
ANEXO 2.8
Estudo de Tráfego

Estudo de Impacte de Tráfego

Romano Lithium Mine □ Lusore □ ursos

Índice

1. ENQUADRAMENTO	5
2. CARACTERIZAÇÃO DO ACCESSIBILIDADE AO COMPLEXO.....	6
3. ESTACIONAMENTO	8
4. DADOS DE BASE	10
5. GRAFICO DE TRÁFEGO.....	16
6. IMPACTO DE TRÁFEGO.....	21
7. CONCLUSÕES.....	24

Índice de Figuras

Figura 1 - Localização do empreendimento em Montalegre	5
Figura 2 – Tipos de Células Habitacionais	8
Figura 3 – Braga – Chaves (percurso autoestrada)	11
Figura 4 – Braga – Chaves (percurso e. nacional).....	11
Figura 5 – Ponte de Lima – Chaves (percurso autoestrada)	11
Figura 6 – Ponte de Lima – Chaves (percurso e. nacional).....	12
Figura 7 – Arcos de Valdevez – Chaves (percurso autoestrada)	12
Figura 8 – Arcos de Valdevez – Chaves (percurso e. nacional).....	12
Figura 9 – Secções consideradas Situação Atual	13
Figura 10 – Secção 106-A	14
Figura 11 – Secção 110	14
Figura 12 – Secção 112	14
Figura 13 – Pesos das Origens/Destinos Relevantes	20
Figura 14 – Secções consideradas Cenário Futuro.....	21

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Oferta de Serviços de Transporte público coletivo	6
Tabela 2 – Características das Células Habitacionais	9
Tabela 3 – TMDA por Secção	10
Tabela 4 – Fluxos de Tráfego por cada Alternativa	18
Tabela 5 – Residentes por Tipo de Célula	19
Tabela 6 – População e Peso das Origens/Destinos	19
Tabela 7 – Síntese da Geração de Tráfego	20
Tabela 8 – Pressupostos de Cálculo de Níveis de Serviço	22
Tabela 9 – Níveis de Serviço das Secções IP	22

1. ENQUADRAMENTO

A Lusorecursos está a desenvolver um novo projeto para a exploração da Mina do “Romano” e dinamização das zonas envolventes, situadas no concelho de Montalegre, na região do Alto Barroso. O projeto da Mina do Romano abrange uma área entre a albufeira de Pisões, a freguesia de Morgade (com os lugares Morgade, Criande, Carvalhais e Rebordelo) e o entroncamento da EN103 com a M308 (Figura 1).

Além das infraestruturas ligadas à exploração mineira, o projeto prevê ainda a criação de um Complexo de Anexos Mineiros (CAM) composto por zonas residenciais, zonas florestais e de lazer, zonas comerciais, hotelaria e restauração, e zonas agro-silvo pastoril, com o objetivo de criar condições para a atração e fixação de nova população, dinamizando o território.

O presente estudo visa avaliar de uma forma macroscópica o funcionamento da rede viária que envolve a unidade a implementar, fazendo uma análise dos acessos na zona envolvente, com especial foco na procura atual e procura futura (após a entrada em funcionamento da Mina do Romano).

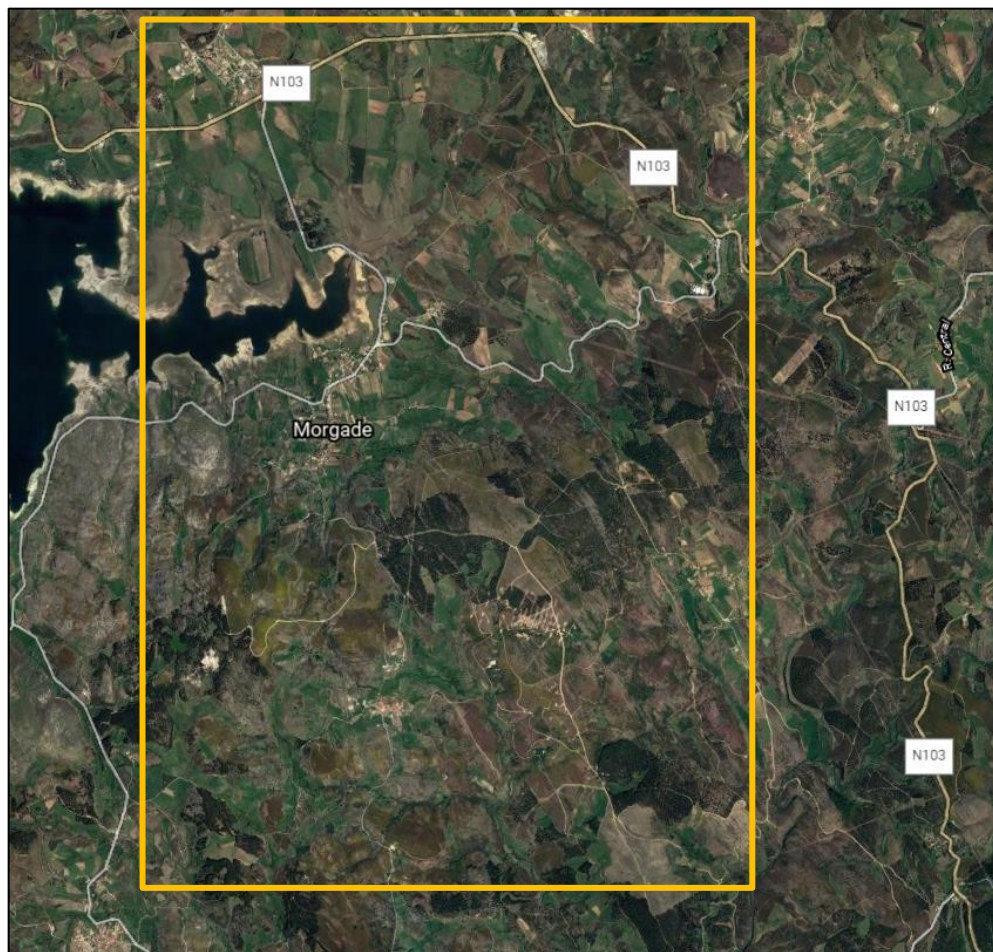


Figura 1 - Localização do empreendimento em Montalegre

2. CARACTERIZAÇÃO DE ACESSIBILIDADE AO COMPLEXO

O acesso ao complexo será efetuado principalmente a partir da estrada N103, uma vez que está prevista a construção de uma via de acesso direto, ainda em fase estudo prévio, que fará a ligação entre a estrada referida e a infraestrutura a ser desenvolvida.

Com a entrada em funcionamento deste complexo mineiro, a Lusorecursos refere no plano estratégico que existirá a hipótese de construção de uma linha ferroviária ibérica, que fará a ligação entre Ourense, Montalegre, Morgade e Braga, e que esta linha terá uma paragem na área logística projetada.

Também no interior do complexo está prevista a inclusão de um parque de estacionamento, que proporcionará apoio a várias soluções de mobilidade elétrica, assim como uma ecovia que potenciará o uso de meios de transporte mais sustentáveis nas áreas adjacentes ao empreendimento.

Em relação à oferta de transportes públicos, verifica-se que apenas existe o serviço de transporte rodoviário coletivo, sendo que parte das carreiras a operar no município poderá servir a zona do complexo em estudo (Tabela 1).

As frequências de circulação variam de acordo com a linha em questão (em geral, as frequências são reduzidas) e com a circulação dentro ou fora do período de aulas escolares.

Tabela 1 – Oferta de Serviços de Transporte público coletivo

Carreira	Origem	Destino
10	Venda Nova	Cambezes
11	Parada	Montalegre
12	Tourém	Montalegre
13	Lamas	Montalegre
14	Viade de Cima	Montalegre
15	Vilarinho de Negrões	Montalegre
16	Fontão	Montalegre
17	Cepeda	Montalegre

Carreira	Origem	Destino
18	Rebordelo	Montalegre
20	Cervos	Barracão
21	Cela	Paradela
22	Pitões das Júnias	Montalegre
25	Morgade	Carvalhais

No que respeita aos volumes de tráfego rodoviário afetos ao funcionamento do complexo mineiro, a Lusorecursos apresenta duas alternativas (Alternativa A e Alternativa B). Além de eventuais diferenças na localização de unidades do complexo mineiro, as duas alternativas apresentam ainda distintos pontos de acesso exterior para veículos ligeiros e diferentes volumes de tráfego.

Dado que os volumes previstos para a Alternativa B são mais elevados, foram considerados os valores desta alternativa para a geração de tráfego, uma vez que se trata da situação mais desfavorável. Estes cálculos serão apresentados com maior detalhe no Capítulo 5.

3. ESTACIONAMENTO

No que diz respeito às necessidades de estacionamento, esta avaliação é realizada tendo por base a informação constante no Plano Diretor Municipal de Montalegre. Em particular, consideraram-se os parâmetros relativos ao estacionamento privativo, os quais permitem estimar o número mínimo de lugares de estacionamento em função das respetivas utilizações.

Nesta fase do projeto ainda só existe informação disponível relativamente ao número de fogos que se prevê vir a existir na zona habitacional do projeto da Mina do Romano. Desta forma, apenas foram estimadas as necessidades de estacionamento para esta zona, sendo que a definição mais detalhada (e o cálculo das respetivas necessidades) das restantes áreas previstas no Plano Estratégico da Lusorecursos será efetuada numa fase posterior do projeto, em consonância com a visão estratégica do município de Montalegre para o seu território.

De acordo com o Plano Estratégico, com o objetivo de fixar nova população no território prevê-se a construção de uma zona habitacional, que será composta por conjuntos de células de três tipos (Figura 2):

- Célula A (habitações unifamiliares) – 10 lotes com capacidade para 280 pessoas;
- Célula B (habitações uni e multifamiliares) – 20 lotes com capacidade para 560 pessoas;
- Célula C (habitações multifamiliares) – 32 lotes com capacidade para 256 pessoas.

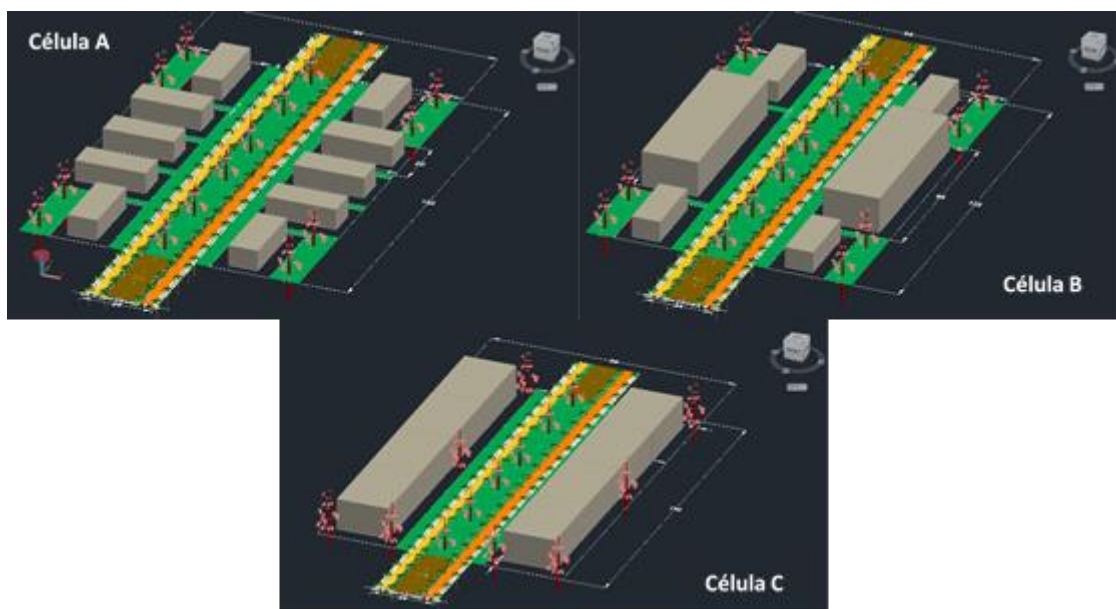


Figura 2 – Tipos de Células Habitacionais

Está prevista a construção de 7 células do tipo A, 7 do tipo B e 2 células do tipo C.

Como referido no Plano Estratégico da Lusorecursos, foi assumido que o agregado familiar será composto por 4 pessoas. Como tal foi considerado que cada fogo terá uma tipologia até T3. O cálculo do número total de fogos e das necessidades de estacionamento encontram-se sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características das Células Habitacionais

Célula	Nº Células	Nº Lotes	Nº Fogos	Nº Lugares Estacionamento
A	7	10	70	70
B	7	20	140	140
C	2	32	64	64
			Total	274

4. DADOS DE BASE

A análise dos dados de base tem como objetivo a caracterização dos volumes de tráfego da zona em estudo e da sua influência no desempenho da rede viária. Os volumes de tráfego são obtidos através de contagens efetuadas em secções representativas da rede.

Para o presente estudo foram considerados como dados de base para caracterização da situação atual valores de Tráfego Médio Diário Anual (TMDA), referentes a postos de contagem da Infraestruturas de Portugal situados em vias inseridas na área em estudo – EN103 e EN103-9.

As secções em estudo foram:

- Posto 106-A na EN103-9/km 3,0;
- Posto 110-O na EN103/km 142,5;
- Posto 112-O, na EN103.

Os dados disponíveis são apresentados na Tabela 3 e datam de 2005. Estes foram considerados representativos pois foi assumido que o potencial efeito do crescimento natural de tráfego na EN103 desde então, poderá ter sido minimizado pela transferência de tráfego verificada entre esta via e a autoestrada A7, ambas com desenvolvimento Este-Oeste, cujas datas de entrada em operação ocorreram em 2004 (troço Fafe-Cabeceiras de Basto), 2005 (Cabeceiras de Basto-Vila Pouca de Aguiar) e 2007 (ligação à A24).

O pressuposto acima mencionado foi validado simulando algumas viagens entre pares O/D da região em estudo (p.e. Braga-Chaves, Ponte de Lima-Chaves, Chaves-Arcos de Valdevez) em softwares GPS que tendencialmente sugerem o percurso pela A7, com ganhos consideráveis nos tempos de viagem (Figura 3 a Figura 8).

Tabela 3 – TMDA por Secção

Secção	TMDA			
	Dia Útil		Anual	
	Pesados	Total	Pesados	Total
106-A	228	2503	185	2476
110	181	1577	146	1531
112	208	1949	168	1900

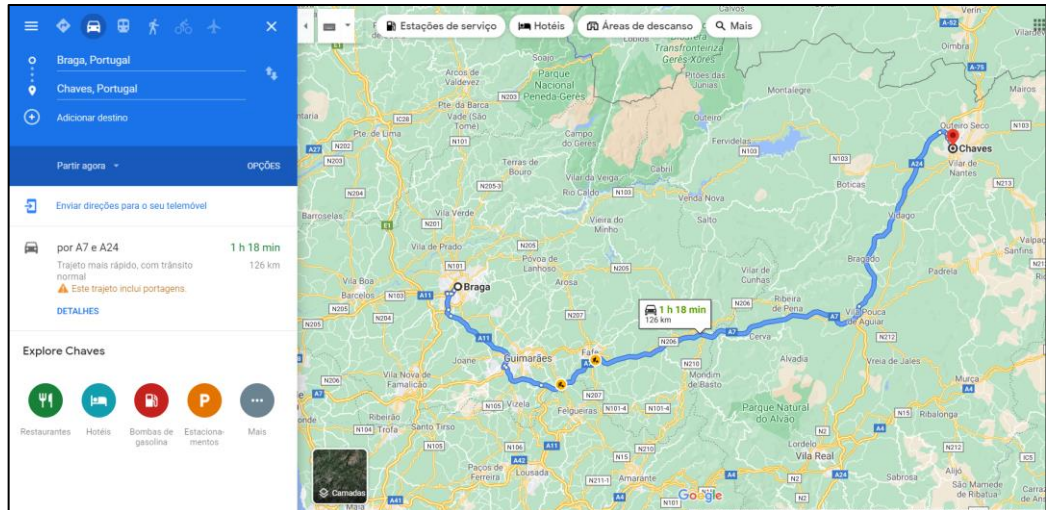


Figura 3 – Braga – Chaves (percurso autoestrada)

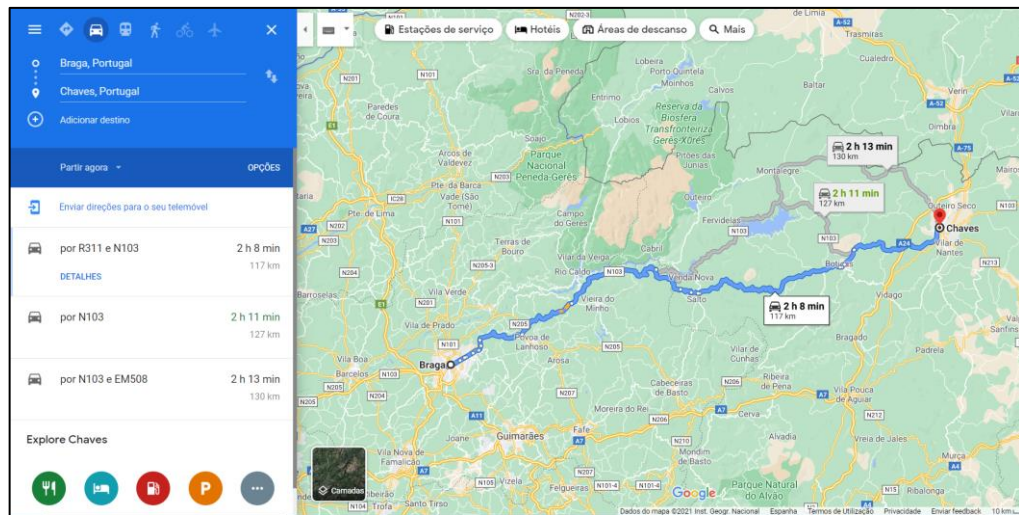


Figura 4 – Braga – Chaves (percurso e. nacional)

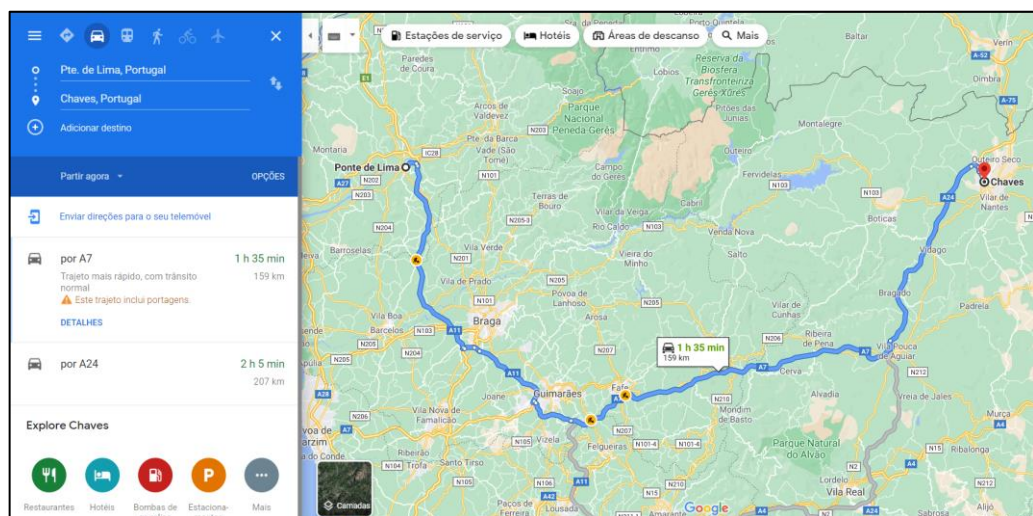


Figura 5 – Ponte de Lima – Chaves (percurso autoestrada)

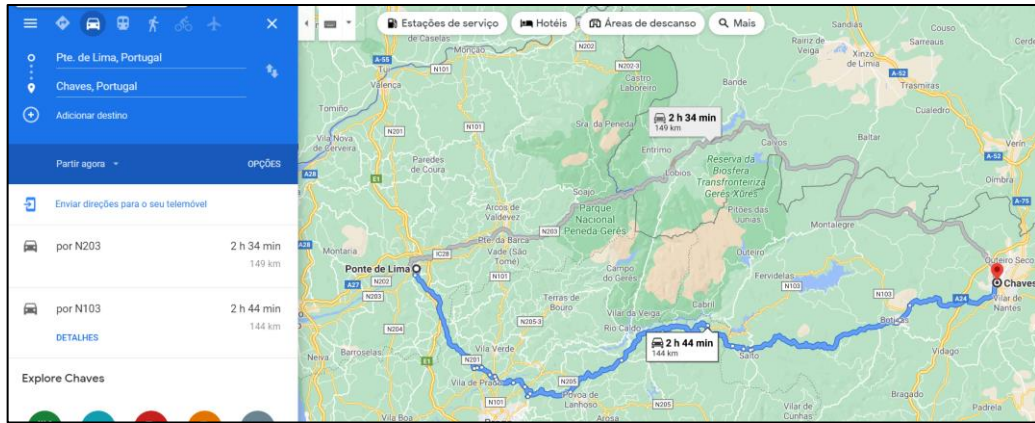


Figura 6 – Ponte de Lima – Chaves (percurso e. nacional)

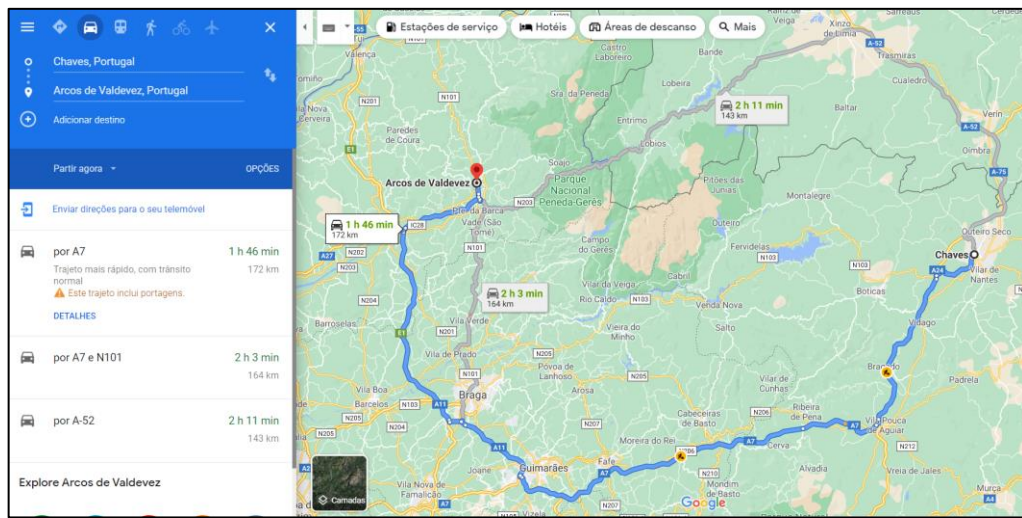


Figura 7 – Arcos de Valdevez – Chaves (percurso autoestrada)

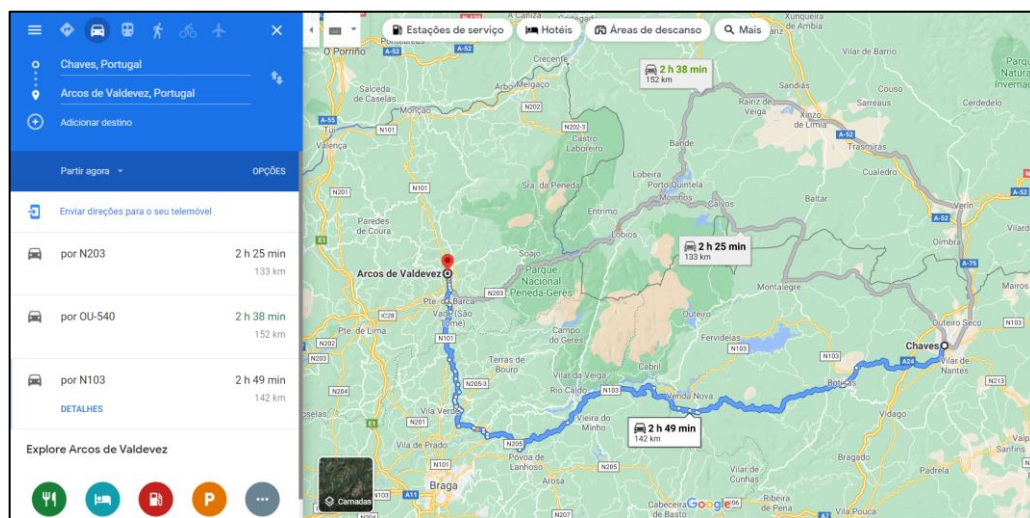


Figura 8 – Arcos de Valdevez – Chaves (percurso e. nacional)

As análises efetuadas incidiram em Dia Útil, tendo sido utilizados os valores de TMDA para Dia Útil nos referidos postos. O mesmo se considerou no Capítulo 5 “Geração de Tráfego”.

