Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, 2018.

Trabalho apresentado no XXXVIII CNMAC, Campinas - SP, 2018.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Framework de Formas Diferenciais para Eletromagnetismo

Gustavo L.Ugarte[1]
Graduando em Economia, UFJF, Governador Valadares, MG
Alex S. de Moura[2]
Departamento de Economia, UFJF, Governador Valadares, MG
Werley G. Facco[3]
Coordenadoria de Formação Geral, IFES, São Mateus, ES

Este trabalho trata da concepção de um framework na linguagem Python que permite desenvolver o trabalho de maneira rápida e integrar sistemas efetivamente. É possível aprender esta linguagem e ver ganhos imediatos de produtividade mantendo os custos baixos. Utilizamos esta linguagem para resolução de problemas eletromagnéticos através das formas diferenciais [1]. Utilizamos algumas bibliotecas como numpy e scipy, entre outras, para a resolução de problemas de propagação de ondas eletromagnéticas com o uso da teoria das formas diferenciais [2].

O framework inicialmente é definido pela leitura do problema e pelo carregamento dos dados, em seguida é realizada a construção das matrizes de incidência, as integrais para as matrizes de Hodge são calculadas, logo após as condições de contorno são inseridas e, por fim, é resolvido o sistema linear associado ao problema. A Figura 1 apresenta o diagrama desta implementação.

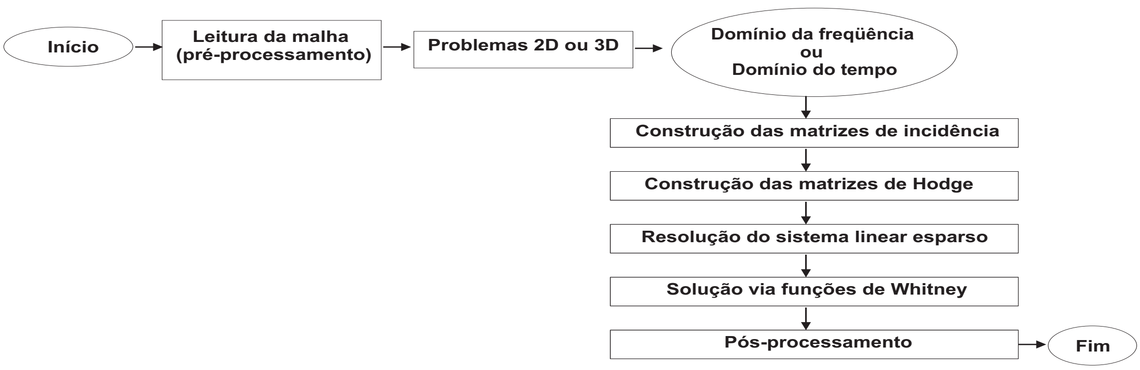

Figura 1: Diagrama de implementação.

[1]gugaugarte@gmail.com
[2]alex.moura@ufjf.edu.br
[3]werleyfacco@ifes.edu.br

Usando a lei de Faraday e Coulomb para o campo elétrico, tem-se a representação discreta para este problema através do cálculo exterior:

$$\mathbf{G}^T\mathbf{M}_1(\epsilon)\mathbf{G}\phi = 0 \tag{1}$$

onde ϕ é um vetor grau de liberdade que representa o vetor potencial elétrico nos nós da malha primal, $\mathbf{G}$ é a matriz de incidência nó-aresta [2] e $\mathbf{M}_1(\epsilon)$ é a matriz de Hodge [1].

A solução analítica ϕ^A deste problema é obtida de [3], e é dada pela seguinte expressão:

$$\phi^A(x,y) = \frac{4}{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\mathrm{sen}((2k-1)\pi x)\mathrm{senh}((2k-1)\pi y)}{\mathrm{senh}((2k-1)\pi)} \tag{2}$$

Como resultado numérico considere uma calha retangular de dimensões 1×1cm que é limitada por planos condutores aterrados. Coloca-se uma tampa condutora no potencial $V_0 = 1$ volt em $y = 1$, com a região interior homogênea,$\epsilon_r = 1$. Figura 2 apresentada o resultado obtido e a comparação com a solução analítica, sendo que o erro obtido ficou abaixo de 0,1%.

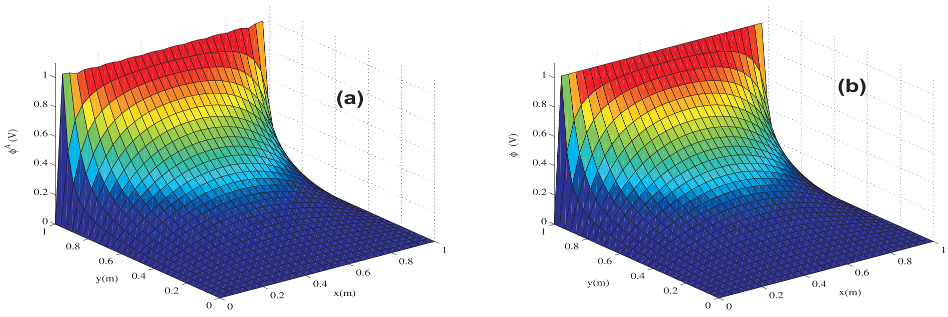

Figura 2: Calha em 2D.(a) Solução utilizando Formas Diferenciais, (b) Solução analítica.

Neste artigo, apresenta-se um framework para formas diferenciais para a solução de problemas eletromagnéticos. Simulou-se um problema eletrostátco e para trabalhos futuros pretende-se ampliar este framework para outras classes de problema.

Esse trabalho possui suporte FAPEMIG (APQ-00056-14), FAPES, CNPq e CAPES.

Referências

[1] A. Bossavit, *Computational Electromagnetism: variational formulation, complementarity, edge elements*, Academic Press, San Diego, 1994.

[2] A. S. Moura, R. R. Saldanha, E. J. Silva, A. C. Lisboa, W. G. Facco, N. Z. Facco. *A Recursive Sparsification of the Inverse Hodge Matrix, Magnetics, IEEE Transactions*, 48:611-614, 2012.

[3] A. C, Polycarpou. *Introduction to the Finite Element Method in Electromagnetics.* Morgan & Claypool, 2006.