

9ª JORNADA INTERDISCIPLINAR MINA DE SÃO DOMINGOS

//Minas, Tecnologias e Educação: Convergências//

2022
EDIFÍCIO
MUSICAL

inscrições gratuitas
mediante inscrição prévia,
até 24 de nov.
através do email:
fserraomartins@gmail.com
ou telefone: 286 647 534

PROGRAMA

- 09.30 **Sessão de abertura**
// Rosinda Pimenta C.M. Mértola
// Jorge Ferreira IHC-CEHFCI, U.E.
- 10.00 **SESSÃO DE COMUNICAÇÕES
PATRIMÓNIO MINEIRO E INDUSTRIAL COMO
OBJETO DE ESTUDO: EDUCAÇÃO FORMAL E INFORMAL**
// moderação. Maria de Fátima Nunes IHC-CEHFCI, U.E.
- Mértola / O papel do turismo na sua
vertente educacional / Exemplos práticos
// João Rolha C.M. Mértola
// Regina Silvestre C.M. Mértola
- Uma visita virtual às minas da Faixa Piritosa Ibérica aplicada
ao ensino das ciências, com recurso ao Google Earth
// Jorge Ferreira IHC-CEHFCI, U.E.
- Clube de Ciência Viva na Escola "Prof. Tomás Oliveira"
// Virgínia Sebastião Agrupamento de Escolas de Mértola
- Uma estratégia didática interdisciplinar aplicada
à distância e na Mina de São Domingos
// Florbela Martins Escola Secundária de Serpa
// Jorge Ferreira IHC-CEHFCI, U.E.
- O uso da Pirite no Barreiro.
Um olhar através das revistas de informação interna
// Ana Paula Gonçalves Baía do Tejo / Museu Industrial do Barreiro
// Núria Silva. Baía do Tejo / Museu Industrial do Barreiro
- 12.30 **Interrupção para almoço**
- 14.30 **SESSÃO DE COMUNICAÇÕES -
PATRIMÓNIO MINEIRO E SOCIEDADE**
// moderação. Rosinda Pimenta C.M. Mértola
- Parque Mineiro de Aljustrel – O Património Geológico e
Mineiro como Oportunidade de Desenvolvimento
// Marcos Aguiar. Gabinete do Presidente da Câmara de Aljustrel
- A Mina que ainda ficou: avaliação do potencial mineiro
em Ag e Au das escombreyras da Mina de São Domingos
// Luís Lopes Dep. Geociências da Universidade de Évora /
Instituto de Ciências da Terra
- Projeto Explora – Boas práticas em prospeção e
ciência ao serviço da sociedade
// Luís Albardeiro LNEG, Aljustrel
- Digitalização da Paisagem Cultural da Mineração
Chanza-Guadiana. Projeto Piloto MINESCAPESLAB
// Rui Carvalho Universidade de Sevilha
- 16.30 **Sessão de encerramento**
// Rosinda Pimenta C.M. Mértola
// Maria de Fátima Nunes IHC-CEHFCI, U.E.

9.ª JORNADA INTERDISCIPLINAR NA MINA DE SÃO DOMINGOS

“Minas, tecnologias e educação: convergências”

25 de novembro de 2022

Local: Edifício Musical, Mina de São Domingos



"A Mina que ainda ficou: avaliação do potencial mineiro em prata (Ag) e ouro (Au) das escombreyras da Mina de São Domingos"

Luís Lopes^{1,2,3}, Alexandre Vieira⁴, João Xavier Matos⁵, Ruben Martins⁴

¹ Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências e Instituto de Ciências da Terra, FCT – Portugal, lopes@uevora.pt

² Associação Portuguesa de Geólogos, lopes@apegeologos.pt

³ Associação Cluster Portugal Mineral Resources

⁴ Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências

⁵ Laboratório Nacional de Energia e Geologia



A Mina que ainda ficou: Avaliação do potencial mineiro em Ag e Au das escombreyras da Mina de São Domingos

Objectivos: avaliação dos resíduos depositados no sector norte da mina de São Domingos:

Precedentes:

- campanha de avaliação de resíduos de exploração pela *Compañia Nacional de Piratas S.A.* (CONASA), realizada entre 1990 e 1991;
- cartografia dos resíduos da mina (Matos, 2004);

➤ *desenvolvimento de uma metodologia que permita estimar recursos em ouro e prata em alguns dos resíduos de exploração mineira de São Domingos (campanha da CONASA, base de dados do LNEG).*



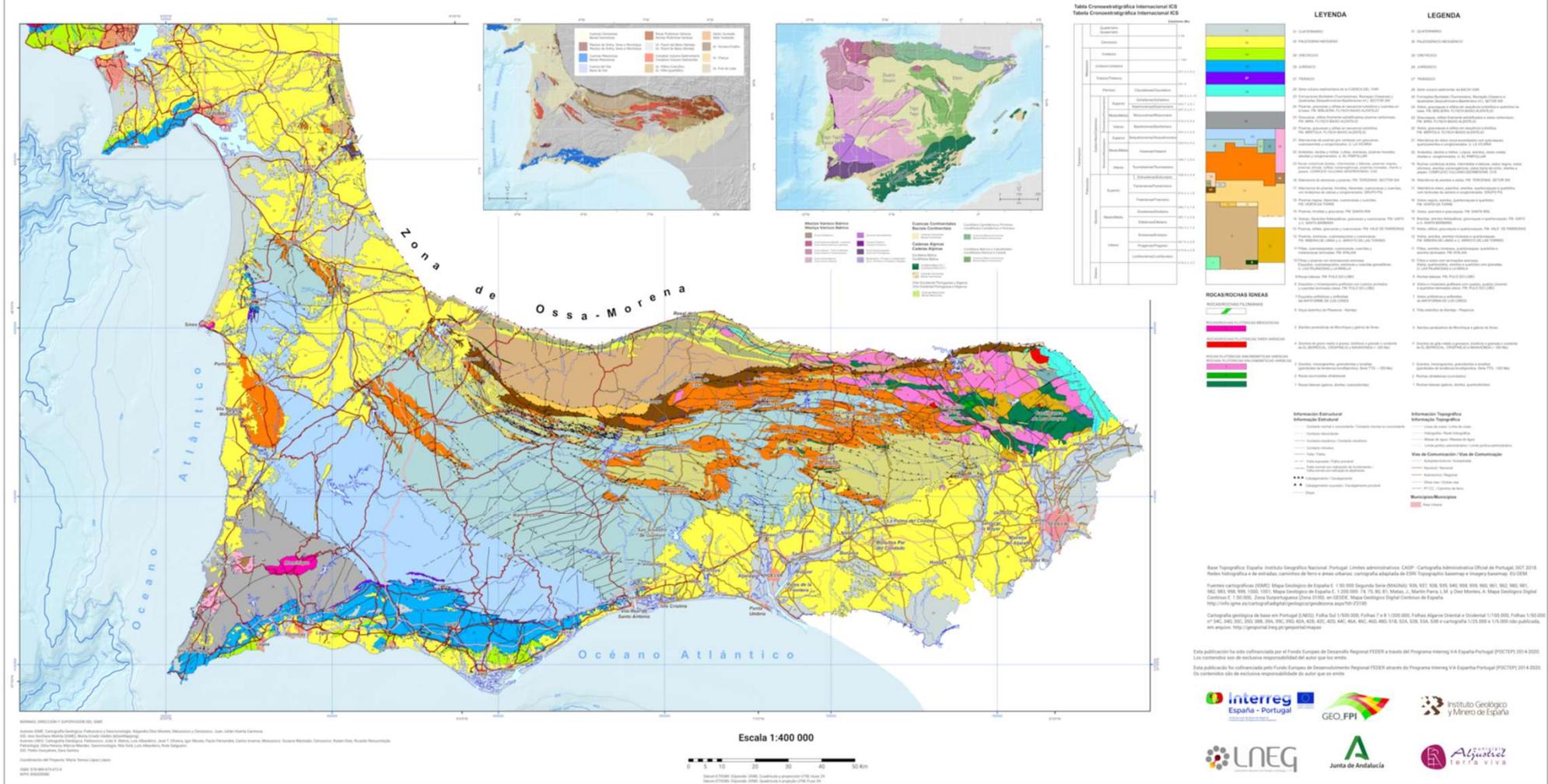




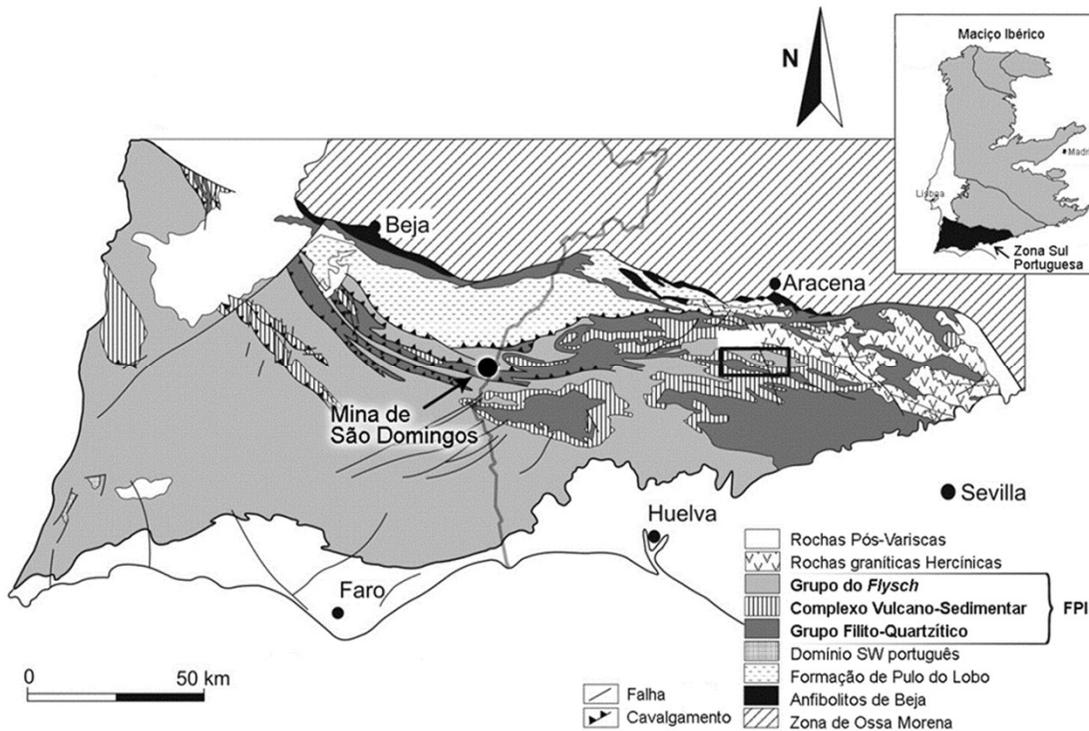




MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA SURPORTUGUESA . CARTA GEOLÓGICA DA ZONA SUL PORTUGUESA



Breve enquadramento da Mina de São Domingos



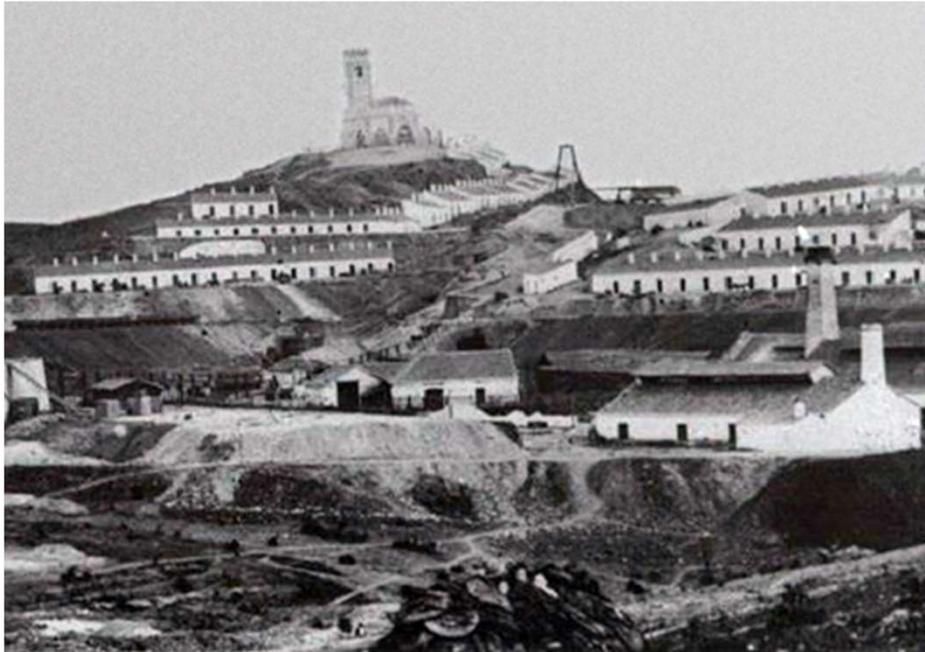
- Localiza-se no sector norte da Faixa Piritosa Ibérica (FPI);
- jazigo associado a rochas vulcânicas félsicas e a xistos negros do Complexo Vulcano-Sedimentar da FPI;
 - massa subvertical de sulfuretos maciços, com 537 m de comprimento, possança variável, 45 m a 70 m (Matos et al., 2006);
 - reserva de 25 Mt, com 1,25% Cu, 2-3% de Zn, 1% Pb e 45-48% de S (Carvalho, 1971);
- Paleo-meteorização do jazigo originou uma capa de alteração (chapéu-de-ferro ou *gossan*);

Exploração da Mina de São Domingos

- Indícios de exploração desde Calcolítico (Matos e Martins, 2006; Custódio, 1996), e posteriormente pelos romanos (cobre e prata), entre I a.C. – IV d.C. (Martins, 2008; Rego, 2004; Custódio, 1996);
- Descoberta moderna em 1854 por Nicolay Biava (chapéu-de-ferro, escórias romanas);
- Explorada entre 1857 e 1966 pela Mason & Barry (cobre e enxofre):
 - exploração subterrânea (1857 -1867);
 - exploração subterrânea e a céu aberto (1867 -1966);
 - céu aberto, até aos 120 metros;
 - subterrânea (câmaras e pilares), até aos 420 metros.

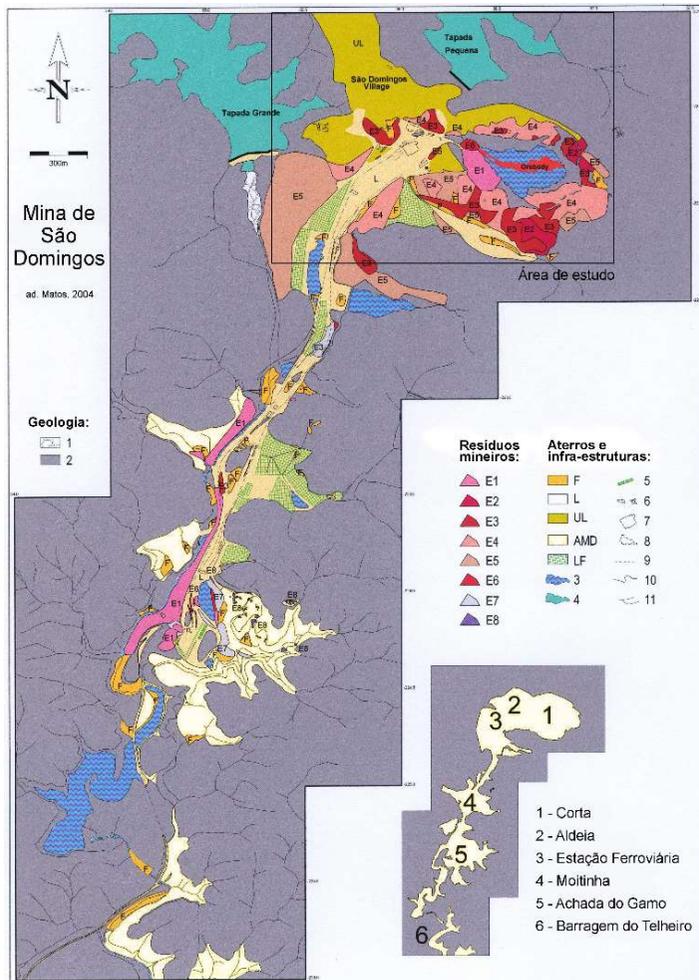
Exploração da Mina de São Domingos

- A alteração do método de desmonte obrigou ao desmantelamento da aldeia primordial, edificada no topo da massa mineral;



Primeira aldeia da Mina de São Domingos, ca. 1870 (em Custódio, 1996).