De modo a obter estimativas de tráfego horárias para desenvolver as análises de capacidade em secção nas vias em estudo, foi posteriormente aplicado aos TMDA utilizados um fator peso da hora de ponta no total diário de 10%. Tipicamente, em meio urbano verificam-se pesos de hora de ponta a rondar os 8,5%, tendo sido neste caso assumido um valor superior por se tratar de meio rural, onde um acréscimo numa hora mais movimentada assume maior impacte.

Desta forma, obteve-se para as várias secções em estudo os valores de tráfego horário apresentados na Figura 9, para os dois sentidos de circulação, podendo destacar-se que:

- No cômputo geral as secções estudadas apresentam volumes de tráfego reduzidos, a rondar os 150 a 250 veic/h, o que indica condições de circulação desafogadas;
- O posto de contagem na EN103-9 (106-A) apresentou os volumes de tráfego mais elevados, o que pode ser explicado pelo papel desta via, que estabelece ligações a partir de Montalegre para Norte, estendendo-se até à fronteira com Espanha;
- Os postos de contagem 110-O e 112-O situam-se na EN103, estando inseridos no trajeto que se prevê que os veículos pesados associados à exploração da mina do Romano venham a efetuar no acesso à A24, para os quais se obtiveram volumes de tráfego de 157,7 veic/h e 194,9 veic/h e percentagens de veículos pesados de 11,5% e 10,7%, respetivamente.

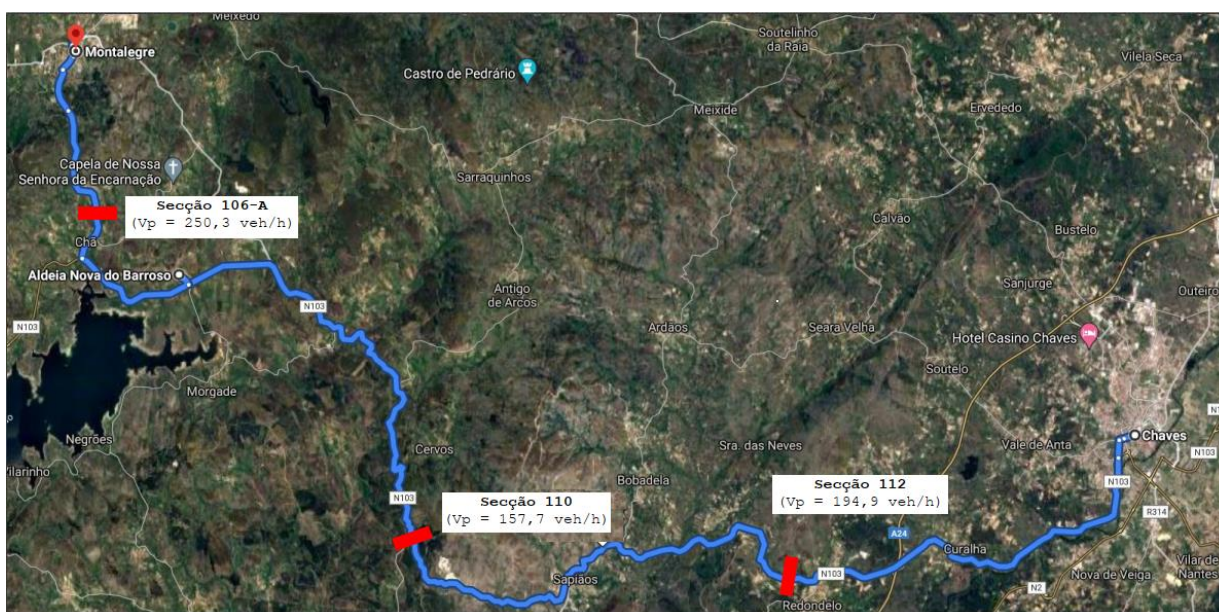


Figura 9 – Secções consideradas | Situação Atual

A secção de cada um dos pontos de contagem considerados pode ser observada nas figuras abaixo:



Figura 10 – Secção 106-A



Figura 11 – Secção 110



Figura 12 – Secção 112

Aos fluxos apresentados neste capítulo, e representativos da situação atual foram somados os resultantes da geração de tráfego (Capítulo 5) de modo a obter o cenário futuro, em que se assumiu o funcionamento em pleno da exploração mineira e a ocupação total das zonas habitacionais previstas no projeto da Mina do Romano.

5. GERAÇÃO DO TRÁFEGO

A análise de impacto de tráfego de um empreendimento é realizada para os períodos de maior solicitação da rede viária impactada, para os quais contribui o tráfego de passagem e ao qual acresce aquele que é gerado pelo funcionamento do empreendimento em análise.

Assim, a geração de tráfego calculada inclui 3 grupos de viagens:

- Veículos pesados associados à atividade da Mina;
- Veículos ligeiros associados a funcionários da Mina;
- Veículos ligeiros de residentes nas zonas habitacionais previstas.

Adicionalmente, dado que o propósito deste estudo consiste na análise do impacto que a entrada em funcionamento deste conjunto terá no desempenho da rede viária na sua situação mais gravosa, foram consideradas as Horas de Ponta de Dia Útil. Estes períodos concentram os picos de solicitação da rede viária, de modo genérico, e também os do futuro funcionamento da extração mineira e zonas habitacionais previstas.

A metodologia utilizada para a determinação da geração de tráfego do complexo Mina do Romano teve como base duas fontes de informação:

- Previsões de movimentação de veículos ligeiros e pesados disponibilizadas pela Lusorecursos, para as viagens associadas à atividade da Mina (Tabela 4);
- A metodologia e índices de geração de viagens preconizados na bibliografia internacional recomendada, o manual *Trip Generation*, do *Institute of Transportation Engineers*.

Para efeitos da geração de tráfego associado ao CAM foram utilizados os valores do período diurno apresentados na Tabela 4, pois são os que compreendem as horas de ponta.

Assim, relativamente ao tráfego de veículos pesados a circular entre o CAM e a EN103, foi considerado que os 100 veículos diários indicados pela Lusorecursos efetuam, durante o período diurno, uma chegada para carregar o concentrado de lítio e uma saída já carregados, o que corresponde a 200 viagens diárias.

Adicionalmente, e por informação da Lusorecursos, estas viagens foram distribuídas uniformemente pelas 13 horas do período diurno (7h às 20h), dado que se prevê um fluxo contínuo, constante e sem picos ao longo do dia, tendo resultado o valor de 16 veic/h utilizado para efeitos de análise de capacidade.

No que toca à afetação destas viagens à rede viária, foi assumido que a totalidade destes fluxos utilizam a autoestrada A24.

O tráfego de veículos ligeiros associados ao funcionamento da Mina corresponde, para o cenário mais penalizador disponibilizado pela Lusorecursos, a 275 veic/dia a circular entre o CAM e a EM525 (Tabela 4).

Contudo, deste conjunto de viagens, e em consonância com as informações contidas no Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável (Volume XII do EIA), foi considerado que 10% correspondem a funcionários residentes em Montalegre.

Adicionalmente, também estes veículos efetuam durante o período diurno 2 viagens – entrada ao serviço de manhã e saída à tarde – tendo-se obtido 55 viagens diárias.

Para efeitos de análises de capacidade foram tomadas as seguintes opções metodológicas:

- As 55 viagens diárias acima referidas seguem o mesmo padrão de distribuição horária de movimentos que o restante tráfego da rede, tendo-se aplicado o fator hora de ponta 10% (Capítulo 4 “Dados de Base”), resultando num fluxo de 6 veic/h;
- As restantes viagens que acedem ao CAM pela EM525 e EM519 não foram incluídas nas análises, por não ter sido possível aceder a dados de tráfego da situação atual nestas vias. Ainda assim, é expectável que estas vias de carácter municipal registem volumes de tráfego ainda mais reduzidos que os obtidos para as Estradas Nacionais em estudo (ver Capítulo 4 “Dados de Base”) e que, por esse motivo, apresentem capacidade para acomodar os novos tráfegos gerados pela exploração.

Tabela 4 – Fluxos de Tráfego por cada Alternativa

Atividade	Tráfego médio diário (veículos/dia)		
	Período diurno (7h-20h)	Período Entardecer (20h – 23h)	Período noturno (23h – 7h)
Alternativa A do CAM			
Tráfego de pesados entre a alternativa A do CAM e a EN103	100	-	-
Tráfego de ligeiros entre a alternativa A do CAM e a EM519	250	50	-
Tráfego de pesados nas vias interiores da mina	100-130	20-30	-
Alternativa B do CAM			
Tráfego de pesados entre a alternativa B do CAM e a EN103	100	-	-
Tráfego de ligeiros entre a alternativa B do CAM e a EM525	275	25	-
Tráfego de pesados nas vias interiores da mina	100-130	20-30	-

Por fim, a metodologia utilizada para determinação da geração de tráfego das zonas habitacionais foi a preconizada pelo manual *Trip Generation*, considerando como elementos de base o número de residentes previsto (Tabela 5) e os usos “*Single Family Homes*” (código 210, taxa média de 2,55 viagens/dia.pessoa) e “*Apartment*” (código 220, taxa média de 3,31 viagens/dia.pessoa). Neste contexto, foi assumido que 50% dos futuros residentes das zonas habitacionais também trabalharão na zona em questão, não contribuindo para o acréscimo de tráfego nas secções estudadas, ou seja, efetuarão apenas viagens internas.

Tabela 5 – Residentes por Tipo de Célula

Tipo célula	Nº células	Nº lotes	Tipologia	Nº pessoas
A	7	10	Uni	280
B	7	4	Uni	112
B	7	16	Multi	448
C	2	32	Multi	256
			Total	1096

Assim, a geração de tráfego estimada para as zonas habitacionais resultou em 1665 viagens diárias, para as quais também se assumiu que seguem a mesma distribuição que o tráfego da rede, com peso 10% da hora de ponta no total diário.

A afetação do tráfego associado a este grupo de viagens foi efetuada com base numa análise geográfica da zona em estudo e do potencial de atração que alguns pares origem/destino na área de proximidade da Mina possam ter para os futuros residentes daquelas áreas habitacionais. Assim, e para uma área de influência de proximidade de cerca de 40-50km, foram identificadas as origens/destinos mais relevantes e aplicados pesos relativos, de acordo com o apresentado na Figura 13. Os pesos relativos foram obtidos através de ponderação pelas populações residentes em cada um destes municípios (Tabela 6).

Tabela 6 – População e Peso das Origens/Destinos

Origem/Destino	População (hab)	Peso
Montalegre	10537	18%
Chaves	41243	72%
Boticas	5750	10%

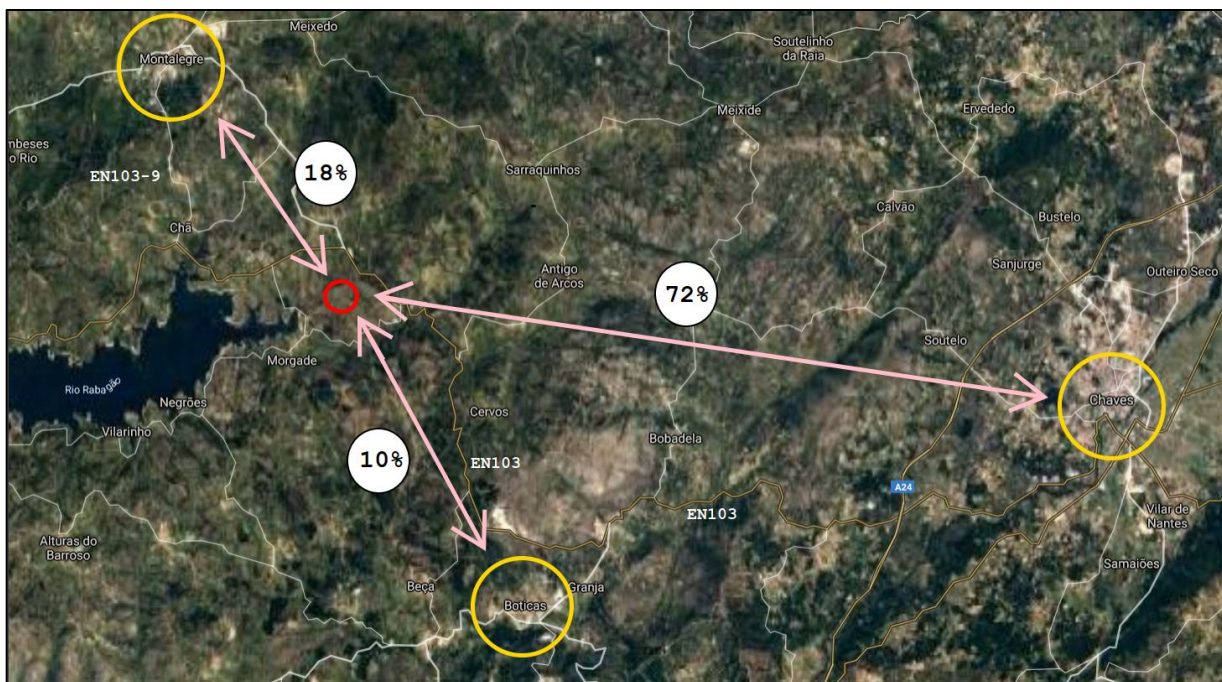


Figura 13 – Pesos das Origens/Destinos Relevantes

Na Tabela 7 apresenta-se a síntese da geração de tráfego resultante do exercício descrito, nomeadamente o tipo de viagens, as secções IP por onde passam e os fluxos estimados.

Tabela 7 – Síntese da Geração de Tráfego

Tipo de Viagens	O/D	Secção IP			Tráfego (veic/h)
		106-A	110	112	
Ligeiros Habitação	Montalegre	X			31
Ligeiros Habitação	Chaves		X	X	120
Ligeiros Habitação	Boticas		X		16
Pesados Mina	A24		X	X	16
Ligeiros Mina	Montalegre	X			6

Os fluxos apresentados foram posteriormente adicionados aos dados de base, tendo esta acumulação de tráfegos constituído a base para a análise do desempenho das secções na situação futura – CAM em pleno funcionamento e zonas habitacionais totalmente ocupadas.

6. IMPACTE DO TRÁFEGO

A análise de impacto de tráfego do Complexo da Mina do Romano teve por base a comparação do funcionamento de algumas secções da rede viária envolvente, concretamente as situadas nos postos 106-A, 110 e 112 da IP, antes e após a abertura e pleno funcionamento do CAM e zonas habitacionais previstas, para os períodos críticos de desempenho da rede viária: horas de ponta de Dia Útil.

Como anteriormente referido, foram construídos os seguintes cenários:

- Situação Atual;
- Cenário Futuro – CAM em funcionamento e zonas habitacionais ocupadas.

Para análise da situação atual foram utilizados os fluxos apresentados no capítulo anterior e Figura 9.

Os fluxos de tráfego associados ao cenário futuro foram calculados adicionando os fluxos da estimativa da geração de tráfego – apresentados na Figura 14 – aos da situação atual.

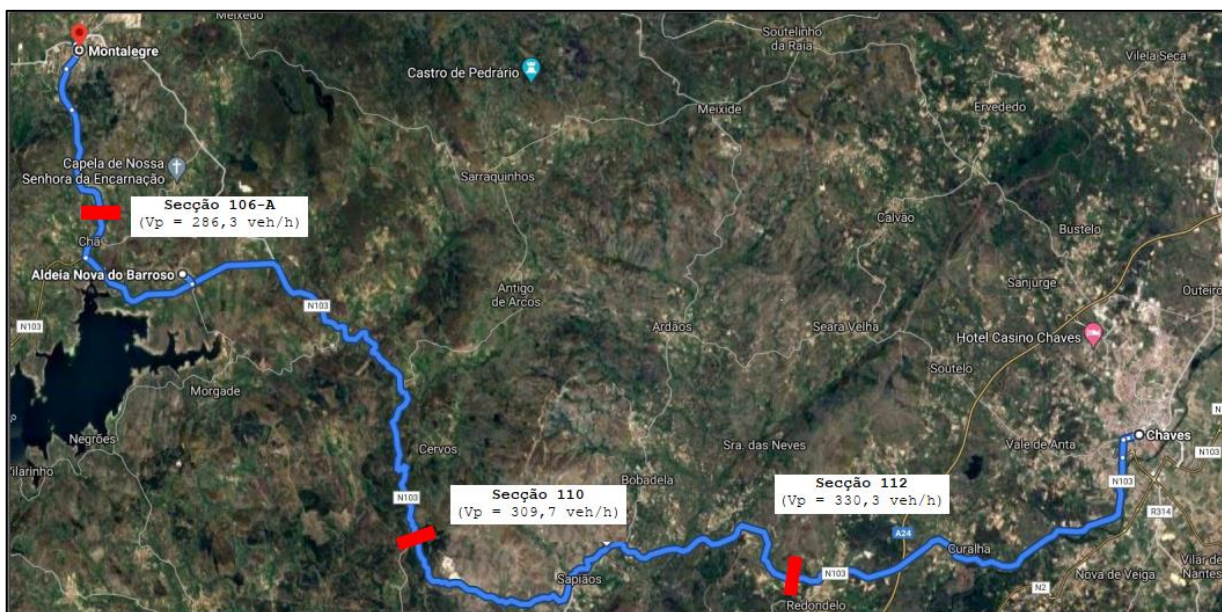


Figura 14 – Secções consideradas | Cenário Futuro

Para o cálculo dos níveis de serviço foi utilizada a metodologia contemplada no *Highway Capacity Manual* (HCM) para uma via de duas faixas de rodagem (*two lane highway*).

Foi assumido que os viajantes dariam importância à velocidade média de circulação (ATS), assim como a uma reduzida percentagem de tempo passado a seguir outros veículos (PTSF). Como tal foi assumido que as vias em questão se tratam de vias de Classe I.

Através da consideração de fatores como a informação geométrica da via, volume de procura e velocidade máxima permitida, esta metodologia permite a determinação da velocidade média de viagem e da percentagem de tempo passada a seguir outros veículos. Após a obtenção dos dois parâmetros referidos é possível determinar os níveis de serviço.

Foram tidos em conta os seguintes pressupostos de cálculo do nível de serviço para cada uma das secções de via em análise:

Tabela 8 – Pressupostos de Cálculo de Níveis de Serviço

Secção	Largura Via (m)	Largura Berma (m)	Velocidade de Circulação (km/h)	Zonas sem ultrapassagem (%)	Pontos acesso/km
106-A	≥ 3 < 3,3	≥ 0,6 < 1,2	90	60	6
110	≥ 3,3 < 3,6	≥ 0,6 < 1,2	90	60	0
112	≥ 3,3 < 3,6	≥ 0,6 < 1,2	90	60	0

Neste contexto, importa também referir que as análises de capacidade foram efetuadas, para ambos os cenários temporais, assumindo os *layouts* e características geométricas atuais das vias, pelo que quaisquer alterações/beneficiações que venham a ser efetuadas terão influência nos resultados.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados apurados para ambos os cenários, desagregados em termos de:

- Nível de serviço (escala de A a F);
- Velocidade média de viagem (ATS);
- Percentagem de tempo passado a seguir outros veículos (PTSF).

Tabela 9 – Níveis de Serviço das Secções IP

Secção IP	Situação Atual			Cenário Futuro		
	ATS (km/h)	PTSF (%)	LOS	ATS (km/h)	PTSF (%)	LOS
106-A	82,2	41,8	B	81,5	44,0	B
110	84,1	35,6	B	81,0	45,3	B
112	83,6	38,4	B	80,5	46,5	B

De acordo com as análises efetuadas, as vias em estudo não deverão alterar de forma significativa o seu desempenho com a entrada em funcionamento do complexo, não se prevendo dificuldades de circulação em nenhuma das secções.

Efetivamente, os volumes de tráfego obtidos são reduzidos, mesmo considerando os acréscimos do cenário futuro, não se prevendo mais do que degradações residuais das condições de circulação – reduções de velocidade média de viagem de 3 km/h no pior caso (secções 110 e 112). Relativamente ao indicador de desempenho percentagem de tempo passado a seguir outros veículos, prevê-se no pior cenário um aumento de aproximadamente 10% (secção 110), mantendo-se, contudo, o nível de serviço B.

7. CONCLUSÕES

O presente documento teve como objetivo efetuar uma avaliação macroscópica do funcionamento da rede viária que envolve a unidade a implementar, analisando os acessos na zona envolvente, fazendo a comparação entre a situação atual e o cenário futuro (após a entrada em funcionamento da Mina do Romano).

Em relação aos volumes de tráfego a considerar num cenário futuro, a Lusorecursos apresentou previsões de tráfego para duas alternativas (Alternativa A e Alternativa B), que diferem no número de veículos ligeiros considerados a circular no período diurno.

Dado que os volumes previstos para a Alternativa B são mais elevados, foram considerados os valores desta alternativa para a geração de tráfego, uma vez que se trata da situação mais desfavorável. Estes volumes de veículos ligeiros correspondem a um de três grupos considerados no cálculo da geração de tráfego, juntamente com volume de pesados da mina e veículos ligeiros das zonas habitacionais previstas no projeto da Mina do Romano.

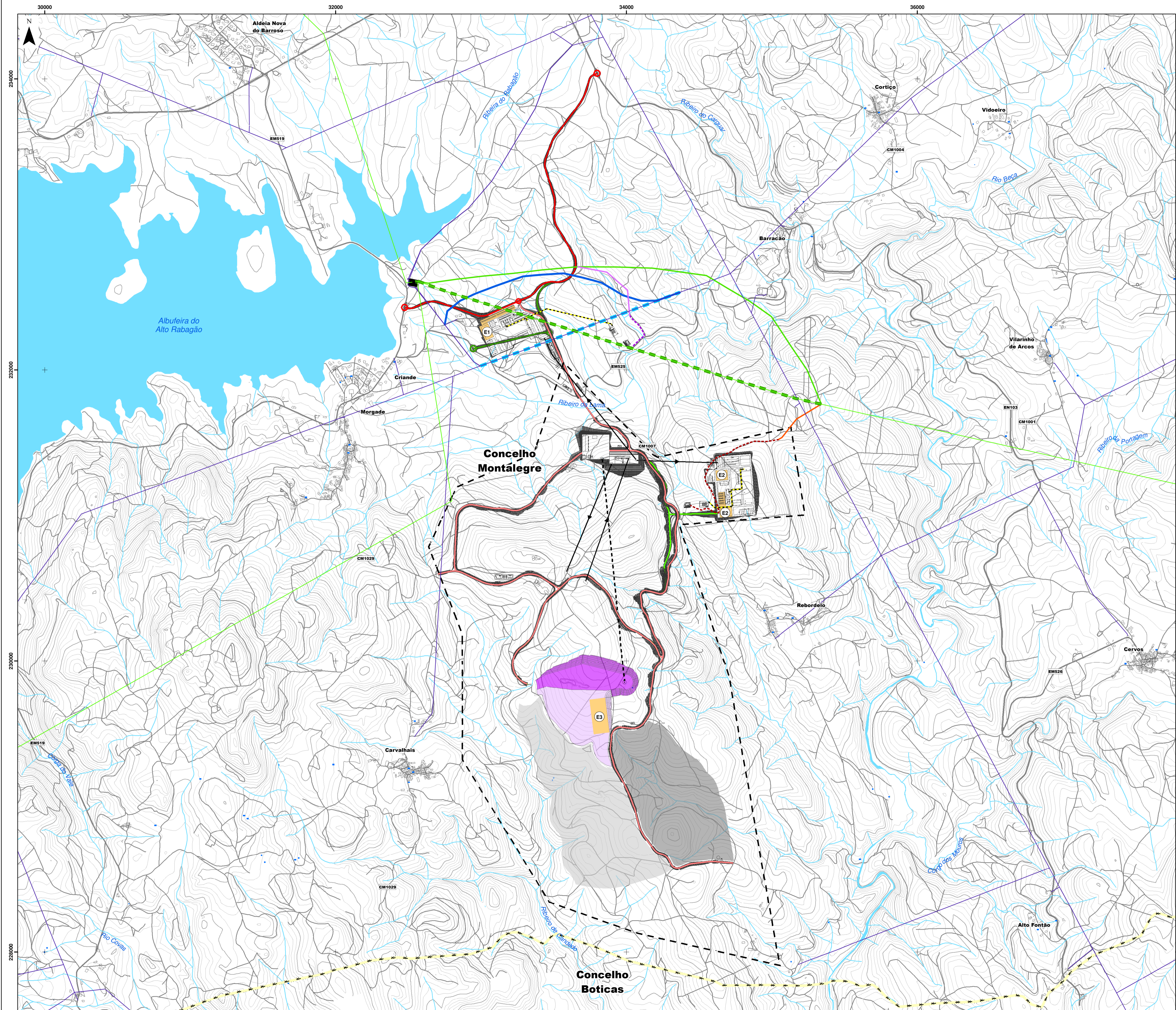
Como dados de base para a caracterização da situação atual foram considerados valores de Tráfego Médio Diário Anual (TMDA 2005) referentes a postos de contagem da Infraestruturas de Portugal (secções 106-A, 110-O e 112-O), situados em vias inseridas na área em estudo – EN103 e EN103-9. Para esta situação verificou-se que as secções estudadas apresentam volumes de tráfego reduzidos, a rondar os 150 a 250 veic/h, o que indica condições de circulação desafogadas.

