



ANÁLISE ESPACIAL INTEGRADA DE DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS

estudo de caso da Mina de Gongo Soco

Gabriel Galdino de Magalhães

PERGUNTA

Como diferentes **variáveis geológico-geotécnicas** se associam espacialmente aos **deslocamentos superficiais** medidos pelo RADAR orbital na mina de Gongo Soco?

(geofísica, declividade, litologia)

OBJETIVOS

Geral e Específicos

GERAL

Definir indicadores estatísticos de como a susceptibilidade magnética, litologia e declividade se associam ao dado InSAR

OBJETIVOS

Geral e Específicos

ESPECÍFICOS

- Construção de base integrada;
- Controle de qualidade;
- Pipeline de processamento;

LOCALIZAÇÃO

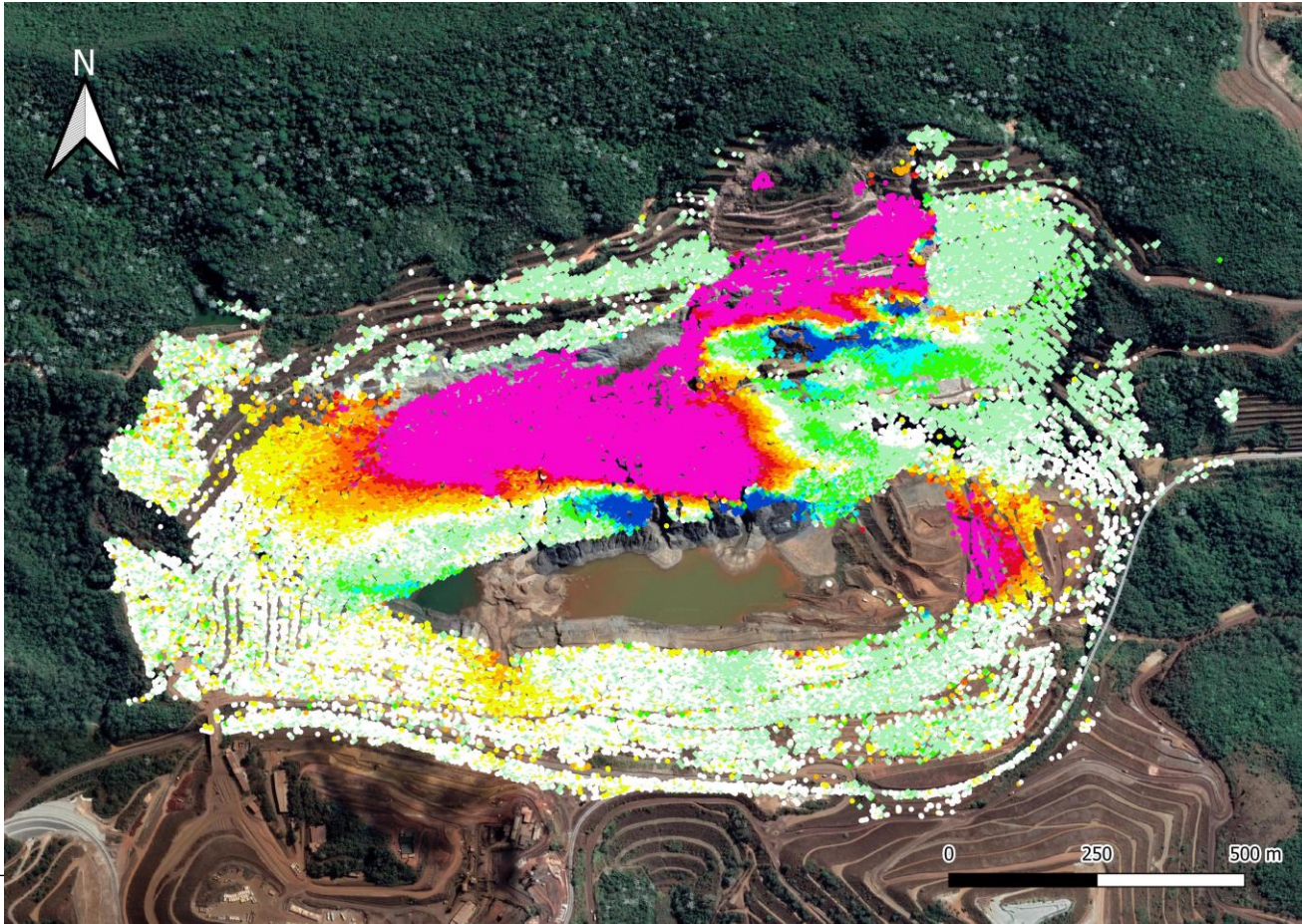


Cava de Gongo Soco

Barragem Sul Superior

METODOLOGIA

Bases de Dados



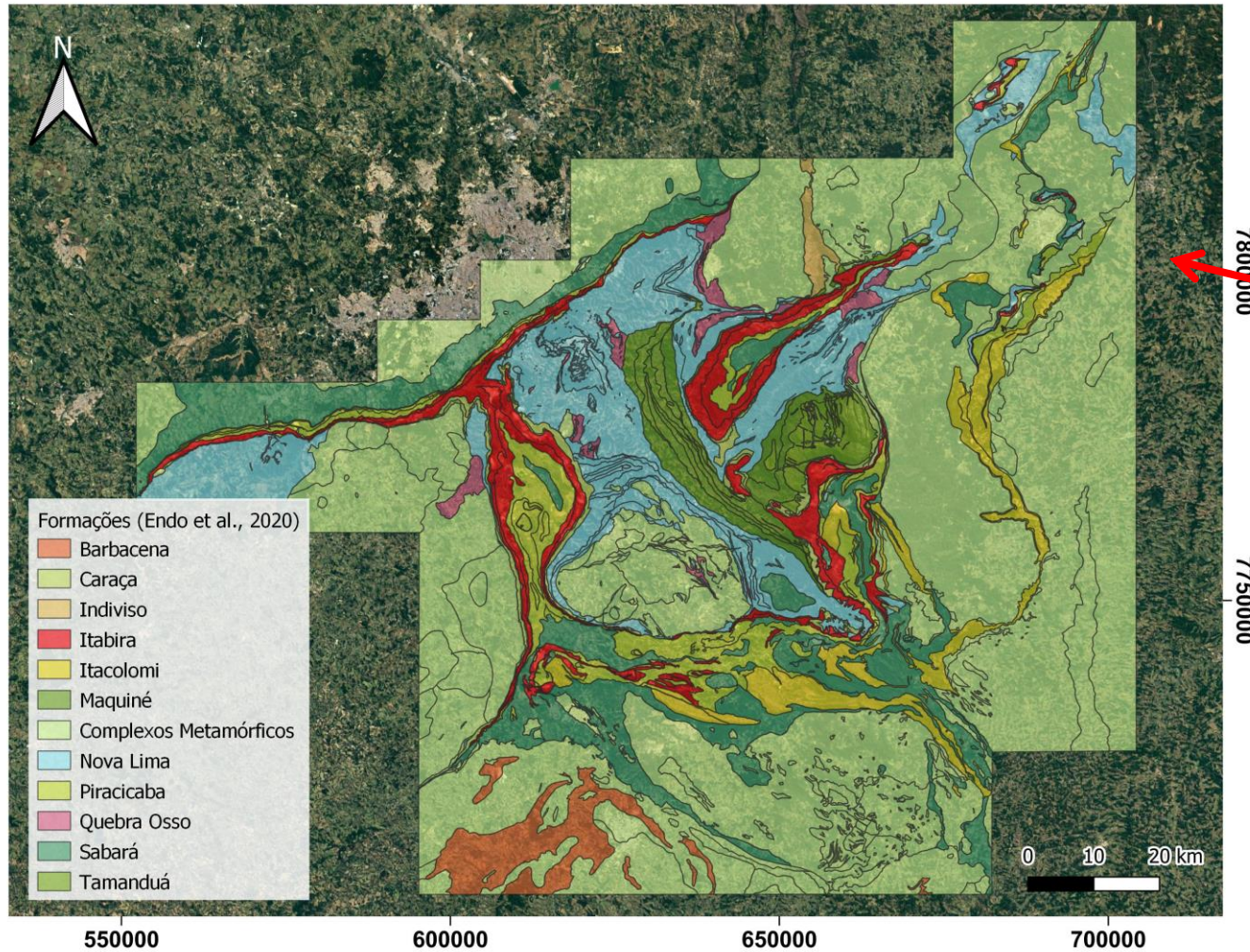
Shape de dados InSAR:

- Ascendente;
- Descendente;
- Leste-Oeste;
- Vertical;

Stack de Jan2018-Jan2019

METODOLOGIA

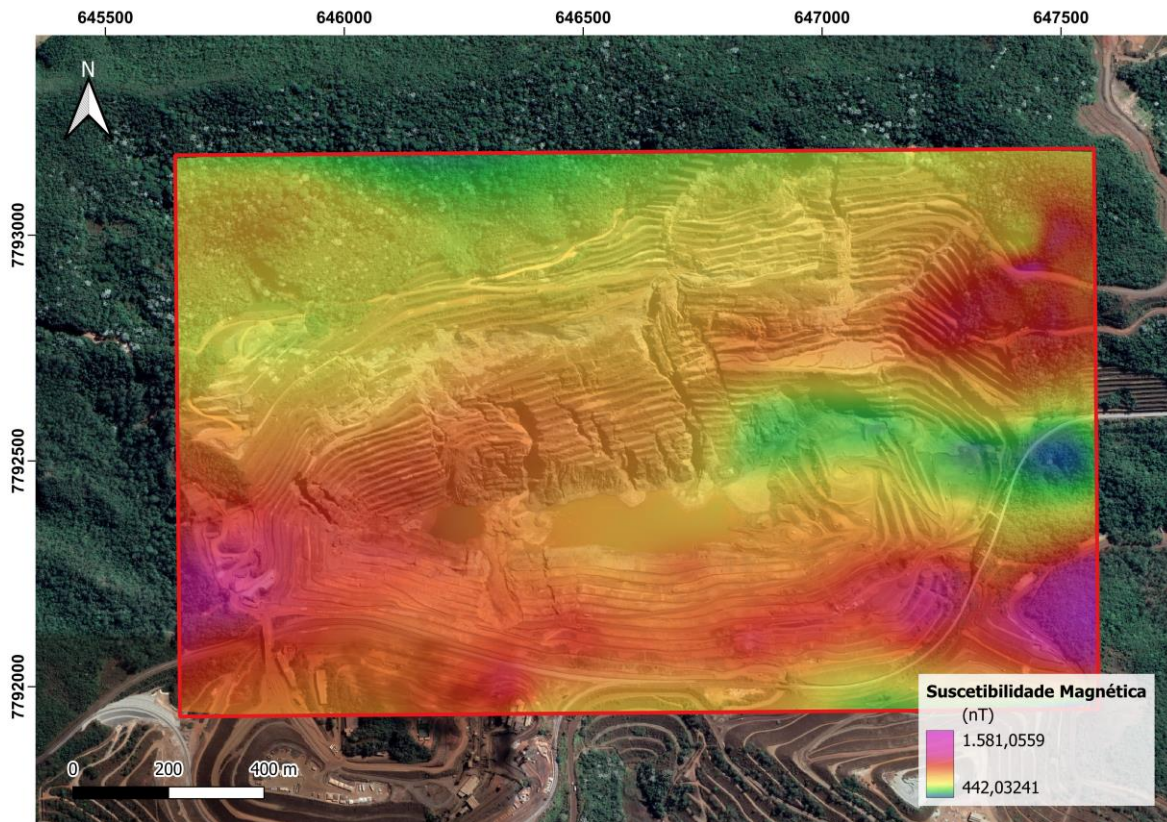
Bases de Dados



Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, segundo Endo *et al.* 2020

