

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Uma proposta para equações auxiliares em metodologias nodais de soluções de problemas bidimensionais transporte de nêutrons em meio homogêneo

Camila Becker Picoloto<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Matemática Aplicada, UFRGS

Rudnei Dias da Cunha<sup>2</sup>e Liliane Basso Barichello<sup>3</sup>

Instituto de Matemática e Estatística, UFRGS

## 1 Motivação e formulação do problema

Conhecidos pela sua eficiência na solução de problemas multidimensionais de transporte de partículas em malha grossa, os métodos nodais têm sido empregados em uma variedade de aplicações e têm sido objeto de diversos estudos na literatura [1,4]. Um dos aspectos que diferenciam versões dos métodos nodais é a definição de equações auxiliares para estimativa de incógnitas adicionais que surgem no processo de integração do modelo original. Tais incógnitas se referem a fluxos desconhecidos nos contornos do domínio.

Recentemente, o método de Ordenadas Discretas Analítico (ADO) foi utilizado conjuntamente com esquemas nodais para o tratamento de problemas bidimensionais de fonte fixa [2] em aplicações nucleares. Nesse caso, diferentemente da maioria dos métodos baseados em esquemas nodais, a equação unidimensional integrada transversalmente é resolvida pelo método ADO e sua solução é explícita em termos das variáveis espaciais. Esta abordagem caracteriza-se por não utilizar aproximações para a fonte de espalhamento; por apresentar problema de autovalor de ordem reduzida; por não ser necessária a discretização da variável espacial; e, também, por não serem empregados esquemas numéricos de varredura. Este método tem sido utilizado com sucesso na resolução de problemas bidimensionais [3,5] e distintas abordagens têm sido utilizadas para representar os fluxos desconhecidos nos contornos. Neste trabalho, são propostas equações auxiliares que relacionam os fluxos emergentes desconhecidos com os fluxos médios integrados, através de constantes de proporcionalidade. Apesar do uso deste tipo de equação auxiliar possuir algumas vantagens, como termos de fonte mais simples e desacoplamento dos problemas para as direções  $x$  e  $y$ , em propostas preliminares tal constante era escolhida de forma totalmente arbitrária [2]. Assim, particularizando o que havia sido proposto em [3] e considerando uma região  $r$  com seção de choque total  $\sigma_{tr}$  definida pelo intervalo unidimensional  $[a_{r-1}, a_r]$  obtido a

---

<sup>1</sup>cbpicoloto@gmail.com

<sup>2</sup>rcunha@mat.ufrgs.br

<sup>3</sup>lbaric@mat.ufrgs.br

2

partir da integração em uma das variáveis espaciais, onde têm-se os fluxos desconhecidos, os parâmetros  $\hat{k}_i$  são estimados através da expressão,

$$\hat{k}_i = (1/\sigma_{tr})[e^{-\sigma_{tr}(a_r - a_{r-1})/|\mu_i|} - 1], \quad (1)$$

para  $i = 1, \dots, M$  e  $\mu_i$  indicando a componente da direção  $i$  das partículas.

## 2 Resultados e conclusões

Considerou-se o problema proposto em [6] que consiste uma região retangular definida em meio homogêneo, monoenergético, com espalhamento isotrópico com a presença de fonte fixa no interior do meio. Os resultados obtidos para o fluxo escalar de nêutrons com o uso dessa estimativa se mostraram bastante satisfatórios em comparação com outros disponíveis na literatura (erro relativo menor que 4%). Além disso, a principal contribuição do uso desta estimativa encontra-se em não ser mais necessário escolher de forma aleatória as constantes de proporcionalidade utilizadas na proposição de equações auxiliares, melhorando de forma significativa o desempenho computacional, uma vez que foram eliminados os processos de tentativa e erro associados ao uso de uma constante arbitrária.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro.

## Referências

- [1] Y. Y. Azmy, Comparison of three approximations to the linear-linear nodal transport method in weighted diamond-difference form, *Nuclear Science and Engineering* 100:190–200, 1988.
- [2] L.B. Barichello, L. C. Cabrera and J. F. Prolo Filho, An analytical approach for a nodal scheme of two-dimensional neutron transport problems, *Annals of Nuclear Energy*, 38:1310–1317, 2011.
- [3] L. B. Barichello, R. D. da Cunha, C. B. Picoloto and A. Tres, An analytical approach for a nodal formulation of a two-dimensional fixed-source neutron transport problem in heterogeneous medium, *Kernntechnik*, 80:167–173, 2015.
- [4] O. Nikolaeva, Nodal scheme for the radiation transport equation on an unstructured tetrahedral mesh, *Mathematical Models and Computer Simulations*, 7: 581–592, 2015.
- [5] J. F. Prolo Filho and L. B. Barichello, General expressions for auxiliary equations of a nodal formulation for two-dimensional transport calculations, *JCTT* 43:1–22, 2014.
- [6] R. W. Tsai and S. K. Loyalka, A numerical method for solving integral equations of neutron transport - III, *Nuclear Science and Engineering*, 59:536–540, 1976.