriDiagonal Matrix Algorithm</i>
u	vetor velocidade
UDS	Upwind Differencing Scheme
W e WW	vizinhos à esquerda do ponto P
w	face esquerda do volume de controle
x	coordenada espacial, posição no domínio
w	pesos dos pontos de integração no método de Gauss

Letras Gregas

Δx	distância entre dois nós consecutivos
\square	solução numérica da variável de interesse
Φ	solução analítica exata da variável de interesse
ρ	massa específica do fluido
Γ	coeficiente de difusão

Subíndices

a, b	pontos intermediários localizados entre P e E
e	face localizada à direita do ponto geral P
E	ponto localizado à direita do ponto geral P
P	ponto geral nodal
w	face localizada à esquerda do ponto geral P
W	ponto localizado à esquerda do ponto geral P
1	malha fina
2	malha grossa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	O PROBLEMA	19
1.1.1	Métodos de solução de problemas em engenharia	19
1.1.2	Verificação em Dinâmica dos Fluidos Computacional	20
1.1.3	Métodos de discretização das equações diferenciais.....	22
1.1.4	Esquemas de cálculo das propriedades.....	24
1.2	OBJETIVOS	24
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1	O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS	26
2.1.1	Formulação do problema.....	27
2.1.2	Discretização do domínio de cálculo.....	28
2.1.3	Discretização do modelo matemático.....	30
2.1.4	Obtenção da solução numérica.....	33
2.2	APROXIMAÇÕES NUMERICAS PARA AS PROPRIEDADES	35
2.2.1	Média aritmética.....	36
2.2.2	Média harmônica.....	37
2.2.3	Aproximação de Kirchhoff.....	38
2.2.4	Integração de Gauss.....	39
2.2.5	Média aritmética das temperaturas nodais.....	41
2.2.6	Esquemas propostos	42
2.3	VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO NUMÉRICA	44
2.3.1	Fontes de erros numéricos	45
2.3.2	Estimativas do erro de discretização	46
3	METODOLOGIA.....	50
3.1	MODELOS MATEMÁTICOS	50
3.1.1	Definição das variáveis de interesse.....	52
3.1.2	Problema 1.....	53
3.1.3	Problema 2.....	54
3.1.4	Problema 3.....	56
3.1.5	Problema 4.....	57
3.1.6	Problema 5.....	58

3.2	MODELO NUMÉRICO GERAL	60
3.2.1	Discretização para os volumes internos.....	60
3.2.2	Aplicação das condições de contorno.....	61
3.2.3	Variáveis de interesse	64
3.2.4	Esquemas para k nas faces	65
3.2.5	Identificação das simulações	68
3.2.6	Algoritmo	69
3.3	VERIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES NUMÉRICAS.....	70
	4RESULTADOS	71
4.1	PROBLEMA 1	71
4.2	PROBLEMA 2	75
4.3	PROBLEMA 3	77
4.4	PROBLEMA 4	80
4.5	PROBLEMA 5	83
	5CONCLUSAO.....	86
	6REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
	APÊNDICE A – TABELAS E	91
	APÊNDICE B – TABELAS P_E.....	141

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo descreve-se o problema abordado neste trabalho, sua motivação e o contexto ao qual está inserido. Ao final, são apresentados os objetivos do trabalho e a estrutura deste documento.

1.1 O PROBLEMA

O problema tratado neste trabalho é a análise dos diversos tipos de aproximações numéricas para o cálculo da condutividade térmica nas faces de volumes finitos. Esta análise é feita com base em comparações entre as variáveis de interesse e verificação do erro numérico.

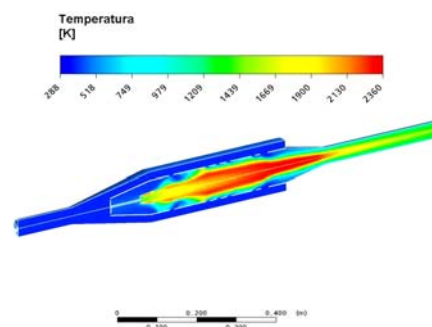
Para esclarecer o significado disto, é necessário primeiramente apresentar os diversos métodos de solução de problemas em engenharia. Demonstra-se então a necessidade de verificação das aproximações numéricas no contexto da Dinâmica dos Fluidos Computacional. Em seguida, definem-se os chamados esquemas de cálculo de propriedades.

1.1.1 Métodos de solução de problemas em engenharia

Segundo Maliska (2004), o engenheiro, ou projetista, tem à sua disposição basicamente três ferramentas para analisar seu problema ou desenvolver seu projeto: os métodos experimentais, ou práticos, e os métodos analíticos e numéricos, também chamados teóricos. A Figura 1.1 ilustra a combinação dessas técnicas para a obtenção de temperaturas em uma câmara de combustão.



a) método experimental



b) método teórico

Figura 1.1. Métodos experimental e teórico (adaptado de VENSON et al, 2007)

A primeira técnica diz respeito à processos que envolvem a configuração real do problema, não podendo muitas vezes ser implementada devido aos altos custos (instalações, equipamentos, etc) e à dificuldade de se reproduzir adequadamente o fenômeno. A segunda, embora permita determinar a solução exata do problema, envolve diversas simplificações, tanto em equações quanto em condições de contorno, o que torna as aplicações bastante específicas. Já a terceira pode ser aplicada a uma grande diversidade de problemas, praticamente sem restrições, o que explica seu crescimento exponencial nas últimas décadas.

Tanto os métodos analíticos quanto os numéricos necessitam de modelos matemáticos que representem, com maior ou menor detalhamento, o fenômeno de interesse. A Fig. 1.2 representa os diversos métodos de solução de problemas de engenharia e os erros atribuídos a eles.

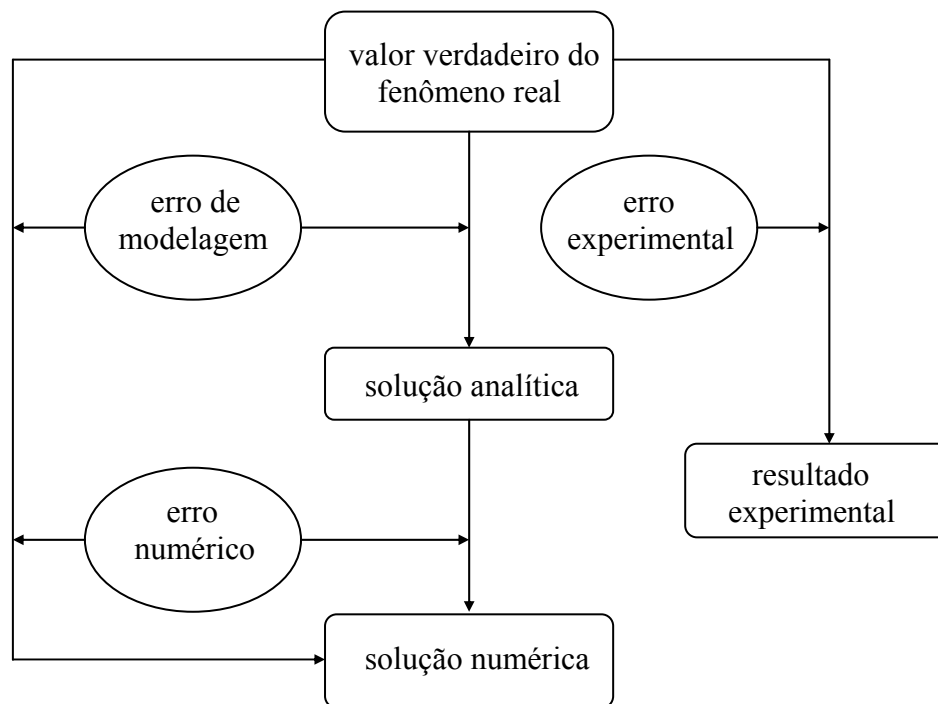


Figura 1.2. Métodos de engenharia e seus erros (Marchi e Schneider, 2004).

1.1.2 Verificação em Dinâmica dos Fluidos Computacional

Uma importante ferramenta na avaliação de problemas de engenharia é a Dinâmica dos Fluidos Computacional. Seu objetivo principal é estudar métodos computacionais para

simulação de fenômenos que envolvem fluidos em movimento, com ou sem trocas de calor (FORTUNA, 2000).

Com o rápido desenvolvimento da área e o avanço dos recursos de informática existentes, tanto o setor industrial como a comunidade acadêmica têm se beneficiado do uso de métodos numéricos aplicados à modelagem dos fenômenos de interesse. Empregando-se técnicas de CFD (*Computational Fluid Dynamics*), a análise de problemas envolvendo mecânica dos fluidos, transferência de calor e outros fenômenos associados pode ser feita com grande detalhamento e considerável redução de custos (VERSTEEG e MALALASEKERA, 1995).

Para resolver um problema através de simulação, é necessário primeiramente dispor de um modelo matemático que represente o fenômeno analisado. De modo geral, problemas de difusão e advecção de calor em regime permanente são representados por equações diferenciais parciais elípticas (SAMARSKII e VABISHCHEVICH, 1995), ou seja, as informações físicas se transmitem em todas as direções coordenadas e requerem condições de contorno em toda a fronteira do domínio (MALISKA, 2004). Para obter a solução numérica das variáveis de interesse é necessário em algum momento aproximar as equações diferenciais que regem o fenômeno, de acordo com o método numérico escolhido.

O objetivo de um método numérico é discretizar as equações governantes, ou seja, aproximar suas derivadas através de um sistema algébrico de equações que, quando resolvido, fornece os valores das variáveis em pontos discretos no tempo e/ou no espaço (FERZIGER e PERIC, 1999). Transformar essas derivadas em equações algébricas significa integrar a equação diferencial e o que distingue os vários tipos de métodos numéricos é a forma de fazê-lo.

Atualmente, esforços estão sendo feitos para melhorar a qualidade dos resultados numéricos obtidos por simulação. Oberkampf e Trucano (2002) apontam a necessidade de processos de verificação e validação em CFD como meios fundamentais para garantir a acurácia e a confiabilidade dos valores encontrados. Enquanto a validação trata da fidelidade do modelo matemático com o fenômeno físico através da comparação entre resultados numéricos e experimentais, a verificação se encarrega de quantificar o erro numérico, assegurando a qualidade do modelo computacional. Assim, a análise de erros numéricos se faz necessária para garantir a confiabilidade na predição das variáveis de interesse. De modo geral, esses erros não são apresentados e muitas vezes calculados com uma metodologia inadequada.

Devido a crescente utilização de programas computacionais em pesquisas e na indústria, a busca por métodos acurados de cálculo das propriedades de transporte se faz necessária. Por exemplo, em fluidos não-Newtonianos, puramente viscosos, uma importante característica é que algumas de suas propriedades reológicas e termofísicas são extremamente sensíveis a variações de temperatura. Isto produz um grande efeito nos perfis de velocidade (SAYED-AHMED, 2006), podendo influenciar no cálculo do escoamento de polímeros, concretos e outras soluções. Pham (2006), em uma revisão da modelagem da transferência de calor e massa em processos na indústria de alimentos, aponta como um grande desafio o tratamento numérico adequado das propriedades termofísicas dos produtos.

1.1.3 Métodos de discretização das equações diferenciais

Existem três principais correntes de métodos para a solução numérica de equações diferenciais: diferenças finitas, volumes finitos e elementos finitos. Outros métodos, tais como elementos finitos baseados no volume de controle e método dos elementos de contorno, são variações dessas correntes principais. Os métodos espectrais não serão considerados por ter aplicações bastante específicas.

O método das diferenças finitas, ou MDF, é um procedimento que aproxima as derivadas da equação diferencial através de uma série de Taylor truncada, enquanto o método dos elementos finitos (MEF) foi desenvolvido a partir do método de Galerkin, membro da classe dos métodos dos resíduos ponderados (FLETCHER, 1997). O que ambos têm em comum é que não trabalham com volumes de controle, mas com pontos da malha, o que não confere características conservativas às propriedades, limitando a interpretação física dos problemas.

Devido à versatilidade e à robustez do método dos volumes finitos (também originado dos métodos dos resíduos ponderados), mas principalmente por realizar um balanço das propriedades em cada volume de controle, é que se deu a sua popularidade e grande difusão no setor industrial, através de códigos comerciais. Neste método, os volumes de controle são delimitados por faces, ou superfícies, nas quais as propriedades de transporte devem necessariamente ter os seus valores conhecidos, ou calculados.

O método dos volumes finitos, em uma de suas etapas, exige que se forneça o valor da propriedade de transporte nas faces, ou superfícies, dos volumes de controle - subdivisões do domínio de cálculo. No caso da condução de calor, esta propriedade é a condutividade

térmica. A Fig. 1.3 ilustra a posição das faces em um domínio unidimensional discretizado com volumes de controle.

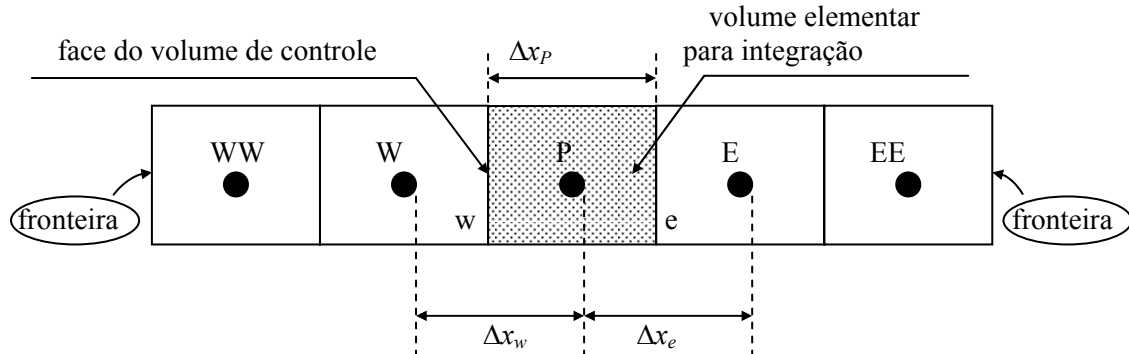


Figura 1.3. Discretização com volumes de controle (adaptado de Maliska, 2004).

Quando a propriedade apresentar descontinuidades ou gradientes ao longo do domínio de cálculo, é necessário aplicar os chamados esquemas numéricos para determinar o seu valor. A Fig. 1.4 ilustra a ocorrência de gradientes na condutividade térmica em uma parede composta por dois materiais, formando três camadas.

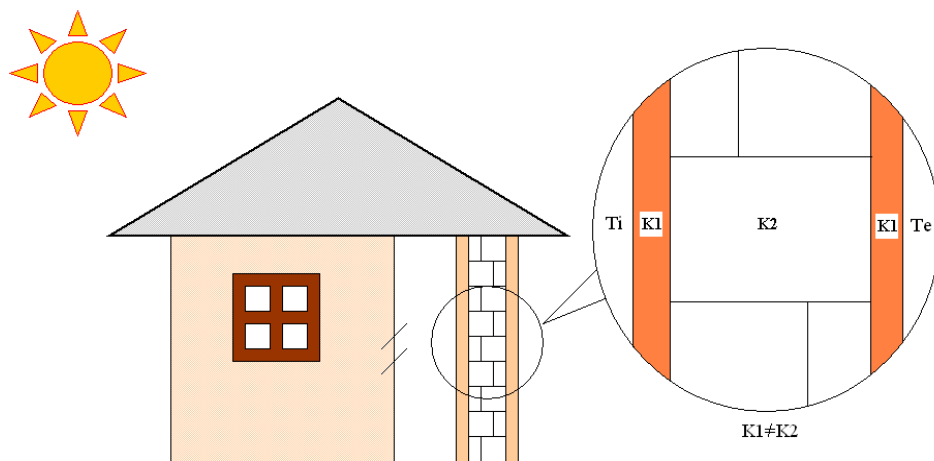


Figura 1.4. Gradientes nas propriedades de transporte

A condutividade térmica é um parâmetro altamente dependente da temperatura. Nos esquemas de cálculo mais utilizados (PATANKAR, 1980), os seus valores nas faces dos volumes de controle do domínio são geralmente obtidos através de interpolação linear ou média harmônica dos valores nos nós. Isto pode induzir a erros em fenômenos de alta não-linearidade, como em problemas com mudança de fase (ADJALI e LAURENT, 2007).

1.1.4 Esquemas de cálculo das propriedades

No método dos volumes finitos, se os valores das propriedades de transporte nas faces dos volumes de controle não são conhecidos, é necessário obtê-los através de aproximações numéricas. A tarefa delas é a de calcular as propriedades nas faces em função dos valores obtidos nos nós vizinhos, que podem ser mais facilmente determinados.

Atualmente, os dois métodos mais utilizados em aproximações são as médias aritmética e harmônica dos valores nodais da condutividade térmica. Estes esquemas foram difundidos a partir dos trabalhos de Patankar (1980), considerado referência na área de análise numérica de fenômenos de transporte. Diversos autores desenvolveram e apresentaram outros métodos na literatura, mas até hoje a média harmônica é a mais consagrada.

É importante ressaltar que existem resultados contraditórios sobre qual esquema de cálculo é melhor, e para quais situações ele pode ser aplicado. O emprego de diferentes esquemas em situações onde as propriedades são não-uniformes, como no caso dos materiais compósitos e nas interfaces sólido-fluido, tem sido avaliado. No entanto, ainda faltam trabalhos que analisem mudanças bruscas dos coeficientes de difusão e suas formas não-lineares, especialmente com análise de erros.

Neste trabalho são analisados cinco problemas unidimensionais difusivos e advectivos. Todos estes problemas possuem solução analítica. Pretende-se, desta forma, demonstrar a importância de se verificar o erro de uma solução numérica e observar como se comporta o erro numérico conforme a malha é refinada.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o comportamento de diversos esquemas para a condutividade térmica na face do volume de controle, indicando a aproximação numérica com melhor desempenho. Se possível, propor um esquema geral e melhor.

Espera-se alcançar este objetivo através da resolução de cinco problemas unidimensionais de difusão e advecção de calor através do método dos volumes finitos. O comportamento das seguintes variáveis dependentes é analisado: temperatura no centro do domínio de cálculo, temperatura média, fluxo de calor no domínio discretizado e norma do erro numérico. Sete esquemas de cálculo da condutividade térmica nas faces dos volumes de controle são empregados. Destes, dois esquemas novos são propostos neste trabalho e cinco esquemas foram obtidos da literatura.

Também espera-se alcançar outros objetivos específicos, tais como verificar o erro numérico desses esquemas em relação às variáveis de interesse e analisar o comportamento do erro em relação ao refino da malha.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este primeiro capítulo apresentou uma introdução sobre a solução de problemas de engenharia utilizando métodos computacionais, os principais métodos numéricos empregados e a importância da verificação da solução numérica obtida, além de uma visão geral da problemática abordada neste trabalho e os objetivos da dissertação.

No segundo capítulo apresenta-se uma breve revisão bibliográfica sobre o método dos volumes finitos e uma descrição detalhada dos esquemas de cálculo das propriedades nas faces dos volumes de controle. Conceitos importantes sobre verificação de soluções numéricas são também abordados.

A metodologia, apresentada no terceiro capítulo, é uma adaptação de problemas encontrados na literatura com a aplicação dos métodos de cálculo adotados neste trabalho e os propostos. Além disso, são definidos os modelos matemático e numérico para os problemas, assim como os esquemas para o cálculo da condutividade térmica. Também é estabelecido o processo de verificação das soluções numéricas.

No quarto capítulo, são expostos os valores das soluções obtidas, com seus respectivos erros numéricos e procura-se demonstrar a influência que os esquemas de cálculo descritos na metodologia exercem sobre as variáveis de interesse. Apresenta-se, ao final do capítulo, o resultado da verificação das soluções numéricas de acordo com o método descrito na metodologia.

As conclusões são mostradas no quinto capítulo, juntamente com as recomendações para futuros trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os métodos de cálculo da condutividade térmica nas faces dos volumes de controle, abordando primeiramente conceitos importantes sobre discretização e aproximações numéricas. Além disso, é fornecida a base teórica para a escolha do modelo matemático e numérico para os problemas analisados. Atenção especial é dada à descrição do método dos volumes finitos, pois são algumas aproximações numéricas presentes neste método o objeto de análise deste trabalho. Ao final do capítulo, são apresentadas definições e técnicas para verificar o erro numérico das soluções obtidas por simulação.

2.1 O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS

A tarefa de um método numérico é transformar as derivadas de uma ou mais equações diferenciais em um conjunto de equações algébricas que contém a variável dependente, ou incógnita. Esse conjunto pode ser resolvido por métodos de solução de sistemas lineares.

Ao fazer a aproximação numérica da equação diferencial, espera-se obter o valor da variável dependente em um número finito de pontos no domínio, ou seja, de forma discreta. À medida que o número de pontos aumenta, é de se esperar que o valor numérico obtido aproxime-se do valor exato da variável. O número de pontos do domínio deve ser escolhido de modo a haver um equilíbrio entre o erro numérico tolerado e o esforço computacional permitido.

Segundo Maliska (2004), o método dos volumes finitos (PATANKAR, 1980; FERZIGER e PERIĆ, 1999), ou método dos volumes de controle, destaca-se dos demais métodos numéricos para aplicação em problemas de dinâmica dos fluidos computacional. Isto ocorre devido à sua capacidade de tratar adequadamente as não-linearidades presentes nesses fenômenos, tais como a advecção. Além disso, permite, pela própria definição do método, que as equações de conservação das propriedades sejam satisfeitas no plano de volumes elementares. Pode, também, ser aplicado à geometrias complexas, pois adapta-se à qualquer tipo de malha.

O processo de obtenção da solução numérica neste método pode ser dividido nas seguintes etapas: formulação do problema, discretização do domínio de cálculo, discretização

do modelo matemático e obtenção da solução numérica (FERZIGER e PERIĆ, 1999; SCHNEIDER, 2007). Estas etapas serão descritas detalhadamente nas seções 2.1.1 a 2.1.4 e aplicadas ao modelo matemático geral analisado neste trabalho.

2.1.1 Formulação do problema

Samarskii e Vabishchevich (1995) destacam que o primeiro passo para aplicação de um método numérico é, naturalmente, dispor de um modelo matemático que represente a realidade com uma certa acurácia. Isto significa obter um conjunto de equações diferenciais e condições de contorno que constituem a modelagem física do problema. As características das equações dependerão do fenômeno investigado e do tipo de simplificações adotadas.

A formulação do problema é obtida então com a definição do modelo matemático e de suas condições de contorno e iniciais, das propriedades dos materiais e da geometria do domínio de cálculo. Neste trabalho optou-se por apresentar uma equação geral para os fenômenos de transporte e, a partir de hipóteses simplificadoras, empregá-la para representar os diversos problemas analisados a partir do Capítulo 3.

As equações de transporte que governam a transferência de calor, o escoamento de fluidos, a transferência de massa e outros processos relacionados podem ser descritos por uma equação matemática geral, que agrupa termos transientes, convectivos, difusivos e termos-fonte (CHANG e PAYNE, 1992), respectivamente:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) + \text{div}(\rho u\phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad}\phi) + S \quad (2.1)$$

onde t representa o tempo, ρ a massa específica do material, ϕ uma propriedade conservada, u o vetor velocidade, Γ o coeficiente de difusão e S o termo-fonte.

A Eq. (2.1) pode tomar formas diferentes de acordo com o fenômeno físico representado e as diversas simplificações que podem ocorrer. Neste trabalho, todos os problemas de interesse estão relacionados à transferência de calor e têm as seguintes características comuns:

- o regime é permanente;
- o campo é unidimensional;
- o escoamento é incompressível;

- a massa específica e a velocidade são constantes.

À partir dessas hipóteses simplificadoras, a Eq. (2.1) torna-se:

$$F \frac{dT}{dx} = \frac{d}{dx} \left(k \frac{dT}{dx} \right) + S \quad (2.2)$$

onde T é a temperatura, x é a posição no domínio e k a condutividade térmica. A constante F é dada por:

$$F = \frac{k Pe}{L} = \rho u \quad (2.3)$$

onde Pe é o número de Peclet e L é a espessura da parede.

As Eqs. (3.2) e (3.3) formam o modelo matemático geral para os cinco problemas físicos abordados neste trabalho, sendo que os parâmetros F , k e S variam conforme cada problema. No Capítulo 3 serão fornecidos mais detalhes a respeito de cada problema, juntamente com o valor dos parâmetros e condições de contorno.

2.1.2 Discretização do domínio de cálculo

O segundo passo, no método dos volumes finitos, é a discretização geométrica, ou seja, dividir o domínio de cálculo em volumes elementares, ou discretos, em cujos centros se posicionam os nós. Nesses pontos deseja-se encontrar o valor da variável de interesse. Ao conjunto de todos os nós ou volumes de controle que discretizam o domínio de cálculo dá-se o nome de malha.

Uma malha uniforme, unidimensional, que possui os volumes de controle com as mesmas características, está representada na Fig. 1.1. O ponto P representa um nó geral, que está cercado por contornos ou superfícies, denominados faces, dados por w e e . Seus vizinhos à esquerda e à direita são identificados por W e E , respectivamente. A posição dos pontos W , P e E e das faces w e e no domínio são denominados x_W , x_P , x_E , x_w e x_e , respectivamente. A distância entre o ponto P e o ponto W é representada por Δx_w , assim como a distância entre P e E é dada por Δx_e . A distância entre as faces do volume de controle P é dada por Δx_P . Da

mesma forma, a distância entre as faces dos volumes de controle E e W seria Δx_E e Δx_W , respectivamente.

Uma malha uniforme é aquela que possui o mesmo tamanho de elementos, ou volumes de controle. Para uma malha uniforme de nós centrados, na qual as faces estão posicionadas à meia distância entre os nós, tem-se que:

$$(\Delta x_w = \Delta x_e = \Delta x_W = \Delta x_E = \Delta x_P = h) \quad (2.4)$$

Este é um tipo de discretização onde existem somente volumes inteiros no domínio. Outra opção seria a de se ter meios-volumes nas fronteiras, com os pontos nodais sobre as mesmas, o que acarretaria dificuldades ao lidar com problemas bi e tridimensionais. A primeira opção é preferida porque facilita a generalização do cálculo dos coeficientes, além de eliminar o problema da não conservação das propriedades nas fronteiras do domínio.

Trabalhando-se com volumes inteiros nas fronteiras, a conservação das propriedades é garantida, no entanto, em certos casos, a aplicação das condições de contorno pode gerar um aumento do esforço computacional. Uma alternativa, então, é a utilização da técnica de volumes fictícios (Fig. 2.1). Este método é utilizado principalmente pela facilidade de implementação. Todos os volumes são considerados internos, inclusive os de fronteira.

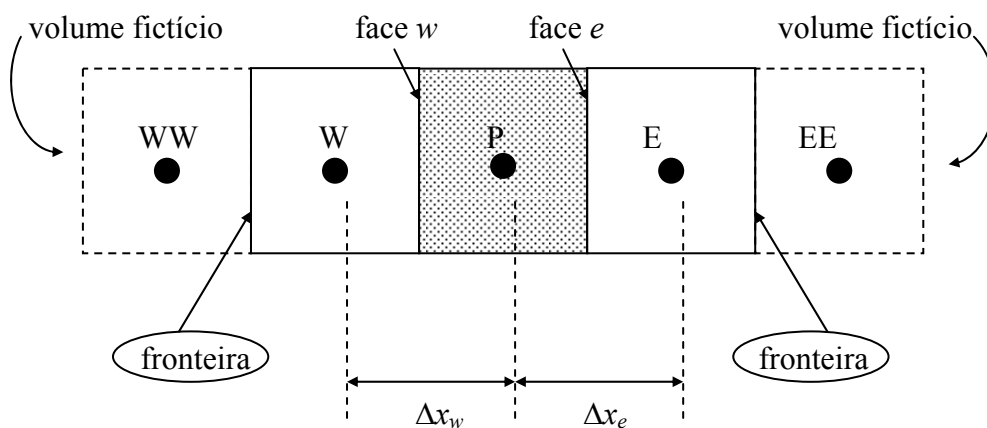


Figura 2.1. Discretização com volumes fictícios nas fronteiras.

Apesar de a Fig. 2.1 representar os volumes fictícios com linha tracejada, eles não ocupam posição geométrica na malha, pois não existem. Segundo Maliska (2004), o uso de

volumes fictícios é uma boa alternativa apenas para discretizações ortogonais. Para coordenadas generalizadas o procedimento não é recomendado.

2.1.3 Discretização do modelo matemático

Existem duas maneiras de se obter as equações aproximadas no método dos volumes finitos (MALISKA, 2004). A primeira é fazer um balanço de determinada propriedade em volumes elementares (volumes finitos), o que pode tornar-se trabalhoso em geometrias irregulares. A segunda (TANNENHILL et al, 1997) é integrar as equações diferenciais na forma conservativa sobre o volume elementar, no espaço e no tempo.

Nesta técnica, a discretização do modelo matemático é feita integrando-se as equações diferenciais do modelo matemático em relação aos volumes de controle. Aplicando o teorema da divergência (KREYISZIG, 1999), transforma-se a integral de volume em uma integral de superfície envolvendo as variáveis de interesse, o que é equivalente a fazer um balanço das propriedades nas faces do volume de controle considerado.

Para ilustrar o procedimento de discretização matemática, é apresentada como exemplo a Eq. (2.2). Ela representa o modelo matemático geral deste trabalho, ou seja, o fenômeno da transferência de calor por condução e advecção, unidimensional, em regime permanente, com geração de calor.

O primeiro passo, no método dos volumes finitos, é integrar a equação governante, representada pela Eq. (2.2), ao longo de cada volume de controle do domínio, o que resulta na Eq. (2.5).

$$\int_z \int_y \int_{x_w}^{x_e} F \frac{dT}{dx} dx dy dz = \int_z \int_y \int_{x_w}^{x_e} \frac{d}{dx} \left(k \frac{dT}{dx} \right) dx dy dz + \int_z \int_y \int_{x_w}^{x_e} S dx dy dz \quad (2.5)$$

onde x_w e x_e representam as coordenadas das faces oeste e leste, respectivamente. Considerando o fenômeno unidimensional, na direção coordenada x , e uma área unitária, a Eq. (2.5) transforma-se em:

$$\int_{x_w}^{x_e} F \frac{dT}{dx} dx = \int_{x_w}^{x_e} \left[\frac{d}{dx} \left(k \frac{dT}{dx} \right) + S \right] dx \quad (2.6)$$

Aplicando o Teorema da Divergência de Gauss, a Eq. (2.6) resulta em:

$$F(T_e - T_w) = \left(k \frac{dT}{dx} \right)_w - \left(k \frac{dT}{dx} \right)_e + S_p h \quad (2.7)$$

onde T_e e T_w representam as temperaturas nas faces leste e oeste, respectivamente, S_p o termo-fonte (valor médio no volume de controle) e h é o espaçamento (igual entre as faces e os nós).

É possível perceber na Eq. (2.7) a percepção física do problema no método dos volumes finitos. O primeiro termo representa as trocas de calor por advecção na entrada e na saída do volume de controle. O segundo e terceiro termos se referem ao fluxo de calor nas faces oeste e leste, respectivamente. O último termo caracteriza a geração de calor no interior do volume de controle.

Para continuar a discretização da equação, é preciso calcular o gradiente (ou derivada) da variável de interesse nas faces do volume de controle, definido em função dos pontos nodais. Além disso, é necessário obter os valores das propriedades de transporte nas interfaces, o que resulta em mais uma aproximação numérica se essas propriedades não tiverem valores constantes. Isso ocorre com frequência, pois elas geralmente dependem de outras variáveis, como por exemplo a temperatura.

Para resolver a equação diferencial, é necessário transformar as derivadas em equações algébricas. Isto se dá através da aplicação de funções de interpolação, para aproximar as derivadas. Estas aproximações numéricas são necessárias para relacionar o valor da variável dependente armazenada no nó P com os valores armazenados nos nós vizinhos, W e E .

O esquema numérico utilizado para esta etapa, no presente trabalho, é o de diferenças centrais, ou CDS (*Central Difference Scheme*) (VERSTEEG e MALALASEKERA, 1995), uma função de interpolação linear entre os nós. O esquema CDS permite aproximar tanto as derivadas existentes na equação quanto as temperaturas nas faces do volume de controle, que são função das temperaturas nos nós vizinhos.

Segundo Versteeg e Malalasekera (1995), funções de interpolação lineares são os métodos mais utilizados para avaliar os gradientes nas faces dos volume de controle, justamente por serem mais simples. São envolvidos apenas dois pontos nodais na avaliação de cada face do volume de controle, P e E , e o que se obtém é a sua média.

É fundamental que as funções de interpolação apresentem o menor erro possível e não envolvam muitos pontos nodais, para não criar uma matriz muito complexa. O tipo de função de interpolação adotado pode ser considerado uma das principais características de um

método numérico, senão a principal, responsável pela qualidade da solução obtida (MARCHI, 1993).

A aplicação do esquema numérico CDS separadamente nos termos da Eq. (2.7), considerando que as faces dos volumes de controle estejam situadas no meio das distâncias nodais, resulta nas Eqs. (2.8) a (2.11).

$$T_e = T_P + T_E \quad (2.8)$$

$$T_w = T_W + T_P \quad (2.9)$$

$$\left(k \frac{dT}{dx} \right)_e = k_e \left(\frac{T_E - T_P}{h} \right) \quad (2.10)$$

$$\left(k \frac{dT}{dx} \right)_w = k_w \left(\frac{T_P - T_W}{h} \right) \quad (2.11)$$

onde k_e e k_w representam as condutividades térmicas nas faces leste e oeste, respectivamente. Inserindo as Eq. (2.8) a (2.11) na Eq. (2.7), é obtida a seguinte expressão:

$$F \left(\frac{T_P + T_E}{2} - \frac{T_W + T_P}{2} \right) = k_e \frac{(T_E - T_P)}{h} - k_w \frac{(T_P - T_W)}{h} + S_p h \quad (2.12)$$

É comum representar a Eq. (2.12) na forma da Eq. (2.13), através da multiplicação por h e agrupando-se os termos relativos às temperaturas nos nós, o que resulta na Eq.(2.13).

$$a_p T_P = a_w T_W + a_e T_E + b_p \quad (2.13)$$

onde a_p , a_w , a_e e b_p são os chamados coeficientes. No Capítulo 3 serão apresentados os coeficientes calculados para todos os problemas abordados neste trabalho.

As equações apresentadas foram deduzidas para os volumes internos do domínio de cálculo ($P=2$ a $P=N-1$). É necessário também deduzir estas equações para as fronteiras do domínio, ou seja, para os pontos extremos ($P=1$ e $P=N$). O procedimento necessário para

fazê-lo está descrito no Capítulo 3, seção 3.2.2, quando da aplicação das condições de contorno.

É importante lembrar que esquemas de primeira ordem, como UDS (*Upwind Differencing Scheme*) (PATANKAR, 1981), não produzem dispersão numérica (erros que produzem oscilações na solução). No entanto, eles apresentam elevados níveis de difusão (suavização de gradientes ou descontinuidades da solução exata). Em esquemas de segunda ordem como CDS, os níveis de difusão numérica são menores, mas podem ocorrer oscilações na solução.

Marchi (1993) é um exemplo de trabalho onde são fornecidas explicações para as causas da dispersão e difusão numéricas. Ele comparou o desempenho de diversas funções de interpolação presentes na literatura, entre eles o CDS e UDS, e propôs três novos esquemas. Segundo Maliska (2004), a solução para as oscilações encontradas na utilização do esquema CDS, é o refino da malha.

2.1.4 Obtenção da solução numérica

A partir da aplicação do método numérico, e através da discretização do modelo matemático, um conjunto de equações algébricas lineares é obtido. Para encontrar a solução numérica do problema, é necessário resolver o sistema de equações lineares com algum método direto ou iterativo (FERZIGER e PERIĆ, 1999).

Os métodos diretos são aqueles que não precisam de uma estimativa inicial das variáveis para obter a solução. Eles trabalham com a matriz completa e necessitam de processos equivalentes à inversão da matriz completa. Alguns exemplos deste método são eliminação de Gauss e decomposição LU (BURDEN e FAIRES, 2001).

Em aplicações de CFD, devido à estrutura e características da matriz de coeficientes, os métodos mais utilizados são os iterativos. Eles requerem uma estimativa inicial para dar andamento ao processo de solução. Neste grupo, destacam-se pela simplicidade os métodos ponto a ponto e linha a linha (MALISKA, 2004).

Métodos ponto a ponto, como Jacobi e Gauss-Seidel, são extremamente lentos quando um grande sistema de equações é resolvido. Quando o problema é unidimensional, os métodos linha a linha também podem ser considerados diretos. Para problemas bi e tridimensionais eles são iterativos, com a varredura se processando linha a linha e coluna a coluna.

Nesta categoria, o que mais se destaca é o algoritmo de Thomas (PATANKAR, 1981), que possui boas características de convergência e facilidade de implementação. A designação TDMA (*TriDiagonal Matrix Algorithm*) deve-se ao fato de que quando a matriz dos coeficientes das equações algébricas é escrita, todos os coeficientes não-nulos alinham-se nas três diagonais principais da matriz. O sistema de equações resultante toma a seguinte forma:

$$[A]_{N \times N} \cdot [T]_{N \times 1} = [B]_{N \times 1} \quad (2.14)$$

onde $[A]$ é a matriz de coeficientes tridiagonal, $[T]$ é o vetor de incógnitas e $[B]$ é o vetor do termo independente.

O algoritmo para aplicar o método TDMA pode ser resumido por (MALISKA, 2004):

1. Estimar o campo de variáveis iniciais ($P=0$) calculando as variáveis auxiliares P_p e Q_p com os coeficientes da Eq. (2.13) nas Eqs. (2.15) e (2.16).

$$P_p(0) = \frac{a_e(0)}{a_p(0)} \quad (2.15)$$

$$Q_p(0) = \frac{b_p(0)}{a_p(0)} \quad (2.16)$$

2. Calcular P_p e Q_p para os volumes $P=1$ a $P=N$ através das Eqs. (2.17) e (2.18).

$$P_p(P) = \frac{a_e(P)}{a_p(P) - a_w(P) * P_p(P-1)} \quad (2.17)$$

$$Q_p(P) = \frac{b_p(P) + a_w(P) * Q_p(P-1)}{a_p(P) - a_w(P) * P_p(P-1)} \quad (2.18)$$

3. Obter a temperatura para o ponto $P=N$ através da Eq. (2.19).

$$T_p(P) = Q_p(P) \quad (2.19)$$

4. Obter a temperatura para os pontos $P=N-1$ a $P=0$ através da Eq. (2.20).

$$T_p(P) = P_p(P) * T_p(P+1) + Q_p(P) \quad (2.20)$$

Após a obtenção dos valores numéricos, resultantes da solução do sistema linear de equações algébricas, é possível visualizar e analisar os resultados, além de realizar estimativas de erros numéricos.

2.2 APROXIMAÇÕES NUMERICAS PARA AS PROPRIEDADES

Como já foi visto na etapa de discretização do modelo matemático, no método dos volumes finitos existe a necessidade de se aplicar funções de interpolação, ou esquemas numéricos, na equação matemática. No caso da Eq. (2.7), sua função é a de aproximar os termos das derivadas e conectar os nós adjacentes ao volume de controle considerado.

Mas as aproximações numéricas são introduzidas não só para o cálculo da variável de interesse mas também para obter o valor da propriedade de transporte, uma vez que seu valor nas faces do volume de controle também é requerido. Isso pode ser observado através das Eqs. (2.10) e (2.11).

Na transferência de calor, a condutividade térmica é um parâmetro que depende principalmente da temperatura. Isto faz com que ocorra variação nessa propriedade em resposta à variação de temperatura, além de gerar um processo de cálculo iterativo para a obtenção da solução numérica da variável de interesse. Essa situação pode ser encontrada em diversos problemas, como no caso de materiais compósitos, com propriedades anisotrópicas e também em processos com mudança de fase.

Reconhecendo a dependência com a temperatura, e lembrando que esta só é conhecida nos nós do volume de controle, é possível verificar que a condutividade térmica nas faces geralmente não têm seus valores obtidos diretamente. É preciso então introduzir esquemas numéricos. Evidentemente, só é necessário aplicar funções de interpolação nas propriedades quando o seu valor variar ao longo do domínio - ou do tempo -, apresentando gradientes ou descontinuidades. Propriedades constantes ou uniformes são exceções e constituem simplificações dos fenômenos reais.

A Fig. 2.2 representa o domínio de cálculo para o problema da condução pura de calor, unidimensional e com propriedades variáveis e malha uniforme, com nós centrados. Ela será utilizada para facilitar a apresentação dos diversos métodos de cálculo da condutividade térmica na face e , entre os volume de controle P e E . De forma análoga é possível aproximar a condutividade térmica na face w . As condutividades térmicas (quando variáveis) são conhecidas apenas nos nós dos volumes de controle, pois são função da temperatura nesses pontos. Sendo assim, k_W , k_P e k_E representam as condutividades térmicas nos nós W , P e E , respectivamente.

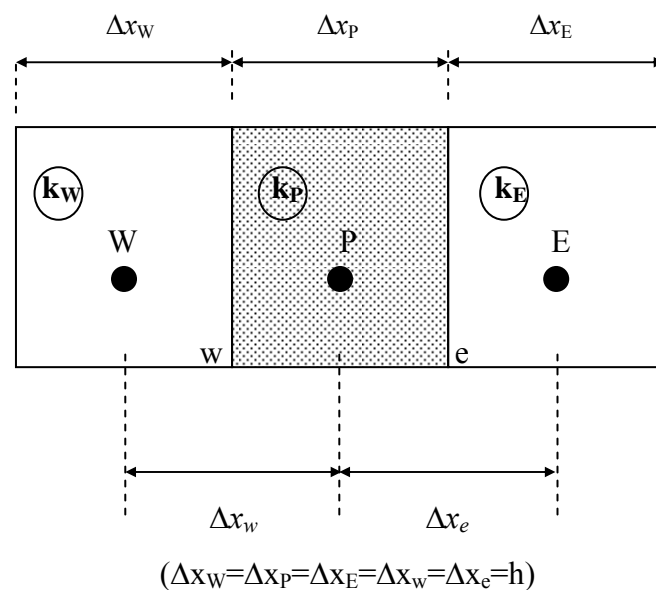


Figura 2.2. Domínio de cálculo com k variável.