METODOLOGIA

Bases de Dados



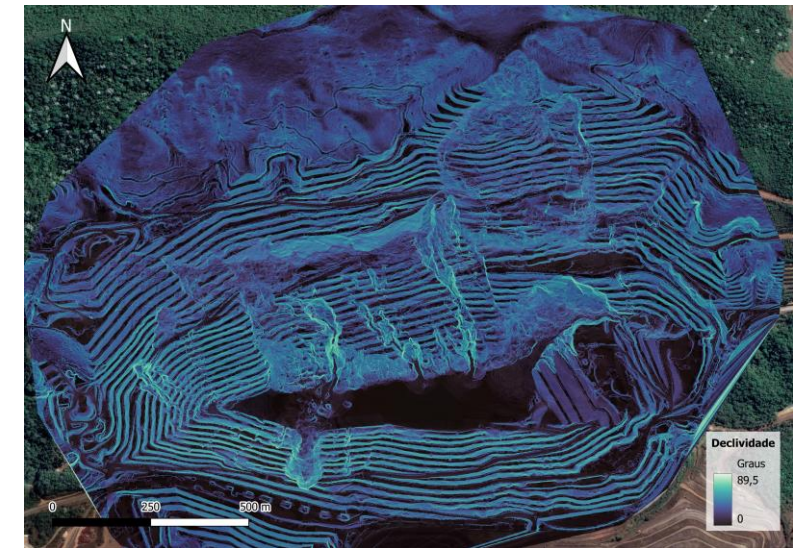
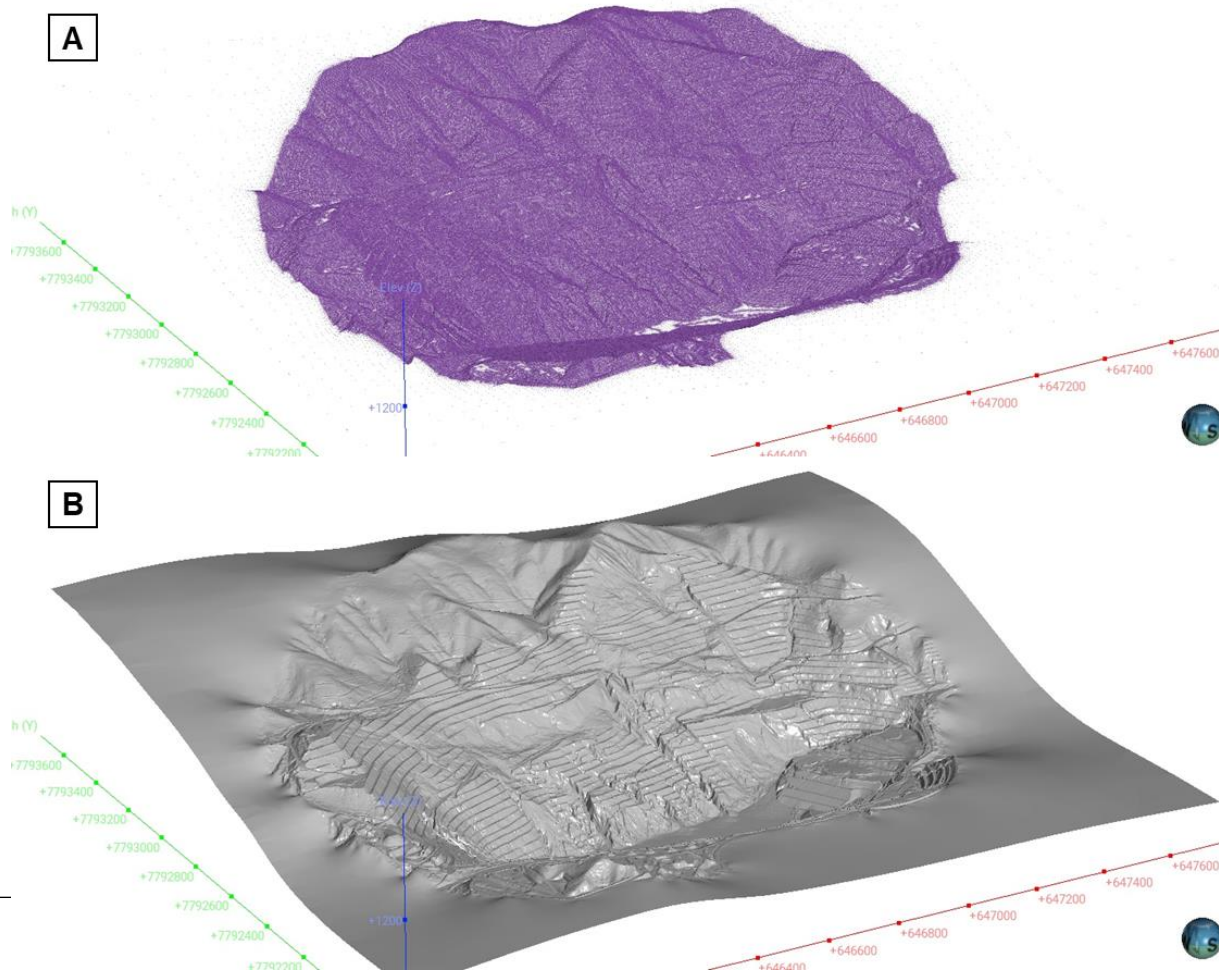
Levantamento Geofísico, pelo método da magnetometria:

- Campo anômalo corrigido do International Geomagnetic Reference Field;
- ~40m entre linhas de produção;
- ~4m ao longo da linha de produção;
- 200m entre linhas de controle;

METODOLOGIA

Bases de Dados

Nuvem de pontos LiDAR para construção de modelo topográfico (modelo digital de terreno)



Modelo de Declividade

METODOLOGIA

Procedimentos

Metodologia baseada na preparação, integração e análise estatística das bases de dados.

```
graph TD; A[Seleção das Bases de Dados] --> B[Estruturação das Bases de Dados]; B --> C[Associação Espacial de Dados]; C --> D[Análise Exploratória das Velocidades]; D --> E[Análise Estatística de Velocidades]; E --> F[Conclusões];
```

