

# Integração do Modelo brasileiro para conversão de altitudes geométricas em altitudes normais HGeoHNOR2020 em ambiente de geoprocessamento

Nayra Pereira dos Santos (IC)  
Nayza Pereira dos Santos (IC)  
João Paulo Magna Júnior (PQ)

PROGRAMA: PIBICTI  
CÂMPUS GOIÂNIA  
joao.paulo@ifg.edu.br

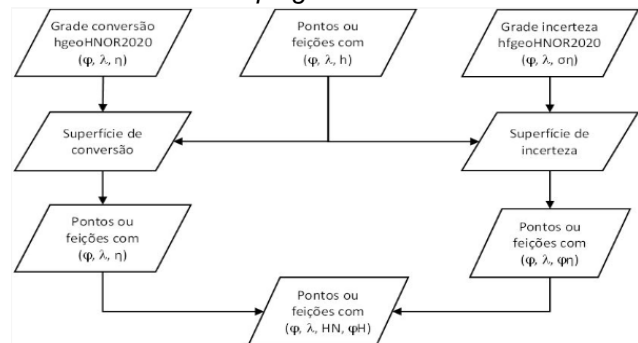
**Palavras-chave:** *Altitude geométrica. Altitude normal. Geoprocessamento. Geomática.*

## Introdução

A altitude geométrica, derivada dos Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), está relacionada ao modelo matemático da Terra. No entanto, em muitas situações, é essencial obter altitudes físicas ligadas ao campo gravitacional terrestre e associadas ao nível médio dos oceanos. Estabelecer uma conexão entre as altitudes geométricas e físicas requer o uso de modelos que representam a diferença entre as superfícies de referência correspondentes. O IBGE lançou em agosto de 2021 o modelo hgeoHNOR2020, oferecendo um fator de conversão e seu respectivo desvio padrão, para transformar altitudes geométricas em altitudes normais. O hgeoHNOR2020 está disponível através de um serviço de cálculo online. Nesse cenário, o propósito deste projeto foi proporcionar um “plugin” em um software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), em que o usuário consiga obter não somente o fator de conversão, mas também a altitude normal e a sua respectiva precisão.

## Metodologia

O fluxograma da Figura 1 ilustra as etapas para o desenvolvimento do *plugin*.



**Figura 1. Etapas para o cálculo das altitudes normais e incertezas.**

Inicia-se com a geração das superfícies numéricas de conversão e de incerteza, a partir das grades de conversão e de incerteza do hgeoHNOR2020. A

interpolação para a geração das superfícies numéricas é realizada por spline bicúbica, conforme recomendado por IBGE (2021). A relação entre as altitudes geométricas ( $h$ ) e as altitudes normais modeladas ( $H^N_{mod}$ ) por meio do fator de conversão ( $\eta$ ) é dada pela Equação 1:

$$H^N_{mod} = h - \eta \quad (1)$$

Com relação à incerteza da altitude normal modelada ( $\sigma_{HN}$ ), esta depende das incertezas associadas ao fator de conversão ( $\sigma_\eta$ ) e a altitude geométrica ( $\sigma_h$ ). Dessa forma, aplicando a Lei de propagação de variâncias na Equação 1, obtém-se incerteza da altitude normal modelada pela Equação 2.

$$\sigma_{HN} = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_\eta^2} \quad (2)$$

## Resultados e Discussão

Para verificar a qualidade dos resultados do toHNOR foi realizado um experimento comparando os fatores de conversão obtidos a partir do plugin e a partir da ferramenta online do IBGE para o hgeoHNOR2020. Como dados de entrada foi gerada uma grade com espaçamento de  $1^\circ \times 1^\circ$  cobrindo a área abrangida pela grade Imituba. A média das diferenças encontrada entre os fatores de conversão foi de 0,005 m e o desvio padrão de 0,006 m.

## Conclusões

Com o desenvolvimento do plugin toHNOR, tornou-se possível obter uma maior agilidade do processo de conversão de altitudes, uma vez que o plugin permite integrar o modelo hgeoHNOR2020 diretamente no software de geoprocessamento Qgis e por realizar o cálculo de maneira off-line, o plugin apresenta-se mais acessível aos usuários.

## Referências Bibliográficas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Modelo hgeoHNOR2020 para Conversão de Altitudes Geométricas em Altitudes Normais. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 51 P.