2.2.1 Média aritmética

A forma mais simples de aplicar um esquema numérico para calcular a condutividade térmica na interface entre dois volumes de controle é através da interpolação linear, ou esquema de diferenças centrais. Usualmente chamada de método da média aritmética na literatura (PATANKAR, 1980; VOLLER e SWAMINATHAN, 1993; LIU e MA, 2005), supõe uma distribuição linear da condutividade térmica entre dois nós vizinhos da malha. A condutividade térmica em uma das faces é o valor médio de k nos pontos vizinhos à face.

Este método, embora seja de fácil aplicação, é pouco acurado e em alguns casos falha na convergência da solução (VOLLER e SWAMINATHAN, 1993). Ele não é

recomendado para problemas em que a condutividade térmica, ou o coeficiente de difusão, sofram descontinuidades (como em materiais compósitos) e é pouco utilizado devido ao aparecimento de métodos mais eficientes.

Para o problema representado pela Fig 2.2, a expressão para o cálculo da condutividade térmica na face leste (k_e), do volume de controle P , torna-se, com uma interpolação linear (média aritmética):

$$k_e = k_p + \frac{(k_E - k_p)}{\Delta x_e} \cdot \frac{\Delta x_E}{2} \quad (2.21)$$

onde k_p e k_E representam as condutividades térmicas nos nós adjacentes à face e . Considerando malha uniforme, tem-se:

$$k_e = \frac{k_p + k_E}{2} \quad (2.22)$$

2.2.2 Média harmônica

Patankar (1980) foi o primeiro a sugerir o uso da média harmônica para o cálculo da condutividade térmica nas faces do volume de controle. Em relação à média aritmética, este método apresenta muitas vantagens. A principal seria a sua capacidade de lidar com mudanças abruptas na condutividade sem requerer um refinamento excessivo da malha. Para o problema representado pela Fig. 2.2, k_e obtido através da média harmônica é dado por:

$$k_e = \frac{(\Delta x_p + \Delta x_E) k_p k_E}{\Delta x_p k_E + \Delta x_E k_p} \quad (2.23)$$

Considerando malha uniforme, tem-se que:

$$k_e = \frac{2k_p k_E}{k_p + k_E} \quad (2.24)$$

Chang e Payne (1990), em um estudo analítico e numérico, afirmam que a média harmônica provoca uma suavização em locais onde a função da temperatura não é

diferenciável, ou seja, na interface entre volumes de controle com diferentes propriedades. Isso pode introduzir erros na solução, especialmente nessas posições. No entanto, eles recomendam o uso da média harmônica ao invés da média aritmética como esquema numérico. Neste trabalho também é sugerido que se posicione um nó na interface entre os dois materiais, através de mudanças na malha. Isso levaria a ter dois materiais diferentes em um único volume de controle e a derivada seria, desta forma, contínua. Através de uma análise simples de erros, verificou-se que este método levou a resultados melhores em relação à média harmônica.

Chang e Payne (1992) reexaminaram os métodos de cálculo da condutividade térmica na interface para um problema não-linear de condução de calor, resolvido com o método dos volumes finitos. Desta vez, o objetivo era extrapolar a teoria para outras propriedades de transporte e propor arranjos alternativos da malha, de modo a minimizar os erros de aproximação. Os resultados mostraram que posicionar o nó na interface entre os materiais leva a menores erros numéricos do que arranjos tradicionais. Com o arranjo proposto, o método da média harmônica apresenta menores erros que o método da média aritmética.

Trabalhos anteriores (TAO, 1989) concentravam-se em obter a solução analítica para o problema de Chang e Payne (1992) com materiais homogêneos. A equação governante da condução de calor associada com uma condutividade térmica dependente da temperatura tem características não-lineares. Isto, associado ao fato da não-diferenciabilidade da equação na interface dos volumes de controle, dificultava a obtenção da solução analítica.

Zhao et al. (2006) pesquisaram a transferência de calor conjugada em cavidades, com uma interface sólido-fluida sujeita a dois arranjos de malha. No primeiro, a interface estava disposta na face dos volumes de controle, enquanto o segundo posicionava um nó na interface dos volumes. As equações foram discretizadas utilizando o método dos volumes finitos e esquema de Diferenças Centrais (CDS) para os termos difusivos e advectivos. Eles utilizaram como esquema numérico a formulação de média harmônica para aproximar valores de condutividade térmica, o que, segundo os autores, produziu resultados melhores do que o uso da média aritmética.

2.2.3 Aproximação de Kirchhoff

Chang e Payne (1991) apresentam a solução analítica para o problema da condução de calor entre duas camadas de materiais com a condutividade térmica dependendo

linearmente da temperatura. Neste trabalho, introduziram o conceito da aproximação de Kirchhoff, que transforma uma equação com propriedades variáveis em uma com propriedades constantes. Com o método de separação das variáveis, encontraram uma solução em forma fechada; a solução exata é expressa na forma da série de Fourier. Nesse caso, a precisão da solução dependeria do número de termos da série.

Voller e Swaminathan (1993), ao analisarem problemas com mudança de fase, desenvolveram uma aproximação numérica para a região de fronteira entre fases (por exemplo, líquida e sólida). Eles argumentam que o método da média aritmética não fornece a acurácia necessária para lidar com o fenômeno. A média harmônica torna-se uma alternativa possível, porém, só é válida quando a descontinuidade coincidir com a face do volume de controle. Pode ser difícil ocorrer esta situação, uma vez que a descontinuidade, função da temperatura, *a priori* não é conhecida. Através da aproximação de Kirchhoff, foi proposto um novo esquema numérico que, comparado com outros dois métodos da literatura, além da média aritmética e harmônica, obteve desempenho melhor.

Voller (2001) apresenta novamente a transformação de Kirchhoff como esquema numérico para avaliar a condutividade térmica nas faces do volume de controle. Devido às muitas dificuldades de aplicação do método, foi proposto uma abordagem local da transformação de Kirchhoff. Através de uma integração numérica, problemas como a geração de equações discretas não-lineares, a necessidade de tratamento do termo fonte e das condições de contorno foram eliminados. A acurácia da aproximação numérica é determinada, então, pela ordem do esquema de integração utilizado.

Pham (2006), aponta que a condutividade térmica, assim como o calor específico, apresenta mudanças bruscas de valor em torno do ponto de congelamento. Como as fronteiras de congelamento geralmente não são bem definidas, a utilização de malha adaptável nesse caso não é recomendável. Segundo o autor, a transformação de Kirchhoff é uma alternativa interessante devido à redução significativa do tempo computacional, quando empregado algum método iterativo. Em compósitos, a transformação causa dificuldades de modelagem dos contornos entre materiais diferentes.

2.2.4 Integração de Gauss

O método da integração de Gauss é uma técnica para integrar numericamente uma função, posicionando os pontos de amostragem de tal forma a obter uma melhor precisão, com um menor número de pontos do domínio. Também denominado quadratura gaussiana,

este método aproxima o valor da integral definida de uma dada função através da soma ponderada de valores da função em pontos específicos. Estes pontos não são escolhidos *a priori*, mas os valores dos pontos e pesos podem ser encontrados em tabelas. Sendo assim, o método escolhe os pontos para se calcular a aproximação em uma maneira ótima, em vez de considerar apenas os pontos igualmente espaçados, como no caso do método de Newton-Cotes. Considerando o problema representado pela Fig. 2.2, existe um número m de pontos finitos posicionados entre os volumes P e E denominados g_1, g_2, g_3, \dots . O método de cálculo de k_{P-i} , pelo esquema de integração de Gauss com m pontos, é dado por:

$$k_{P-i} = \sum_{j=1}^m w_j k(g_j) \quad (2.25)$$

onde w representa os pesos, j é o índice e g_j são os pontos de integração no intervalo $[x_P, x_E]$. A Tab. 2.1 apresenta os valores de w e g_j para dois e três pontos. Para a integração de Gauss, utilizando dois pontos, é possível determinar k_e através da Eq. (2.25), com dados da Tab. 2.1, o que resulta em:

$$k_e = \frac{1}{2} k \left(\frac{T_P + T_E}{2} + \frac{T_E - T_P}{2\sqrt{3}} \right) + \frac{1}{2} k \left(\frac{T_P + T_E}{2} - \frac{T_E - T_P}{2\sqrt{3}} \right) \quad (2.26)$$

Tabela 2.1. Valores de w e g_j para a integração de Gauss

Esquema	Pesos	Pontos
Gauss dois pontos	$w_1=1/2, w_2=1/2$	$g_1 = -\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{T_P - T_i}{2} + \frac{T_P + T_i}{2}$ $g_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{T_P - T_i}{2} + \frac{T_P + T_i}{2}$
Gauss três pontos	$w_1=5/18, w_2=8/18, w_3=5/18$	$g_1 = -\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{5}} \frac{T_P - T_i}{2} + \frac{T_P + T_i}{2}$ $g_2 = \frac{T_P + T_i}{2}$ $g_3 = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{5}} \frac{T_P - T_i}{2} + \frac{T_P + T_i}{2}$

Através da integração de Gauss para três pontos, é possível determinar k_e através da Eq. (2.25), com dados da Tab. 2.1, o que resulta em:

$$\begin{aligned}
k_e = & \frac{5}{18}k \left(\frac{(T_P + T_E)}{2} + \frac{(T_E - T_P)}{2} \sqrt{\frac{3}{5}} \right) + \frac{8}{18}k \left(\frac{T_P + T_E}{2} \right) + \\
& + \frac{5}{18}k \left(\frac{(T_P + T_E)}{2} + \frac{(T_P - T_E)}{2} \sqrt{\frac{3}{5}} \right)
\end{aligned} \tag{2.27}$$

O método de aproximação proposto por Voller (2001) é um ajuste dos coeficientes de difusão nas superfícies de controle. Isto se dá substituindo-os pelo seu valor médio obtido por integração entre os valores das variáveis dependentes dos nós adjacentes. Apesar de este esquema ser bastante acurado, ele transforma um problema de propriedades variáveis em um de propriedades constantes. Por isso, em outras aplicações ele pode não representar adequadamente o fenômeno de interesse. Foram apresentados quatro esquemas de integração numérica, utilizando diferenças centrais, regra do trapézio, integração de Gauss com dois pontos e integração de Gauss com três pontos. Entre os quatro esquemas apresentados, os que apresentaram menores erros, quando comparados com a solução analítica do problema, foram a integração de Gauss utilizando dois e três pontos.

2.2.5 Média aritmética das temperaturas nodais

Liu e Ma (2005) também abordaram o problema da determinação dos coeficientes de difusão nas superfícies de controle no método dos volumes finitos. Eles pesquisaram diversos esquemas de cálculo presentes na literatura e propuseram um novo método, comparando os resultados numéricos com a solução analítica das equações de difusão e difusão-advecção de calor. Embora comentassem que a aproximação de Kirchhoff era bastante acurada, optaram por apresentar a comparação do método da média harmônica (PATANKAR, 1980) com o método proposto. Este leva em consideração a média aritmética das temperaturas dos nós vizinhos à face para obter o valor da condutividade térmica. O esquema proposto por Liu e Ma (2005) mostrou ser mais acurado que o esquema de Patankar (1980). Porém, é possível perceber que os testes escolhidos favoreciam o método dos autores, aproveitando-se da vantagem do posicionamento da malha. Além disso, não apresentaram metodologia para verificação numérica, ou análise de erros.

Este método considera a condutividade térmica na face do volume de controle função da temperatura na própria face. Como este valor não pode ser obtido diretamente da solução

numérica, foi utilizada uma função de interpolação linear para esta aproximação. Sendo assim, a condutividade térmica na face pode ser dada por:

$$k_e = k(T_e) \quad (2.28)$$

onde T_e é a temperatura na face do volume de controle, obtida através da Eq. (2.29).

$$T_e = \frac{T_P + T_E}{2} \quad (2.29)$$

2.2.6 Esquemas propostos

Conforme exposto no Capítulo 1, uma das contribuições do presente trabalho é apresentar dois novos esquemas para cálculo de k nas faces do volume de controle. Ambos se baseiam no método da média harmônica, porém, não se considera a condutividade térmica nos nós para a média. Os valores de k são função das temperaturas tomadas em pontos intermediários no volume de controle, denominados a e b , situados à meia distância entre os pontos P e E e a face e . Os perfis de temperatura para as duas aproximações estão ilustrados nas Figs. 2.3 e 2.4.

Média harmônica de k - perfil linear com inclinação constante entre P e E

O primeiro esquema proposto aproxima o valor de k na face através da média harmônica dos dois pontos intermediários a e b . Neste caso, considera-se um perfil linear de temperatura entre os pontos P e E . A inclinação desta reta é constante entre os dois pontos e a temperatura dos pontos intermediários a e b são facilmente determinados pelas Eqs. (2.30) e (2.31), através de interpolação linear.

$$T_a = T_P + \frac{T_E - T_P}{4} = \frac{3T_P + T_E}{4} \quad (2.30)$$

$$T_b = T_P + 3\frac{T_E - T_P}{4} = \frac{T_P + 3T_E}{4} \quad (2.31)$$

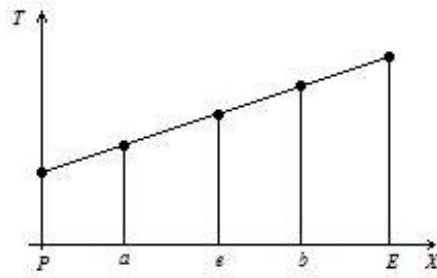


Figura 2.3. Perfil de temperaturas com inclinação constante

Desta forma, a condutividade térmica na face e é dada por:

$$k_e = \frac{2k_a k_b}{k_a + k_b} \quad (2.32)$$

onde as condutividades térmicas nos pontos a e b , respectivamente k_a e k_b , são dados por:

$$k_a = k(T_a) \quad (2.33)$$

$$k_b = k(T_b) \quad (2.34)$$

Média harmônica de k - perfil linear com inclinações diferentes entre P e E

O segundo método proposto também aproxima o valor de k na face através da média harmônica de k nos dois pontos intermediários a e b , e também pode ser obtida pela Eq. (2.25). Porém, neste esquema, o perfil linear de temperatura entre os pontos P e E possui inclinações diferentes, com a mudança ocorrendo na interface entre os dois volumes. Assim, condutividade térmica nos pontos a e b , dada pelas Eqs. (2.35) e (2.36) é função da média aritmética das temperaturas da face e do nó P ou E (para a e b , respectivamente). A temperatura na face é determinada por outra aproximação, que é função das temperaturas T_E e T_P e de k_E e k_P , dada pela Eq. (2.37).

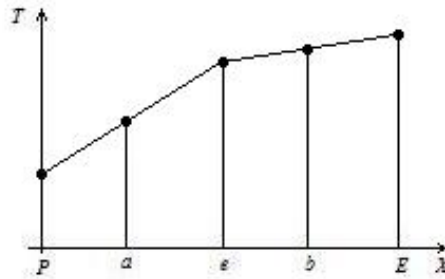


Figura 2.4. Perfil de temperaturas com inclinações diferentes

Assim, a condutividade térmica nos pontos a e b é dada por:

$$k_a = k \left(\frac{T_e + T_P}{2} \right) \quad (2.35)$$

$$k_b = k \left(\frac{T_e + T_E}{2} \right) \quad (2.36)$$

$$T_e = T_P + \frac{k_E}{k_P + k_E} (T_E - T_P) \quad (2.37)$$

2.3 VERIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO NUMÉRICA

Os erros associados aos métodos experimentais e analíticos para solução de problemas de engenharia são geralmente estimados, pois geralmente não se conhece os valores verdadeiros das variáveis de interesse. Eles podem ter origem na concepção do experimento ou qualidade dos equipamentos de medição e com a fidelidade na representação matemática do fenômeno físico, repectivamente.

Análise de incertezas é o processo que quantifica o valor estimado do erro experimental, que é a diferença entre o valor verdadeiro da variável de interesse e o seu resultado experimental. Já a diferença entre o valor verdadeiro da variável e a solução analítica é chamada de erro de modelagem, e sua estimativa é feita através do processo de validação, comparando-se os valores analíticos e numéricos com resultados experimentais.

Analogamente é possível determinar o erro numérico (E) através da comparação entre a solução analítica (Φ) da variável de interesse e a sua solução numérica (ϕ) obtida através de simulação, isto é,

$$E(\phi) = \Phi - \phi \quad (2.38)$$

A Eq. (2.38) representa o erro numérico exato, ou, pela denominação de Ferziger e Perić (1999), erro da solução numérica.

A solução numérica ideal é aquela cujo erro é nulo, ou seja, igual à solução analítica. Porém, devido às aproximações numéricas utilizadas, à natureza dos processos iterativos e até mesmo ao uso incorreto do modelo numérico, os erros podem estar presentes na solução encontrada, distanciando-a da solução exata.

Em problema reais, muitas vezes a solução analítica, ou exata, do modelo matemático não é conhecida, não sendo possível a obtenção do erro numérico diretamente pela Eq. (2.38). Nesse caso, é necessário estimar qual seria o valor da solução analítica, e ao invés do erro numérico, obtém-se o erro estimado (também chamado de incerteza). O cálculo da incerteza é feito por meio dos chamados estimadores de erro, baseados em sua maioria na extrapolação de Richardson (ROACHE, 1998). Alguns estimadores de erros necessitam das soluções numéricas obtidas em malhas múltiplas, aplicáveis a métodos como diferenças finitas e volumes finitos. Alguns exemplos são: delta, Richardson, GCI, multicoeficientes e convergente (MARCHI, 2001).

Marchi (2001) afirma que a magnitude aceitável para o erro numérico depende, entre outros, da finalidade da solução numérica, dos recursos financeiros envolvidos, do tempo permitido para realizar as simulações e dos recursos computacionais disponíveis. Sabendo-se que as soluções numéricas contém erros, é importante estimá-los para não comprometer a confiabilidade da solução numérica (se o erro for maior que o aceitável) e otimizar os recursos computacionais existentes. Além disso, a estimativa de erros auxilia na validação e no desenvolvimento de modelos matemáticos de fenômenos ainda não modelados adequadamente e no processo de otimização do uso da malha.

2.3.1 Fontes de erros numéricos

Com base nos trabalhos de Ferziger e Perić (1999), Oberkampf e Blottner (1998), Roache (1998), AIAA (1998) e Tannehill *et al.* (1997), Marchi (2001) aponta as causas do

erro da solução numérica de uma variável de interesse devido a quatro fontes principais: erros de iteração (E_n), erros de programação (E_p), erros de arredondamento (E_π) e erros de truncamento (E_τ). Essas quatro fontes podem ter magnitudes e sinais diferentes, o que pode levar a cancelamentos parciais ou totais entre esses erros.

O erro de iteração é definido como a diferença entre a solução exata das equações discretizadas e a solução numérica em uma dada iteração (FERZIGER e PERIC', 1999). É causado principalmente pelo emprego de métodos iterativos para resolução do sistema de equações algébricas, pela existência de não-linearidades no modelo matemático e pelo uso de métodos segregados em modelos com mais de uma equação (MARCHI, 2001).

Erros de programação ocorrem devido à implementação de um modelo numérico em um programa computacional, ao uso incorreto de um modelo numérico na aproximação de um modelo matemático e ao uso do programa, entre outros.

Os erros de arredondamento surgem principalmente da representação finita dos números reais no computador. Eles podem ser minimizados pela utilização de precisão dupla ou quádrupla no código computacional, mas nunca totalmente eliminados. Em alguns cálculos, a magnitude deste erro é proporcional ao número de pontos da malha no domínio do problema. Refinando-se a malha, é possível diminuir o erro de truncamento, visto a seguir, mas serão incrementados os erros de arredondamento (TANNEHILL *et al.*, 1997).

O erro de truncamento origina-se das aproximações numéricas empregadas na discretização do modelo matemático (MARCHI e SILVA, 2002) e decorre do truncamento de um processo infinito. O erro é o resíduo que resulta quando se substitui a solução analítica exata da variável dependente na equação discretizada do modelo matemático. Em geral, este tipo de erro diminui à medida em que se reduz o espaçamento da malha.

2.3.2 Estimativas do erro de discretização

Quando o erro da solução numérica é gerado apenas pelos erros de truncamento, ou todos os outros erros são desprezíveis em relação a ele, o erro numérico será então chamado erro de discretização, e é dado por (FERZIGER e PERIC', 1999):

$$E(\phi) = C_1 h^{p_1} + C_2 h^{p_2} + C_3 h^{p_3} + \dots \quad (2.39)$$

onde \square é a variável de interesse, h é o tamanho dos volumes de controle da malha, C_1, C_2, C_3, \dots são coeficientes que independem de h e p_L, p_2, p_3, \dots são as ordens verdadeiras do erro de discretização, representadas por números inteiros e positivos.

A ordem do erro numérico (E) permite avaliar a redução do erro em função do tamanho (h) dos elementos da malha. Por definição, as ordens verdadeiras (p_V) são os expoentes de h dos termos não-nulos na equação do erro, ou seja, p_L, p_2, p_3, \dots . A ordem assintótica do erro de discretização (p_L) é dada pelo menor expoente (primeiro termo) da Eq. (2.39), também chamada de equação geral do erro. A ordem assintótica é atingida quando $h \rightarrow 0$.

Na prática, p_L representa a inclinação da curva do erro em um gráfico $\log(|E|)$ versus $\log(h)$, quando $h \rightarrow 0$. Quando o tamanho (h) dos elementos da malha tende a zero, ou seja, $h \rightarrow 0$, o primeiro termo do erro de truncamento é o principal componente, isto é, ele domina o valor total do erro.

Normalmente, define-se a ordem de um esquema como a ordem do erro de truncamento da função de interpolação em relação à série de Taylor (Hirsch, 1991). Assim, como a função do esquema CDS é uma reta, seu erro de truncamento será proporcional a Δx^2 e portanto, o esquema CDS é considerado de 2^a ordem no espaço (MARCHI, 1993).

Para ilustrar a determinação da ordem do erro de um esquema através da série de Taylor toma-se como exemplo a Eq. (2.12), que representa o modelo matemático geral discretizado. Para aproximar os termos convectivos e difusivos desta equação, foi utilizado o esquema CDS. Aplicando-se a série de Taylor nos pontos à montante e à jusante da face e do volume de controle, respectivamente P e E , tem-se:

$$f\left(x - \frac{h}{2}\right) = f(x) - \frac{\partial f(x)}{\partial x} \frac{h}{2} + \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} \frac{h^2}{4.2!} - \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} \frac{h^3}{8.3!} + \frac{\partial^4 f(x)}{\partial x^4} \frac{h^4}{16.4!} + \dots \quad (2.40)$$

$$f\left(x + \frac{h}{2}\right) = f(x) + \frac{\partial f(x)}{\partial x} \frac{h}{2} + \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} \frac{h^2}{4.2!} + \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} \frac{h^3}{8.3!} + \frac{\partial^4 f(x)}{\partial x^4} \frac{h^4}{16.4!} + \dots \quad (2.41)$$

Para aproximar a variável na face e , somam-se as Eqs. (2.40) e (2.41), o que resulta na Eq. (2.42).

$$f\left(x + \frac{h}{2}\right) + f\left(x - \frac{h}{2}\right) = 2f(x) + 2\frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} \frac{h^2}{4.2!} + 2\frac{\partial^4 f(x)}{\partial x^4} \frac{h^4}{16.4!} + \dots \quad (2.42)$$

Isolando-se $f(x)$,

$$f(x) = \frac{f\left(x + \frac{h}{2}\right) + f\left(x - \frac{h}{2}\right)}{2} - \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} \frac{h^2}{4 \cdot 2!} - \frac{\partial^4 f(x)}{\partial x^4} \frac{h^4}{16 \cdot 4!} + \dots \quad (2.43)$$

Para aproximar a derivada da variável na face e , subtrai-se a Eq. (2.41) da Eq. (2.40), o que resulta na Eq. (2.44).

$$f\left(x + \frac{h}{2}\right) - f\left(x - \frac{h}{2}\right) = 2 \frac{\partial f(x)}{\partial x} \frac{h}{2} + 2 \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} \frac{h^3}{8 \cdot 3!} + \dots \quad (2.44)$$

Isolando-se $\frac{\partial f(x)}{\partial x}$,

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} = \frac{f\left(x + \frac{h}{2}\right) - f\left(x - \frac{h}{2}\right)}{h} - \frac{\partial^3 f(x)}{\partial x^3} \frac{h^2}{8 \cdot 3!} + \dots \quad (2.45)$$

Desta forma, pelo expoente de h das Eqs. (2.43) e (2.45) demonstra-se que o esquema CDS possui erro de truncamento igual a 2. O mesmo procedimento pode ser empregado para determinar o erro de truncamento de outros esquemas.

As estimativas do erro de discretização, gerado por erros de truncamento, podem ser divididas em dois tipos básicos: estimativas *a priori* ou *a posteriori* da obtenção da solução numérica (MARCHI, 2001). As estimativas *a priori* permitem prever, antes mesmo de se obter qualquer solução numérica, o comportamento assintótico do erro de discretização com relação ao tamanho (h) dos elementos da malha. À medida que $h \rightarrow 0$, a Eq. (2.39) se reduz a:

$$E(\phi) = C_1 h^{p_L} \quad (2.46)$$

Assim, a redução do tamanho dos elementos da malha à metade pode reduzir em 1/4 o erro. Quanto maior o valor de p_L , mais rapidamente o erro cai com a redução de h . Conhecendo-se p_L a priori, é possível realizar estimativas *a posteriori* do erro (SCHNEIDER, 2007).

As estimativas *a posteriori* são usadas para estimar efetivamente a magnitude do erro de discretização (MARCHI, 2001), ou seja, possibilita uma análise quantitativa. Podem ser baseadas na solução numérica obtida sobre uma única malha, onde se enquadra o método dos elementos finitos, ou obtidas em duas ou mais malhas diferentes, no caso dos métodos de diferenças finitas e volumes finitos.

Para verificar *a posteriori* das soluções numéricas se a ordem assintótica dos erros de truncamento é atingida, é preciso saber o conceito e as expressões para o cálculo da ordem efetiva do erro de discretização (p_E). Esta é definida como a inclinação local da curva do erro de discretização (E) *versus* o tamanho (h) da malha em um gráfico logarítmico.

Quando se conhece a solução analítica do problema, é possível determinar a ordem efetiva do erro (p_E) baseada em duas soluções numéricas. Para duas malhas diferentes, h_1 (malha fina) e h_2 (malha grossa), a ordem efetiva do erro de discretização é dada por:

$$p_E = \frac{\log\left[\frac{E(\phi_2)}{E(\phi_1)}\right]}{\log(q)} \quad (2.47)$$

onde $E(\square_2)$ e $E(\square_1)$ são os erros numéricos nas malhas grossa e fina, respectivamente. A razão de refino da malha (q) é dada por:

$$q = \frac{h_2}{h_1} \quad (2.48)$$

A ordem efetiva calculada através da Eq. (2.47) necessita de duas soluções numéricas, e seu valor representa a inclinação média da curva do erro de discretização, *versus* h , entre h_1 e h_2 .

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentado o método desenvolvido para analisar os esquemas de cálculo da condutividade térmica nas faces dos volumes de controle, no método dos volumes finitos. O enfoque é a resolução de cinco problemas que tratam da transferência de calor unidimensional em uma parede plana. Para facilitar o entendimento acerca de cada um, uma descrição detalhada de seus modelos matemáticos é apresentada na seção 3.1.

Primeiramente, são mostrados os cinco problemas físicos escolhidos, com seus respectivos modelos matemáticos. Em seguida, é descrito o modelo numérico geral, válido para todas as equações apresentadas. Este modelo numérico geral foi desenvolvido de modo a representar todos os problemas deste trabalho e para facilitar a implementação do algoritmo. Tendo-se os coeficientes generalizados, tornou-se mais fácil aplicar as simplificações relativas a cada problema diretamente no programa. Também são apresentados os esquemas de cálculo desenvolvidos neste trabalho e os selecionados da literatura.

Todo o método descrito foi implementado e testado em linguagem de programação Fortran. O processo de verificação das soluções numéricas do programa desenvolvido é discutido ao final do capítulo.

3.1 MODELOS MATEMÁTICOS

Como visto nos Capítulos 1 e 2, a escolha dos modelos matemáticos deste trabalho foi feita de modo a representar fenômenos físicos de interesse na área da dinâmica dos fluidos computacional (CFD). Primeiramente, foi selecionada uma equação que descrevesse os fenômenos de transporte de modo geral, para então limitar o estudo à área da transferência de calor. Neste aspecto, procurou-se ressaltar especialmente os efeitos de advecção, difusão, presença de termos fonte e não-linearidades, o que levou a elaboração de cinco problemas, ou casos, para análise. Todos os problemas possuem solução analítica, desta forma é possível quantificar o erro numérico com exatidão, fornecendo resultados de referência.

As Eqs. (2.2) e (2.3) formam o modelo matemático geral para os problemas físicos abordados neste trabalho, sendo que os parâmetros F , k e S variam conforme cada problema. O parâmetro F indica a existência do fenômeno de advecção, $F=0$ significa dizer que o problema é exclusivamente difusivo. O parâmetro k é a condutividade térmica do meio e S

indica a presença de termo-fonte, ou geração de calor. Um quadro-resumo desses parâmetros é mostrado na Tab. 3.1.

Tabela 3.1. Parâmetros do modelo matemático para os cinco problemas.

	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5
F	0	0	0	0	1
S	0	0	0	0	S_x
k	e^T	T^3	1, para $x \in [0, 1/2)$ 10, para $x \in [1/2, 1]$	$100 e^T$, para $x \in [0, 1/2)$ e^T , para $x \in [1/2, 1]$	$0,01 + T^2$

Este modelo geral foi concebido visando facilitar a identificação no texto e a implementação nos programas. Nas seções 3.1.1 a 3.1.5 os problemas estão comentados de forma mais detalhada, juntamente com a apresentação das soluções analíticas das variáveis de interesse.

A Fig. 3.1 apresenta o domínio de cálculo geral, válido para todos os cinco casos. Ele corresponde a uma parede de área unitária, de espessura L , com temperaturas prescritas nos contornos. Na fronteira direita ($x=x_0$), a temperatura é dada por T_0 ; na fronteira esquerda ($x=x_L$), a temperatura é dada por T_L . As condições de contorno são as de Dirichlet, exceto para o Problema 2, e estão apresentadas na Tab. 3.2.

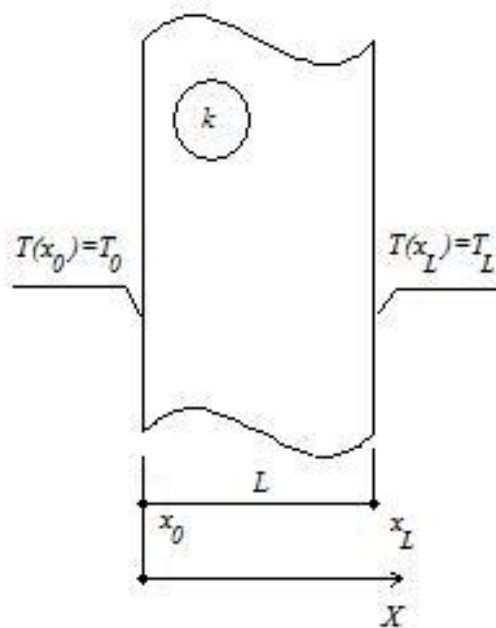


Figura 3.1. Geometria do domínio de cálculo.

Tabela 3.2. Condições de contorno para os cinco problemas.

	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5
\mathbf{T}_0	0	0.2	0	0	0
\mathbf{x}_0	0	0	0	0	0
\mathbf{T}_L	1	1	1	1	1
\mathbf{x}_L	1	1	1	1	1

3.1.1 Definição das variáveis de interesse

As variáveis de interesse analisadas neste trabalho são: a temperatura no centro do domínio, a temperatura média no domínio, a taxa de transferência de calor na fronteira esquerda, $x=l$, e a norma do erro numérico da temperatura no domínio. Elas são as mesmas para os cinco problemas e todas possuem solução analítica, como pode ser observado nas seções 3.1.2 a 3.1.6. Para facilitar a distinção entre a solução analítica e a solução numérica das variáveis, será utilizada a seguinte notação:

Tabela 3.3. Variáveis de interesse

Variável	Solução analítica	Solução numérica
Temperatura no domínio	T_x^{ex}	T_x
Temperatura em $x=l/2$	$T_{0.5}^{ex}$	$T_{0.5}$
Temperatura média	T_M^{ex}	T_M
Taxa de transferência de calor	q_1^{ex}	q_1
Norma do erro numérico	E_M^{ex}	E_M

A temperatura no centro do domínio ($T_{0.5}^{ex}$) é obtida substituindo $x=l/2$ na solução analítica da temperatura no domínio, T_x^{ex} , para cada problema, ou seja,

$$T_x^{ex} = T_x(l/2) \quad (3.26)$$

A temperatura média é obtida a partir do Teorema do Valor Médio (LEITHOLD, 1977), para a solução analítica da temperatura no domínio:

$$T_M^{ex} = \frac{1}{L} \int_{x_0}^{x_L} T_x^{ex} dx \quad (3.27)$$

A taxa de transferência de calor é obtida através da Lei de Fourier (INCROPERA e DEWITT, 2003), dada pela Eq. (3.28): Considera-se, neste trabalho, uma área unitária de parede. Aplica-se a condição de contorno para o volume $P=N$, na fronteira direita, e é obtida a equação para a taxa de transferência de calor em $x=x_L$. A condutividade térmica é determinada na face leste do volume de controle posicionado na fronteira.

$$q_1^{ex} = -kA \frac{dT_x^{ex}}{dx} \quad (3.28)$$

A norma de um conjunto de valores para o erro numérico representa o valor que ocorre com maior frequência neste conjunto, ou seja, o valor mais comum para o erro. Sua expressão é dada pelo somatório dos módulos dos erros numéricos da temperatura em todos os nós, dividido pelo número de volumes, e é dada pela Eq. (2.29). A solução analítica para a norma do erro numérico dever ser igual à 0, para todos os problemas.

$$E_M^{ex} = \frac{\sum_{P=1}^N |T_x^{ex}(P) - T_x(P)|}{N} \quad (3.29)$$

onde $T_x^{ex}(P)$ é a solução analítica da variável calculada em cada volume e $T_x(P)$ é a sua solução numérica.

3.1.2 Problema 1

O primeiro caso aborda o tema da condução pura de calor através de uma parede plana, composta por um único material. Sua condutividade térmica varia exponencialmente com a temperatura. O coeficiente de difusão é uma função contínua da variável dependente e, portanto, da coordenada espacial x . A difusão ocorre unidimensionalmente e é normal à área unitária da parede.

Neste problema, os fluxos são exclusivamente difusivos ($F=0$) e não existe geração de calor ($S=0$). A representação gráfica da função que relaciona, para este problema, a

condutividade térmica com a temperatura é mostrada na Fig. 3.2. A partir das Eqs. (2.2) e (2.3), e com os dados das Tab. 3.1 e 3.2, foram obtidas as soluções analíticas para as variáveis de interesse. As expressões estão apresentadas na Tab. 3.4.

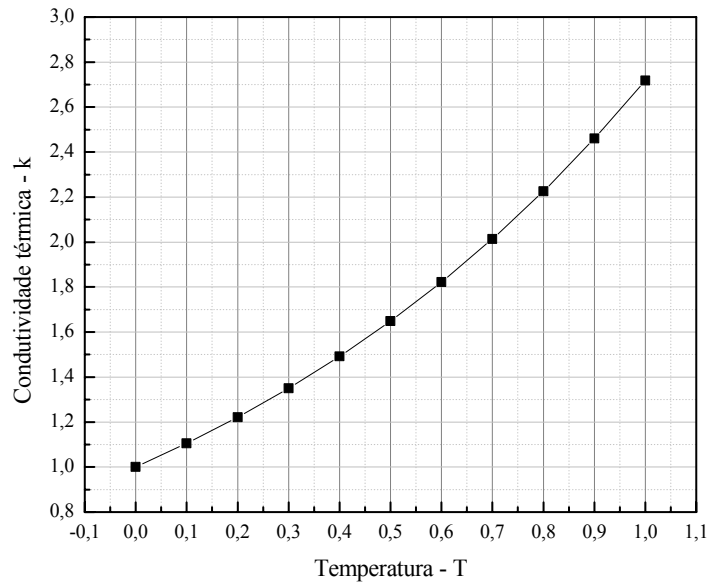


Figura 3.2. Variação de k com a temperatura para o problema 1

Tabela 3.4. Soluções analíticas para o Problema 1

Variável de interesse	Solução analítica
Temperatura no domínio	$T_x^{ex} = Ln[1 + (e - 1)x]$
Temperatura em $x=1/2$	$T_{0,5}^{ex} = Ln\left[\frac{(e + 1)}{2}\right]$
Temperatura média	$T_M^{ex} = \frac{1}{(e - 1)}$
Fluxo de calor	$q_1^{ex} = 1 - e$

3.1.3 Problema 2

O segundo problema é semelhante ao Problema 1, permitindo avaliar a condição de fluxos exclusivamente difusivos, sem geração de calor. O coeficiente de difusão é uma função contínua da variável dependente e , portanto, da coordenada espacial, x . A representação

gráfica da função que relaciona a condutividade térmica com a temperatura é mostrada a seguir, na Fig. 3.3. No contorno esquerdo do domínio, como $T_0=0.2$, $k(T_0)=0.008$.

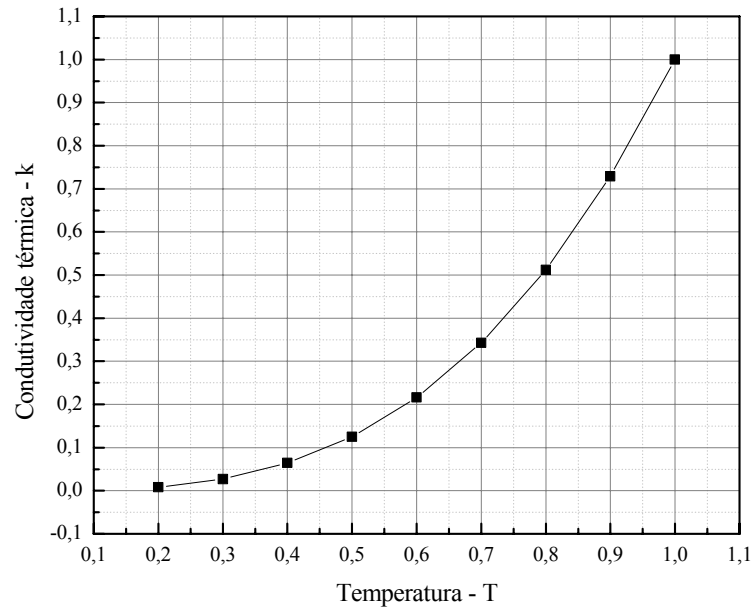


Figura 3.3. Gráfico de k em função da temperatura para o problema 2

Tabela 3.5. Soluções analíticas para o Problema 2

Variável de interesse	Solução analítica
Temperatura no domínio	$T_x^{ex} = [T_0^4 + (1 - T_0^4)x]^{1/4}$
Temperatura em $x=1/2$	$T_{0.5}^{ex} = \left[\frac{1 + T_0^4}{2} \right]^{1/4}$
Temperatura média	$T_M^{ex} = \frac{4}{5} \frac{(1 - T_0^5)}{(1 - T_0^4)}$
Fluxo de calor	$q_1^{ex} = \frac{T_0^4 - 1}{4}$

Este caso foi baseado no problema A, de Liu e Ma (2005). A diferença em relação a este é que o comprimento do domínio de cálculo foi alterado de $0,2 \leq x \leq 2$, na geometria original, para $0,2 \leq x \leq 1$ na adaptação para o Problema 2. Isto foi feito de modo a padronizar as condições de contorno para a fronteira direita em todos os problemas. Além disso, foi mantida

a posição do contorno esquerdo ($x=0,2$) para evitar o aparecimento de um coeficiente de difusão nulo.

Espera-se, deste modo, comparar os resultados tanto em relação aos outros problemas apresentados neste trabalho quanto em relação ao problema A, de Liu e Ma (2005). As soluções analíticas para as variáveis de interesse forma obtidas da mesma forma que para o Problema 1. As expressões estão apresentadas na Tab. 3.5.

3.1.4 Problema 3

O terceiro problema tem as características de fluxos difusivos, sem geração de calor, e é composto por dois materiais, de condutividades térmicas k_1 e k_2 . A representação gráfica da função que relaciona k_1 e k_2 com a posição no domínio é mostrada na Fig. 3.4.

Este caso foi baseado no problema D, de Liu e Ma (2005) e permite analisar as variáveis de interesse em uma situação de descontinuidade e mudança abrupta das propriedades de transporte. Percebe-se que a mudança ocorre na metade do domínio, quando a condutividade térmica tem o seu valor aumentado em dez vezes. A diferença em relação ao problema original é a alteração nos valores da condutividade e a espessura da parede.