Seleção das Bases de Dados

Estruturação das Bases de Dados

Associação Espacial de Dados

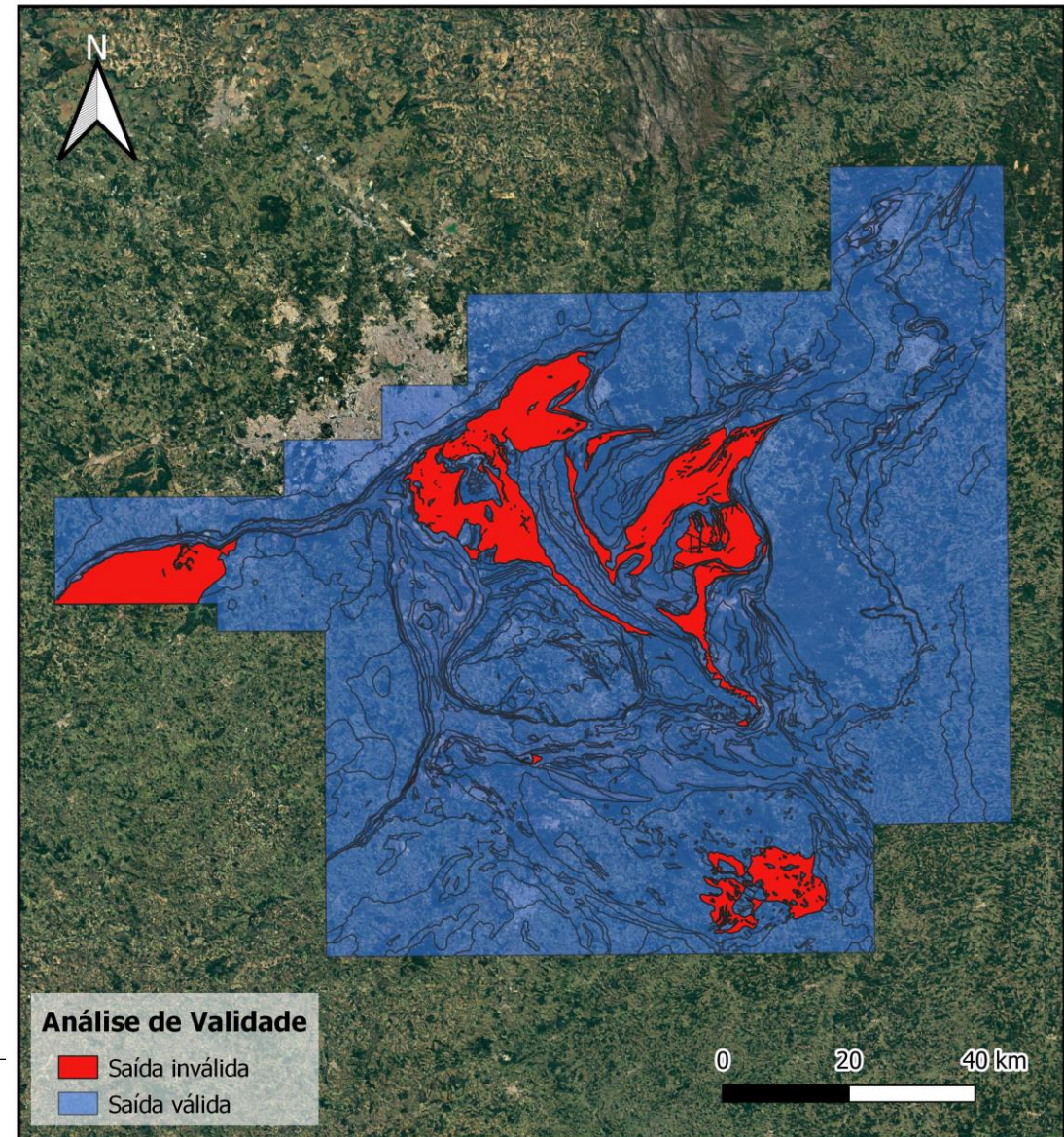
Análise Exploratória das Velocidades

Análise Estatística de Velocidades

Conclusões

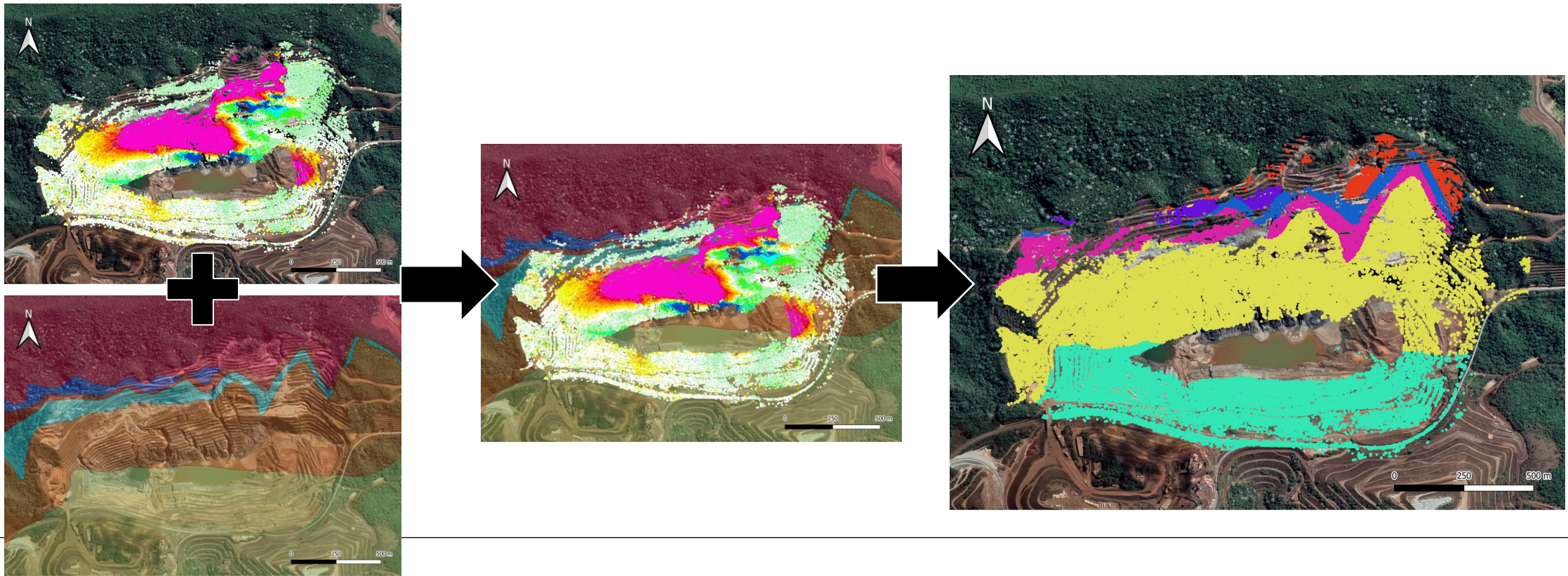
PRODUTOS

Análise de aderência topológica dos dados de litologia e correção para associação de atributos espaciais.

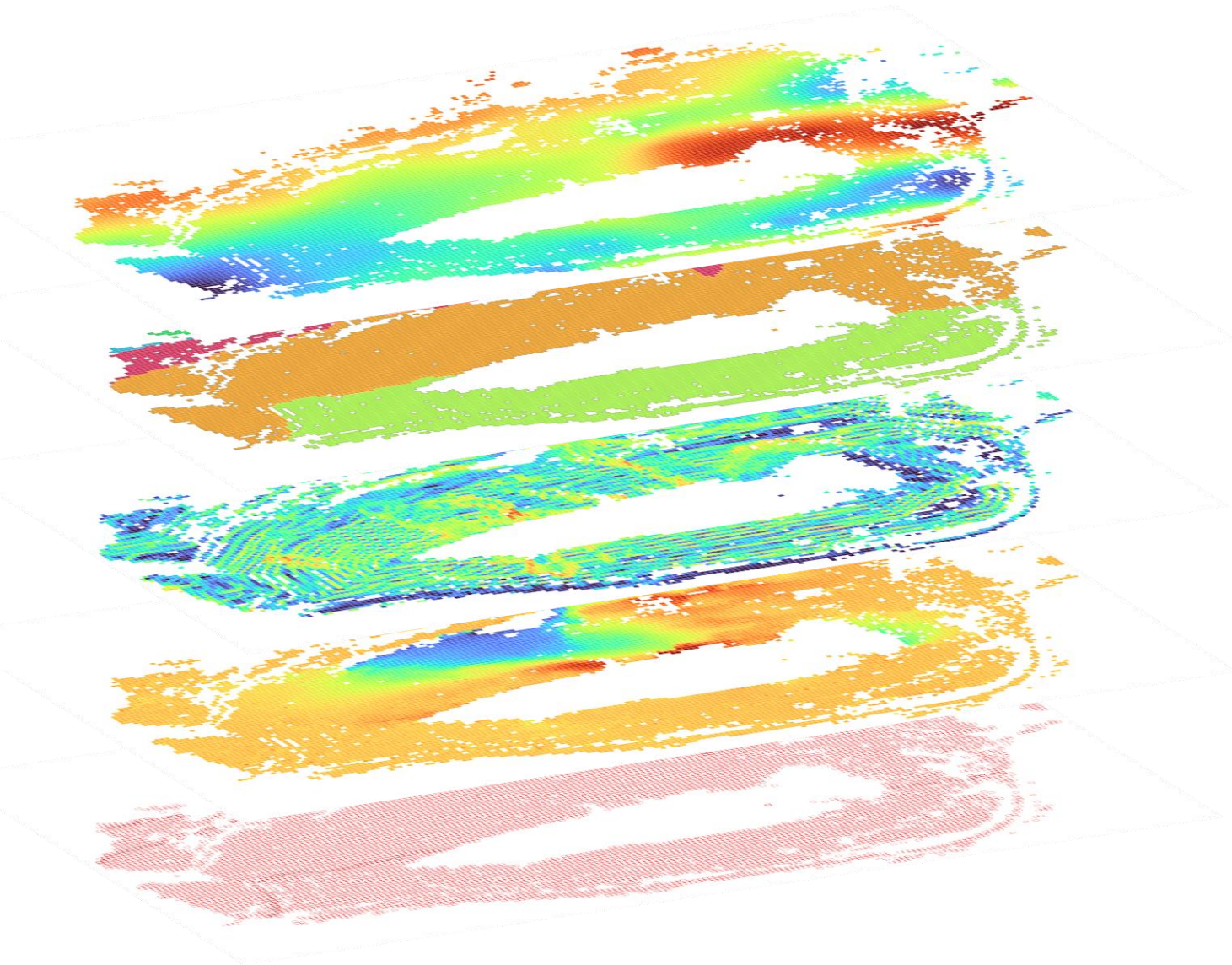


ASSOCIAÇÕES ESPACIAIS

Correspondência entre dados InSAR e Litologia.



