

Nº 179911

Uso da inteligência artificial na interpretação de dados de potencial espontâneo (SP)

Viente Luiz Galli

*Pôster apresentado no
CONGRESSO DE
MODELAGEM, SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL E IA DO
IPT, 1., 2025, São Paulo. 1 slide*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP)

VICENTE LUIZ GALLI

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Introdução

O método de Potencial Espontâneo (SP) é consolidado em estudos geológicos e hidrogeológicos (Gallas, 2005) e vem sendo aplicado em obras de engenharia, como barragens (Alvarenga Filho, 2023). Tradicionalmente interpretado de forma manual, o método é sensível a erros e pouco eficiente em cenários ruidosos.

Com o avanço da IA, torna-se possível automatizar a interpretação. Algoritmos de aprendizado supervisionado permitem identificar padrões ocultos, lidar com não linearidades e aumentar a reprodutibilidade.

Objetivo

Automatizar a interpretação de perfis de SP por meio de algoritmos supervisionados e ferramentas generativas como ChatGPT, reduzindo tempo e subjetividade.

Metodologia

- **Perfis sintéticos:** simulados três cenários típicos — percolação vertical, interface litológica e estrutura condutiva.
- **Extração de atributos:** aplicação de filtros, derivadas, estatísticas em janelas móveis e métricas espectrais.
- **Classificação supervisionada:** avaliados RandomForest (300 árvores) e GradientBoosting (300 estimadores), com balanceamento de classes.
- **Fluxo de análise:** quatro etapas — simulação, extração de atributos, classificação e interpretação (Figura 1).

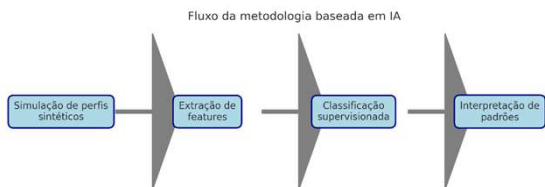


Figura 1 — Pipeline metodológico: simulação, extração de atributos, classificação e interpretação.

Resultados

Os perfis simulados reproduziram anomalias típicas: positiva para percolação, baseline suavizado em interfaces litológicas e resposta dipolar em estruturas condutivas.

O RandomForest obteve melhor desempenho (acurácia >90%, macro-F1=0,89) em relação ao GradientBoosting (macro-F1=0,85). Percolação e estruturas condutivas foram identificadas com alta precisão (>87%), enquanto interfaces litológicas apresentaram maior confusão com zonas secas.

As variáveis mais relevantes foram estatísticas em janelas longas e energia espectral em baixas frequências, úteis para identificar transições litológicas.

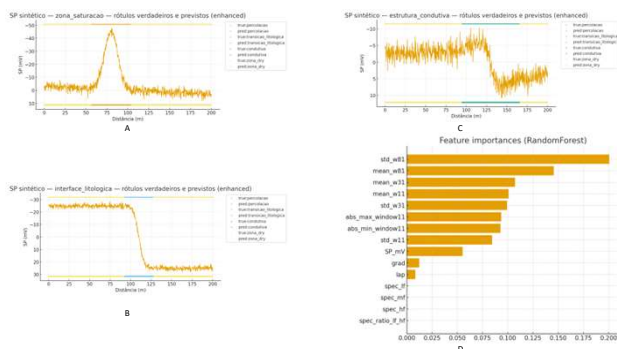


Figura 2 — Perfis sintéticos de Potencial Espontâneo (SP) simulando três cenários típicos: (a) percolação vertical, (b) interface litológica e (c) estrutura condutiva. Em (d), resultado da classificação supervisionada com RandomForest, evidenciando a capacidade do algoritmo em identificar corretamente os padrões anômalos.

Aplicação em campo

- Barragem monitorada (com dreno central): a anomalia em 225–260 m corresponde ao dreno, sem indícios adicionais de percolação anômala.
- Colapso urbano em Mogi das Cruzes: intensas zonas de percolação, em concordância com o evento.
- Área de contenção (caso Seepage): dados reais de SP indicaram anomalia entre 60–80 m, confirmada em campo como fluxo de água (seepage).

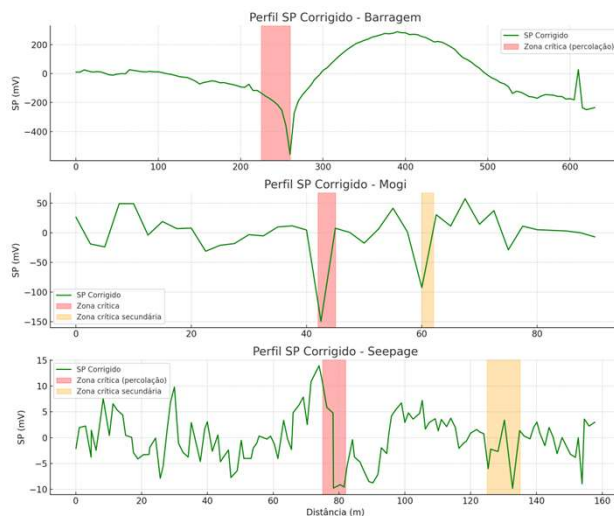


Figura 3 — Perfis de Potencial Espontâneo (SP) em três contextos analisados: (a) Barragem monitorada, (b) Colapso urbano em Mogi, (c) Área de contenção (Seepage).

Síntese geral

Todos os perfis revelam anomalias de SP associadas a fluxo de água subterrânea.

Padrão típico:

anomalia negativa (entrada/percolação) → positiva (descarga/interface condutiva).

Áreas críticas:

Barragem (225–260 m, anomalia associada ao dreno central);

Mogi (42–45 m e 60 m);

Área de contenção/Seepage (60–80 m, confirmado em campo).

Conclusão

A metodologia de IA aplicada ao SP demonstrou eficácia na detecção de padrões geofísicos, reduzindo subjetividade e acelerando análises. O uso dessa abordagem no IPT reforça a integração entre ciência de dados e geofísica.

Como próximos passos, recomenda-se ampliar bases reais de treinamento, testar arquiteturas profundas (CNN, LSTM) e integrar SP a outros métodos geofísicos.

Referências

- [1] ALVARENGA FILHO, A. R. Análise geofísica por potencial espontâneo (SP) de zonas de fluxo de água em uma barragem de terra, no município de Monte Carmelo-MG. UFU, 2023.
- [2] GALLAS, J. D. F. O método do potencial espontâneo (SP)... RBGf, v. 23, n. 2, 2005.
- [3] OPENAI. ChatGPT (versão GPT-4). San Francisco, 2025.