

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

---

## Um Estudo do Problema dos Mínimos Quadrados Fuzzy

Neilson Castro Soares<sup>1</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IBFA, Eunápolis, BA

Fabiolo Moraes Amaral<sup>2</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IBFA, Eunápolis, BA

Igor Breda Ferraco<sup>3</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IBFA, Eunápolis, BA

### 1 Introdução

Nos últimos anos, muitas aplicações matemáticas tem-se desenvolvido perante interpretações do Problema dos Mínimos Quadrados (PMQ), [4]. Apesar do PMQ ser uma teoria em desenvolvimento, possui considerável acervo em que é tratado e com distintas abordagens. A Teoria do Conjunto Fuzzy também mostra-se muito eficiente na utilização em situações de incertezas, já possuindo diversos modelos Fuzzy com aplicações nos vários campos das ciências. Portanto, o que propomos neste estudo é uma abordagem do Problema dos Mínimos Quadrados utilizando números Fuzzy como entradas do sistema, [5].

### 2 Um Estudo do Problema dos Mínimos Quadrados Fuzzy

Neste trabalho, faz-se necessário compreender os objetivos do Problema dos Mínimos Quadrados, para tanto, consultamos [3,4,5]. Este estudo preliminar foi necessário para compreensão da dimensão do PMQ, suas formulações, uma vez que existem diversas variações deste mesmo problema. Para direcionar nossas pesquisas, tomamos como base o PMQ clássico.

A teoria fuzzy para o PMQ se torna uma alternativa viável para resolvê-lo considerando que este trabalha com elementos de natureza imprecisa, uma vez que essas são características intrínsecas do conceito de variável fuzzy. A partir desses conceitos será possível analisar as vantagens do PMQ Fuzzy (PMQF) em relação a abordagem clássica do PMQ.

Para tanto, um outro elemento importante de nossas pesquisas é a Matemática Intervalar, pois esta é quem fará a mediação entre a Teoria de conjuntos clássica e a fuzzy, além de auxiliar no desenvolvimento de uma estrutura matemática (cálculo diferencial, álgebra, topologia) que viabilizem as possíveis aplicações ([2]). Em seu trabalho, [2] compõe

---

<sup>1</sup>neilsoncastro14@outlook.com

<sup>2</sup>fabiolo@ifba.edu.br

<sup>3</sup>igorferraco@gmail.com

uma base estrutural matemática sobre um conjunto  $M^n$ , tal que  $M = I(\mathbb{R}) \cup \overline{I(\mathbb{R})}$ , onde  $I(\mathbb{R}) = [\underline{a}, \bar{a}] : \underline{a}, \bar{a} \in \mathbb{R} \text{ e } \underline{a} < \bar{a} \text{ e } \overline{I(\mathbb{R})} = \{[\bar{a}, \underline{a}]; \underline{a}, \bar{a} \in \mathbb{R}\}$ , induzindo-o a uma estrutura de espaço vetorial, por meio de  $(\mathbb{R}^{2n}, +, \cdot)$ , munido de suas operações usuais e construindo uma bijeção entre  $M^n$  e  $\mathbb{R}^{2n}$ . Seguindo essa mesma linha, [5] propõe  $M^n$  como um Espaço Vetorial cujas operações são as usuais do  $\mathbb{R}^{2n}$ , um Corpo  $(M, +_M, \cdot_M)$  associado a este espaço, definido por operações usuais do  $\mathbb{R}^2$  e definiu um Produto Interno em  $M^n$  como sendo

$$\langle A, B \rangle = \left[ \sum_{i=1}^n \underline{a}_i \underline{b}_i, \sum_{i=1}^n \bar{a}_i \bar{b}_i \right] \quad (1)$$

tal que  $A, B \in M^n$ ,  $A = ([\underline{a}_1, \bar{a}_1], [\underline{a}_2, \bar{a}_2], \dots, [\underline{a}_n, \bar{a}_n])$  e  $B = ([\underline{b}_1, \bar{b}_1], [\underline{b}_2, \bar{b}_2], \dots, [\underline{b}_n, \bar{b}_n])$ .

Consideramos a proposta de [5], com exceção apenas do Produto Interno, adotamos um outro, definido por

$$\langle A, B \rangle = \left[ \sum_{i=1}^n \underline{a}_i \underline{b}_i, \sum_{i=1}^n \underline{a}_i \underline{b}_i + 8\bar{a}_i \bar{b}_i + 2\underline{a}_i \bar{b}_i + 2\bar{a}_i \underline{b}_i \right]. \quad (2)$$

analisando assim, o impacto deste produto interno na geometria do problema do PMQF.

### 3 Conclusões

Até o presente momento foram feitas revisões da literatura base para o tema, e tentamos reestruturar de outros modos o  $M^n$  como foi feito por [5], até obtermos a mudança somente do Produto Interno. Pretendemos com isso, tentar mostrar que existem situações as quais a *função custo*, resultante do PMQ, não esteja dentro do *intervalo função custo*, resultante do PMQF, perante a formulação de [5] e que nossa formulação a contemple. Nos encontramos na etapas de testes para evidenciar tal resultado e, após, tentar provar matematicamente o mesmo.

### Referências

- [1] BARROS, L.; BASSANEZI, R. *Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática*. Campinas: UNICAMP/IMECC, 2006.
- [2] COSTA, T.; CHALCO-CANO, Y.; LODWICK, W.; SILVA, G. *Generalized interval vector spaces and interval optimization*. Information Sciences, Elsevier Inc., v. 311, p. 74-85, 2015.
- [3] DIAMOND, P. Fuzzy Least Squares. Information Sciences, v. 46, p. 141-157, 1988.
- [4] KAILATH, T.; SAYED, A.; HASSIBI, B. *Linear Estimation*. New Jersey: Prentice Hall, 2000.
- [5] RUFINO, V. N. *Análise da influência de uma variável Fuzzy no Problema dos Mínimos Quadrados*. Ilhéus: Uesc, 2016.