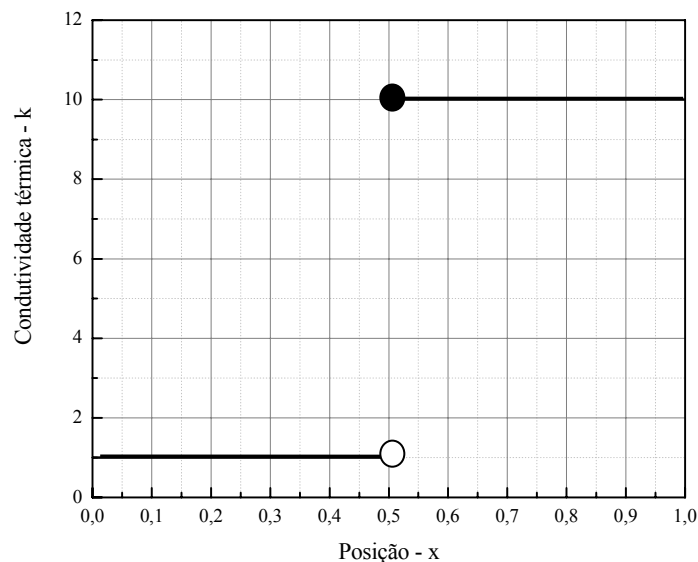


Figura 3.4. Gráfico de k_1 e k_2 em função da posição para o problema 3

Neste problema são considerados dois materiais, cada um com condutividade térmica constante (k_1 e k_2) e não dependentes da temperatura. Do mesmo modo que para o Problema

1, foram obtidas as expressões para a solução analítica das variáveis de interesse, que estão relacionadas na Tab. 3.6.

Tabela 3.6. Soluções analíticas para o Problema 3

Variáveis de interesse	Solução analítica
Temperatura no domínio	$T_x^{ex} = \frac{C_1 x}{k_1}, \quad \text{para } x \in [0, 1/2]$ $T_x^{ex} = 1 + \frac{C_1}{k_2}(x-1), \quad \text{para } x \in [1/2, 1]$ $(C_1 = 2k_1 T_{0.5})$
Temperatura em $x=1/2$	$T_{0.5}^{ex} = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$
Temperatura média	$T_M^{ex} = \frac{1}{4} + \frac{k_2}{2(k_2 + k_1)}$
Fluxo de calor	$q_1^{ex} = -\frac{2k_1 k_2}{k_2 + k_1}$

3.1.5 Problema 4

O quarto caso é baseado no problema B, de Liu e Ma (2005). Ele representa o fenômeno da difusão de calor, sem geração, com propriedades variáveis. A condutividade térmica, neste problema, é função da temperatura e, na metade do domínio, muda bruscamente o seu valor, sendo representada por outra função.

A representação gráfica que relaciona os valores da condutividade térmica k_2 e k_2 com a temperatura é mostrada na Fig. 3.5. Assim como no problema anterior, representa a interface entre dois materiais diferentes. Através desse arranjo, pretende-se analisar um problema em que as propriedades de transporte são dependentes da temperatura e com ordens de grandeza bastante diferentes. Da mesma forma que para o Problema 1, foram obtidas as soluções analíticas para as variáveis de interesse. As expressões estão apresentadas na Tab. 3.7.

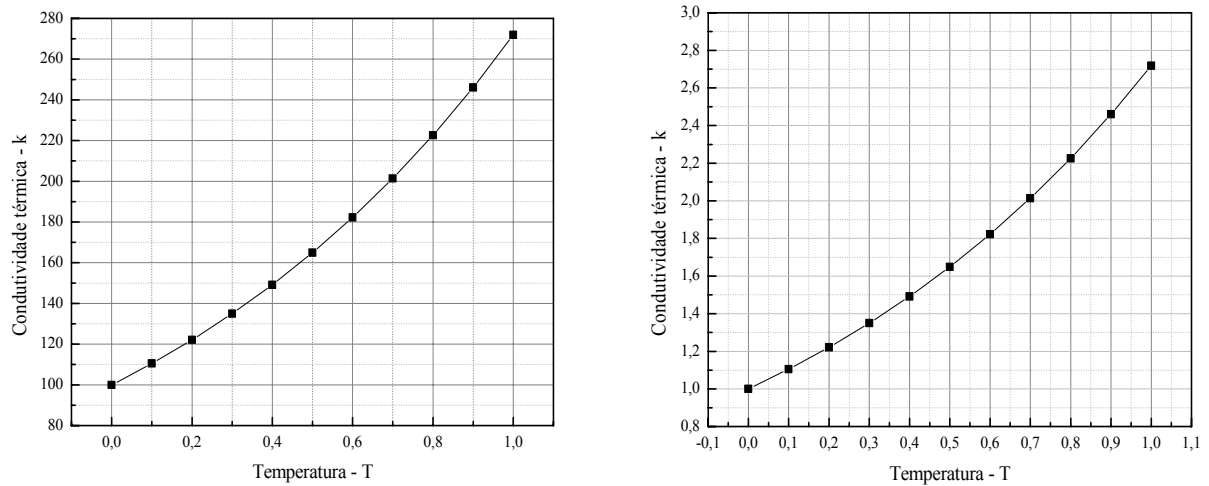


Figura 3.5. Gráfico de k_1 e k_2 , respectivamente, para o problema 4

Tabela 3.7. Soluções analíticas para o Problema 4

Variáveis de interesse	Solução analítica
Temperatura no domínio	$T_x^{ex} = \text{Ln} \left(1 + \frac{C_1}{100} x \right) \quad , \quad \text{para } x \in [0, 1/2]$ $T_x^{ex} = \text{Ln} [e + C_1(x-1)] \quad , \quad \text{para } x \in [1/2, 1]$ <p>Onde $C_1 = 200(e^{T_{0.5}} - 1)$</p>
Temperatura em $x=1/2$	$T_{0.5}^{ex} = \text{Ln} \left[\frac{(e+100)}{101} \right]$
Temperatura média	$T_M^{ex} = \frac{100}{C_1} \left\{ \left(1 + \frac{C_1}{200} \right) \left[\text{Ln} \left(1 + \frac{C_1}{200} \right) - 1 \right] + 1 \right\} +$ $+ \frac{1}{C_1} \left\{ - \left(e - \frac{C_1}{2} \right) \left[\text{Ln} \left(e - \frac{C_1}{2} \right) - 1 \right] \right\}$
Fluxo de calor	$q_1^{ex} = 200(1 - e^{T_{0.5}})$

3.1.6 Problema 5

Este caso diferencia-se devido ao aparecimento de termos advectivos ($F=I$). Ele é baseado no problema F, de Liu e Ma (2005) e representa o fenômeno de condução e advecção de calor, com k variável e velocidade constante.

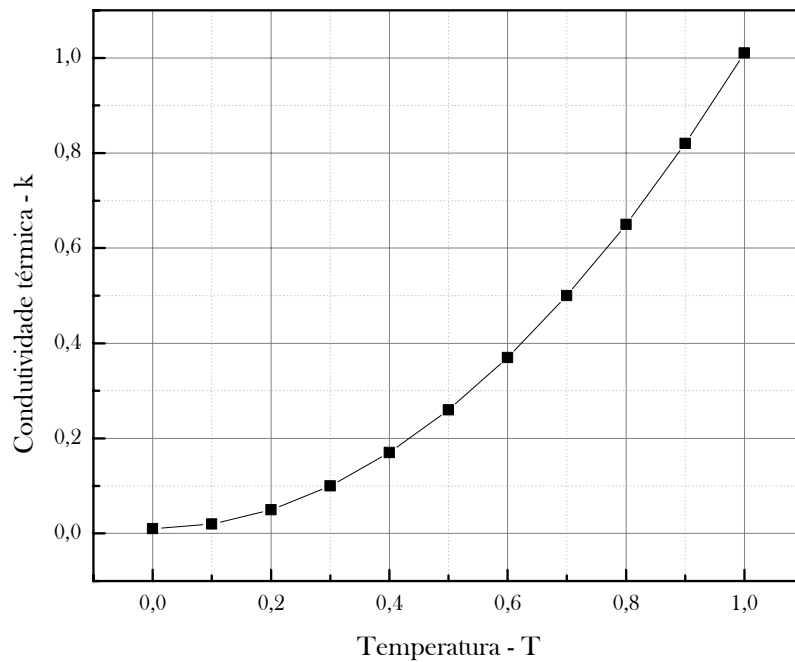


Figura 3.6. Gráfico de k_l em função da temperatura para o problema 5

Tabela 3.8. Soluções analíticas para o Problema 5

Variáveis de interesse	Solução analítica
Temperatura no domínio	$T_x^{ex} = \frac{e^{10x} - 1}{e^{10} - 1}$
Termo-fonte	$S_x = \frac{9e^{10x}}{e^{10} - 1} - \frac{100}{(e^{10} - 1)^3} (3e^{30x} - 40e^{20x} + 10e^{10x})$
Temperatura em $x=1/2$	$T_{0.5}^{ex} = \frac{e^5 - 1}{e^{10} - 1}$
Temperatura média	$T_M^{ex} = \frac{e^{10} - 11}{10(e^{10} - 1)}$
Fluxo de calor	$q_1^{ex} = -\frac{10,1e^{10x}}{e^{10} - 1}$

O termo-fonte é dependente da posição espacial e a condutividade térmica com a temperatura. Esta é representada por uma função contínua, caracterizando um único meio. A representação gráfica da função que relaciona os valores da condutividade térmica k com a temperatura é mostrada na Fig. 3.6. As soluções analíticas para outras variáveis de interesse

foram obtidas da mesma forma que para o Problema 1. As expressões estão apresentadas na Tab. 3.8.

3.2 MODELO NUMÉRICO GERAL

Para facilitar a apresentação e a implementação dos modelos numéricos obtidos, foi desenvolvido um modelo numérico generalizado, válido para todos os casos. As simplificações relativas a cada problema foram aplicadas somente depois da obtenção dos coeficientes generalizados, tanto para os volumes internos quanto para os contornos.

De acordo com o Capítulo 2, o primeiro passo para obter a solução numérica de um dado problema é determinar a equação governante do fenômeno físico envolvido. Em seguida, é feita a escolha do método numérico e a discretização do domínio de cálculo. Neste trabalho, foi definido o Método dos Volumes Finitos como método numérico e a discretização foi feita através de volumes de controle. Na seções a seguir estão relacionados os coeficientes da discretização feita no Capítulo 2, além da aplicação das condições de contorno.

3.2.1 Discretização para os volumes internos

Conforme dedução feita na seção 2.1.3, para os volumes de controle $P=2$ a $P=N-1$, a aplicação do esquema numérico CDS nos termos da Eq. (2.7) gerou a Eq. (2.12). Colocando-a na forma da Eq. (2.13), são obtidos os seguintes coeficientes:

$$a_p = k_w + k_e \quad (3.30)$$

$$a_w = k_w + \frac{F}{2}h \quad (3.31)$$

$$a_e = k_e - \frac{F}{2}h \quad (3.32)$$

$$b_p = S_p h^2 \quad (3.33)$$

Estes são os coeficientes genéricos, que representam todos os cinco problemas. As simplificações relativas a cada problema, apresentadas na seção 3.1, foram aplicadas aos coeficientes genéricos, que tiveram seus valores modificados. A Tab. 3.9 relaciona estes valores com seus respectivos problemas. Os valores de k_e e k_w são calculados de acordo com o esquema para a condutividade na face selecionado.

Tabela 3.9. Coeficientes para os volumes internos.

Coeficiente	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5
a_p	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w
a_w	k_w	k_w	k_w	k_w	$k_e+h/2$
a_e	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w	k_e+k_w
b_p	0	0	0	0	$S_x h^2$

Na discretização para volumes internos e contornos, k_e e k_w representarão as condutividades térmicas nas faces leste e oeste do volume de controle, respectivamente. No programa implementado, k_e e k_w serão denominados $k_e(P)$ e $k_e(P-1)$, nesta ordem.

3.2.2 Aplicação das condições de contorno

De acordo com o Capítulo 2, a discretização nas fronteiras do domínio de cálculo neste trabalho é feita através de volumes fictícios, possibilitando a existência de volumes inteiros nos contornos. Estes volumes, por sua vez, terão uma de suas faces coincidindo com a própria fronteira do domínio, facilitando a implementação das condições de contorno. A Fig. 3.7 ilustra a condição de contorno aplicada ao volume esquerdo ($P=1$), e o volume fictício correspondente ($P=0$).

A condição de contorno para a fronteira esquerda é dada por uma interpolação linear, resultando em:

$$\frac{T_P + T_E}{2} = T_L \quad (3.34)$$

A aplicação destas condições, utilizando volumes fictícios, para o volume cuja face está posicionada no contorno esquerdo ($x=x_0$), na forma da Eq. (2.13), gera os seguintes coeficientes (para $P=1$):

$$a_p = 1 \quad (3.35)$$

$$a_w = 0 \quad (3.36)$$

$$a_e = -1 \quad (3.37)$$

$$b_p = 2T_0 \quad (3.38)$$

Para os contornos, foi utilizada a mesma metodologia aplicada aos volumes internos, ou seja, a generalização dos coeficientes. A Tab. 3.10 relaciona os valores destes coeficientes com seus respectivos problemas, para o contorno esquerdo.

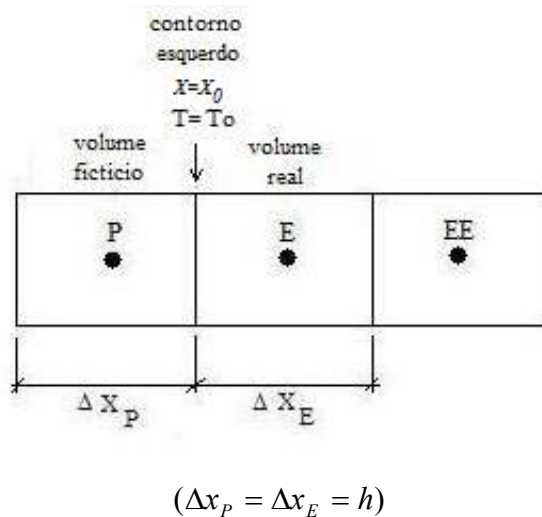


Figura 3.7. Condição de contorno para $x=x_0$.

Tabela 3.10. Coeficientes para o contorno esquerdo.

Coeficiente	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5
a_p	1	1	1	1	1
a_w	0	0	0	0	0
a_e	-1	-1	-1	-1	-1
b_p	0	0.4	0	0	0

A Fig. 3.8 ilustra a condição de contorno aplicada ao volume direito ($P=N$), e o volume fictício correspondente ($P=N+1$). A condição de contorno para a fronteira direita é aplicada de maneira semelhante à fronteira esquerda, resultando em:

$$\frac{T_W + T_P}{2} = T_L \quad (3.39)$$

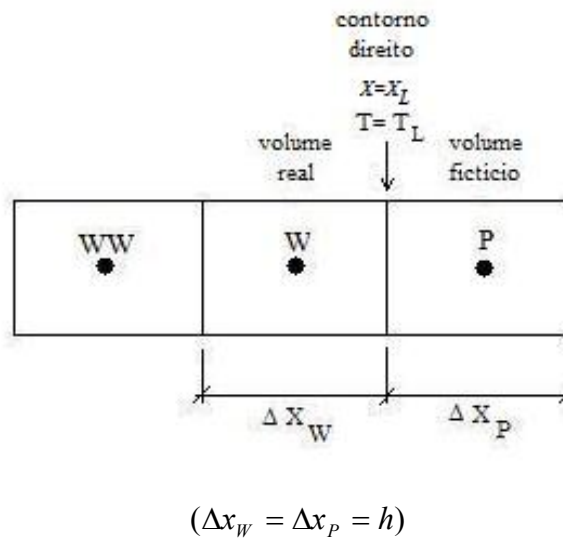


Figura 3.8. Condição de contorno para $x=x_L$.

A aplicação destas condições, utilizando volumes fictícios, para o volume cuja face está posicionada no contorno direito ($x=x_L$), na forma da Eq. (2.13), resulta nos coeficientes dados pelas Eqs. (3.40) a (3.43). A Tab. 3.11 fornece os valores dos coeficientes para o contorno direito em relação aos cinco problemas (para $P=N$).

$$a_p = 1 \quad (3.40)$$

$$a_w = -1 \quad (3.41)$$

$$a_e = 0 \quad (3.42)$$

$$b_p = 2T_L \quad (3.43)$$

Para se resolver o sistema de equações que surge da discretização das equações diferenciais envolvidas foi utilizado o método TDMA já descrito no Capítulo 2. Os programas computacionais foram implementados na linguagem FORTRAN/95, com o software Compaq Fortran 6.6, tipo de projeto Console Application.

Tabela 3.11. Coeficientes para o contorno direito.

Coeficiente	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	Problema 5
a_p	1	1	1	1	1
a_w	-1	-1	-1	-1	-1
a_e	0	0	0	0	0
b_p	2	2	2	2	2

Para a obtenção das variáveis de interesse foi utilizada precisão dupla, e o processo iterativo gerado na resolução do sistema de equações foi monitorado até atingir o erro de máquina. O número máximo de iterações situou-se entre 100 e 200. Os programas para cálculo das variáveis têm os nomes Patankar_1Dp_1p0.exe e Patankar_1Dp_1p1.exe, versão release. O computador empregado para a resolução deste trabalho foi o Mercurio do LENA 2 (Laboratório de Experimentação Numérica - UFPR), que possui um processador Intel Celeron com 2,13 GHz, com memória de 256 MB RAM.

3.2.3 Variáveis de interesse

As variáveis de interesse para os cinco problemas abordados neste trabalho foram descritas na seção 3.1.1, seguidas de sua solução analítica para cada problema. A seguir, são apresentados os seus modelos numéricos. A norma do erro numérico foi determinada pela Eq. (2.29).

A temperatura no centro do domínio ($T_{0.5}$) é obtida pela interpolação linear (média aritmética) da temperatura nos nós adjacentes à posição $x=1/2$, isto é:

$$T_{0.5} = \frac{T_x(N/2) + T_x(N/2 + 1)}{2} \quad (3.44)$$

A temperatura média é obtida através da regra do retângulo aplicado ao volume de controle (Kreyszig, 2003), e é dada pela Eq. (3.45).

$$T_M = \frac{1}{L} \sum_{P=1}^N (T_x(P) \cdot h) \quad (3.45)$$

A taxa de transferência de calor na parede, em $x=x_L$, com área unitária, é dada pela Eq. (3.46):

$$q_1 = -k_e(N) \frac{T_L - T_x(N)}{h} \quad (3.46)$$

3.2.4 Esquemas para k nas faces

Para analisar a influência dos esquemas de cálculo da condutividade térmica na face dos volumes de controle, é necessário primeiramente definir quais são os esquemas considerados. Da revisão bibliográfica, foram retirados cinco métodos de aproximação disponíveis na literatura, e dois novos métodos são propostos neste trabalho. A seguir são apresentados os esquemas de cálculo, sua forma numérica e o modo de identificá-los ao longo do trabalho.

Para facilitar a compreensão do texto, serão definidas duas notações. O termo $k_e(P)$ representa a condutividade térmica na face e do volume de controle P , que é obtida na etapa 6 do algoritmo, e $k_p(P)$ representa a condutividade térmica no nó P , que é obtida na etapa 5 do algoritmo. Calcular o valor de k nos nós é

Esquema 1

O primeiro esquema é conhecido na literatura como o método da média aritmética, e foi definido na seção 2.2.1. Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$k_e(P) = \frac{k_p(P) + k_p(P+1)}{2} \quad (3.47)$$

onde $k_p(P)$ e $k_p(P+1)$ são as condutividades térmicas nos nós P e E , respectivamente.

Esquema 2

O segundo esquema foi proposto por Patankar (1980) e é conhecido na literatura como o método da média harmônica. Sua definição foi apresentada na seção 2.2.2. Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$k_e(P) = \frac{2k_p(P) \cdot k_p(P+1)}{k_p(P) + k_p(P+1)} \quad (3.48)$$

Esquema 3

O terceiro esquema foi proposto por Liu e Ma (2005) e sua definição foi apresentada na seção 2.2.5. Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$k_e(P) = k_p(T_e) \quad (3.49)$$

onde T_e é dado por:

$$T_e = \frac{T(P) + T(P+1)}{2} \quad (3.50)$$

Esquema 4

O terceiro esquema foi definido na seção 2.2.2 e é a proposta deste trabalho. Este método calcula a condutividade térmica através da média harmônica de k , considerando um perfil linear com inclinação constante entre P e E . Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$k_e(P) = \frac{2k_a(P)k_b(P)}{k_a(P) + k_b(P)} \quad (3.51)$$

onde $k_a(P)$ e $k_b(P)$ são dados por:

$$k_a(P) = k_p(T_a(P)) \quad (3.52)$$

$$k_b(P) = k_p(T_b(P)) \quad (3.53)$$

e $T_a(P)$ e $T_b(P)$ são calculados através das Eqs. (3.54) e (3.55).

$$T_a(P) = \frac{3T(P) + T(P+1)}{4} \quad (3.54)$$

$$T_b(P) = \frac{T(P) + 3T(P+1)}{4} \quad (3.55)$$

Esquema 5

O quarto esquema foi definido na seção 2.2.2 e, assim como o Esquema 5, é a proposta deste trabalho. Este método calcula a condutividade térmica através da média harmônica de k pela Eq. (3.51), mas considerando um perfil linear com inclinações diferentes entre P e E . Assim, as expressões para calcular k_a e k_b são diferentes do esquema anterior, e são dadas pelas Eqs. (3.56) a (3.58). Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$k_a(P) = k_p \left(\frac{T_e(P) + T(P)}{2} \right) \quad (3.56)$$

$$k_b(P) = k_p \left(\frac{T_e(P) + T(P+1)}{2} \right) \quad (3.57)$$

$$T_e(P) = T(P) + \frac{k_p(P+1)}{k_p(P) + k_p(P+1)} (T_E(P) - T_p(P)) \quad (3.58)$$

Esquema 6

O sexto esquema foi definido na seção 2.2.4 e calcula a condutividade térmica na face do volume de controle através do método da Integração de Gauss com dois pontos. Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$\begin{aligned}
k_e = & \frac{1}{2}k_p \left(\frac{T(P)+T(P+1)}{2} + \frac{T(P+1)-T(P)}{2\sqrt{3}} \right) + \\
& + \frac{1}{2}k_p \left(\frac{T(P)+T(P+1)}{2} + \frac{T(P)-T(P+1)}{2\sqrt{3}} \right)
\end{aligned} \tag{3.59}$$

Esquema 7

O sétimo esquema também foi definido na seção 2.2.4 e calcula a condutividade térmica na face do volume de controle através do método da Integração de Gauss, mas com três pontos. Para $P=1$ a $P=N$, tem-se:

$$\begin{aligned}
k_e = & \frac{5}{18}k_p \left(\frac{(T(P)+T(P+1))}{2} + \frac{(T(P+1)-T(P))}{2} \sqrt{\frac{3}{5}} \right) + \frac{8}{18}k_p \left(\frac{T(P)+T(P+1)}{2} \right) + \\
& + \frac{5}{18}k_p \left(\frac{(T(P)+T(P+1))}{2} + \frac{(T(P)-T(P+1))}{2} \sqrt{\frac{3}{5}} \right)
\end{aligned} \tag{3.60}$$

3.2.5 Identificação das simulações

Para obter as variáveis de interesse, com o programa Patankar, foram feitas 432 simulações. Cada simulação foi identificada pelo nome do programa, o número de dimensões do problema, o número do problema, o número do esquema para calcular k e o tamanho da malha.

Tabela 3.12. Tamanhos de malha empregados.

h	Nº. de nós	Identificação	h	Nº. de nós	Identificação
0,5	2	.001	0,001953125	512	.009
0,25	4	.002	0,0009765625	1024	.010
0,125	8	.003	0,00048828125	2048	.011
0,0625	16	.004	0,000244140625	4096	.012
0,03125	32	.005	0,0001220703125	8192	.013
0,015625	64	.006	0,00006103515625	16384	.014
0,0078125	128	.007	0,000030517578125	32768	.015
0,00390625	256	.008	0,0000152587890625	65536	.016

Por exemplo, “Patankar_1Dp_2p5_001” refere-se à simulação feita para o Problema 2, unidimensional, resolvido com o Esquema 5, com $h=0,5$ e “Patankar_1Dp_2p5_016” refere-se à simulação feita para os mesmos problema e esquema com $h \approx 1,52e-5$. A Tab. 3.12 apresenta um resumo dos tamanhos de malha empregados nas simulações para todos os esquemas e problemas. Os Problemas 1 e 3 foram resolvidos com os Esquemas 1, 2 e 3. Os Problemas 2, 4 e 5 foram resolvidos com os Esquemas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

3.2.6 Algoritmo

Para os cinco problemas estudados neste trabalho, ao fazer a implementação em Linguagem Fortran, utilizou-se o algoritmo descrito a seguir.

1. Ler os dados do problema (tipo do problema, tipo de esquema para cálculo de k na face, número de volumes de controle, número máximo de iterações)
2. Discretizar o domínio de cálculo
3. Calcular a solução analítica exata para as variáveis T_x^{ex} , $T_{0,5}^{ex}$, T_M^{ex} e q_l^{ex} de acordo com o problema selecionado
4. Estimar a condição inicial: temperatura no domínio $T_x=0.5$ para todos os nós
5. Calcular o termo-fonte b_P nos nós internos ($P=2$ a $P=N-1$) e a condutividade térmica $k_P(P)$ para $P=0$ a $P=N+1$, através da Eq. (3.33) e dados da Tab. 1.1
6. Calcular os coeficientes nos contornos (volumes fictícios) para $P=0$ e $P=N+1$ através das Eqs. (3.35) a (3.38) e (3.40) a (3.43)
7. Calcular a condutividade térmica nas faces $k_e(P)$ através das Eqs. (3.47) a (3.60), de acordo com o esquema selecionado, para $P=1$ a $P=N+1$. Para $P=0$, $k_e(0)=k_P(0)$; para $P=N$, $k_e(N)=k_P(N+1)$
8. Calcular os coeficientes nos volumes internos (volumes reais) para $P=1$ a $P=N$ através das Eqs. (3.30) a (3.32)
9. Iniciar o método TDMA para solução do sistema de equações, de acordo com o algoritmo descrito na seção 2.1.4
10. Calcular as variáveis de interesse $T_{0,5}$, T_M , q_l e E_M de acordo com as Eqs. (3.44) a (3.46) e (3.29)
11. Voltar à etapa 5 até atingir o número máximo de iterações fixado
12. Visualizar os resultados

3.3 VERIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES NUMÉRICAS

Para analisar as soluções numéricas encontradas, adotou-se a representação gráfica das quatro variáveis de interesse. Para cada uma delas, foram elaborados dois gráficos. O primeiro representa o módulo do erro de discretização em função do refino da malha em escala bi-logarítmica. Ele permite observar se à medida em que se reduz o espaçamento da malha, h , o erro de discretização também é reduzido. Além disso, fornece informações importantes sobre o comportamento de outros tipos de erros, como por exemplo o erro de arredondamento.

No segundo gráfico, são mostradas as ordens efetivas do erro de discretização em função de h , nesse caso, a escala logarítmica é feita somente para o eixo das abscissas. Esta análise permite observar se à medida em que $h \rightarrow 0$, as ordens efetivas tendem à ordem assintótica.

Tabela 3.13. Ordem assintótica para as variáveis de interesse

Variável de interesse	Ordem assintótica
$T_{0.5}$	2
T_M	2
q_1	2
E_M	2

A forma de obtenção da ordem assintótica foi descrita no Capítulo 2. A partir das equações discretizadas para as variáveis de interesse, pode ser determinada a ordem assintótica (p_L) de cada uma delas. Os resultados para p_L são apresentados na Tab. 3.13 e representam os valores que o expoente que acompanha h no primeiro termo do erro de truncamento na equação discretizada assume (MARCHI e SCHNEIDER, 2004). A ordem efetiva, p_E , é calculada a partir da Eq. 2.47. Com ela, é possível comprovar experimentalmente a ordem assintótica ou formal (p_L), ou seja, quando $h \rightarrow 0$ espera-se que $p_E \rightarrow p_L$, caso a análise seja correta (SCHNEIDER e MARCHI, 2006). A razão de refino, q , é uniforme e igual a dois, para todos os problemas e esquemas.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos, com seus respectivos erros numéricos, procurando-se evidenciar a influência que os esquemas de cálculo descritos na metodologia exercem sobre as variáveis de interesse.

O programa computacional foi implementado na linguagem FORTRAN/95, sendo que os arquivos de resultados foram gerados do dia 19/06/2007 ao dia 28/09/2007, com o software Compaq Fortran 6.6. Para a obtenção dos resultados das variáveis globais e locais foi utilizada precisão dupla, e o número máximo de iterações foi fixado até se atingir o erro de máquina. O computador empregado para a resolução deste trabalho foi o Mercurio do LENA 2 (Laboratório de Experimentação Numérica - UFPR), que possui um processador Intel Celeron com 2,3 GHz, com memória de 256 MB RAM.

As variáveis de interesse analisadas são a temperatura na metade do domínio ($T_{0,5}$), a temperatura média no domínio (T_M), a taxa de transferência de calor (q_l) e a norma do erro numérico (E_M). As análises foram feitas com base no módulo do erro numérico ($|E|$) em relação ao refino da malha (h) e na ordem efetiva (p_E) em relação ao refino da malha (h). O número de nós utilizado, conforme a Tab. 3.6, foi de 2 a 65536 nós, para todos os problemas e variáveis. O erro numérico (E) para as variáveis de interesse foi calculado a partir da Eq. (2.38), com base nos valores analíticos e numéricos obtidos. As ordens efetivas foram calculadas a partir da Eq. (2.47), com valores de erro numérico (E) obtidos em malhas grossa e fina, com razão de refino (q) constante e igual a dois. Todos os resultados obtidos e representados neste capítulo na forma de gráficos estão apresentados na forma de tabelas nos apêndices A (erro numérico E e solução numérica das variáveis de interesse) e B (ordem efetiva p_E). Os métodos analisados estão especificados na seção 3.2.4.

4.1 PROBLEMA 1

Neste problema foram testados os seguintes métodos de cálculo para k : Esquema 1, Esquema 2 e Esquema 3. Em relação ao erro de discretização, é possível perceber um comportamento semelhante para os três métodos analisados e para todas as variáveis de interesse (Figs. 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4). À medida em que a malha é refinada ($h \rightarrow 0$), todos os esquemas apresentam o módulo do erro de discretização $|E|$ tendendo a zero, conforme

esperado. Porém, observa-se que nas malhas mais finas simuladas, para todas as variáveis, existe um aumento no valor de $|E|$, que será explicado a seguir.

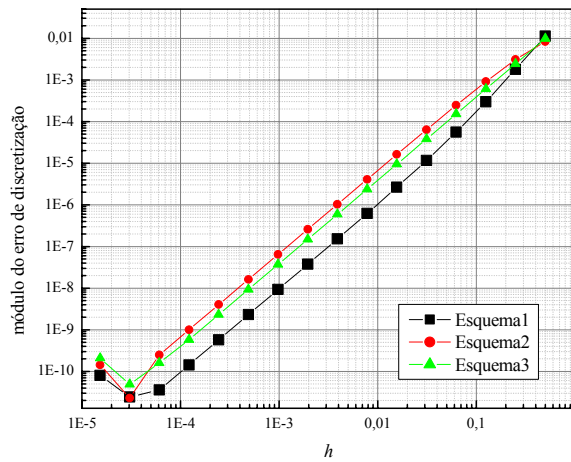


Figura 4.1. $|E|$ de $T_{0,5}$ do problema 1

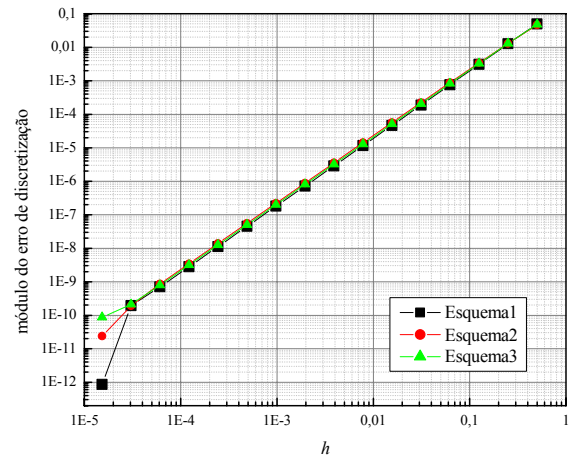


Figura 4.2. $|E|$ de T_M do problema 1

Para a variável $T_{0,5}$, a curva de erro não apresenta um comportamento monotônico a partir de $N=16384$ volumes, como pode ser observado na Fig. 4.1 e nas Tabs. A.1, A.2 e A.3. Neste ponto, a malha está bastante refinada ($h \approx 6.10e-5$) e o erro de discretização apresenta um ligeiro decaimento para em seguida aumentar, a partir de $h \approx 3.05e-5$. De acordo com a teoria de análise de erros de discretização, era de se esperar que, à medida em que $h \rightarrow 0$, o erro tendesse à zero também. O comportamento diferente do esperado nas malhas mais finas deve-se à influência do erro de arredondamento, que passa a dominar o valor total do erro numérico, e aumenta à medida que $h \rightarrow 0$. Esta tendência é percebida também para outras variáveis e esquemas. O método que proporcionou menor erro, para esta variável, foi o Esquema 1 (método da média aritmética), como é possível observar na Fig. 4.1.

Para a variável T_M , o erro de arredondamento passa a dominar o erro numérico a partir de 65536 nós ($h \approx 1.52e-5$), para todos os esquemas (Fig. 4.2 e Tabs. A.4, A.5 e A.6). Além disso, os métodos para cálculo de k apresentam valores muito próximos de erro numérico. O método que apresenta melhor desempenho, ou seja, menor erro numérico, é o Esquema 1, enquanto que o que obteve pior desempenho foi o Esquema 2 (média harmônica).

Na Fig. 4.3 e nas Tabs. A.7, A.8 e A.9, é possível observar que, para a variável q_1 , o método de cálculo de k que possui menor erro numérico é o Esquema 1. No entanto, este esquema é o que apresenta maior influência do erro de arredondamento em relação aos

demais. Enquanto que para o Esquema 1 o erro de arredondamento passa a dominar o valor total do erro a partir de 16384 volumes ($h \approx 6.10e-5$), nos Esquemas 2 e 3 este tipo de erro manifesta-se nas duas últimas malhas simuladas ($h \approx 3.05e-5$ e $h \approx 1.52e-5$, respectivamente).

O comportamento do erro de discretização para a variável E_M (Fig. 4.4 e Tabs. A.10 a A.12) é semelhante ao observado para a variável q_I (Fig. 4.3), inclusive em relação a quais malhas a influência do erro de arredondamento é percebida, para todos os esquemas. É possível afirmar, comparando-se os gráficos e tabelas de erro para todas as variáveis (Figs. 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4), que o esquema que apresenta o menor erro é o Esquema 1 e o erro de discretização é menor em $T_{0.5}$ e T_M . O método que apresenta pior desempenho é o Esquema 1, para todas as variáveis, exceto T_M , onde todos apresentaram erro de discretização com valores muito próximos.

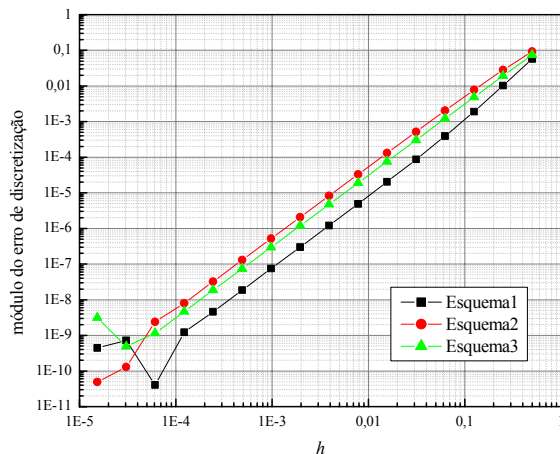


Figura 4.3. $|E|$ de q_I do problema 1

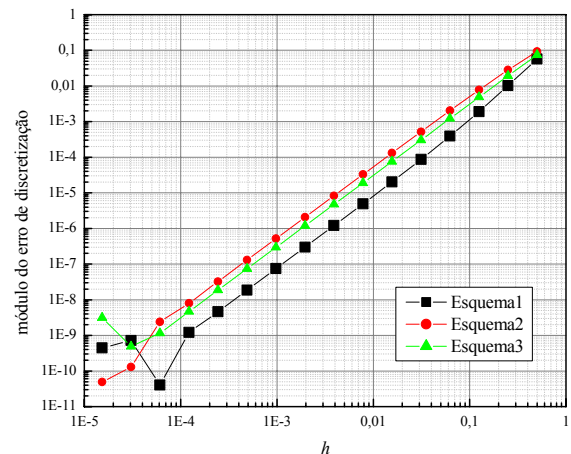
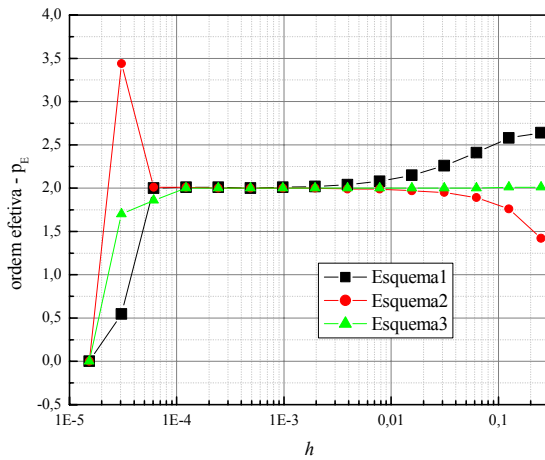
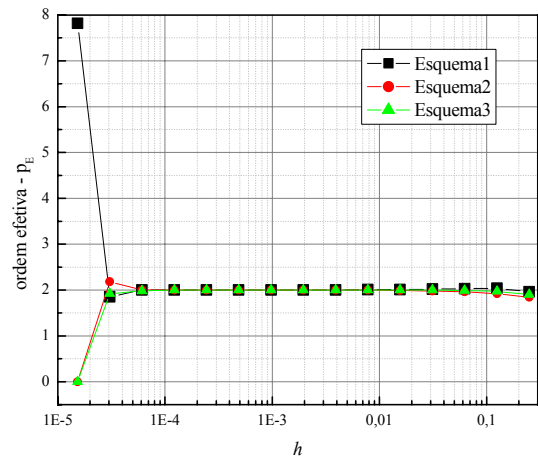
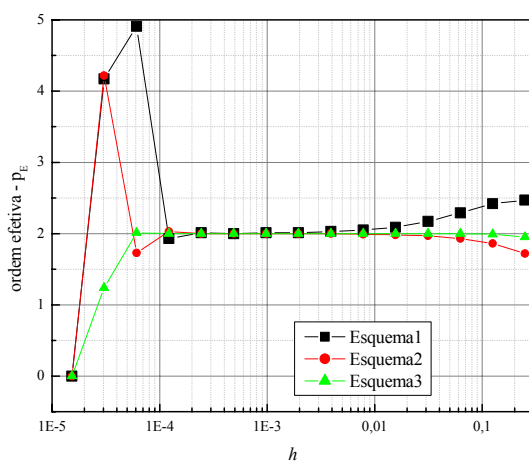
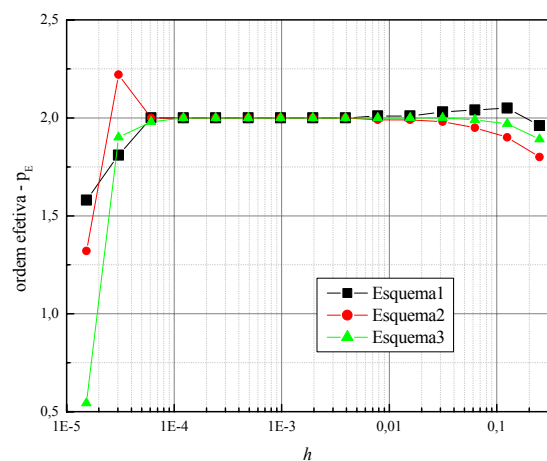


Figura 4.4. $|E|$ de E_M do problema 1

Como é possível observar na Fig. 4.5, para todos os esquemas, a ordem efetiva (p_E) de $T_{0.5}$ apresenta uma oscilação em torno do valor da ordem assintótica (p_L), determinada *a priori* no Capítulo 3. O valor de p_L , igual a dois para todas as variáveis, não é atingido à medida em que $h \rightarrow 0$ devido aos erros de arredondamento. Para as malhas mais finas, obtidas com 65536 e 32768 volumes, P_E é representada com valor nulo, ou seja, $P_E = 0$. Isto significa que a ordem efetiva para estas malhas não é definida, pois p_E depende do erro das duas soluções numéricas, que possuem sinais diferentes. Se existir uma inversão de sinais no erro de discretização de duas malhas, é possível afirmar que em alguma malha intermediária, entre 65536 e 32768 volumes, o erro numérico é nulo.

Figura 4.5. p_E de $T_{0.5}$ do problema 1Figura 4.6. p_E de T_M do problema 1

A ordem efetiva p_E das variáveis T_M , q_1 e E_M também oscila em torno da ordem assintótica p_L , igual a dois. Pela Fig. 4.6, pode-se observar que o erro de arredondamento de T_M afeta os resultados na última malha, mais fina, ocasionando valores de p_E bastante distintos de p_L , para $h \rightarrow 0$. Para as variáveis q_1 e E_M , observa-se através das Figs. 4.7 e 4.8, que a influência do erro de arredondamento se dá a partir de 16384 e 8192 volumes, respectivamente.

Figura 4.7. p_E de q_1 do problema 1Figura 4.8. p_E de E_m do problema 1

4.2 PROBLEMA 2

Neste problema foram testados todos os sete métodos de cálculo para k : Esquema 1, Esquema 2, Esquema 3, Esquema 4, Esquema 5, Esquema 6 e Esquema 7. Em relação ao erro de discretização, todos os esquemas comportam-se de modo semelhante (Figs. 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12). Através das Tabs. A.13 a A.40, nota-se que à medida em que a malha é refinada ($h \rightarrow 0$), todos os esquemas apresentam o módulo do erro de discretização $|E|$ tendendo a zero, conforme esperado. É possível notar um ligeiro afastamento entre os esquemas à medida em que $h \rightarrow 0$. Este maior distanciamento permite visualizar que, conforme refina-se a malha, o Esquema 2 (método da média harmônica) é o que induz a um menor erro de discretização em relação aos demais, para todas as variáveis de interesse.