- nova aldeia localizada a oeste da massa;
- utilização de resíduos de exploração para a construção de aterros de fundação da nova aldeia.
- Em 1966, com o esgotamento do minério, a mina encerra.



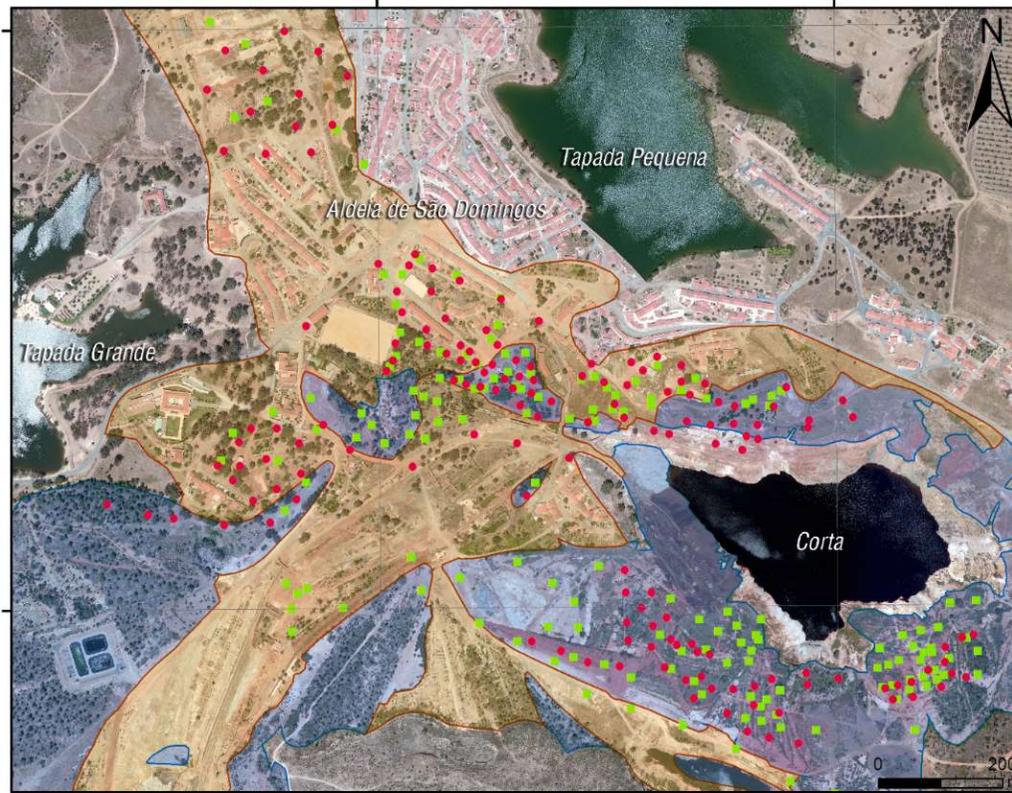
Carta Mineira de São Domingos (adaptado de Matos, 2004): **Geologia:** 1) Depósitos aluvionares do Quaternário; 2) Zona Sul Portuguesa; **Resíduos mineiros:** E1) Escórias modernas; E2) Escórias romanas; E3) Gossan; E4) Vulcanitos e xistos; E5) Xistos; E6) Pirite britada; E7) Pirite ustulada; E8) Óxidos de ferro. **Aterros e infra-estruturas:** F) Materiais lixiviados; L) Aterros; UL) Aterros urbanos; AMD) Área afectada pela drenagem ácida; LF) Tanques de lixiviação; 3) Água ácida; 4) Água límpida; 5) Tanques de cementação; 6) Formos de ustulação; 7) Estação ferroviária; 8) Central eléctrica; 9) Antigo caminho-de-ferro; 10) Canal; 11) Linha de água.

Exploração da Mina de São Domingos

- A actividade mineira em São Domingos produziu cerca de 14,7 Mm³ de resíduos (Mateus et al., 2011; Alvarez-Valero et al., 2007):
 - resíduos de extracção – desmonte da capa de alteração do jazigo (chapéu-de-ferro) e rochas do encaixe do minério;
 - resíduos de processamento – escórias romanas e modernas, cinzas de fundição, pirite britada, etc.
- Resíduos com elevados teores em metais:
 - resíduos mais ricos com um recurso de 1Mt com 1 g/t Au e 10 g/t Ag (Malavé y Bedia, 1991);
 - resíduos em aterro com elevados teores em Au e Ag (Mason & Barry, 1936).

Campanha de prospecção da CONASA (1990-1991)

Distribuição da amostragem nas escombreyras e zonas de aterro (ad. Matos, 2004; Malavé y Bedia, 1991)



Escombreyras Aterros Sondagem Poço

- Sector norte da mina (aldeia e corta):
 - avaliação de escombreyras de *gossan*, vulcanitos ácidos, xistos argilosos e zonas de aterro;
 - 160 sondagens;
 - 162 poços;
 - total de 1148 amostras analisadas;
 - distribuição irregular (~30 metros).

Campanha de prospecção da CONASA (1990-1991)

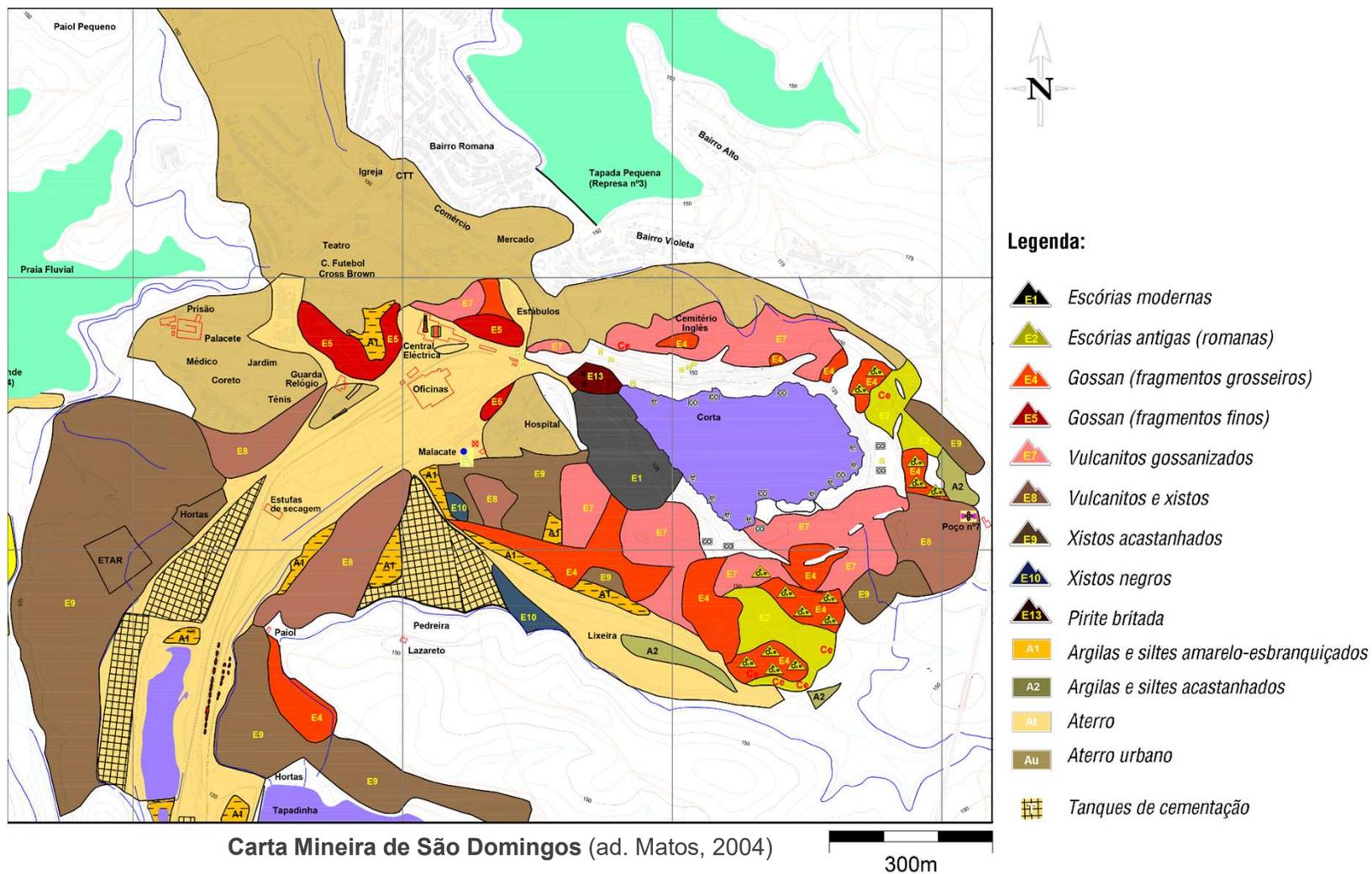
Sondagens

- roto-percussão com circulação inversa;
- amostragem em intervalos regulares a cada 2 m;
- análise multielementar (Au, Ag, Cu, Zn, Pb e S);
- 942 amostras, 1884 metros de perfuração.

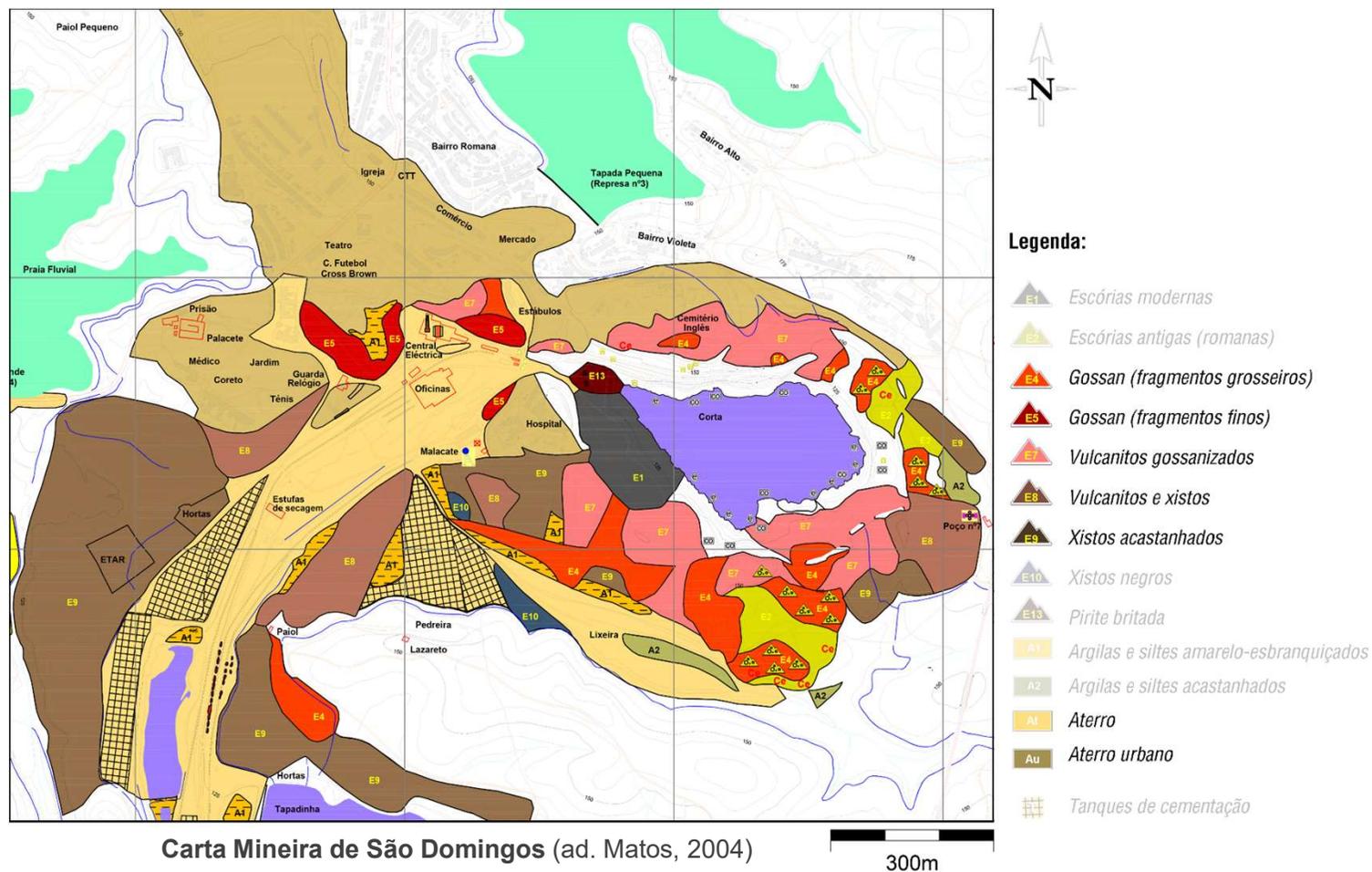
Poços

- retro-escavadora;
- amostragem em intervalos irregulares; (1 a 12 m);
- análises de Au e Ag em diferentes fracções granulométricas (< 5 mm; 5 -9 mm; 9-40 mm, > 40 mm);
- 206 amostras compósitas (824 amostras), 1307,5 m de escavação;
- medição da espessura de escombros (prof. máx. 12,5 m).

Classes de resíduos de São Domingos (Matos, 2004)



Classes de resíduos de São Domingos (Matos, 2004)



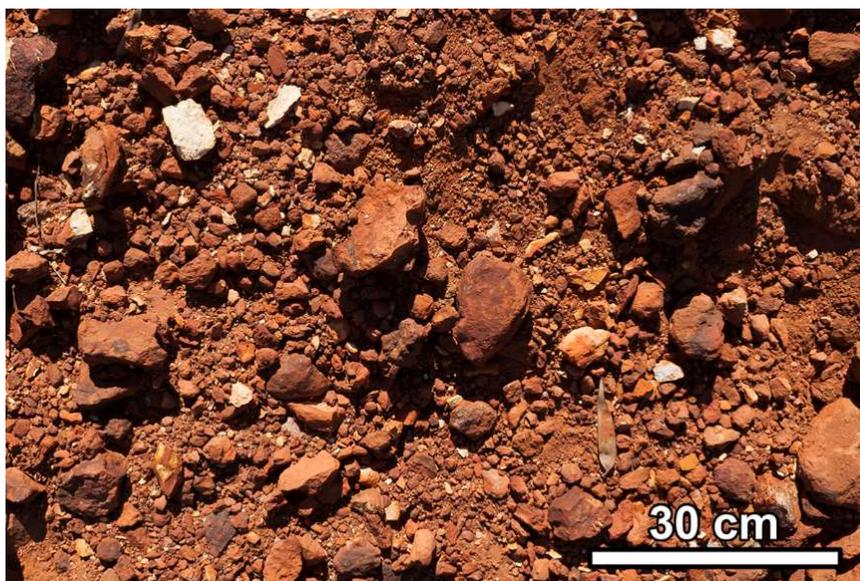
Classes de resíduos em estudo

Gossan (classes E4 e E5)

Resíduos provenientes do desmonte da capa de alteração supergénica do minério exposto à superfície (chapéu-de-ferro).

Classe E4 - fragmentos grosseiros (> 5 cm)

- 85 364 m²;
- 12 corpos – 4 avaliados;
- granulometria muito heterogénea.