ASSOCIAÇÕES ESPACIAIS



Magnetometria

Litologia

Declividade

Velocidade InSAR

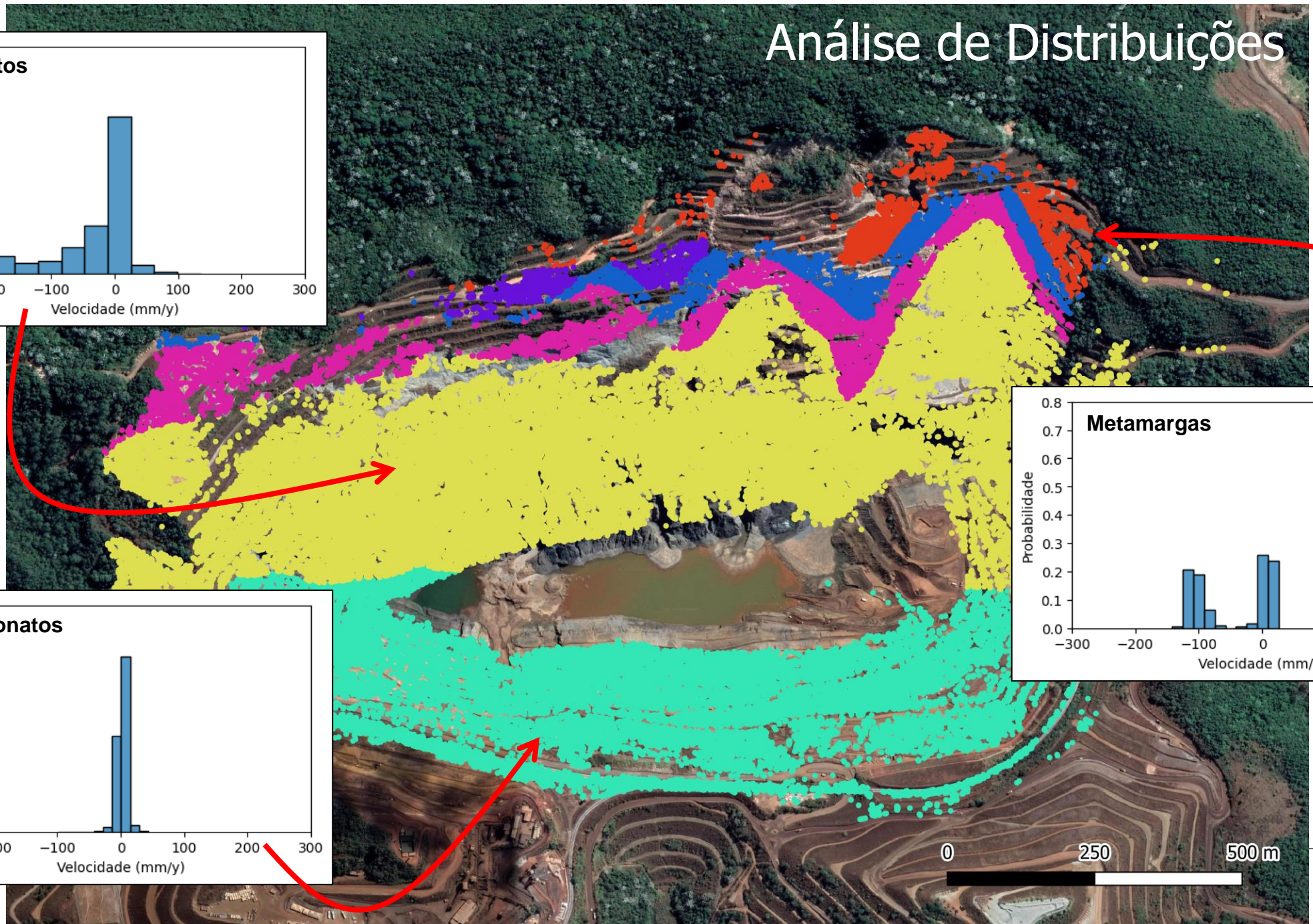
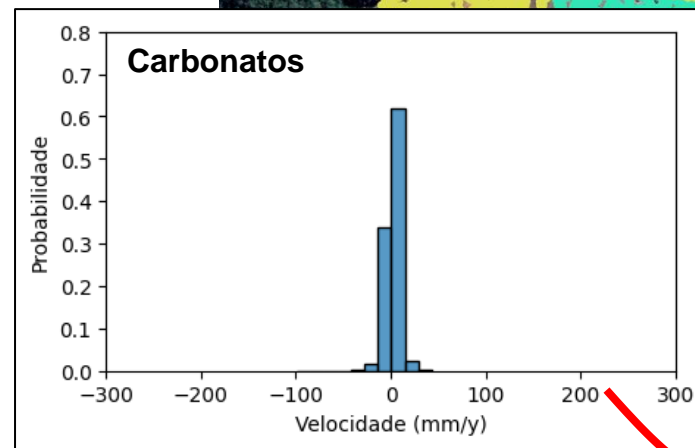
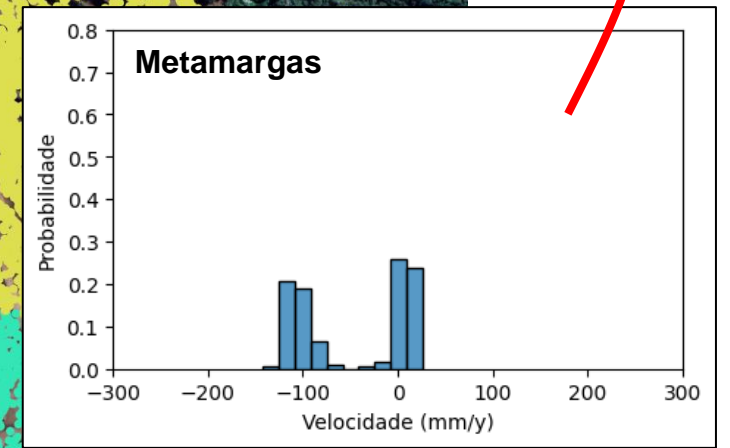
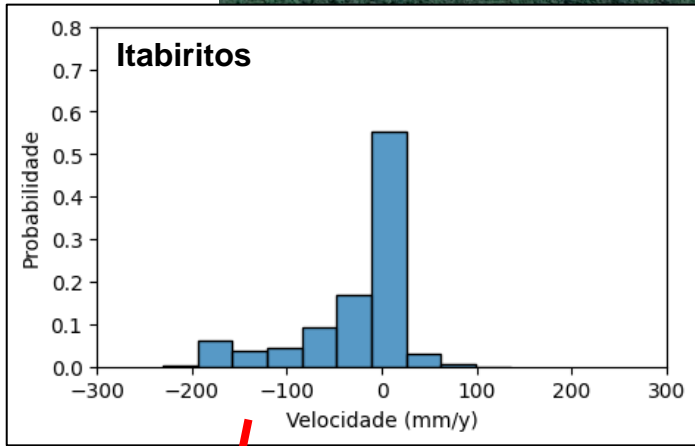
Grade Referência

