

XIII Colóquio Brasileiro
de Ciências
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

APRIMORANDO O DESEMPENHO DO DATA SNOOPING ITERATIVO VIA REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Stefano S Suraci¹, Leonardo C de Oliveira², Daniel R dos Santos³, Ronaldo R Goldschmidt⁴, Mauricio C M de Paulo⁵, Ivanildo Barbosa⁶, Ivandro Klein⁷

¹⁻⁶ Instituto Militar de Engenharia

⁷ Instituto Federal de Santa Catarina/Universidade Federal do Paraná

Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Metodologia
- Resultados
- Considerações Finais

Introdução

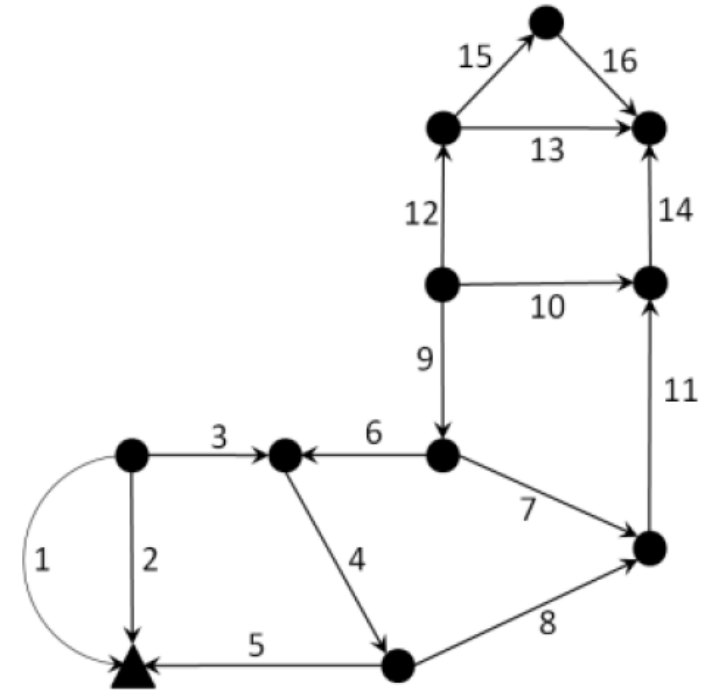
- Identificação de outliers: um dos maiores desafios da análise de dados geodésicos.
 - Abordagem com modelos de inteligência artificial pode ser vantajosa [1].
- Data snooping iterativo (IDS) [2]: procedimento clássico mais conhecido para a identificação de outliers em redes geodésicas.
- Fraco desempenho para o caso de redes de baixa redundância [3] – mais ocorrências de empate estatístico.
 - IDSe (IDS exclui) [2]
 - IDSi (IDS interrompe) [4]
 - em ambos casos, há informações que podem estar sendo pouco aproveitadas para decisão final do IDS sobre os outliers

Objetivo

- Aplicar de redes neurais artificiais do tipo perceptron multicamadas (multi-layer perceptron – MLP) sobre resultados e demais informações obtidas do IDSi e do IDSe, com o intuito de potencializar o desempenho na identificação de outliers, além de apresentar uma comparação também inédita entre os desempenhos do IDSi e do IDSe.

Rede de nivelamento analisada

- 16 observações
- 1 estação de altitude conhecida
- 10 estações com altitude a determinar
- $r = (16-10)/16 = 0,375 < 0,5$ (baixa redundância)



Fonte: adaptado de [5]