Classe E5 - fragmentos finos (< 5 cm)

- 19 596 m²;
- 3 corpos – todos avaliados;
- granulometria homogénea.



Classes de resíduos em estudo

Vulcanitos ácidos gossanizados (classe E7)

Vulcânicas ácidas com veios de sulfuretos oxidados (*stockwork*); diferentes graus de meteorização, argilizados.
Granulometria muito extensa, blocos de grande dimensão e particular finas.

- 98 088 m²
- 7 corpos - todos avaliados.

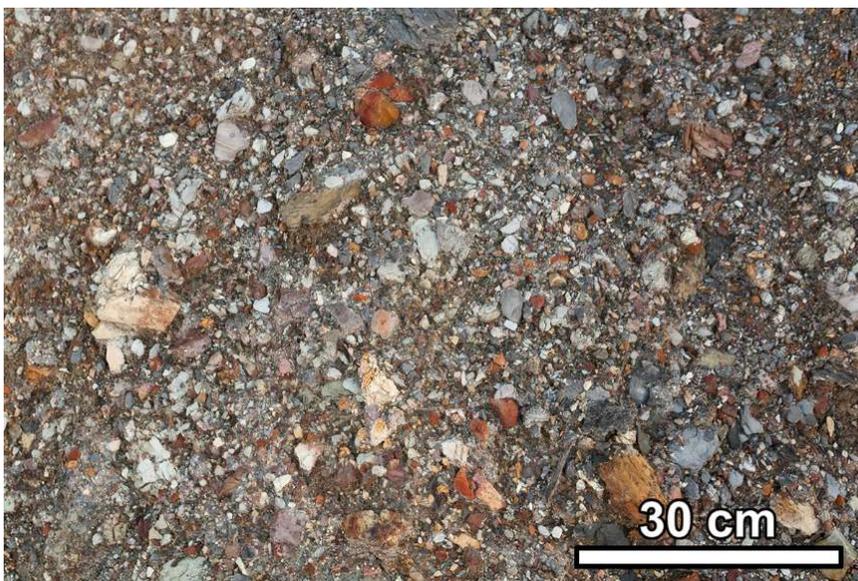


Classes de resíduos em estudo

Vulcanitos ácidos e xistos argilosos (classe E8)

Mistura de vulcânicas ácidas e xistos argilosos, encaixe da mineralização. Diferentes graus de alteração.
Granulometria homogénea, com prevalência de finos.

- 76 395 m²
- 4 corpos – 1 avaliado.



Classes de resíduos em estudo

Xistos acastanhados (classe E9)

Xistos de cor acastanhada. Granulometria homogénea, dimensões entre 10 e 30 cm.

- 259 155 m²
- 6 corpos – 2 avaliados.



Classes de resíduos em estudo

Aterros (classe EA)

Materiais depositados em aterro;

Mistura heterogénea de vários tipos de rocha: xistos, vulcanitos ácidos, *gossan*, quartzitos.

- 627 007 m²
 - área urbana (310 804 m²);
 - área industrial (314 204 m²).



Massa volúmica das classes

- Inexistência de valores de massa volúmica para as várias classes de resíduos.
- Recolha de amostras de cada classe
 - determinação da massa volúmica das principais rochas constituintes:

Massa volúmica dos principais constituintes de cada classe de escombreira.

Classe	Rocha	Massa volúmica (média) (g/cm ³)	Massa volúmica (mín. - máx.) (g/cm ³)
E4 e E5	<i>Gossan</i>	2,62	2,43 - 2,80
E7	Vulcanitos ácidos <i>gossanizados</i>	1,90	1,60 - 2,20
E8	Vulcanitos ácidos	1,81	1,53 - 2,22
E8	Xistos argilosos	1,99	1,96 - 2,01
E9	Xistos acastanhados	2,56	2,47 - 2,63

Massa volúmica das classes

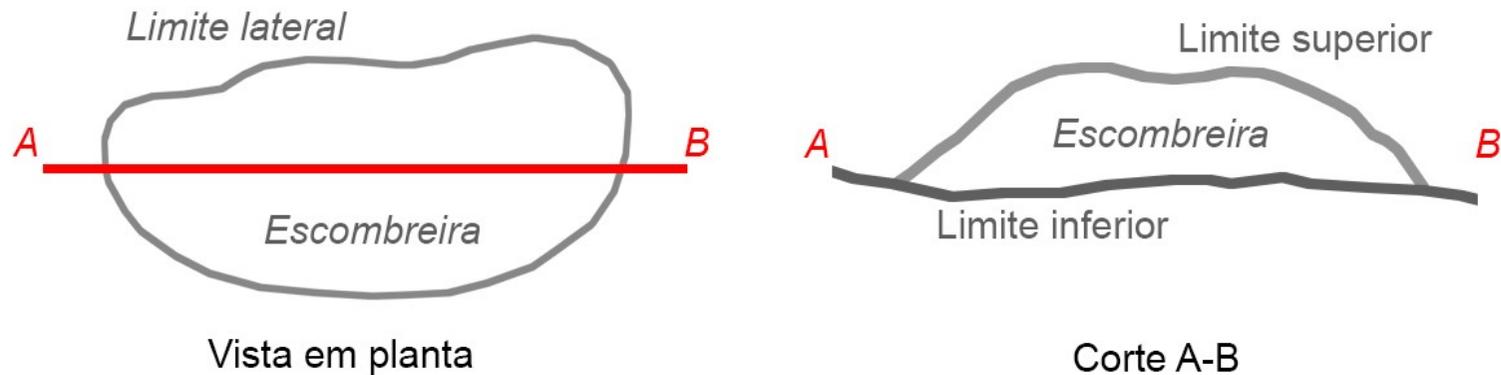
- Definição de 3 valores para volume de vazios:
- 20% - ABGE compactado (~15%) (*SulEnsaio, 2011*);
- 40% - factor de *bulking* para rochas ígneas e metamórficas (*Ofoegbu et al., 2008*);
 - 30% - valor intermédio;

Massa volúmica das classes de escombreira.

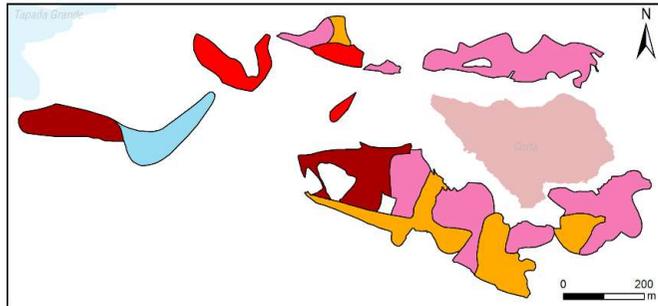
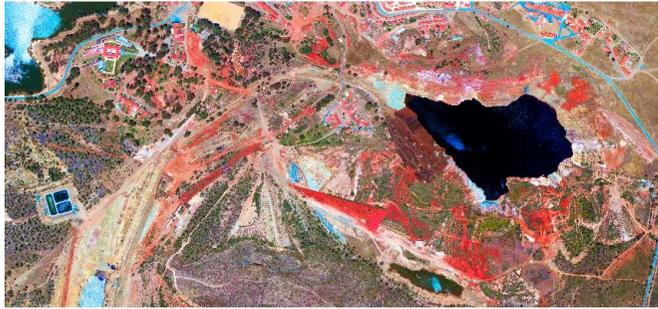
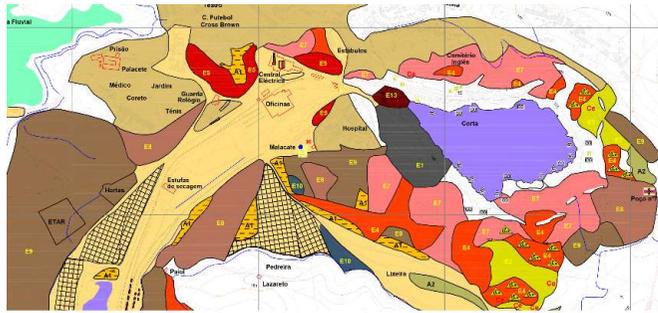
Classe	Material	Massa volúmica (g/cm ³)		
		20% _{vz}	30% _{vz}	40% _{vz}
E4 e E5	<i>Gossan</i>	2,10	1,83	1,57
E7	Vulcanitos <i>gossanizados</i>	1,52	1,33	1,14
E8	Vulcanitos e xistos	1,49	1,30	1,12
E9	Xistos acastanhados	2,05	1,79	1,54
EA	Aterros	1,69	1,47	1,26
	Média das classes	1,77	1,54	1,33

Construção dos modelos tridimensionais

- Definição de três limites para a modelação de corpos tridimensionais:
 - **limite lateral** – perímetro do corpo a modelar;
 - **limite superior** – superfície do topo do corpo (superfície do terreno actual);
 - **limite inferior** – superfície da base do corpo (superfície do terreno original).



Limites laterais – corpos de escombreira

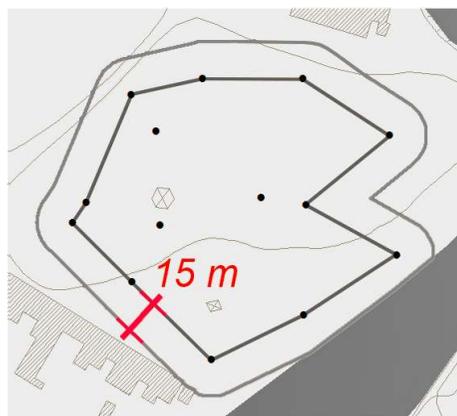


Software ArcMap:

- carta mineira de São Domingos (Matos, 2004);
- fotografia aérea ortorrectificada (resolução espacial de 0,30 metros);
- definição dos limites dos corpos de escombreira abrangidos pela campanha de prospecção da CONASA.

Limites laterais – definição de zonas de aterro

Pontos de prospeção



Área de aterro para estimação

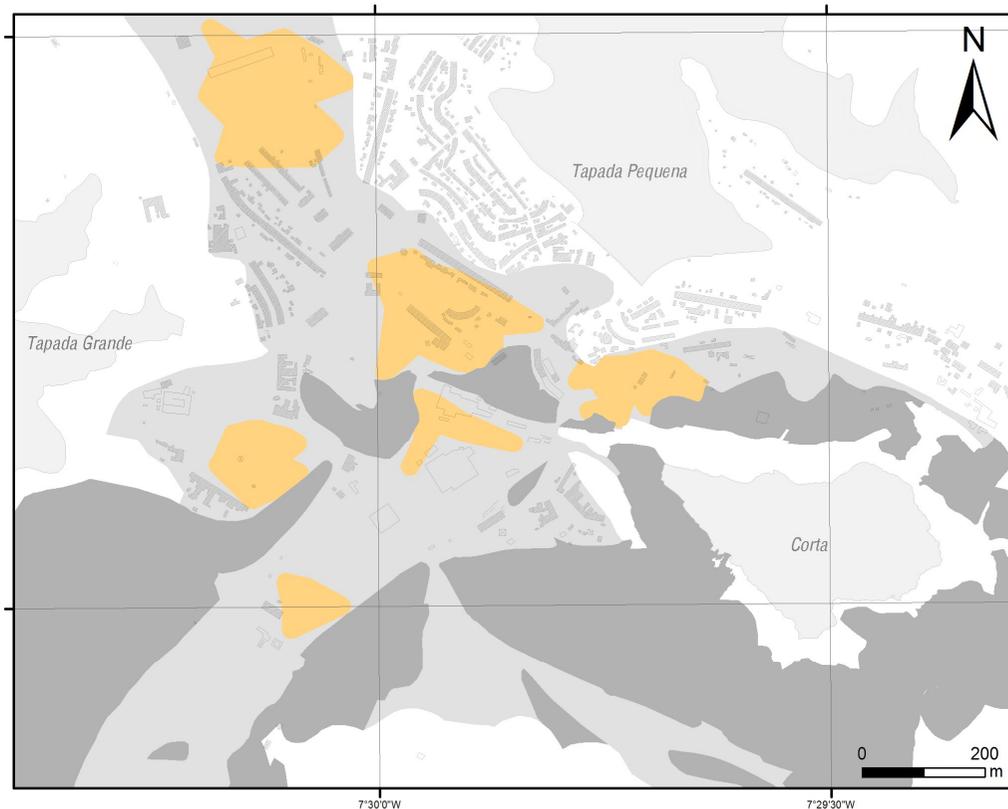


Aterro

Escombreira

Limites laterais – definição de zonas de aterro

Zonas de aterro para estimação de recursos (ad. Matos, 2004)



- Área total de aterro na zona em estudo = **618 212 m²**;
- área de aterro para estimação de recursos = **132 260 m²** (~21% da área total);
 - 4 áreas em aterro *urbanizado*;
 - 2 áreas em aterro *industrial*.

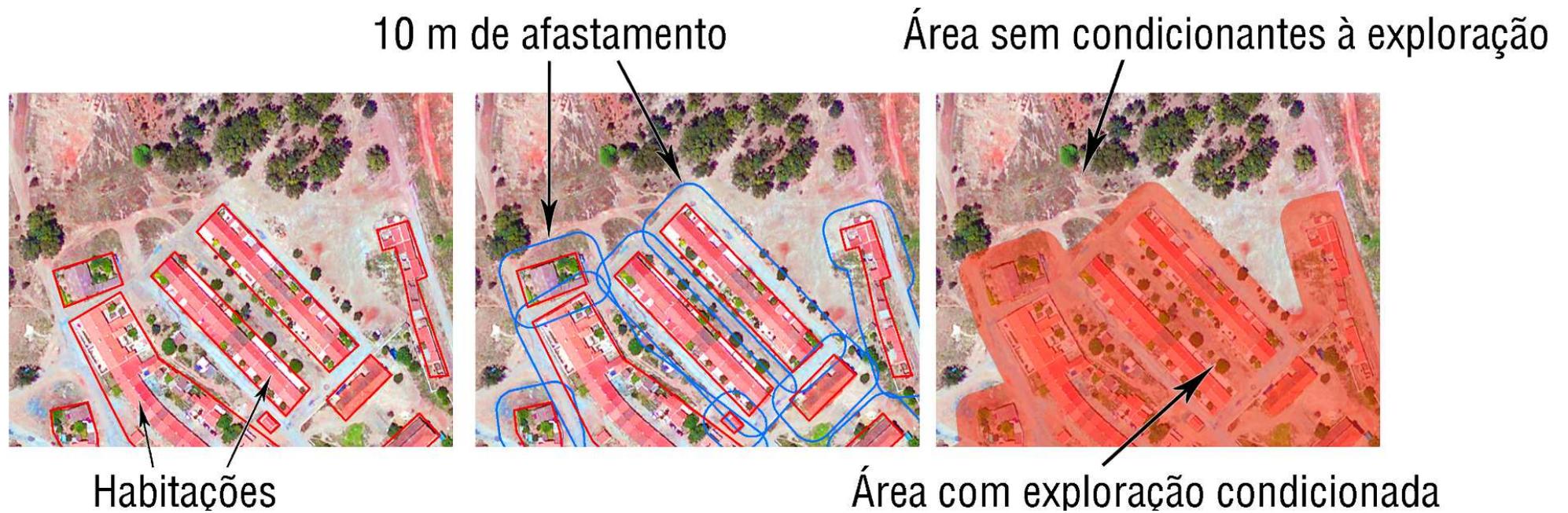
Limites laterais – áreas com exploração condicionada

Condicionantes a considerar numa eventual remoção de escombros:

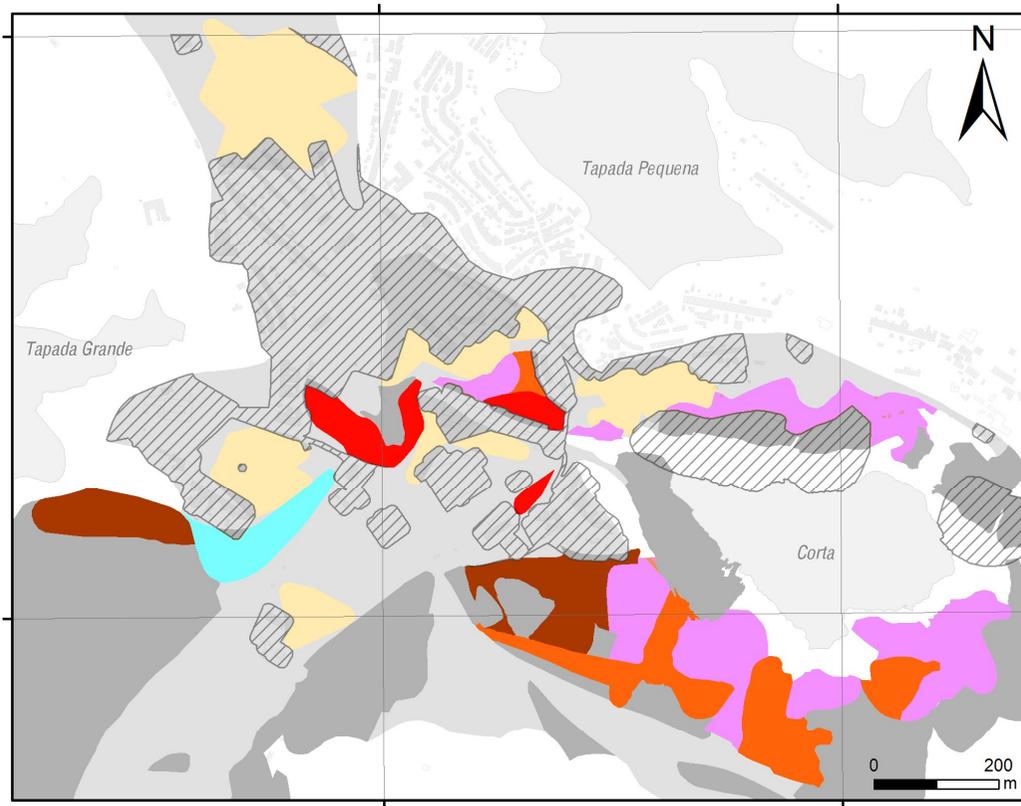
- parte da aldeia da Mina de São Domingos edificada sobre resíduos depositados em aterro;
- proximidade de pilhas de escombros a infra-estruturas mineiras;
- zonas legalmente protegidas (Portaria n.º 414/2013 de junho de 2013):
 - infra-estruturas mineiras (e.g., oficinas, túneis de acesso, central eléctrica);
 - património arqueológico (e.g., galerias e escombreliras romanas).

Limites laterais – áreas com exploração condicionada

Definição de áreas de aterro e escombreira com exploração condicionada:



Limites laterais – áreas com exploração condicionada



Área com exploração condicionada

Escombrelas:

- redução de **9,5%** de área explorável.

Aterros:

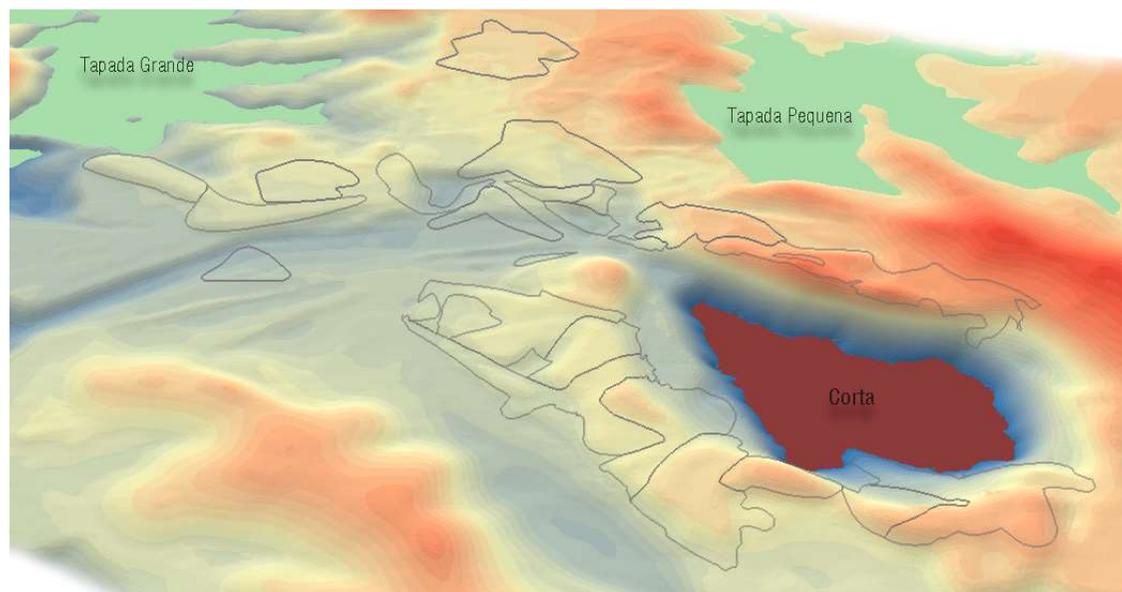
- redução de **68%** da área explorável (áreas definidas – 132 260 m²);
- redução de 36% da área explorável (totalidade dos aterros na área de estudo – 618 212 m²).

Limites laterais:

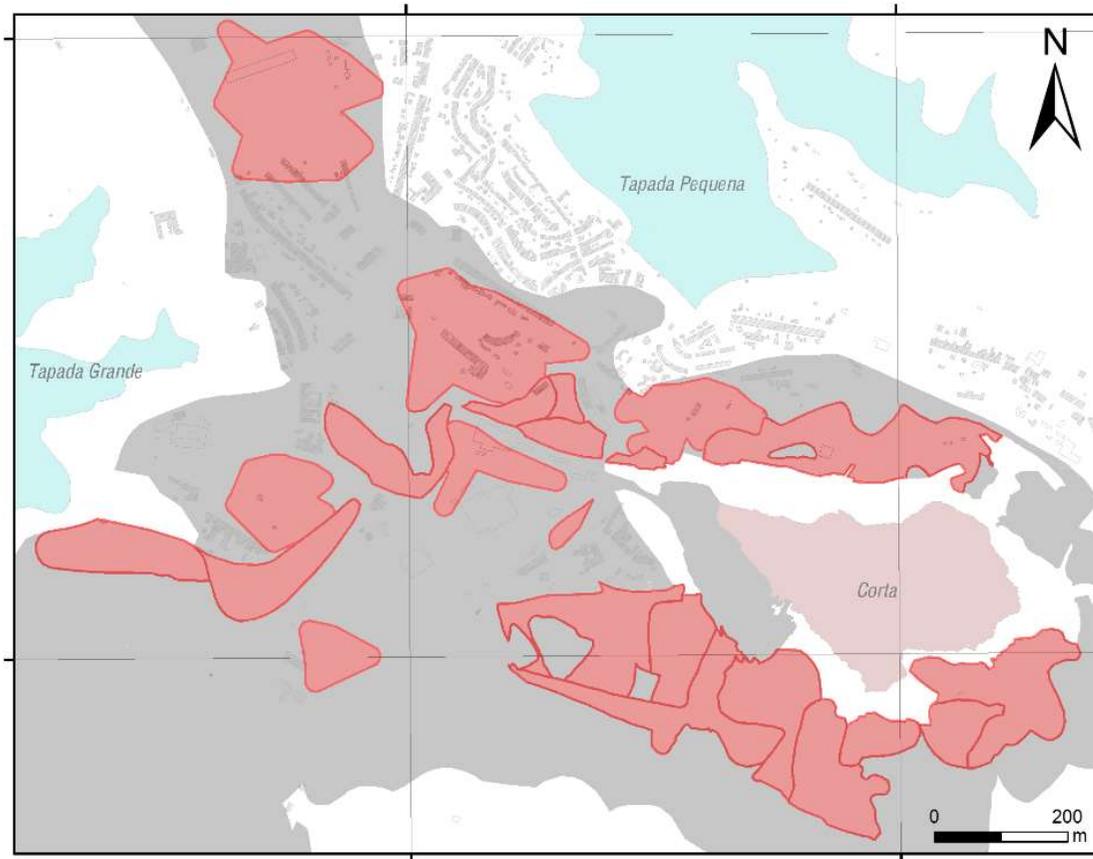
- definição de um segundo conjunto de limites laterais (área não condicionada).

Limite superior – topografia actual do terreno

- Ficheiro com pontos cotados obtidos pelo LNEG (projecto MINEO, EU FP5):
 - 37 900 pontos cotados e georreferenciados, dispostos numa malha quadrada de 10 metros.
- Importação da informação para *software* SIG (ArcMap):
 - selecção da informação correspondente à área de estudo;
 - construção de um modelo digital do terreno (MDT):
 - topografia actual do terreno = limite superior das escombreyiras e aterro.



Limite inferior – topografia original do terreno



- Superfície do terreno original coberta por resíduos depositados em escombreira e aterro;
- corpos de escombreira contíguos;
- Modelação da superfície original do terreno a partir da informação da campanha de prospeção da CONASA.

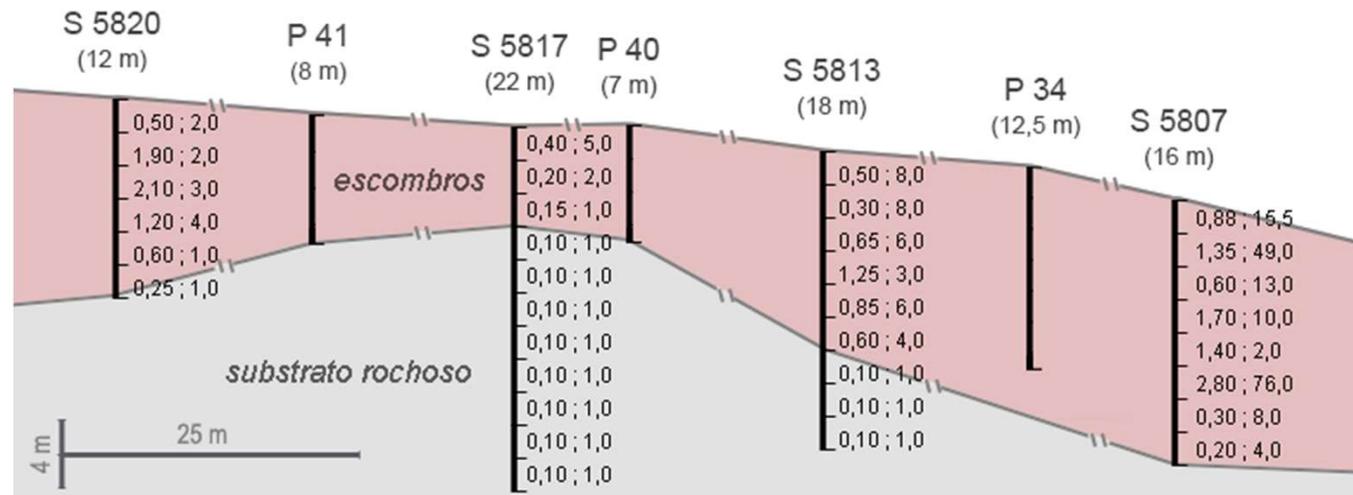
Áreas para estimação

Área coberta por resíduos mineiros

Limite inferior – topografia original do terreno

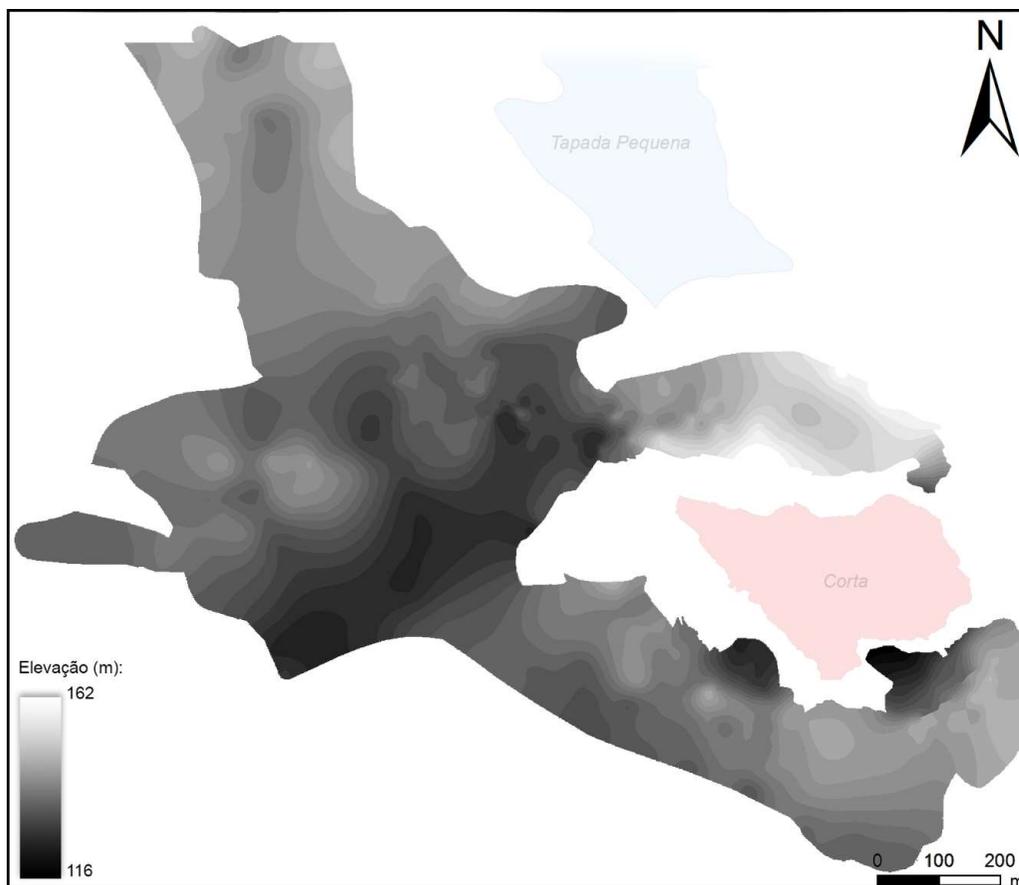
Interpretação da informação da campanha de prospecção da CONASA:

- poços:
 - espessura real de escombros; profundidade máxima de 12,5 metros;
- sondagens :
 - interpretação da informação geoquímica para definir a cota da base dos escombros (falta de *log* geológico);
 - intervalos de teores de Au e Ag baixos (provável limite de detecção do equipamento).