ABORDAGEM ESTATÍSTICA

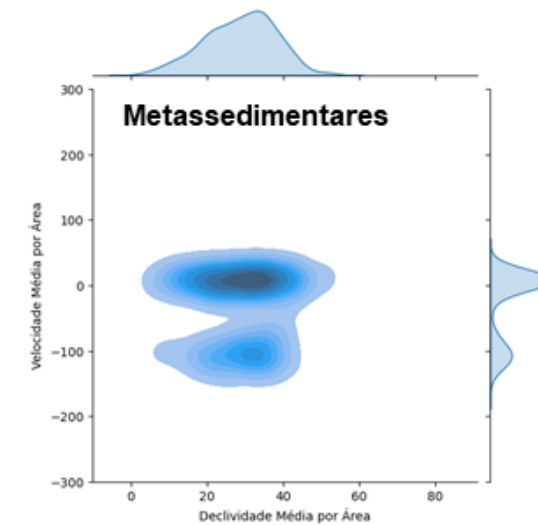
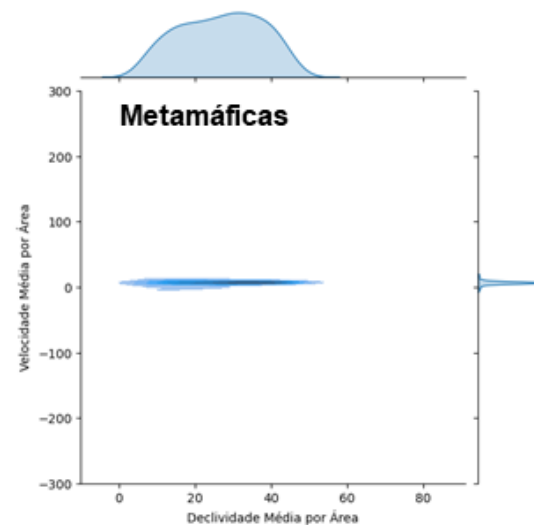
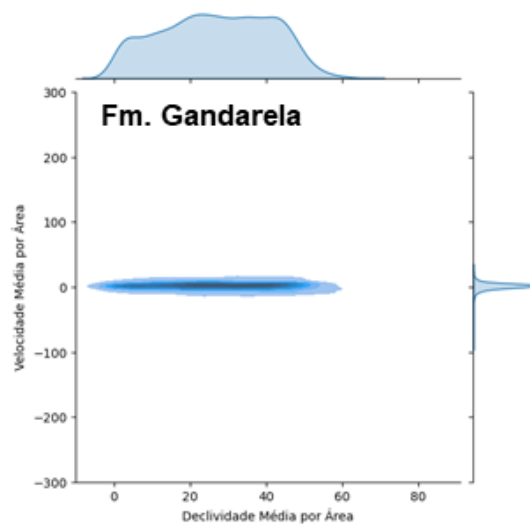
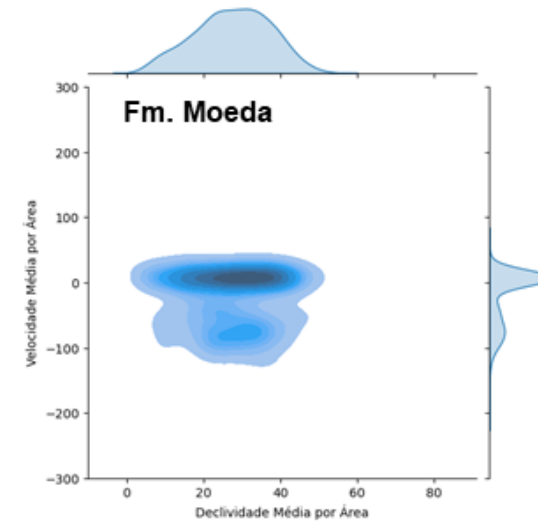
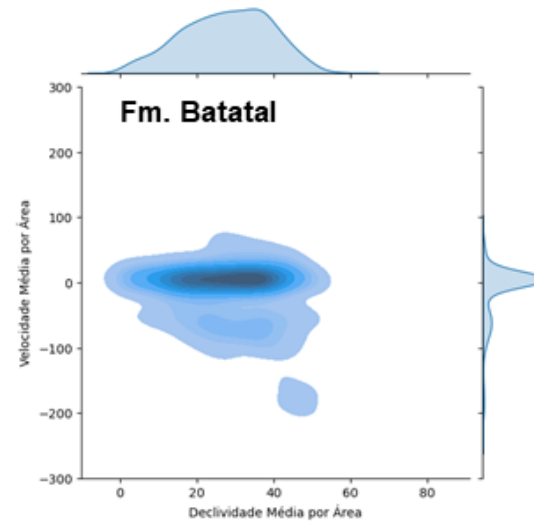
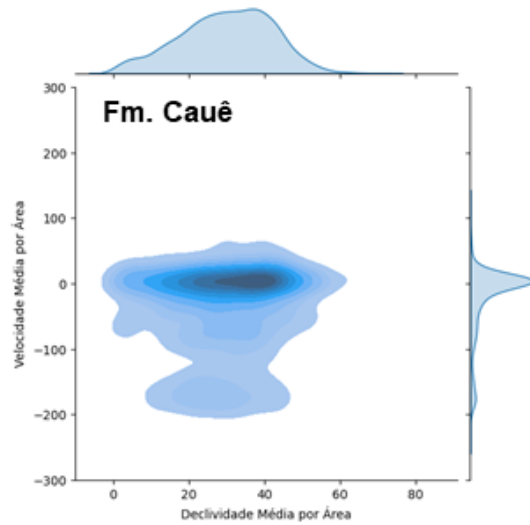
COMO ENTENDER, ESTATÍSTICAMENTE, AS RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS INVESTIGADAS?

- Análise de Distribuições
 - Análise Bivariada
 - Análise de Correlação
 - Testes de Hipótese
-