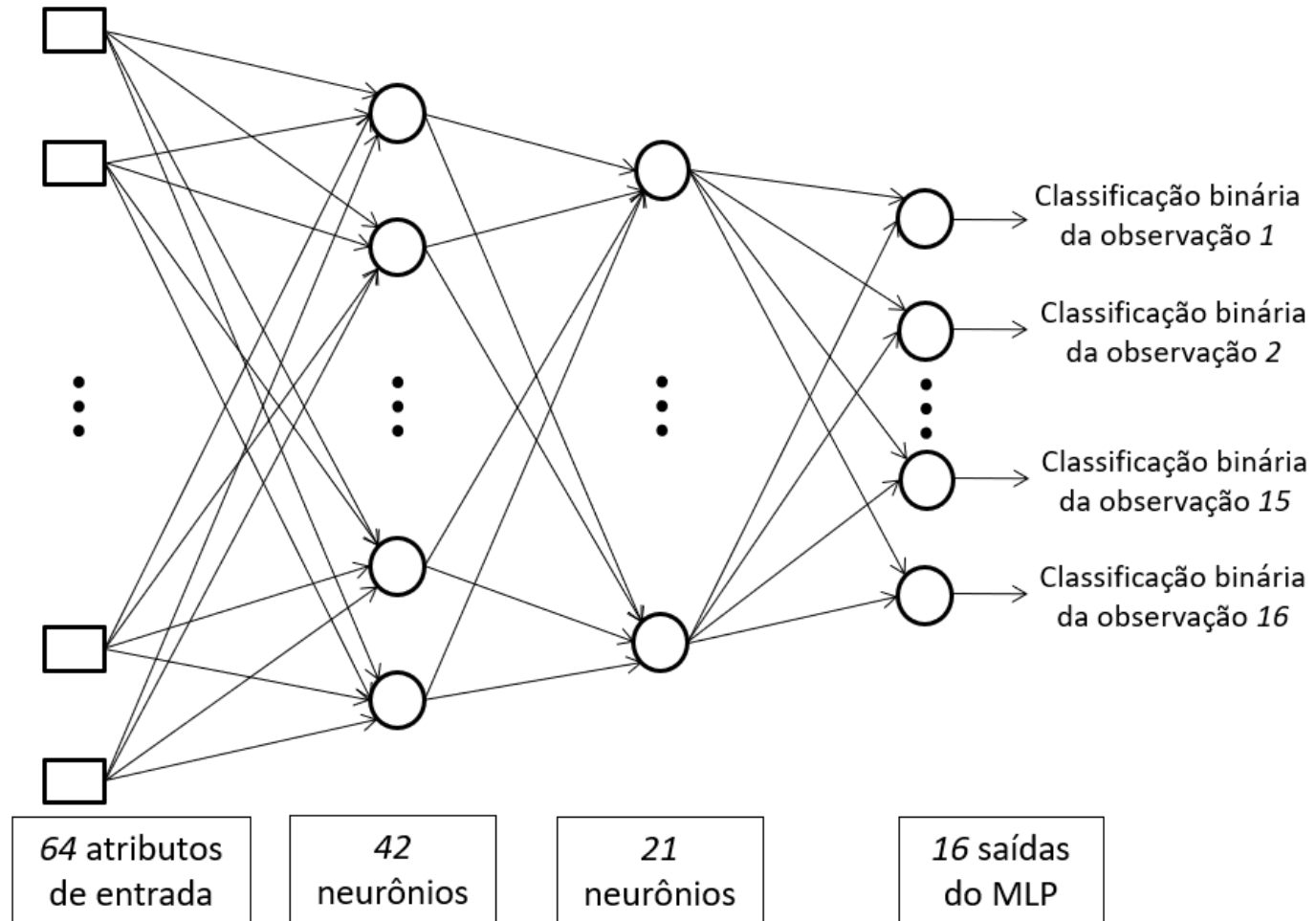
Metodologia



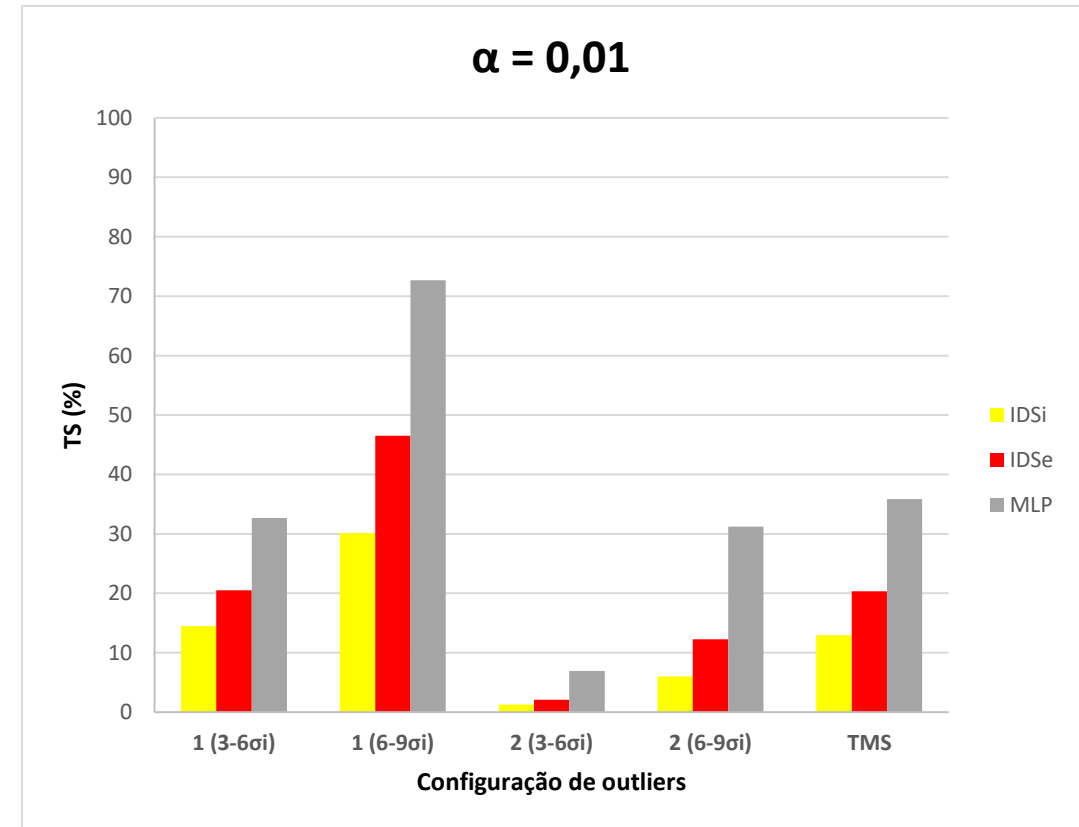