Os fluxos de tráfego associados ao cenário futuro foram calculados adicionando os fluxos da estimativa da geração de tráfego aos da situação atual, tendo resultado volumes de tráfego de aproximadamente 290 veic/h na secção 106-A, 310 veic/h na secção 110 e 330 veic/h na secção 112. De acordo com os pressupostos assumidos, pela análise do cenário futuro destacam-se os seguintes pontos:

- prevê-se que a secção 106-A, que na situação atual representa a secção com volumes de tráfego mais elevados, seja aquela menos impactada pela geração de tráfego futura do projeto;
- as secções 110 e 112, atualmente com menores volumes de tráfego, são aquelas onde se verifica um maior impacto pela geração de tráfego futura, não só pelo fluxo de veículos pesados que acedem à A24, como também pelos fluxos de veículos ligeiros da zona habitacional (pendulares) para Boticas e Chaves. Apesar deste impacto, importa realçar que o acréscimo de volume nestas secções é reduzido, não alterando significativamente as condições de circulação.

Em resumo, com a entrada em funcionamento do Complexo Mineiro não se prevêem alterações nos níveis de serviço nas secções consideradas, mantendo-se o nível B em todas elas, o que representa condições de circulação sem constrangimentos relevantes.

ANEXO 2.9
Localização dos Estaleiros



Projeto Mineiro

- Concessão da Mina do "Romano"
- Solução A
- Solução B

Depósito de estêreis

- Solução 1
- Solução 2

Exploração a céu aberto

- Fase 1
- Fase 2

Rede elétrica

- 15 kV
- 60 kV
- Subestação elétrica

Rede elétrica restabelecimento

- Troço 15 kV a desmontar
- Troço 15 kV a restabelecer
- Troço 60 kV a desmontar
- Troço 60 kV a restabelecer
- Troço 60 kV aéreo (Sol A)
- Troço 60 kV aéreo (Sol B)
- Troço 60 kV subterrâneo (Sol A)
- Troço 60 kV subterrâneo (Sol B)

Rede de gás

- Gasoduto (Sol A)
- Gasoduto (Sol B)

Estaleiro

- E1 - Estaleiro da Solução A
- E2 - Estaleiro da Solução B
- E3 - Estaleiro da Solução A e B

Rede rodoviária

- EN
- EM
- CM
- Caminho

Elementos naturais

- Curso de água
- Albufeira
- Tanque
- Poço
- Curva de nível mestra
- Curva de nível secundária

Limite de concelho (CAOP2020)

Alternativa A1
Solução A das infraestruturas mineiras + Exploração a céu aberto + Solução 1 do Depósito de Estêreis

Alternativa A2
Solução A das infraestruturas mineiras + Exploração a céu aberto + Solução 2 do Depósito de Estêreis

Fonte: (Cartografia de Base) Número, data de homologação e entidade responsável: Processo 62, 2008-01-28, IGP
Entidade produtora e data de edição: Município, SA entre maio e junho de 2005
Entidade proprietária: AMAT - Associação de Municípios do Alto Tâmega
Equidistância de 5m; Sistema de referência Elipsóide de Hayford - Datum 73; Projeção Gauss-Kruger; Exatidão de 1,5 m em planimetria e de 1,6 em altimetria.
Informação geográfica cedida pela Câmara Municipal de Montalegre- Departamento de Planeamento e Gestão do Território à Lusorecursos Portugal Lítio S.A para o referido projeto.



Estudo de Impacte Ambiental
Concessão de Exploração de Depósitos Minerais de Lítio e Minerais Associados "Romano"
Estudo Prévio

Título		Desenho	
Localização dos Estaleiros		1	
Sistema de referência	Escala	Folha	Versão
EPSG 3763 (PT-TM06:ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989)	1:12 500 0 250 500 m	1/1	A
Ficheiro	Data	Formato	
DES01-LocalizacaoEstaleiros	Novembro 2021	A1 - 594 x 841	

ANEXO 2.10

Resíduos e Contaminação de Solos

ANEXO 2.10.1

Plano de Gestão de Resíduos

LUS • RECURS • S

**PROJETO CONCESSÃO DE EXPLORAÇÃO DE DEPÓSITOS MINERAIS DE
LÍTIO E MINERAIS ASSOCIADOS - “ROMANO”**



MINA DO
ROMANO

LUS • RECURS • S

Plano de Gestão de Resíduos - PGR

dezembro de 2021

(Página intencionalmente deixada em branco)

ÍNDICE

1.	Introdução	3
2.	Gestão de resíduos	3
2.1	Resíduos mineiros	3
2.2	Resíduos não mineiros	4
3.	Plano de Gestão de Resíduos Mineiros	16
3.1	Conceção e justificação	16
3.2	Enquadramento	21
3.3	Caracterização dos materiais de aterro	22
3.4	Classificação da instalação de resíduos	55
3.5	Encerramento e reabilitação da Área	57

Índice de Figuras

Figura 1 - Veículo Ampliroll	9
Figura 2 - Veículo Multibenne	9
Figura 3 - Área de deposição temporária de material estéril em lítio (micaxistos) a sul da concessão “Romano”	19
Figura 4 - Mapa de pontos de informação cartográfica-geológica numa área de interesse delineada a vermelho	26
Figura 5 - Mapa de pontos de informação cartográfica-geológica.....	29
Figura 6-Mapa da localização das amostras provenientes das sondagens	33
Figura 7- Potencial de Geração de Ácido, dispondo as amostras das diferentes litologias apresentadas.	40
Figura 8 - Mapa de amostragem das amostras de solo superficial colhidas entre os 0,20 e 0,5m.	49
Figura 9 - Mapa de amostragem das amostras de solo superficial colhidas entre os 0,20 e 0,5m.	50

Índice de Quadros

Quadro 1 – Quadro de resíduos provenientes da lavra mineira com os respetivos códigos LER	3
Quadro 2 – Resíduos construção previstos e respetivos códigos LER.....	4
Quadro 3 – Quadro de resíduos da lavaria com os respetivos códigos LER	10
Quadro 4 –Resíduos das lamas da fábrica hidrometalúrgica com o respetivo código LER	11

Quadro 5 – Quadro de resíduos do Tratamento dos Efluentes Domésticos com os respetivos códigos LER	11
Quadro 6 – Quadro de resíduos do Tratamento das Águas Residuais do Concentrador com os respetivos códigos LER	11
Quadro 7 – Quadro de resíduos do Tratamento das Águas Residuais Industriais com os respetivos códigos LER	12
Quadro 8 – Resíduos de Tratamento de Águas Mineiras com o respetivo código LER.....	12
Quadro 9 – Quadro de resíduos de manutenção de máquinas com os respetivos códigos LER.....	13
Quadro 10 – Quadro de resíduos de desativação com os respetivos códigos LER	15
Quadro 11 - Recuperações previstas, num cenário pessimista, em cada fase do projeto industrial que visa a produção de hidróxido de lítio mono-hidratado	17
Quadro 12 - Quantificação estimada das quantidades de resíduos produzidos na concessão do “Romano” para um cronograma de operação a 13 anos	18
Quadro 13 - Análises químicas multi-elementares de metassedimentos da concessão “Romano”. Observação: Todos os elementos menores a partir do escândio (Sc) são apresentados em ppm, que representa partes por milhão, ou seja, g/mL. Todos anteriormente são representados em óxidos, em percentagem. *-elementos não analisados em determinada amostra.....	28
Quadro 14 - Análises químicas de rocha-total, na zona da concessão e envolvente, adaptada de Ramos,2012. De SiO ₂ até P ₂ O ₅ , são considerados em percentagem de óxidos os elementos. A partir do As até Zr, os valores são apresentados em ppm	30
Quadro 15 - Concentração de elementos metais/metaloídes comparativamente aos valores de referência enquadrados na Tabela C do Guia Técnico da APA.....	35
Quadro 16- Resultados do Balanço Ácido-Base das amostras da concessão da Mina do “Romano”	38
Quadro 17- Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes portuguesas de descarga e com as diretrizes da UE para águas superficiais	43
Quadro 18- Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes IFC para a descarga mineiras e com as diretrizes da UE para água potável	44
Quadro 19 - Quadros de resultados RCU, Índices e classificação RQD	46
Quadro 20 - Valores obtidos nas sondagens realizadas pela Lusorecursos	47
Quadro 21 - Resultados do primeiro conjunto de amostras de compressão UCS	48
Quadro 22 - Resultados do segundo conjunto de amostras de compressão UCS.....	48
Quadro 23 - Concentração de elementos metais/metaloídes comparativamente aos valores de referência enquadrados na Tabela C do Guia Técnico da APA para as amostras de solos.....	52
Quadro 24 -Resultados do Balanço Ácido-Base das amostras da concessão da Mina do “Romano”	53

1. Introdução

O presente documento corresponde ao Plano de Gestão de Resíduos da Mina do “Romano”, elaborado tendo em consideração com o decreto-lei n.º 10/2010 de 4 de fevereiro, para os resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração das minas, designados por resíduos de extração e o Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro, para os resíduos resultantes da operacionalidade da mina (construção, exploração, desativação).

2. Gestão de resíduos

2.1 Resíduos mineiros

Durante a exploração da Mina do “Romano” estima-se que os resíduos mineiros, compreendam essencialmente rocha e terras que assumem os seguintes LER:

Quadro 1 – Quadro de resíduos provenientes da lavra mineira com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Resíduos da extração de minérios metálicos	01 01 01	Instalações de Resíduos, Recuperação Paisagística e obras de aterro na Mina
Resíduos da extração de minérios não metálicos	01 01 02	
Rejeitados não abrangidos em 01 03 04 e 01 03 05	01 03 06	Instalações de resíduos, Materiais a serem usados para backfill durante a exploração subterrânea
Poeiras e pós, não abrangidos em 01 04 07	01 04 10	Operador de Gestão de Resíduos?

No Capítulo 3 abordar-se-á em pormenor a gestão destes resíduos.

2.2 Resíduos não mineiros

A gestão dos resíduos é da responsabilidade do produtor, que deve tomar as medidas necessárias para garantir a recolha seletiva dos resíduos na origem de forma a promover a sua reciclagem e outras formas de valorização.

Os resíduos não mineiros resultantes da normal atividade da mina são caracterizados e classificados de acordo com Lista Europeia de Resíduos, LER, publicada na Decisão da Comissão 2014/955/UE, o Regulamento (eu) n.º 1357/2014, e o Regulamento (UE) n.º 2017/997 os quais publicam as características de perigosidade dos resíduos

A caracterização dos resíduos, não mineiros, será dividida de acordo com as várias fases da conceção mineira e origem.

Tratando-se de um documento dinâmico, este pode ser atualizado sempre que haja necessidade.

Qualquer alteração ao plano de gestão de resíduos será, obrigatoriamente, comunicada às Entidades Competentes.

2.2.1 Construção

Nesta fase do projeto os resíduos resultantes da atividade caracterizam-se essencialmente pelos resíduos de preparação e limpeza de terrenos (desmatção e decapagem dos solos), a fim de serem construídas todas as infraestruturas, fabris e de apoio, por resíduos de construção e demolição e resíduos resultantes da atividade de manutenção de máquinas e equipamentos.

No quadro seguinte classificam-se os resíduos de acordo com a sua origem, código LER e destino final previsto.

Quadro 2 – Resíduos construção previstos e respetivos códigos LER

Origem	Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Construção Infraestruturas: - preparação e limpeza de terrenos - Construção Infraestruturas - Manutenção de máquinas e equipamentos	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08	Operador de Gestão de Resíduos licenciado
	Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02	
	Óleos provenientes dos separadores óleo/água	13 05 06	
	Fuelóleo e gasóleo	13 07 01	
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	
	Embalagens de plástico	15 01 02	
	Embalagens de madeira	15 01 03	
Embalagens de metal	15 01 04		

Origem	Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
	(*) Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10	
	(*) Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, contendo uma matriz porosa sólida perigosa (por exemplo, amianto) (latas de sprays)	15 01 11	
	(*) Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo sem outras especificações), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	15 02 02	
	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02 (filtros de ar)	15 02 03	
	Pneus usados	16 01 03	
	(*) Filtros de óleo	16 01 07	
	(*) Componentes contendo mercúrio (lâmpadas veículos)	16 01 08	
	(*) Pastilhas de travões, contendo amianto	16 01 11	
	Pastilhas de travões não abrangidas em 16 01 011	16 01 12	
	(*) Fluidos de travões	16 01 13	
	(*) Fluidos anticongelantes contendo substâncias perigosas	16 01 14	
	Fluidos anticongelantes não abrangidos em 16 01 14	16 01 15	
	Metais ferrosos	16 01 17	
	Metais não ferrosos	16 01 18	
	Resíduos inorgânicos não abrangidos em 16 03 03	16 03 04	
	(*) Acumuladores de chumbo	16 06 01	
	Betão	17 01 01	
	Tijolos	17 01 02	
	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	17 01 03	
	(*) Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, contendo substâncias perigosas	17 01 06	
	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06	17 01 07	
	Madeira	17 02 01	
	Vidro	17 02 02	
	Plástico	17 02 03	
	(*) Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas	17 02 04	
	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	17 03 02	
	Cobre, bronze e latão	17 04 01	
	Alumínio	17 04 02	
	Chumbo	17 04 03	
	Zinco	17 04 04	
	Ferro e aço	17 04 05	
	Estanho	17 04 06	
	Mistura de metais	17 04 07	
	Cabos não abrangidos em 17 04 10	17 04 11	

Origem	Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03	17 06 04	
	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01	17 08 02	
	Misturas de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17 09 04	
	Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção desinfeções	18 01 04	
	Medicamentos não abrangidos em 18 01 08	18 01 09	
	Vidro	20 01 02	
	(*) Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	
	Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	20 01 36	
	Plásticos	20 01 39	
	Resíduos desmatção	20 02 01	
	Mistura de resíduos equiparados a resíduos sólidos urbanos	20 03 01	
	Lamas de fossa sépticas	20 03 04	

Nota: A tabela pode ser atualizada em projeto de execução.

Em relação aos resíduos de solos e rochas, produzidos nesta fase, caso sejam classificados como inertes serão reutilizados para recuperação paisagística do local. Caso sejam classificados como perigosos, serão corretamente armazenados em parque próprio, impermeabilizado e dotado de sistemas de drenagem que encaminham os lixiviados para tratamento, e encaminhados para operador de gestão de resíduos devidamente licenciado.

Todos os resíduos serão armazenados em parque próprio, com todas as condições de forma a salvaguardar a proteção da saúde e do ambiente.

- Em relação aos RCD, a Lusorecursos compromete-se a:
- Promover a reutilização de materiais, a incorporação de materiais reciclados e a valorização dos resíduos passíveis de ser utilizados na obra;
- Assegurar a existência na obra de um sistema de acondicionamento adequado que permita a gestão seletiva dos RCD;
- Assegurar a aplicação em obra de uma metodologia de triagem de RCD ou, quando tal não seja possível, o seu encaminhamento para operador de tratamento licenciado;
- Assegurar que os RCD são mantidos em obra o mínimo tempo possível, de acordo com o princípio da proteção da saúde humana e do ambiente;

Os materiais que não sejam passíveis de reutilização e que constituam RCD são obrigatoriamente objeto de triagem na obra com vista ao seu encaminhamento, por fluxos e fileiras de materiais, para reciclagem

ou outras formas de valorização, devendo ser assegurada a triagem dos RCD pelo menos para madeira, frações minerais, incluindo betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos e pedra, metal, vidro, plástico e gesso.

Nos casos em que não possa ser efetuada a triagem dos RCD na obra ou em local afeto à mesma, os resíduos serão encaminhados para operador de tratamento de resíduos licenciado.

Os RCD serão armazenados em parque próprio, junto ao local aonde serão produzidos e identificados com o respetivo LER. Preferencialmente serão armazenados em contentores estanques de forma a salvaguardar possíveis contaminações e por ser mais fácil o seu transporte para destino final. Em fase de projeto será elaborado mapa com indicação dos locais de armazenamento destes resíduos, dado que depende diretamente da dinâmica da obra.

Inclui-se também nesta fase os resíduos provenientes do posto médico da fase de construção.

2.2.1.1 Características do Parque de Resíduos e respetiva localização

O Parque de Resíduos Sólidos Secos e o Parque de Resíduos possuirão ambos uma área de implantação de 1 925 m² e em ambas as Soluções das alternativas definidas localizar-se-ão junto da Fábrica Hidrometalúrgica.

O Parque de Resíduos Sólidos Secos servirá essencialmente de apoio logístico pois o destino destes resíduos será o mesmo que o material estéril em lítio resultante da escavação (rochas hospedeiras dos pegmatitos), ou seja, o posterior enchimento de galerias subterrâneas.

Quanto ao Parque de Resíduos, este caracteriza-se por ser todo impermeabilizado, coberto e dotado sistemas de drenagens de águas em separado de toda a rede, sendo que as águas que possam provir eventualmente desses resíduos serão direcionadas para a Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais para tratamento das mesmas.

Este parque irá armazenar as lamas provenientes dos processos hidrometalúrgicos, sendo que serão temporariamente empilhados e armazenados no parque, diretamente num piso coberto e impermeabilizado, com baias em U e coberto por um telheiro, de forma a proteger o material das intempéries.

Irá também armazenar todos os restantes resíduos resultantes da atividade da Mina.

2.2.2 Exploração

Durante a fase de exploração do maciço rochoso e posterior processamento industrial para obtenção do composto final de lítio, existem diversos tipos de resíduos provenientes das várias atividades a decorrer na área de concessão “Romano”.

Atividades:

- Lavaria
- Fábrica Hidrometalúrgica
- Estações de tratamento de águas residuais:
 - Estação de Tratamento dos Efluentes Domésticos;
 - Estação de Tratamento das Águas Industriais do Concentrador
 - Estação de Tratamento das Águas Residuais Industriais
 - Estação de Tratamento das Águas Mineiras
- Resíduos de manutenção de máquinas e equipamentos e da atividade operacional da mina

2.2.2.1 Lavaria

No fim do processo de flutuação, há excedentes gerados (rejeitados lavaria) que não entram novamente no circuito de flutuação. Estes excedentes serão encaminhados para o Parque de resíduos sólidos secos, parque este, destinado aos rejeitados filtrados e secos, sendo que a Lusorecursos antevê a deposição a seco “dry stacking”. Este Parque terá um aporte de 21 ton/h proveniente de lamas/“slimes” e da flutuação de micas. Assim, contabilizam-se cerca de 510 ton/dia o que perspetivando um armazenamento temporário de duas semanas, perfaz um total de 714 toneladas a armazenar com uma duração máxima de duas semanas, antes da sua reutilização no backfill da lavra subterrânea.

Estes rejeitados serão armazenados no parque de resíduos sólidos secos, com 1 925 m² de área, diretamente no piso coberto e impermeabilizado, em “dry stacking”. Este parque servirá de apoio logístico pois o destino destes resíduos será o mesmo que o material estéril em lítio resultante da escavação, ou seja, a sua incorporação no “backfill” a ser utilizado na exploração subterrânea. As questões relativas ao armazenamento de resíduos são abordadas de seguida no ponto 3.6 deste Plano de Gestão de Resíduos.

Dadas as previsões de produção de cerca de 21 ton/h de rejeitados do processamento industrial, de modo otimizado, será regulada a otimização da central de backfill para incorporação desses mesmos em caldas, inclusive no rockfill previsto. Estes rejeitados sólidos secos, serão encaminhados para a central de backfill através de telas transportadoras cobertas, com quantidades exigidas na formulação dos compostos de enchimento, assim como, a periodicidade previsível.

Não se descarta a possibilidade de em caso de manutenção das telas transportadoras ou eventuais situações adversas, a utilização de veículos que transportarão estes rejeitados sólidos secos até à central de backfill (Figuras abaixo). Assim, temos várias opções, sendo que estes devem ser tapados por uma tela de cobertura durante o transporte de forma a estarem protegidos da intempérie:

Ampliroll → transporte de contentores com capacidade máxima de 12 m³;

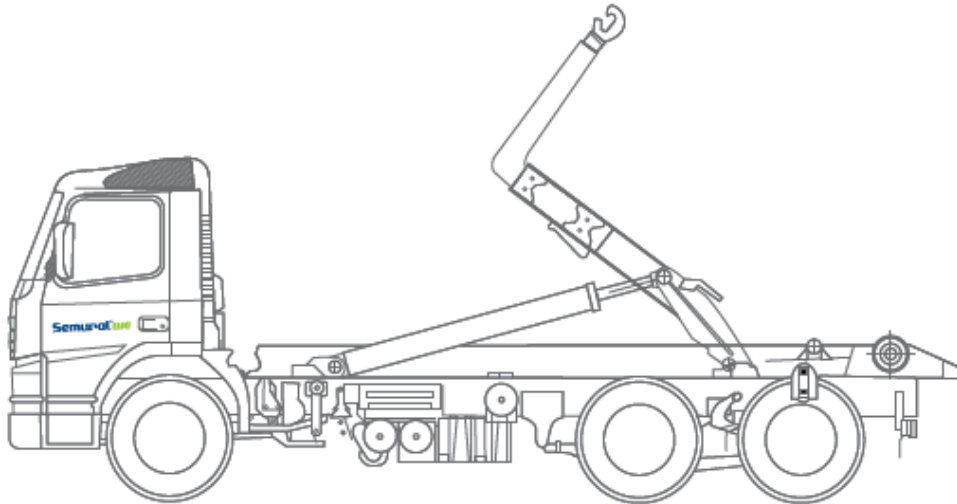


Figura 1 - Veículo Ampliroll

Multibenne → transporte de contentores com capacidade máxima de 30 m³;



Figura 2 - Veículo Multibenne

Galera/banheira → transporte dos resíduos em todo o seu interior com capacidade máxima de 30 m³; veículo mais volumoso e mais limitado para manobras em áreas mais pequenas.

Os resíduos produzidos nesta fase consistem:

Quadro 3 – Quadro de resíduos da lavaria com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Lamas de outros tratamentos de águas residuais industriais, não abrangidas em 19 08 13	19 08 14	Operador de Gestão de Resíduos deviamente licenciado
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	
Embalagens de plástico	15 01 02	
Embalagens de madeira	15 01 03	
Embalagens de metal	15 01 04	
(*) Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10	
Resíduos sem outras especificações	19 08 99	

2.2.2.2 Fábrica Hidrometalúrgica

Em continuidade com o processo da lavaria, o concentrado de petalite obtido dá entrada na fábrica hidrometalúrgica através da unidade de calcinação.

Durante o processo de transformação do concentrado de petalite em hidróxido de lítio, ocorrem processos de natureza principalmente química, nomeadamente: calcinação, *roasting* ácido, lixiviação e oxidação, neutralização, filtração, caustificação, cristalização, fundição, cristalização, centrifugação e secagem. No decorrer dos processos mencionados, irão ser gerados 2 resíduos, lamas de neutralização e lamas calco-magnesianas (resultantes da remoção de cálcio e magnésio das soluções aquosas). Estes resíduos serão secos, resultantes do processo da fábrica hidrometalúrgica e serão encaminhados para o Parque de resíduos, no qual será encaminhado para um operador de gestão de resíduos licenciado com a duração máxima de armazenagem no Parque de duas semanas. Este parque de resíduos, com as mesmas características construtivas do Parque de Resíduos Sólidos Secos. Neste caso em concreto, irão ser gerados 400 ton/dia, que totalizam 5 600 toneladas com uma duração máxima de armazenagem de duas semanas.

Quadro 4 –Resíduos das lamas da fábrica hidrometalúrgica com o respetivo código LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Resíduos sem outras especificações	11 05 99	Operador de Gestão de Resíduos deviamente licenciado

2.2.2.3 Estações de tratamento de águas residuais

No Projeto da Mina do “Romano” serão produzidas águas residuais, as quais serão sujeitas a tratamento em estações dedicadas com o objetivo da respetiva reutilização da água residual.

Nos pontos seguintes pretende-se identificar os resíduos produzidos nas diversas estações de tratamento, com especificação do tipo de resíduos, respetivo código LER e destino final.

a) Estação de Tratamento dos Efluentes Domésticos

Quadro 5 – Quadro de resíduos do Tratamento dos Efluentes Domésticos com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Gradados	19 08 01	Operador de gestão de resíduos licenciado
Resíduos de desarenamento	19 08 02	
Lamas do tratamento de águas residuais urbanas	19 08 05	

b) Estação de Tratamento das Águas Industriais do Concentrador (ETARIC)

Não se prevê que o funcionamento desta estação de tratamento dê origem à produção de lamas ou resíduos sólidos, havendo apenas a necessidade de substituição dos enchimentos dos filtros em média de 2 em 2 anos.