Nas malhas mais finas, a influência do erro de arredondamento é percebida somente nos esquemas 6 e 7, nas variáveis $T_{0,5}$, T_M e q_1 , e a partir de 32768 volumes. Os métodos que tiveram pior desempenho em relação ao erro de discretização foram os esquemas 1 e 5, para todas as variáveis.

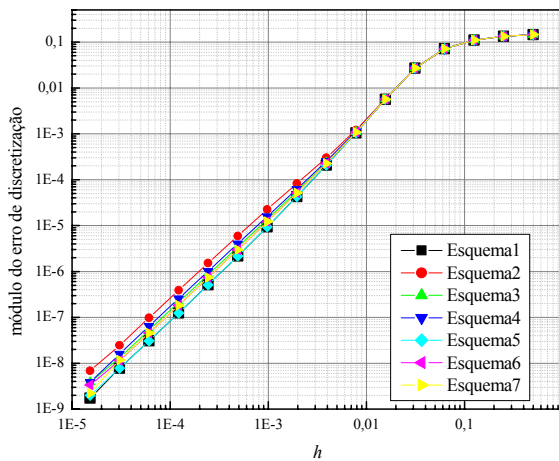


Figura 4.9. $|E|$ de $T_{0,5}$ do problema 2

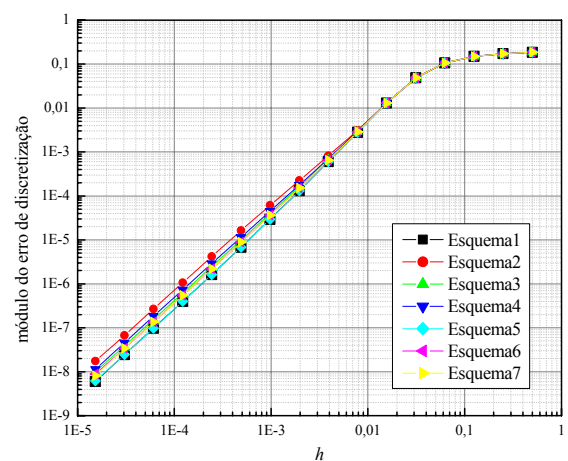


Figura 4.10. $|E|$ de T_M do problema 2

Os resultados obtidos para a norma do erro numérico E_M (Fig. 4.12 e Tabs. A.34 a A.40) podem ser comparados com os do problema A de Liu e Ma (2005) para a temperatura no domínio. E_M indica o grau de afastamento que a solução numérica da temperatura ao longo do domínio T_x está de sua solução analítica T_x^{ex} . Isto também se traduz em um valor médio, em determinada malha, para o erro numérico da temperatura T_x . Com base na Fig. 4.12, é

possível afirmar que o erro médio do Esquema 2 apresenta comportamento e valores muito semelhantes aos do Esquema 3. Além disso, o Esquema 2 demonstrou melhor desempenho, ou seja, menor erro numérico. No entanto, os resultados obtidos por Liu e Ma (2005), gerados com malhas de 9 volumes, demonstraram que o erro do Esquema 2 é muito superior ao calculado em relação ao Esquema 3, o que colocaria o método dos autores em uma posição de vantagem. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que, nas malhas mais grossas (até 1024 volumes), todos os esquemas apresentam valores semelhantes de erro, o que contradiz os resultados de Liu e Ma (2005). Os resultados do presente trabalho foram obtidos para números pares de volumes. Números ímpares poderão apresentar resultados diferentes.

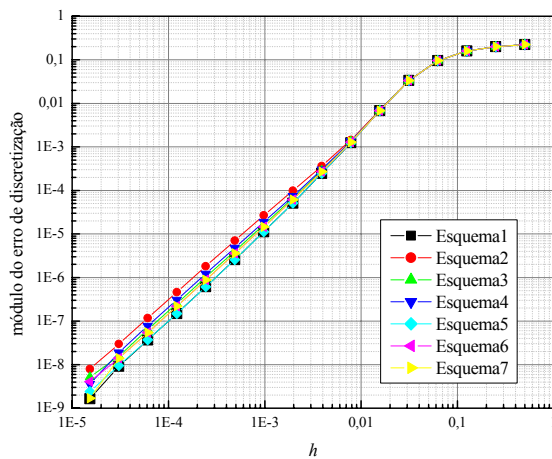


Figura 4.11. $|E|$ de q_1 do problema 2

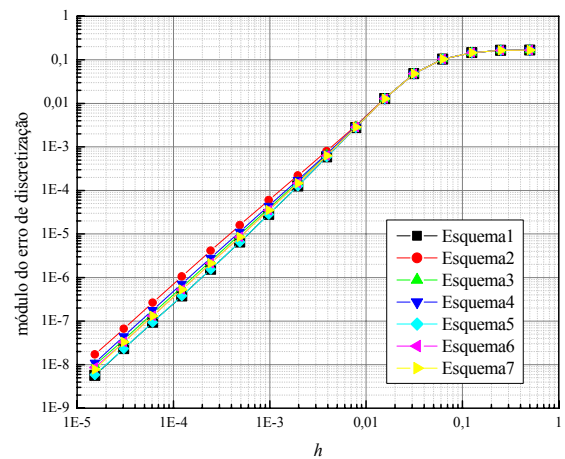


Figura 4.12. $|E|$ de E_m do problema 2

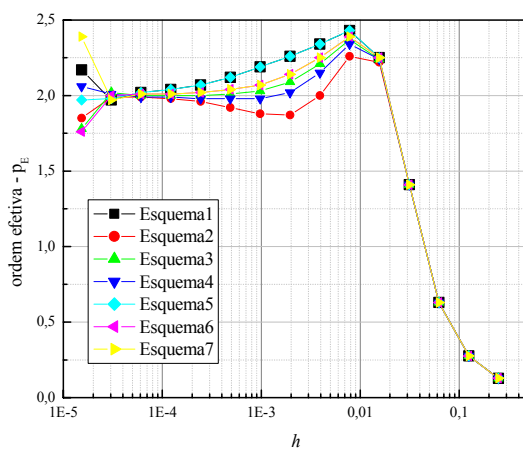


Figura 4.13. p_E de $T_{0.5}$ do problema 2

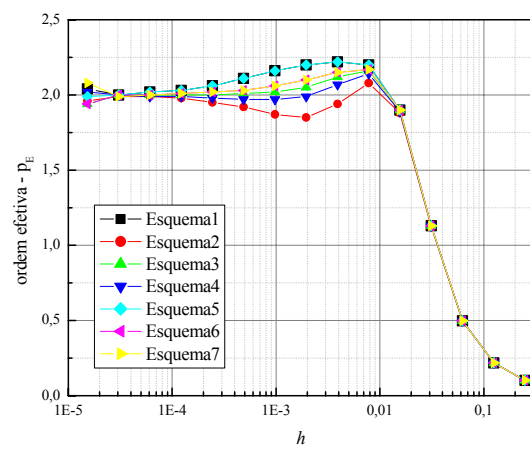


Figura 4.14. p_E de T_M do problema 2

No caso das ordens efetivas p_E das variáveis de interesse $T_{0.5}$, T_M , q_I e E_M , seu valor oscila em torno da ordem assintótica, igual a dois, quando a malha é refinada. No entanto, a ordem assintótica p_L não é atingida à medida em que $h \rightarrow 0$.

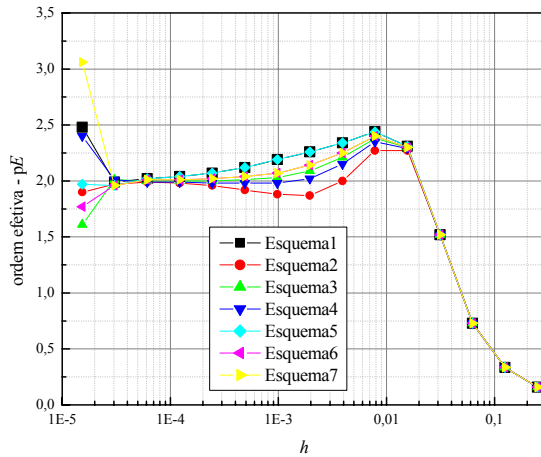


Figura 4.15. p_E de q_I do problema 2

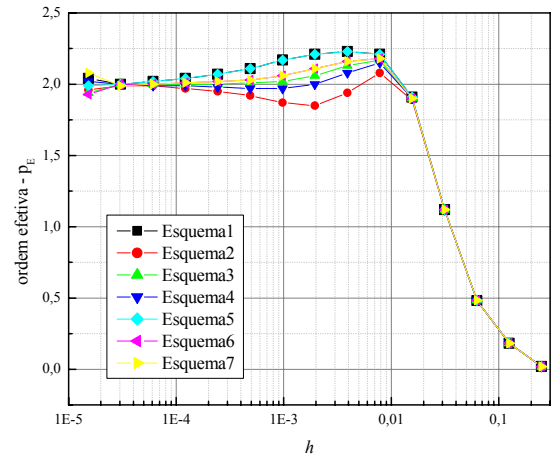


Figura 4.16. p_E de E_m do problema 2

4.3 PROBLEMA 3

Neste problema, a condutividade térmica apresenta valor constante em cada meio e o domínio é composto por dois meios. Foram simulados os três métodos mais empregados para calcular k na face do volume de controle, Esquema 1, Esquema 2 e Esquema 3. Os resultados obtidos para este caso mostraram que alguns métodos de cálculo de k nas faces apresentam comportamento diferente do esperado ao lidar com a interface entre dois meios. Isto se reflete no erro numérico das variáveis de interesse e nas ordens efetivas das mesmas. Neste sentido, o método da média aritmética (Esquema 1) apresentou comportamento semelhante ao Esquema 3, de Liu e Ma (2005), com valores próximos para todas as variáveis.

Tradicionalmente, o Esquema 1 não é muito utilizado para problemas em que a condutividade térmica, ou o coeficiente de difusão, sofram descontinuidades, devido a dificuldade de convergência e à sua acurácia. No entanto, este método apresentou menor erro numérico que o método da média harmônica (Esquema 2) para a variável $T_{0.5}$, como se pode observar na Fig. 4.18, e nas Tabs. A.41 e A. 42. Para esta variável, calculada através da média aritmética dos nós adjacentes a $X=L/2$, o melhor método, ou seja, o que apresentou menor erro numérico, foi o Esquema 3, de Liu e Ma (2005), como pode ser percebido comparando-

se os dados das Tabs. A.41 a A.43. O método que apresentou erro numérico mais elevado foi o Esquema 2 (Tab. A.42). A influência do erro de arredondamento não é percebida em nenhum dos três métodos analisados. À medida em que $h \rightarrow 0$, $E \rightarrow 0$, conforme esperado.

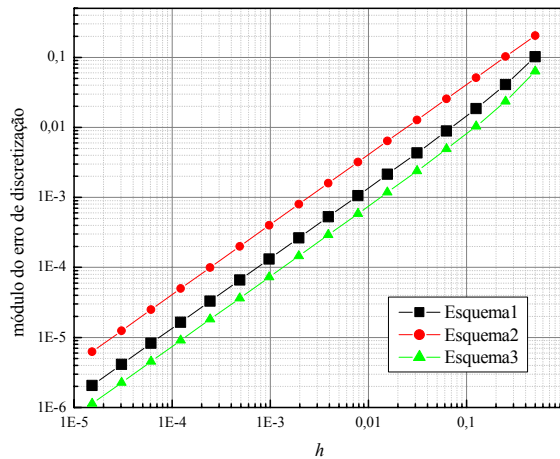


Figura 4.17. $|E|$ de $T_{0.5}$ do problema 3

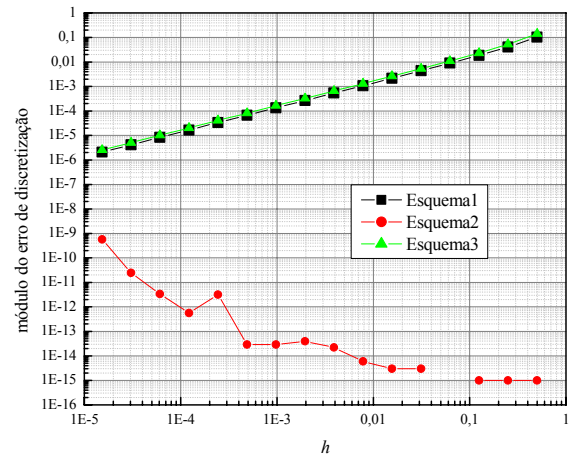


Figura 4.18. $|E|$ de T_M do problema 3

Para a variável T_M , comparando-se os dados das Tabs. A.44 a A.46, constatou-se que o método que apresenta menores níveis de erro numérico foi o Esquema 2 (média harmônica), como pode ser observado na Fig. 4.18. Para a simulação feita com 8 volumes ($h \approx 6.25e-2$) é possível observar, através da Tab. A.45, que este método apresentou erro numérico nulo, ou seja, $E=0$. O motivo pelo qual este ponto não aparece no gráfico é devido à escala logarítmica. No entanto, à medida em que $h \rightarrow 0$, o erro numérico torna-se cada vez maior, e é evidente a influência dos erros de arredondamento. Neste método, observa-se que o valor do erro para a última malha ($E \approx -5.73e-10$) ainda é muito pequeno em relação ao dos Esquema 1 e Esquema 3, ($E \approx -2.09e-6$ e $E \approx -2.55e-6$, respectivamente). À medida em que $h \rightarrow 0$, o erro de discretização apresenta comportamento monotônico, tendendo a zero, para o Esquema 1 e Esquema 3.

A mesma tendência apresentada para o erro numérico da variável T_M pode ser percebido para as variáveis q_1 e E_M , conforme dados das Tabs. A.44 a A.52 (Figs. 4.19 e 4.20). Para as simulações feitas com 2 e 8 nós, para a variável q_1 , o método da média harmônica (Esquema 2) apresentou erro nulo, como pode ser melhor visualizado na Tab. A.48. O método que apresentou menor erro numérico foi o Esquema 2, para T_M , q_1 e E_M . O

método com pior desempenho, ou seja aquele com erro numérico mais elevado, foi o Esquema 3, mas seus resultados foram muito próximos dos obtidos pelo Esquema 1.

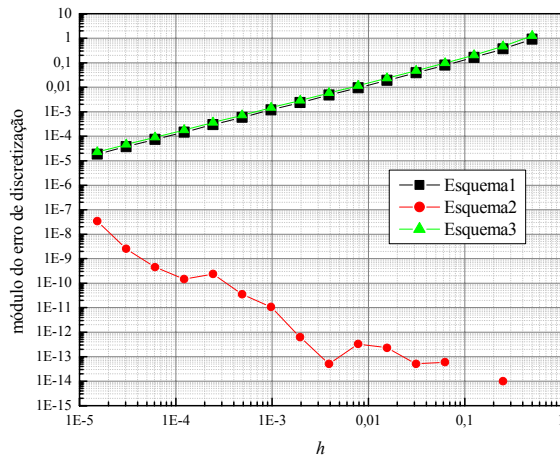


Figura 4.19. $|E|$ de q_1 do problema 3

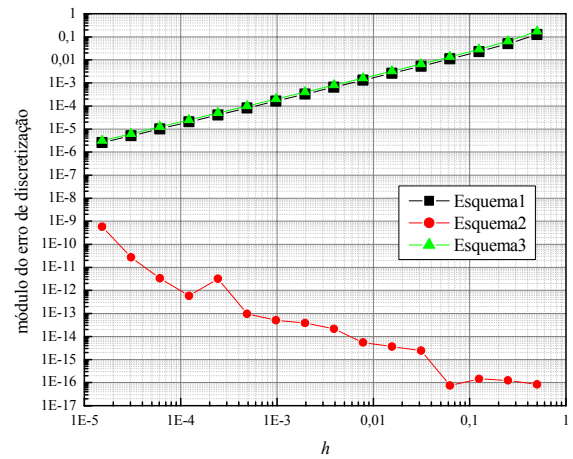


Figura 4.20. $|E|$ de E_m do problema 3

No caso do Problema 3, onde existe uma descontinuidade no campo de temperaturas (a função não é contínua para todo o domínio), observa-se que o valor de p_E para a variável $T_{0.5}$ (Fig. 4.21) não atinge a ordem assintótica p_L obtida *a priori* da solução numérica. O que se verifica é que ocorre uma degeneração da ordem do erro, da ordem dois para a ordem unitária, em todos os esquemas analisados.

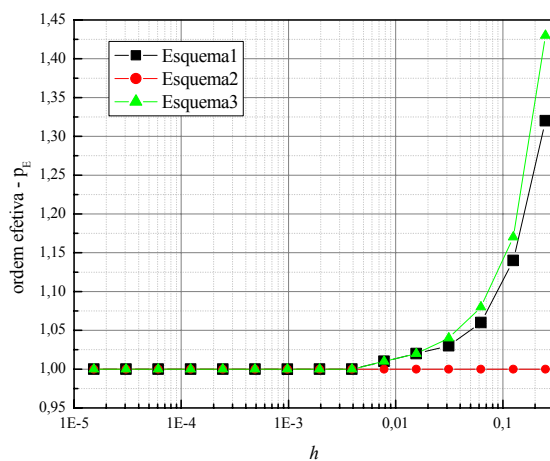


Figura 4.21. p_E de $T_{0.5}$ do problema 3

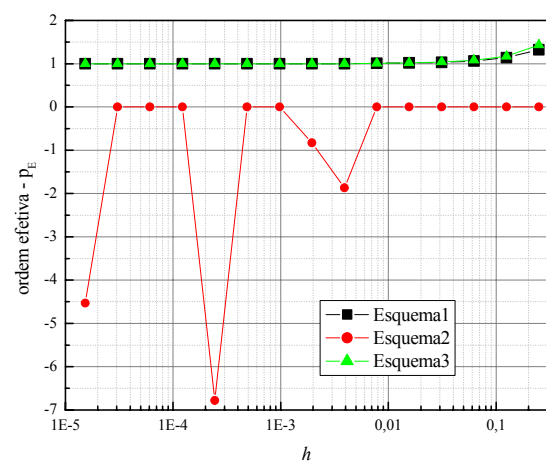


Figura 4.22. p_E de T_M do problema 3

A degeneração da ordem do erro ocorre também com as outras variáveis, T_M , q_I e E_M , com os Esquemas 1 e 3. Não é possível definir para qual valor a ordem efetiva das soluções numéricas obtidas com o Esquema 2 está tendendo. Nas variáveis T_M e q_I o Esquema 2 apresenta vários pontos de indefinição da ordem efetiva, ou seja, $p_E=0$. Como pode ser observado nas Tabs. A.45 e A.48, em muitos pontos onde $p_E=0$, os erros numéricos das malhas utilizadas para calcular p_E eram iguais. Algumas malhas inclusive apresentaram erro numérico nulo.

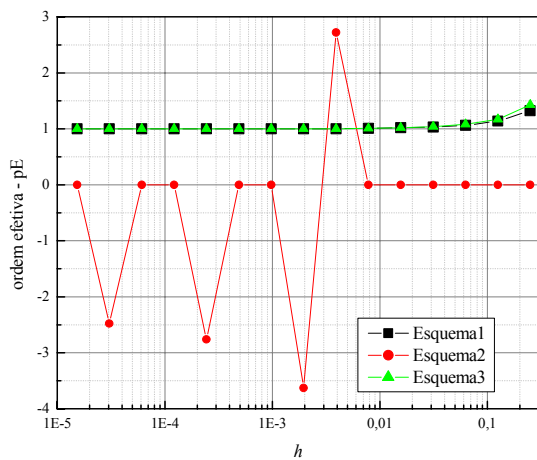


Figura 4.23. p_E de q_I do problema 3

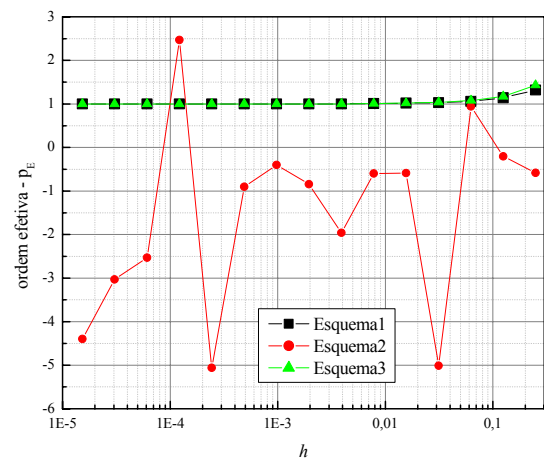


Figura 4.24. p_E de E_M do problema 3

4.4 PROBLEMA 4

Para este problema, foram analisados os sete métodos para cálculo de k nas faces. Assim como no Problema 3, o domínio de cálculo é composto por dois meios. Neste caso, porém, as condutividades térmicas são variáveis e fortemente dependentes da temperatura.

Para a variável $T_{0,5}$, o erro de discretização comporta-se como esperado, com $E \rightarrow 0$ à medida em que $h \rightarrow 0$. O método que apresenta menor erro numérico é o Esquema 1 (média aritmética), como pode ser observado na Fig. 4.25 e nas Tabs. A.53 a A.55. Neste problema, a condutividade térmica é função da temperatura e apresenta uma descontinuidade no domínio. Esta transição entre os dois meios faz com que k assumam valores muito diferentes nos nós adjacentes, influenciando assim os valores de erro numérico. Ao contrário do observado no

Problema 3, o pior desempenho (maior erro numérico) foi atribuído ao Esquema 3, de Liu e Ma (2005).

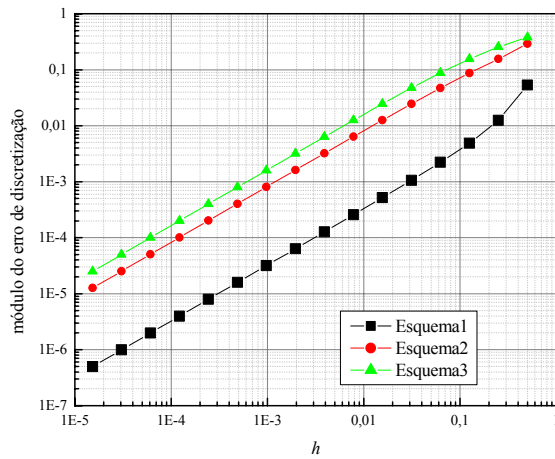


Figura 4.25. $|E|$ de $T_{0,5}$ do problema 4

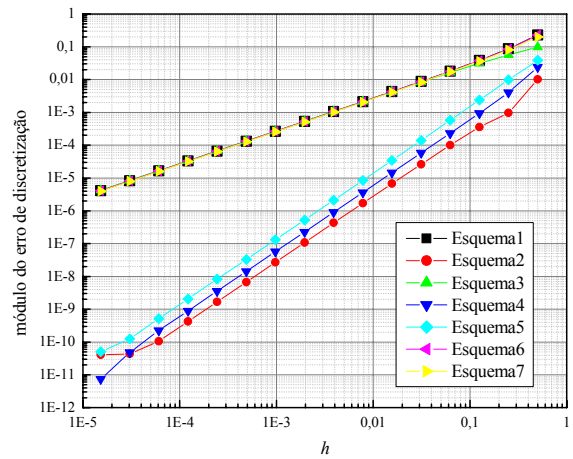


Figura 4.26. $|E|$ de T_M do problema 4

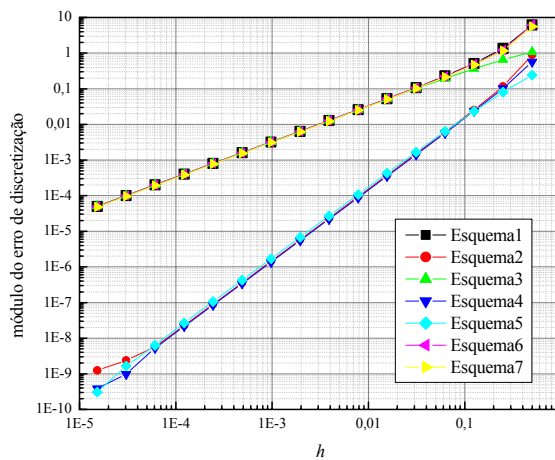


Figura 4.27. $|E|$ de q_1 do problema 4

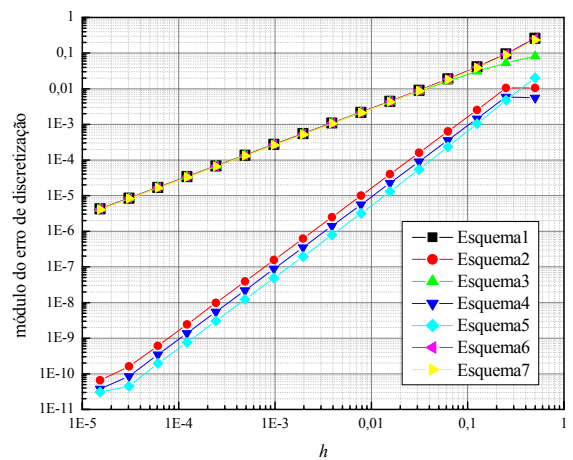


Figura 4.28. $|E|$ de E_m do problema 4

A temperatura média no domínio T_M foi obtida através dos sete esquemas de cálculo de k . Conforme a Fig. 4.26 e as Tabs. A.57, A.59 e A.60, o método com melhor desempenho para esta variável foi o Esquema 2 (média harmônica), seguido pelo Esquema 4 e Esquema 5, ambos propostos neste trabalho. Observa-se no Esquema 2 a influência do erro de arredondamento a partir de 32768 volumes simulados. Todos os métodos apresentam $E \rightarrow 0$, à medida em que a malha é refinada. O método com pior desempenho foi o da média aritmética

(Esquema 1), seguido pelos Esquemas 6 e 7 (Gauss com 2 e 3 pontos), como pode ser verificado através da Fig. 4.26, comparando-se os dados das Tabs. A.56, A.61 e A.62.

Com os dados das Tabs. A.63 a A.69, e de acordo com a Fig. 4.27, o método que apresentou o menor erro numérico para q_I foi o Esquema 4, seguido pelos Esquemas 5 e 2. O método com pior desempenho foi o Esquema 3 seguido do Esquema 1. Estes dois métodos apresentaram valores de erro numérico muito próximos. Já para E_M , os menores níveis de erro encontrados foram através do Esquema 5.

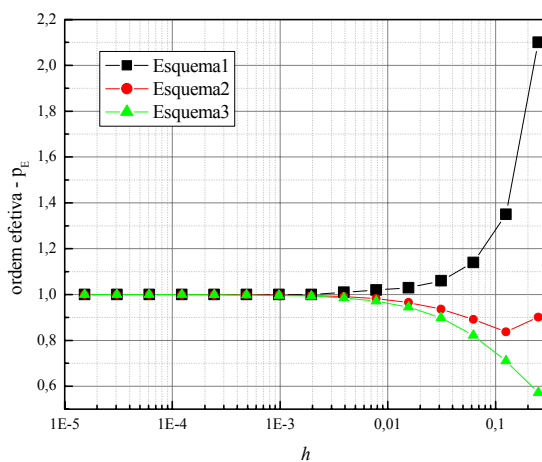


Figura 4.29. p_E de $T_{0.5}$ do problema 4

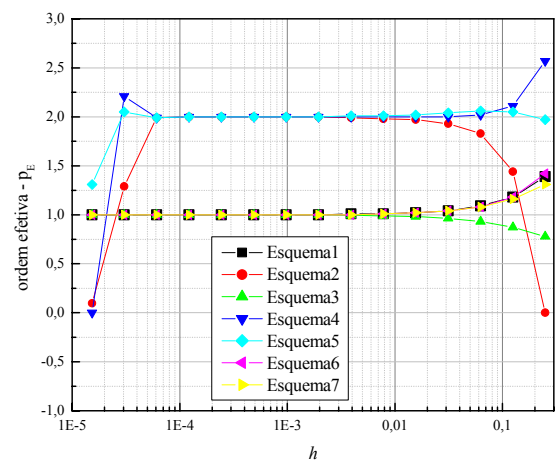


Figura 4.30. p_E de T_M do problema 4

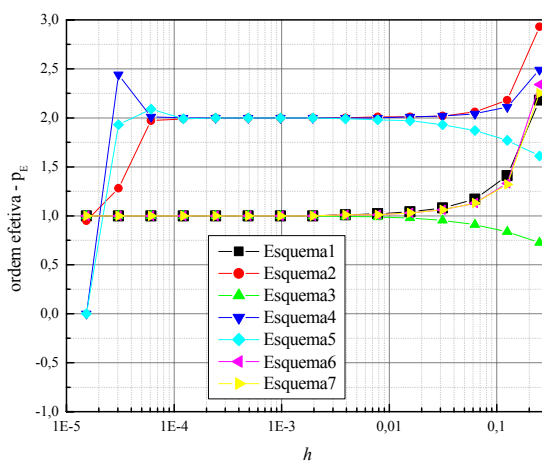


Figura 4.31. p_E de q_I do problema 4

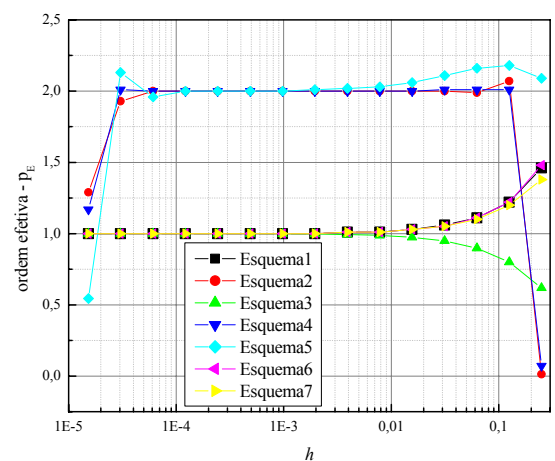


Figura 4.32. p_E de E_m do problema 4

O mesmo comportamento que a ordem efetiva p_E apresenta no Problema 3 é verificado no Problema 4. Neste caso, quatro métodos empregados para calcular k nas faces (Esquemas 1, 3, 6 e 7) degeneram a ordem do erro numérico, e fazem com que p_E não atinja p_L à medida em que $h \rightarrow 0$ (Figs. 4.29 a 4.32). Os Esquemas 2, 4 e 5 mantêm a ordem efetiva do erro numérico tendendo à ordem assintótica. Já nas malhas mais finas, o erro de arredondamento passa a dominar o valor total do erro, impedindo que $p_E \rightarrow p_L$.

4.5 PROBLEMA 5

Enquanto os problemas anteriores apresentavam resultados obtidos para fluxos exclusivamente difusivos (condução de calor), o Problema 5 é governado por advecção e difusão de calor, com termo fonte. À medida em que a malha foi refinada ($h \rightarrow 0$), todos os esquemas simulados tenderam a zero, conforme esperado.

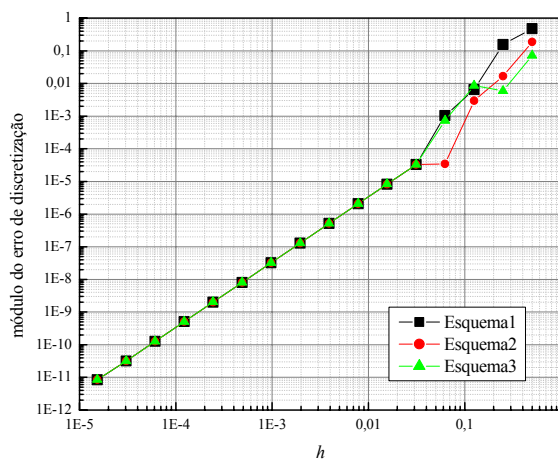


Figura 4.33. $|E|$ de $T_{0.5}$ do problema 5

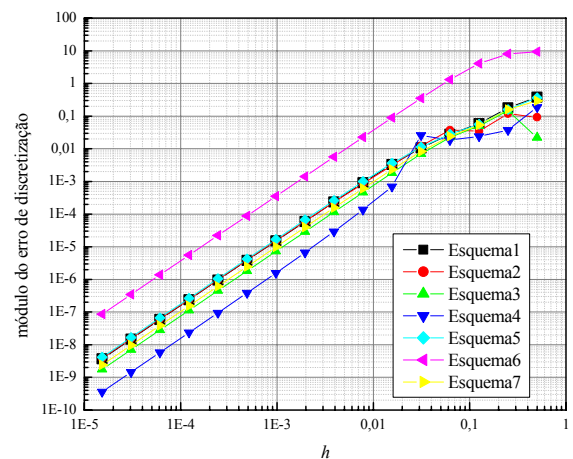


Figura 4.34. $|E|$ de T_M do problema 5

Através da Fig. 4.33, observa-se que o comportamento do erro de discretização para a variável $T_{0.5}$ não é afetado de maneira significativa pelos métodos de cálculo de k à medida em que a malha é refinada. Conforme os dados das Tabs. A.77 a A.79, o erro de discretização para os três métodos apresenta diferenças muito pequenas. Ainda assim, o Esquema 1 foi o que apresentou menor erro numérico em relação aos demais.

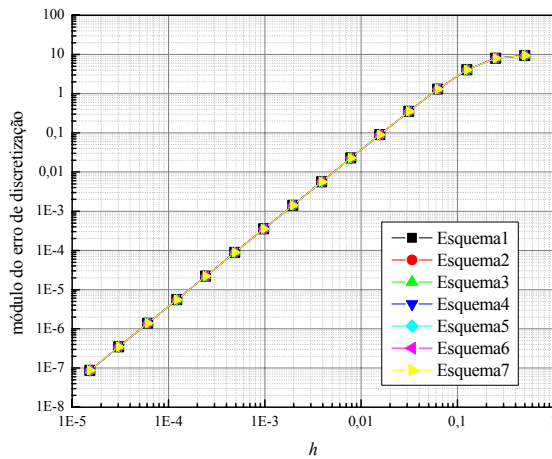


Figura 4.35. $|E|$ de q_1 do problema 5

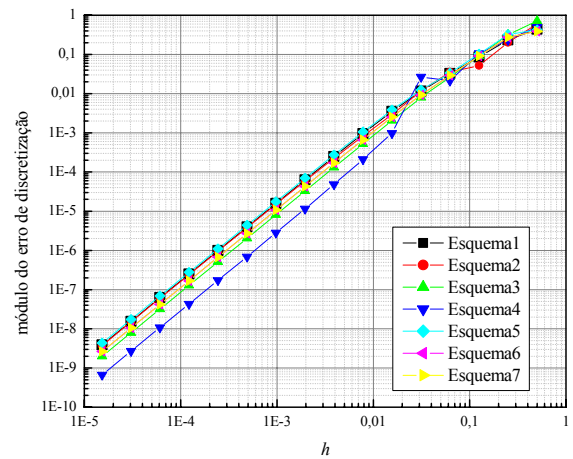


Figura 4.36. $|E|$ de E_m do problema 5

Para as variáveis T_M e E_M , o método mais acurado para calcular k na face foi o método proposto neste trabalho, o Esquema 4. Em relação à variável q_1 , os sete métodos apresentaram valores semelhantes. Considerando-se a pequena diferença entre eles, o Esquema 3 foi o que apresentou menor erro numérico.

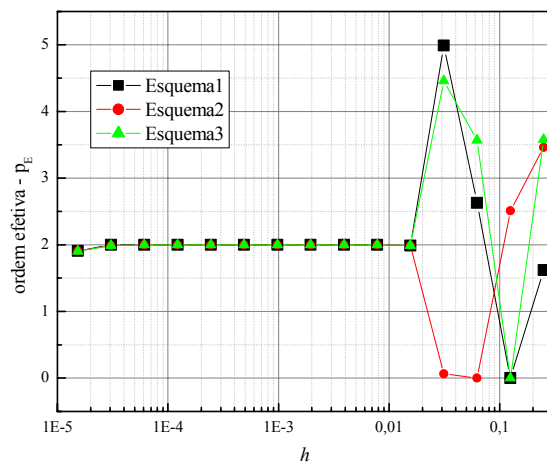


Figura 4.37. p_E de $T_{0.5}$ do problema 5

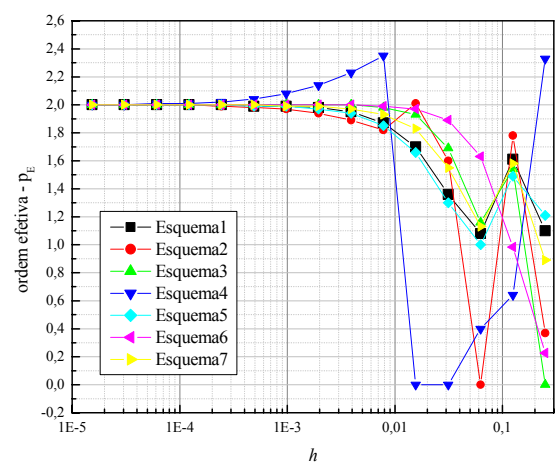


Figura 4.38. p_E de T_M do problema 5

Em relação à ordem efetiva p_E do erro de discretização, todos os métodos para calcular k nas faces apresentaram uma oscilação em torno da ordem assintótica p_L , igual a dois e definida *a priori* da solução numérica (Figs. 4.37 a 4.40). É possível afirmar que à medida em que $h \rightarrow 0$, $p_E \rightarrow p_L$, conforme esperado.

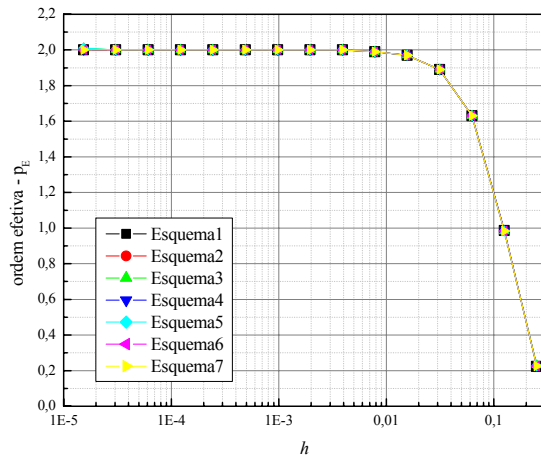


Figura 4.39. p_E de q_I do problema 5

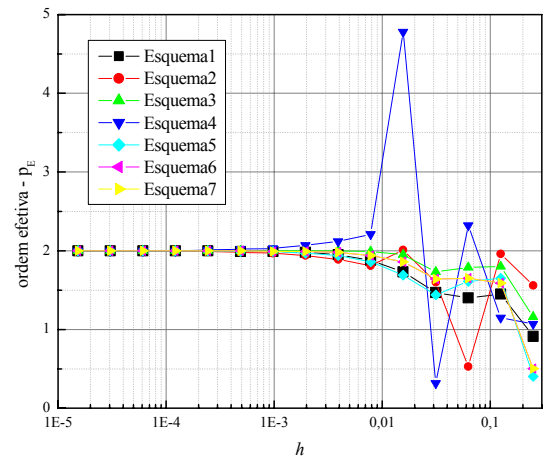


Figura 4.40. p_E de E_m do problema 5

5 CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as principais constatações deste trabalho e um resumo das contribuições desta dissertação. O objetivo deste trabalho era aplicar cinco esquemas numéricos obtidos da literatura e dois propostos neste trabalho, para avaliar as soluções numéricas para cinco problemas de difusão e advecção de calor. As variáveis analisadas foram a temperatura na metade do domínio $T_{0.5}$, a temperatura média no domínio T_M , a taxa de transferência de calor na fronteira direita q_l e a norma do erro numérico E_M . Todos os problemas possuem solução analítica.

Primeiramente, foi resolvido o Problema 1, com fluxos difusivos de calor e o domínio formado por um único meio. Foram simulados três métodos de cálculo de k nas faces dos volumes de controle (Esquema 1, Esquema 2 e Esquema 3). Todos os métodos apresentaram comportamento semelhante em relação ao erro de discretização e à ordem efetiva. O erro de arredondamento passa a predominar nas malhas mais finas. Constatou-se também que as ordens obtidas a partir das soluções numéricas (ordens efetivas) se aproximaram da ordem teórica (ordem assintótica), como era esperado. Com uma função de k comportando-se de modo exponencial com a temperatura, o método que gerou menor erro numérico foi o Esquema 1 (método da média aritmética), para todas as variáveis de interesse.

Em relação ao Problema 2, em que os fluxos difusivos predominam e a condutividade térmica também varia da temperatura, foram simulados os sete métodos de cálculo de k . Os resultados de todos os esquemas se mostraram muito próximos. À medida em que a malha é refinada, o erro numérico se aproxima de zero, conforme esperado. O método que apresentou menores erros numéricos foi o Esquema 2 (método da média harmônica). As ordens efetivas apresentaram uma tendência à ordem assintótica, porém, este valor não foi atingido.

O Problema 3 apresentava um domínio composto por dois meios, com condutividade térmica constante em cada meio. Os fluxos de calor eram exclusivamente difusivos. Para a temperatura na metade do domínio, o melhor método (ou seja, o que apresentou menor erro numérico) foi o Esquema 3, de Liu e Ma (2005). Para as outras variáveis (temperatura média, taxa de transferência de calor e norma do erro numérico) foi o Esquema 2. Neste caso, o erro de arredondamento, à medida em que a malha foi refinada, tornou-se muito grande, o que não impediu este esquema de ser considerado o melhor. Os erros numéricos das variáveis tiveram sua ordem efetiva reduzida, de 2ª para 1ª ordem. Esta redução foi constatada para todas as

variáveis. A ordem efetiva do Esquema 2 (método da média harmônica) para a temperatura média, taxa de transferência de calor e norma do erro numérico não apresentou tendência definida. Isto se deve ao fato de o erro numérico ser nulo em muitas malhas ou apresentar sinais contrários nas duas malhas utilizadas para o cálculo da ordem efetiva.