Limite inferior – topografia original do terreno

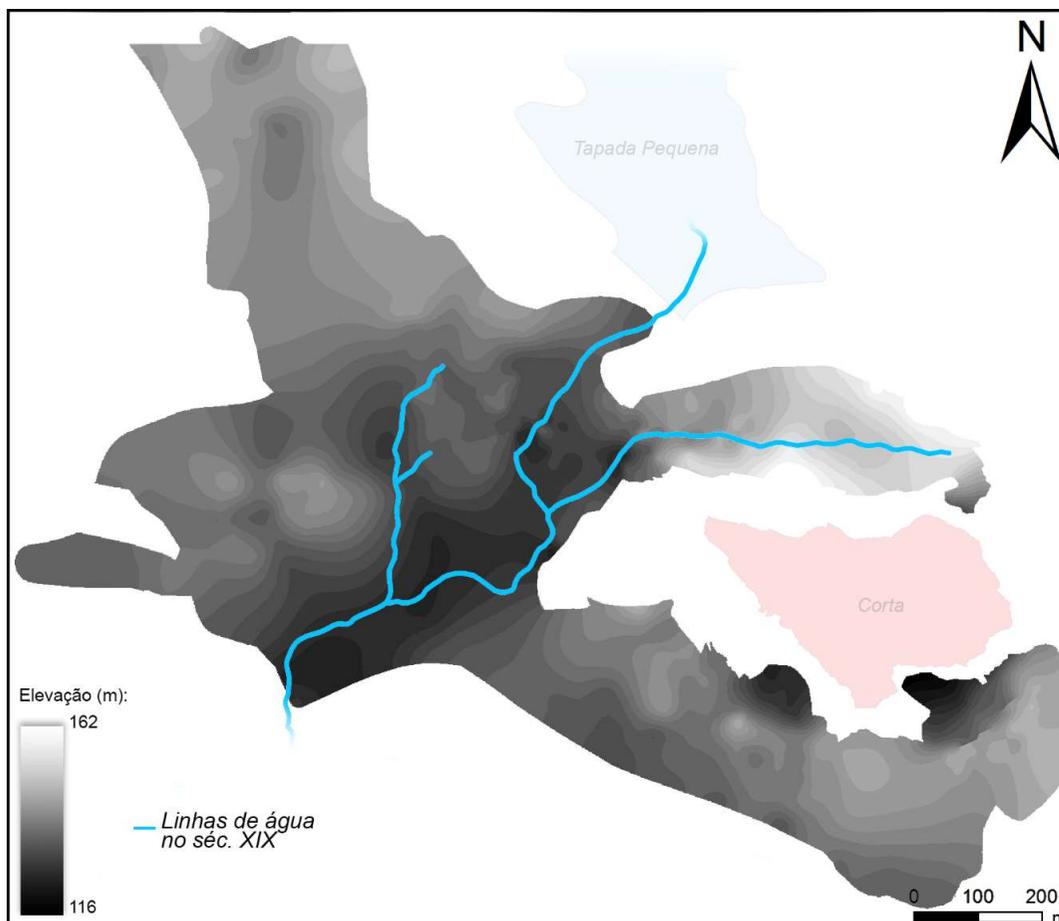
Modelo digital da superfície da base das escombreyas e aterros



- Definição de um conjunto de pontos para interpolação;
- modelação da superfície da base das escombreyas e aterros (ArcMap).

Limite inferior – topografia original do terreno

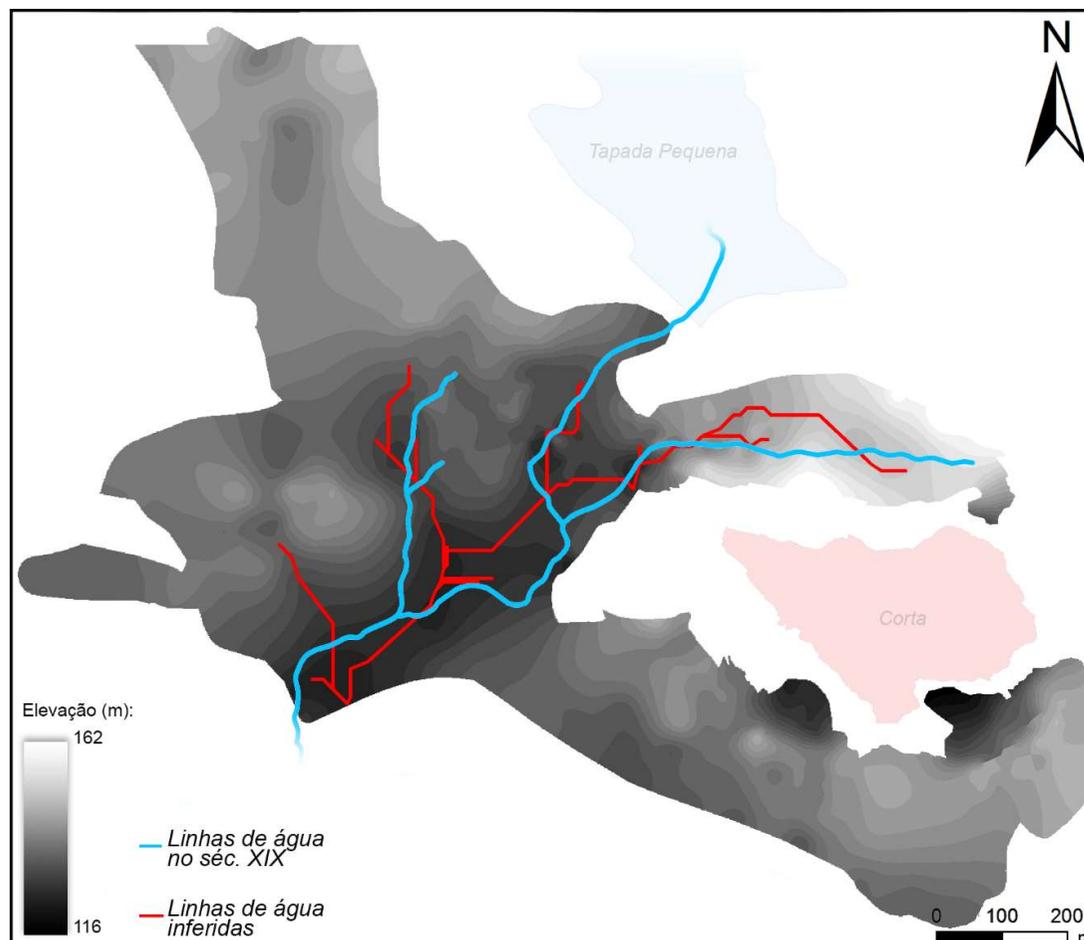
Modelo digital da superfície da base das escombreyas e aterros



- Definição de um conjunto de pontos para interpolação;
- modelação da superfície da base das escombreyas e aterros (ArcMap).
- Georreferenciação das linhas de água cartografadas antes do início da exploração moderna (Ribeiro, 1857).

Limite inferior – topografia original do terreno

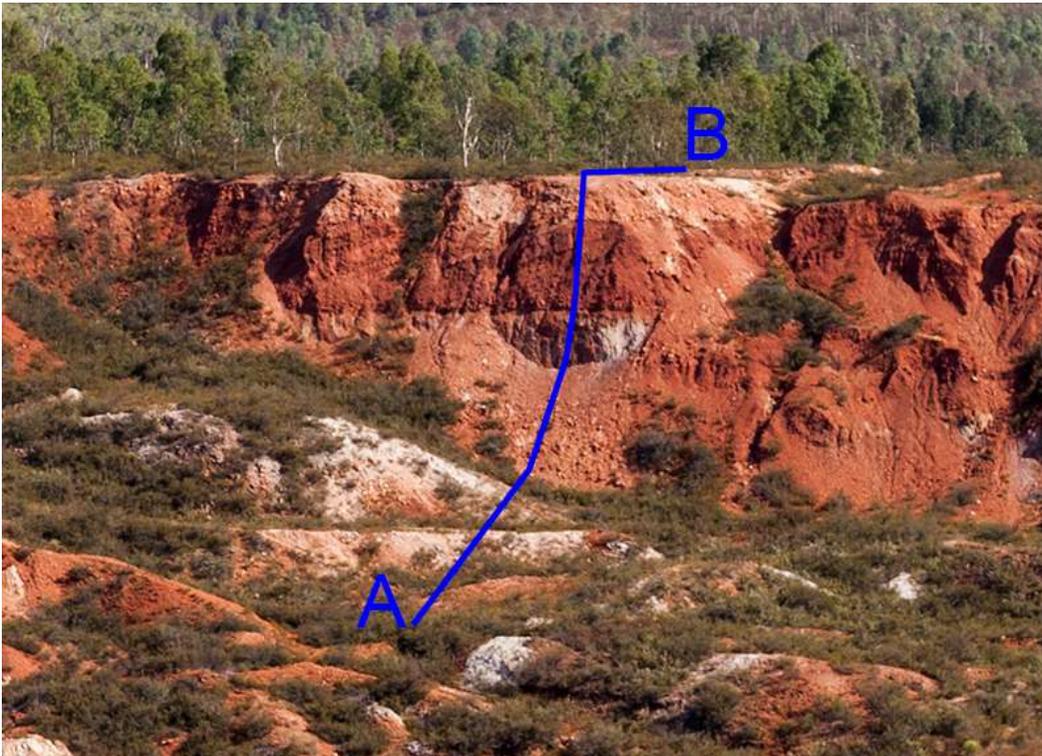
Modelo digital da superfície da base das escombreyas e aterros



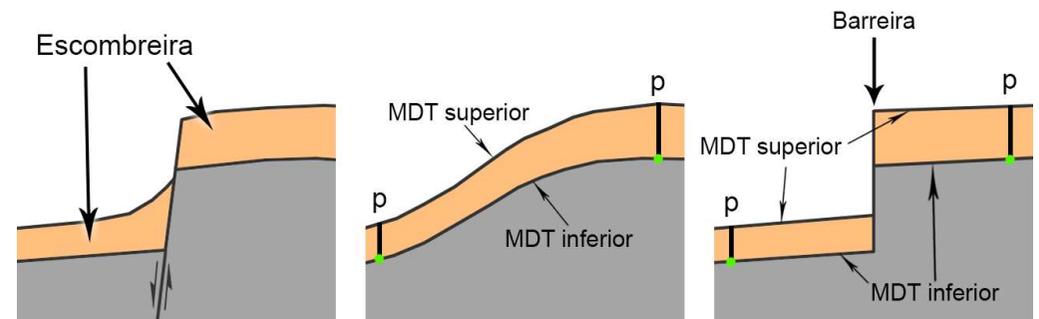
- Definição de um conjunto de pontos para interpolação;
- modelação da superfície da base das escombreyas e aterros (ArcMap).
- digitalização e georreferenciação das linhas de água cartografadas antes do início da exploração moderna (Ribeiro, 1857);
- modelação da rede de drenagem da superfície modelada (ArcMap);
- comparação das redes de drenagem.

Descontinuidades nos MDTs

Zona de subsidência no sector leste da corta

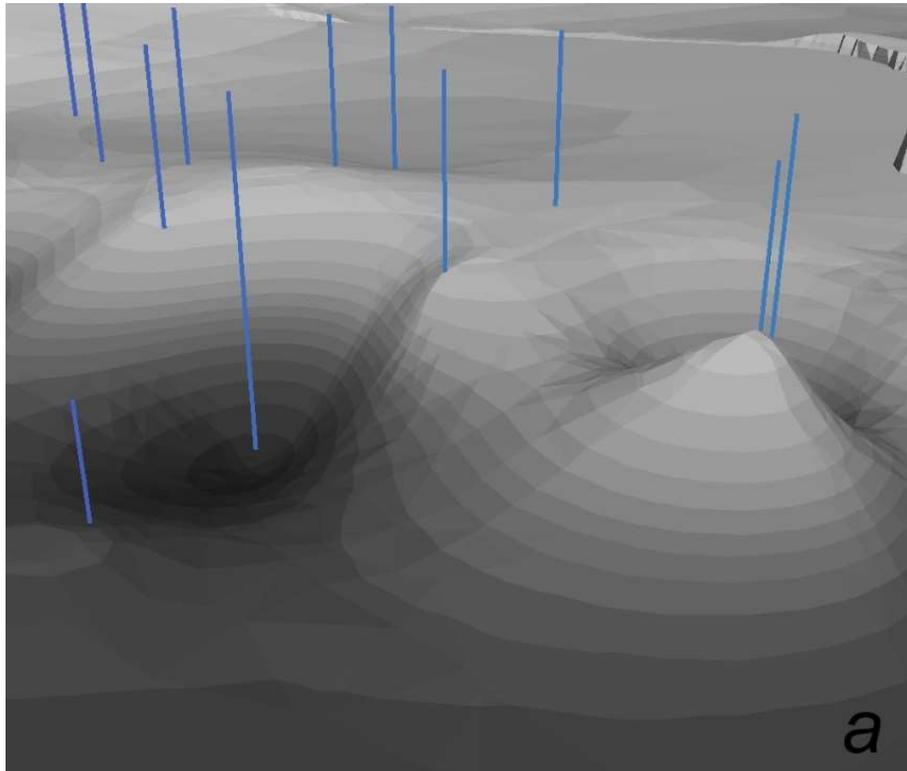


- fenómenos de subsidência;
- informação utilizada na interpolação das superfícies superior e inferior sem resolução suficiente para representar o fenómeno;
- adição de detalhe aos modelos;

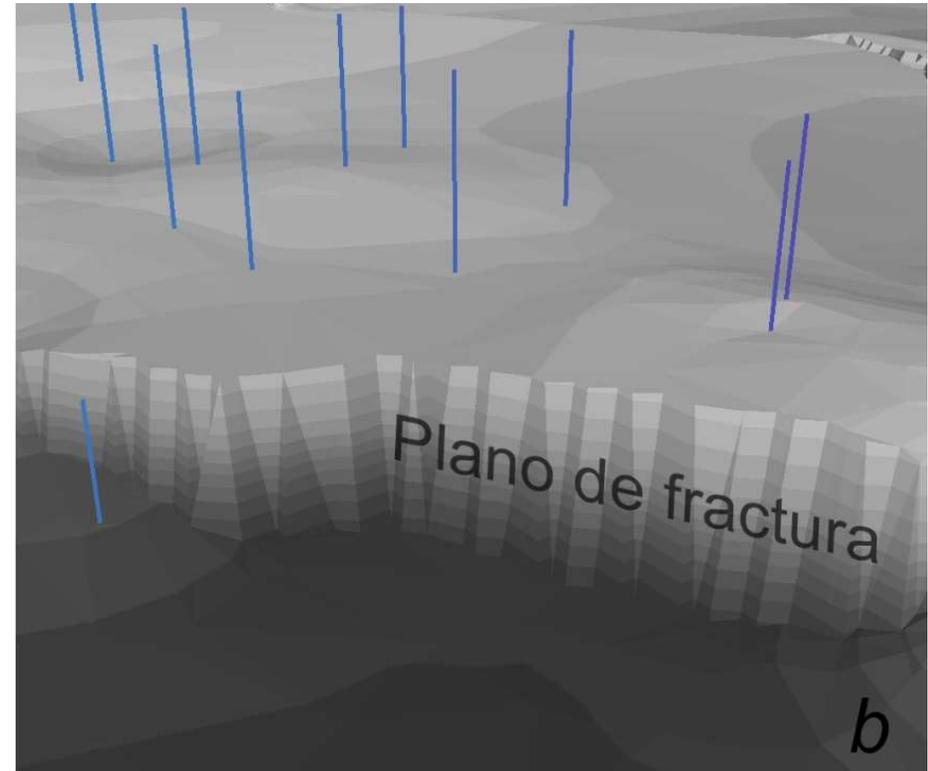


Descontinuidades nos MDTs

MDT inferior - zona de subsidência no sector leste da corta.