Quadro 6 – Quadro de resíduos do Tratamento das Águas Residuais do Concentrador com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Areias de leitos	19 01 19	Os filtros serão removidos pela entidade de manutenção e enviados para Operador de Gestão de Resíduos
(*) Resinas de permuta iónica, saturadas ou usadas	19 08 06	
Resíduos sem outras especificações	19 08 99	

c) Estação de Tratamento das Águas Residuais Industriais (ETARI)

Na Estação de Tratamento das Águas Residuais Industriais (ETARI) serão tratadas as águas provenientes de manutenções e reparações realizadas nas instalações do processo de concentração do minério e na Fábrica Hidrometalúrgica assim como as águas resultantes das lavagens dos filtros da ETARIC.

Quadro 7 – Quadro de resíduos do Tratamento das Águas Residuais Industriais com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Gradados	19 08 01	Operador de Gestão Operador de Resíduos devidamente licenciado
Resíduos de desarenamento	19 08 02	
Lamas de outros tratamentos de águas residuais industriais, não abrangidas em 19 08 13	19 08 14	
Areias de leitos fluidizados	19 01 19	Os filtros serão removidos pela entidade de manutenção e enviados para Operador de Gestão de Resíduos, devidamente licenciado
Resíduos sem outras especificações	19 08 99	

d) Estação de Tratamento das Águas Mineiras

Quadro 8 – Resíduos de Tratamento de Águas Mineiras com o respetivo código LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02	Operador de Gestão de Resíduos devidamente licenciado

Todas as estações de tratamento terão local próprio para armazenamento dos resíduos produzidos, em zona impermeabilizada e dotada de tratamento de odores. Os resíduos estão identificados com o respetivo código LER.

2.2.2.4 Resíduos de manutenção de máquinas e equipamentos e da atividade operacional da mina

Neste ponto pretende-se identificar os restantes resíduos resultantes da atividade de exploração da mina, que podem ser caracterizados de acordo com o Quadro abaixo, nomeadamente os resíduos de manutenção de máquinas e equipamentos, realizados no local os resíduos produzidos no Centro Médico. Os resíduos não mineiros gerados pela atividade serão acondicionados na Mina em recipientes e locais apropriados, e devidamente impermeabilizados, até que sejam recolhidos pelas entidades devidamente licenciadas.

Os resíduos sólidos urbanos ou equiparados resultam essencialmente das áreas sociais e administrativas (balneários, escritórios) e não são considerados perigosos. Estes resíduos serão depositados em contentores separados por tipologia (cartão/papel, plástico e embalagens, vidro, orgânicos/indiferenciados, etc.) cujos contentores serão recolhidos e transportados em camiões para um operador licenciado de gestão de resíduos.

Quadro 9 – Quadro de resíduos de manutenção de máquinas com os respetivos códigos LER

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08	Operador de Gestão de Resíduos devidamente licenciado
Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02	
Óleos provenientes dos separadores óleo/água	13 05 06	
Fuelóleo e gasóleo	13 07 01	
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	
Embalagens de plástico	15 01 02	
Embalagens de madeira	15 01 03	
Embalagens de metal	15 01 04	
(*) Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10	
(*) Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, contendo uma matriz porosa sólida perigosa (por exemplo, amianto) (latas de sprays)	15 01 11	
(*) Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo sem outras especificações), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	15 02 02	
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02 (filtros de ar)	15 02 03	
Pneus usados	16 01 03	
(*) Filtros de óleo	16 01 07	
(*) Componentes contendo mercúrio (lâmpadas veículos)	16 01 08	
(*) Pastilhas de travões, contendo amianto	16 01 11	
Pastilhas de travões não abrangidas em 16 01 011	16 01 12	
(*) Fluidos de travões	16 01 13	
(*) Fluidos anticongelantes contendo substâncias perigosas	16 01 14	
Fluidos anticongelantes não abrangidos em 16 01 14	16 01 15	
Metais ferrosos	16 01 17	
Metais não ferrosos	16 01 18	
(*) Acumuladores de chumbo	16 06 01	
(*) Resíduos contendo hidrocarbonetos	16 07 08	
Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções	18 01 04	
Medicamentos não abrangidos em 18 01 08	18 01 09	
Papel e cartão	20 01 01	
Vidro	20 01 02	
Resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas	20 01 08	
(*) Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	
Óleos e gorduras alimentares	21 01 25	
Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	20 01 36	
Plásticos	20 01 39	
Resíduos desmatização	20 02 01	

Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Mistura de resíduos equiparados a resíduos sólidos urbanos	20 03 01	
Lamas de fossa sépticas	20 03 04	

Os resíduos pertencentes aos fluxos específicos de resíduos serão armazenados de acordo com os princípios definidos no Decreto-lei n.º 152-D/2017 alterado e republicado pela Lei n.º 52/2021.

2.2.3 Desativação

Após a desativação da exploração, serão desmanteladas e removidas as áreas ocupadas pelas infraestruturas industriais, que não possam ser reconvertidas para outros usos, equipamentos, instalações, depósitos de materiais temporários e stocks, sendo posteriormente concretizada a recuperação global das áreas afetadas.

Quando concluídos todos os trabalhos de desmonte e modelação, será efetuada uma vistoria de modo a garantir que todos os resíduos existentes na Mina foram totalmente encaminhados por entidades habilitadas para os locais adequados. Caso seja detetada a presença de algum resíduo dentro da área de intervenção serão tomadas de imediato todas as medidas necessárias para o remover e encaminhá-lo para destino adequado.

As atividades em curso terão várias diferenças, no entanto, a produção de resíduos, nesta fase, resultará essencialmente das atividades de enchimento dos desmontes (principalmente subterrâneo) e escavação e limpeza do terreno para plantação de vegetação, dando origem possivelmente a alguns inertes e também a muita terra e alguns biodegradáveis.

Os resíduos produzidos nesta fase serão semelhantes aos previstos para a fase de construção das instalações, no que concerne aos RCD e resíduos de remoção e limpeza de todos os depósitos de resíduos ou substâncias perigosas (tanques de depósito de óleos usados, depósitos de combustíveis, etc.) terá que ser assegurada, garantindo o seu adequado encaminhamento para destino final. Esta atividade será assegurada por entidade externa devidamente habilitada para o efeito.

No que concerne ao desmantelamento e remoção de equipamento existe na área de concessão da Mina serão realizadas as necessárias diligências de forma a garantir que, sempre que possível, estes equipamentos serão reutilizados ou reciclados ou, na sua impossibilidade, enviado para destino final adequado.

Por último, segue abaixo uma lista dos resíduos produzidos nesta fase nas instalações da Lusorecursos e derivados de várias atividades e locais distintos dentro da área de concessão. De realçar que esta lista abrange os resíduos previstos, pelo que, no decorrer dos trabalhos, poderão sempre surgir resíduos

pontuais que não se enquadrem na lista inicialmente indicada. Nesses casos, seguir-se-á o procedimento habitual de emissão das respetivas e-GAR com o código LER correto e consequente operação.

Quadro 10 – Quadro de resíduos de desativação com os respetivos códigos LER

Origem	Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
Construção Infraestruturas: - preparação e limpeza de terrenos - Construção Infraestruturas - Manutenção de máquinas e equipamentos	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08	Operador de Gestão de Resíduos licenciado
	Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02	
	Óleos provenientes dos separadores óleo/água	13 05 06	
	Fuelóleo e gasóleo	13 07 01	
	Embalagens de papel e cartão	15 01 01	
	Embalagens de plástico	15 01 02	
	Embalagens de madeira	15 01 03	
	Embalagens de metal	15 01 04	
	(*) Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10	
	(*) Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, contendo uma matriz porosa sólida perigosa (por exemplo, amianto) (latas de sprays)	15 01 11	
	(*) Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo sem outras especificações), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	15 02 02	
	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02 (filtros de ar)	15 02 03	
	Pneus usados	16 01 03	
	(*) Filtros de óleo	16 01 07	
	(*) Componentes contendo mercúrio (lâmpadas veículos)	16 01 08	
	(*) Pastilhas de travões, contendo amianto	16 01 11	
	Pastilhas de travões não abrangidas em 16 01 011	16 01 12	
	(*) Fluidos de travões	16 01 13	
	(*) Fluidos anticongelantes contendo substâncias perigosas	16 01 14	
	Fluidos anticongelantes não abrangidos em 16 01 14	16 01 15	
	Metais ferrosos	16 01 17	
	Metais não ferrosos	16 01 18	
	Resíduos inorgânicos não abrangidos em 16 03 03	16 03 04	
	(*) Acumuladores de chumbo	16 06 01	
	Betão	17 01 01	
	Tijolos	17 01 02	
	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	17 01 03	
	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06	17 01 07	
	Madeira	17 02 01	
	Vidro	17 02 02	
Plástico	17 02 03		
(*) Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com	17 02 04		

Origem	Tipo de Resíduo	Código LER	Destino Final Previsto
	substâncias perigosas		
	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01	17 03 02	
	Cobre, bronze e latão	17 04 01	
	Alumínio	17 04 02	
	Chumbo	17 04 03	
	Zinco	17 04 04	
	Ferro e aço	17 04 05	
	Estanho	17 04 06	
	Mistura de metais	17 04 07	
	(*) Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas	17 04 09	
	Cabos não abrangidos em 17 04 10	17 04 11	
	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03	17 06 04	
	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01	17 08 02	
	(*) Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas	17 09 03	
	Misturas de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	17 09 04	
	Resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções	18 01 04	
	Medicamentos não abrangidos em 18 01 08	18 01 09	
	Vidro	20 01 02	
	(*) Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21	
	Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	20 01 36	
	Plásticos	20 01 39	
	Resíduos desmatação	20 02 01	
	Mistura de resíduos equiparados a resíduos sólidos urbanos	20 03 01	
	Lamas de fossa sépticas	20 03 04	

3. Plano de Gestão de Resíduos Mineiros

3.1 Conceção e justificação

Uma das maiores problemáticas relativas à indústria extrativa resulta dos impactes negativos provocados pelos resíduos decorrentes da própria atividade e cujas operações possuem alto risco e consequentemente requerem uma gestão ambiental de alto nível. A correta logística dos resíduos é de extrema importância e necessidade, sendo fundamental armazenar, tratar, eliminar/reciclar e, quando possível, valorizar. Nesse sentido e sempre que fundamentalmente justificado, valorizar-se-á a utilização

desses mesmos para outras finalidades conforme os desenvolvimentos tecnológicos e os mercados emergentes, perspetivando assim, uma economia circular de forma sustentável.

Assim sendo, o Plano de Gestão de Resíduos visa a melhor gestão dos estéreis e dos rejeitados produzidos ao longo da exploração do depósito mineral, compatibilizando as tarefas de deposição com as atividades de lavra a céu aberto e subterrânea. A gestão de resíduos é fundamental para uma melhor gestão não só dos resíduos, mas também dos recursos geológicos e do faseamento com a afetação de áreas correspondentes. O planeamento carece de uma simbiose entre a Lavra efetiva, a gestão dos resíduos, em consonância com a Recuperação Paisagística prevista para a mina, sendo os espaços ocupados revitalizados ainda durante a exploração a ocorrer, permitindo uma diminuição dos impactes ambientais e visuais associados.

O Plano de Gestão de Resíduos está em conformidade com a estratégia de minimização de impactes e com os restantes estudos desenvolvidos para a mina, em particular com o Plano de Lavra, e respeita o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que regulamenta a gestão dos resíduos resultantes da lavra, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais.

Para calcular a quantidade de substâncias remanescentes procedentes da extração e transformação, há que ter em conta o volume de material a ser processado anualmente e as perdas previstas em cada etapa, conforme o Quadro abaixo e tendo em consideração os dados apresentados no capítulo da Lavaria e Hidrometalurgia, referente aos processos mineralúrgicos:

Quadro 11 - Recuperações previstas, num cenário pessimista, em cada fase do projeto industrial que visa a produção de hidróxido de lítio mono-hidratado

Processo	Recuperação
Extração mineira	90%
Separação mineral / concentração	48%
Conversão química (calcinação + hidrometalurgia)	85%
Recuperação total	37%

Para um fluxo médio de transformação estimado em cerca de 180 toneladas por hora e para uma recuperação de 48% no processo de concentração da petalite estimam-se perdas totais na ordem de cerca de 10%, a maioria sob a forma de partículas finas (na fração argila) em meio aquoso, também denominadas de lamas ou “slimes” na forma de rejeitados ou “tailings”.

No Quadro abaixo apresentam-se os vários resíduos gerados nas diversas etapas/processos, juntamente com a quantidade estimada anual e total e ainda o local de armazenamento e o destino final dos mesmos. De realçar que apenas foi considerado o volume de material estéril (encaixante) resultante da

exploração a céu aberto, sendo que os estéreis produzidos na exploração subterrânea e em todas as obras inerentes serão calculados com maior detalhe posteriormente.

Quadro 12 - Quantificação estimada das quantidades de resíduos produzidos na concessão do “Romano” para um cronograma de operação a 13 anos

Resíduo	Quantidade (ton/ano)	Quantidade total (13 anos) (toneladas)	Quantidade total (m ³)	Local armazenamento	Destino
Rocha encaixante (micaxisto, estéril) - exploração a céu aberto Densidade – 2,7 (LER 010102)	1 415 540	18 402 000	6 944 150	Escombreira de estéril	Construção Plataformas (Boca da Rampa, Britagem e Complexo de Anexos Minerios) e Enchimento galerias “backfill”
Lamas/”slimes”(lavaria) Densidade 2,5 (LER 010412)	122 640	1 594 320	637 728	Parque deposição resíduos sólidos, seguido para central de backfill	Enchimento galerias “backfill”
Lamas do espessador 2 (lavaria)– Micas Densidade 2,80 (LER 010412)	61 320	797 160	284 700	Parque deposição resíduos sólidos, seguido para central de backfill	Enchimento galerias “backfill”
Lamas de neutralização (fábrica hidrometalúrgica) Densidade – s/ informação (LER 190814)	71 000	923 000	-	Parque de Resíduos	Operador de gestão de resíduos licenciado
Lamas calco-magnesianas(fábrica hidrometalúrgica) Densidade – s/ informação (LER 190814)	71 000	923 000	-	Parque de Resíduos	Operador de gestão de resíduos licenciado

Os estéreis resultantes da exploração a céu aberto serão aterrados num local já definido a sul da área de concessão (Figura abaixo), sendo posteriormente empregues no enchimento de galerias já exploradas ou “backfill”. São apresentadas duas escombreiras, mas como alternativas, na qual será utilizada apenas uma durante o projeto, ambas representadas no mapa com duas tonalidades de cinzento, localizadas a sul da delimitação do céu aberto.

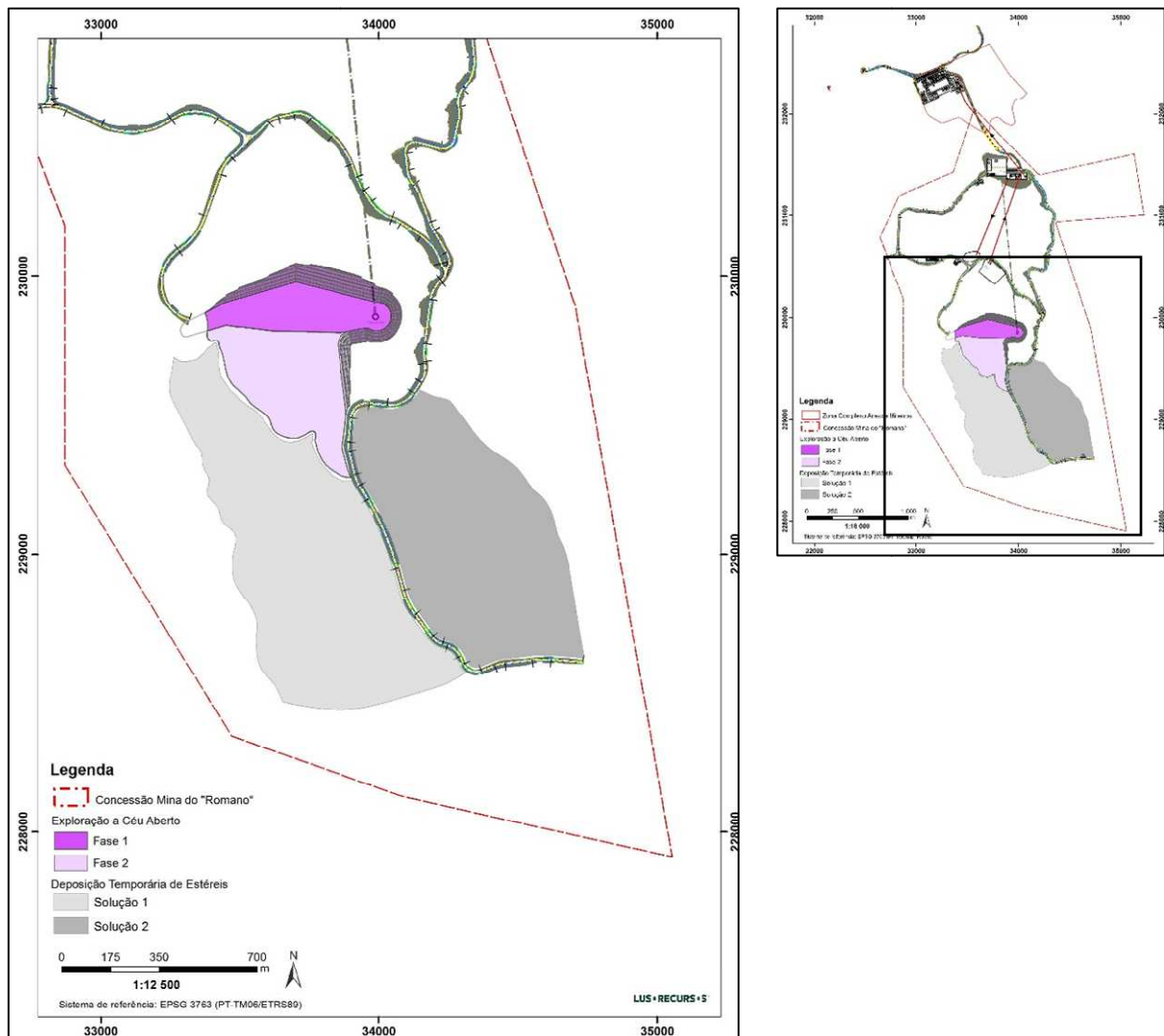


Figura 3 - Área de deposição temporária de material estéril em lítio (micaxistos) a sul da concessão “Romano”

Em relação ao material estéril proveniente dos trabalhos subterrâneos, este será proporcionalmente muito inferior, uma vez que a lavra é seletiva visando o minério pegmatítico. Assim, de grosso modo, produzir-se-ão estéreis em lítio ou rochas hospedeiras dos pegmatitos nos momentos de desenvolvimento dos trabalhos à lavra subterrânea, como por exemplo, na construção da rampa principal e galerias de acesso, do poço anexo à área de extração e de pequenas porções quando os diques pegmatíticos de interesse forem menos possantes.

O desenvolvimento de uma escombreira próxima ao local da mina implica uma redução do transporte necessário, logo atenuação da poluição, ruído e custos associados. Assim, o material estéril resultante do desmonte a céu aberto seguirá por camiões até à área de deposição e o material proveniente da exploração subterrânea em princípio, será idealmente transportado pelo poço e não pela rampa de acesso, ficando assim mais próximo do local da escombreira e diminuindo consideravelmente a distância de transporte necessário.

Reforça-se a ideia de que todos os rejeitados da lavaria, assim como o estéril resultante da extração ou micaxistos encaixantes resultantes tanto da exploração a céu aberto como em subterrâneo, sejam aproveitados para o enchimento de galerias e acessos ao minério já explorados e conseqüentemente abandonados. Em alguns casos pode ser ainda necessário adicionar-se cimento quando as condições mecânicas das rochas assim o exigirem.

Os critérios considerados pela Lusorecursos para a seleção de um potencial local para a escombreira de material estéril são de natureza ambiental, técnica, económica e social:

Ambiental:

- Pegada ecológica;
- Áreas de influência de águas superficiais;
- Possibilidade de intervenção/reabilitação progressiva.

Técnica:

- Espaço disponível;
- Gestão das estruturas de confinamento;
- Aproveitamento topográfico.

Económica:

- Custos operacionais;
- Custo de impermeabilização;
- Custos associados à reabilitação.

Social:

- Distanciamento dos lameiros e terras agrícolas.

De acordo com o Decreto – Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, as instalações de resíduos da indústria extrativa integrados em explorações de massas minerais estão dependentes da aprovação do Plano de Lavra.

O presente plano faz parte do Plano de Lavra da Mina do Romano e inclui o projeto de construção, exploração e encerramento da instalação de resíduos e o plano de gestão de resíduos, os quais são aprovados com observância do disposto no decreto-lei acima mencionado.

O Plano, tem como objetivo promover a gestão dos resíduos produzidos (estéreis) e rejeitados ao longo da exploração da mina, compatibilizando as tarefas de deposição com as atividades de lavra e de recuperação paisagística, de modo a promover, gradualmente, o enquadramento paisagístico, ambiental e de segurança na área intervencionada.

3.2 Enquadramento

A correta logística dos resíduos, incluindo a sua recolha, acondicionamento, transporte e destino final adequados, é de extrema importância e necessidade, sendo fundamental ter em mente uma perspetiva de economia circular, procurando respeitar uma hierarquia de reutilização/reciclagem e valorização antes da sua eliminação.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, são considerados resíduos inertes “o resíduo que, nos termos do disposto no Anexo I do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, reúne as seguintes características:

- i. Não é suscetível de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes;
- ii. Não é solúvel nem inflamável, nem tem qualquer outro tipo de reação física ou química;
- iii. Não é biodegradável;
- iv. Não afeta negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana;
- v. Possui lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante;
- vi. Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas”.

Os resíduos de extração da Minairão integrar a recuperação paisagística das várias áreas de intervenção, ou seja, serão introduzidos, maioritariamente, nos vazios de escavação. Deste modo o Plano de Aterro enquadra-se no artigo 40.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, e foi projetado de modo a cumprir os seguintes requisitos:

- a) Estabilidade dos resíduos de extração, nos termos do disposto na alínea d) do n.º1 do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações;
- b) Evitar a poluição do solo, das águas superficiais e das águas subterrâneas, nos termos do disposto no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações;
- c) Garantir a monitorização dos resíduos de extração e dos vazios de escavação, nos termos do n.º 3 a 5 do artigo 13.º Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações.

No entanto, em virtude de existirem trabalhos que não permitem outra alternativa de gestão dos estéreis, serão criadas instalações de resíduos (depósito de estéreis/escombreira) nos termos do disposto na alínea i) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro. Tratando-se de resíduos inertes o licenciamento destas instalações de resíduos enquadra-se no disposto no artigo 38.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que constitui um regime especial de licenciamento.

Conforme definido no número 1 e 2, artigo 38.º o Plano de Lavra, inclui o projeto de construção, exploração e encerramento da instalação de resíduos e o plano de gestão de resíduos, os quais serão aprovados com a aprovação da atualização do Plano de Lavra que se apresenta.

3.3 Caracterização dos materiais de aterro

3.3.1 Origem

Durante a lavra do minério, será necessário desenvolver os diversos trabalhos de acesso ao depósito mineral, com isto, por muito seletiva que possa ser a metodologia de lavra aplicada, o material encaixante (não mineralizado) será extraído, onde será necessário ser transportado e acomodado segundo as normas de segurança e boas práticas de lavra. Assim, como referido anteriormente, a gestão dos resíduos condiciona a racionalização dos recursos minerais, e por isso mesmo, optou-se por métodos de extração com maior seletividade, tendo em conta a geometria do depósito mineral e a conjugação da utilização do material estéril para o enchimento, reduzindo a produção de resíduos de extração.

As rochas mineralizadas em teores de lítio, serão extraídas, processadas através de meios de separação físico-químicos (britagem, moagem e flutuação) gerando no final um concentrado capacitado de transformação hidrometalúrgica num produto de acrescentado valor, como o hidróxido de lítio. Durante o processamento, até à obtenção do concentrado de petalite, são produzidos 2 resíduos e 2 subprodutos vendáveis a cliente final. Assim sendo, conforme o quadro acima, serão produzidos lamas de finos e lamas de micas, que após processo de filtração e espessamento (“dry stacking”), deverão ser armazenadas temporariamente esses resíduos secos, no Parque de Resíduos Sólidos Secos por um prazo máximo de 2 semanas, sendo posteriormente utilizados esses resíduos como “backfill” no subterrâneo. Os subprodutos, mistura quartzo-feldspática e quartzo serão encaminhados depois de secos, para o Armazém para serem devidamente embalados e expedidos para cliente final.

No que diz respeito à fábrica hidrometalúrgica, o processamento do concentrado resultará em 2 resíduos, 1 produto e 1 subproduto. O hidróxido de lítio, será o produto a ser embalado e condicionado para expedição para cliente final, assim como, o sulfato de sódio, subproduto obtido através do processamento. Quanto aos 2 resíduos, as lamas de neutralização e lamas calco-magnesianas serão armazenadas secas temporariamente no Parque de Resíduos, sendo consequentemente direcionadas para um operador de gestão de resíduos licenciado.

O estéril (rocha micaxística) será o resultado da exploração do minério, sendo que normalmente representará um produto de rocha grosseira e durável (100-1000 mm), apresentando-se seco (ou com

um teor de humidade muito baixo) e com elevada resistência. O intervalo prende-se pelo facto, de serem aplicadas metodologias de extração diferentes na extração a céu aberto e na lavra subterrânea.

