

XIII Colóquio Brasileiro
de Ciências
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS COM REDES NEURAIS EM GRANDES QUANTIDADES DE DADOS

*Leonardo C Fernandes¹, Matheus H S Ferreira², Daniel M Nojima³, Stefano S Suraci⁴, Leonardo A Moreira⁵, Mauricio C M de Paulo⁶,
Ivanildo Barbosa⁷, Leonardo C de Oliveira⁸*

1-8 Instituto Militar de Engenharia

Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Metodologia
- Resultados
- Considerações Finais

Introdução

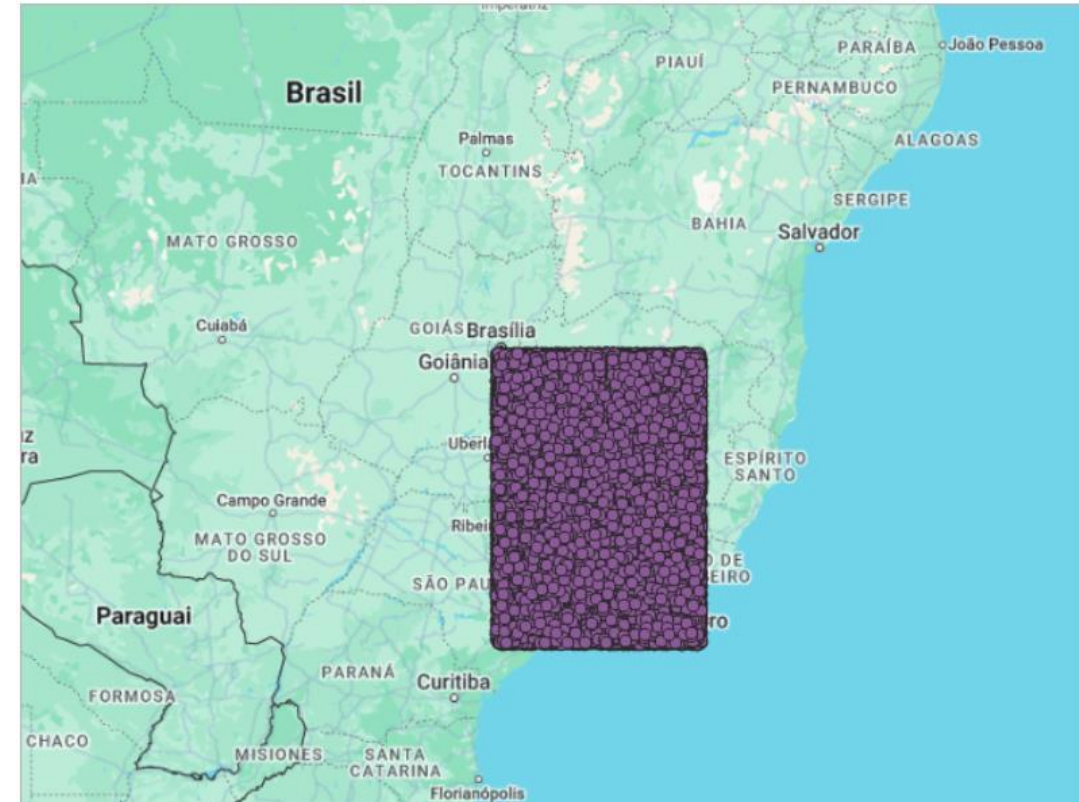
- Aplicações de inteligência artificial nas Geociências
 - AI4G [1]
- Transformação de Coordenadas via aprendizado de máquina
 - Transformação especial de imagens [2], conversão de altitudes GNSS [3], transformação de coordenadas entre diferentes data [4-6], de cartesianas para geodésicas [7] e vice-versa [8]
- Redes neurais artificiais ainda precisam ser testadas para transformação de coordenadas em grandes quantidades de dados [4].
- Transformação de coordenadas localizadas no território brasileiro.

Objetivo

- Aplicar redes neurais artificiais na transformação de coordenadas e compará-las com o desempenho da transformação afim, técnica usual para transformação de coordenadas em aplicações nas ciências geodésicas e cartográficas.
- Transformação de coordenadas geodésicas em UTM.
- Localizadas no território brasileiro.
- Grande quantidade de dados.
- Alternativa à formulação algébrica?

Área de estudo

- Zona UTM 23
- coordenadas entre 16° e 24° S e 42° e 48° W
- aproximadamente 890 km x 620 km
- MG, GO, SP, RJ e DF
- 50.000 pontos selecionados aleatoriamente
 - 45.000 para treinamento e 5.000 para teste