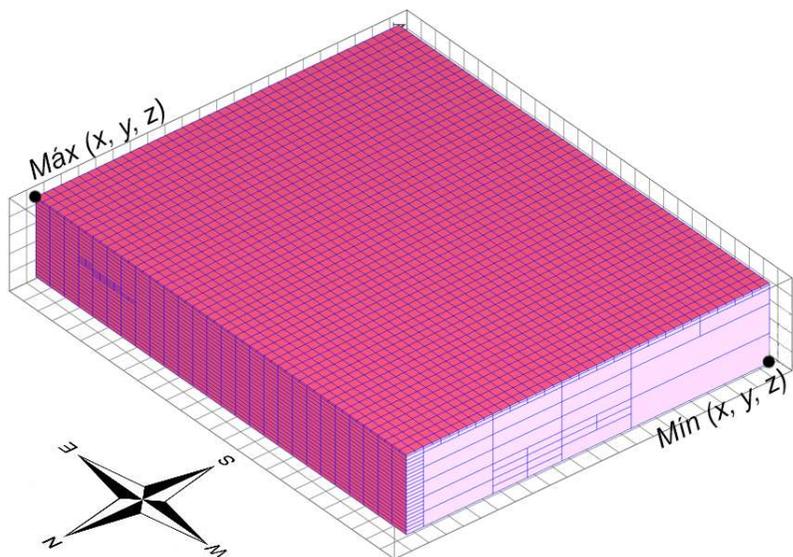
Aproximação dos modelos com a realidade;



(remoção de amostras com teores baixos levou à modelação de uma superfície mais regular, possivelmente mais próxima da realidade)

Construção dos modelos tridimensionais

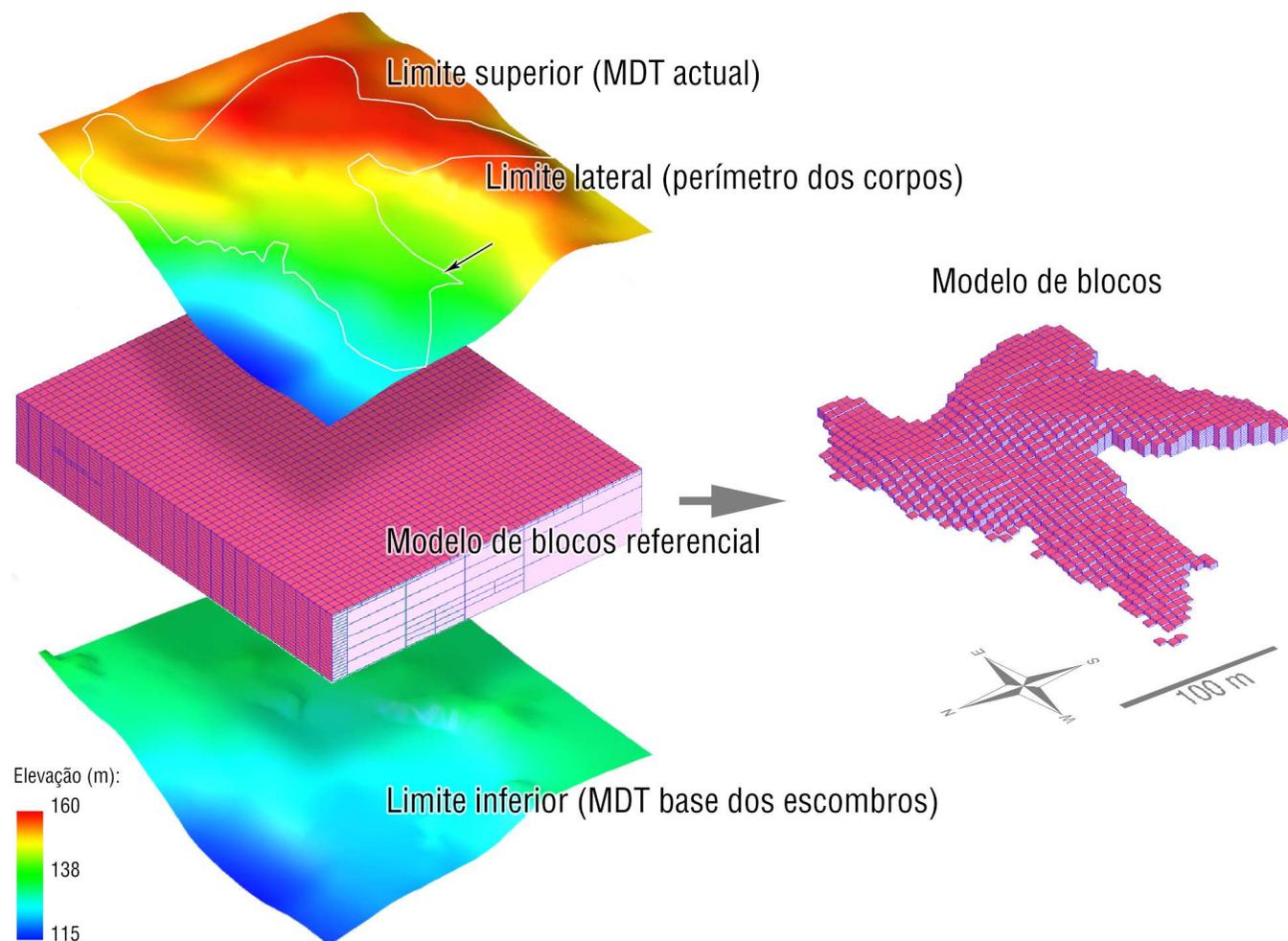
Referencial de blocos



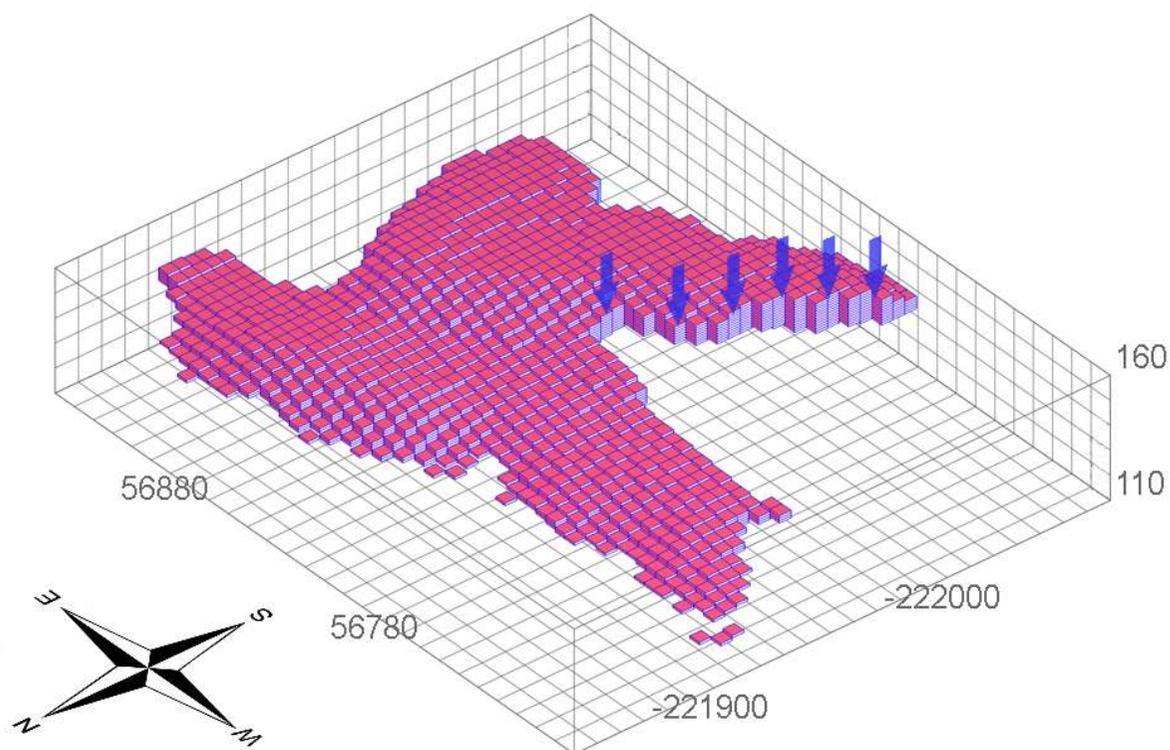
Modelos tridimensionais – modelos de blocos (Surpac):

- construção de modelos referenciais para cada volume de escombreira e aterro:
 - coordenadas máximas e mínimas de cada eixo especial (x,y,z)
- dimensão dos blocos definida em função da malha de prospecção de cada corpo de aterro/escombreira:
 - $\frac{1}{4}$ do espaçamento médio entre pontos de prospecção;

Construção dos modelos tridimensionais



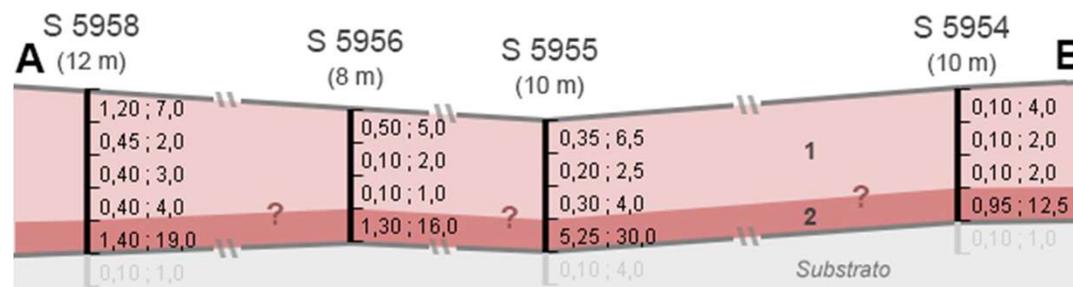
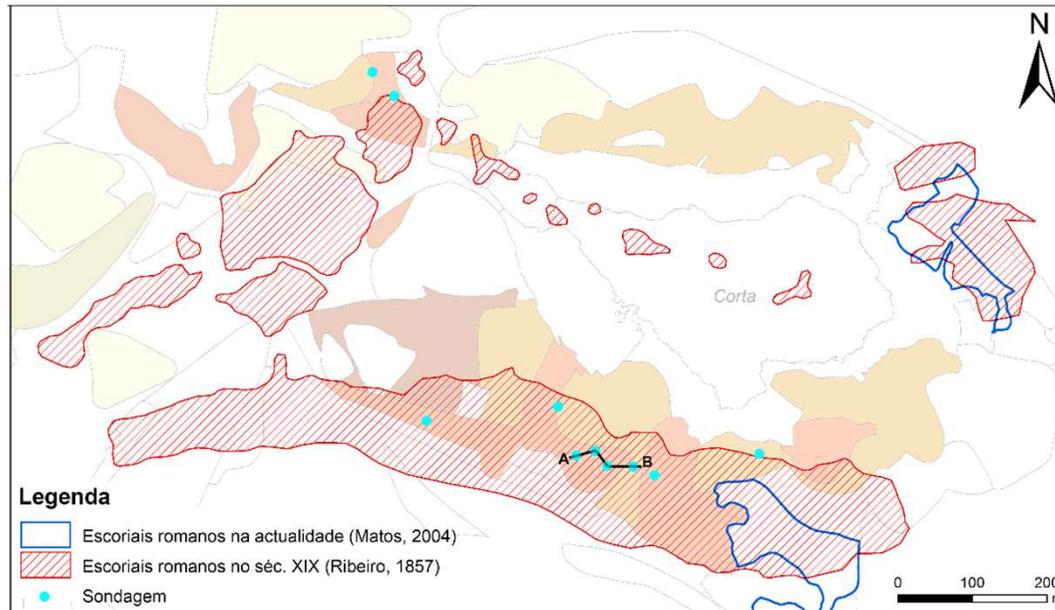
Modelos tridimensionais



Algumas incertezas:

- Definição dos limites laterais dos corpos de escombreira apenas com informação à superfície do terreno;
- desconhecimento da geometria dos contactos entre corpos contíguos;
- limites laterais entre corpos contíguos assumidos como verticais.

Modelos tridimensionais

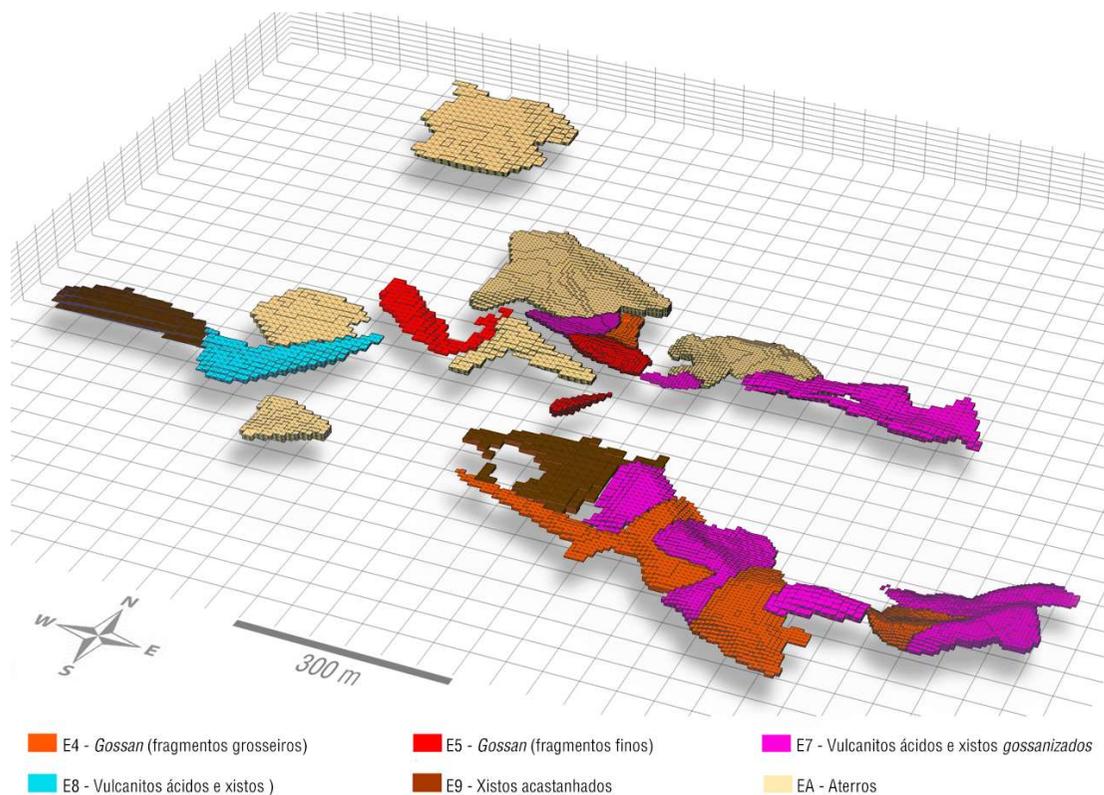


Falta de *log* geológico:

- sobreposição de diferentes classes de material no mesmo corpo de escombreira;
- existência de escórias romanas na base de alguns corpos de escombreira, com elevado teores de Au e Ag (Mateus et al., 2011);

Modelos tridimensionais - volumes

Modelos de blocos dos corpos de escombreira e aterro



23 modelos de blocos:

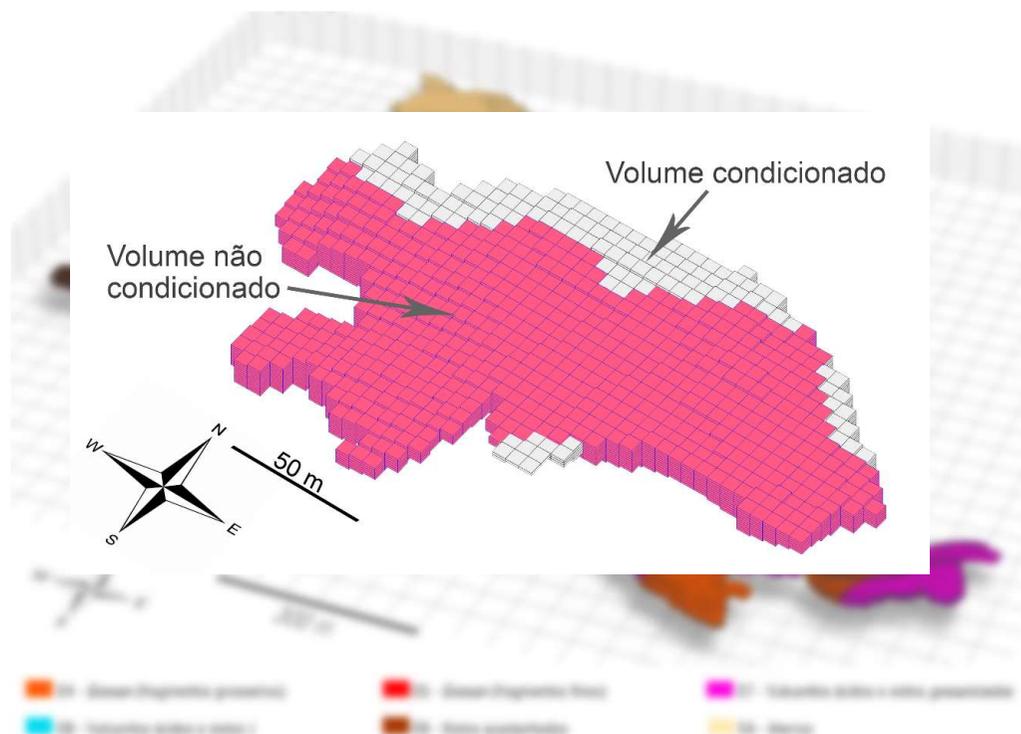
- 17 escombreiras;
- 6 aterros.