Os rejeitados da lavaria, terão um teor de humidade do produto, controlado pelo processo de filtragem e espessamento (“dry stacking”) (teor de humidade <15%), sendo os procedimentos melhores explanados no Plano de Lavra, em respetivo capítulo associado aos processos.

O escombros estéril, será depositado numa das escombrelas a sul (alternativas do projeto), localizada a sul da exploração a céu aberto para reduzir os transportes. O desenvolvimento e faseamento da escombrela será definido com maior detalhe em projeto de execução. No entanto, durante a fase de estudo prévio, foram considerados, as áreas limites da concessão tendo em conta, as condicionantes (linhas de água, lameiros, entre outras).

Os estéreis são transportados para a zona de deposição dentro da Escombrela Sul, onde a deposição, a dispersão, a classificação e a compactação serão realizados com o equipamento de movimentação de terras convencional (bulldozeres, niveladoras e cilindros compactadores). As atividades de deposição serão monitorizadas continuamente para garantir que a colocação e a impermeabilização do material estejam de acordo com o plano de desenvolvimento da escombrela.

A gestão das águas superficiais, a impermeabilização e a geração de poeiras serão aspetos críticos da parte operacional das escombrelas. Durante as operações de acondicionamento da escombrela, serão tomadas as seguintes medidas para controlar o escoamento e a geração de sedimentos:

- Reabilitar continuamente as áreas perturbadas pela intervenção da escombrela, reduzindo a carga de sedimentos, barrando os sedimentos provenientes do depósito;
- Reter sedimentos na escombrela para controle de sedimentos;
- Execução das cargas e da deposição do material estéril, certificando-se que seja colocado de maneira controlada e projetada;
- Que as estruturas de gestão de águas superficiais sejam continuamente atualizadas e realinhadas para se adequar ao volume de escoamento e à geração de sedimentos, colhendo as águas e direcionando-as para os devidos sistemas de tratamento de água afim de reutilizar as mesmas no processo da lavaria.

3.2.2 Natureza

Os resíduos resultantes das atividades de extração podem classificar-se como “Resíduos de extração de minérios não metálicos”, com o código LER 01 01 02. Podem ainda ser produzidos na mina resíduos da Lavaria que se classificam como “Rejeitados e outros resíduos” com o respetivo código LER 01 04 12.

Os materiais produzidos e resultantes da extração são caracterizados como blocos de rocha, pedras e terras, que resultam diretamente da operação de extração.

Os resíduos produzidos na mina têm a sua origem na rocha encaixante composta por metassedimentos do Silúrico (sobretudo micaxistos) com solos de natureza xistenta (material resultante da erosão superficial das formações geológicas metassedimentares) e também por filões aplito-pegmatíticos LCT, de acordo com a caracterização geológica e enquadramento geológico, considerando estes últimos como residuais, visto que o seu aproveitamento será quase total.

Assim, os resíduos a depositar podem ser considerados de natureza inerte nos termos da alínea x) do artigo nº3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, uma vez que reúnem as seguintes características:

- Não são suscetíveis de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes;
- Não são solúveis nem inflamáveis, nem têm qualquer outro tipo de reação física ou química;
- Não afetam negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana;
- Não são biodegradáveis;
- Possuem lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante;
- Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas.

Conforme referido no número 2, do Anexo I, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, com base em informação existente, os resíduos produzidos na mina e a utilizar nas instalações de resíduos são de facto inertes, cumprindo-se o disposto no número 1, do referido Anexo I. Essa análise demonstrativa é detalhada no capítulo 3.3.3, capítulo seguinte.

Os resíduos resultantes da atividade extrativa da Mina do “Romano” podem classificar-se como Resíduos de extração de minérios metálicos, com o código LER 01 01 01 e Resíduos de extração de minérios não metálicos, com o código LER 01 01 02.

3.3.3 Estéril

Antes de mais, para efeitos do plano de gestão de resíduos demonstra-se conveniente definir “estéril”.

Assim, uma rocha considerada estéril, em termos genéricos, será a porção do jazigo mineral que não apresenta minério ou em que, contendo algum, o teor de minerais e/ou elementos úteis esteja abaixo do teor de corte, não podendo ser aproveitado como minério para concentração e transformação industrial, ou seja, não podendo seguir para os processos de separação da lavaria. O xisto, rocha hospedante do minério da Mina do “Romano”, caracteriza-se por ter como constituição mineralógica principal, quartzo, biotite, moscovite, andaluzite e granada.

Em qualquer operação mineira as quantidades existentes de estéril podem influenciar os custos operacionais e daí a sua importância para que tenha lugar a presente abordagem.

Assim, no caso concreto da Mina do “Romano” a rocha encaixante será considerada durante todos os processos de extração envolvidos como material estéril (micaxisto). Este, considerado inerte, possui uma densidade de $2,70 \text{ kg/m}^3$ (BCM- “Bank Cubic Meters”) “in situ”, que quando desmontado, corresponde a uma densidade de $1,90 \text{ kg/m}^3$ (LCM- “Loose Cubic Meters”), isto é, a rocha quando retirada do seu estado natural “ganha” volume por haver um aumento do número de vazios a ocupar quando extraída (fator de empolamento).

Para além de outros anteriormente realizados, os trabalhos de campo levados a cabo pela equipa técnica da Lusorecursos ocorreram em 156 pontos, onde foram investigadas informações geológico-estruturais, como associação mineralógica e tipologia de rocha, foliações, lineações, presença de rochas e veios intrusivos (nomeadamente pegmatitos e veios de quartzo), falhas e fraturas. Estas investigações decorreram ao longo de mais de sete meses de trabalho, com foco de levantamento cartográfico e análise do contexto geológico geral.

3.3.3.1 Trabalhos de campo

Em síntese, a área estudada, indicada na Figura abaixo constitui uma estrutura metassedimentar inserida numa massa granítica envolvente. As rochas são designadas por uma intercalação de micaxistos, metagrauvaques e quartzitos que ocorrem ao longo de toda a área-alvo. Estas rochas são caracterizadas pela presença de uma massa mineral mais fina, composta maioritariamente por quartzo, micas (moscovites e biotites), granadas e andaluzites, estes últimos a depender do grau metamórfico na zona. Verifica-se ainda uma grande presença de filões e filonetes de quartzo inseridos nas rochas metassedimentares, com pequena possança e em concordância com as foliações principais.

Em trabalhos de campo, juntamente com análises petrográficas, definiu-se que grande parte da área de concessão encontra-se numa zona de cisalhamento, que foi caracterizada pela milonitização dos litótipos que se encontram nesta área. As rochas encontram-se intensamente deformadas por uma foliação que acabou por obliterar outras, tendo simultaneamente ocorrido a recristalização mineral em diversos casos.



Figura 4 - Mapa de pontos de informação cartográfica-geológica numa área de interesse delineada a vermelho

3.3.3.2 Caracterização geoquímica

Do ponto de vista geoquímico, encontram-se no Quadro seguinte as análises químicas de rocha-total que foram realizadas no Actlabs (Activation Laboratories sito em Ancaster, Ontario-Canadá (<https://actlabs.com/>)), laboratório acreditado e/ou certificado internacionalmente por diversas entidades (ie. ISO/IEC 17025:2017; ISO 9001:2015, entre outros).

A este laboratório foi requisitado o serviço analítico designado “4 Lithoresearch”, o qual assenta numa técnica de fusão com metaborato de lítio e fusão de tetraborato.

Esta fusão permite que toda a amostra seja dissolvida e representativa da rocha a analisar.

O serviço analítico citado, contempla dois métodos: 4B e 4B2. Basicamente as diferenças entre estes métodos são que se o método 4B analisa por ICP-OES (“Inductively Coupled Plasma-Optical Emission

Spectrometry”) por sua vez o método 4B2 analisa através do ICP-MS (“Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry”).

Assim, a análise por ICP-OES (método 4B) quantifica os elementos maiores, enquanto a análise por ICP-MS (método 4B2) quantifica os elementos traço.

Os resultados apresentados abaixo são de análises a quatro amostras efetuadas por este laboratório até à fase presente, que são representativas da rocha encaixante, considerada estéril.

Com isto, parece por demais evidente e importa realçar que, apesar de não ter sido solicitado ao laboratório o doseamento/medição de enxofre (S), tal, de facto, mostrar-se-á desnecessário por ser suficientemente conclusivo o descarte, por exclusão, da existência de enxofre. Com efeito, de toda a variedade de elementos quantificados observa-se que os resultados obtidos fecham as respetivas análises a praticamente 100 % e, com isto, não haverá margem para existir enxofre sendo que na eventualidade de algum haver, este seria em quantidades diminutas tais que se poderiam dizer irrelevantes, ou sem expressão significativa, para se poderem constituir sulfuretos. Em concreto, na concessão do “Romano”, se este elemento existir será limitado a valores em parte por milhão (ppm) e terá um significado residual nas litologias presentes.

Existem valores quantitativos de elementos indicadores que devem ser tidos em consideração, tais como o arsénio (As), que indicaria a presença de arsenopirite, a presença de cobre (Cu), suscetível da presença de calcopirite, a própria pirite que significa quantidades elevadas de ferro (Fe), a pirrotite responsável por quantidades de níquel (Ni) e ferro (Fe), o zinco (Zn) indicativo da presença de esfalerite, o chumbo (Pb) que poderá inferir a presença de galena, o molibdénio (Mo) que suportará a presença de molibdenite, a prata (Ag) que formaria a acantite, entre outros que constituem minerais raros e com menor probabilidade de se formarem.

Correlacionando os valores do Quadro abaixo com as indicações supramencionadas, verifica-se que a prata (Ag) atinge no máximo 1,1 ppm, o molibdénio (Mo) não foi possível mensurar devido ao limite mínimo de deteção de 2 ppm não ter sido atingido, arsénio (As) quantifica-se entre 5 a 9 ppm, o cobre (Cu) entre 30 a 110 ppm, o níquel (Ni) entre 50 a 60 ppm, o chumbo (Pb) entre 23 a 207 ppm e o zinco (Zn) entre 110-1480 ppm. Por outro lado, relativamente ao óxido de ferro, este está compreendido entre 6,86 % e 10,6 %, representado assim valores normais para a litologia expressa que contém biotite e granada – minerais estes que incorporam ferro na sua estrutura cristalina. No entanto, de todos os elementos mencionados, realça-se que na amostra As17 poderá de facto ocorrer ocasionalmente esfalerite, comprovado por petrografia e mencionado na associação mineralógica, devido à presença de zinco anómalo das demais amostras.

Convém referir ainda que mesmo em cenário a comprovar por análises ao enxofre, os 1 480 ppm de zinco traduzir-se-iam em 0,01480 % na rocha-total.

Quadro 13 - Análises químicas multi-elementares de metassedimentos da concessão “Romano”. Observação: Todos os elementos menores a partir do escândio (Sc) são apresentados em ppm, que representa partes por milhão, ou seja, g/mL. Todos anteriormente são representados em óxidos, em percentagem. *-elementos não analisados em determinada amostra

Amostras	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	TOTAL				
AS15	49,66	1,124	24,93	10,6	0,142	3,15	0,5	1,14	4,03	0,08	4,2	99,6				
AS16	62,37	0,909	18,45	7,32	0,18	2,69	1,15	1,75	2,53	0,11	3,08	100,5				
AS17	63,13	0,906	18,24	6,86	0,146	2,55	1,2	1,73	3,03	0,12	2,94	100,8				
RP84	43,302	1,653	32,84	9,457	0,125	2,332	2,266	2,337	3,51	0,101	1,77	99,7				
Amostras	Sc	Be	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Rb	Sr	Y	Zr	
AS15	22	4	145	120	27	60	110	160	34	2,5	5	435	112	36,1	177	
AS16	16	4	110	100	18	50	30	110	24	2,1	9	225	135	31,8	202	
AS17	16	3	110	100	18	50	30	1480	24	2,2	< 5	206	156	30,2	193	
RP84	*	23	118	190	*	*	*	*	42,9	*	*	161	277	57,4	535	
Amostras	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	
AS15	21,4	< 2	1	0,1	30	< 0.2	122	759	67,4	129	14,4	54,3	10,2	1,9	7,64	
AS16	15,3	< 2	1,1	0,1	11	3,4	134	364	47,5	94,1	10,5	39,4	7,74	1,6	6,33	
AS17	15,6	< 2	1	0,1	7	< 0.2	108	395	48,5	95,7	10,5	40,1	7,76	1,74	6,18	
RP84	23,6	*	*	*	7	*	13,8	500	115	222	25,5	99	17,95	2,64	12,65	
Amostras	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U	
AS15	1,13	6,7	1,28	3,61	0,517	3,36	0,519	4,7	1,7	3	2,63	23	0,1	21,4	4,04	
AS16	0,98	5,63	1,1	3,12	0,454	2,94	0,457	5,1	1,27	2	1,22	207	0,5	15,3	3,23	
AS17	0,92	5,51	1,04	2,99	0,429	2,91	0,43	5	1,28	2,3	1,04	33	0,1	15,5	3,2	
RP84	1,79	10,7	2,04	5,72	0,85	5,29	0,82	14	2,2	2	*	*	*	39,2	6,03	

O Quadro seguinte, foi extraído e adaptado de Ramos (2012), no qual o estudo efetuado incidiu sobre três zonas, sendo uma dessas coincidente com a área de concessão do “Romano”.

Assim sendo, o autor elaborou amostragem de litologias para diversas caracterizações, como petrológica, tectono-estratigrafia e também análise geoquímica. O autor apresenta uma amostra (CHV33) dentro da área de concessão do “Romano” e outras quatro amostras (CHV23, CHV29, CHV30 e CHV28) fora da concessão, mas na envolvente a esta, conforme indicado na figura que se segue. Serve a consulta bibliográfica dessas amostras para enquadramento de amostras na envolvente da concessão da Mina do “Romano” como complementar às análises efetuadas.



Figura 5 - Mapa de pontos de informação cartográfica-geológica

Geoquimicamente, e em relação aos valores obtidos, os dados publicados não sugerem que os minerais investigados incorporem elementos danosos ao ambiente e suscetíveis de processos de extração e mobilidade para a água, nem se encontrem nas litologias existentes na área e zonas circundantes da concessão do “Romano”. Seguindo o mesmo raciocínio, utilizado para análise do Quadro acima, os elementos mais prováveis para a formação de sulfuretos, em conjunto com o enxofre (também não mensurável nestas análises), poderão existir, mas numa percentagem infinitesimal no conjunto de litologias presentes, visto que os dados analíticos comprovam que dos elementos que poderiam ser considerados nocivos para o ambiente, estes não se destacam. Os valores caracterizam-se assim como o fundo geoquímico destas litologias da região.

No entanto, considerando o caso do bário (Ba) que atinge um máximo de 1 139 ppm, ou seja, 0,11 % deste mineral na associação mineralógica, tem-se que este elemento poderá ser incorporado na biotite, que é um dos mais abundantes nesta litologia (micaxisto).

Os valores-traço representam a constituição mineralógica das rochas analisadas sendo que, o micaxisto não apresenta quaisquer elementos que diretamente ou indiretamente possam causar preocupações ambientais, visto que foram analisados todos os elementos que poderiam, de alguma forma, colocar em causa o meio ambiente. Todo e qualquer elemento que possa vir a ser mobilizado para a água, será correspondente aos padrões do fundo geoquímico de base, como um sucedido natural, independentemente de intervenção no terreno.

Quadro 14 - Análises químicas de rocha-total, na zona da concessão e envolvente, adaptada de Ramos,2012. De SiO₂ até P₂O₅, são considerados em percentagem de óxidos os elementos. A partir do As até Zr, os valores são apresentados em ppm

Amostras	CHV23	CHV29	CHV30	CHV28	CHV33
Litologia	Mx e Gr -SPX	Mx e SPX		Quartzo-filito SPX	
Elementos					
SiO ₂	51,48	68,74	51,73	70,02	77,79
Al ₂ O ₃	26,98	17,80	25,64	15,03	12,84
Fe ₂ O ₃	7,90	4,68	8,33	5,04	2,32
MnO	0,21	0,03	0,09	0,03	0,03
MgO	0,86	1,10	2,53	0,62	0,46
CaO	0,01	0,05	0,13	0,01	0,02
Na ₂ O	0,67	0,26	1,18	0,34	0,25
K ₂ O	4,70	3,64	5,41	3,92	3,34
TiO ₂	0,89	0,85	1,07	0,71	0,58
P ₂ O ₅	0,05	0,04	0,10	0,07	0,05
As	4,00	8,36	16,78	4,00	4,00
Ba	982,00	714,00	970,00	1139,00	679,00
Be	3,00	3,00	5,00	2,00	3,00
Ce	101,47	87,03	113,21	66,40	91,63
Co	19,43	11,82	18,73	7,88	3,25
Cr	103,54	84,87	126,57	75,32	56,60
Cs	17,30	7,83	40,26	48,22	3,82
Cu	33,60	10,20	15,77	14,42	9,00
Eu	1,48	1,25	1,78	1,01	1,41
Ga	32,29	20,32	32,39	16,09	13,79
Ge	2,92	3,79	2,16	2,00	1,05
Hf	3,65	6,87	5,34	6,10	8,79
La	50,78	45,74	60,01	32,64	43,98
Lu	0,29	0,41	0,52	0,32	0,33
Nb	15,00	16,00	19,00	14,00	13,00
Nd	41,75	35,30	46,25	26,68	36,08
Ni	51,76	19,00	48,74	19,00	19,00
Rb	187,94	139,71	236,61	176,19	110,58
Sb	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Sc	23,00	12,00	20,00	13,00	7,00
Sm	7,28	6,64	8,31	4,92	6,83
Sr	83,00	63,00	87,00	62,00	44,00
Tb	0,65	0,89	1,09	0,65	0,84
Th	19,55	15,72	18,47	12,11	13,49
U	3,05	3,86	4,21	3,51	3,11
V	140,00	79,00	120,00	74,00	37,00
Y	18,00	27,00	36,00	20,00	22,00
Yb	1,87	2,84	3,39	2,14	2,10
Zn	152,94	126,36	117,51	78,41	20,00
Zr	128,00	246,00	181,00	227,00	354,00

3.3.3.3 Resultados analíticos da caracterização do resíduo de extração estéril

Para a avaliação das rochas presentes na concessão da Mina do “Romano”, foram realizadas um conjunto inicial de análises nas litologias dos limites concessionados, onde o minério será para transformação metalúrgica e a rocha estéril será para deposição em escombreira e utilização como “backfill” na mina subterrânea.

Os objetivos dos ensaios eram identificar quaisquer amostras que seriam classificadas como resíduos inertes, de acordo com o Artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE, que estabelece a definição de resíduo inerte, em aplicação da alínea f), do nº 1, do artigo 22º da Diretiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à gestão de resíduos da indústria extrativa, em que os resíduos são considerados inertes quando são cumpridos todos os seguintes critérios, a curto e a longo prazo, no qual se transcreve abaixo na íntegra:

- a) *Os resíduos não serão passíveis de desintegração ou dissolução significativa ou de outra alteração significativa suscetível de causar efeitos ambientais adversos ou de prejudicar a saúde humana;*
- b) *Os resíduos apresentam um teor máximo de enxofre na forma de sulfureto de 0,1 % ou os resíduos apresentam um teor máximo de enxofre na forma de sulfureto de 1 % e o quociente do potencial de neutralização, definido como a razão entre o potencial de neutralização e o potencial ácido e determinado com base num ensaio estático de acordo com a norma EN 15875, é superior a 3;*
- c) *Os resíduos não apresentam risco de autocombustão e não se inflamam;*
- d) *O teor de substâncias potencialmente prejudiciais para o ambiente ou para a saúde humana presente nos resíduos e, em particular, de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V e Zn, incluindo em partículas finas isoladas de resíduos, é suficientemente baixo para que o risco para a saúde humana e para o ambiente, a curto e a longo prazos, seja insignificante. Para que o risco seja considerado suficientemente baixo para ser insignificante para a saúde humana e*

o ambiente, o teor dessas substâncias não pode exceder os valores-limiar nacionais aplicáveis aos sítios identificados como não contaminados ou os níveis de base naturais nacionais relevantes;

e) Os resíduos estão substancialmente isentos de produtos utilizados na extração ou na transformação que poderiam ser prejudiciais para o ambiente ou para a saúde humana.

Este critério também está estabelecido no Decreto-Lei nº10/2010, Anexo I, (1) (b). Assim, nesta fase de estudo prévio, foram realizadas análises em diversas amostras de diferentes litologias e profundidades, em rochas oxidadas, frescas, mineralizadas e não mineralizadas, de forma a fazer uma avaliação preliminar para averiguar se o estéril atende aos critérios de “resíduo inerte”, e que de acordo, com as seguintes metodologias, recorreram-se às seguintes análises para avaliação dos diversos parâmetros:

- Enxofre total e carbono total;
- Análises Multi-elementares de metais/metaloídes prejudiciais ao meio ambiente e saúde humana (digestão com água-régia);
- Balanços ácido-base.

Na Figura abaixo apresenta-se a localização das amostras onde foram realizadas as análises da concessão do “Romano”, tendo ocorrido uma amostragem em diversas profundidades distribuídas por 4 sondagens.

De seguida serão explanadas, os resultados analíticos obtidos, assim como as inferências desses ensaios, destacando a pertinência dos mesmos para a melhor gestão de forma sustentável na Mina do “Romano” do estéril. As análises em questão abaixo explicitas foram realizadas nos laboratórios creditados da AGQ LABs no departamento de Mining & Bioenergy sediado em Sevilha, Espanha. Salienta-se que em anexo ao PGR, seguirá o/s documento/s que acompanham as análises realizadas.

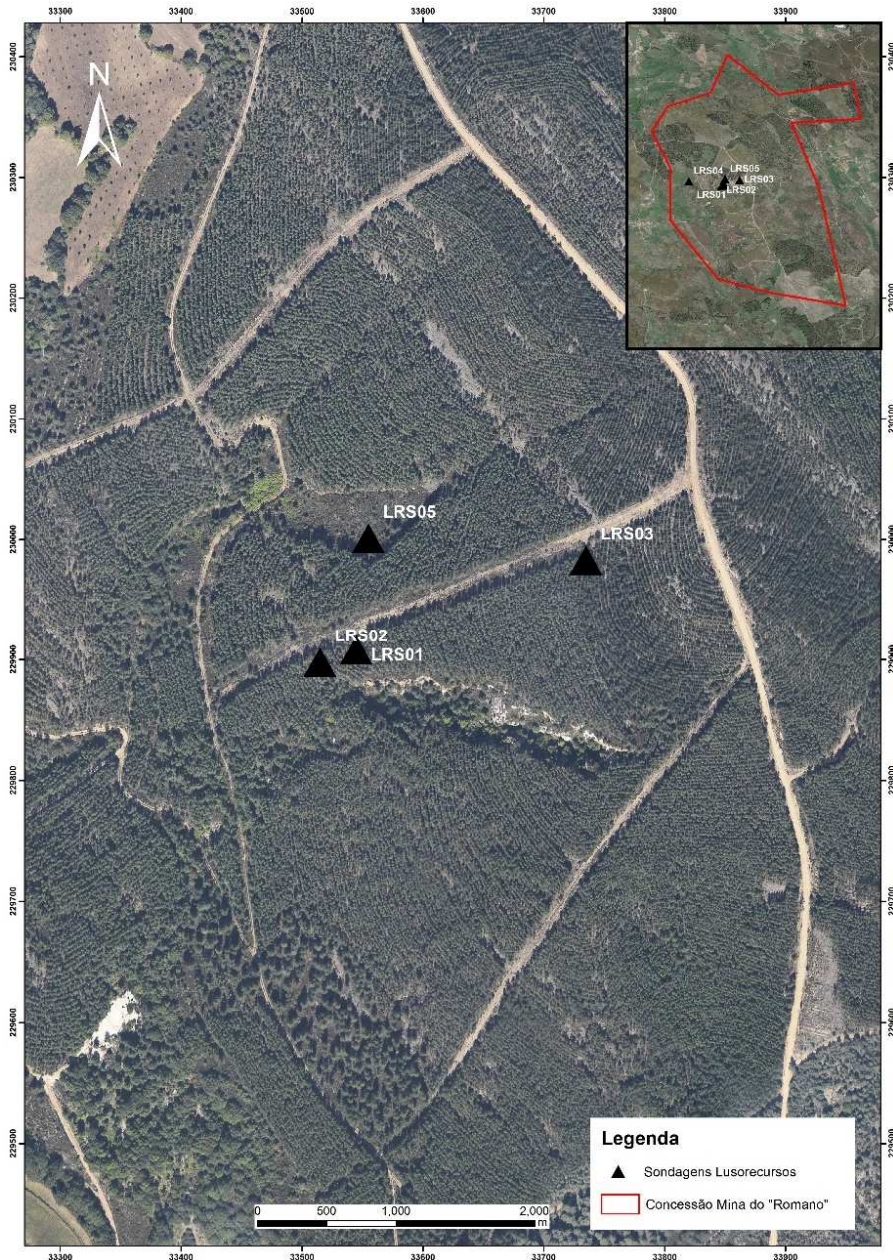


Figura 6-Mapa da localização das amostras provenientes das sondagens

3.3.3.4 Enxofre e Carbono Total

O teor de enxofre das amostras variou de <0,01 % a 0,12 %, considerado assim, os resultados muito baixos, destaca-se ainda que apenas na amostra LRS02_Cx26 foi possível mensurar o valor, visto que todas as restantes indicam valores inferiores ao limite de deteção analítico. No mesmo sentido, o carbono total (TIC) medido foi de <0,01 %, ou seja, inferior ao limite de deteção analítico. Com base nestes resultados, as amostras são indicadas como tendo capacidades muito baixas para gerar e neutralizar o ácido. No entanto, testes adicionais são necessários para determinar qual proporção de

enxofre está presente como sulfeto (capaz de produzir ácido em resposta à oxidação) e se o carbono está presente como minerais de carbonato (para neutralizar o ácido).