O Problema 4, semelhante ao Problema 3, com condutividade térmica variável em cada meio, também apresentou uma redução na ordem de acurácia do erro com a utilização de alguns esquemas. Para temperatura média, taxa de transferência de calor e norma do erro numérico, os Esquemas 4, 5 (propostos) e 2 não reduziram a ordem do erro numérico, ao contrário dos outros esquemas. Como cada variável atingiu de maneira diferente os menores níveis de erro com estes três métodos, recomenda-se como método mais geral para este problema o Esquema 4.

Verificou-se também que quando existe a presença de termo fonte em um caso onde ocorre advecção de calor (Problema 5) os métodos de cálculo de k não reduzem a ordem do erro numérico. Embora não tenha atingido o menor erro numérico para a taxa de transferência de calor, levou-se em consideração a escolha de um método mais geral para todas as variáveis. Neste sentido, o Esquema 4 foi o mais adequado para este problema. De forma sintetizada este trabalho apresenta as seguintes contribuições:

- análise detalhada da ordem efetiva para as variáveis de interesse propostas;
- observação do comportamento do erro numérico conforme a malha está sendo refinada;
- aplicação de diferentes esquemas numéricos e observação do desempenho dos esquemas numéricos conforme o tamanho da malha.

Com base nisso, algumas sugestões para trabalhos futuros:

- realizar os mesmos estudos para outras propriedades de transporte;
- realizar os mesmos estudos para problemas bidimensionais;
- utilizar malhas não estruturadas na discretização destes problemas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJALI, M.H., LAURENT, M. Thermal conductivity estimation in non-linear problems. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 50, pp. 4623-4628, 2007.

CHANG, K. C., PAYNE, U. J. Analytical and numerical approaches for heat conduction in composite materials. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 14, pp. 899-904, 1990.

CHANG, K. C., PAYNE, U. J. Numerical treatment of diffusion coefficients at interfaces. **Numerical Heat Transfer, Part B**, v. 21, pp. 363-376, 1992.

CHANG, K. C., PAYNE, U. J. Analytical solution for heat conduction in a two-material-layer with linearly temperature-dependent conductivity. **Journal of Heat Transfer**, v. 113, pp. 237-239, 1991.

FERZIGER, J. H., PERIĆ, M. **Computational Methods for Fluid Dynamics**, Springer, 2ed., 1999.

FLETCHER, C. A. J. **Computational Techniques for Fluid Dynamics**, v.1, Springer, 2ed., 1997.

KREYISZIG, E. **Advanced Engineering Mathematics**, Wiley, 8ed., 1999.

LAOUADI, A., LACROIX, M., GALANIS, N. A numerical method for the treatment of discontinuous thermal conductivity in phase change problems. **International Journal of Numerical Methods for Heat and Fluid Flow**, v. 8, n. 3, pp. 265-287, 1998.

LIU, Z., MA, C. A new method for numerical treatment of diffusion coefficients at control-volume surfaces. **Numerical Heat Transfer, Part B**, vol. 47, pp. 491-505, 2005.

MALISKA, C. R., **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**, LTC, 2ed., 2004.

MARCHI, C. H. Protocolo para estimar erros de discretização em CFD: versão 1.1. 2005. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/cfd/>

MARCHI, C. H. Esquemas de Alta Ordem para a Solução de Escoamentos de Fluidos sem Dispersão Numérica, **Journal of the Braz. Soc. Mechanical Sciences**, vol. XV, n. 3, pp. 231-249, 1993.

MARCHI, C. H. **Verificação de Soluções Numéricas Unidimensionais em Dinâmica dos Fluidos**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2001.

MARCHI, C. H., SILVA, A. F. C. Previsão de erros de truncamento de modelos numéricos em malhas não-uniformes. **IV SIMMEC**, Uberlândia, pp. 481-488, 2000.

MARCHI, C. H.; SILVA, A. F. C. Unidimensional Numerical Solution Error Estimation for Convergent Apparent Order. **Numerical Heat Transfer**, Part B, v. 42, pp. 167-188, 2002.

OBERKAMPF, W. L., TRUCANO, T. G. Verification and validation in computational fluid dynamics. **Progress in Aerospace Sciences**, v. 38, pp. 209-272, 2002.

PATANKAR, S. V. **Numerical heat transfer and fluid flow**, Hemisphere, 1980.

PHAM, Q. T. Modelling heat and mass transfer in frozen foods: a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 29, pp. 876-888, 2006

SAMARSKII, A. A., VABISHCHEVICH, P. N. **Computational Heat Transfer**, v. 1, Wiley, 1995.

SAYED-AHMED, M. E. The effect of variable properties on the helical flow and heat transfer of power law fluids. **Acta Mechanica**, v. 181, pp. 185-197, 2006.

SCHNEIDER, F. A. **Verificação de Soluções Numéricas em Problemas Difusivos e Advectivos com Malhas Não-Uniformes**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos, UFPR, Curitiba, 2007.

SCHNEIDER, F. A., MARCHI, C. H. Efeito do Tipo de Refino de Malhas Não-Uniformes de Volumes Finitos Sobre a Ordem Efetiva do Erro de Discretização. Proceedings of the XXVII Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, Belém, 2006.

TANNENHILL, J. C., ANDERSON, D. A., PLETCHER, R. H. **Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer**, Taylor & Francis, 2ed., 1997.

TAO, L. N. The heat conduction problem with temperature-dependent material properties. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 32, pp. 487-491, 1989.

VENSON, G. G., MOREIRA, G. A. A., VALLE, R. M., BARROS, J. E. M. Modelagem do Perfil de Temperatura em Câmara de Combustão Tubular Utilizando o Modelo de Combustão Eddy Dissipation. In: X Encontro de Modelagem Computacional, Nova Friburgo, 2007.

VERSTEEG, H. K., MALALASEKERA, W. **An introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method**, Longman, 1995.

VOLLER, V. R., SWAMINATHAN, C. R. Treatment of discontinuous thermal conductivity in control-volume solutions of phase change problems. **Numerical Heat Transfer, Part B**, v. 24, pp. 161-180, 1993.

VOLLER, V. R. Numerical treatment of rapidly changing and discontinuous conductivities. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 44, pp. 4553-4556, 2001.

Zhao, F. Y., TANG, G. F., LIU, D. Conjugate natural convection in enclosures with external and internal heat sources. **International Journal of Engineering Science**, v. 44, pp. 148-165, 2006.

A. APÊNDICE – TABELAS E

Neste apêndice estão concentradas as tabelas com os valores que deram origem aos gráficos de erros numéricos conforme o refino da malha. As tabelas estão ordenadas conforme aparecem no texto, os esquemas estão separados em diferentes tabelas.

Tabela A.1. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p1_001	0,5000000000000000	0,63128857218529300	-0,01117406522701500
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	0,62190150565528800	-0,00178699869701004
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	0,62041320709460900	-0,00029870013633104
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	0,62017054179053900	-0,00005603483226102
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	0,62012621436654000	-0,00001170740826206
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	0,62011714900908100	-0,00000264205080303
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	0,62011513208115600	-0,00000062512287802
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	0,62011465882933700	-0,00000015187105906
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	0,62011454437586200	-0,00000003741758403
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	0,62011451624396800	-0,00000000928568999
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	0,62011450927186000	-0,00000000231358199
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	0,62011450753347700	-0,00000000057519900
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	0,62011450710118400	-0,00000000014290602
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	0,62011450699399400	-0,00000000003571599
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	0,62011450698271600	-0,00000000002443801
Patankar_1Dp_1p1_016	0,00001525878906250	0,62011450687845900	0,00000000007981893

Tabela A.2. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p2_001	0,5000000000000000	0,62841857152231800	-0,00830406456403998
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	0,62322038827203200	-0,00310588131375400
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	0,62102888362885000	-0,00091437667057204
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	0,62036083435823400	-0,00024632739995600
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	0,62017832690281700	-0,00006381994453908
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	0,62013074262701800	-0,00001623566873998
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	0,62011860100316100	-0,00000409404488300
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	0,62011553486259000	-0,00000102790431200
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	0,62011476448380400	-0,00000025752552602
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	0,62011457140783700	-0,00000006444955902
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	0,62011452307801000	-0,00000001611973199
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	0,62011451099168500	-0,00000000403340705
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	0,62011450795887900	-0,00000000100060105
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	0,62011450720612600	-0,00000000024784808
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	0,62011450698116800	-0,00000000002289002
Patankar_1Dp_1p2_016	0,00001525878906250	0,62011450681498900	0,00000000014328894

Tabela A.3. E de $T_{0,5}$ do Problema 1, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=6.20114506958278E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p3_001	0,5000000000000000	0,62989631891597900	-0,00978181195770100
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	0,62254275692262100	-0,00242824996434299
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	0,62071939322404900	-0,00060488626577104
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	0,62026557172433800	-0,00015106476606008
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	0,62015226300705500	-0,00003775604877698
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	0,62012394533112900	-0,00000943837285106
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	0,62011686651146200	-0,00000235955318406
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	0,62011509684403400	-0,00000058988575602
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	0,62011465442971900	-0,00000014747144106
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	0,62011454382678200	-0,00000003686850403
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	0,62011451617629400	-0,00000000921801602
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	0,62011450926157100	-0,00000000230329300
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	0,62011450753427600	-0,00000000057599803
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	0,62011450711716800	-0,00000000015889001
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	0,62011450700706300	-0,00000000004878509
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	0,62011450675043900	0,00000000020783897

Tabela A.4. E de T_M do Problema 1, Esquema 1, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p1_001	0,5000000000000000	0,63128857218529300	-0,04931186531596700
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	0,59469147318635800	-0,01271476631703190
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	0,58507794288616700	-0,00310123601684098
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	0,58273460652408700	-0,00075789965476103
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	0,58216358270996700	-0,00018687584064103
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	0,58202307735264900	-0,00004637048332301
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	0,58198825455847000	-0,00001154768914402
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	0,58197958809277300	-0,00000288122344694
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	0,58197742645788500	-0,00000071958855896
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	0,58197688667653000	-0,00000017980720401
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	0,58197675181023900	-0,00000004494091299
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	0,58197671810170000	-0,00000001123237403
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	0,58197670967635500	-0,00000000280702894
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	0,58197670756960300	-0,00000000070027695
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	0,58197670706298100	-0,00000000019365498
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	0,58197670687018300	-0,0000000000085698

Tabela A.5. E de T_M do Problema 1, Esquema 2, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p2_001	0,5000000000000000	0,62841857152231800	-0,04644186465299190
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	0,59499299701968100	-0,01301629015035500
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	0,58542304314953700	-0,00344633628021096
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	0,58286268617026500	-0,00088597930093903
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	0,58220122766056200	-0,00022452079123603
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	0,58203321188058000	-0,00005650501125398
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	0,58199087968871000	-0,00001417281938398
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	0,58198025587481500	-0,00000354900548893
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	0,58197759484456600	-0,00000088797524000
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	0,58197692895320000	-0,00000022208387396
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	0,58197676240090700	-0,00000005553158100
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	0,58197672075490500	-0,00000001388557902
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	0,58197671033492200	-0,00000000346559603
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	0,58197670773471100	-0,00000000086538499
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	0,58197670706053500	-0,00000000019120894
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	0,58197670684542900	0,00000000002389700

Tabela A.6. E de T_M do Problema 1, Esquema 3, $T_M^{ex}=5.81976706869326E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p3_001	0,5000000000000000	0,62989631891597900	-0,04791961204665300
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	0,59483393546710800	-0,01285722859778200
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	0,58524930037891600	-0,00327259350958997
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	0,58279854619444500	-0,00082183932511903
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	0,58218239808944400	-0,00020569122011804
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	0,58202814414695200	-0,00005143727762602
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	0,58198956709345000	-0,00001286022412395
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	0,58197992198188100	-0,00000321511255497
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	0,58197751065109300	-0,00000080378176703
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	0,58197690781540100	-0,00000020094607500
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	0,58197675710660400	-0,00000005023727800
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	0,58197671942789400	-0,00000001255856796
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	0,58197671000962200	-0,00000000314029602
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	0,58197670766288400	-0,00000000079355800
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	0,58197670707843300	-0,00000000020910695
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	0,58197670678197500	0,00000000008735102

Tabela A.7. E de q_I do Problema 1, Esquema 1, $q_I^{ex} = -1.71828182845905$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p1_001	0,5000000000000000	-1,66156370460213000	-0,05671812385691990
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	-1,70806507777530000	-0,01021675068375010
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	-1,71637321616734000	-0,00190861229171002
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	-1,71789055013842000	-0,00039127832062991
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	-1,71819491787625000	-0,00008691058280008
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	-1,71826147073990000	-0,00002035771914999
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	-1,71827691052352000	-0,00000491793552992
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	-1,71828062042312000	-0,00000120803592996
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	-1,71828152912947000	-0,00000029932958001
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	-1,71828175395675000	-0,00000007450229988
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	-1,71828180988058000	-0,00000001857846987
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	-1,71828182385999000	-0,00000000459906002
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	-1,71828182725193000	-0,00000000120711996
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	-1,71828182841884000	-0,0000000004021006
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	-1,71828182773650000	-0,00000000072255002
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	-1,71828182890340000	0,00000000044435011

Tabela A.8. E de q_I do Problema 1, Esquema 2, $q_I^{ex} = -1.71828182845905$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p2_001	0,5000000000000000	-1,62524151102191000	-0,09304031743713990
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	-1,68994613030298000	-0,02833569815607010
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	-1,71049146538671000	-0,00779036307233993
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	-1,71624440413703000	-0,00203742432202003
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	-1,71776130091730000	-0,00052052754174992
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	-1,71815030958921000	-0,00013151886984009
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	-1,71824877615811000	-0,00003305230093997
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	-1,71827354386687000	-0,00000828459218005
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	-1,71827975462290000	-0,00000207383614992
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	-1,71828130967009000	-0,00000051878896001
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	-1,71828169872640000	-0,00000012973264996
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	-1,71828179602478000	-0,00000003243426994
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	-1,71828182049277000	-0,00000000796628008
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	-1,71828182605536000	-0,00000000240368991
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	-1,71828182832984000	-0,00000000012920998
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	-1,71828182850784000	0,00000000004879008

Tabela A.9. E de q_I do Problema 1, Esquema 3, $q_I^{ex} = -1.71828182845905$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p3_001	0,5000000000000000	-1,64394360666518000	-0,07433822179387000
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	-1,69904586899665000	-0,01923595946239990
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	-1,71343418673983000	-0,00484764171922003
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	-1,71706755257996000	-0,00121427587909007
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	-1,71797811252694000	-0,00030371593210998
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	-1,71820589030486000	-0,00007593815418994
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	-1,71826284334719000	-0,00001898511185994
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	-1,71827708214515000	-0,00000474631389991
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	-1,71828064187758000	-0,00000118658146997
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	-1,71828153181157000	-0,00000029664747991
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	-1,71828175425961000	-0,00000007419943993
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	-1,71828180995104000	-0,00000001850801001
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	-1,71828182383527000	-0,00000000462378003
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	-1,71828182731127000	-0,00000000114777987
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	-1,71828182797383000	-0,00000000048522009
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	-1,71828183159323000	0,00000000313418003

Tabela A.10. E de E_M do Problema 1, Esquema 1, $E_M^{ex} = 0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p1_001	0,5000000000000000	0,03860709280946380	-0,03860709280946380
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	0,00992951958167249	-0,00992951958167249
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	0,00239691815220576	-0,00239691815220576
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	0,00058129370257994	-0,00058129370257994
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	0,00014269098883632	-0,00014269098883632
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	0,00003532217773211	-0,00003532217773211
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	0,00000878548183955	-0,00000878548183955
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	0,00000219066343695	-0,00000219066343695
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	0,00000054694804466	-0,00000054694804466
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	0,00000013664704339	-0,00000013664704339
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	0,00000003415086977	-0,00000003415086977
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	0,00000000853486357	-0,00000000853486357
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	0,00000000213265120	-0,00000000213265120
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	0,00000000053167945	-0,00000000053167945
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	0,00000000015150695	-0,00000000015150695
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	0,00000000005083681	-0,00000000005083681

Tabela A.11. E de E_M do Problema 1, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p2_001	0,5000000000000000	0,03573709214648850	-0,03573709214648850
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	0,01023104341499510	-0,01023104341499510
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	0,00274201841557554	-0,00274201841557554
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	0,00070937334875754	-0,00070937334875754
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	0,00018033593943184	-0,00018033593943184
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	0,00004545670566350	-0,00004545670566350
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	0,00001141061207933	-0,00001141061207933
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	0,00000285844547930	-0,00000285844547930
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	0,00000071533472483	-0,00000071533472483
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	0,00000017892371305	-0,00000017892371305
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	0,00000004474153641	-0,00000004474153641
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	0,00000001118806950	-0,00000001118806950
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	0,00000000279121798	-0,00000000279121798
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	0,00000000069679289	-0,00000000069679289
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	0,00000000014906021	-0,00000000014906021
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	0,00000000005982697	-0,00000000005982697

Tabela A.12. E de E_M do Problema 1, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_1p3_001	0,5000000000000000	0,03721483954014970	-0,03721483954014970
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	0,01007198186242210	-0,01007198186242210
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	0,00256827564495431	-0,00256827564495431
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	0,00064523337293741	-0,00064523337293741
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	0,00016150636831332	-0,00016150636831332
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	0,00004038897203538	-0,00004038897203538
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	0,00001009801681921	-0,00001009801681921
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	0,00000252455254575	-0,00000252455254575
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	0,00000063114125232	-0,00000063114125232
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	0,00000015778591502	-0,00000015778591502
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	0,00000003944723496	-0,00000003944723496
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	0,00000000986105700	-0,00000000986105700
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	0,00000000246591780	-0,00000000246591780
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	0,00000000062496298	-0,00000000062496298
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	0,00000000016696084	-0,00000000016696084
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	0,00000000011448094	-0,00000000011448094

Tabela A.13. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p1_001	0,5000000000000000	0,98726359458087300	-0,14603102238804300
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	0,97491296599212500	-0,13368039379929500
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	0,95164436996794300	-0,11041179777511300
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	0,91257155641125600	-0,07133898421842600
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	0,86810306601134900	-0,02687049381851900
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	0,84686341219056200	-0,00563083999773206
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	0,84227813461226900	-0,00104556241943898
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	0,84143866319592300	-0,00020609100309299
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	0,84127548242368800	-0,00004291023085801
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	0,84124196028293000	-0,00000938809009998
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	0,84123472559792000	-0,00000215340509002
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	0,84123308447135100	-0,00000051227852105
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	0,84123269686076500	-0,00000012466793498
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	0,84123260290333300	-0,00000003071050303
Patankar_1Dp_2p1_015	0,00003051757812500	0,84123258000698200	-0,00000000781415199
Patankar_1Dp_2p1_016	0,00001525878906250	0,84123257392768500	-0,00000000173485504

Tabela A.14. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p2_001	0,5000000000000000	0,98726110130538400	-0,14602852911255400
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	0,97490611222432000	-0,13367354003149000
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	0,95163106138673800	-0,11039848919390800
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	0,91255932606940900	-0,07132675387657910
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	0,86815025441703800	-0,02691768222420800
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	0,84701486030831800	-0,00578228811548798
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	0,84243752247976700	-0,00120495028693701
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	0,84153406301647100	-0,00030149082364106
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	0,84131497612347400	-0,00008240393064396
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	0,84125496187420700	-0,00002238968137702
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	0,84123848197832400	-0,00000590978549397
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	0,84123409603854500	-0,00000152384571506
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	0,84123295952088600	-0,00000038732805596
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	0,84123266985564900	-0,00000009766281905
Patankar_1Dp_2p2_015	0,00003051757812500	0,84123259684123400	-0,00000002464840398
Patankar_1Dp_2p2_016	0,00001525878906250	0,84123257903008400	-0,00000000683725399

Tabela A.15. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p3_001	0,5000000000000000	0,98726276405657700	-0,14603019186374700
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	0,97491068285451200	-0,13367811066168200
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	0,95163993598557100	-0,11040736379274100
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	0,91256747582701400	-0,07133490363418400
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	0,86811872836586600	-0,02688615617303600
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	0,84691341249795200	-0,00568084030512206
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	0,84232997147191500	-0,00109739927908503
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	0,84146947799462700	-0,00023690580179703
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	0,84128836155131100	-0,00005578935848105
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	0,84124625134635300	-0,00001367915352302
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	0,84123597346997500	-0,00000340127714504
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	0,84123342131113300	-0,00000084911830300
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	0,84123278439520300	-0,00000021220237301
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	0,84123262524376500	-0,00000005305093498
Patankar_1Dp_2p3_015	0,00003051757812500	0,84123258530272100	-0,00000001310989106
Patankar_1Dp_2p3_016	0,00001525878906250	0,84123257601242000	-0,00000000381958998

Tabela A.16. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 4, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p4_001	0,5000000000000000	0,98726234856602900	-0,14602977637319900
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	0,97490954070010700	-0,13367696850727700
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	0,95163771809265900	-0,11040514589982900
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	0,91256543698632400	-0,07133286479349400
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	0,86812658671873400	-0,02689401452590400
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	0,84693861152021600	-0,00570603932738600
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	0,84235641014141400	-0,00112383794858406
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	0,84148527737272200	-0,00025270517989207
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	0,84129491642431200	-0,00006234423148199
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	0,84124841453241500	-0,00001584233958496
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	0,84123659918039400	-0,00000402698756397
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	0,84123358988101900	-0,00000101768818905
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	0,84123282814616100	-0,00000025595333097
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	0,84123263647595900	-0,00000006428312904
Patankar_1Dp_2p4_015	0,00003051757812500	0,84123258818942000	-0,00000001599659005
Patankar_1Dp_2p4_016	0,00001525878906250	0,84123257603699200	-0,00000000384416199

Tabela A.17. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 5, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p5_001	0,5000000000000000	0,98726359450687700	-0,14603102231404700
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	0,97491296579642900	-0,13368039360359900
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	0,95164436962517400	-0,11041179743234400
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	0,91257155654583300	-0,07133898435300300
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	0,86810307588191200	-0,02687050368908210
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	0,84686351024366700	-0,00563093805083703
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	0,84227839426393000	-0,00104582207110004
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	0,84143885688426200	-0,00020628469143202
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	0,84127553983181000	-0,00004296763898004
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	0,84124196918871000	-0,00000939699587998
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	0,84123472650288800	-0,00000215431005801
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	0,84123308453514400	-0,00000051234231402
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	0,84123269687627600	-0,00000012468344601
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	0,84123260296075900	-0,00000003076792898
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	0,84123257998909300	-0,00000000779626297
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	0,84123257417887400	-0,00000000198604400

Tabela A.18. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 6, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p6_001	0,5000000000000000	0,98726304097031000	-0,14603046877748000
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	0,97491144408613700	-0,13367887189330700
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	0,95164141426836300	-0,11040884207553300
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	0,91256883558391200	-0,07133626339108200
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	0,86811349892634500	-0,02688092673351510
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	0,84689668123121300	-0,00566410903838299
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	0,84231252592320800	-0,00107995373037806
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	0,84145908168310900	-0,00022650949027903
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	0,84128403151735400	-0,00005145932452399
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	0,84124481526028300	-0,00001224306745307
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	0,84123555693131900	-0,00000298473848903
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	0,84123330899070400	-0,00000073679787405
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	0,84123275520189500	-0,00000018300906501
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	0,84123261774400200	-0,00000004555117206
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	0,84123258361144600	-0,00000001141861605
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	0,84123257555472800	-0,00000000336189798

Tabela A.19. E de $T_{0,5}$ do Problema 2, Esquema 7, $T_{0,5}^{ex}=8.41232572192830E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p7_001	0,5000000000000000	0,98726304097031000	-0,14603046877748000
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	0,97491144408613700	-0,13367887189330700
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	0,95164141426836200	-0,11040884207553200
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	0,91256883558391200	-0,07133626339108200
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	0,86811349892634400	-0,02688092673351410
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	0,84689668123120600	-0,00566410903837600
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	0,84231252592320700	-0,00107995373037706
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	0,84145908168303000	-0,00022650949019998
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	0,84128403151735000	-0,00005145932452000
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	0,84124481526080600	-0,00001224306797598
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	0,84123555693337900	-0,00000298474054905
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	0,84123330899016500	-0,00000073679733503
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	0,84123275522896700	-0,00000018303613702
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	0,84123261777704600	-0,00000004558421607
Patankar_1Dp_2p7_015	0,00003051757812500	0,84123258385212500	-0,00000001165929497
Patankar_1Dp_2p7_016	0,00001525878906250	0,84123257441241100	-0,00000000221958096

Tabela A.20. E de T_M do Problema 2, Esquema 1, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p1_001	0,5000000000000000	0,98726359458087300	-0,18623795355523200
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	0,97465107843183800	-0,17362543740619700
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	0,95028962856084800	-0,14926398753520700
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	0,90681592850517300	-0,10579028747953200
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	0,84950900200692900	-0,04848336098128800
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	0,81398855250493300	-0,01296291147929200
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	0,80385087132731600	-0,00282523030167503
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	0,80163078883597700	-0,00060514781033605
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	0,80115703452263900	-0,00013139349699798
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	0,80105500842334800	-0,00002936739770698
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	0,80103245163343100	-0,00000681060778995
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	0,80102727038653000	-0,00000162936088899
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	0,80102603875901300	-0,00000039773337202
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	0,80102573922196300	-0,00000009819632196
Patankar_1Dp_2p1_015	0,00003051757812500	0,80102566555541200	-0,00000002452977099
Patankar_1Dp_2p1_016	0,00001525878906250	0,80102564698339400	-0,00000000595775296

Tabela A.21. E de T_M do Problema 2, Esquema 2, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p2_001	0,5000000000000000	0,98726110130538400	-0,18623546027974300
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	0,97464372660186900	-0,17361808557622800
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	0,95027356539978800	-0,14924792437414700
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	0,90679143713606800	-0,10576579611042700
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	0,84953163314315200	-0,04850599211751110
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	0,81419189170748600	-0,01316625068184500
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	0,80414935815399700	-0,00312371712835602
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	0,80184014858797900	-0,00081450756233803
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	0,80125081083979900	-0,00022516981415799
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	0,80108711961315000	-0,00006147858750905
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	0,80104191032606100	-0,00001626930041998
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	0,80102984170615000	-0,00000420068050899
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	0,80102670942209500	-0,00000106839645397
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	0,80102591050020600	-0,00000026947456500
Patankar_1Dp_2p2_015	0,00003051757812500	0,80102570877858900	-0,00000006775294803
Patankar_1Dp_2p2_016	0,00001525878906250	0,80102565846627800	-0,00000001744063705

Tabela A.22. E de T_M do Problema 2, Esquema 3, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p3_001	0,5000000000000000	0,98726276405657700	-0,18623712303093600
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	0,97464862949597900	-0,17362298847033800
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	0,95028427771820800	-0,14925863669256700
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	0,90680776723513200	-0,10578212620949100
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	0,84951647485634000	-0,04849083383069900
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	0,81405547271398200	-0,01302983168834100
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	0,80394755160044200	-0,00292191057480096
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	0,80169817778598300	-0,00067253676034196
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	0,80118755141085000	-0,00016191038520896
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	0,80106559672604000	-0,00003995570039905
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	0,80103559283930500	-0,00000995181366403
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	0,80102812655342500	-0,00000248552778404
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	0,80102626225278800	-0,00000062122714695
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	0,80102579632548300	-0,00000015529984199
Patankar_1Dp_2p3_015	0,00003051757812500	0,80102567974662100	-0,00000003872097998
Patankar_1Dp_2p3_016	0,00001525878906250	0,80102565111814600	-0,00000001009250505

Tabela A.23 E de T_M do Problema 2, Esquema 4, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p4_001	0,5000000000000000	0,98726234856602900	-0,18623670754038800
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	0,97464740435397300	-0,17362176332833200
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	0,95028160086492000	-0,14925595983927900
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	0,90680368551790700	-0,10577804449226600
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	0,84952023957953400	-0,04849459855389300
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	0,81408928399828600	-0,01306364297264500
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	0,80399702238830500	-0,00297138136266395
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	0,80173282592846300	-0,00070718490282196
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	0,80120310945674300	-0,00017746843110200
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	0,80107093846740300	-0,00004529744176196
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	0,80103716832122000	-0,00001152729557896
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	0,80102855503359400	-0,00000291400795305
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	0,80102637400871300	-0,00000073298307202
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	0,80102582492225600	-0,00000018389661505
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	0,80102568702291400	-0,00000004599727299
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	0,80102565237386800	-0,00000001134822702

Tabela A.24. E de T_M do Problema 2, Esquema 5, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p5_001	0,5000000000000000	0,98726359450687700	-0,18623795348123600
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	0,97465107821197800	-0,17362543718633700
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	0,95028962807261200	-0,14926398704697100
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	0,90681592786216200	-0,10579028683652100
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	0,84950901066623800	-0,04848336964059700
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	0,81398871282370100	-0,01296307179806000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	0,80385142410618700	-0,00282578308054604
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	0,80163125780897200	-0,00060561678333104
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	0,80115718330103300	-0,00013154227539203
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	0,80105503235095700	-0,00002939132531599
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	0,80103245410678400	-0,00000681308114303
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	0,80102727058007100	-0,00000162955442995
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	0,80102603878308500	-0,00000039775744398
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	0,80102573926262900	-0,00000009823698799
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	0,80102566554470700	-0,00000002451906600
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	0,80102564718235900	-0,00000000615671802

Tabela A.25. E de T_M do Problema 2, Esquema 6, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p6_001	0,5000000000000000	0,98726304097031000	-0,18623739994466900
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	0,97464944602140600	-0,17362380499576500
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	0,95028606178724400	-0,14926042076160300
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	0,90681048801969700	-0,10578484699405600
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	0,84951397500003900	-0,04848833397439800
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	0,81403305291305000	-0,01300741188740890
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	0,80391496350946500	-0,00288932248382401
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	0,80167541151904500	-0,00064977049340398
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	0,80117728303074900	-0,00015164200510798
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	0,80106205184785000	-0,00003641082220895
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	0,80103454417497700	-0,00000890314933599
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	0,80102784103921000	-0,00000220001356899
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	0,80102618773707300	-0,00000054671143201
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	0,80102577725238000	-0,00000013622673900
Patankar_1Dp_2p6_015	0,00003051757812500	0,80102567508139500	-0,00000003405575399
Patankar_1Dp_2p6_016	0,00001525878906250	0,80102564992289500	-0,00000000889725404

Tabela A.26. E de T_M do Problema 2, Esquema 7, $T_M^{ex}=8.01025641025641E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p7_001	0,5000000000000000	0,98726304097031000	-0,18623739994466900
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	0,97464944602140600	-0,17362380499576500
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	0,95028606178724400	-0,14926042076160300
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	0,90681048801969700	-0,10578484699405600
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	0,84951397500003900	-0,04848833397439800
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	0,81403305291304700	-0,01300741188740600
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	0,80391496350946100	-0,00288932248382001
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	0,80167541151900300	-0,00064977049336201
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	0,80117728303078700	-0,00015164200514595
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	0,80106205184818500	-0,00003641082254402
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	0,80103454417625100	-0,00000890315060997
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	0,80102784103958600	-0,00000220001394502
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	0,80102618775635400	-0,00000054673071304
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	0,80102577727425400	-0,00000013624861295
Patankar_1Dp_2p7_015	0,00003051757812500	0,80102567522499900	-0,00000003419935801
Patankar_1Dp_2p7_016	0,00001525878906250	0,80102564912180500	-0,00000000809616396

Tabela A.27. E de q_I do Problema 2, Esquema 1, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p1_001	0,5000000000000000	-0,02498474803747590	-0,22461525196252400
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	-0,04830828269310230	-0,20129171730689800
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	-0,08990498841461130	-0,15969501158538900
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	-0,15321215128220100	-0,09638784871779900
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	-0,21602375868642600	-0,03357624131357400
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	-0,24282128226803900	-0,00677871773196098
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	-0,24835093220932000	-0,00124906779067999
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	-0,24935405826727200	-0,00024594173272799
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	-0,24954878727930900	-0,00005121272069100
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	-0,24958879241603400	-0,00001120758396600
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	-0,24959742867167700	-0,00000257132832299
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	-0,24959938820666100	-0,00000061179333899
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	-0,24959985114946900	-0,00000014885053098
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	-0,24959996326651900	-0,00000003673348098
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	-0,24959999076963900	-0,00000000923036098
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	-0,24959999835118700	-0,00000000164881298

Tabela A.28. E de q_I do Problema 2, Esquema 2, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p2_001	0,5000000000000000	-0,02498458718099220	-0,22461541281900800
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	-0,04830726980379650	-0,20129273019620300
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	-0,08989982251292790	-0,15970017748707200
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	-0,15318700827462100	-0,09641299172537900
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	-0,21592371266064700	-0,03367628733935300
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	-0,24262215970632900	-0,00697784029367099
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	-0,24815625179695600	-0,00144374820304399
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	-0,24923931216477500	-0,00036068783522500
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	-0,24950148849109200	-0,00009851150890799
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	-0,24957324484330500	-0,00002675515669498
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	-0,24959293948268200	-0,00000706051731800
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	-0,24959817965282100	-0,00000182034717899
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	-0,24959953728648500	-0,00000046271351498
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	-0,24959988329283100	-0,00000011670716898
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	-0,24959997028054200	-0,00000002971945798
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	-0,24959999203565500	-0,00000000796434499

Tabela A.29. E de q_I do Problema 2, Esquema 3, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p3_001	0,5000000000000000	-0,02498469445526300	-0,22461530554473700
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	-0,04830794530805970	-0,20129205469194000
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	-0,08990326787338710	-0,15969673212661300
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	-0,15320377977175400	-0,09639622022824600
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	-0,21599048949053700	-0,03360951050946300
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	-0,24275549490788300	-0,00684450509211698
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	-0,24828759269041700	-0,00131240730958299
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	-0,24931698735474600	-0,00028301264525399
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	-0,24953336162821000	-0,00006663837179000
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	-0,24958366093096600	-0,00001633906903398
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	-0,24959593734456600	-0,00000406265543398
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	-0,24959898577617400	-0,00000101422382598
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	-0,24959974651392300	-0,00000025348607699
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	-0,24959993663651400	-0,00000006336348599
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	-0,24959998429403600	-0,00000001570596400
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	-0,24959999485872700	-0,00000000514127299

Tabela A.30. E de q_I do Problema 2, Esquema 4, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p4_001	0,5000000000000000	-0,02498466764942010	-0,22461533235058000
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	-0,04830777651714160	-0,20129222348285800
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	-0,08990240702998520	-0,15969759297001500
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	-0,15319959019354800	-0,09640040980645200
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	-0,21597382232879200	-0,03362617767120800
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	-0,24272235935581000	-0,00687764064419000
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	-0,24825529781480800	-0,00134470218519198
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	-0,24929798342509500	-0,00030201657490500
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	-0,24952551123249100	-0,00007448876750898
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	-0,24958107413863200	-0,00001892586136798
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	-0,24959518957030000	-0,00000481042969999
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	-0,24959878437857700	-0,00000121562142300
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	-0,24959969430165100	-0,00000030569834900
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	-0,24959992319054400	-0,00000007680945599
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	-0,24959998096892400	-0,00000001903107599
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	-0,24959999640123000	-0,00000000359876998

Tabela A.31. E de q_I do Problema 2, Esquema 5, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p5_001	0,5000000000000000	-0,02498474803270150	-0,22461525196729800
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	-0,04830828266161640	-0,20129171733838400
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	-0,08990498823339440	-0,15969501176660600
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	-0,15321215002053300	-0,09638784997946700
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	-0,21602374518206300	-0,03357625481793700
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	-0,24282116309125000	-0,00677883690875000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	-0,24835062190806000	-0,00124937809193998
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	-0,24935382748708400	-0,00024617251291598
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	-0,24954871891634400	-0,00005128108365599
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	-0,24958878181155300	-0,00001121818844699
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	-0,24959742759256200	-0,00000257240743798
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	-0,24959938812662600	-0,00000061187337400
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	-0,24959985109671800	-0,00000014890328198
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	-0,24959996321558700	-0,00000003678441299
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	-0,24959999052953200	-0,00000000947046799
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	-0,24959999757993500	-0,00000000242006498

Tabela A.32. E de q_I do Problema 2, Esquema 6, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p6_001	0,5000000000000000	-0,02498471232066500	-0,22461528767933500
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	-0,04830805780086140	-0,20129194219913900
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	-0,08990384156816230	-0,15969615843183800
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	-0,15320657148642900	-0,09639342851357100
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	-0,21600158969791000	-0,03359841030209000
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	-0,24277750246290000	-0,00682249753709999
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	-0,24830890593850100	-0,00129109406149899
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	-0,24932949333197000	-0,00027050666803000
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	-0,24953854763498400	-0,00006145236501598
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	-0,24958537825818900	-0,00001462174181099
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	-0,24959643514557700	-0,00000356485442299
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	-0,24959911995665600	-0,00000088004334398
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	-0,24959978144033800	-0,00000021855966198
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	-0,24959994571327100	-0,00000005428672900
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	-0,24959998608392200	-0,00000001391607798
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	-0,24959999592101700	-0,00000000407898298

Tabela A.33. E de q_I do Problema 2, Esquema 7, $q_I^{ex} = -2.496000000000000E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p7_001	0,5000000000000000	-0,02498471232066500	-0,22461528767933500
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	-0,04830805780086140	-0,20129194219913900
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	-0,08990384156816230	-0,15969615843183800
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	-0,15320657148642500	-0,09639342851357500
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	-0,21600158969791000	-0,03359841030209000
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	-0,24277750246292800	-0,00682249753707198
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	-0,24830890593852900	-0,00129109406147099
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	-0,24932949333219800	-0,00027050666780198
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	-0,24953854763566600	-0,00006145236433400
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	-0,24958537825750700	-0,00001462174249298
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	-0,24959643514239400	-0,00000356485760600
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	-0,24959911994938000	-0,00000088005061999
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	-0,24959978139668200	-0,00000021860331798
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	-0,24959994557866600	-0,00000005442133399
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	-0,24959998601116200	-0,00000001398883798
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	-0,24959999832208300	-0,00000000167791700

Tabela A.34. E de E_M do Problema 2, Esquema 1, $E_M^{ex} = 0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p1_001	0,5000000000000000	0,16792224399216700	-0,16792224399216700
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	0,16567571388326800	-0,16567571388326800
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	0,14594597244907500	-0,14594597244907500
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	0,10446039599708500	-0,10446039599708500
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	0,04797691008782130	-0,04797691008782130
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	0,01278288681220360	-0,01278288681220360
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	0,00276663606219224	-0,00276663606219224
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	0,00058784088416024	-0,00058784088416024
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	0,00012669095696095	-0,00012669095696095
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	0,00002815370984211	-0,00002815370984211
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	0,00000650421849747	-0,00000650421849747
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	0,00000155256315388	-0,00000155256315388
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	0,00000037852113116	-0,00000037852113116
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	0,00000009339245256	-0,00000009339245256
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	0,00000002332875578	-0,00000002332875578
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	0,00000000565749764	-0,00000000565749764

Tabela A.35. E de E_M do Problema 2, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p2_001	0,5000000000000000	0,16791975071667800	-0,16791975071667800
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	0,16566836205329800	-0,16566836205329800
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	0,14592990928801500	-0,14592990928801500
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	0,10443590462798000	-0,10443590462798000
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	0,04799954122404500	-0,04799954122404500
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	0,01298622601475720	-0,01298622601475720
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	0,00306512288887324	-0,00306512288887324
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	0,00079720063616169	-0,00079720063616169
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	0,00022046727412134	-0,00022046727412134
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	0,00006026489964554	-0,00006026489964554
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	0,00001596291112541	-0,00001596291112541
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	0,00000412388277604	-0,00000412388277604
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	0,00000104918421229	-0,00000104918421229
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	0,00000026467069568	-0,00000026467069568
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	0,00000006655193368	-0,00000006655193368
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	0,00000001714037436	-0,00000001714037436

Tabela A.36. E de E_M do Problema 2, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p3_001	0,5000000000000000	0,16792141346787100	-0,16792141346787100
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	0,16567326494740900	-0,16567326494740900
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	0,14594062160643500	-0,14594062160643500
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	0,10445223472704400	-0,10445223472704400
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	0,04798438293723300	-0,04798438293723300
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	0,01284980702125310	-0,01284980702125310
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	0,00286331633531773	-0,00286331633531773
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	0,00065522983416577	-0,00065522983416577
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	0,00015720784517128	-0,00015720784517128
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	0,00003874201253356	-0,00003874201253356
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	0,00000964542436876	-0,00000964542436876
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	0,00000240873004831	-0,00000240873004831
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	0,00000060201490562	-0,00000060201490562
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	0,00000015049597248	-0,00000015049597248
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	0,00000003751996366	-0,00000003751996366
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	0,00000000979224522	-0,00000000979224522

Tabela A.37. E de E_M do Problema 2, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p4_001	0,5000000000000000	0,16792099797732300	-0,16792099797732300
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	0,16567203980540200	-0,16567203980540200
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	0,14593794475314700	-0,14593794475314700
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	0,10444815300981900	-0,10444815300981900
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	0,04798814766042630	-0,04798814766042630
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	0,01288361830555710	-0,01288361830555710
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	0,00291278712318118	-0,00291278712318118
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	0,00068987797664569	-0,00068987797664569
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	0,00017276589106380	-0,00017276589106380
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	0,00004408375389683	-0,00004408375389683
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	0,00001122090628572	-0,00001122090628572
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	0,00000283721021908	-0,00000283721021908
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	0,00000071377082907	-0,00000071377082907
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	0,00000017909274598	-0,00000017909274598
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	0,00000004479625367	-0,00000004479625367
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	0,00000001104797505	-0,00000001104797505

