7.6) A Equação de Ginzburg-Landau é uma equação importante para a modelagem matemática de supercondutores e fluidos, além de outros sistemas. Ela pode ser escrita como se segue:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \phi - \alpha \nabla^2 \phi - \beta\, \phi^3 \tag{1}$$

em que α e β são parâmetros do problema.
Considerando apenas o problema unidimensional (1-D), a equação pode ser escrita como:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \phi - \alpha \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - \beta\, \phi^3 \tag{2}$$

em que as seguintes condições de contorno podem ser estabelecidas:

$$\begin{cases} \phi(0, t) = 0 \\ \phi(L, t) = 0 \end{cases} \tag{3}$$

com a condição inicial

$$\phi(x,0) = a\, x\, (x-1)\ ,\ a \in \Re \tag{4}$$

Sua tarefa é resolver as Eqs. (2) – (4) até que seja atingido o regime permanente, i.e., que $\frac{\partial \phi}{\partial t} \to 0$. Note que a derivada do segundo termo do segundo membro da Eq. (2) pode ser aproximada por diferenças centradas com um erro $O(\Delta x^2)$, conforme apresentado no capítulo 6, da seguinte maneira:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = \frac{\phi(x+\Delta x) - 2\phi(x) + \phi(x-\Delta x)}{\Delta x^2} + O(\Delta x^2) \tag{5}$$

Para atingir esse objetivo, você deverá implementar:
1. Uma malha unidimensional para discretizar o domínio unidimensional, i.e., a coordenada x, e
2. Utilizar um dos métodos de integração explícita apresentados no capítulo 7, preferencialmente de passo adaptativo.

Obtenha Tabelas e gráficos para $\phi(x,t)$. A seguir, estenda seu estudo para uma análise paramétrica, verificando o impacto da variação dos parâmetros $\alpha, \beta,$ e Δx na resposta do sistema.

Obs:

1. Apresente um relatório do seu trabalho (título, resumo, introdução, teoria, resultados e discussão, e conclusões), com todos os programas computacionais escritos no apêndice, e
2. Recomenda-se utilizar aritmética de dupla precisão em seus cálculos.