3.3.3.5 Geoquímica de elementos

Das 12 amostras analisadas (6 micaxistos e 6 pegmatitos de diversas profundidades mineralizados e não mineralizados), os resultados indicam que as amostras tiveram um número pouco relevante de enriquecimentos, com os níveis de enriquecimento nos metais ou metaloides, pouco significativos, quando comparados com os valores de referência da APA para o solo, que constam na Tabela C. A comparação dos resultados multi-elementares, foi aplicada para solos pouco profundos, realidade do local de amostragem, enquadrando-se nos critérios da Tabela C do Guia Técnico da APA. Para tal, e tendo em consideração o rigor pretendido pela Lusorecursos, considerou-se os valores de referência criteriosamente apertados, ou seja, a Tabela C do Guia Técnico da APA, para solos pouco profundos, com utilização de água subterrânea e para uso agrícola.

No entanto, ao avaliar as concentrações médias de metais/metaloides de todas as amostras apresentadas no quadro acima, apenas o arsénio e o cobalto excedem os valores de referência, sendo que o valor excedente para o cobalto é de 23,8 mg/kg enquanto o valor de referência é de 22,0 mg/kg. No caso do arsénio constam 3 valores anómalos referentes a amostras pegmatíticas, sendo que dois destes valores não se distanciam significativamente do valor de referência (LRS02_Cx26: 15 mg/kg e LRS03_Cx6: 12,4 mg/kg, sendo o valor de referência 11 mg/kg. Por outro lado, a amostra LRS05_Cx61, apresenta um valor analisado de 61,3 mg/kg de arsénio, cerca de 5,5 vezes mais do que o valor de referência. Esta discrepância poderá estar relacionada com a mineralogia das rochas pegmatíticas, que possuem na sua constituição mineralógica, ainda que insignificante, minerais que incorporem este elemento.

A comparação das concentrações de metal/metalóide do estéril com os dados de referência do solo e com a base de dados das análises laboratoriais das sondagens, indica que as concentrações na rocha estéril analisada neste estudo são inferiores aos valores de referência presentes na Tabela C do Guia Técnico da APA. Assim sendo, ainda que o espectro quantitativo amostral seja reduzido, em geral, as concentrações na rocha encaixante do minério (micaxistos), podem ser consideradas rochas estéreis/inertes para o meio ambiente, quanto à sua concentração nos elementos dos metais/metaloides, considerados danosos ao meio ambiente e saúde humana. No que respeita ao minério (rochas aplitepegmatíticas), as suas concentrações, podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados (LCT) e quaisquer potenciais problemas podem ser geridos com controlos de engenharia apropriados definidos como medidas de minimização dos impactes.

Quadro 15 - Concentração de elementos metais/metaloídes comparativamente aos valores de referência enquadrados na Tabela C do Guia Técnico da APA

Contaminantes	Tabela C - Número CE	Tabela C - CAS	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	(mg/kg de massa seca)												
				AMRP05	AMRP42	AMRP59	AMRP70	AMRP87	AMRP105	AMRP85	LRS02_Cx10	LRS03_Cx24	LRS05_Cx61	LRS02_Cx26	LRS03_Cx6	
Metais e outros elementos químicos																
antimónio	231-146-5	7440-36-0	7,5	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
arsénio	231-178-6	7440-38-2	11,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	61,3	15	12,4
bário	231-149-1	7440-39-3	390,0	5,65	6,09	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	130	8,94	17,5	98,8	69,3	48,7
berílio	231-150-7	7440-41-7	(5) 4	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
boro (total)	231-151-2	7440-42-8	120,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
cádmio	231-152-8	7440-43-9	1,0	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
chumbo	231-100-4	7439-92-1	45,0	< 5	< 5	< 5	< 5	8,37	< 5	5,43	8,94	12,2	8,17	9,37	7,73	
cobalto	231-158-0	7440-48-4	22,0	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	9,95	23,8	10,5	19,6	21,5	21,6	
cobre	231-159-6	7440-50-8	(180) 140	18,8	6,09	24,5	11,8	7,33	< 5	21,7	8,94	19,2	25,3	30,9	19,3	
crómio (total)	231-157-5	7440-47-3	160,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	48,8	40,7	29,7	57,2	42,1	55,6	
mercúrio	231-106-7	7439-97-6	(1,8) 0,25	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
molibdénio	231-107-2	7439-98-7	6,9	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
níquel	231-111-4	7440-02-0	(130) 100	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	22,6	59,6	9,61	46,6	51,5	41	
prata	231-131-3	7440-22-4	(25) 20	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
selénio	231-957-4	7782-49-2	2,4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
tálio	231-138-1	7440-28-0	1,0	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
urânio	231-170-6	7440-61-1	23,0	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
vanádio	231-171-1	7440-62-2	86	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	48,8	33,8	22,7	55,5	36,5	41,7	
zinco	231-175-3	7440-66-6	340	< 100	< 100	< 100	138	< 100	165	< 100	161	129	139	134	109	
Lítio	-	-	-	206	8,11	182	69,6	17,8	205	65,1	180	97	1112	895	300	
Volfrâmio	-	-	-	< 5	< 5	41,1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
Estanho	-	-	-	14,1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	13,1	< 10	< 10	< 10	

Legenda:

LQ - Limite de quantificação do método

Foi utilizada como referência a Tabela C do Guia técnico da APA aplicada a locais com solos pouco profundos

n.d. - Não determinado

() Os valores entre parêntesis referem-se a solos com textura média a fina. Os valores para solos de textura grosseira encontram-se sem parêntesis. Quando não existem valores entre parêntesis, os valores são aplicáveis aos dois tipos de textura de solos.

VR - Valor de referência

Notas de preenchimento:

Preencher, conforme aplicável, a coluna referente aos VR, VOR, VEI ou VFN, e eliminar as restantes.

Inserir tantas colunas quantas as amostras de solo recolhidas, organizadas por ponto de amostragem e por data de amostragem.

Eliminar linhas correspondentes aos contaminantes não analisados e inserir linhas para contaminantes analisados e não constantes na matriz.

⁽¹⁾ Fonte [indicar a fonte (incluindo, p.e., a tabela selecionada, o uso do solo, a sua textura e a utilização, ou não, de água subterrânea, se aplicáveis)]:

LQ < VA ≤ VR

VA ≤ LQ

VA > VR

VA
VA
VA

É de realçar que a grande maioria das amostras registou concentrações inferiores aos limites de deteção; no entanto, o limite de deteção encontra-se abaixo das concentrações. No caso em que os valores do limite de deteção são superiores aos valores de referência da Tabela C para solos pouco profundos, os verdadeiros níveis de enriquecimento desses metais não podem ser avaliados com precisão.

Os níveis de enriquecimento foram avaliados consoante a litologia e oxidação para determinar a existência de alguma tendência. No geral, as amostras de pegmatito registaram níveis de enriquecimento total ligeiramente mais altos, embora isso possa ser em parte devido às altas concentrações de lítio nessas amostras, distorcendo a média geral. Não houve tendências óbvias entre os níveis de enriquecimento e depósito ou oxidação. Em geral, as concentrações elementares podem ser consideradas típicas de depósitos pegmatíticos mineralizados em lítio, que são características desta área.

3.3.3.6 Balanço Ácido-Base

Foram realizados em 12 amostras os ensaios para o balanço ácido-base, para permitir uma avaliação mais detalhada em amostras de diversas profundidades e litologias presentes, abrangendo desde as amostras mais superficiais até às mais profundas, obtidas em sondagens carotadas. O método do ensaio para obtenção do potencial de neutralização (NP), quociente/razão do potencial de neutralização (NNP), potencial de acidez (AP) e potencial de neutralização líquido/efetivo (NNP), estão de acordo com a norma EN 15875:2011, enquanto os testes de lixiviados foram realizados de acordo com a norma EN12457:2002.

Abaixo, apresenta-se o quadro abaixo com os resultados das análises, que incluem o teor de enxofre e teor do sulfato determinados pela digestão com ácido clorídrico. Com base nas concentrações totais de enxofre e sulfato, o teor de sulfureto pode ser estimado pela diferença, de acordo com a norma EN 15875:2011, de ensaios estáticos. Desta forma, os resultados indicam que o enxofre está presente principalmente como sulfato variando de insignificante a 0,12%-0,16% apenas mensurado em duas amostras pegmatíticas, visto que nas restantes o valor amostrado é inferior ao limite de deteção da metodologia adotada. Salienta-se que, de forma a calcular e apresentar alguns dos resultados, mantendo os valores originais, determinando-se que nos parâmetros de pertinência para cálculo, utilizar-se metade do valor do limite de deteção analítico.

O potencial ácido (AP) foi calculado a partir do conteúdo dos sulfuretos, sendo que uma vez mais, o valor é inferior ao limite de deteção, ou seja $<3,125 \text{ kg CaCO}_3/\text{ton}$.

O NP das amostras foi determinado com estimativas do teor de carbonato (CaCO_3). Ambos os resultados, comprovam e devem ser utilizados como verificação um do outro e ainda para identificar a contribuição do Potencial de neutralização de carbonatos e outros minerais não carbonatados. As amostras registaram valores de NP muito baixos a baixos de 1,42 a 10,3 kg CaCO_3 /ton, no qual a última amostra (LRS03_Cx6), remete para o valor do limite de deteção analítico. Adicionalmente, a maioria das amostras mostrou-se desprovida de carbono inorgânico total (TIC), indicando um conteúdo insignificante de carbonato, comprovado uma vez mais pela amostra analisada não indicar valores superiores aos dos limites de deteção analítica.

Como tal, os baixos níveis de NP (Potencial de Neutralização) são derivados principalmente de minerais não carbonatados, que podem ser menos reativos e estar apenas disponíveis para neutralizar o ácido sob condições de pH baixo. Considerou-se uma correção ao valor da amostra LRS03_Cx6, para metade do valor do limite de deteção analítica.

Com base nos resultados de AP (Potencial de Acidez) e NP (Potencial de Neutralização) as amostras registaram valores de NP líquido (efetivo) (NNP) de -1,4375 a 8,7375 kg CaCO_3 /ton, com apenas 3 amostras a registar valores negativos de NNP, no entanto, esses valores encontram-se muito próximos de zero. A razão do Potencial de Neutralização (NPR – Razão Potencial de Neutralização) varia de 0,08 a 6,59, com 3 das amostras a registar uma razão inferior a 1, o que está de acordo com os resultados de NNP.

Numa primeira análise e tendo em conta que, segundo os critérios ABA (“Acid-Base Accounting”) para identificação do potencial de geração de acidez, é indicativo que:

- Valores de NNP menores do que - 20 irão formar ácido;
- Valores de NNP acima do que + 20 não irão formar ácido;
- Valores de NNP entre -20 e + 20 é difícil de verificar o potencial.

Assim, das amostras analisadas, os valores de NNP encontram-se bastante distantes do valor -20 de NNP, o que indica que as amostras não são suscetíveis de formar ácido.

Quadro 16- Resultados do Balanço Ácido-Base das amostras da concessão da Mina do “Romano”

Refª Amostra	Profundidade (m)	Litologia	Meteorização	Refª Sondagem	Cor.Este	Cor. N	%Li ₂ O	Espécies de sulfuretos			P (Potencial de neutralização) analisado	P (Potencial de Neutralização) metade do valor do limite de detecção	Espécies de Carbono			Cálculos					AG (Geração Ácido Líquido)			Classificação
								S (%)	S- SO ₄ (%)	Sulfuretos S (%)			Carbono inorgânico	Carbono Orgânico	TIC (Total Inorgânico Carbon)	AP (Potencial de Acidez) analisado	AP (Potencial de Acidez) metade do valor do limite de detecção	NPR (Razão Potencial de Neutralização)	NNP (Potencial Neutralização líquido)	NAG (7,0)	NAG (4.5)	NAG pH		
																							kg CaCO ₃ /ton	
AMRP05	38,15 - 39,15	Pegmatito mineralizado	Oxidado	LRS01	33 544,73	229 908,33	0,62	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2	2	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	1,28	0,4375	7,66	< 0,25	5,26	NAF	
AMRP42	48,00 - 48,30	Pegmatito ã/mineralizado	Oxidado	LRS02	33 514,73	229 898,33	0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,1	4,73	4,73	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	3,0272	3,1675	8,43	< 0,25	5,22	NAF	
AMRP59	85,20 - 85,60	Pegmatito mineralizado	Fresco	LRS02	33 514,73	229 898,33	1,83	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,71	1,71	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	1,0944	0,1475	< 0,25	< 0,25	7,31	NAF	
AMRP70	115,20 - 116,20	Pegmatito mineralizado	Fresco	LRS03	33 734,72	229 983,33	1,34	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10,3	10,3	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	6,592	8,7375	1,77	< 0,25	6,57	NAF	
AMRP87	150,10 - 150,50	Pegmatito ã/mineralizado	Fresco	LRS05	33 554,53	230 001,38	0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,42	1,42	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	0,9088	-0,1425	4,53	< 0,25	5,9	UC	
AMRP105	204,30 - 204,60	Pegmatito mineralizado	Fresco	LRS05	33 554,53	230 001,38	1,82	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,71	1,71	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	1,0944	0,1475	< 0,25	< 0,25	7,29	NAF	
AMRP85	102,20 - 102,60	Micaxisto	Fresco	LRS05	33 554,53	230 001,38	0,02	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,66	2,66	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	1,7024	1,0975	1,97	< 0,25	6,53	NAF	
LRS02_Cx10	36,50 - 37,00	Micaxisto	Oxidado	LRS02	33 514,73	229 898,33	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,46	1,46	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	0,9344	-0,1025	8,26	< 0,25	5,04	NAF	
LRS03_Cx24	92,50 - 92,80	Micaxisto	Fresco	LRS03	33 734,72	229 983,33	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	4,23	4,23	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	2,7072	2,6675	5,28	< 0,25	5,55	NAF	
LRS05_Cx61	247,00 - 247,30	Micaxisto	Fresco	LRS05	33 554,53	230 001,38	-	< 0,1	0,12	< 0,1	3,52	3,52	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	2,2528	1,9575	6,89	< 0,25	5,63	NAF	
LRS02_Cx26	106,00 - 106,40	Micaxisto	Fresco	LRS02	33 514,73	229 898,33	-	0,12	0,16	< 0,1	1,74	1,74	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	1,1136	0,1775	9,57	< 0,25	5,01	NAF	
LRS03_Cx6	21,80 - 22,30	Micaxisto	Oxidado	LRS03	33 734,72	229 983,33	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,25	0,125	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 3,125	1,5625	0,08	-1,4375	5,76	< 0,25	5,33	UC	

3.3.3.7 Geração de Ácido Efetiva

O teste de geração de ácido efetiva (NAG) auxilia na interpretação das classificações de potencial de formação de ácido. Também identifica se os sulfuretos e os minerais neutralizantes contidos na amostra estão prontamente disponíveis para produzir ou consumir ácido.

Os resultados do teste NAG (Geração de Ácido Líquido/Efetivo) são apresentados no Quadro acima e indicam que, em condições oxidantes extremas, as amostras produziram entre 1,77 e 9,57 kg de H_2SO_4 /ton (ou seja, entre 1,77 e 9,57 kg de ácido sulfúrico por tonelada de rocha residual totalmente oxidada), com o pH final das soluções NAG variando de pH 5,01 a 7,31. Sendo que, 2 amostras apresentam resultados analíticos não detetados pela análise ter sido inferior ao limite de detecção analítico de 0,25 kg de H_2SO_4 /ton.

3.3.3.8 Potencial de Geração de Ácido

O potencial de geração de ácido das amostras foi determinado com base no NNP e nos testes NAG (pH). Como demonstrado pela figura abaixo, 10 das amostras foram classificadas como NAF (Não Geradoras de Ácido), uma vez que apresentaram valores positivos de NNP e valores de pH NAG superiores a 4,5, com 2 amostras a serem classificadas como tendo um potencial de geração de ácido incerto (UC) por apresentarem resultados discordantes, com valores negativos de NNP e valores de pH NAG superiores a 4,5 (isto é, valores de NNP negativos que indicam geração de ácido em excesso, mas com valores de pH NAG não ácidos). No entanto, refere-se que a representação e disposição das amostras encontra-se muito perto ao limite dos campos que distingue as NAF e as UC. A Figura seguinte mostra as classificações do potencial de geração de ácido de acordo com este método.

De notar que as amostras que se encontram próximos dos limites que distinguem os campos de NAG e UC, registaram valores de AP sempre inferiores a 3,125 (inferior ao limite de detecção analítico) kg $CaCO_3$ /ton, um valor de NP baixos (derivado de não carbonatos) e um pH de NAG de média de 5,88. Como todas as amostras demonstram estar desprovidas de enxofre ou contém quantidades residuais irrisórias, consideram-se na verdade inertes, sem potencial para gerar ou neutralizar ácido e por isso mesmo, classificados no Quadro acima com Não Geradoras de Ácido, pois os testes concluídos até o momento indicam não existir potencial para geração de ácido.

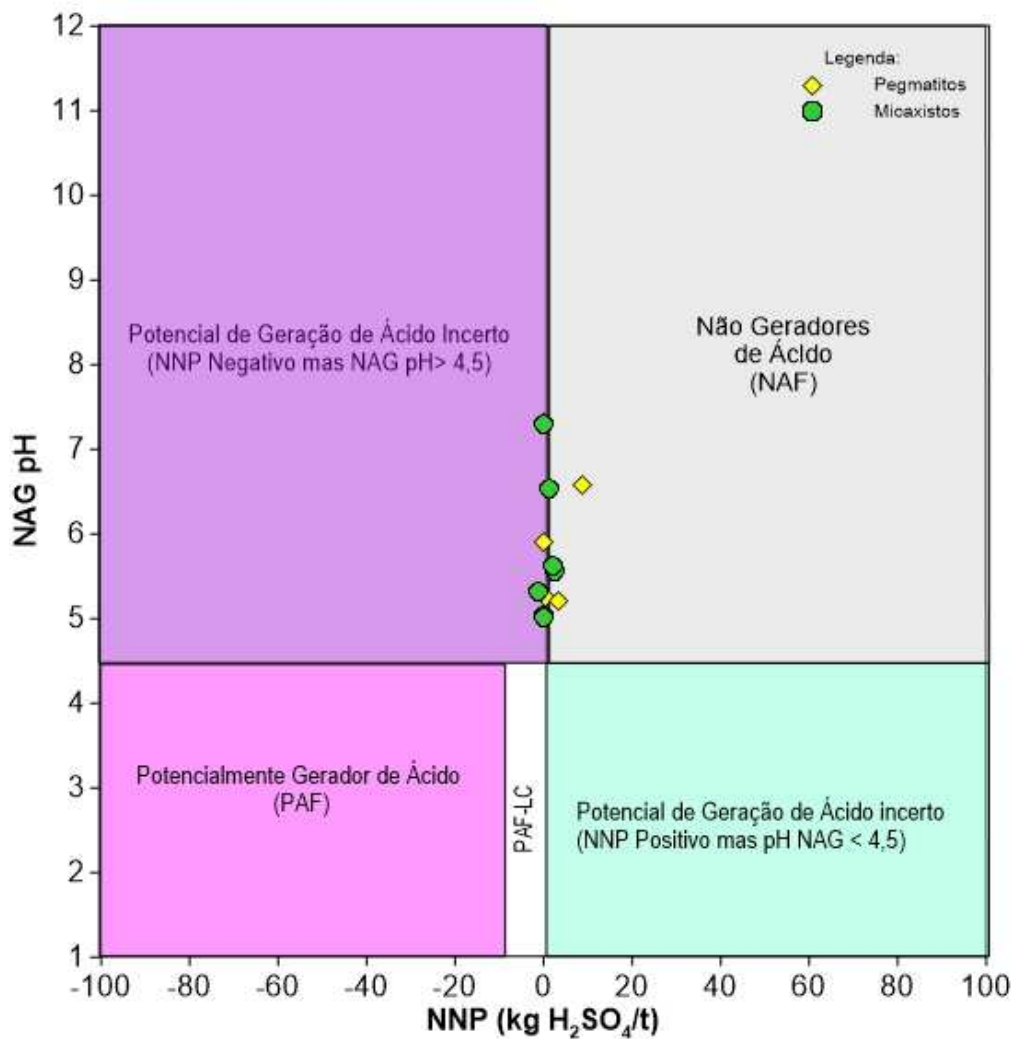


Figura 7- Potencial de Geração de Ácido, dispondo as amostras das diferentes litologias apresentadas.

Não existe um procedimento formal para classificar o potencial de geração de ácido ao abrigo da norma EN 15875:2011, no entanto, o Artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE estabelece a definição de resíduo inerte, com a aplicação da alínea f), do nº 1, do artigo 22º da Diretiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à gestão de resíduos da indústria extrativa, sendo os resíduos considerados inertes sempre que tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de 0,1% ou tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de 1% e cumulativamente tenham um NPR maior que 3. Este critério também está previsto no Decreto-Lei 10/2010, Anexo I, (1) (b). Assim sendo, todas as amostras cumprem os critérios de balanço ácido-base para resíduos inertes. No entanto, é observado que o teor de sulfureto das 12 amostras é de inferior ao limite de deteção analítico, ou seja <0,1, o que atende aos requisitos da Decisão da Comissão 2009/359/EC para resíduos inertes.

3.3.3.9 Lixiviados

Os testes de comportamento lixiviante foram conduzidos em 12 amostras (6 amostras pegmatito e 6 amostras de micaxisto), segundo a norma EN12457:2002 no laboratório AGQ Labs. Os resultados dos ensaios de lixiviados foram comparados a uma gama de valores de referência de qualidade da água para permitir a avaliação inicial da química da água lixiviada proveniente das amostras de rocha.

Os valores de referência são apresentados e descritos abaixo. Os quadros 7 e 8 apresentam um resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes de referência da água.

Os valores de referência apresentados para a qualidade da água, não é intrínseco que o projeto tenha de considerar estes níveis de referência dos quadros abaixo, no entanto, são valores pertinentes, inclusive para as normas europeias de água potável.

Diretrizes de descarga e de água superficial

Os resultados dos ensaios de lixiviados analisados foram comparados com as diretrizes da IFC (“International Finance Corporation”) para efluentes da indústria extrativa, com os valores-limite portugueses de emissão para descarga de águas residuais e com as diretrizes europeias de águas superficiais. Uma série de diretrizes foi adotada para permitir a avaliação de uma gama mais ampla de parâmetros em análise, nomeadamente a concentração dos metais/metaloídes nos lixiviados produzidos a partir das rochas presentes na concessão da Mina do “Romano”.

Os resultados da comparação indicam que nas gamas de pH próximas de neutro de 7,04 a 9,04 (que provavelmente se esperaria que se originasse da rocha estéril, tendo por base o balanço ácido-base), o lixiviado apresentou em geral de boa qualidade, atendendo às diretrizes de referência. Das análises realizadas e em comparação com as diretrizes de descarga e de água superficial não existem quaisquer valores anómalos superiores aos valores de referência a relatar perante os resultados obtidos nos lixiviados.

Diretrizes da UE para água potável

Para uma melhor análise dos dados das concentrações dos metais/metaloídes obtidos através dos lixiviados produzidos, foram ainda comparadas as suas concentrações em mg/L de modo a ter um termo de avaliação complementar e rigoroso. Desta forma, utilizou-se as diretrizes de água potável da União Europeia, complementadas com as diretrizes da OMS (Organização Mundial de Saúde) para o elemento bário. Os valores analisados e os valores referência encontram-se no quadro 8, estando representados os valores a vermelho, quais os valores que superam os valores de referência segundo as diretrizes de água potável da União Europeia

Em geral, os resultados indicam que sob condições naturais de pH e gamas de pH cerca do neutro de 7,04 a 9,04 (que provavelmente se esperaria que se originasse da rocha estéril, tendo por base o balanço ácido-base), o lixiviado apresentou em geral de uma qualidade boa, mas a maioria das amostras

não atenderia aos padrões de água potável, sendo que apenas 3 amostras atenderiam a esses propósitos para efeitos de água potável. Os valores superiores aos de referência, considerados assim, anómalos e assinalados a vermelho, estão endereçados ao arsénio e alumínio somente. Dos 4 valores de arsénio amostrados, superiores aos valores de referência, 2 são comparáveis com o valor de referência de 0,010 mg/L, sendo que se afastam ligeiramente à 3ª casa decimal, respetivamente 0,012 mg/L na amostra AMRP59 (pegmatito) e 0,015 mg/L na amostra LRS03_Cx24. Por outro lado, as outras duas amostras anómalas, separam-se distintivamente em cerca de 4,5 e 7,5 vezes o valor de referência, mais concretamente, 0,076 mg/L na amostra LRS05_Cx61 e 0,045 mg/L na amostra LRS02_Cx26.