Tabela A.38. E de E_M do Problema 2, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p5_001	0,5000000000000000	0,16792224391817100	-0,16792224391817100
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	0,16567571366340700	-0,16567571366340700
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	0,14594597196083900	-0,14594597196083900
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	0,10446039535407500	-0,10446039535407500
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	0,04797691874713060	-0,04797691874713060
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	0,01278304713097170	-0,01278304713097170
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	0,00276718884106296	-0,00276718884106296
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	0,00058830985715517	-0,00058830985715517
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	0,00012683973535478	-0,00012683973535478
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	0,00002817763745115	-0,00002817763745115
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	0,00000650669185017	-0,00000650669185017
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	0,00000155275669879	-0,00000155275669879
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	0,00000037854520368	-0,00000037854520368
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	0,00000009343311956	-0,00000009343311956
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	0,00000002331804710	-0,00000002331804710
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	0,00000000585645523	-0,00000000585645523

Tabela A.39. E de E_M do Problema 2, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p6_001	0,5000000000000000	0,16792169038160400	-0,16792169038160400
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	0,16567408147283500	-0,16567408147283500
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	0,14594240567547100	-0,14594240567547100
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	0,10445495551160900	-0,10445495551160900
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	0,04798188308093180	-0,04798188308093180
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	0,01282738722032100	-0,01282738722032100
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	0,00283072824434091	-0,00283072824434091
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	0,00063246356722733	-0,00063246356722733
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	0,00014693946507121	-0,00014693946507121
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	0,00003519713434467	-0,00003519713434467
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	0,00000859676004097	-0,00000859676004097
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	0,00000212321583478	-0,00000212321583478
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	0,00000052749918954	-0,00000052749918954
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	0,00000013142287107	-0,00000013142287107
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	0,00000003285473592	-0,00000003285473592
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	0,00000000859699098	-0,00000000859699098

Tabela A.40. E de E_M do Problema 2, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_2p7_001	0,5000000000000000	0,16792169038160400	-0,16792169038160400
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	0,16567408147283500	-0,16567408147283500
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	0,14594240567547000	-0,14594240567547000
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	0,10445495551160900	-0,10445495551160900
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	0,04798188308093200	-0,04798188308093200
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	0,01282738722031780	-0,01282738722031780
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	0,00283072824433713	-0,00283072824433713
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	0,00063246356718567	-0,00063246356718567
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	0,00014693946510826	-0,00014693946510826
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	0,00003519713467898	-0,00003519713467898
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	0,00000859676131485	-0,00000859676131485
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	0,00000212321621054	-0,00000212321621054
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	0,00000052751847373	-0,00000052751847373
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	0,00000013144475201	-0,00000013144475201
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	0,00000003299833848	-0,00000003299833848
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	0,00000000779590235	-0,00000000779590235

Tabela A.41. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p1_001	0,5000000000000000	0,80745341614906800	0,10163749294184100
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	0,86848635235732000	0,04060455673358900
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	0,89064261555806100	0,01844829353284790
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	0,90026954177897600	0,00882136731193295
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	0,90477446584014800	0,00431644325076097
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	0,90695550045673400	0,00213540863417494
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	0,90802881806970100	0,00106209102120791
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	0,90856125586672800	0,00052965322418097
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	0,90882642918337400	0,00026447990753498
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	0,90895875564359800	0,00013215344731099
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	0,90902485397254400	0,00006605511836499
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	0,90905788693569700	0,00003302215521195
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	0,90907439937375800	0,00001650971715095
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	0,90908265458094000	0,00000825450996900
Patankar_1Dp_3p1_015	0,00003051757812500	0,90908678216706100	0,00000412692384799
Patankar_1Dp_3p1_016	0,00001525878906250	0,90908884659408300	0,00000206249682599

Tabela A.42. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p2_001	0,5000000000000000	0,70454545454545400	0,20454545454545500
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	0,80681818181818200	0,10227272727272700
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	0,85795454545454500	0,05113636363636400
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	0,88352272727272700	0,02556818181818200
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	0,89630681818181400	0,01278409090909490
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	0,90269886363637000	0,00639204545453897
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	0,90589488636362600	0,00319602272728292
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	0,90749289772723300	0,00159801136367599
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	0,90829190340905100	0,00079900568185798
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	0,90869140625012400	0,00039950284078494
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	0,90889115767057600	0,00019975142033291
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	0,90899103337571700	0,00009987571519199
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	0,90904097123564000	0,00004993785526897
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	0,90906594015747200	0,00002496893343695
Patankar_1Dp_3p2_015	0,00003051757812500	0,90907842467119600	0,00001248441971291
Patankar_1Dp_3p2_016	0,00001525878906250	0,90908466789452300	0,00000624119638593

Tabela A.43. E de $T_{0,5}$ do Problema 3, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=9.09090909090909E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p3_001	0,5000000000000000	0,84615384615384600	0,06293706293706290
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	0,88571428571428600	0,02337662337662290
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	0,89873417721519000	0,01035673187571890
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	0,90419161676646800	0,00489929232444097
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	0,90670553935860100	0,00238536973230796
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	0,90791366906474200	0,00117724002616693
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	0,90850607576839300	0,00058483332251591
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	0,90879942999639300	0,00029147909451599
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	0,90894540280965700	0,00014550628125198
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	0,90901821412682800	0,00007269496408091
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	0,90905457613681400	0,00003633295409500
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	0,90907274623950100	0,00001816285140799
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	0,90908182855916500	0,00000908053174398
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	0,90908636904173900	0,00000454004916994
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	0,90908863940439400	0,00000226968651496
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	0,90908977501539300	0,00000113407551594

Tabela A.44. E de T_M do Problema 3, Esquema 1, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p1_001	0,5000000000000000	0,80745341614906800	-0,10290796160361300
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	0,74565756823821300	-0,04111211369275800
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	0,72322435174746300	-0,01867889720200800
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	0,71347708894878700	-0,00893163440333200
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	0,70891585333685100	-0,00437039879139600
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	0,70670755578754700	-0,00216210124209193
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	0,70562082170441700	-0,00107536715896195
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	0,70508172843506800	-0,00053627388961297
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	0,70481324045193500	-0,00026778590648002
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	0,70467925991152800	-0,00013380536607299
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	0,70461233535312200	-0,00006688080766692
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	0,70457888948585700	-0,00003343494040198
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	0,70456217065673800	-0,00001671611128296
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	0,70455381226390700	-0,00000835771845198
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	0,70454963346183700	-0,00000417891638194
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	0,70454754450435900	-0,00000208995890394

Tabela A.45. E de T_M do Problema 3, Esquema 2, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p2_001	0,5000000000000000	0,7045454545454540	0,0000000000000100
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	0,7045454545454540	0,0000000000000100
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	0,7045454545454540	0,0000000000000100
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	0,7045454545454550	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	0,7045454545454520	0,0000000000000300
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	0,7045454545454580	-0,0000000000000300
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	0,7045454545454490	0,0000000000000600
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	0,7045454545454330	0,00000000000002198
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	0,70454545454541600	0,00000000000003908
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	0,70454545454548400	-0,00000000000002898
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	0,70454545454542600	0,00000000000002898
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	0,70454545454226200	0,00000000000319300
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	0,70454545454601800	-0,00000000000056299
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	0,70454545454212300	0,00000000000333200
Patankar_1Dp_3p2_015	0,00003051757812500	0,70454545457019800	-0,00000000002474299
Patankar_1Dp_3p2_016	0,00001525878906250	0,62011450687845900	-0,00000000057339999

Tabela A.46. E de T_M do Problema 3, Esquema 3, $T_M^{ex}=7.04545454545455E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p3_001	0,5000000000000000	0,84615384615384600	-0,14160839160839100
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	0,75714285714285700	-0,05259740259740200
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	0,72784810126582300	-0,02330264672036800
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	0,71556886227544900	-0,01102340772999400
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	0,70991253644314900	-0,00536708189769397
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	0,70719424460431300	-0,00264879005885799
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	0,70586132952107800	-0,00131587497562302
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	0,70520128250798900	-0,00065582796253394
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	0,70487284367761200	-0,00032738913215702
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	0,70470901821397500	-0,00016356366852000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	0,70462720369533000	-0,00008174914987502
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	0,70458632095136500	-0,00004086640590995
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	0,70456588570029000	-0,00002043115483497
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	0,70455566960828000	-0,00001021506282495
Patankar_1Dp_3p3_015	0,00003051757812500	0,70455056210613800	-0,00000510756068295
Patankar_1Dp_3p3_016	0,00001525878906250	0,70454800872726200	-0,00000255418180695

Tabela A.47. E de q_I do Problema 3, Esquema 1, $q_I^{ex} = -1.81818181818182$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p1_001	0,5000000000000000	-2,73291925465839000	0,91473743647657000
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	-2,18362282878412000	0,36544101060230000
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	-1,98421645997749000	0,16603464179567000
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	-1,89757412398922000	0,07939230580740020
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	-1,85702980743869000	0,03884798925687010
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	-1,83740049588963000	0,01921867770781010
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	-1,82774063737241000	0,00955881919059021
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	-1,82294869719783000	0,00476687901601003
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	-1,82056213734654000	0,00238031916472004
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	-1,81937119919439000	0,00118938101257005
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	-1,81877631420775000	0,00059449602593009
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	-1,81847901757465000	0,00029719939283002
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	-1,81833040507627000	0,00014858689445019
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	-1,81825610834494000	0,00007429016312011
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	-1,81821895428584000	0,00003713610402012
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	-1,81820035533747000	0,00001853715565003

Tabela A.48. E de q_I do Problema 3, Esquema 2, $q_I^{ex} = -1.81818181818182$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p2_001	0,5000000000000000	-1,81818181818182000	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	-1,81818181818183000	0,00000000000000999
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	-1,81818181818182000	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	-1,81818181818176000	-0,0000000000005995
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	-1,81818181818187000	0,0000000000005018
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	-1,81818181818159000	-0,0000000000022982
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	-1,81818181818215000	0,0000000000033018
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	-1,81818181818187000	0,0000000000005018
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	-1,81818181818244000	0,00000000000062017
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	-1,81818181817107000	-0,0000000001074985
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	-1,81818181821654000	0,0000000003472000
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	-1,81818181841663000	0,0000000023481017
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	-1,81818181803465000	-0,0000000014716983
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	-1,81818181863491000	0,0000000045309001
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	-1,81818182070856000	0,00000000252674015
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	-1,81818178418325000	-0,00000003399856996

Tabela A.49. E de q_I do Problema 3, Esquema 3, $q_I^{ex} = -1.81818181818182$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p3_001	0,5000000000000000	-3,0769230769230700	1,25874125874125000
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	-2,2857142857142800	0,46753246753246000
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	-2,02531645569621000	0,20713463751439000
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	-1,91616766467067000	0,09798584648885010
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	-1,86588921282798000	0,04770739464616010
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	-1,84172661870505000	0,02354480052323020
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	-1,82987848463199000	0,01169666645017010
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	-1,82401140007187000	0,00582958189005001
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	-1,82109194380587000	0,00291012562405002
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	-1,81963571746564000	0,00145389928382000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	-1,81890847721661000	0,00072665903479008
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	-1,81854507530261000	0,00036325712079011
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	-1,81836342902898000	0,00018161084716017
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	-1,81827261945728000	0,00009080127546013
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	-1,81822721213393000	0,00004539395211012
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	-1,81820448255166000	0,00002266436984000

Tabela A.50. E de E_M do Problema 3, Esquema 1, $E_M^{ex} = 0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p1_001	0,5000000000000000	0,12577639751552800	-0,12577639751552800
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	0,05024813895781640	-0,05024813895781640
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	0,02282976324689970	-0,02282976324689970
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	0,01091644204851760	-0,01091644204851760
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	0,00534159852281700	-0,00534159852281700
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	0,00264256818478482	-0,00264256818478482
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	0,00131433763873462	-0,00131433763873462
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	0,00065544586501730	-0,00065544586501730
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	0,00032729388563966	-0,00032729388563966
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	0,00016353989157442	-0,00016353989157442
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	0,00008174320918589	-0,00008174320918589
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	0,00004086492347217	-0,00004086492347217
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	0,00002043079087965	-0,00002043079087965
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	0,00001021497951163	-0,00001021497951163
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	0,00000510736624831	-0,00000510736624831
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	0,00000255349825426	-0,00000255349825426

Tabela A.51. E de E_M do Problema 3, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p2_001	0,5000000000000000	0,0000000000000008	-0,0000000000000008
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	0,0000000000000012	-0,0000000000000012
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	0,0000000000000014	-0,0000000000000014
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	0,0000000000000008	-0,0000000000000008
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	0,00000000000000242	-0,00000000000000242
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	0,00000000000000364	-0,00000000000000364
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	0,00000000000000552	-0,00000000000000552
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	0,00000000000002152	-0,00000000000002152
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	0,00000000000003859	-0,00000000000003859
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	0,00000000000005098	-0,00000000000005098
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	0,00000000000009545	-0,00000000000009545
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	0,00000000000319239	-0,00000000000319239
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	0,0000000000057488	-0,0000000000057488
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	0,00000000000333115	-0,00000000000333115
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	0,00000000002711732	-0,00000000002711732
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	0,00000000057340015	-0,00000000057340015

Tabela A.52. E de E_M do Problema 3, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_3p3_001	0,5000000000000000	0,17307692307692300	-0,17307692307692300
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	0,06428571428571430	-0,06428571428571430
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	0,02848101265822780	-0,02848101265822780
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	0,01347305389221560	-0,01347305389221560
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	0,00655976676384839	-0,00655976676384839
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	0,00323741007194243	-0,00323741007194243
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	0,00160829163688483	-0,00160829163688483
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	0,00080156750979629	-0,00080156750979629
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	0,00040014227279792	-0,00040014227279792
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	0,00019991115056490	-0,00019991115056490
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	0,00009991562659079	-0,00009991562659079
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	0,00004994783268382	-0,00004994783268382
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	0,00002497142304439	-0,00002497142304439
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	0,00001248508751660	-0,00001248508751660
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	0,00000624237173109	-0,00000624237173109
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	0,00000312098158935	-0,00000312098158935

Tabela A.53. E de $T_{0,5}$ do Problema 4, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=1.68695962126305E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p1_001	0,5000000000000000	0,07037973076718540	-0,05351013455455490
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	0,02934607550387380	-0,01247647929124330
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	0,02175384090305320	-0,00488424469042270
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	0,01908250771871650	-0,00221291150608600
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	0,01792772887521650	-0,00105813266258600
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	0,01738751297466560	-0,00051791676203510
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	0,01712587370271570	-0,00025627749008520
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	0,01699707748135350	-0,00012748126872300
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	0,01693317403731470	-0,00006357782468420
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	0,01690134461540430	-0,00003174840277380
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	0,01688546031062240	-0,00001586409799190
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	0,01687752573869570	-0,00000792952606520
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	0,01687356034513730	-0,00000396413250680
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	0,01687157812162230	-0,00000198190899180
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	0,01687058712725290	-0,00000099091462240
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	0,01687009166192990	-0,00000049544929940

Tabela A.54. E de $T_{0,5}$ do Problema 4, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=1.68695962126305E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p2_001	0,5000000000000000	0,30828781436387900	-0,29141821815124800
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	0,17293054214853500	-0,15606094593590400
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	0,10422080526872400	-0,08735120905609350
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	0,06398792124445310	-0,04711832503182260
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	0,04149536450780550	-0,02462576829517500
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	0,02948214849023130	-0,01261255227760080
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	0,02325554167807180	-0,00638594546544130
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	0,02008312686812950	-0,00321353065549900
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	0,01848158428678510	-0,00161198807415460
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	0,01767690655375740	-0,00080731034112690
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	0,01727358179980150	-0,00040398558717100
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	0,01707167177880080	-0,00020207556617030
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	0,01697065471011610	-0,00010105849748560
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	0,01692013064259080	-0,00005053442996030
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	0,01689486472007410	-0,00002526850744360
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	0,01688223073554810	-0,00001263452291760

Tabela A.55. E de $T_{0,5}$ do Problema 4, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=1.68695962126305E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p3_001	0,5000000000000000	0,39618519590356600	-0,37931559969093500
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	0,27197784893826600	-0,25510825272563500
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	0,17284473367077700	-0,15597513745814600
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	0,10515771232070000	-0,08828811610806950
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	0,06424750210598200	-0,04737790589335150
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	0,04147866441043870	-0,02460906819780820
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	0,02942073725273520	-0,01255114104010470
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	0,02320909117035240	-0,00633949495772190
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	0,02005562284291070	-0,00318602663028020
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	0,01846671749318030	-0,00159712128054980
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	0,01766918867578550	-0,00079959246315500
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	0,01726965100774380	-0,00040005479511330
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	0,01706968832728630	-0,00020009211465580
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	0,01696965845916650	-0,00010006224653600
Patankar_1Dp_4p3_015	0,00003051757812500	0,01691963138256140	-0,00005003516993090
Patankar_1Dp_4p3_016	0,00001525878906250	0,01689461480704020	-0,00002501859440970

Tabela A.56. E de T_M do Problema 4, Esquema 1, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p1_001	0,5000000000000000	0,07037973076718540	0,22770547026892400
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	0,21132155263725000	0,08676364839885900
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	0,25990642443209200	0,03817877660401700
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	0,28015161265983600	0,01793358837627300
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	0,28938731839787600	0,00869788263823301
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	0,29380080406240500	0,00428439697370403
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	0,29595879381714200	0,00212640721896701
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	0,29702590167437900	0,00105929936173005
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	0,29755652194637600	0,00052867908973303
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	0,29782110345376300	0,00026409758234602
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	0,29795321264982300	0,00013198838628603
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	0,29801922193271500	0,00006597910339401
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	0,29805221525426000	0,00003298578184902
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	0,29806870908907600	0,00001649194703301
Patankar_1Dp_4p1_015	0,00003051757812500	0,29807695530798900	0,00000824572812003
Patankar_1Dp_4p1_016	0,00001525878906250	0,29808107821873300	0,00000412281737605

Tabela A.57. E de T_M do Problema 4, Esquema 2, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p2_001	0,5000000000000000	0,30828781436387900	-0,01020261332776990
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	0,29711988140190100	0,00096531963420804
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	0,29772871976604800	0,00035648127006105
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	0,29798488011468700	0,00010032092142204
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	0,29805880711984200	0,00002639391626702
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	0,29807844143501200	0,00000675960109703
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	0,29808349113068700	0,00000170990542203
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	0,29808477106594900	0,00000042997016003
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	0,29808509323222600	0,00000010780388304
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	0,29808517404629700	0,00000002698981205
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	0,29808519428382700	0,00000000675228201
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	0,29808519934730000	0,00000000168880904
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	0,29808520061283600	0,00000000042327303
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	0,29808520092959700	0,00000000010651202
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	0,29808520099245700	0,00000000004365203
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	0,29808520099528300	0,00000000004082601

Tabela A.58. E de T_M do Problema 4, Esquema 3, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p3_001	0,5000000000000000	0,39618519590356600	-0,09809999486745700
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	0,35525410734031700	-0,05716890630420800
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	0,32930580000815600	-0,03122059897204700
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	0,31446021658749200	-0,01637501555138300
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	0,30647990608019300	-0,00839470504408396
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	0,30233657852525200	-0,00425137748914295
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	0,30022469013068300	-0,00213948909457395
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	0,29915843349703900	-0,00107323246093000
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	0,29862269404196900	-0,00053749300585998
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	0,29835416733678000	-0,00026896630067097
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	0,29821973921192400	-0,00013453817581499
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	0,29815248389059200	-0,00006728285448299
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	0,29811884590575400	-0,00003364486964497
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	0,29810202433219300	-0,00001682329608399
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	0,29809361289718100	-0,00000841186107198
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	0,29808940699956200	-0,00000420596345296

Tabela A.59. E de T_M do Problema 4, Esquema 4, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p4_001	0,5000000000000000	0,32216303889225900	-0,02407783785615000
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	0,30214584730843400	-0,00406064627232500
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	0,29902587260448000	-0,00094067156837097
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	0,29831730908797000	-0,00023210805186097
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	0,29814323216844300	-0,00005803113233399
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	0,29809973454932100	-0,00001453351321196
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	0,29808883925909300	-0,00000363822298399
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	0,29808611130121400	-0,00000091026510496
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	0,29808542869758400	-0,00000022766147495
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	0,29808525796372900	-0,00000005692761995
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	0,29808521526943200	-0,00000001423332296
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	0,29808520459497600	-0,00000000355886698
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	0,29808520192629500	-0,00000000089018598
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	0,29808520126023900	-0,00000000022412999
Patankar_1Dp_4p4_015	0,00003051757812500	0,29808520108439900	-0,00000000004828998
Patankar_1Dp_4p4_016	0,00001525878906250	0,29808520102866600	0,0000000000744305

Tabela A.60. E de T_M do Problema 4, Esquema 5, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p5_001	0,5000000000000000	0,33692439192183600	-0,03883919088572700
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	0,30802590446411600	-0,00994070342800696
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	0,30047917647552500	-0,00239397543941600
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	0,29865965427925800	-0,00057445324314898
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	0,29822486031742500	-0,00013965928131599
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	0,29811956026572800	-0,00003435922961897
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	0,29809371758513300	-0,00000851654902395
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	0,29808732078028000	-0,00000211974417097
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	0,29808572978337600	-0,00000052874726697
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	0,29808533307346200	-0,00000013203735300
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	0,29808523402667600	-0,00000003299056700
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	0,29808520928120300	-0,00000000824509400
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	0,29808520309663600	-0,00000000206052697
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	0,29808520155619700	-0,00000000052008797
Patankar_1Dp_4p5_015	0,00003051757812500	0,29808520116194600	-0,00000000012583695
Patankar_1Dp_4p5_016	0,00001525878906250	0,29808520108696900	-0,00000000005085998

Tabela A.61. E de T_M do Problema 4, Esquema 6, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p6_001	0,5000000000000000	0,06963323640247280	0,22845196463363600
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	0,21246273737734100	0,08562246365876800
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	0,26030883079672700	0,03777637023938200
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	0,28025490371082600	0,01783029732528300
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	0,28941269988456400	0,00867250115154505
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	0,29380705069323400	0,00427815034287504
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	0,29596034067458200	0,00212486036152704
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	0,29702628639483700	0,00105891464127200
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	0,29755661786860700	0,00052858316750204
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	0,29782112740157000	0,00026407363453901
Patankar_1Dp_4p6_011	0,00048828125000000	0,29795321863264200	0,00013198240346701
Patankar_1Dp_4p6_012	0,00024414062500000	0,29801922342867900	0,00006597760743005
Patankar_1Dp_4p6_013	0,00012207031250000	0,29805221562918200	0,00003298540692703
Patankar_1Dp_4p6_014	0,00006103515625000	0,29806870918320500	0,00001649185290403
Patankar_1Dp_4p6_015	0,00003051757812500	0,29807695531867900	0,00000824571743002
Patankar_1Dp_4p6_016	0,00001525878906250	0,29808107826217500	0,00000412277393402

Tabela A.62. E de T_M do Problema 4, Esquema 7, $T_M^{ex}=2.98085201036109E-01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p7_001	0,5000000000000000	0,09806167436555280	0,20002352667055600
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	0,21714448103980600	0,08094071999630300
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	0,26185575877701700	0,03622944225909200
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	0,28089360130710600	0,01719159972900300
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	0,28970386066962300	0,00838134036648602
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	0,29394616507631200	0,00413903595979703
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	0,29602834822368000	0,00205685281242901
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	0,29705991077993000	0,00102529025617903
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	0,29757333619608100	0,00051186484002802
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	0,29782946322066900	0,00025573781544003
Patankar_1Dp_4p7_011	0,00048828125000000	0,29795738072123100	0,00012782031487801
Patankar_1Dp_4p7_012	0,00024414062500000	0,29802130301911500	0,00006389801699402
Patankar_1Dp_4p7_013	0,00012207031250000	0,29805325506247000	0,00003194597363904
Patankar_1Dp_4p7_014	0,00006103515625000	0,29806922880664200	0,00001597222946703
Patankar_1Dp_4p7_015	0,00003051757812500	0,29807721511739700	0,00000798591871204
Patankar_1Dp_4p7_016	0,00001525878906250	0,29808120810362100	0,00000399293248804

Tabela A.63. E de q_I do Problema 4, Esquema 1, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p1_001	0,5000000000000000	-9,60368704782915000	6,20114877365281000
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	-4,77045431299902000	1,36791603882268000
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	-3,91583522293894000	0,51329694876260000
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	-3,63015250814354000	0,22761423396720000
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	-3,51021578622090000	0,10767751204456000
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	-3,45496215689549000	0,05242388271914990
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	-3,42840996319594000	0,02587168901960000
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	-3,41539066860069000	0,01285239442434970
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	-3,40894380627997000	0,00640553210363004
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	-3,40573589836895000	0,00319762419260972
Patankar_1Dp_4p1_011	0,00048828125000000	-3,40413580385211000	0,00159752967576976
Patankar_1Dp_4p1_012	0,00024414062500000	-3,40333671882314000	0,000798444464679990
Patankar_1Dp_4p1_013	0,00012207031250000	-3,40293741661262000	0,00039914243627992
Patankar_1Dp_4p1_014	0,00006103515625000	-3,40273782541770000	0,00019955124135995
Patankar_1Dp_4p1_015	0,00003051757812500	-3,40263804391709000	0,00009976974074988
Patankar_1Dp_4p1_016	0,00001525878906250	-3,40258815843764000	0,00004988426129993

Tabela A.64. E de q_I do Problema 4, Esquema 2, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p2_001	0,5000000000000000	-4,28551436223532000	0,88297608805898000
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	-3,51809107948337000	0,11555280530703000
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	-3,42810237127938000	0,02556409710304000
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	-3,40866741257127000	0,00612913839492979
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	-3,40404465150624000	0,00150637732989978
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	-3,40291200435969000	0,00037373018334996
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	-3,40263137078833000	0,00009309661198964
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	-3,40256150768116000	0,00002323350482003
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	-3,40254407755372000	0,00000580337737999
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	-3,40253972439780000	0,00000145022145981
Patankar_1Dp_4p2_011	0,00048828125000000	-3,40253863665280000	0,00000036247645996
Patankar_1Dp_4p2_012	0,00024414062500000	-3,40253836477805000	0,00000009060170969
Patankar_1Dp_4p2_013	0,00012207031250000	-3,40253829693915000	0,00000002276280986
Patankar_1Dp_4p2_014	0,00006103515625000	-3,40253827996954000	0,00000000579319970
Patankar_1Dp_4p2_015	0,00003051757812500	-3,40253827655782000	0,00000000238147990
Patankar_1Dp_4p2_016	0,00001525878906250	0,62011450687845900	0,00000000123434996

Tabela A.65. E de q_I do Problema 4, Esquema 3, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p3_001	0,5000000000000000	-2,32066538958748000	-1,08187288458886000
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	-2,74817168849597000	-0,65436658568037000
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	-3,03630304143989000	-0,36623523273645000
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	-3,20764449089630000	-0,19489378328004000
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	-3,30182730738745000	-0,10071096678889000
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	-3,35132109121197000	-0,05121718296437020
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	-3,37670813273578000	-0,02583014144056020
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	-3,38956702216126000	-0,01297125201508020
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	-3,39603850178182000	-0,00649977239452015
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	-3,39928483863483000	-0,00325343554150992
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	-3,40091066745064000	-0,00162760672569995
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	-3,40172424832624000	-0,00081402585009993
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	-3,40213120560223000	-0,00040706857410999
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	-3,40233472609317000	-0,00020354808317036
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	-3,40243649612385000	-0,00010177805249034
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	-3,40248738674628000	-0,00005088743005999

Tabela A.66. E de q_I do Problema 4, Esquema 4, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p4_001	0,5000000000000000	-3,97534902872609000	0,57281075454975000
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	-3,50456281679529000	0,10202454261895000
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	-3,42609391322551000	0,02355563904917000
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	-3,40826517325972000	0,00572689908337987
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	-3,40395335241907000	0,00141507824272979
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	-3,40289014696048000	0,00035187278413984
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	-3,40262601544138000	0,00008774126503974
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	-3,40256018171724000	0,00002190754090003
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	-3,40254374762683000	0,00000547345048973
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	-3,40253964211718000	0,00000136794083971
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	-3,40253861610706000	0,00000034193071974
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	-3,40253835964316000	0,00000008546681984
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	-3,40253829551018000	0,00000002133384003
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	-3,40253827948497000	0,00000000530862998
Patankar_1Dp_4p4_015	0,0000305175781250	-3,40253827515357000	0,00000000097722985
Patankar_1Dp_4p4_016	0,0000152587890625	-3,40253827378888000	-0,00000000038746029

Tabela A.67. E de q_I do Problema 4, Esquema 5, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p5_001	0,5000000000000000	-3,64537527038426000	0,24283699620792000
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	-3,48230173464181000	0,07976346046547000
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	-3,42585016269973000	0,02331188852339010
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	-3,40889524217503000	0,00635696799868990
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	-3,40420270390161000	0,00166442972526992
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	-3,40296443860553000	0,00042616442918986
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	-3,40264611684783000	0,00010784267148978
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	-3,40256540042817000	0,00002712625182966
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	-3,40254507662143000	0,00000680244508988
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	-3,40253997741043000	0,00000170323408977
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	-3,40253870031851000	0,00000042614217000
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	-3,40253838076617000	0,00000010658982985
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	-3,40253830094916000	0,00000002677281996
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	-3,40253828047388000	0,00000000629753982
Patankar_1Dp_4p5_015	0,00003051757812500	-3,40253827582603000	0,00000000164968972
Patankar_1Dp_4p5_016	0,00001525878906250	-3,40253827386799000	-0,00000000030835023

Tabela A.68. E de q_I do Problema 4, Esquema 6, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p6_001	0,5000000000000000	-9,62037410562201000	6,21783583144567000
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	-4,62712281353581000	1,22458453935947000
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	-3,89064401934348000	0,48810574516714000
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	-3,62480157852548000	0,22226330434914000
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	-3,50897875092260000	0,10644047674626000
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	-3,45466453112431000	0,05212625694796990
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	-3,42833695508177000	0,02579868090542980
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	-3,41537258798348000	0,01283431380714010
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	-3,40893930734367000	0,00640103316732965
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	-3,40573477627556000	0,00319650209921996
Patankar_1Dp_4p6_011	0,0004882812500000	-3,40413552364954000	0,00159724947319972
Patankar_1Dp_4p6_012	0,0002441406250000	-3,40333664874191000	0,00079837456556975
Patankar_1Dp_4p6_013	0,0001220703125000	-3,40293739900516000	0,00039912482881999
Patankar_1Dp_4p6_014	0,0000610351562500	-3,40273782076985000	0,00019954659350985
Patankar_1Dp_4p6_015	0,00003051757812500	-3,40263804417420000	0,00009976999785977
Patankar_1Dp_4p6_016	0,00001525878906250	-3,40258815709273000	0,00004988291638997

Tabela A.69. E de q_I do Problema 4, Esquema 7, $q_I^{ex} = -3.40253827417634$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p7_001	0,5000000000000000	-8,98488774473968000	5,58234947056334000
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	-4,57749181177395000	1,17495353759761000
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	-3,87360940375806000	0,47107112958172000
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	-3,61746455907904000	0,21492628490270000
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	-3,50554963782277000	0,10301136364643000
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	-3,45300427753304000	0,05046600335669990
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	-3,42751978031805000	0,02498150614170980
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	-3,41496716453742000	0,01242889036107990
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	-3,40873737757561000	0,00619910339926966
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	-3,40563400576223000	0,00309573158588972
Patankar_1Dp_4p7_011	0,0004882812500000	-3,40408518683749000	0,00154691266115004
Patankar_1Dp_4p7_012	0,0002441406250000	-3,40331149248520000	0,00077321830886001
Patankar_1Dp_4p7_013	0,0001220703125000	-3,40292482384476000	0,00038654966841989
Patankar_1Dp_4p7_014	0,0000610351562500	-3,40273153394369000	0,00019325976734974
Patankar_1Dp_4p7_015	0,0000305175781250	-3,40263489969310000	0,00009662551675982
Patankar_1Dp_4p7_016	0,0000152587890625	-3,40258658864958000	0,00004831447323994

Tabela A.70. E de E_M do Problema 4, Esquema 1, $E_M^{ex} = 0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p1_001	0,5000000000000000	0,26173404603209800	-0,26173404603209800
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	0,09532980917958360	-0,09532980917958360
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	0,04079338322094250	-0,04079338322094250
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	0,01883629939427430	-0,01883629939427430
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	0,00904930796224248	-0,00904930796224248
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	0,00443531492426659	-0,00443531492426659
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	0,00219569444521229	-0,00219569444521229
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	0,00109240364576319	-0,00109240364576319
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	0,00054484686624864	-0,00054484686624864
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	0,00027208543857478	-0,00027208543857478
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	0,00013595831388470	-0,00013595831388470
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	0,00006795806796533	-0,00006795806796533
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	0,00003397376434710	-0,00003397376434710
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	0,00001698556353057	-0,00001698556353057
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	0,00000849244230793	-0,00000849244230793
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	0,00000424615177929	-0,00000424615177929

Tabela A.71. E de E_M do Problema 4, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p2_001	0,5000000000000000	0,01053053072142000	-0,01053053072142000
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	0,01062029700150120	-0,01062029700150120
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	0,00253399916270299	-0,00253399916270299
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	0,00063970887161934	-0,00063970887161934
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	0,00015973664295838	-0,00015973664295838
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	0,00003995210058705	-0,00003995210058705
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	0,00000998715703477	-0,00000998715703477
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	0,00000249657214695	-0,00000249657214695
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	0,00000062412844819	-0,00000062412844819
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	0,00000015602819049	-0,00000015602819049
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	0,00000003900656204	-0,00000003900656204
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	0,00000000975174357	-0,00000000975174357
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	0,00000000243839424	-0,00000000243839424
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	0,00000000060901823	-0,00000000060901823
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	0,00000000016025344	-0,00000000016025344
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	0,00000000006575378	-0,00000000006575378

Tabela A.72. E de E_M do Problema 4, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p3_001	0,5000000000000000	0,08227897324988600	-0,08227897324988600
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	0,05361151107427430	-0,05361151107427430
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	0,03078122490493420	-0,03078122490493420
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	0,01651687014648380	-0,01651687014648380
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	0,00855843228101347	-0,00855843228101347
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	0,00435666253790311	-0,00435666253790311
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	0,00219800919091071	-0,00219800919091071
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	0,00110396433234379	-0,00110396433234379
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	0,00055322717952403	-0,00055322717952403
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	0,00027692548092420	-0,00027692548092420
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	0,00013854079344761	-0,00013854079344761
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	0,00006928992062524	-0,00006928992062524
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	0,00003464984210368	-0,00003464984210368
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	0,00001732614194381	-0,00001732614194381
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	0,00000866337493784	-0,00000866337493784
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	0,00000433174447475	-0,00000433174447475

Tabela A.73. E de E_M do Problema 4, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p4_001	0,5000000000000000	0,00558810911848803	-0,00558810911848803
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	0,00587182052903814	-0,00587182052903814
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	0,00146004157946562	-0,00146004157946562
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	0,00036323702117706	-0,00036323702117706
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	0,00009042862123141	-0,00009042862123141
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	0,00002260549735889	-0,00002260549735889
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	0,00000564304372916	-0,00000564304372916
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	0,00000140966853062	-0,00000140966853062
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	0,00000035228566959	-0,00000035228566959
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	0,00000008805380170	-0,00000008805380170
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	0,00000002201126694	-0,00000002201126694
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	0,00000000550257385	-0,00000000550257385
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	0,00000000137578375	-0,00000000137578375
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	0,00000000034415637	-0,00000000034415637
Patankar_1Dp_4p4_015	0,0000305175781250	0,00000000008515391	-0,00000000008515391
Patankar_1Dp_4p4_016	0,0000152587890625	0,00000000003774496	-0,00000000003774496

Tabela A.74. E de E_M do Problema 4, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p5_001	0,5000000000000000	0,02034946214806510	-0,02034946214806510
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	0,00476881917447527	-0,00476881917447527
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	0,00105036325295304	-0,00105036325295304
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	0,00023485480841517	-0,00023485480841517
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	0,00005451722078348	-0,00005451722078348
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	0,00001305836049041	-0,00001305836049041
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	0,00000319036888153	-0,00000319036888153
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	0,00000078813890670	-0,00000078813890670
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	0,00000019584218715	-0,00000019584218715
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	0,00000004881084901	-0,00000004881084901
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	0,00000001218392799	-0,00000001218392799
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	0,00000000304343514	-0,00000000304343514
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	0,00000000076011407	-0,00000000076011407
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	0,00000000019498653	-0,00000000019498653
Patankar_1Dp_4p5_015	0,0000305175781250	0,00000000004456308	-0,00000000004456308
Patankar_1Dp_4p5_016	0,0000152587890625	0,00000000003054157	-0,00000000003054157

Tabela A.75. E de E_M do Problema 4, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p6_001	0,5000000000000000	0,26252225804129300	-0,26252225804129300
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	0,09383450285547910	-0,09383450285547910
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	0,04032877031847760	-0,04032877031847760
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	0,01871979143655330	-0,01871979143655330
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	0,00902087026309364	-0,00902087026309364
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	0,00442833287848084	-0,00442833287848084
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	0,00219396717565652	-0,00219396717565652
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	0,00109197424411704	-0,00109197424411704
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	0,00054473982593712	-0,00054473982593712
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	0,00027205871774200	-0,00027205871774200
Patankar_1Dp_4p6_011	0,0004882812500000	0,00013595163860176	-0,00013595163860176
Patankar_1Dp_4p6_012	0,0002441406250000	0,00006795639904306	-0,00006795639904306
Patankar_1Dp_4p6_013	0,0001220703125000	0,00003397334634879	-0,00003397334634879
Patankar_1Dp_4p6_014	0,0000610351562500	0,00001698545856455	-0,00001698545856455
Patankar_1Dp_4p6_015	0,0000305175781250	0,00000849242884810	-0,00000849242884810
Patankar_1Dp_4p6_016	0,0000152587890625	0,00000424610961994	-0,00000424610961994

Tabela A.76. E de E_M do Problema 4, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_4p7_001	0,5000000000000000	0,23250510417600700	-0,23250510417600700
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	0,08903008606306410	-0,08903008606306410
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	0,03873976512724560	-0,03873976512724560
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	0,01806296632751790	-0,01806296632751790
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	0,00872123523347070	-0,00872123523347070
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	0,00428511499035748	-0,00428511499035748
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	0,00212393973149566	-0,00212393973149566
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	0,00105734769218945	-0,00105734769218945
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	0,00052752233783498	-0,00052752233783498
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	0,00026347379626572	-0,00026347379626572
Patankar_1Dp_4p7_011	0,0004882812500000	0,00013166511797961	-0,00013166511797961
Patankar_1Dp_4p7_012	0,0002441406250000	0,00006581462227528	-0,00006581462227528
Patankar_1Dp_4p7_013	0,0001220703125000	0,00003290282730312	-0,00003290282730312
Patankar_1Dp_4p7_014	0,0000610351562500	0,00001645029411497	-0,00001645029411497
Patankar_1Dp_4p7_015	0,0000305175781250	0,00000822486052402	-0,00000822486052402
Patankar_1Dp_4p7_016	0,0000152587890625	0,00000411238016113	-0,00000411238016113

Tabela A.77. E de $T_{0,5}$ do Problema 5, Esquema 1, $T_{0,5}^{ex}=6.69285092428485E-03$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p1_001	0,5000000000000000	0,48339585899561700	-0,47670300807133200
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	0,16203386040714200	-0,15534100948285700
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	0,00021510770021777	0,00647774322406708
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	0,00564367681427859	0,00104917411000626
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	0,00665988764593373	0,00003296327835112
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	0,00668458107296030	0,00000826985132455
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	0,00669078165102412	0,00000206927326073
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	0,00669233349280699	0,00000051743147786
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	0,00669272155934296	0,00000012936494189
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	0,00669281858260709	0,00000003234167776
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	0,00669284283883731	0,00000000808544754
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	0,00669284890291801	0,00000000202136684
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	0,00669285041894823	0,00000000050533662
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	0,00669285079796119	0,00000000012632366
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	0,00669285089267313	0,00000000003161172
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	0,00669285091585864	0,00000000000842621

Tabela A.78. E de $T_{0,5}$ do Problema 5, Esquema 2, $T_{0,5}^{ex}=6.69285092428485E-03$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p2_001	0,5000000000000000	0,19259375080977900	-0,18590089988549400
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	0,02354692153440820	-0,01685407061012330
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	0,00964191785696217	-0,00294906693267732
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	0,00665836802110421	0,00003448290318064
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	0,00665988519233016	0,00003296573195469
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	0,00668458043960357	0,00000827048468128
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	0,00669078148531407	0,00000206943897078
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	0,00669233345084111	0,00000051747344374
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	0,00669272154881556	0,00000012937546929
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	0,00669281857997321	0,00000003234431164
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	0,00669284283817885	0,00000000808610600
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	0,00669284890275817	0,00000000202152668
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	0,00669285041889223	0,00000000050539262
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	0,00669285079794725	0,00000000012633760
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	0,00669285089252745	0,00000000003175740
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	0,00669285091581903	0,00000000000846582

Tabela A.79. E de $T_{0,5}$ do Problema 5, Esquema 3, $T_{0,5}^{ex}=6.69285092428485E-03$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p3_001	0,5000000000000000	0,07785377790117170	-0,07116092697688690
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	0,01264704909993310	-0,00595419817564825
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	-0,00195298921736277	0,00864584014164762
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	0,00596719984548267	0,00072565107880218
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	0,00665978596464699	0,00003306495963786
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	0,00668455474495794	0,00000829617932691
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	0,00669077498142748	0,00000207594285737
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	0,00669233181981166	0,00000051910447319
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	0,00669272114074223	0,00000012978354262
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	0,00669281847793506	0,00000003244634979
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	0,00669284281266870	0,00000000811161615
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	0,00669284889637672	0,00000000202790813
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	0,00669285041729627	0,00000000050698858
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	0,00669285079748867	0,00000000012679618
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	0,00669285089242919	0,00000000003185566
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	0,00669285091574030	0,00000000000854455