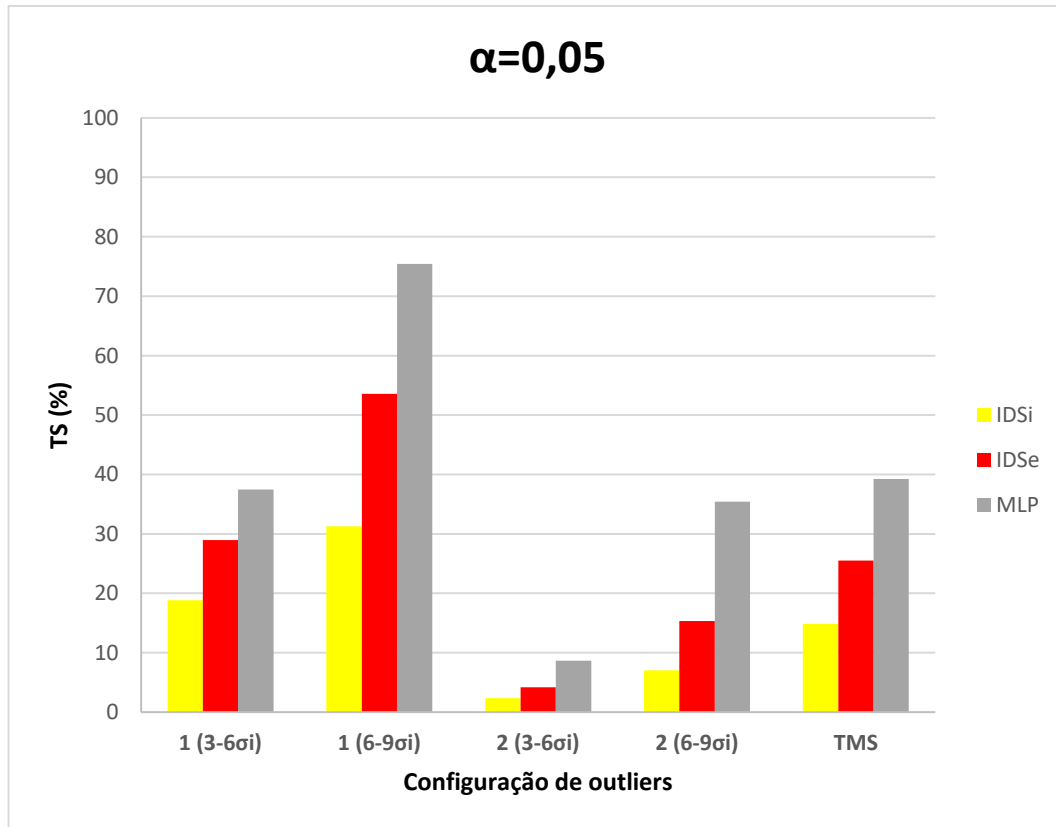
Criação da base de dados