Relativamente aos níveis de concentração de alumínio, na grande maioria das amostras, estes superam os valores de referência das diretrizes da norma europeia de água potável. No entanto salienta-se que, como anteriormente referido, os valores de referência apresentados para a qualidade da água, não implicam que o projeto tenha de considerar estes níveis de referência para as normas europeias de água potável, mesmo assim, foram considerados.

Quadro 17- Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes portuguesas de descarga e com as diretrizes da UE para águas superficiais

Parâmetro	Unidades	Diretriz PT	Diretriz EU	AMRP05	AMRP42	AMRP59	AMRP70	AMRP87	AMRP105	AMRP85	LRS02_Cx10	LRS03_Cx24	LRS05_Cx61	LRS02_Cx26	LRS03_Cx6
Cloretos	mg/L	NR	NR	19,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11,1	< 10	< 10
Fluoretos	mg/L	NR	NR	1,02	0,88	< 0,2	0,9	0,51	0,24	0,28	0,26	0,66	1,26	0,68	< 0,2
Sulfatos	mg/L	NR	NR	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	21,1	< 20
Alumínio	mg/L	10	NR	0,119	0,405	0,736	0,425	0,497	0,487	0,298	0,033	0,142	0,364	0,679	< 0,025
Antimónio	mg/L	NR	NR	< 0,0050	0,0007	0,001	0,0007	0,0007	0,0009	0,0006	0,002	0,002	0,002	0,002	< 0,005
Arsénio	mg/L	1	NR	0,00296	0,00533	0,012	0,00748	0,0095	0,00610	0,00680	< 0,00250	0,01540	0,07570	0,04510	< 0,00250
Bário	mg/L	NR	NR	< 0,005	0,054	0,025	< 0,005	0,018	0,012	0,035	0,027	< 0,005	0,008	0,029	0,017
Berílio	mg/L	NR	NR	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cádmio	mg/L	0,2	0,00045	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cobalto	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Cobre	mg/L	1	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Crómio	mg/L	2	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estanho	mg/L	NR	NR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Estrôncio	mg/L	NR	NR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro	mg/L	2	NR	< 0,0500	0,0580	0,0532	< 0,0500	< 0,0500	0,0962	0,0565	< 0,0500	0,0660	0,1580	0,0559	< 0,0500
Lítio	mg/L	NR	NR	0,55700	0,00265	3,3200	0,85900	0,03670	3,6170	0,10300	0,03230	0,02680	1,0400	0,75100	0,03080
Manganês	mg/L	2	NR	< 0,0025	< 0,0025	0,0107	< 0,0025	< 0,0025	0,0213	< 0,0025	0,0033	< 0,0025	0,00574	< 0,0025	< 0,0025
Mercurio	mg/L	0,05	0,00007	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Molibdénio	mg/L	NR	NR	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,00054	0,00087	< 0,0005	0,00193	< 0,0005
Níquel	mg/L	2	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo	mg/L	1	0,0072	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Selénio	mg/L	NR	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tálio	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Titânio	mg/L	NR	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,00653	< 0,005	< 0,005
Vanádio	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	0,00613	< 0,0025	0,00366	0,0204	0,00711	< 0,0025
Zinco	mg/L	NR	NR	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Carbono Orgânico	mg/L	NR	NR	2,79	1,94	1,65	1,84	3,1	2,87	2,48	1,64	1,7	1,4	2,21	9,17
Condutividade Eléctrica	µS/cm a 25 °C	NR	NR	71,7	< 70	< 70	70,3	< 70	72,3	73,6	< 70	< 70	71,7	81,5	< 70
pH	NR	NR	NR	7,83	7,81	8,12	8,76	8,42	8,12	9,04	7,22	7,57	8,69	8,03	7,04

NR- Não reportado

Os valores a vermelho indicam a excedência das diretrizes portuguesas de descarga.

Quadro 18- Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes IFC para a descarga mineiras e com as diretrizes da UE para água potável

Parâmetro	Unidades	IFC	EU água potável	AMRP05	AMRP42	AMRP59	AMRP70	AMRP87	AMRP105	AMRP85	LRS02_Cx10	LRS03_Cx24	LRS05_Cx61	LRS02_Cx26	LRS03_Cx6
Cloretos	mg/L	NR	NR	19,2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11,1	< 10	< 10
Fluoretos	mg/L	NR	NR	1,02	0,88	< 0,2	0,9	0,51	0,24	0,28	0,26	0,66	1,26	0,68	< 0,2
Sulfatos	mg/L	NR	NR	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	21,1	< 20
Alumínio	mg/L	NR	0,2	0,119	0,405	0,736	0,425	0,497	0,487	0,298	0,033	0,142	0,364	0,679	< 0,025
Antimônio	mg/L	NR	0,005	< 0,0050	0,0007	0,001	0,0007	0,0007	0,0009	0,0006	0,002	0,002	0,002	0,002	< 0,005
Arsênio	mg/L	0,1	0,01	0,00296	0,00533	0,012	0,00748	0,0095	0,00610	0,00680	< 0,00250	0,01540	0,07570	0,04510	< 0,00250
Bário	mg/L	NR	0,7	< 0,005	0,054	0,025	< 0,005	0,018	0,012	0,035	0,027	< 0,005	0,008	0,029	0,017
Berílio	mg/L	NR	NR	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cádmio	mg/L	0,05	0,005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cobalto	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Cobre	mg/L	0,3	2	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Crômio	mg/L	2	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estanho	mg/L	NR	NR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Estrôncio	mg/L	NR	NR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro	mg/L	2	0,2	< 0,0500	0,0580	0,0532	< 0,0500	< 0,0500	0,0962	0,0565	< 0,0500	0,0660	0,1580	0,0559	< 0,0500
Lítio	mg/L	NR	NR	0,55700	0,00265	3,3200	0,85900	0,03670	3,6170	0,10300	0,03230	0,02680	1,0400	0,75100	0,03080
Manganês	mg/L	NR	0,05	< 0,0025	< 0,0025	0,0107	< 0,0025	< 0,0025	0,0213	< 0,0025	0,0033	< 0,0025	0,00574	< 0,0025	< 0,0025
Mercurio	mg/L	0,002	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Molibdênio	mg/L	NR	NR	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,00054	0,00087	< 0,0005	0,00193	< 0,0005
Níquel	mg/L	0,5	0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo	mg/L	0,2	0,01	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Selênio	mg/L	NR	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tálio	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Titânio	mg/L	NR	NR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,00653	< 0,005	< 0,005
Vanádio	mg/L	NR	NR	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	0,00613	< 0,0025	0,00366	0,0204	0,00711	< 0,0025
Zinco	mg/L	0,5	NR	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Carbono Orgânico	mg/L	NR	NR	2,79	1,94	1,65	1,84	3,1	2,87	2,48	1,64	1,7	1,4	2,21	9,17
Condutividade Elétrica	µS/cm a 25 °C	NR	2500	71,7	< 70	< 70	70,3	< 70	72,3	73,6	< 70	< 70	71,7	81,5	< 70
pH	-	NR	NR	7,83	7,81	8,12	8,76	8,42	8,12	9,04	7,22	7,57	8,69	8,03	7,04

NR- Não reportado

Sem excedências das referências IFC.

Os valores a vermelho indicam a excedência das diretrizes da EU para água potável.

3.3.3.10. Conclusões

A rocha estéril/inerte (micaxistos) será colocada em escombreyras de armazenamento de estéril, sendo apresentadas duas escombreyras como alternativas no projeto, onde somente será efetivamente acomodado material inerte numa destas, a definir em projeto de execução.

A escombreyra será disposta faseadamente, estando os detalhes encarregues numa fase pormenorizada, no projeto de execução, mesmo assim, realça-se que irá ser cumprido todos os procedimentos operacionais padrão e de “boas práticas” para a deposição dos estéreis. Não obstante, como medidas a implementar, como requisitos fundamentais serão incorporadas redes de drenagem de águas direcionadas para tratamento de águas e ainda bacias de decantação de sedimentos, evitando a perda dos mesmos, realizando manutenção e controlo dessas infraestruturas. As águas depois de tratadas, poderão ser reutilizadas para água do processo de transformação do minério.

No entanto, os resultados dos ensaios realizados indicam que as concentrações de metais/metaloídes registadas nas amostras de estéril não parecem ser facilmente móveis, não se esperando que lixiviem da rocha, em concentrações acima dos critérios de qualidade de água de referência. Numa fase de projeto de execução, um maior espetro quantitativo de análises geoquímicas deve ser realizado, para confirmar os resultados atuais, facilitando o faseamento, modelação e desenvolvimento da escombreyra.

Refere-se que, as amostras testadas indicam que o risco de gerar volumes significativos de ácido é baixo ou nulo, não tendo sido identificado qualquer material com capacidade significativa de neutralização de ácido, que poderia fornecer alcalinidade e neutralizar quaisquer volumes menores de ácido produzidos. Assim sendo, quaisquer riscos associados à deposição dos estéreis, serão em âmbito de projeto de execução pormenorizados, estando empregues aos projetos de engenharia apropriados, de modo a minimizar ao máximo quaisquer riscos.

Quanto aos lixiviados, os resultados da comparação indicam que em condições naturais de pH e para gamas de pH neutro de 7,04 a 9,04 (que provavelmente se esperaria que se originasse da rocha estéril, tendo por base o balanço ácido-base), o lixiviado apresentava em geral boa qualidade, atendendo as diretrizes de referência para descarga (ou seja, IFC, valores-limite portugueses de emissão e diretrizes para águas superficiais da UE). Tal indica que os metais/metaloídes identificados na rocha estéril não estão prontamente solúveis sob as condições de pH esperadas e assim, as concentrações de lixiviado gerados pelo estéril não apresentam qualquer problema, tendo por base os valores de referência de qualidade da água aplicados neste estudo. Em suma, das análises realizadas e em comparação com as diretrizes de descarga e de água superficial não existem quaisquer valores anómalos superiores aos valores de referência a relatar perante os resultados obtidos nos lixiviados e por isso mesmo, não acarretará problemas ao nível ambiental.

Comparativamente aos dados de referência para água potável segundo as diretrizes da União Europeia, segundo os critérios mais complexos e apertados, devido aos valores de arsénio e alumínio, a água

produzida dos lixiviados não seria potável para consumo humano. Estas águas que eventualmente sejam produzidas na escombreira serão sempre tratadas em Estação de Tratamento de Águas adequada.

3.3.4 Caracterização geotécnica do estéril

Com base em estimativas preliminares das propriedades geotécnicas dos materiais e geomecânicas, prevê-se que as propriedades geotécnicas da escombreira sejam o factor dominante no faseamento das escombreiras, a desenvolver em projeto de execução. Nessa fase de detalhe terão de ser desenvolvidos uma série de ensaios pertinentes que permitam assegurar a disposição dos materiais com segurança, a fim de garantir todas as normas.

As propriedades geomecânicas do minério, bem como da rocha encaixante (micaxistos) são parâmetros determinantes para definição da escombreira. Nesse sentido, foram realizados ensaios de RCU (Resistência à Compressão Uniaxial) segundo a norma *ASTM D2938* nas litologias alvo do futuro desmonte. As amostras localizadas a 130 m abaixo da superfície mostram algum índice de alteração, enquanto as amostras mais profundas não demonstram esse mesmo índice. A resistência à compressão uniaxial (RCU) média das amostras é de 40 MPa (com um mínimo de 14,7 MPa) e a resistência média das amostras sem índice de alteração é de 72 MPa (com um mínimo de 32,5 MPa) (Quadro abaixo). Geralmente, a resistência do micaxisto é menor que a resistência das amostras de pegmatito. Os diâmetros, profundidades e sondagens foram escolhidos aleatoriamente de acordo com a disponibilidade de amostra, não comprometendo as dimensões adequadas dos provetes à norma.

As condições de mecânica das rochas estão sob investigação até ao momento, mas assumem-se serem favoravelmente boas, com valores de $RMR > 60$ ("Rock Mass Rating"). Foram ainda calculados os valores de RQD ("Rock Quality Designation"). Este índice indica o grau de fracturação numa amostra/testemunho de sondagem/tarolo de rocha medida pela relação entre a soma de todos os tarolos de material maiores que 10 cm e o comprimento total do furo, onde RQD de 75% ou mais revela rocha de boa qualidade e menos de 50% rochas de baixa qualidade (Quadro abaixo).

Quadro 19 - Quadros de resultados RCU, Índices e classificação RQD

Índice RQD	
RQD (%)	Classificação do maciço rochoso
<25%	Muito fraco
25-50%	Fraco
50-75%	Razoável
75-90%	Bom
90-100%	Excelente

Os valores de RQD resultantes de interpretação e medição nos testemunhos das sondagens realizadas pela Lusorecursos revelam um valor médio de RQD no pegmatito, com uma média de 83 %, como tal considerado bom. Por outro lado, a rocha encaixante (micaxisto), apresenta como média 74 % de RQD, o que corresponde a um valor razoável (Quadro acima). No entanto, serão efetuadas novas investigações, com um maior espectro amostral e em maiores quantidades, para quantificar as rochas, no que concerne à competência geomecânica.

Os resultados indicam que o índice de alteração está relacionado com a parte superior do solo e não afeta as partes mais profundas da mina subterrânea. Além disso, a RCU/Resistência à Compressão Uniaxial do pegmatito, na qual ocorre a principal atividade de extração, indicia que possui boa qualidade. Além disso, o micaxisto, que é a rocha encaixante em causa, e na qual está localizada a maior parte do desenvolvimento das infraestruturas da mina, possui também uma qualidade razoável de resistência à compressão e de RQD.

Quadro 20 - Valores obtidos nas sondagens realizadas pela Lusorecursos

Sondagens	Total de comprimento (m)	Comprimento de micaxisto (m)	Comprimento de pegmatito (m)	RQD no xisto (%)	RQD no pegmatito (%)
LRS02	109,10	78,67	30,43	63	90
LRS03	133,25	89,95	44,30	67	63
LRS04	147,00	126,30	20,70	72	62
LRS05	249,00	170,30	78,70	83	96
Total	638,35	465,22	174,13	74	83

Amostra	W	Furo LRS	Profundidade (m)	Diâmetro Carote	REFERÊNCIA AMOSTRA	Resultado Resistência Compressão (RCU) (MPa)
Pegmatito	1	5	184,80	HQ	1	117,5
Pegmatito	1	5	229,00	NQ	2	71,7
Pegmatito	2	2	38,45	HQ	4	12,4
Pegmatito	2	3	129,40	HQ	6	84,2
Aplito	1	5	179,50	HQ	9	94,3
Aplito	1	5	177,60	HQ	10	52,5
Aplito	2	2	39,55	HQ	12	25,3
Aplito	2	3	122,70	HQ	13	84,8
Micaxisto	1	5	247,75	NQ	15	32,5
Micaxisto	1	5	169,60	HQ	16	50,1
Micaxisto	2	3	32,60	HQ	18	14,7
Micaxisto	2	2	35,55	HQ	19	20,4

Quadro 21 - Resultados do primeiro conjunto de amostras de compressão UCS

Referência	Amostra	W	Furo	Profundidade (m)	Diâmetro	Resultado Compressão UCS (MPa)
1	Pegmatito	1	5	184,80	HQ	117,5
2	Pegmatito	1	5	229,00	NQ	71,7
4	Pegmatito	2	2	38,45	HQ	12,4
6	Pegmatito	2	3	129,40	HQ	84,2
9	Aplito	1	5	179,50	HQ	94,3
10	Aplito	1	5	177,60	HQ	52,5
12	Aplito	2	2	39,55	HQ	25,3
13	Aplito	2	3	122,70	HQ	84,8
15	Aplito	1	5	247,75	NQ	32,5
16	Aplito	1	5	169,60	HQ	50,1
18	Aplito	2	3	32,60	HQ	14,7
19	Aplito	2	2	35,55	HQ	20,4

Quadro 22 - Resultados do segundo conjunto de amostras de compressão UCS

Referência	Amostra	W	Furo	Profundidade (m)	Diâmetro	Resultado Compressão UCS (MPa)
2	Pegmatito	1	5	229,00	NQ	115,8
3	Pegmatito	1	5	216,00	NQ	170,0
5	Pegmatito	2	2	44,50	HQ	30,6
7	Pegmatito	1	5	244,50	NQ	98,0
8	Pegmatito	2	3	130,50	HQ	125,0
10	Aplito-Pegmatito	1	5	177,60	HQ	100,5
15	Xisto	1	5	247,75	NQ	30,1
16	Xisto	1	5	169,60	HQ	33,5
17	Xisto	1	5	211,00	NQ	130,5

Triagem preliminar da Qualidade do Solo

As amostras de solos, foram colhidas entre os 0,20 m e 0,50 m de profundidade, no entanto realça-se que na concessão do “Romano”, estes solos são representados como solos pouco profundos. A figura abaixo demonstra a distribuição geoespacial da colheita das amostras perante a concessão do “Romano”.

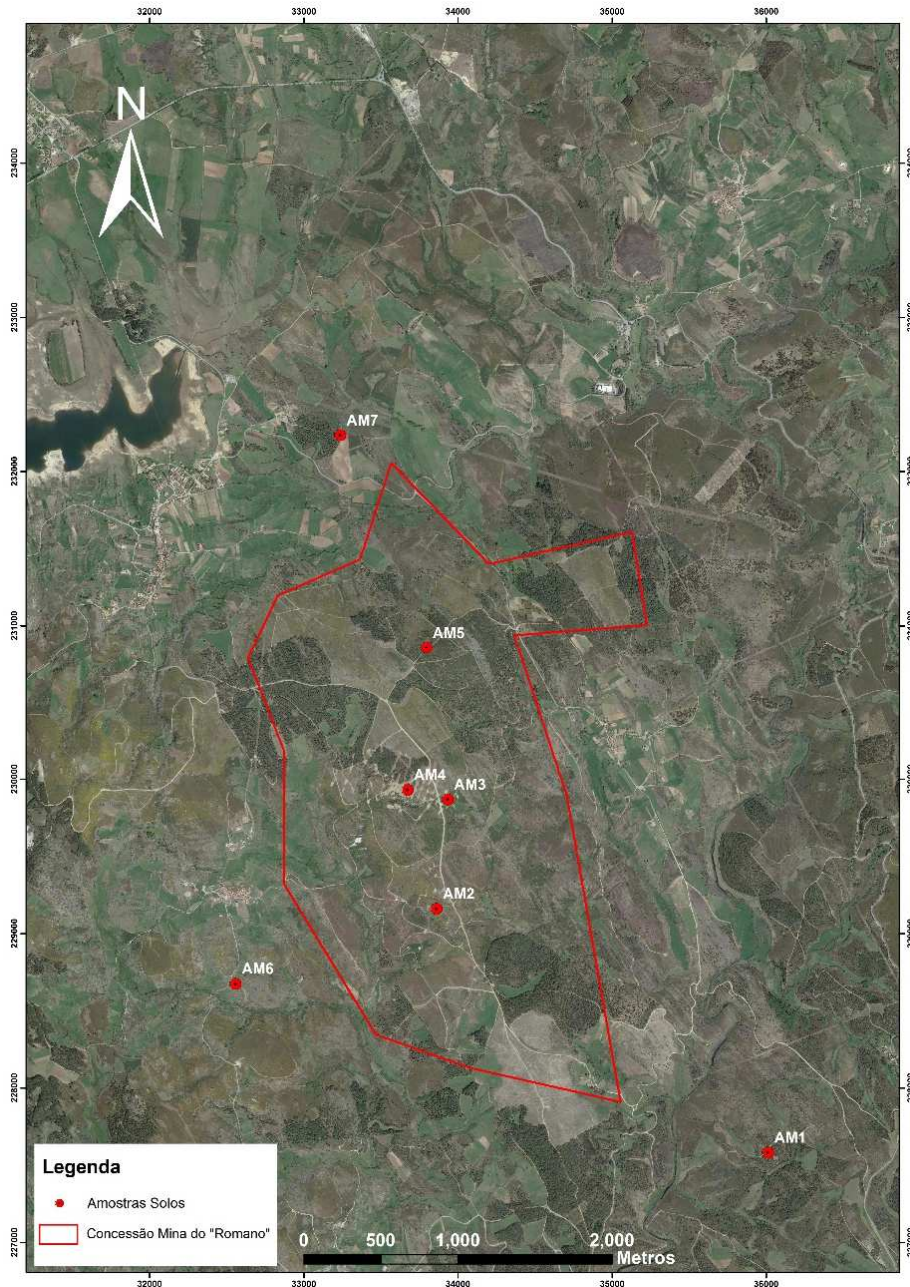


Figura 8 - Mapa de amostragem das amostras de solo superficial colhidas entre os 0,20 e 0,5m.

Assim, nesta fase de estudo prévio, foram realizadas análises com base em amostras colhidas anteriormente, de forma a fazer uma avaliação preliminar para averiguar e colocar como valores de referência dos solos na concessão anteriormente à intervenção do projeto. As análises foram realizadas com as seguintes metodologias e recorreram-se às seguintes análises para avaliação dos diversos parâmetros:

- Enxofre total e carbono total;
- Análises Multi-elementares de metais/metaloídes prejudiciais ao meio ambiente e saúde humana (digestão com água-régia);
- Balanços ácido-base.

De seguida serão explanados, os resultados analíticos obtidos, assim como as inferências desses ensaios, destacando a pertinência dos mesmos. As análises em questão abaixo foram realizadas nos laboratórios A2 Análises Químicas, Lda, com sede e laboratório em Guimarães.

Triagem preliminar da Qualidade do Solo

As amostras de solos, foram colhidas entre os 0,20 m e 0,50 m de profundidade, no entanto realça-se que na concessão do “Romano”, estes solos são representados como solos pouco profundos. A figura abaixo demonstra a distribuição geoespacial da colheita das amostras perante a concessão do “Romano”.

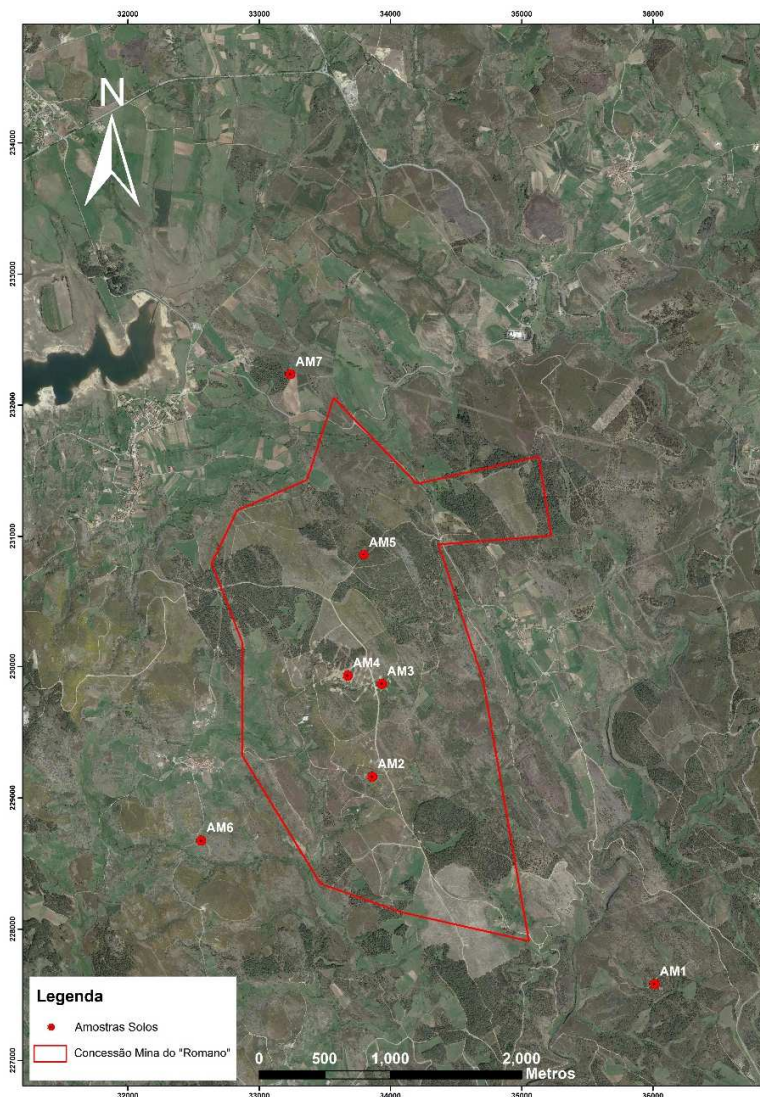


Figura 9 - Mapa de amostragem das amostras de solo superficial colhidas entre os 0,20 e 0,5m.