Tabela A.80. E de T_M do Problema 5, Esquema 1, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p1_001	0,5000000000000000	0,48339585899561700	-0,38344126098662700
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	0,27888534401369000	-0,17893074600470000
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	0,15841215043863700	-0,05845755242964670
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	0,12751218629837200	-0,02755758828938170
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	0,11069994152505000	-0,01074534351605970
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	0,10326888260414700	-0,00331428459515670
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	0,10086009783459200	-0,00090549982560170
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	0,10018976947526900	-0,00023517146627870
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	0,10001441384408800	-0,00005981583509770
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	0,09996967433005880	-0,00001507632106849
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	0,09995838202004430	-0,00000378401105400
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	0,09995554585470610	-0,00000094784571580
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	0,09995483519932830	-0,00000023719033800
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	0,09995465733504220	-0,00000005932605190
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	0,09995461284548130	-0,00000001483649099
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	0,09995460171998180	-0,00000000371099150

Tabela A.81. E de T_M do Problema 5, Esquema 2, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p2_001	0,5000000000000000	0,19259375080977900	-0,09263915280078870
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	0,21958306230397000	-0,11962846429498000
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	0,13472552085732900	-0,03477092284833870
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	0,06274467086006550	0,03720992714892480
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	0,08771352374327600	0,01224107426571430
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	0,09692046053687470	0,00303413747211560
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	0,09909324135613600	0,00086135665285431
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	0,09972226487675260	0,00023233313223769
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	0,09989409651567050	0,00006050149331981
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	0,09993915002123670	0,00001544798775360
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	0,09995069433589550	0,00000390367309480
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	0,09995361679406890	0,00000098121492140
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	0,09995435203761810	0,00000024597137220
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	0,09995453643210260	0,00000006157688770
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	0,09995458260315270	0,00000001540583761
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	0,09995459415502190	0,00000000385396839

Tabela A.82. E de T_M do Problema 5, Esquema 3, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p3_001	0,5000000000000000	0,07785377790117170	0,02210082010781860
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	0,24592296929446100	-0,14596837128547100
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	0,15015064972779500	-0,05019605171880470
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	0,12238341647032000	-0,02242881846132970
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	0,10692423852180700	-0,00696964051281670
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	0,10178287295179200	-0,00182827494280170
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	0,10041672450150300	-0,00046212649251270
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	0,10007043825149400	-0,00011584024250370
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	0,09998357722793800	-0,00002897921894771
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	0,09996184400903300	-0,00000724600004270
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	0,09995640958367830	-0,00000181157468800
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	0,09995505090729450	-0,00000045289830419
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	0,09995471123408340	-0,00000011322509309
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	0,09995462631500870	-0,00000002830601840
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	0,09995460508498080	-0,00000000707599050
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	0,09995459977457950	-0,00000000176558920

Tabela A.83. E de T_M do Problema 5, Esquema 4, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p4_001	0,5000000000000000	0,28806486292395900	-0,18811026491496900
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	0,13746447092772700	-0,03750987291873670
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	0,12400581339869700	-0,02405121538970670
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	0,11819790840767600	-0,01824331039868570
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	0,07394027650335300	0,02601432150563730
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	0,10065487597485600	-0,00070027796586571
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	0,10009173988497300	-0,00013714187598270
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	0,09998378353904300	-0,00002918553005270
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	0,09996123214468300	-0,00000663413569270
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	0,09995617210856590	-0,00000157409957560
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	0,09995498087245650	-0,00000038286346619
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	0,09995469238541240	-0,00000009437642209
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	0,09995462143514270	-0,00000002342615239
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	0,09995460384397450	-0,00000000583498420
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	0,09995459946374760	-0,00000000145475730
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	0,09995459837201520	-0,00000000036302490

Tabela A.84. E de T_M do Problema 5, Esquema 5, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p5_001	0,5000000000000000	0,46602166439050300	-0,36606706638151300
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	0,25822927215424400	-0,15827467414525400
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	0,15620121436689600	-0,05624661635790570
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	0,12798527301549600	-0,02803067500650570
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	0,11137642881485000	-0,01142183080585970
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	0,10357867289543400	-0,00362407488644370
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	0,10095727357199600	-0,00100267556300571
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	0,10021633400682800	-0,00026173599783770
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	0,10002131287178200	-0,00006671486279169
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	0,09997142929988020	-0,00001683129088990
Patankar_1Dp_5p5_011	0,0004882812500000	0,09995882440133520	-0,00000422639234490
Patankar_1Dp_5p5_012	0,0002441406250000	0,09995565689599540	-0,00000105888700511
Patankar_1Dp_5p5_013	0,0001220703125000	0,09995486301452490	-0,00000026500553460
Patankar_1Dp_5p5_014	0,0000610351562500	0,09995466429572800	-0,00000006628673770
Patankar_1Dp_5p5_015	0,0000305175781250	0,09995461458457000	-0,00000001657557970
Patankar_1Dp_5p5_016	0,0000152587890625	0,09995460215666120	-0,00000000414767090

Tabela A.85. E de T_M do Problema 5, Esquema 6, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p6_001	0,5000000000000000	-0,70961680302601400	-9,39084175708319000
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	-2,07203602432602000	-8,02842253578318000
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	-6,04280299851912000	-4,05765556159008000
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	-8,78740341411097000	-1,31305514599823000
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	-9,74704027046839000	-0,35341828964081000
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	-10,09479547409540000	-0,00566308601379895
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	-10,09904235949020000	-0,00141620061899950
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	-10,10010448312540000	-0,00035407698380041
Patankar_1Dp_5p6_011	0,0004882812500000	-10,10037003918760000	-0,00008852092159906
Patankar_1Dp_5p6_012	0,0002441406250000	-10,10043642978050000	-0,00002213032870024
Patankar_1Dp_5p6_013	0,0001220703125000	-10,10045302750770000	-0,00000553260150049
Patankar_1Dp_5p6_014	0,0000610351562500	-10,10045717698660000	-0,00000138312259956
Patankar_1Dp_5p6_015	0,0000305175781250	-10,10045821435720000	-0,00000034575199948
Patankar_1Dp_5p6_016	0,0000152587890625	-10,10045847384040000	-0,00000008626880010

Tabela A.86. E de T_M do Problema 5, Esquema 7, $T_M^{ex}=9.99545980089903E-02$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p7_001	0,5000000000000000	0,39457941113371800	-0,29462481312472800
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	0,25888665917928000	-0,15893206117029000
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	0,15322794708444100	-0,05327334907545070
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	0,12423412251181500	-0,02427952450282470
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	0,10825236233743200	-0,00829776432844170
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	0,10228817718717500	-0,00233357917818471
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	0,10056535436711300	-0,00061075635812270
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	0,10011027401372900	-0,00015567600473870
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	0,09999385994381980	-0,00003926193482950
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	0,09996445436136890	-0,00000985635237860
Patankar_1Dp_5p7_011	0,0004882812500000	0,09995706707796010	-0,00000246906896979
Patankar_1Dp_5p7_012	0,0002441406250000	0,09995521589079250	-0,00000061788180220
Patankar_1Dp_5p7_013	0,0001220703125000	0,09995475255565760	-0,00000015454666730
Patankar_1Dp_5p7_014	0,0000610351562500	0,09995463665596800	-0,00000003864697770
Patankar_1Dp_5p7_015	0,0000305175781250	0,09995460767105000	-0,00000000966205969
Patankar_1Dp_5p7_016	0,0000152587890625	0,09995460042500610	-0,00000000241601580

Tabela A.87. E de q_I do Problema 5, Esquema 1, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p1_001	0,5000000000000000	-0,71679317201325500	-9,38366538809595000
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	-2,06616448826217000	-8,03429407184703000
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	-6,04372910333076000	-4,05672945677844000
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	-8,78740305948252000	-1,31305550062668000
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	-9,74704027046838000	-0,35341828964081900
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	-10,09479547409550000	-0,00566308601369947
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	-10,09904235949040000	-0,00141620061879877
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	-10,10010448312610000	-0,00035407698309875
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	-10,10037003918760000	-0,00008852092159906
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	-10,10043642977040000	-0,00002213033879883
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	-10,10045302750580000	-0,00000553260339942
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	-10,10045717696450000	-0,00000138314469922
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	-10,10045821421760000	-0,00000034589159981
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	-10,10045847367870000	-0,00000008643050009

Tabela A.88. E de q_I do Problema 5, Esquema 2, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p2_001	0,5000000000000000	-0,69329636167184000	-9,40716219843736000
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	-2,06937748013543000	-8,03108107997377000
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	-6,04569985156968000	-4,05475870853952000
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	-8,78740807416622000	-1,31305048594298000
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	-9,74704027046838000	-0,35341828964081900
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	-10,07783364216140000	-0,02262491794780000
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	-10,09479547409540000	-0,00566308601379895
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	-10,09904235949050000	-0,00141620061869929
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	-10,10010448312540000	-0,00035407698380041
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	-10,10037003918580000	-0,00008852092340028
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	-10,10043642977400000	-0,00002213033519993
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	-10,10045302752240000	-0,00000553258679936
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	-10,10045717702330000	-0,00000138308590003
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	-10,10045821432780000	-0,00000034578139996
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	-10,10045847339950000	-0,00000008670969898

Tabela A.89. E de q_I do Problema 5, Esquema 3, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p3_001	0,5000000000000000	-0,68402537186082500	-9,41643318824837000
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	-2,07965195746017000	-8,02080660264903000
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	-6,04238478863844000	-4,05807377147076000
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	-8,78740465741969000	-1,31305390268951000
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	-9,74704027046838000	-0,35341828964081900
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	-10,07783364216140000	-0,02262491794780000
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	-10,09479547409540000	-0,00566308601379895
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	-10,09904235949060000	-0,00141620061859982
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	-10,10010448312630000	-0,00035407698289980
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	-10,10037003918760000	-0,00008852092159906
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	-10,10043642977400000	-0,00002213033519993
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	-10,10045302752790000	-0,00000553258129976
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	-10,10045717694250000	-0,00000138316669940
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	-10,10045821443070000	-0,00000034567849916
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	-10,10045847404620000	-0,00000008606300028

Tabela A.90. E de q_I do Problema 5, Esquema 4, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p4_001	0,5000000000000000	-0,70101042753066600	-9,39944813257853000
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	-2,05646582236052000	-8,04399273774868000
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	-6,04907845211291000	-4,05138010799629000
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	-8,78740772969045000	-1,31305083041875000
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	-9,74704027046840000	-0,35341828964080000
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	-10,09479547409560000	-0,00566308601359999
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	-10,09904235949020000	-0,00141620061899950
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	-10,10010448312450000	-0,00035407698469925
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	-10,10037003918440000	-0,00008852092480005
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	-10,10043642976760000	-0,00002213034160015
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	-10,10045302753160000	-0,00000553257759961
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	-10,10045717693140000	-0,00000138317779985
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	-10,10045821445270000	-0,00000034565649898
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	-10,10045847378160000	-0,00000008632759929

Tabela A.91. E de q_I do Problema 5, Esquema 5, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p5_001	0,5000000000000000	-0,71538933708916400	-9,38506922302004000
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	-2,07715660772631000	-8,02330195238289000
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	-6,04215170762952000	-4,05830685247968000
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	-8,78740186196678000	-1,31305669814242000
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	-9,74704027046838000	-0,35341828964081900
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	-10,09479547409560000	-0,00566308601359999
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	-10,09904235949070000	-0,00141620061850034
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	-10,10010448312610000	-0,00035407698309875
Patankar_1Dp_5p5_011	0,00048828125000000	-10,10037003918810000	-0,00008852092109990
Patankar_1Dp_5p5_012	0,00024414062500000	-10,10043642976850000	-0,00002213034069953
Patankar_1Dp_5p5_013	0,00012207031250000	-10,10045302752420000	-0,00000553258499991
Patankar_1Dp_5p5_014	0,00006103515625000	-10,10045717693140000	-0,00000138317779985
Patankar_1Dp_5p5_015	0,00003051757812500	-10,10045821439390000	-0,00000034571529994
Patankar_1Dp_5p5_016	0,00001525878906250	-10,10045847398740000	-0,00000008612179947

Tabela A.92. E de q_I do Problema 5, Esquema 6, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p6_001	0,5000000000000000	-0,70961680302601400	-9,39084175708319000
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	-2,07203602432602000	-8,02842253578318000
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	-6,04280299851912000	-4,05765556159008000
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	-8,78740341411097000	-1,31305514599823000
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	-9,74704027046839000	-0,35341828964081000
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	-10,09479547409540000	-0,00566308601379895
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	-10,09904235949020000	-0,00141620061899950
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	-10,10010448312540000	-0,00035407698380041
Patankar_1Dp_5p6_011	0,00048828125000000	-10,10037003918760000	-0,00008852092159906
Patankar_1Dp_5p6_012	0,00024414062500000	-10,10043642978050000	-0,00002213032870024
Patankar_1Dp_5p6_013	0,00012207031250000	-10,10045302750770000	-0,00000553260150049
Patankar_1Dp_5p6_014	0,00006103515625000	-10,10045717698660000	-0,00000138312259956
Patankar_1Dp_5p6_015	0,00003051757812500	-10,10045821435720000	-0,00000034575199948
Patankar_1Dp_5p6_016	0,00001525878906250	-10,10045847384040000	-0,00000008626880010

Tabela A.93. E de q_I do Problema 5, Esquema 7, $q_I^{ex} = -1.01004585601092E+01$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p7_001	0,5000000000000000	-0,70961680302601500	-9,39084175708318000
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	-2,07203602432602000	-8,02842253578318000
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	-6,04280299851912000	-4,05765556159008000
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	-8,78740341411097000	-1,31305514599823000
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	-9,74704027046839000	-0,35341828964081000
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	-10,01039533404630000	-0,09006322606289880
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	-10,07783364216130000	-0,02262491794789940
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	-10,09479547409540000	-0,00566308601379895
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	-10,09904235949060000	-0,00141620061859982
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	-10,10010448312590000	-0,00035407698329948
Patankar_1Dp_5p7_011	0,00048828125000000	-10,10037003918530000	-0,00008852092389944
Patankar_1Dp_5p7_012	0,00024414062500000	-10,10043642977680000	-0,00002213033240039
Patankar_1Dp_5p7_013	0,00012207031250000	-10,10045302752790000	-0,00000553258129976
Patankar_1Dp_5p7_014	0,00006103515625000	-10,10045717694250000	-0,00000138316669940
Patankar_1Dp_5p7_015	0,00003051757812500	-10,10045821429840000	-0,00000034581080044
Patankar_1Dp_5p7_016	0,00001525878906250	-10,10045847367870000	-0,00000008643050009

Tabela A.94. E de E_M do Problema 5, Esquema 1, $E_M^{ex} = 0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p1_001	0,5000000000000000	0,44212034352285300	-0,44212034352285300
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	0,23487737384635700	-0,23487737384635700
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	0,08581879102059030	-0,08581879102059030
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	0,03251240668246550	-0,03251240668246550
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	0,01172690906859420	-0,01172690906859420
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	0,00352682355995464	-0,00352682355995464
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	0,00095681714153808	-0,00095681714153808
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	0,00024778868952116	-0,00024778868952116
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	0,00006292608394653	-0,00006292608394653
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	0,00001584922708898	-0,00001584922708898
Patankar_1Dp_5p1_011	0,00048828125000000	0,00000397661047009	-0,00000397661047009
Patankar_1Dp_5p1_012	0,00024414062500000	0,00000099591615341	-0,00000099591615341
Patankar_1Dp_5p1_013	0,00012207031250000	0,00000024919800465	-0,00000024919800465
Patankar_1Dp_5p1_014	0,00006103515625000	0,00000006232674869	-0,00000006232674869
Patankar_1Dp_5p1_015	0,00003051757812500	0,00000001558653084	-0,00000001558653084
Patankar_1Dp_5p1_016	0,00001525878906250	0,00000000389891877	-0,00000000389891877

Tabela A.95. E de E_M do Problema 5, Esquema 2, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p2_001	0,5000000000000000	0,59503043089291500	-0,59503043089291500
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	0,20208730881723400	-0,20208730881723400
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	0,05189426698776770	-0,05189426698776770
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	0,03591432146909430	-0,03591432146909430
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	0,01183532922716570	-0,01183532922716570
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	0,00293248460131072	-0,00293248460131072
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	0,00083592986428433	-0,00083592986428433
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	0,00022597558640412	-0,00022597558640412
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	0,00005891205381019	-0,00005891205381019
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	0,00001505062456033	-0,00001505062456033
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	0,00000380433208923	-0,00000380433208923
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	0,00000095637965702	-0,00000095637965702
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	0,00000023976255530	-0,00000023976255530
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	0,00000006002468342	-0,00000006002468342
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	0,00000001501778662	-0,00000001501778662
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	0,00000000375695505	-0,00000000375695505

Tabela A.96. E de E_M do Problema 5, Esquema 3, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p3_001	0,5000000000000000	0,71206520325969400	-0,71206520325969400
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	0,31763637412760000	-0,31763637412760000
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	0,09134315922718560	-0,09134315922718560
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	0,02647750566355370	-0,02647750566355370
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	0,00796317578895202	-0,00796317578895202
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	0,00206581322393606	-0,00206581322393606
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	0,00052093251710471	-0,00052093251710471
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	0,00013053703611501	-0,00013053703611501
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	0,00003265438170758	-0,00003265438170758
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	0,00000816474013057	-0,00000816474013057
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	0,00000204127222667	-0,00000204127222667
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	0,00000051032219998	-0,00000051032219998
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	0,00000012758109608	-0,00000012758109608
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	0,00000003189505343	-0,00000003189505343
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	0,00000000797351651	-0,00000000797351651
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	0,00000000199088774	-0,00000000199088774

Tabela A.97. E de E_M do Problema 5, Esquema 4, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p4_001	0,5000000000000000	0,49764989653645100	-0,49764989653645100
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	0,23666184295975800	-0,23666184295975800
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	0,10697090071509600	-0,10697090071509600
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	0,02141622386892350	-0,02141622386892350
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	0,02668424795714690	-0,02668424795714690
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	0,00097299918992724	-0,00097299918992724
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	0,00021046136597252	-0,00021046136597252
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	0,00004832843180049	-0,00004832843180049
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	0,00001153633209669	-0,00001153633209669
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	0,00000281518593001	-0,00000281518593001
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	0,00000069515619233	-0,00000069515619233
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	0,00000017270580318	-0,00000017270580318
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	0,00000004304088320	-0,00000004304088320
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	0,00000001074274831	-0,00000001074274831
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	0,00000000268253475	-0,00000000268253475
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	0,00000000067096737	-0,00000000067096737

Tabela A.98. E de E_M do Problema 5, Esquema 5, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p5_001	0,5000000000000000	0,42474614891773900	-0,42474614891773900
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	0,32097733136238700	-0,32097733136238700
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	0,10251163040896100	-0,10251163040896100
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	0,03363274139776050	-0,03363274139776050
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	0,01240842255449670	-0,01240842255449670
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	0,00383685809660818	-0,00383685809660818
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	0,00105331653787936	-0,00105331653787936
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	0,00027407377827603	-0,00027407377827603
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	0,00006976145440689	-0,00006976145440689
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	0,00001758722255244	-0,00001758722255244
Patankar_1Dp_5p5_011	0,0004882812500000	0,00000441466238024	-0,00000441466238024
Patankar_1Dp_5p5_012	0,0002441406250000	0,00000110586528240	-0,00000110586528240
Patankar_1Dp_5p5_013	0,0001220703125000	0,00000027673895052	-0,00000027673895052
Patankar_1Dp_5p5_014	0,0000610351562500	0,00000006921873568	-0,00000006921873568
Patankar_1Dp_5p5_015	0,0000305175781250	0,00000001730871946	-0,00000001730871946
Patankar_1Dp_5p5_016	0,0000152587890625	0,00000000433095076	-0,00000000433095076

Tabela A.99. E de E_M do Problema 5, Esquema 6, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p6_001	0,5000000000000000	0,38900505736249700	-0,38900505736249700
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	0,27447275354039400	-0,27447275354039400
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	0,09131501996765960	-0,09131501996765960
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	0,02902202771287380	-0,02902202771287380
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	0,00928964223733176	-0,00928964223733176
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	0,00255962376273107	-0,00255962376273107
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	0,00066650826543100	-0,00066650826543100
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	0,00016945426776364	-0,00016945426776364
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	0,00004268702128728	-0,00004268702128728
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	0,00001071036083736	-0,00001071036083736
Patankar_1Dp_5p6_011	0,0004882812500000	0,00000268228661121	-0,00000268228661121
Patankar_1Dp_5p6_012	0,0002441406250000	0,00000067114862002	-0,00000067114862002
Patankar_1Dp_5p6_013	0,0001220703125000	0,00000016785875807	-0,00000016785875807
Patankar_1Dp_5p6_014	0,0000610351562500	0,00000004197350912	-0,00000004197350912
Patankar_1Dp_5p6_015	0,0000305175781250	0,00000001049481663	-0,00000001049481663
Patankar_1Dp_5p6_016	0,0000152587890625	0,00000000261747348	-0,00000000261747348

Tabela A.100. E de E_M do Problema 5, Esquema 7, $E_M^{ex}=0.0000000000000000$

Nome da Simulação	h	Solução Numérica	Erro Numérico
Patankar_1Dp_5p7_001	0,5000000000000000	0,38900505736249700	-0,38900505736249700
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	0,27447275354039400	-0,27447275354039400
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	0,09131501996765960	-0,09131501996765960
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	0,02902202771287380	-0,02902202771287380
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	0,00928964223733172	-0,00928964223733172
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	0,00255962376273101	-0,00255962376273101
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	0,00066650826543059	-0,00066650826543059
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	0,00016945426776356	-0,00016945426776356
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	0,00004268702128546	-0,00004268702128546
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	0,00001071036083476	-0,00001071036083476
Patankar_1Dp_5p7_011	0,0004882812500000	0,00000268228661382	-0,00000268228661382
Patankar_1Dp_5p7_012	0,0002441406250000	0,00000067114863390	-0,00000067114863390
Patankar_1Dp_5p7_013	0,0001220703125000	0,00000016785871805	-0,00000016785871805
Patankar_1Dp_5p7_014	0,0000610351562500	0,00000004197441409	-0,00000004197441409
Patankar_1Dp_5p7_015	0,0000305175781250	0,00000001049395682	-0,00000001049395682
Patankar_1Dp_5p7_016	0,0000152587890625	0,00000000262529255	-0,00000000262529255

B. APÊNDICE – TABELAS P_E

Neste apêndice estão concentradas as tabelas com os valores que deram origem aos gráficos da ordem efetiva dos erros numéricos conforme o refino da malha. As tabelas estão ordenadas conforme aparecem no texto, os esquemas estão separados em diferentes tabelas.

Tabela B.1. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	2	2	2,64454365940463000
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	2	2	2,58076878121054000
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	2	2	2,41430207975914000
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	2	2	2,25890217795903000
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,14769162026709000
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,07944650008650000
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,04129283033634000
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,02105865722814000
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,01063538797647000
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,00488088845074000
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,00799515691322000
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,00899447083410000
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,00042485173736000
Patankar_1Dp_1p1_015	0,00003051757812500	2	2	0,54744329512040200
Patankar_1Dp_1p1_016	0,00001525878906250	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.2. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,41881496016859000
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,76414220033473000
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,89221148171598000
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,94849785335363000
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,97484054506863000
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,98756798599562000
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99382094894904000
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99691862485393000
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99847304727251000
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99934272955939000
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99875684237537000
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	2	2	2,01113214409432000
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,01333890519571000
Patankar_1Dp_1p2_015	0,00003051757812500	2	2	3,43666522507422000
Patankar_1Dp_1p2_016	0,00001525878906250	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.3. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 1, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	2	2	2,01018479061395000
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	2	2	2,00518113134078000
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	2	2	2,00149669456052000
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	2	2	2,00038751175549000
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	2	2	2,00009772298939000
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	2	2	2,00002447443069000
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	2	2	2,00000621210411000
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,9999997990682000
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99997480880871000
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99986069937213000
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00075832716183000
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,99956217216056000
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,85803542956474000
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,70351633189888000
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.4. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,95542987940569000
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	2	2	2,03558971689569000
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	2	2	2,03276457055173000
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	2	2	2,01992678036715000
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,01080139991347000
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,00560258727422000
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,00285072184962000
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,00143739599761000
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,00072142486007000
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,00034948509898000
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,00036655131106000
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,00054703804820000
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,00304643801235000
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,85443698713598000
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	2	2	7,82000941762910000

Tabela B.5. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,83510758188328000
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,91718292990020000
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,95971858233082000
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,98042394497150000
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,99039832218025000
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,99525204073954000
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99764006980286000
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99882345105175000
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99941481038304000
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99972426356854000
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99972113257206000
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	2	2	2,00241193640370000
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,00168950050457000
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	2	2	2,17819213077540000
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.6. p_E de T_M do Problema 1, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,89803652795362000
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,97407337949640000
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,99350614525165000
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,99837615122900000
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,99959402048272000
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,99989850275819000
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99997463616561000
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99999348762181000
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99999545361294000
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997819587424000
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00008633208067000
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,99969949726319000
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,98449299142990000
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,92409462571375000
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.7. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	2	2	2,47287337417181000
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	2	2	2,42034046319825000
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	2	2	2,28625698602971000
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	2	2	2,17059141292392000
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,09395592674560000
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,04945120532989000
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,02538945792128000
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,01285660521417000
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,00637798691865000
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,00365327626639000
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,01422075460183000
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,92976997283004000
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	2	2	4,90786884381053000
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	2	2	4,16746915970881000
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.8. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,71523526995830000
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,86285827685600000
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,93494409416187000
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,96870006753264000
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,98470469339961000
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,99244719317329000
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99624812287455000
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99812876673221000
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99908222986113000
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99960616902276000
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99995073925669000
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	2	2	2,02554085727328000
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,72865540889359000
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	2	2	4,21746142712216000
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.9. p_E de q_I do Problema 1, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,95029838763751000
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,98845081023464000
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,99718684173444000
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,99930173847912000
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,99982575307824000
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,99995643283390000
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99998907713845000
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99999635855833000
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99998972655808000
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99926932462866000
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00325851253067000
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00100511561543000
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,01022678493699000
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,24213479980564000
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.10. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,95907009770075000
Patankar_1Dp_1p1_003	0,1250000000000000	2	2	2,05054327178110000
Patankar_1Dp_1p1_004	0,0625000000000000	2	2	2,04384146158899000
Patankar_1Dp_1p1_005	0,0312500000000000	2	2	2,02637305008441000
Patankar_1Dp_1p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,01424803131032000
Patankar_1Dp_1p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,00738097468031000
Patankar_1Dp_1p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,00375356038803000
Patankar_1Dp_1p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,00189215152263000
Patankar_1Dp_1p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,00094955107930000
Patankar_1Dp_1p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,00046001756573000
Patankar_1Dp_1p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,00048232437668000
Patankar_1Dp_1p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,00072006070925000
Patankar_1Dp_1p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,00401942179231000
Patankar_1Dp_1p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,81117276610798000
Patankar_1Dp_1p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,57543861528506000

Tabela B.11. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,8044689639070000
Patankar_1Dp_1p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,89964312062997000
Patankar_1Dp_1p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,95062122620736000
Patankar_1Dp_1p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,97585818668583000
Patankar_1Dp_1p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,98812190425696000
Patankar_1Dp_1p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,99411695136250000
Patankar_1Dp_1p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99707350331187000
Patankar_1Dp_1p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99854039146023000
Patankar_1Dp_1p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99927387386010000
Patankar_1Dp_1p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99965789870954000
Patankar_1Dp_1p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99965367841812000
Patankar_1Dp_1p2_013	0,0001220703125000	2	2	2,00299442200055000
Patankar_1Dp_1p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,00209297652896000
Patankar_1Dp_1p2_015	0,0000305175781250	2	2	2,22483469373818000
Patankar_1Dp_1p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,31702731587419000

Tabela B.12. p_E de E_M do Problema 1, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_1p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,8855304252990000
Patankar_1Dp_1p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,97147563436557000
Patankar_1Dp_1p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,99290708569076000
Patankar_1Dp_1p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,99823000733854000
Patankar_1Dp_1p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,99955771985300000
Patankar_1Dp_1p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,99988944213775000
Patankar_1Dp_1p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99997237454552000
Patankar_1Dp_1p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99999287753375000
Patankar_1Dp_1p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99999449625047000
Patankar_1Dp_1p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997234325870000
Patankar_1Dp_1p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00010997746406000
Patankar_1Dp_1p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,99961758577668000
Patankar_1Dp_1p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,98028207831772000
Patankar_1Dp_1p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,90426097135995000
Patankar_1Dp_1p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,54440235292795400

Tabela B.13. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,12748699498044400
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,27589355254304000
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	2	2	0,63013175708822200
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,40866783865792000
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,25460077314002000
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,42907096428047000
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,34292576203027000
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,26388795741838000
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,19241806987313000
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,12421194875088000
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,07161943063693000
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,03883795663479000
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,02128639815453000
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,97457092085489000
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	2	2	2,17127419966757000

Tabela B.14. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,12753633136039400
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,27599349092392200
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,63020520668344700
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,40588912663927000
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	2	2	2,21884178925983000
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,26266687022545000
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99878762874173000
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,87132903174185000
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,87987915755283000
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,92165632631866000
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,95538892465551000
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,97608893021582000
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,98767467889316000
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,98631518892660000
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,85000530970067000

Tabela B.15. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,12750343000597600
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,27592685019961300
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,63015634372509100
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,40774463680157000
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	2	2	2,24268725963528000
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	2	2	2,37201581458175000
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	2	2	2,21170309760420000
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	2	2	2,08625166333533000
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	2	2	2,02801100414521000
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	2	2	2,00783048731100000
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00203908974224000
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00052478093710000
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,99999070687582000
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,01672248031238000
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,77916601495902000

Tabela B.16. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,12751165172260100
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,27594350520573300
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	2	2	0,63016859680318700
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,40728178928785000
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	2	2	2,23672352993209000
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,34405566869871000
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,15290687992784000
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,01912725335975000
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,97647067085652000
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,97601248517345000
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,98440541728847000
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99134291292607000
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99336872129209000
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,00667575256237000
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,05702336662704000

Tabela B.17. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,12748699636138300
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	2	2	0,27589355490985600
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	2	2	0,63013174988786900
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,40866731142236000
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	2	2	2,25457618082469000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,42873785671295000
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,34192875570837000
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,26331435148256000
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,19297898364504000
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,12497371218189000
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,07204595092614000
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,03883811399667000
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	2	2	2,01877069104063000
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	2	2	1,98057267906625000
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,97288517104354000

Tabela B.18. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,12749795033214700
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,27591574900170900
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	2	2	0,63014816054047700
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,40805277249160000
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	2	2	2,24666193284209000
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	2	2	2,39087953588509000
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	2	2	2,25332610018591000
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	2	2	2,13806707256804000
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	2	2	2,07146745482804000
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	2	2	2,03628862605399000
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	2	2	2,01826372999968000
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	2	2	2,00935378719446000
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00635503054500000
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,99610037057313000
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,76403995391392000

Tabela B.19. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 2, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,12749795033214700
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	2	2	0,27591574900172200
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	2	2	0,63014816054046400
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,40805277249166000
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	2	2	2,24666193284382000
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	2	2	2,39087953588465000
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	2	2	2,25332610068806000
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	2	2	2,13806707217661000
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	2	2	2,07146739309688000
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	2	2	2,03628769194838000
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	2	2	2,01826578114556000
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	2	2	2,00913933377598000
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	2	2	2,00552223923492000
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,96705381231336000
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	2	2	2,39312131302754000

Tabela B.20. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,10116878190816300
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,21811219587898100
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	2	2	0,49665895197387600
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,12564556244687000
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,90309992834484000
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,19794940470017000
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,22300899923430000
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,20339369606646000
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,16160653786193000
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,10835997416805000
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,06347736906963000
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,03443266104038000
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,01806072412333000
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	2	2	2,00113522294201000
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	2	2	2,04169355749417000

Tabela B.21. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,10121055698026400
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,21820637159513500
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,49683772194359100
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,12463826112339000
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,88131840789887000
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,07550885198357000
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,93926381585383000
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,85491465819494000
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,87285751127089000
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,91793180256364000
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,95345724834406000
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,97517597022781000
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,98722608048580000
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,99179348045182000
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,95783098390304000

Tabela B.22. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,10118269715899100
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,21814356586704600
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,49671853512219700
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,12531191168217000
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,89589361386028000
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	2	2	2,15683451795938000
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	2	2	2,11922699353496000
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	2	2	2,05441760089039000
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	2	2	2,01872227619870000
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	2	2	2,00536996615194000
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00140724267581000
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00035944987392000
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,00006451347741000
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,00386899088668000
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,93983115656019000

Tabela B.23. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,10118965871314400
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,21815925968883200
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	2	2	0,49674833014007700
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,12514423929985000
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	2	2	1,89226679745515000
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,13635158270182000
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,07097439898306000
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	2	2	1,99452506177378000
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,97006093482161000
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,97437549257296000
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,98397736173447000
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99115302955273000
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99488495565665000
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	2	2	1,99927468783398000
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,01908141404097000

Tabela B.24. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,10116878316182000
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	2	2	0,21811219877110600
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	2	2	0,49665895602382400
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,12564529600724000
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,90308234359936000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,19768499992118000
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,22217363025277000
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,20287865593137000
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,16206421136318000
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,10901112025909000
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,06382984780176000
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,03451670562019000
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	2	2	2,01755069815862000
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	2	2	2,00236230363781000
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,99367062355268000

Tabela B.25. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,10117805749960500
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,21813310640792000
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	2	2	0,49669867279451500
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,12542339567555000
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,89830375009351000
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	2	2	2,17053079402730000
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	2	2	2,15272909901333000
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	2	2	2,09926079323547000
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	2	2	2,05823021358702000
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	2	2	2,03197965925074000
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	2	2	2,01680333306109000
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	2	2	2,00866097340970000
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00476963560747000
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	2	2	2,00003942881299000
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,93646652221945000

Tabela B.26. p_E de T_M do Problema 2, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,10117805749960500
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	2	2	0,21813310640792000
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	2	2	0,49669867279451500
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,12542339567555000
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,89830375009385000
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	2	2	2,17053079402896000
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	2	2	2,15272909910451000
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	2	2	2,09926079278106000
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	2	2	2,05823020067206000
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	2	2	2,03197946608697000
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	2	2	2,01680329291156000
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	2	2	2,00861034097677000
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	2	2	2,00458887947577000
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,99420039457415000
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	2	2	2,07865883066462000

Tabela B.27. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816808394348000
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,33396856209070500
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	2	2	0,72839606032865300
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,52141054528073000
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	2	2	2,30835643421610000
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,44016061925655000
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,34446331334294000
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,26374245019253000
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,19202689678202000
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,12388956873741000
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,07139752960241000
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,03918003136555000
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,01869684607123000
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,99263664266877000
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	2	2	2,48495930598015000

Tabela B.28. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816185757096300
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,33392915330342500
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,72806644718551200
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,51749446735957000
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	2	2	2,27088061333874000
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,27296142713411000
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	2	2	2,00099647902719000
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,87238657996106000
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,88047530337999000
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,92197118079152000
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,95556026303685000
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,97602248635860000
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,98722605351997000
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,97341347493442000
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,89978018401316000

Tabela B.29. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816601000081500
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,33395543679307600
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,72828630772265200
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,52010704703634000
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	2	2	2,29585139837674000
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	2	2	2,38273069360436000
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	2	2	2,21327711373115000
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	2	2	2,08644145925273000
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	2	2	2,02802736694008000
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	2	2	2,00783086850724000
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00204693898601000
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00039765861308000
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,00018289416729000
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,01233921293587000
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,61111497225214000

Tabela B.30. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816497242039600
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,33394886973623000
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	2	2	0,72823138339839200
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,51945448421674000
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	2	2	2,28959915295016000
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,35462704660005000
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,15458705754579000
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,01953293123480000
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,97666392888111000
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,97612128661713000
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,98447176606394000
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99151333922406000
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99275292382908000
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,01292679958619000
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,40278133486374000

Tabela B.31. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816808374848100
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	2	2	0,33396856067924600
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	2	2	0,72839604308163300
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,52140998391310000
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	2	2	2,30833165063685000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,43982762424187000
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,34346854957494000
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,26317102866785000
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,19258702564044000
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,12464865203982000
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,07181414008288000
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,03885756811389000
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	2	2	2,01720907889042000
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	2	2	1,95758694389484000
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,96838993358046000

Tabela B.32. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816670150768500
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,33395981328654000
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	2	2	0,72832290722632700
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,52054182213224000
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	2	2	2,30002110016608000
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	2	2	2,40170585796489000
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	2	2	2,25485804847378000
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	2	2	2,13812371773248000
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	2	2	2,07135335211500000
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	2	2	2,03620011414862000
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	2	2	2,01819667655680000
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	2	2	2,00954742375194000
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00935569421677000
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,96384688934653000
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,77047127470084000

Tabela B.33. p_E de q_I do Problema 2, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,15816670150768500
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	2	2	0,33395981328654000
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	2	2	0,72832290722626700
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,52054182213230000
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	2	2	2,30002110017201000
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	2	2	2,40170585799027000
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	2	2	2,25485804965854000
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	2	2	2,13812373252708000
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	2	2	2,07135326881466000
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	2	2	2,03619889327634000
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	2	2	2,01818603686914000
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	2	2	2,00927121060477000
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	2	2	2,00607107251400000
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,95989619500700000
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	2	2	3,05953286787635000

Tabela B.34. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,01943121512691780
Patankar_1Dp_2p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,18292773736268600
Patankar_1Dp_2p1_004	0,0625000000000000	2	2	0,48247832060091400
Patankar_1Dp_2p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,12254392773437000
Patankar_1Dp_2p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,90812656220498000
Patankar_1Dp_2p1_007	0,0078125000000000	2	2	2,20800890099377000
Patankar_1Dp_2p1_008	0,0039062500000000	2	2	2,23463527015593000
Patankar_1Dp_2p1_009	0,0019531250000000	2	2	2,21411215107318000
Patankar_1Dp_2p1_010	0,0009765625000000	2	2	2,16991660512753000
Patankar_1Dp_2p1_011	0,0004882812500000	2	2	2,11387741210599000
Patankar_1Dp_2p1_012	0,0002441406250000	2	2	2,06672376856290000
Patankar_1Dp_2p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,03620620755305000
Patankar_1Dp_2p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,01899597232094000
Patankar_1Dp_2p1_015	0,0000305175781250	2	2	2,0011965999269000
Patankar_1Dp_2p1_016	0,0000152587890625	2	2	2,04387338276118000

Tabela B.35. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,01947381487706000
Patankar_1Dp_2p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,18302251179804400
Patankar_1Dp_2p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,48265781361389300
Patankar_1Dp_2p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,12152526787594000
Patankar_1Dp_2p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,88603839309430000
Patankar_1Dp_2p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,08296540199285000
Patankar_1Dp_2p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,94293014997800000
Patankar_1Dp_2p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,85437834156131000
Patankar_1Dp_2p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,87117464334438000
Patankar_1Dp_2p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,91659419434723000
Patankar_1Dp_2p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,95264854818672000
Patankar_1Dp_2p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,97473531999635000
Patankar_1Dp_2p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,98699763008741000
Patankar_1Dp_2p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,99164597881434000
Patankar_1Dp_2p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,95708196504023000

Tabela B.36. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,01944540506081230
Patankar_1Dp_2p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,18295930675529900
Patankar_1Dp_2p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,48253814497019000
Patankar_1Dp_2p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,12220651296027000
Patankar_1Dp_2p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,90081824757983000
Patankar_1Dp_2p3_007	0,0078125000000000	2	2	2,16598772189630000
Patankar_1Dp_2p3_008	0,0039062500000000	2	2	2,12761411323180000
Patankar_1Dp_2p3_009	0,0019531250000000	2	2	2,05932783333340000
Patankar_1Dp_2p3_010	0,0009765625000000	2	2	2,02070240969924000
Patankar_1Dp_2p3_011	0,0004882812500000	2	2	2,00598228075891000
Patankar_1Dp_2p3_012	0,0002441406250000	2	2	2,00157199715938000
Patankar_1Dp_2p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00040160360086000
Patankar_1Dp_2p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,00007432932916000
Patankar_1Dp_2p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,00399454294239000
Patankar_1Dp_2p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,93794683894073000

Tabela B.37. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,01945250404039420
Patankar_1Dp_2p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,18297510034666900
Patankar_1Dp_2p4_004	0,0625000000000000	2	2	0,48256806052233500
Patankar_1Dp_2p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,12203694969070000
Patankar_1Dp_2p4_006	0,0156250000000000	2	2	1,89714030149404000
Patankar_1Dp_2p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,14506565152353000
Patankar_1Dp_2p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,07798715765768000
Patankar_1Dp_2p4_009	0,0019531250000000	2	2	1,99752278900389000
Patankar_1Dp_2p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,97049943114253000
Patankar_1Dp_2p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,97405787635428000
Patankar_1Dp_2p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,98364424954082000
Patankar_1Dp_2p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99094020247091000
Patankar_1Dp_2p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99475403826431000
Patankar_1Dp_2p4_015	0,0000305175781250	2	2	1,99925691403245000
Patankar_1Dp_2p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,01959611748216000

Tabela B.38. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,01943121640572260
Patankar_1Dp_2p5_003	0,1250000000000000	2	2	0,18292774027442600
Patankar_1Dp_2p5_004	0,0625000000000000	2	2	0,48247832465520200
Patankar_1Dp_2p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,12254365846310000
Patankar_1Dp_2p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,90810872890177000
Patankar_1Dp_2p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,20773877041168000
Patankar_1Dp_2p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,23377298705870000
Patankar_1Dp_2p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,21356943642556000
Patankar_1Dp_2p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,17038421311177000
Patankar_1Dp_2p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,11455451821862000
Patankar_1Dp_2p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,06709243912154000
Patankar_1Dp_2p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,03629429786110000
Patankar_1Dp_2p5_014	0,0000610351562500	2	2	2,01845964593359000
Patankar_1Dp_2p5_015	0,0000305175781250	2	2	2,00248707070629000
Patankar_1Dp_2p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,99334736147873000