Volumes totais:

- Escombreiras: 1 517 900 m³
- Aterros: 1 097 949 m³
- Total: 2 615 849 m³

Modelos tridimensionais - volumes

Modelos de blocos dos corpos de escombreira e aterro



23 modelos de blocos:

17 escombreiras;

6 aterros.

Volumes não condicionados:

- Escombreiras: 1 400 775 m³ (-8%)
- Aterros: 751 783 m³ (-32%)
- Total: 2 152 558 m³ (-18%)

Análise exploratória dos dados

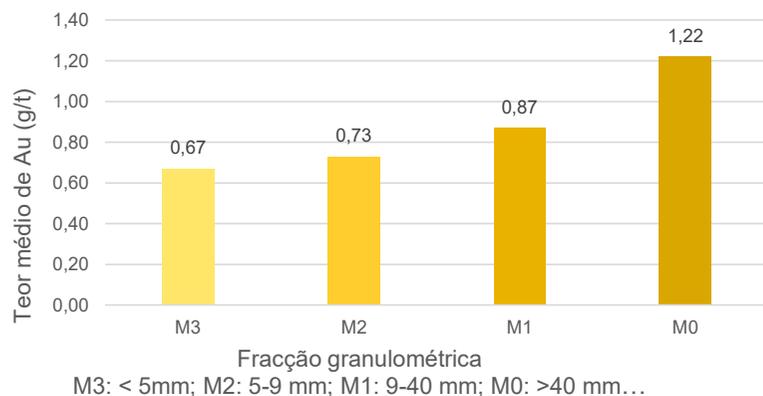
Agrupamento das amostras:

- classificação das amostras em função da localização;
- remoção de amostras fora dos modelos (abaixo do MDT inferior);
- 23 grupos amostrais:
 - 877 amostras no total

exportação da informação para base de dados (Surpac):

- análise estatística dos dados:
 - por corpo de escombreira/aterro;
 - por classe granulométrica (poços).

Análise estatística das fracções granulométricas



M3: < 5mm; M2: 5-9 mm; M1: 9-40 mm; M0: >40 mm...

Parâmetros estatísticos dos teores de ouro por fracção granulométrica.

Valores em g/t.

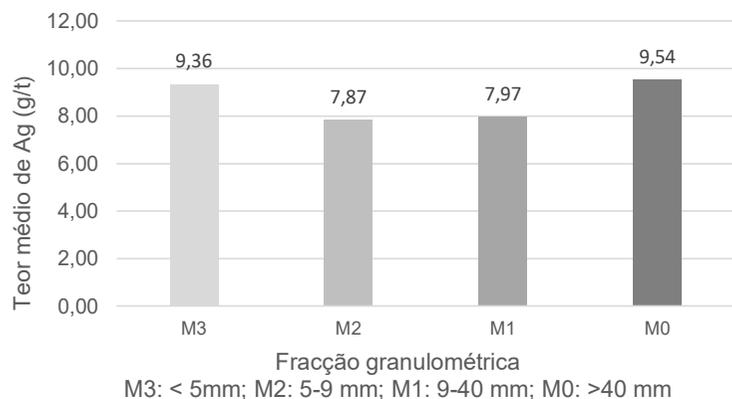
Classe	M3 (< 5 mm)	M2 (5 - 9 mm)	M1 (9 - 40 mm)	M0 (> 40 mm)
Mínimo	0,05	0,05	0,05	0,05
Máximo	2,95	3,60	4,00	15,00
Média	0,67	0,73	0,87	1,22
Mediana	0,50	0,55	0,65	0,78
Variância (g/t) ²	0,26	0,38	0,58	2,71
Desvio padrão	0,51	0,62	0,76	1,65
Coef. Variação	0,76	0,85	0,87	1,35

Caso do ouro

Verifica-se uma correlação entre os teores e a dimensão das partículas;

- teores aumentam com a dimensão das partículas:
- dispersão dos teores aumenta com dimensão das partículas.

Análise estatística das fracções granulométricas



Parâmetros estatísticos dos teores de prata por fracção granulométrica.
Valores em g/t.

Classe	M3 (< 5 mm)	M2 (5 - 9 mm)	M1 (9 - 40 mm)	M0 (> 40 mm)
Mínimo	0,16	1,00	1,00	1,00
Máximo	68,00	49,00	58,00	129,00
Média	9,39	7,87	7,97	9,54
Mediana	7,00	6,38	6,13	6,50
Desvio padrão	8,64	6,49	7,12	11,95
Variância (g/t) ²	74,58	42,18	50,80	142,97
Coef. Variação	0,92	0,82	0,89	1,25

Caso da prata:

Correlação entre teores e dimensão não muito evidente:

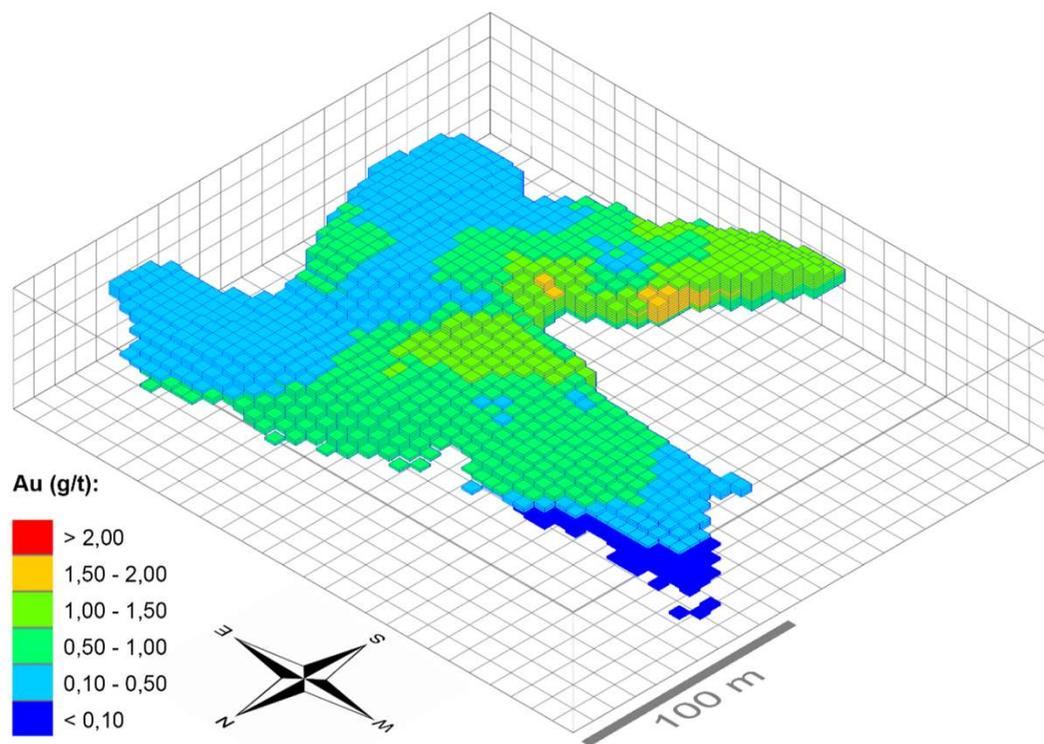
- médias e medianas próximas em todas as classes;
- menor e maior fracções com teores mais elevados;

Modificação dos dados para estimação

- Base de dados (Surpac):
 - substituição dos valores iguais ao limite de detecção (0,1 g/t Au; 1,0 g/t Ag):
 - teores nulos (0,0 g/t Au/Ag);
 - corte de valores extremos (*outliers*):
 - definição de um teor máximo de Au e Ag para cada grupo amostral;
 - $\bar{x} + 2\sigma$ (*Blackwell & Sinclair, 2004*).

Estimação dos teores em Au e Ag

Distribuição de teores de ouro num modelo de blocos



Estimação de teores com o método do inverso de uma potência das distância:

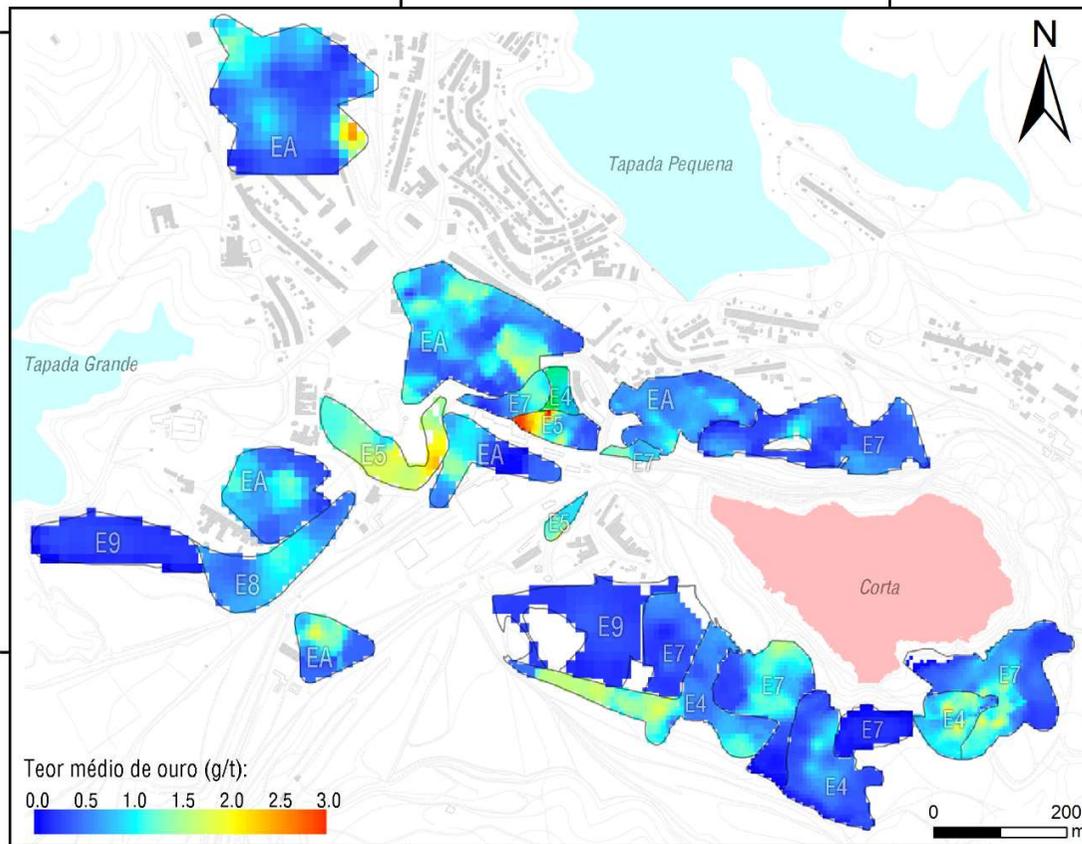
- inverso do quadrado da distância (IQD);

Distâncias de procura definidas em função do espaçamento entre amostras;

- procura horizontal:
 - distância entre amostras e blocos (pelo menos 1 amostra por estimação)
 - procura isotrópica;
- procura vertical – distância média entre amostras (2,5 m e 4,5 m).

Qualidade das estimações: comparação dos estatísticos da informação amostral vs estatística dos valores estimados;

Distribuição de teores - Ouro



E4 - Gossan (fragmentos grosseiros)

E5 - Gossan (fragmentos finos)

E7 - Vulcanitos ácidos *gossanizados*

E8 - Vulcanitos ácidos e xistos

E9 - Xistos acastanhados

EA - Aterros

Teores médios de ouro

E4 – Gossan (fragmentos grosseiros);

- 0,43 – 1,03 g/t (média = 0,73 g/t);

E5 – Gossan (fragmentos finos);

- 1,14 – 1,42 g/t (média = 1,32 g/t);
- classe mais rica;

E7 – Vulcanitos ácidos *gossanizados*;

- 0,08 – 0,97 g/t (média = 0,54 g/t);
- grande variabilidade;

E8 – Vulcanitos ácidos e xistos;

- teor médio de 0,74 g/t;

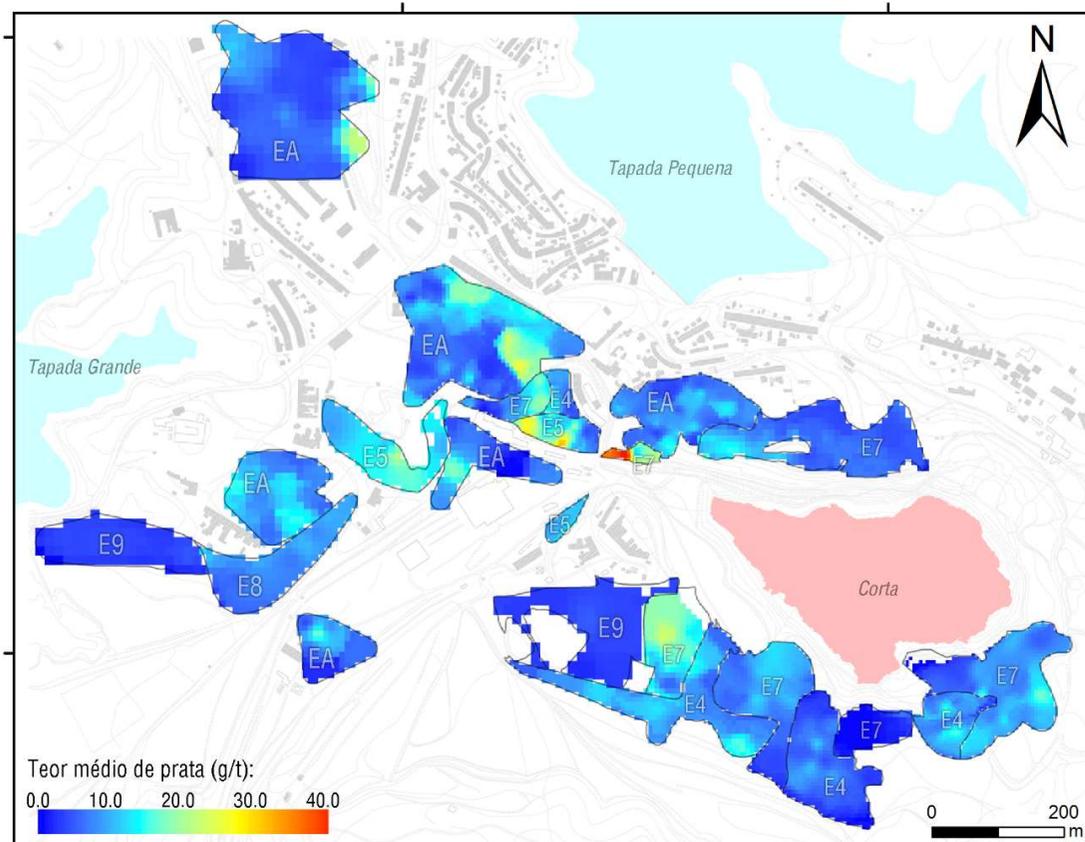
E9 – Xistos acastanhados;

- 0,19 – 0,21 g/t (média = 0,20 g/t);

EA – Aterros;

- 0,58 – 0,77 g/t média = 0,67 g/t);
- teores médios próximos.

