

# **A TRANSFORMAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE COORDENADAS APLICADA AO POSICIONAMENTO DE SATÉLITES**

Thiago Gonçalves Guimarães Lopes (EEL - USP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
E-mail: [thiago.goncalves.lobes@usp.br](mailto:thiago.goncalves.lobes@usp.br)

Hélio Koiti Kuga (INPE, Orientador)  
E-mail: [helio.kuga@inpe.br](mailto:helio.kuga@inpe.br)

Paula Cristiane Pinto Mesquita Pardal (EEL/USP, Co-Orientadora)  
E-mail: [paulapardal@usp.br](mailto:paulapardal@usp.br)

## **RESUMO**

O presente trabalho propõe-se a estudar a relação entre as coordenadas geodésicas elipsoidais e as coordenadas cartesianas retangulares, bem como os processos diretos e inversos de conversão de um sistema de referência no outro, com ênfase no posicionamento por satélites. O objetivo principal é analisar diversos métodos para a resolução do processo inverso, levando em conta o custo computacional do problema de conversão de coordenadas; e do estudo do impacto da acurácia das coordenadas de referência na precisão dos resultados. A análise dos diferentes métodos se faz necessária devido às regiões analisadas, uma vez que certos métodos apresentam melhor desempenho para pontos próximos aos pólos enquanto outros métodos mostram maior precisão para alturas próximas a do elipsoide. A metodologia consiste na comparação de três métodos de obtenção da transformação inversa, dois iterativos e um por aproximação, descritos por Hoffman-Wellenhof (método iterativo e por aproximação); e Ligas-Banasik (método iterativo). O método iterativo descrito pelo primeiro autor é composto por aproximação inicial para o raio de curvatura e por sucessivos incrementos, de forma que o raio convirja em um valor finito. O método iterativo descrito pelo segundo autor consiste em analisar dois vetores equipolentes formados pelo ponto a ser analisado e sua projeção sobre o elipsoide. O método por aproximação é definido ao implementar um ângulo auxiliar que tem uma relação com o ângulo real, chegando-se ao resultado desejado. Para fazer a comparação entre os métodos, geraram-se três grupos distintos de pontos na coordenada elipsoidal, convertendo-os para o sistema cartesiano e, logo em seguida, transformando-os novamente para coordenadas elipsoidais utilizando os métodos e comparando com os pontos iniciais. Com essas comparações, foi possível estabelecer o método mais preciso ou que apresenta menor custo computacional.