Tabela B.39. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,01944067381398660
Patankar_1Dp_2p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,18294878080680900
Patankar_1Dp_2p6_004	0,0625000000000000	2	2	0,48251820225777400
Patankar_1Dp_2p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,12231925442689000
Patankar_1Dp_2p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,90326243700421000
Patankar_1Dp_2p6_007	0,0078125000000000	2	2	2,17998218191428000
Patankar_1Dp_2p6_008	0,0039062500000000	2	2	2,16211897270886000
Patankar_1Dp_2p6_009	0,0019531250000000	2	2	2,10576044876026000
Patankar_1Dp_2p6_010	0,0009765625000000	2	2	2,06169204922187000
Patankar_1Dp_2p6_011	0,0004882812500000	2	2	2,03359303089943000
Patankar_1Dp_2p6_012	0,0002441406250000	2	2	2,01754200193872000
Patankar_1Dp_2p6_013	0,0001220703125000	2	2	2,00901025301465000
Patankar_1Dp_2p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00495251244013000
Patankar_1Dp_2p6_015	0,0000305175781250	2	2	2,00004311377490000
Patankar_1Dp_2p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,93419764825781000

Tabela B.40. p_E de E_M do Problema 2, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_2p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,01944067381398660
Patankar_1Dp_2p7_003	0,1250000000000000	2	2	0,18294878080681900
Patankar_1Dp_2p7_004	0,0625000000000000	2	2	0,48251820225776500
Patankar_1Dp_2p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,12231925442689000
Patankar_1Dp_2p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,90326243700458000
Patankar_1Dp_2p7_007	0,0078125000000000	2	2	2,17998218191585000
Patankar_1Dp_2p7_008	0,0039062500000000	2	2	2,16211897280195000
Patankar_1Dp_2p7_009	0,0019531250000000	2	2	2,10576044830146000
Patankar_1Dp_2p7_010	0,0009765625000000	2	2	2,06169203588250000
Patankar_1Dp_2p7_011	0,0004882812500000	2	2	2,03359283082124000
Patankar_1Dp_2p7_012	0,0002441406250000	2	2	2,01754196039776000
Patankar_1Dp_2p7_013	0,0001220703125000	2	2	2,00895776761304000
Patankar_1Dp_2p7_014	0,0000610351562500	2	2	2,00476507507617000
Patankar_1Dp_2p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,99399125336257000
Patankar_1Dp_2p7_016	0,0000152587890625	2	2	2,08160545983315000

Tabela B.41. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,32371915041335000
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,13815426577312000
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,06441317720715000
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,03115926966255000
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,01533084918938000
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,00760476157896000
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00378740127742000
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00188997866407000
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00094406622661000
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00047179915551000
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00023607313372000
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00011887792135000
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00006092696209000
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00011575445762000
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00067491810293000

Tabela B.42. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,0000000000001000
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,9999999999998600
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	2	2	0,9999999999995500
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,0000000000192000
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	2	2	0,9999999999393600
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	2	2	0,9999999996882800
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	2	2	0,9999999996391700
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,0000000005202000
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,00000000043019000
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	2	2	0,99999992740662400
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,00000006722737000
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	2	2	0,9999966473557500
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,00000543193605000
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,00023425159482000

Tabela B.43. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 3, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,42884329880390000
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,17449773123215000
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,07992354429722000
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,03836047369878000
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,01880440143033000
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,00931107952965000
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,00463310115976000
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,00231098095902000
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,00115410259529000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,00057675479840000
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,00028795974944000
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,00014202342321000
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,00006885993813000
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,00021487355752000
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,00097633900638000

Tabela B.44. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,32371915041337000
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,13815426577313000
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,06441317720712000
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,03115926966236000
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,01533084919635000
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,00760476158700000
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00378740091355000
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00188997846971000
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00094405953939000
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00047179943225000
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00023572411080000
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00011727755282000
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00005820389947000
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	2	2	0,99998026781176100
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	2	2	0,99965431728523600

Tabela B.45. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	2	2	-1,87446911791614000
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	2	2	-0,83007499855768800
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	2	2	-6,78387005875678000
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	2	2	-4,53445040128690000

Tabela B.46. p_E de T_M do Problema 3, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,42884329880389000
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,17449773123214000
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,07992354429701000
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,03836047369873000
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,01880440144020000
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,00931107956148000
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,00463310139780000
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,00231098358771000
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,00115410552670000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,00057669316915000
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,00028836002394000
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,00014461563766000
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,00007267516730000
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	2	2	0,99999173216087800
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.47. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,32371915041336000
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,13815426577278000
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,06441317720742000
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,03115926966182000
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,01533084917249000
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,00760476163906000
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00378740172491000
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00188998004987000
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00094408039725000
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00047187861367000
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00023599742270000
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00012429451221000
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00006377502834000
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00034872497803000
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00240257573012000

Tabela B.48. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	2	2	2,71800996963723000
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	2	2	-3,62742089586476000
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	2	2	-2,75765585715930000
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	2	2	-2,47940771861427000
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.49. p_E de q_I do Problema 3, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,42884329880389000
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,17449773123207000
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,07992354429685000
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,03836047369920000
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,01880440143700000
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,00931107954128000
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,00463310120826000
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,00231098138287000
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,00115409991984000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,00057685051426000
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,00028749833198000
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,00014070497642000
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,00006590585178000
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,00021246443817000
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,00207404925690000

Tabela B.50. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,32371915041335000
Patankar_1Dp_3p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,13815426577309000
Patankar_1Dp_3p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,06441317720709000
Patankar_1Dp_3p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,03115926966254000
Patankar_1Dp_3p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,01533084919310000
Patankar_1Dp_3p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,00760476158648000
Patankar_1Dp_3p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00378740106077000
Patankar_1Dp_3p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00188997858245000
Patankar_1Dp_3p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00094406186404000
Patankar_1Dp_3p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00047180011277000
Patankar_1Dp_3p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00023585097305000
Patankar_1Dp_3p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00011798063729000
Patankar_1Dp_3p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00005874170646000
Patankar_1Dp_3p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00003488716121000
Patankar_1Dp_3p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00010444542880000

Tabela B.51. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p2_002	0,2500000000000000	2	2	-0,58496250072115600
Patankar_1Dp_3p2_003	0,1250000000000000	2	2	-0,20511442990461300
Patankar_1Dp_3p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,94041120371020000
Patankar_1Dp_3p2_005	0,0312500000000000	2	2	-5,01161507667314000
Patankar_1Dp_3p2_006	0,0156250000000000	2	2	-0,58886721718321600
Patankar_1Dp_3p2_007	0,0078125000000000	2	2	-0,59954634091349900
Patankar_1Dp_3p2_008	0,0039062500000000	2	2	-1,96400371480501000
Patankar_1Dp_3p2_009	0,0019531250000000	2	2	-0,84242286833292500
Patankar_1Dp_3p2_010	0,0009765625000000	2	2	-0,40198450226439100
Patankar_1Dp_3p2_011	0,0004882812500000	2	2	-0,90475489605759100
Patankar_1Dp_3p2_012	0,0002441406250000	2	2	-5,06367894035790000
Patankar_1Dp_3p2_013	0,0001220703125000	2	2	2,47329486868662000
Patankar_1Dp_3p2_014	0,0000610351562500	2	2	-2,53467777660831000
Patankar_1Dp_3p2_015	0,0000305175781250	2	2	-3,02512065112298000
Patankar_1Dp_3p2_016	0,0000152587890625	2	2	-4,40225598135207000

Tabela B.52. p_E de E_M do Problema 3, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_3p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,42884329880387000
Patankar_1Dp_3p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,17449773123214000
Patankar_1Dp_3p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,07992354429694000
Patankar_1Dp_3p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,03836047369877000
Patankar_1Dp_3p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,01880440143806000
Patankar_1Dp_3p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,00931107955267000
Patankar_1Dp_3p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,00463310135015000
Patankar_1Dp_3p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,00231098306385000
Patankar_1Dp_3p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,00115410501533000
Patankar_1Dp_3p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,00057670919643000
Patankar_1Dp_3p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,00028825155444000
Patankar_1Dp_3p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,00014404018544000
Patankar_1Dp_3p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,00007210420283000
Patankar_1Dp_3p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,00003975722655000
Patankar_1Dp_3p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,00009442497413000

Tabela B.53. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	2	2	2,10060127582769000
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,35300349761595000
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,14218971894407000
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,06442524359351000
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,03072835938384000
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,01501348479414000
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00742148397181000
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00368972172367000
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00183964214125000
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00091851917960000
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00045894808054000
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00022945350766000
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00011447121433000
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00005805156675000
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00002332930948000

Tabela B.54. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,90098152121911600
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,83720997258526100
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,89053941711076900
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	2	2	0,93611951930467800
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	2	2	0,96530848651786200
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	2	2	0,98188811137417800
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	2	2	0,99074099762478300
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	2	2	0,99531816451260200
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	2	2	0,99764579360012900
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	2	2	0,99881954836189800
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	2	2	0,99940893367964900
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	2	2	0,99970425420178800
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	2	2	0,99985207510960900
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	2	2	0,99992620544353400
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,99996926108056000

Tabela B.55. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 4, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,57228913423623100
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,70979348987711500
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,82102491664183100
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	2	2	0,89800482633046600
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	2	2	0,94502440040357000
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	2	2	0,97137150499638800
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	2	2	0,98537871107336900
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	2	2	0,99260958555865600
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	2	2	0,99628445482613100
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	2	2	0,99813709217741500
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	2	2	0,99906725544783200
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	2	2	0,99953330424552400
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	2	2	0,99976656550637400
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	2	2	0,99988331534395100
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,99994178931195400

Tabela B.56. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,39200632587398000
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,18431984546185000
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,09010668441419000
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,04392804197069000
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,02157208227629000
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,01067425260888000
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00530754990836000
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00264618603280000
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00132117194199000
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00066010274199000
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00032991380416000
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00016487195176000
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00008256809252000
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00004293459752000
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00001633599875000

Tabela B.57. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,43718044524577000
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,82920377369259000
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,92634516875317000
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,96519541357147000
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,98302158230889000
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99160808400533000
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99582739593251000
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99792230868388000
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99896786533924000
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99936895605485000
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99634574016087000
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,99057228993223000
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,28689573458961000
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,09656007858750680

Tabela B.58. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,77902237056212000
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,87273247449123600
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,93100193912914700
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	2	2	0,96394473607274700
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	2	2	0,98154927087024900
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	2	2	0,99066403946530200
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	2	2	0,99530372921413100
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	2	2	0,99764470921116800
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	2	2	0,99882055578201500
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	2	2	0,99940982383330600
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	2	2	0,99970478359647800
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	2	2	0,99985238187702600
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	2	2	0,99992613994874100
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	2	2	0,99996346335389200
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,99998870904549600

Tabela B.59. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	2	2	2,56792458366917000
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	2	2	2,10994635296307000
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	2	2	2,01889452895301000
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,99989758594103000
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	2	2	1,99744358942772000
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	2	2	1,99807761784045000
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	2	2	1,99887528631650000
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	2	2	1,99939659781946000
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,99968948872730000
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,99985626616654000
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,99978260334121000
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99923932458554000
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,98977106149922000
Patankar_1Dp_4p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,21453985408166000
Patankar_1Dp_4p4_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.60. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	2	2	1,96609329717123000
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	2	2	2,05393959268679000
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	2	2	2,05914697473750000
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	2	2	2,04027801765016000
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	2	2	2,02314185902129000
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,01235682761968000
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,00637879850674000
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,00323995214896000
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,00163217944602000
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,00082064323184000
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,00044572734052000
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,00052259299377000
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	2	2	1,98618576755947000
Patankar_1Dp_4p5_015	0,0000305175781250	2	2	2,04720004398642000
Patankar_1Dp_4p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,30695274939009000

Tabela B.61. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	2	2	1,41582959679662000
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	2	2	1,18050526118945000
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,08315332582808000
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,03981072832686000
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,01946094445248000
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,00961914718423000
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,00478173654832000
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,00238391005342000
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,00119021560952000
Patankar_1Dp_4p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,00059467279619000
Patankar_1Dp_4p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,00029722832813000
Patankar_1Dp_4p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,00014855893369000
Patankar_1Dp_4p6_014	0,0000610351562500	2	2	1,00007440439314000
Patankar_1Dp_4p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,00003657064106000
Patankar_1Dp_4p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,00002966736838000

Tabela B.62. p_E de T_M do Problema 4, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	2	2	1,30523211161457000
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	2	2	1,15970308622236000
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,07545879803791000
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,03645091092854000
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,01788619933932000
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,00885622383385000
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,00440616926710000
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,00219757341457000
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,00109740628985000
Patankar_1Dp_4p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,00054835829456000
Patankar_1Dp_4p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,00027408199673000
Patankar_1Dp_4p7_013	0,0001220703125000	2	2	1,00013704908926000
Patankar_1Dp_4p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,00006840640342000
Patankar_1Dp_4p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,00003541179819000
Patankar_1Dp_4p7_016	0,0000152587890625	2	2	1,00000970769511000

Tabela B.63. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	2	2	2,18055582012544000
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,41411409216710000
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,17320290452756000
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,07987379901828000
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,03842086667495000
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,01884996661456000
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00933708152651000
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00464683670582000
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00231802627310000
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00115766208843000
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00057843144691000
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00028872204312000
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00014441884083000
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00008502273303000
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00001761485713000

Tabela B.64. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	2	2	2,93382208373877000
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	2	2	2,17636130736309000
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	2	2	2,06036288636892000
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	2	2	2,02460108746591000
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	2	2	2,01101420444554000
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,00519651325289000
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	2	2	2,00252186162929000
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	2	2	2,00124215183524000
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	2	2	2,00061951947723000
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	2	2	2,00031401612889000
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	2	2	2,00027712642061000
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99285961870293000
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,97424635384656000
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,28250202356048000
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	2	2	0,94810689670890300

Tabela B.65. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,72536001260227700
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,83732849229691700
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,91008251639008600
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	2	2	0,95246727997086500
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	2	2	0,97552098283501400
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	2	2	0,98757236095928700
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	2	2	0,99373780482561300
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	2	2	0,99685663392303600
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	2	2	0,99842522881020800
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	2	2	0,99921182357567300
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	2	2	0,99960563276341400
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	2	2	0,99980276023189700
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	2	2	0,99990221346499600
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	2	2	0,99994314464790000
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,00004525228197000

Tabela B.66. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	2	2	2,48914233658837000
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	2	2	2,11477186590986000
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	2	2	2,04024638558323000
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	2	2	2,01687235623450000
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	2	2	2,00775598778197000
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,00372651992047000
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,00182795474313000
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,00090504544119000
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	2	2	2,00044476342008000
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	2	2	2,00022989003135000
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	2	2	2,00026769630511000
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	2	2	2,00222077190018000
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	2	2	2,00673217793763000
Patankar_1Dp_4p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,44156974572744000
Patankar_1Dp_4p4_016	0,0000152587890625	2	2	0,00000000000000000

Tabela B.67. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	2	2	1,60618832665358000
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	2	2	1,77466211749526000
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	2	2	1,87465515265621000
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,93331086684072000
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,96554587366144000
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	2	2	1,98248203956689000
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	2	2	1,99116651857572000
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	2	2	1,99556440594253000
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	2	2	1,99777667558112000
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	2	2	1,99887000104470000
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	2	2	1,99926503264339000
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	2	2	1,99322878146141000
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	2	2	2,08790885987762000
Patankar_1Dp_4p5_015	0,0000305175781250	2	2	1,93259363923851000
Patankar_1Dp_4p5_016	0,0000152587890625	2	2	0,0000000000000000

Tabela B.68. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	2	2	2,34412015194124000
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	2	2	1,32702673604219000
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,13492395362428000
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,06222290189853000
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,02996470475270000
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,01471296535577000
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,00729113850876000
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,00362947443510000
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,00181074273744000
Patankar_1Dp_4p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,00090437748775000
Patankar_1Dp_4p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,00045199832834000
Patankar_1Dp_4p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,00022573132564000
Patankar_1Dp_4p6_014	0,0000610351562500	2	2	1,00011437844670000
Patankar_1Dp_4p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,00004770192547000
Patankar_1Dp_4p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,00006022918297000

Tabela B.69. p_E de q_I do Problema 4, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	2	2	2,24826873600621000
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	2	2	1,31858688619847000
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,13210298537298000
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,06103843489222000
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,02941975398299000
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,01445137722563000
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,00716296027209000
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,00356602673020000
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,00177917928856000
Patankar_1Dp_4p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,00088864426167000
Patankar_1Dp_4p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,00044404006094000
Patankar_1Dp_4p7_013	0,0001220703125000	2	2	1,00022199881689000
Patankar_1Dp_4p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,00011247057532000
Patankar_1Dp_4p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,00006520000658000
Patankar_1Dp_4p7_016	0,0000152587890625	2	2	0,99994879248794700

Tabela B.70. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,45710228683271000
Patankar_1Dp_4p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,22459224581156000
Patankar_1Dp_4p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,11481960386989000
Patankar_1Dp_4p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,05763618619325000
Patankar_1Dp_4p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,02877092258689000
Patankar_1Dp_4p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,01435924342158000
Patankar_1Dp_4p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,00717126754732000
Patankar_1Dp_4p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,00358332352975000
Patankar_1Dp_4p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,00179105666940000
Patankar_1Dp_4p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,00089537350921000
Patankar_1Dp_4p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,00044763254254000
Patankar_1Dp_4p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,00022375758751000
Patankar_1Dp_4p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,00011199662872000
Patankar_1Dp_4p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,00005766582000000
Patankar_1Dp_4p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,00002357091428000

Tabela B.71. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,01224596468610000
Patankar_1Dp_4p2_003	0,1250000000000000	2	2	2,06733615944933000
Patankar_1Dp_4p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,98592865165814000
Patankar_1Dp_4p2_005	0,0312500000000000	2	2	2,00172019171638000
Patankar_1Dp_4p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,99935203553231000
Patankar_1Dp_4p2_007	0,0078125000000000	2	2	2,00012539769194000
Patankar_1Dp_4p2_008	0,0039062500000000	2	2	2,00012545698296000
Patankar_1Dp_4p2_009	0,0019531250000000	2	2	2,00003372155616000
Patankar_1Dp_4p2_010	0,0009765625000000	2	2	2,00003625977315000
Patankar_1Dp_4p2_011	0,0004882812500000	2	2	2,00001795948474000
Patankar_1Dp_4p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99998475322230000
Patankar_1Dp_4p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99972878960001000
Patankar_1Dp_4p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,00137407425984000
Patankar_1Dp_4p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,92613009105794000
Patankar_1Dp_4p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,28520961275420000

Tabela B.72. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,61798099180110100
Patankar_1Dp_4p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,80049215567563600
Patankar_1Dp_4p3_004	0,0625000000000000	2	2	0,89811031316601600
Patankar_1Dp_4p3_005	0,0312500000000000	2	2	0,94852187457174000
Patankar_1Dp_4p3_006	0,0156250000000000	2	2	0,97412318234463700
Patankar_1Dp_4p3_007	0,0078125000000000	2	2	0,98702594918659800
Patankar_1Dp_4p3_008	0,0039062500000000	2	2	0,99350385762375700
Patankar_1Dp_4p3_009	0,0019531250000000	2	2	0,99674961968837400
Patankar_1Dp_4p3_010	0,0009765625000000	2	2	0,99837422901315100
Patankar_1Dp_4p3_011	0,0004882812500000	2	2	0,99918696590971400
Patankar_1Dp_4p3_012	0,0002441406250000	2	2	0,99959343286013000
Patankar_1Dp_4p3_013	0,0001220703125000	2	2	0,99979672542462200
Patankar_1Dp_4p3_014	0,0000610351562500	2	2	0,99989833646469200
Patankar_1Dp_4p3_015	0,0000305175781250	2	2	0,99994938025383300
Patankar_1Dp_4p3_016	0,0000152587890625	2	2	0,99998101398240600

Tabela B.73. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,07144768078935270
Patankar_1Dp_4p4_003	0,1250000000000000	2	2	2,00779841802748000
Patankar_1Dp_4p4_004	0,0625000000000000	2	2	2,00702630020498000
Patankar_1Dp_4p4_005	0,0312500000000000	2	2	2,00605987768981000
Patankar_1Dp_4p4_006	0,0156250000000000	2	2	2,00010580731774000
Patankar_1Dp_4p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,00212822522555000
Patankar_1Dp_4p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,00111756211441000
Patankar_1Dp_4p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,00053827261324000
Patankar_1Dp_4p4_010	0,0009765625000000	2	2	2,00028859100817000
Patankar_1Dp_4p4_011	0,0004882812500000	2	2	2,00014310643367000
Patankar_1Dp_4p4_012	0,0002441406250000	2	2	2,00006368030999000
Patankar_1Dp_4p4_013	0,0001220703125000	2	2	1,99985288134896000
Patankar_1Dp_4p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99911759013851000
Patankar_1Dp_4p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,01491960363148000
Patankar_1Dp_4p4_016	0,0000152587890625	2	2	1,17378882265590000

Tabela B.74. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p5_002	0,2500000000000000	2	2	2,09328667911991000
Patankar_1Dp_4p5_003	0,1250000000000000	2	2	2,18274372980474000
Patankar_1Dp_4p5_004	0,0625000000000000	2	2	2,16104731268308000
Patankar_1Dp_4p5_005	0,0312500000000000	2	2	2,10698520919636000
Patankar_1Dp_4p5_006	0,0156250000000000	2	2	2,06173824300482000
Patankar_1Dp_4p5_007	0,0078125000000000	2	2	2,03317862614948000
Patankar_1Dp_4p5_008	0,0039062500000000	2	2	2,01720141593368000
Patankar_1Dp_4p5_009	0,0019531250000000	2	2	2,00875834685647000
Patankar_1Dp_4p5_010	0,0009765625000000	2	2	2,00441782389612000
Patankar_1Dp_4p5_011	0,0004882812500000	2	2	2,00222252533848000
Patankar_1Dp_4p5_012	0,0002441406250000	2	2	2,00120679410226000
Patankar_1Dp_4p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,00141278503329000
Patankar_1Dp_4p5_014	0,0000610351562500	2	2	1,96284146320683000
Patankar_1Dp_4p5_015	0,0000305175781250	2	2	2,12945371818998000
Patankar_1Dp_4p5_016	0,0000152587890625	2	2	0,54507468966245600

Tabela B.75. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p6_002	0,2500000000000000	2	2	1,48424934439791000
Patankar_1Dp_4p6_003	0,1250000000000000	2	2	1,21830908126436000
Patankar_1Dp_4p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,10724505512856000
Patankar_1Dp_4p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,05322583620900000
Patankar_1Dp_4p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,02650294633264000
Patankar_1Dp_4p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,01322173233076000
Patankar_1Dp_4p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,00660311298905000
Patankar_1Dp_4p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,00329957688596000
Patankar_1Dp_4p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,00164928820302000
Patankar_1Dp_4p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,00082451826493000
Patankar_1Dp_4p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,00041222765553000
Patankar_1Dp_4p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,00020607767376000
Patankar_1Dp_4p6_014	0,0000610351562500	2	2	1,00010316170979000
Patankar_1Dp_4p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,00005103689819000
Patankar_1Dp_4p6_016	0,0000152587890625	2	2	1,00003560871629000

Tabela B.76. p_E de E_M do Problema 4, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_4p7_002	0,2500000000000000	2	2	1,38489753243485000
Patankar_1Dp_4p7_003	0,1250000000000000	2	2	1,20047774330450000
Patankar_1Dp_4p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,10078037332173000
Patankar_1Dp_4p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,05043044290878000
Patankar_1Dp_4p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,02519856646251000
Patankar_1Dp_4p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,01259109025534000
Patankar_1Dp_4p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,00629296673252000
Patankar_1Dp_4p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,00314577147572000
Patankar_1Dp_4p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,00157269971848000
Patankar_1Dp_4p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,00078630281744000
Patankar_1Dp_4p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,00039312971242000
Patankar_1Dp_4p7_013	0,0001220703125000	2	2	1,00019658994761000
Patankar_1Dp_4p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,00009818030704000
Patankar_1Dp_4p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,00005025899352000
Patankar_1Dp_4p7_016	0,0000152587890625	2	2	1,00001757616000000

Tabela B.77. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,61765198262049000
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	2	2	2,62623716881441000
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	2	2	4,99225056981959000
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,99492643441871000
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,99873721798813000
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,99968444693368000
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,99992112522311000
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,99998027032019000
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,99999498597679000
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999646333098000
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	2	2	2,00001452992734000
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,00011985782768000
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,99859342656625000
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,90750372367319000

Tabela B.78. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	2	2	3,46336477429563000
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	2	2	2,51476660287061000
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	2	2	0,06491412815889910
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,99492333029505000
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,99873217609186000
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99968297125231000
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99992073095319000
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99998018137621000
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99999498828080000
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999987124661000
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99996874174033000
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,00012052549571000
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,99211934028084000
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,90737109731859000

Tabela B.79. p_E de $T_{0.5}$ do Problema 5, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	2	2	3,57910615876721000
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,0000000000000000
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	2	2	3,57465824528825000
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	2	2	4,45590096558601000
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,99478415616620000
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,99868034674898000
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99966990767486000
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99991746765698000
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99997936254492000
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99999489501497000
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999708825103000
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,99996713890994000
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,99944196631923000
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	2	2	1,99288963105010000
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	2	2	1,89847324851978000

Tabela B.80. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	2	2	1,09960427985288000
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,61393997862899000
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,08493979025940000
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,35873803090132000
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,69694220863251000
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,87191122260365000
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,94500133696385000
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,97511366034676000
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,98824303651261000
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,99429621612609000
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,99719215236187000
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,99860700310749000
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,99930756151474000
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,99951585809726000
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,99927331608390000

Tabela B.81. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,36886673917831400
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,78260744103540000
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,60395739268957000
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	2	2	2,01237181473297000
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,81660382542269000
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,89041581617995000
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,94115224958858000
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,96955182624435000
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,98451477820755000
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99219116405500000
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99607875841353000
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,99802955905628000
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,99891182771039000
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,99906047736691000

Tabela B.82. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,54001000157215000
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,16222026828728000
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,68619747165192000
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,93060120065577000
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,98412334161863000
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99615127011714000
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99904591092488000
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99976199227740000
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99994052753087000
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,99998524419868000
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,99999341188808000
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,00001299005191000
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,00010481379181000
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	2	2	2,00278239947445000

Tabela B.83. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	2	2	2,32623629651314000
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,64116057511680300
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	2	2	0,39874225798836300
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	2	2	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	2	2	0,00000000000000000
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,35225853174646000
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,23234398721493000
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,13727284394017000
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	2	2	2,07538171405118000
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	2	2	2,03962490060560000
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	2	2	2,02033161753694000
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	2	2	2,01030645895276000
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	2	2	2,00531936398595000
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,00395026411912000
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,00263806746354000

Tabela B.84. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	2	2	1,20967756051073000
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	2	2	1,49259220987645000
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	2	2	1,00475982404650000
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,29521256741866000
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,65610924681814000
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	2	2	1,85375790016237000
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	2	2	1,93767060272525000
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	2	2	1,97203225185876000
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	2	2	1,98686237238605000
Patankar_1Dp_5p5_011	0,0004882812500000	2	2	1,99364722259022000
Patankar_1Dp_5p5_012	0,0002441406250000	2	2	1,99687805579864000
Patankar_1Dp_5p5_013	0,0001220703125000	2	2	1,99845425054290000
Patankar_1Dp_5p5_014	0,0000610351562500	2	2	1,99923033301444000
Patankar_1Dp_5p5_015	0,0000305175781250	2	2	1,99966092549659000
Patankar_1Dp_5p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,99868599431605000

Tabela B.85. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,22613793330343400
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,98447014213322800
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,62771889744025000
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347890074834000
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126263000
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221260844000
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279027224000
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068025762000
Patankar_1Dp_5p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997269037340000
Patankar_1Dp_5p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999359169354000
Patankar_1Dp_5p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,99999496064357000
Patankar_1Dp_5p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00002897158921000
Patankar_1Dp_5p6_015	0,0000305175781250	2	2	2,00011954261954000
Patankar_1Dp_5p6_016	0,0000152587890625	2	2	2,00282679941343000

Tabela B.86. p_E de T_M do Problema 5, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,89046875124885000
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	2	2	1,57692430200919000
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,13367381231271000
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,54894557996857000
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,83017826395705000
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,93387553618760000
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,97205038692559000
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,98734341472246000
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,99400553015248000
Patankar_1Dp_5p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,99708669875460000
Patankar_1Dp_5p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,99856434755610000
Patankar_1Dp_5p7_013	0,0001220703125000	2	2	1,99928834022113000
Patankar_1Dp_5p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,99961504270369000
Patankar_1Dp_5p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,99995292474430000
Patankar_1Dp_5p7_016	0,0000152587890625	2	2	1,99970087411949000

Tabela B.87. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,22398030127080700
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	2	2	0,98585417554075700
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,62738919465389000
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347929038969000
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126267000
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221263378000
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279045138000
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068291207000
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997268751446000
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999293335807000
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,99999512381057000
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	2	2	2,00000641543267000
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,99956021102768000
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	2	2	2,00070756354111000

Tabela B.88. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	2	2	0,22816537462610900
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	2	2	0,98597814010784500
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	2	2	1,62669367679797000
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347378058975000
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126267000
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582730000
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221260210000
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279057806000
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989067995180000
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997266101740000
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999319732927000
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,99999921787224000
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	2	2	2,00006341880568000
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,99995858978740000
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,99559498528764000

Tabela B.89. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	2	2	0,23143336398116800
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	2	2	0,98295223484933500
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,62786894991135000
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347753468521000
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126267000
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582730000
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221260210000
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279067939000
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068352003000
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997268670383000
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999316797328000
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	2	2	2,00000065196646000
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	2	2	1,99997770546204000
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,00047226334789000
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	2	2	2,00596583153423000

Tabela B.90. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	2	2	0,22466427553304600
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	2	2	0,98949833145551100
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	2	2	1,62549068122183000
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347415907750000
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126259000
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221265913000
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279022155000
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989067659529000
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997264186660000
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999280290719000
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	2	2	2,00000203406625000
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	2	2	1,99996516245181000
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,00057566253515000
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	2	2	2,00144527737889000

Tabela B.91. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,22617129293906300
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	2	2	0,98331814050602900
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	2	2	1,62794873923984000
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,89348060613700000
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126267000
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221265913000
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279073005000
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068260806000
Patankar_1Dp_5p5_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997269564961000
Patankar_1Dp_5p5_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999280131461000
Patankar_1Dp_5p5_013	0,0001220703125000	2	2	2,00000004562605000
Patankar_1Dp_5p5_014	0,0000610351562500	2	2	1,99996709218032000
Patankar_1Dp_5p5_015	0,0000305175781250	2	2	2,00033026097367000
Patankar_1Dp_5p5_016	0,0000152587890625	2	2	2,00513408350035000

Tabela B.92. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,22613793330343400
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	2	2	0,98447014213322800
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,62771889744025000
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347890074834000
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126263000
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221260844000
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279027224000
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068025762000
Patankar_1Dp_5p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997269037340000
Patankar_1Dp_5p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999359169354000
Patankar_1Dp_5p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,99999496064357000
Patankar_1Dp_5p6_014	0,0000610351562500	2	2	2,00002897158921000
Patankar_1Dp_5p6_015	0,0000305175781250	2	2	2,00011954261954000
Patankar_1Dp_5p6_016	0,0000152587890625	2	2	2,00282679941343000

Tabela B.93. p_E de q_I do Problema 5, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,22613793330343400
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	2	2	0,98447014213322800
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,62771889744025000
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,89347890074834000
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,97236664126263000
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,99302559582096000
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,99825221260844000
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,99956279067939000
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,99989068189152000
Patankar_1Dp_5p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,99997265084120000
Patankar_1Dp_5p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,99999338796867000
Patankar_1Dp_5p7_013	0,0001220703125000	2	2	2,00000046946220000
Patankar_1Dp_5p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,99997770546204000
Patankar_1Dp_5p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,99992020735946000
Patankar_1Dp_5p7_016	0,0000152587890625	2	2	2,00037051440885000

Tabela B.94. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 1

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p1_002	0,2500000000000000	2	2	0,91253137665389300
Patankar_1Dp_5p1_003	0,1250000000000000	2	2	1,45254226041898000
Patankar_1Dp_5p1_004	0,0625000000000000	2	2	1,40030322381013000
Patankar_1Dp_5p1_005	0,0312500000000000	2	2	1,47116754960226000
Patankar_1Dp_5p1_006	0,0156250000000000	2	2	1,73338149624274000
Patankar_1Dp_5p1_007	0,0078125000000000	2	2	1,88205426137286000
Patankar_1Dp_5p1_008	0,0039062500000000	2	2	1,94913289967811000
Patankar_1Dp_5p1_009	0,0019531250000000	2	2	1,97738026805015000
Patankar_1Dp_5p1_010	0,0009765625000000	2	2	1,98924567612715000
Patankar_1Dp_5p1_011	0,0004882812500000	2	2	1,99480133231004000
Patankar_1Dp_5p1_012	0,0002441406250000	2	2	1,99744305807055000
Patankar_1Dp_5p1_013	0,0001220703125000	2	2	1,99873176966730000
Patankar_1Dp_5p1_014	0,0000610351562500	2	2	1,99936915571704000
Patankar_1Dp_5p1_015	0,0000305175781250	2	2	1,99955159842642000
Patankar_1Dp_5p1_016	0,0000152587890625	2	2	1,99915385368132000

Tabela B.95. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 2

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p2_002	0,2500000000000000	2	2	1,5579847296436000
Patankar_1Dp_5p2_003	0,1250000000000000	2	2	1,9613316516450900
Patankar_1Dp_5p2_004	0,0625000000000000	2	2	0,5310159069676560
Patankar_1Dp_5p2_005	0,0312500000000000	2	2	1,6014594203328100
Patankar_1Dp_5p2_006	0,0156250000000000	2	2	2,0129044008533800
Patankar_1Dp_5p2_007	0,0078125000000000	2	2	1,8106697242660500
Patankar_1Dp_5p2_008	0,0039062500000000	2	2	1,8872149857628400
Patankar_1Dp_5p2_009	0,0019531250000000	2	2	1,9395321627665900
Patankar_1Dp_5p2_010	0,0009765625000000	2	2	1,9687394933764200
Patankar_1Dp_5p2_011	0,0004882812500000	2	2	1,9841082630794700
Patankar_1Dp_5p2_012	0,0002441406250000	2	2	1,9919878398075200
Patankar_1Dp_5p2_013	0,0001220703125000	2	2	1,9959770783359200
Patankar_1Dp_5p2_014	0,0000610351562500	2	2	1,9979785701423700
Patankar_1Dp_5p2_015	0,0000305175781250	2	2	1,9988836905475800
Patankar_1Dp_5p2_016	0,0000152587890625	2	2	1,9990364384486100

Tabela B.96. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 3

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p3_002	0,2500000000000000	2	2	1,1646332215534500
Patankar_1Dp_5p3_003	0,1250000000000000	2	2	1,7980075388969600
Patankar_1Dp_5p3_004	0,0625000000000000	2	2	1,7865294699404400
Patankar_1Dp_5p3_005	0,0312500000000000	2	2	1,7333514072939900
Patankar_1Dp_5p3_006	0,0156250000000000	2	2	1,9466340838719800
Patankar_1Dp_5p3_007	0,0078125000000000	2	2	1,9875414225141100
Patankar_1Dp_5p3_008	0,0039062500000000	2	2	1,9966373063642600
Patankar_1Dp_5p3_009	0,0019531250000000	2	2	1,9991106909395600
Patankar_1Dp_5p3_010	0,0009765625000000	2	2	1,9997977187190600
Patankar_1Dp_5p3_011	0,0004882812500000	2	2	1,9999383731961000
Patankar_1Dp_5p3_012	0,0002441406250000	2	2	1,9999882866998100
Patankar_1Dp_5p3_013	0,0001220703125000	2	2	1,9999938248523500
Patankar_1Dp_5p3_014	0,0000610351562500	2	2	2,0000099777422200
Patankar_1Dp_5p3_015	0,0000305175781250	2	2	2,0000446625900700
Patankar_1Dp_5p3_016	0,0000152587890625	2	2	2,0018042524975700

Tabela B.97. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 4

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p4_002	0,2500000000000000	2	2	1,07230402479313000
Patankar_1Dp_5p4_003	0,1250000000000000	2	2	1,14560872499890000
Patankar_1Dp_5p4_004	0,0625000000000000	2	2	2,32044236366901000
Patankar_1Dp_5p4_005	0,0312500000000000	2	2	0,31728422738001500
Patankar_1Dp_5p4_006	0,0156250000000000	2	2	4,77740593827435000
Patankar_1Dp_5p4_007	0,0078125000000000	2	2	2,20888317931497000
Patankar_1Dp_5p4_008	0,0039062500000000	2	2	2,12261133765471000
Patankar_1Dp_5p4_009	0,0019531250000000	2	2	2,06668758061661000
Patankar_1Dp_5p4_010	0,0009765625000000	2	2	2,03488248728937000
Patankar_1Dp_5p4_011	0,0004882812500000	2	2	2,01782113507511000
Patankar_1Dp_5p4_012	0,0002441406250000	2	2	2,00902060819017000
Patankar_1Dp_5p4_013	0,0001220703125000	2	2	2,00453697303239000
Patankar_1Dp_5p4_014	0,0000610351562500	2	2	2,00234455867516000
Patankar_1Dp_5p4_015	0,0000305175781250	2	2	2,00169435858719000
Patankar_1Dp_5p4_016	0,0000152587890625	2	2	1,99928234117683000

Tabela B.98. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 5

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p5_002	0,2500000000000000	2	2	0,40412945451735100
Patankar_1Dp_5p5_003	0,1250000000000000	2	2	1,64668381303889000
Patankar_1Dp_5p5_004	0,0625000000000000	2	2	1,60784931676313000
Patankar_1Dp_5p5_005	0,0312500000000000	2	2	1,43854665579389000
Patankar_1Dp_5p5_006	0,0156250000000000	2	2	1,69332240761771000
Patankar_1Dp_5p5_007	0,0078125000000000	2	2	1,86498635525447000
Patankar_1Dp_5p5_008	0,0039062500000000	2	2	1,94230284212177000
Patankar_1Dp_5p5_009	0,0019531250000000	2	2	1,97406228315444000
Patankar_1Dp_5p5_010	0,0009765625000000	2	2	1,98790245377101000
Patankar_1Dp_5p5_011	0,0004882812500000	2	2	1,99415265003999000
Patankar_1Dp_5p5_012	0,0002441406250000	2	2	1,99712746348953000
Patankar_1Dp_5p5_013	0,0001220703125000	2	2	1,99857802557818000
Patankar_1Dp_5p5_014	0,0000610351562500	2	2	1,99929121981051000
Patankar_1Dp_5p5_015	0,0000305175781250	2	2	1,99966359585031000
Patankar_1Dp_5p5_016	0,0000152587890625	2	2	1,99874331750547000

Tabela B.99. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 6

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p6_002	0,2500000000000000	2	2	0,50312596909921300
Patankar_1Dp_5p6_003	0,1250000000000000	2	2	1,58773885557359000
Patankar_1Dp_5p6_004	0,0625000000000000	2	2	1,65370386044926000
Patankar_1Dp_5p6_005	0,0312500000000000	2	2	1,64345337951055000
Patankar_1Dp_5p6_006	0,0156250000000000	2	2	1,85969127151627000
Patankar_1Dp_5p6_007	0,0078125000000000	2	2	1,94123709356210000
Patankar_1Dp_5p6_008	0,0039062500000000	2	2	1,97572679437352000
Patankar_1Dp_5p6_009	0,0019531250000000	2	2	1,98902657251466000
Patankar_1Dp_5p6_010	0,0009765625000000	2	2	1,99479040840266000
Patankar_1Dp_5p6_011	0,0004882812500000	2	2	1,99747177867872000
Patankar_1Dp_5p6_012	0,0002441406250000	2	2	1,99875922304812000
Patankar_1Dp_5p6_013	0,0001220703125000	2	2	1,99938446208111000
Patankar_1Dp_5p6_014	0,0000610351562500	2	2	1,99969682451721000
Patankar_1Dp_5p6_015	0,0000305175781250	2	2	1,99980212234522000
Patankar_1Dp_5p6_016	0,0000152587890625	2	2	2,00343013427463000

Tabela B.100. p_E de E_M do Problema 5, Esquema 7

Nome da Simulação	h	Razão de Refino	Ordem Assintótica	Ordem Efetiva
Patankar_1Dp_5p7_002	0,2500000000000000	2	2	0,50312596909921300
Patankar_1Dp_5p7_003	0,1250000000000000	2	2	1,58773885557359000
Patankar_1Dp_5p7_004	0,0625000000000000	2	2	1,65370386044926000
Patankar_1Dp_5p7_005	0,0312500000000000	2	2	1,64345337951055000
Patankar_1Dp_5p7_006	0,0156250000000000	2	2	1,85969127151630000
Patankar_1Dp_5p7_007	0,0078125000000000	2	2	1,94123709356295000
Patankar_1Dp_5p7_008	0,0039062500000000	2	2	1,97572679437328000
Patankar_1Dp_5p7_009	0,0019531250000000	2	2	1,98902657257559000
Patankar_1Dp_5p7_010	0,0009765625000000	2	2	1,99479040869057000
Patankar_1Dp_5p7_011	0,0004882812500000	2	2	1,99747177692847000
Patankar_1Dp_5p7_012	0,0002441406250000	2	2	1,99875919462497000
Patankar_1Dp_5p7_013	0,0001220703125000	2	2	1,99938483593815000
Patankar_1Dp_5p7_014	0,0000610351562500	2	2	1,99966537563168000
Patankar_1Dp_5p7_015	0,0000305175781250	2	2	1,99995142808091000
Patankar_1Dp_5p7_016	0,0000152587890625	2	2	1,99900865721306000

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)