Distribuição de teores - Prata



E4 - Gossan (fragmentos grosseiros)

E5 - Gossan (fragmentos finos)

E7 - Vulcanitos ácidos *gossanizados*

E8 - Vulcanitos ácidos e xistos

E9 - Xistos acastanhados

EA - Aterros

Teores médios de prata

E4 – Gossan (fragmentos grosseiros);

- 5,08 – 8,87 g/t (média = 7,35 g/t)

E5 – Gossan (fragmentos finos);

- 9,93 – 15,27 g/t Au (média = 12,56)

E7 – Vulcanitos ácidos *gossanizados*;

- 0,60 – 25,52 g/t (média 8,04 g/t)

E8 – Vulcanitos ácidos e xistos;

- teor médio de 7,27 g/t

E9 – Xistos acastanhados;

- 2,83 – 2,70 g/t (média = 2,75 g/t);

EA – Aterros;

- 5,47 – 9,39 g/t (média = 7,39 g/t);

Recursos nas escombreyras e aterros

Recursos totais por classe de material

	Teor médio (g/t)	Tonelagem (t)			Metal contido (g)		
		20%vz	30%vz	40%vz	20%vz	30%vz	40%vz
E4 - Gossan (fragmentos grosseiros)							
Au	0,73				537 862	468 708	402 116
Ag	7,35	737 888	643 016	551 659	5 422 578	4 725 389	4 054 023
E5 - Gossan (fragmentos finos)							
Au	1,32				386 462	336 774	288 926
Ag	12,56	282 091	245 822	210 897	3 541 746	3 086 378	2 647 876
E7 - Vulcanitos ácidos gossanizados							
Au	0,54				554 832	485 478	416 124
Ag	8,04	1 028 100	899 587	771 075	8 266 425	7 233 122	6 199 819
E8 - Vulcanitos ácidos e xistos							
Au	0,74				134 110	117 009	100 808
Ag	7,27	180 886	157 820	135 968	1 315 010	1 147 324	988 464
E9 - Xistos acastanhados							
Au	0,20				95 733	83 591	71 916
Ag	2,75	480 553	419 605	361 001	1 321 580	1 153 965	992 797
EA - Aterros							
Au	0,67				1 248 816	1 086 248	931 070
Ag	7,39	1 855 535	1 613 985	1 383 415	13 710 930	11 926 075	10 222 350

Recursos nas escombreyras e aterros

Perdas de recursos por classe de material

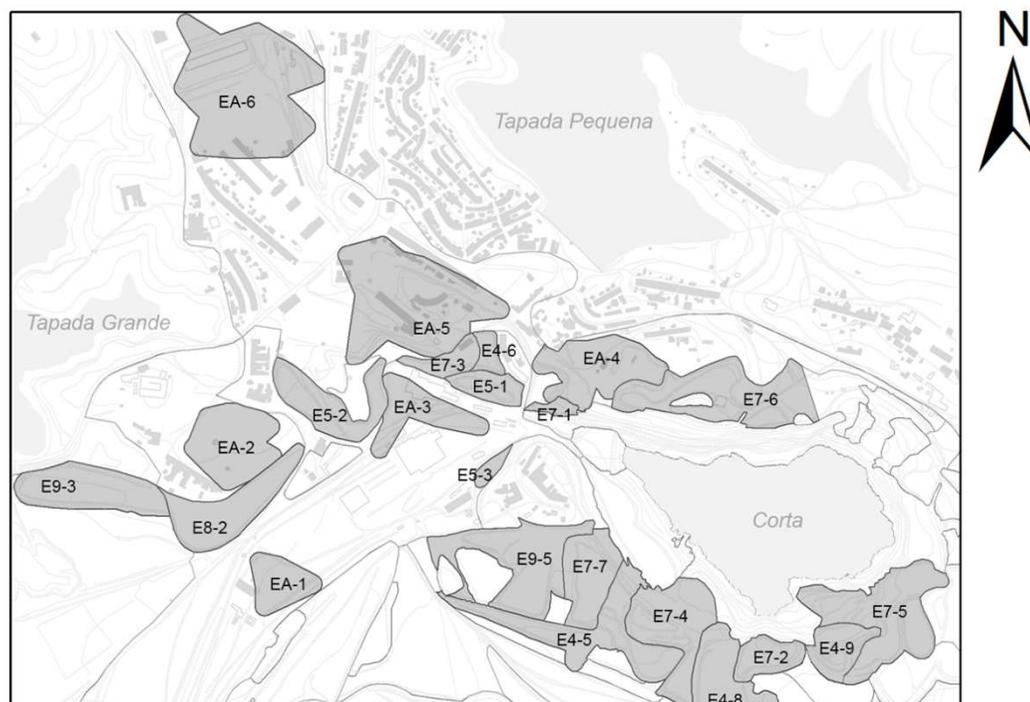
Classe	Tonelagem	Ouro contido	Prata contida
Fragmentos grosseiros de <i>gossan</i> (E4)	-1,1%	-1,1%	-1,0%
Fragmentos finos de <i>gossan</i> (E5)	-11,4%	-11,6%	-13,0%
Vulcanitos ácidos <i>gossanizados</i> (E7)	-13,7%	-10,8%	-11,0%
Vulcanitos ácidos e xistos (E8)	-3,2%	-2,5%	-3,6%
Xistos acastanhados (E9)	-0,5%	-0,5%	-0,5%
Aterros (EA)	-31,5%	-33,9%	-34,4%
Total	-17,0%	-18,2%	-18,5%

Análise final – recursos totais

caso 1 – recursos estimados na totalidade dos volumes analisados;

caso 2 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes à exploração;

caso 3 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes, tendo em conta um *teor de corte* de 0,45 g/t.



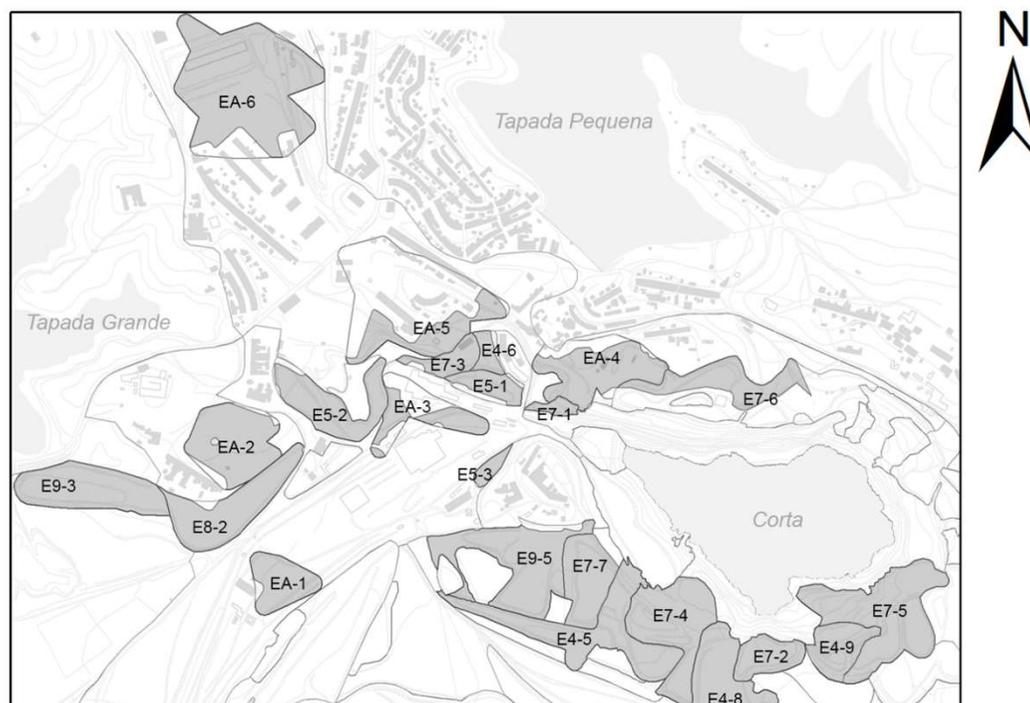
9.ª JORNADA INTERDISCIPLINAR NA MINA DE SÃO DOMINGOS
“Minas, tecnologias e educação: convergências”
25 de novembro de 2022

Análise final – recursos totais

caso 1 – recursos estimados na totalidade dos volumes analisados;

caso 2 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes à exploração;

caso 3 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes, tendo em conta um *teor de corte* de 0,45 g/t.



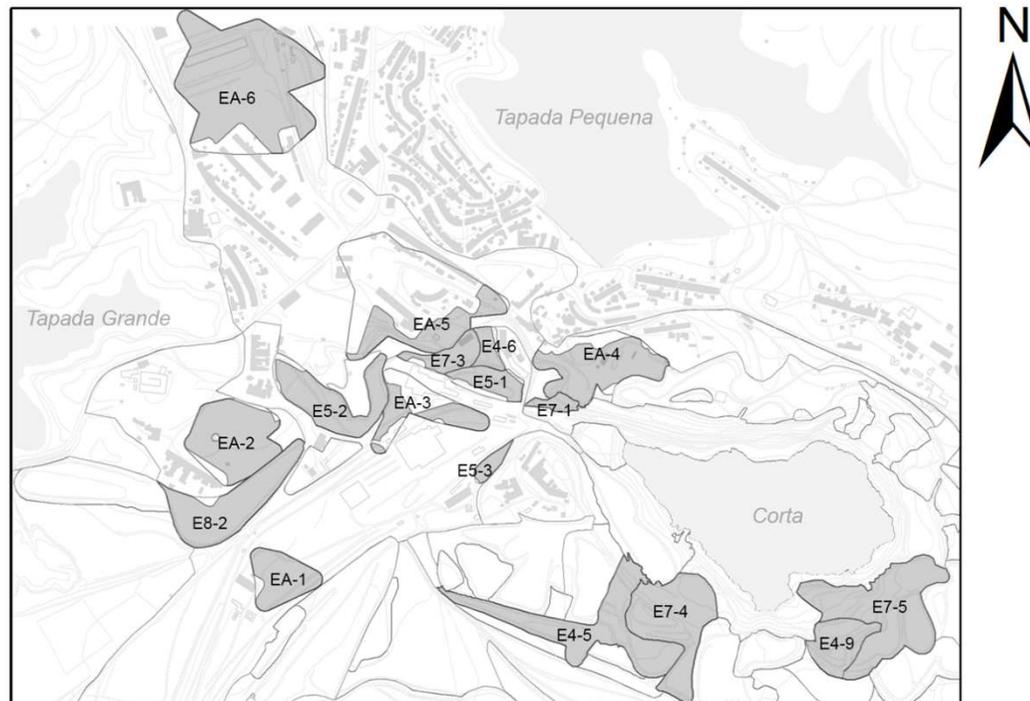
9.ª JORNADA INTERDISCIPLINAR NA MINA DE SÃO DOMINGOS
“Minas, tecnologias e educação: convergências”
25 de novembro de 2022

Análise final – recursos totais

caso 1 – recursos estimados na totalidade dos volumes analisados;

caso 2 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes à exploração;

caso 3 – recursos estimados nos volumes sem condicionantes,
tendo em conta um *teor de corte* de 0,45 g/t.



9.ª JORNADA INTERDISCIPLINAR NA MINA DE SÃO DOMINGOS
“Minas, tecnologias e educação: convergências”
25 de novembro de 2022

Análise final – recursos totais

Caso 1 – 3,9 Mt com 0,64 g/t Au e 7,30 g/t Ag

Caso 2 – 3,3 Mt com 0,63 g/t Au e 7,20 g/t Ag

Caso 3 – 2,4 Mt com 0,77 g/t Au e 8,26 g/t Ag

Análise final – recursos totais

Caso 1 – 3,9 Mt com 0,64 g/t Au e 7,30 g/t Ag

Caso 2 – 3,3 Mt com 0,63 g/t Au e 7,20 g/t Ag

Caso 3 – 2,4 Mt com 0,77 g/t Au e 8,26 g/t Ag

Análise final – recursos totais

Caso 1 – 3,9 Mt com 0,64 g/t Au e 7,30 g/t Ag

Caso 2 – 3,3 Mt com 0,63 g/t Au e 7,20 g/t Ag

Caso 3 – 2,4 Mt com 0,77 g/t Au e 8,26 g/t Ag

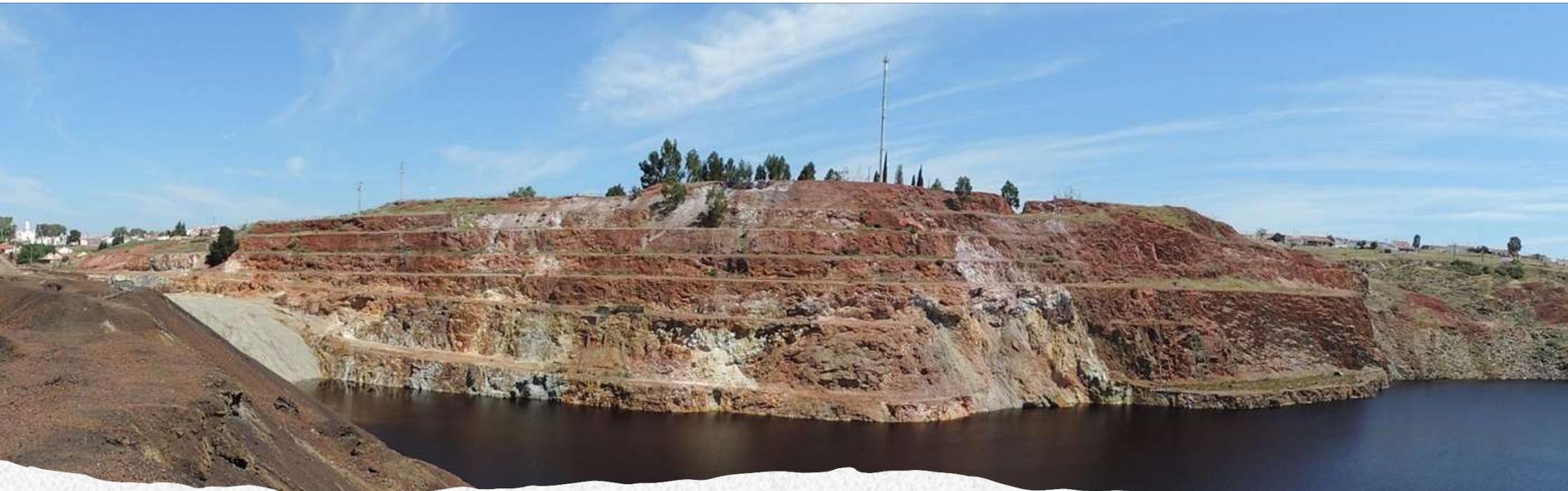
Considerações finais

- **Os resíduos depositados em escombreira e aterro têm um potencial não negligenciável:**
 - caso 3 – volumes sem condicionantes, Au > 0,5 g/t:
 - ~68 M€ em Au e Ag
 - fracções mais grosseiras com teores mais elevados:
selecção dos fragmentos mais *ricos* dos materiais com teores médios < 0,5 g/t Au (proporção relativa desconhecida);
- **Recursos poderão ser aumentados:**
 - se considerados todos os corpos compostos por resíduos avaliados (e.g., resíduos de *gossan*, áreas de aterro);
 - se contemplados mais classes de resíduos (~12% avaliados);
- **Eventual operação mineira:**
 - custos de processamento comparativamente mais reduzidos;
 - resíduos pré-processados (fragmentados);
 - mais valia económica – materiais contaminantes – recuperação ambiental da mina de São Domingos.

Considerações finais

- **Resíduos carecem de uma avaliação mais detalhada:**

- estudo das fronteiras entre corpos contíguos, definir com maior detalhe a geometria dos corpos de escombreira;
- caracterização das classes de escombros (massa volúmica dos materiais);
- aumento da base de dados:
 - amostragem que contemple a totalidade da área de resíduos;
 - alargar a amostragem a outras classes de resíduos ainda não avaliadas;
 - elaboração de um plano de pormenor que identifique todo o património que interessa proteger, definindo-se áreas de baixo valor patrimonial, diminuindo-se a área condicionada numa eventual exploração;
- Medidas de protecção:
 - definição de um estatuto legal de protecção para os resíduos da Mina São Domingos, com especial atenção aos de maior interesse económico (gossan, vulcanitos gossanizados).



Muito obrigado!

lopes@uevora.pt