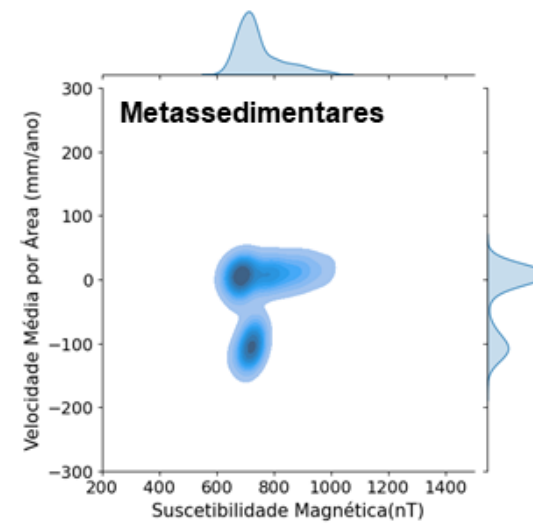
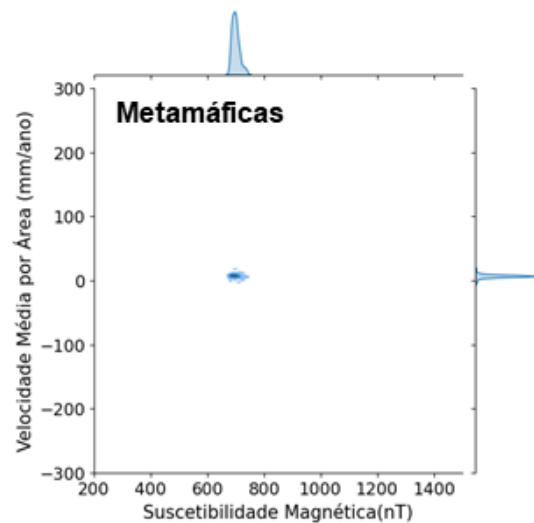
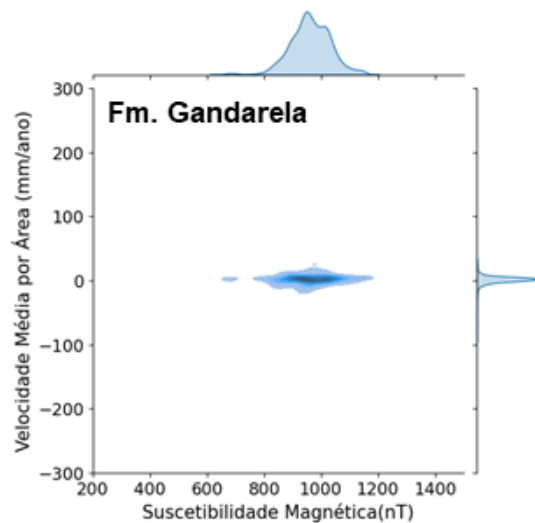
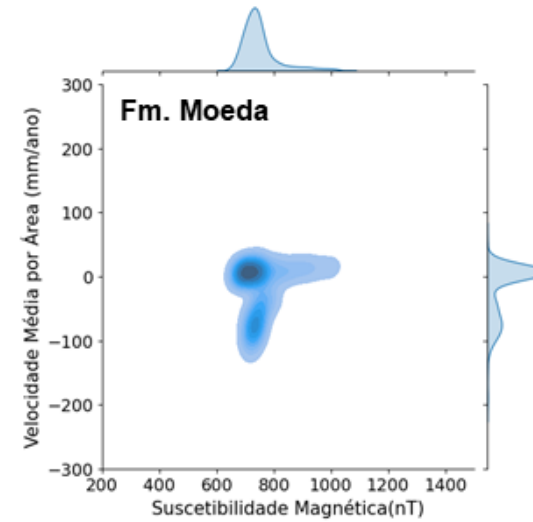
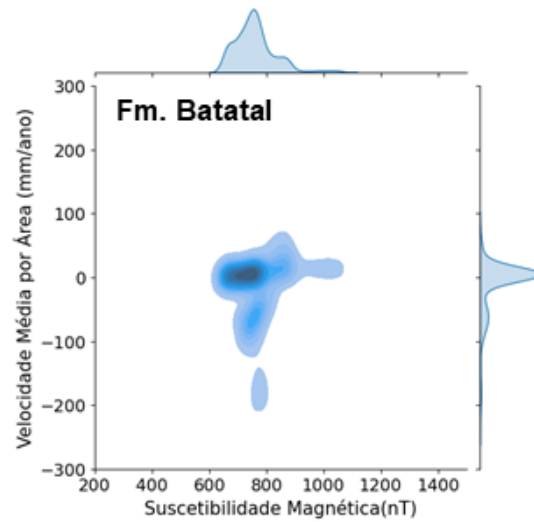
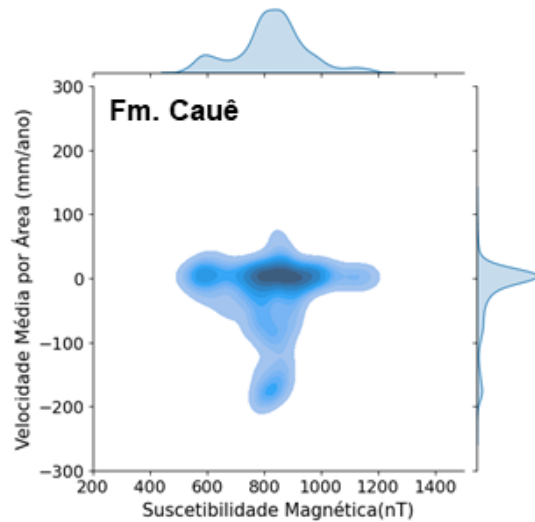
Análise de Distribuições



ANÁLISE BIVARIADA



ANÁLISE BIVARIADA



ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Declividade x Velocidades (por litologia)

Unidade	Correlação de Pearson	Correlação de Spearman
Fm. Cauê	0.0689	0.0898
Fm. Batatal	-0.1990	-0.0087
Fm. Moeda	-0.0591	0.03007
Fm. Gandarela	0.0143	-0.0040
<u>Metamáficas</u>	0.0696	0.0564
Metassedimentares	0.0107	0.0334
Geral (todas unidades)	-0.0025	0.0333

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

- ✓ **Hipótese nula:** as médias das populações são semelhantes;
- ✓ **Hipótese alternativa:** ao menos uma média é diferente;

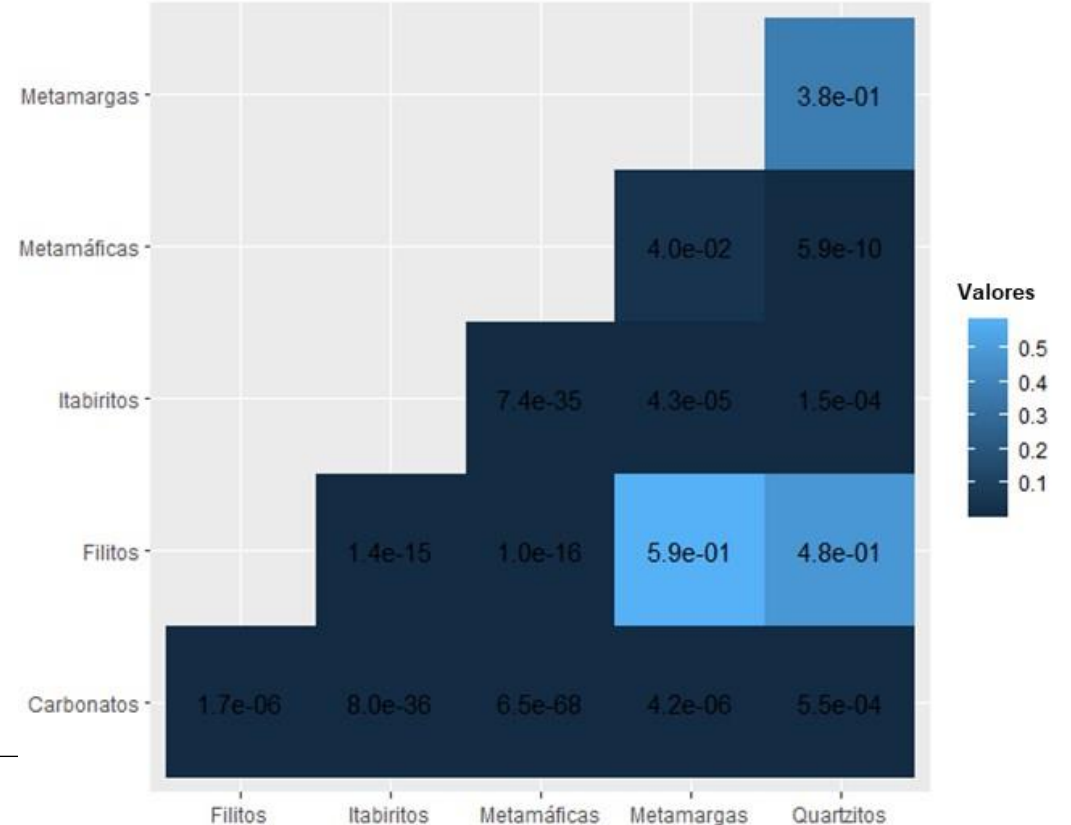
	Graus de Liberdade	Estatística F	P-valor
Litologia	5	166.5	<2e-16
Resíduos	11631	-	-

Hipótese nula rejeitada!
Ao menos uma população tem média diferente.

TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

Chi-quadrado de 363.58 e p-valor $< 2.2e-16$, ratificando o resultado anterior.

Ainda não é possível saber em quais das litologias as velocidades se diferem. Assim, foi performado o teste de Wilcoxon.



CONCLUSÕES

Aspectos educacionais atingidos com o trabalho:

- ✓ Aplicação do aprendizado teórico da disciplina:
 - Modelagem de Terreno <> Declividade, MDT
 - Geoestatística <> Interpolações e Reamostragem
 - Cartografia <> Georreferenciamento único
 - Análise Geográfica <> Associação Espacial de Dados

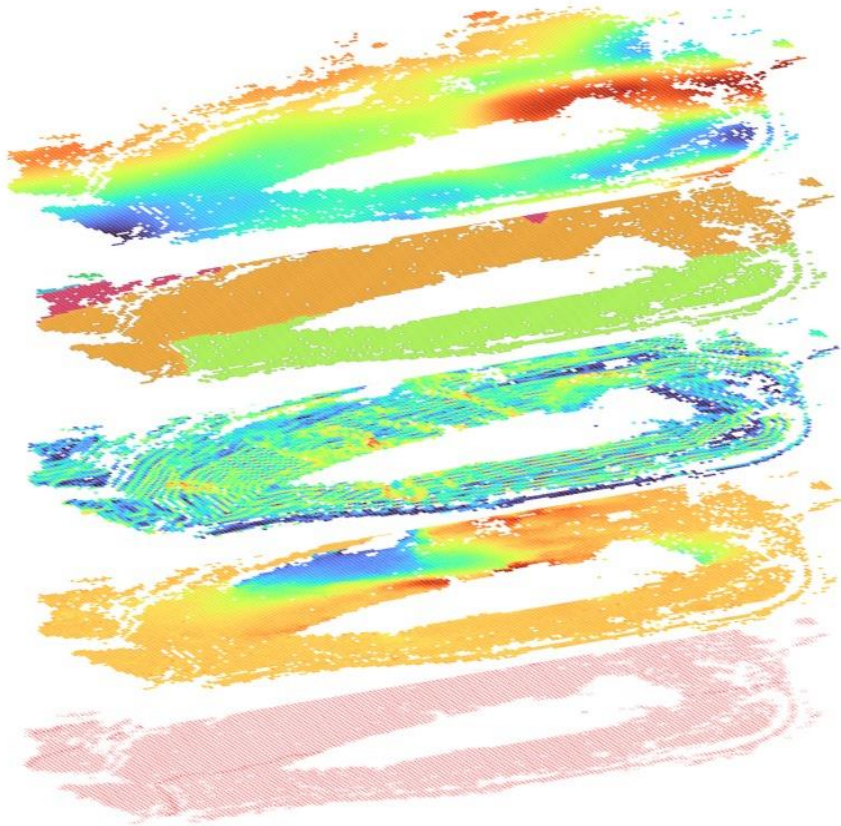
CONCLUSÕES TÉCNICAS

- ✓ As variáveis investigadas não apresentaram correlação e nem podem ser modeladas segundo relações lineares;
 - ✓ Ferramentas mais avançadas, como redes neurais, podem resultar no reconhecimento de padrões não identificados;
 - ✓ A aplicação de testes estatísticos identificou, de forma orientada a dados, a discrepância de distribuições entre as unidades litológicas;
-

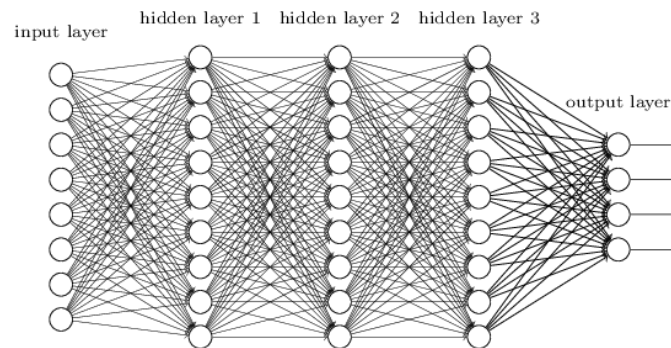
CONCLUSÕES TÉCNICAS

- ✓ A estruturação das bases possibilitou a estruturação de um fluxo de processamento para as análises futuras do mestrado;
 - ✓ São limitações do estudo:
 - Artefatos de interpolação nos limites do MDT;
 - Método determinístico para interpolação geofísica;
 - Ausência da avaliação temporal dos dados;
 - Carece de subsídio geomecânico nas análises;
 - Geometria de malha;
-

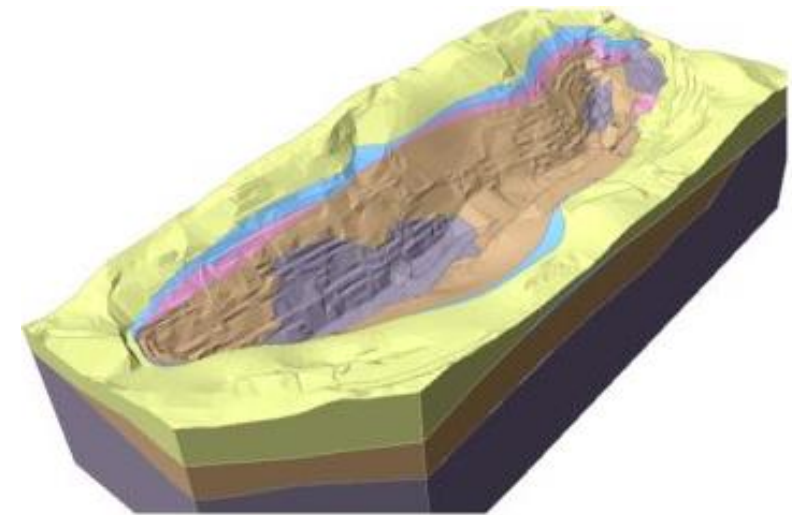
EXPECTATIVA DE PESQUISA



Variáveis Predictoras



Modelo



Variável Predita

Many hands make tight work

Raphael Silberzahn and Eric L. Uhlmann
Nature (2015)



Obrigado!
Gabriel Galdino de Magalhães
gabrielgaldinodm@gmail.com