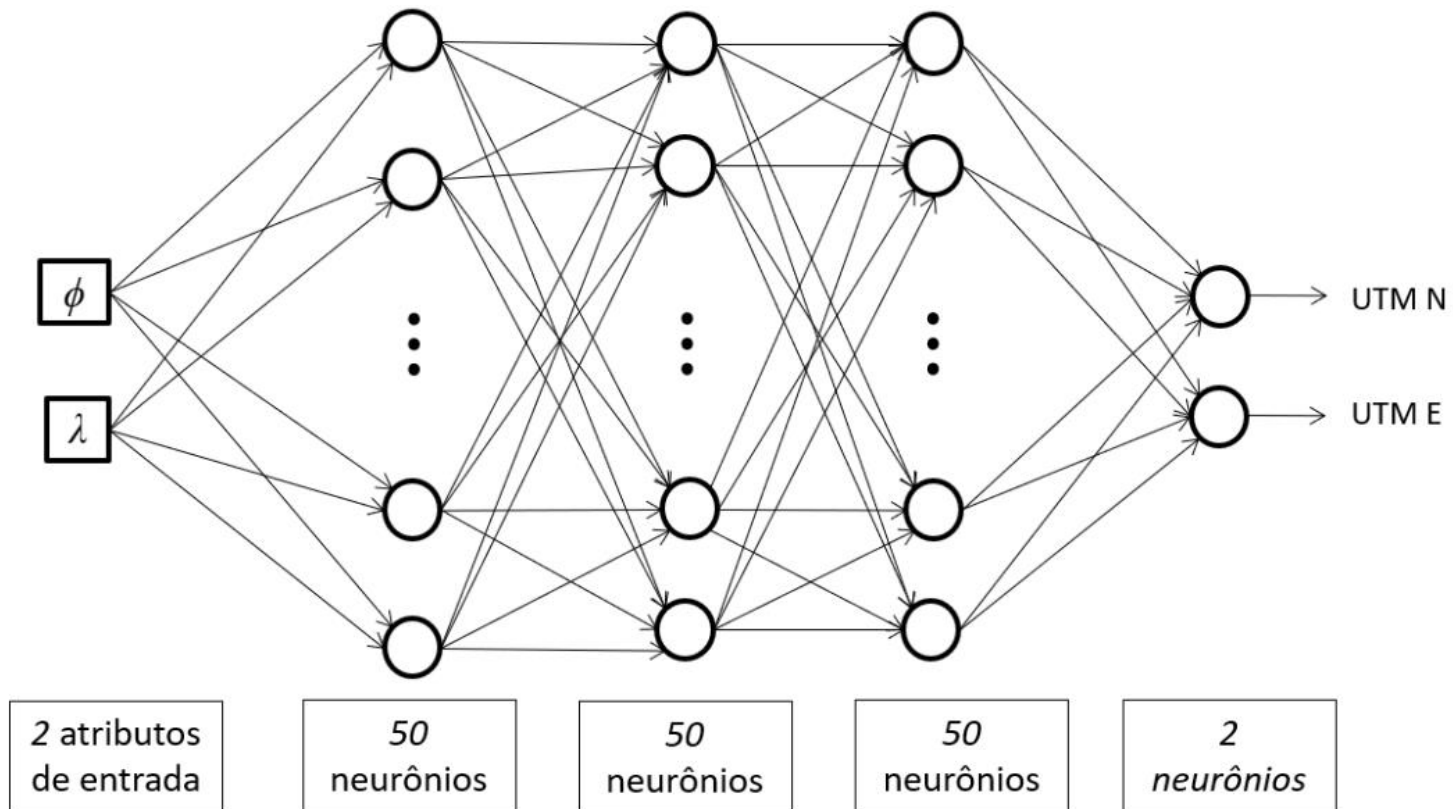
Metodologia



ProGrid



Rede MLP



Resultados

- Estatísticas dos erros de predição (km)

Estatística	Afim	MLP
Média	2,279	0,472
Desvio padrão	1,653	0,320
Máximo	8,525	2,744
Mínimo	0,047	0,008

- Tempo de processamento (treinamento + predição):
 - Afim e MLP: menor que 1s

Considerações Finais

- Transformação de coordenadas com redes neurais pode ser bastante vantajosa em relação a técnicas usuais do ajustamento de observações.
- Trabalhos futuros:
 - Refinamento da amostragem de treinamento.
 - Redes neurais de base radial.
 - Utilização de aprendizado de máquina em outras aplicações de transformações de coordenadas das ciências que integralizam a Engenharia Cartográfica, em especial naquelas sem modelagem algébrica estabelecida.
 - Explicabilidade de redes neurais.

Referências

- [1] GLOBAL GEODETIC OBSERVING SYSTEM. **Artificial Intelligence for Geodesy**. Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <https://ggos.org/about/org/fa/ai-for-geodesy/>. Acesso em: 12 jun 2024.
- [2] ROFATTO, V. F.; BONIMANI, M. L. S.; MATSUOKA, M. T.; KLEIN, I.; CAMPOS, C. C. de. Resampling Methods in Neural Networks: From Point to Interval Application to Coordinate Transformation. **Journal of Surveying Engineering**, v. 149, n. 1, p. 04022020, 2023.
- [3] WU, L.; TANG, X.; ZHANG, S. The Application of Genetic Neural Network in the GPS Height Transformation. In: **Proceedings of the Fourth International Conference on Computational and Information Sciences**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012. p. 255–258.
- [4] GULLU, M. Coordinate transformation by radial basis function neural network. **Scientific Research and Essays**, v. 5, n. 20, p. 3141–3146, 2010.
- [5] HASSAN, A.; MUSTAFA, E. K.; MAHAMA, Y.; DAMOS, M. A.; JIANG, Z.; ZHANG, L. **Analytical Study of 3D Transformation Parameters Between WGS84 and Adindan Datum Systems in Sudan**. Arabian Journal for Science and Engineering, n. 45, p. 351-365, 2020.
- [6] ELSHAMBAKY, H. T.; KALOOP, M. R.; HU, J. W. A novel three-direction datum transformation of geodetic coordinates for Egypt using artificial neural network approach. Arabian Journal of Geosciences, n. 11, 110, 2018.
- [7] CIVICIOGLU, P. Transforming geocentric cartesian coordinates to geodetic coordinates by using differential search algorithm. **Computers & Geosciences**, v. 46, p. 229–247, 2012.
- [8] ZIGGAH, Y. Y.; YOUJIAN, H.; YU, X.; BASOMMI, L. P. Capability of Artificial Neural Network for Forward Conversion of Geodetic Coordinates (ϕ , λ , h) to Cartesian Coordinates (x, y, z). **Mathematical Geosciences**, v. 48, n. 6, p. 687–721, 2016.