

# XXI Colóquio Brasileiro de Dinâmica Orbital - CBDO 2022

## LIVRO DE RESUMOS



Satélite Amazônia 1

12 a 16 de dezembro de 2022

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE  
São José dos Campos, SP, Brasil

## **Filtro de Kalman Não-Linear Baseado Em Diferenças Centrais: Exemplo De Aplicação Em Determinação De Órbita**

**Helio K Kuga**<sup>1</sup>, **Roberta V Garcia**<sup>2</sup>, **William R Silva**<sup>3</sup>, **Leandro Baroni**<sup>4</sup>, **Paula C P M Pardal**<sup>5</sup>

<sup>1</sup> INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, PG, SP, Brasil

<sup>2</sup> USP, Universidade de São Paulo, Campus de Lorena, SP, Brasil

<sup>3</sup> UNB, Universidade de Brasília, DF, Brasil

<sup>4</sup> UFABC, Universidade Federal do ABC, SP, Brasil

<sup>5</sup> Pesquisadora Independente

hkakinha@hotmail.com, robertagarcia@usp.br, william.reis@unb.br,  
leandrobaroni@gmail.com, paulacristiane@gmail.com

Este trabalho apresenta o Filtro de Kalman (FK) não-linear, baseado em Diferenças Centrais como aproximação para as derivadas que ocorrem em problemas não lineares. Utilizando-se esta abordagem evita-se o cálculo explícito das matrizes de derivadas parciais que ocorrem na implementação do FK. Comumente utiliza-se o FKE (Filtro de Kalman Estendido) para se aplicar o FK linear para problemas não-lineares (Gelb, 1974). No FKE deve-se calcular as Jacobianas (matrizes de derivadas parciais) que aparecem na dinâmica não-linear e nas medidas não-lineares. Nesta abordagem proposta, estas matrizes não necessitam ser explicitamente calculadas, usando-se a aproximação das matrizes Jacobianas via DC (Diferenças Centrais). Este tipo de método é um filtro sem cálculo de derivadas (“derivative-free”). Tal filtro chamado de Filtro de Kalman de Diferenças Centrais (FKDC), foi proposed por Schei (1997), onde se determina a matriz de covariância da saída, via fatoração de sua matriz raiz quadrada e cálculo de suas colunas perturbando a função não-linear de maneira engenhosa (Diferenças Centrais). O filtro FKDC será aplicado a um problema simplificado de determinação de órbita planar, a fim de ilustrar e demonstrar sua utilização. A análise de desempenho será feita através de simulação numérica, tanto para a dinâmica da órbita quanto para as medidas ruidosas. Os resultados serão mostrados a fim de comprovar a efetividade do CDKF em termos de precisão e overhead de processamento, bem como o potencial de aplicação em problemas semelhantes.

### Referências

Schei, T. S.; 1997, “A finite-difference method for linearization in nonlinear estimation algorithms.” *Automatica* 33, p. 2053-2058, 1997.

Gelb, A. et al., 1974, “Applied Optimal Estimation.” MIT Press..