- cenários de Monte Carlo:
 - exemplos sem outlier, com 1 ou 2 outlier(s) $3-6\sigma_i$, com 1 ou 2 outlier(s) $6-9\sigma_i$
 - 250.000 para o conjunto de treinamento
 - 200.000 para o conjunto de teste
- 64 atributos de entrada (4 X 16) em cada cenário de rede geodésica:
 - w_i da primeira iteração do IDSi (que é o mesmo para o IDSe);
 - classificação binária - “0” (não outlier) ou “1” (outlier) produzida com o IDSi;
 - mesma classificação binária produzida com o IDSe;
 - classificação binária - “1” às observações com empate estatístico (no IDSi) e “0” às demais.
- 16 atributos de saída - binários (outlier ou não outlier)

Treinamento da Rede MLP



Resultados



Considerações Finais

- Proposta de aprimorar resultados do IDS com redes neurais é bastante promissora.
- Trabalhos futuros:
 - Redes geodésicas com diferentes redundâncias
 - Ajuste de hiperparâmetros do MLP
 - Outros modelos de aprendizado
 - Outros atributos para a base de dados

Referências

- [1] SURACI, S. S. **Identificação de outliers em redes GNSS e de nivelamento: uma abordagem baseada em metaclassificação**. 168 p. Tese (D.Sc.) — Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 2024.
- [2] TEUNISSEN, P. J. G. **Testing Theory: An Introduction**. 2. ed. Delft, Netherlands: Delft University Press, 2006. 147p.
- [3] KLEIN, I.; SURACI, S. S.; OLIVEIRA, L. C. de; ROFATTO, V. F.; MATSUOKA, M. T.; BASELGA, S. An attempt to analyse Iterative Data Snooping and L1-norm based on Monte Carlo simulation in the context of leveling networks. **Survey Review**, v. 54, n. 382, p. 70–78, 2022.
- [4] ROFATTO, V. F.; MATSUOKA, M. T.; KLEIN, I.; VERONEZ, M. R.; SILVEIRA, L. G. da. A Monte Carlo-Based Outlier Diagnosis Method for Sensitivity Analysis. **Remote Sensing**, v. 12, n. 5, 860, 2020.
- [5] GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. Curitiba, PR: editora UFPR, 1994. 319p.