Assim, nesta fase de estudo prévio, foram realizadas análises com base em amostras colhidas anteriormente, de forma a fazer uma avaliação preliminar para averiguar e colocar como valores de referência dos solos na concessão anteriormente à intervenção do projeto. As análises foram realizadas com as seguintes metodologias e recorreram-se às seguintes análises para avaliação dos diversos parâmetros:

- Enxofre total e carbono total;
- Análises Multi-elementares de metais/metaloides prejudiciais ao meio ambiente e saúde humana (digestão com água-régia);
- Balanços ácido-base.

De seguida serão explanados, os resultados analíticos obtidos, assim como as inferências desses ensaios, destacando a pertinência dos mesmos. As análises em questão abaixo foram realizadas nos laboratórios A2 Análises Químicas, Lda, com sede e laboratório em Guimarães. Os testes incluíram o balanço ácido-base (humidade, enxofre total, sulfuretos e o quociente do potencial de neutralização) e ensaios do comportamento lixiviante dos metais. O método de testagem do quociente do potencial de neutralização (NNP) está de acordo com a norma EN 15875:2011, enquanto o teste de lixiviado foi realizado de acordo com a normal EN 14429:2015.

Enxofre total e carbonato

O teor de enxofre das amostras variou de <0,01 % a 0,03 %, considerado assim, os resultados muito baixos, na grande maioria abaixo do valor do limite de deteção analítico. Do quantidade ínfima de carbonato analisado, as amostras são indicadas como tendo capacidades muito baixas para gerar e neutralizar o ácido, visto que os solos contém pH baixos e o carbonato é rapidamente consumido para balancear o pH.

Concentração de Metais e outros elementos químicos

Nas amostras de solos foram consideradas 7 amostras analisadas, sendo que os resultados indicam que as amostras tiveram um número pouco relevante de enriquecimentos, com os níveis de enriquecimento nos metais ou metaloides, pouco significativos, quando comparados com os valores de referência da APA para o solo, que constam na Tabela C. A comparação dos resultados multi-elementares, foi aplicada para solos pouco profundos, realidade do local de amostragem, enquadrando-se nos critérios da Tabela C do Guia Técnico da APA.

Quadro 23 - Concentração de elementos metais/metaloídes comparativamente aos valores de referência enquadrados na Tabela C do Guia Técnico da APA para as amostras de solos

Contaminantes	Tabela C -Número CE	Tabela C -CAS	VR ⁽¹⁾	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7
			(mg/kg de massa seca)	(mg/kg de massa seca)						
Metais e outros elementos químicos										
arsénio	231-178-6	7440-38-2	11,0	30,5	10,4	47,2	16,4	12,9	3,4	8,7
berílio	231-150-7	7440-41-7	(5) 4	2,39	3,61	3,14	2,33	2,27	0,95	2,00
cádmio	231-152-8	7440-43-9	1,0	0,08	0,10	0,05	0,15	0,15	0,03	0,16
chumbo	231-100-4	7439-92-1	45,0	8,06	8,9	18,5	13,5	10,2	6,2	8,8
cobalto	231-158-0	7440-48-4	22,0	5,23	7,21	8,42	14,70	16,30	1,90	11,70
cobre	231-159-6	7440-50-8	(180) 140	46,1	40,4	46,3	60,3	59,1	9,3	42,4
crómio (total)	231-157-5	7440-47-3	160,0	30,9	31,7	36,4	46,4	43,7	4,3	28,9
mercúrio	231-106-7	7439-97-6	(1,8) 0,25	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
molibdénio	231-107-2	7439-98-7	6,9	0,08	0,50	0,62	0,30	<0,1	0,28	0,53
níquel	231-111-4	7440-02-0	(130) 100	13,3	12,2	19,8	23,9	27,3	3,6	11,2
vanádio	231-171-1	7440-62-2	86	27,7	33,1	38,9	54,6	59,2	5,6	43,9
zinco	231-175-3	7440-66-6	340	32,9	45,8	53,0	67,8	72,1	43,9	49,3

Legenda:

LQ - Limite de quantificação do método **Foi utilizada como referência a Tabela C do Guia técnico da APA aplicada a locais com solos pouco profundos**
 n.d. - Não determinado () Os valores entre parêntesis referem-se a solos com textura média a fina. Os valores para solos de textura grosseira encontram-se sem parêntesis. Quando não existem valores entre parêntesis, os valores são aplicáveis aos dois tipos de textura de solos.
 VR - Valor de referência

Notas de preenchimento:

Preencher, conforme aplicável, a coluna referente aos VR, VOR, VEI ou VFN, e eliminar as restantes.
 Inserir tantas colunas quantas as amostras de solo recolhidas, organizadas por ponto de amostragem e por data de amostragem.
 Eliminar linhas correspondentes aos contaminantes não analisados e inserir linhas para contaminantes analisados e não constantes na matriz.

⁽¹⁾ Fonte [indicar a fonte (incluindo, p.e., a tabela selecionada, o uso do solo, a sua textura e a utilização, ou não, de água subterrânea, se aplicáveis)]:

LQ < VA ≤ VR
 VA ≤ LQ
 VA > VR

VA
VA
VA

Ao avaliar as concentrações médias de metais/metaloídes de todas as amostras apresentadas no quadro acima, apenas o arsénio excede os valores de referência. No caso do arsénio constam 4 valores anómalos referentes, sendo que dois destes valores não se distanciam significativamente do valor de referência (AM4: 16,4 mg/kg e AM5: 12,9 mg/kg, sendo o valor de referência é de 11 mg/kg. Por outro lado, as amostras AM1 e AM3, apresentam valores de 40,5 e 47,2 mg/kg de arsénio respetivamente, que representa cerca de 3,7 e 4,3 vezes mais do que o valor de referência.

Balanços ácido-base

Foram realizados em 7 amostras de solos, os ensaios para o balanço ácido-base através de titulação, onde se obteve o quociente/razão do potencial de neutralização (NNP), de acordo com a norma EN 15875:2011.

O valor NP (potencial de neutralização), apresenta valores ente 1,56 e 1,59 equivalente de carbonato de cálcio.

Quadro 24 -Resultados do Balanço Ácido-Base das amostras da concessão da Mina do “Romano”

Refª Amostra	Profundidade (m)	Coordenada Este	Coordenada Norte	Peso amostras (kg)	Humidade (%)	Espécies de sulfuretos		NP (ECC kg/t)	NNP
						S (%)	Sulfuretos S (%)	Equivalente de carbonato de cálcio	
AM1	0,3	36 018	227 583	2,478	9,0	0,03	<0,03	1,56	1,00
AM2	0,4	33 866	229 161	2,155	5,0	<0,01	<0,01	6,32	>12,6
AM3	0,5	33 939	229 869	2,432	9,2	0,02	<0,02	1,64	1,9
AM4	0,2	33 678	229 932	1,805	12,2	0,03	<0,03	1,59	1,1
AM5	0,3	33 800	230 857	2,644	5,6	<0,01	<0,01	4,16	>8,3
AM6	0,4	32 562	228 677	2,672	3,8	<0,01	<0,01	6,48	>13,0
AM7	0,5	33 242	232 237	1,795	9,6	0,02	<0,02	4,04	3,6

Com base nos resultados de AP (Potencial de Acidez) e NP (Potencial de Neutralização) as amostras registaram valores de NP líquido (efetivo) (NNP) de 1 a >13.

Numa primeira análise e tendo em conta que, segundo os critérios ABA (“Acid-Base Accounting”) para identificação do potencial de geração de acidez, é indicativo que:

- Valores de NNP menores do que - 20 irão formar ácido;
- Valores de NNP acima do que + 20 não irão formar ácido;
- Valores de NNP entre -20 e + 20 é difícil de verificar o potencial.

Assim, das amostras analisadas, os valores de NNP encontram-se bastante distantes do valor -20 de NNP, o que indica que as amostras não são suscetíveis de formar ácido.

Lixiviados das amostras de solo

As amostras de solo, devido à metodologia analítica e seguindo as normas, encontram-se a ser analisadas e prontamente serão entregues, assim que finalizados. No entanto, é de prever que, em conjunto com o pH baixo dos solos, os lixiviados produzidos e dada a metodologia analítica de adição de ácido do ensaio segundo a norma, é muito provável que os solos não irão produzir lixiviados com concentração de metais contaminantes, visto que naturalmente eles já não existem nas amostras de solos. Salienta-se que em anexo ao PGR, seguirá o/s documento/s que acompanham as análises realizadas.

3.3.5 Rejeitados

Os rejeitados provenientes da lavaria só serão passíveis de análises em projeto de execução, aquando da elaboração de testes de pilotagem ao nível dos processos de transformação, visto que não se encontram disponíveis para análise nesta fase de estudo prévio. Não obstante, a informação disponível dos estudos laboratoriais dos rejeitados encontra-se no Plano de Lavra, inclusive nos processos de filtração e espessamento associados à lavaria, no qual são medidos alguns parâmetros relevantes.

3.3.6 Escombreyras

3.3.6.1 Características Gerais

A Lusorecursos em conjunto com os parceiros técnicos especializados nas diversas temáticas, decidiu em detrimento das condições do território, sociais, ambientais e do depósito mineral, a utilização de métodos que para além da redução dos resíduos provenientes da extração, contribuem para a segurança e recuperação dos trabalhos de lavra efetuados. Estes métodos apesar de mais dispendiosos, minimizam os impactes ambientais e contribuem para uma recuperação ao longo da vida útil da mina.

O estéril será transportado por dumper quando extraído da exploração a céu aberto e depositado na escombreyra a sul da mesma. O transporte reduzido realizado pela maquinaria, é também um dos fatores que contribuem para a minimização dos impactes associados à exploração. No local da escombreyra, buldózeres e cilindros compactadores irão ocupar-se da melhor gestão e disposição do estéril segundo as normas de segurança e desenho da escombreyra a desenvolver em projeto de execução.

Nos limites da escombreyra, será desenvolvida uma rede de drenagem para as águas de infiltração provenientes da escombreyra, sendo que estas águas serão encaminhadas para devido tratamento a fim

de serem recicladas. Serão também instaladas, estrategicamente, bacias de decantação/sedimentação onde periodicamente serão realizadas operações de manutenção de modo a promover uma efetiva operação da mina e gestão da escombreira. Salienta-se que as águas destas bacias só serão descarregadas num evento de extrema pluviosidade, uma vez que estas águas são reaproveitadas para alimentar a lavaria.

As escombreiras são instalações de resíduos projetadas para o armazenamento de resíduos mineiros, podendo ser apenas de estéreis ou mistura de rejeitados e estéreis, no caso específico da Mina do “Romano”, dado as características do projeto e das metodologias de exploração, optou-se pela escombreira ser apenas de estéreis, sendo os rejeitados provenientes da lavaria possuírem uma outra finalidade mais sustentável, a sua utilização como enchimento de “backfill” na mina subterrânea, conjugado com a metodologia de lavra a implementar.

Em fase de projeto de execução, serão realizados uma série de estudos às amostras, detalhando posteriormente o faseamento da sua deposição articulada com a constante recuperação a realizar ao longo da vida útil da mina, tendo em consideração as características dos taludes, controlo granulométrico, geotécnico, geomecânico, entre outros fatores relevantes para a estabilidade da escombreira.

3.4 Classificação da instalação de resíduos

3.4.1 Classificação

As escombreiras enquadram-se no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que detalha os requisitos para a gestão de resíduos de indústrias extrativas. Refere-se ainda que, dado o tempo de vida útil da mina e as intenções do seu prolongamento com as atividades de prospeção e pesquisa, para efeitos de enquadramento legal, os resíduos de extração inertes e não perigosos, ultrapassarão o prazo de deposição superior a 3 anos, e assim sendo, carecem de licenciamento, segundo os termos da subalínea iii) da alínea i) do artigo 3º do Decreto-Lei nº10/2010, de 4 de fevereiro.

O Decreto-Lei mencionado estabelece que uma instalação de resíduos deve ser classificada como “Categoria A” se uma rutura devido a uma perda de integridade estrutural ou operação incorreta conduzir a uma das seguintes ações:

- Potencial perda de vida não negligenciável.
- Perigo grave para a saúde humana.
- Perigo grave para o meio ambiente.

Nesta fase de estudo prévio, não foi possível a realização de uma avaliação de rotura da escombreira, porém e dado que as instalações serão vedadas a acesso apenas de pessoas autorizadas, o risco prende-se apenas aos operadores da infraestrutura, sendo o risco controlado e relativamente baixo ou até mesmo ínfimo. Assumindo as normas de segurança de construção da escombreira e fazendo-se obrigatório cumprir com todo o rigor e “boas práticas”, em complemento com a caracterização do estéril ser um inerte, considera-se assim que a escombreira não será classificada como “Categoria A”. No entanto, serão considerados todos os cuidados e medidas a implementar na escombreira.

As rochas micaxísticas, consideradas estéreis, ditaram as propriedades do faseamento e construção da escombreira. Essas bases do dimensionamento, serão realizadas em projeto de execução com o grau de detalhe exigido, com as propriedades geotécnicas, geomecânicas, ângulo de atrito, entre outras relevantes, que deverão ser tidas em consideração para a projeção da escombreira. Nessa fase, os fatores de segurança, infiltração e estabilidade e requisitos de desempenho à erosão a longo prazo, serão tidos em consideração nas diretrizes apresentadas no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro.

3.4.2 Características estruturais da instalação

A avaliação das características do projeto das escombreiras é importante e foi baseada na interpretação da base de dados de relatórios de prospeção e pesquisa geológica e geotécnica, bem como no registo fotográfico das sondagens carotadas de prospeção e pesquisa e geotécnicas na concessão da Mina do “Romano”. Para os ensaios geotécnicos, as amostras foram conduzidas a laboratórios para a realização das mesmas.

Para desenvolver o projeto das escombreiras, foram utilizados os seguintes critérios:

- **Grau de meteorização**

A meteorização na Mina do “Romano”, segundo os dados colhidos durante as atividades de campo, laboratoriais, indicam que os principais parâmetros que distinguem os diversos graus de meteorização, restringem-se aos limites próximos da superfície, como referido no subcapítulo da caracterização geotécnica do estéril.

- **Alteração**

Os estudos petrográficos nas rochas estéril é representado pela cloritização da biotite, representando uma parte insignificante na constituição de rocha total. Quanto às rochas pegmatíticas, nas zonas alteradas, ocorrem fenómenos de alteração dos feldspatos, caracterizados pela caulínização dos mesmos, sobretudo nas zonas mais superficiais do depósito mineral.

As rochas a depositar na escombreira, esperam-se que apresentem índices de meteorização quando extraídas perto da superfície, no entanto, ao longo do depósito e conforme a profundidade aumenta, o grau de resistência da rocha aumenta e estima-se que a rocha seja fresca.

•Densidade

Assume-se para efeitos da rocha micaxística, rocha estéril, valores de densidade de 2,7 t/m³. Para os estudos realizados, foi considerado frequentemente por segurança, um fator de empolamento de 1,3, considerando que este tipo de rocha, devido às suas características de foliação presentes, permitam um maior número de vazios durante a sua deposição.

•Ensaio de compressão uniaxial

Foram realizados ensaios de RCU (Resistência à Compressão Uniaxial) segundo a norma ASTM D2938, sendo que as amostras localizadas a 130 m abaixo da superfície mostram algum índice de alteração, enquanto as amostras mais profundas não demonstram esse mesmo índice. A resistência à compressão uniaxial (RCU) média das amostras de micaxisto é de cerca de 30 MPa.

Com base nos ensaios realizados durante o estudo prévio, é determinante durante o projeto de execução que os critérios e ensaios relativamente a diversos parâmetros da escombreira sejam avaliados, de modo a realizar uma modelação que permita definir criteriosamente medidas efetivas a implementar para controlo dos riscos de segurança e da minimização dos impactes ambientais.

3.5 Encerramento e reabilitação da Área

A escombreira será alvo de reabilitação constante, ocorrendo continuamente e concomitantemente durante toda a vida da mina. Todos os taludes serão modelados, classificados, revestidos por terra, vegetados e acondicionados conforme previsto em estudo de detalhe.

Os sistemas de controlo de drenagem e sedimentos serão, tanto quanto possível, continuamente atualizados para as especificidades do encerramento, de modo a permitir um controlo e manutenções efetivas, podendo vir a ser ajustada a configuração prevista da escombreira, de modo a atingir uma estrutura estável mais prática para o seu encerramento.

Ao longo do projeto é comum que seja coberta a escombreira, permitindo, além de reduzir a infiltração na escombreira, o surgimento de vegetação ao longo da vida útil da mina e continuamente após.

A superfície será vegetada para atingir os parâmetros finais de uso contemplados no Modelo Gestão Florestal Ambiental e Recuperação Paisagística. Quando a estrutura for considerada estável (erosão limitada e vegetação bem estabelecida), as estruturas de controlo de sedimentos na envolvente da instalação serão limpas de sedimentos e os sistemas de desvio de águas serão removidos para que os cursos de água retornem aos trajetos originais.

Bibliografia

Agência Portuguesa do Ambiente: Solos Contaminados – Guia Técnico. Valores de referência para o solo. Amadora, outubro 2020.

ANEXO 2.10.2

Plano de Monitorização dos Solos

PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DO SOLO

1. OBJETIVO

O programa de monitorização tem como objetivo fazer o seguimento da qualidade dos solos na área da Concessão ao longo do período de exploração da mina, e considerando tanto a área de exploração e escombrelras como as instalações industriais e anexos mineiros, dadas as características dos produtos e resíduos que serão manuseados e das atividades desenvolvidas.

Em função das conclusões da evolução do estado do solo em resultado do funcionamento da mina é avaliada a eficácia das medidas de minimização que serão implementadas durante a fase de exploração e nas diferentes instalações, e sendo definidas medidas complementares a implementar, caso necessárias.

2. MEIO A AMOSTRAR

Dada a situação atual e avaliação de impactes realizada, o meio a amostrar é o solo (não sendo neste caso de interesse, como atrás demonstrado, analisar o ar intersticial) e estando previsto em outros pontos, a monitorização dos recursos hídricos, que naturalmente complementam esta monitorização.

3. AMOSTRAGEM

Opta-se por uma estratégia de amostragem orientada, abrangendo as seguintes áreas de projeto:

- Área de exploração à superfície;
- Locais de deposição temporária de minério extraído;
- Locais de deposição temporária de resíduos de extração;
- Instalação de resíduos;
- Central de backfill;
- Britagem;
- Lavaria;
- Unidade hidrometalúrgica;
- Parque de Resíduos Sólidos Secos;
- Parque de Resíduos;
- Oficinas (zonas de manutenção e reparação de máquinas, viaturas e equipamentos);
- Reservatórios e posto de abastecimento de gasóleo;

- Acessos internos;
- Tapetes transportadores do minério;
- Pontos localizados fora das zonas a explorar e dos anexos mineiros, nomeadamente no sentido dos ventos predominantes, no limite da área de Concessão.

O total dos pontos de amostragem foram assim localizados de modo a caracterizar a envolvente das instalações cujo funcionamento possa conduzir a eventuais alterações do estado inicial da qualidade do solo e de modo a serem representativos da exploração da mina, anexos e acessos. Na Figura 1 apresenta-se uma localização indicativa das áreas de amostragem as quais serão ajustadas em fase do Projeto de Execução em função da alternativa escolhida e eventuais alterações de projeto.

Considerando que se está na presença de solos pouco profundos e sem antecedentes de contaminação face à ocupação do solo, a profundidade de recolha das amostras em cada ponto de amostragem deverá ser entre 15 e 30 cm.

Em cada área de amostragem será definida uma área georreferenciada e fixa onde serão recolhidas seis amostras de solos, que serão homogeneizadas de modo a analisar uma amostra compósita.

4. DURAÇÃO E PERIODICIDADE DA MONITORIZAÇÃO

Prevê-se a seguinte duração e periodicidade para as campanhas de monitorização a realizar:

- Antes do início da fase de construção dos anexos mineiros e da exploração deverá ser realizada uma campanha inicial de avaliação do estado inicial da qualidade do solo e que, em princípio, poderá constituir-se como os valores de referência para o solo nesta área;
- Ao longo da exploração do projeto serão realizadas campanhas com periodicidade anual, preferencialmente antes do início do ano hidrológico, em Setembro, no sentido de minimizar o conteúdo de humidade das amostras.
- Após a fase de desativação de todas as instalações da mina e dos seus anexos (desmantelamento das instalações, remoção de máquinas e equipamentos, demolição do edificado e recuperação de todas as áreas intervencionadas) será realizada uma campanha final do estado da qualidade do solo.

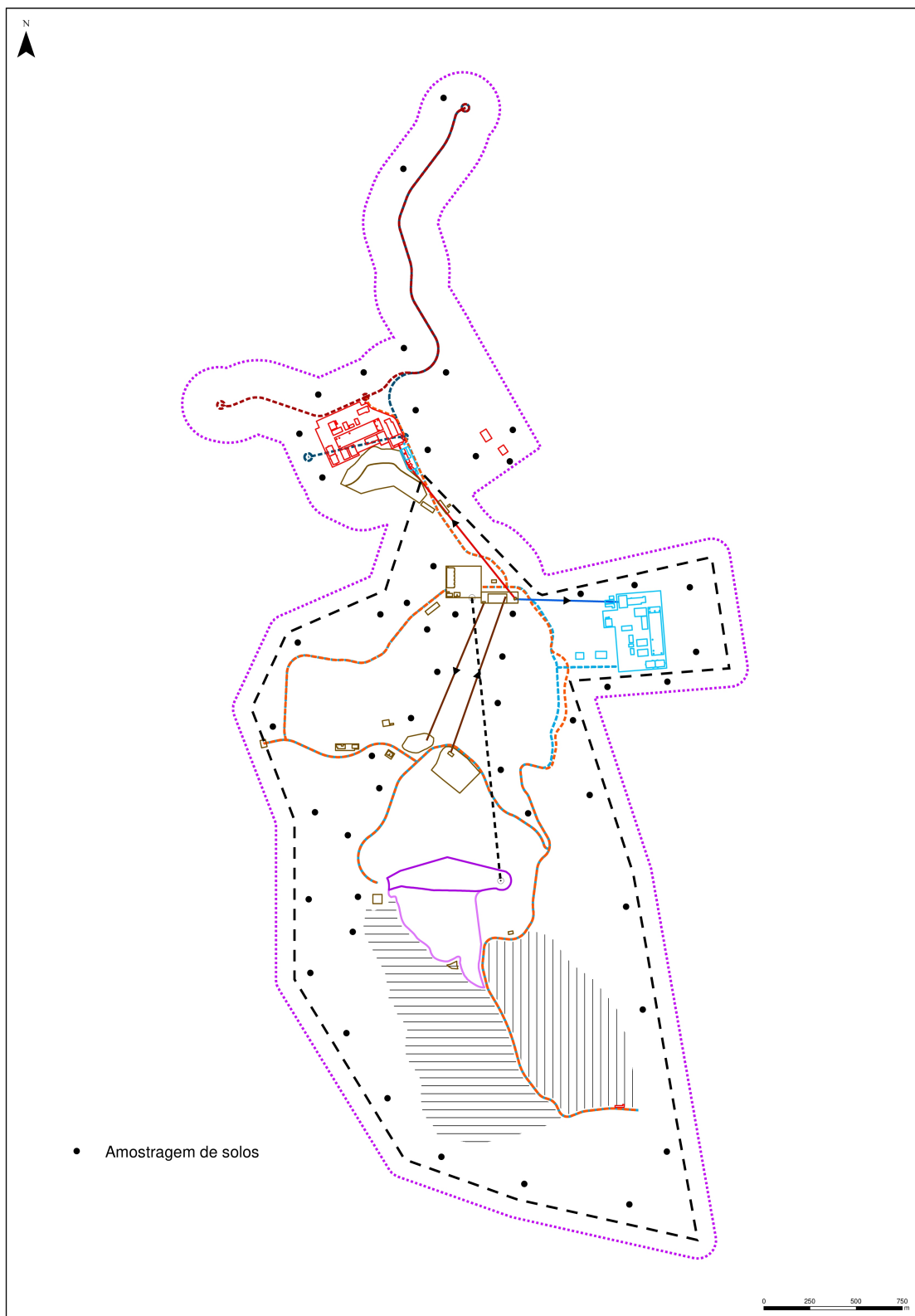


Figura 1 – Localização das Áreas de Amostragem

5. PARÂMETROS A ANALISAR

Serão analisados os seguintes grupos de contaminantes, em função dos objetivos acima e características do projeto:

- Metais pesados:
 - Arsénio
 - Berílio
 - Cádmio
 - Chumbo
 - Cobalto
 - Cobre
 - Crómio
 - Mercúrio
 - Molibdénio
 - Níquel
 - Vanádio
 - Zinco

- Compostos Aromáticos:
 - Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)

- Hidrocarbonetos de Petróleo (HP):
 - frações: C>10-C16, C>16-C34, C>34-C50, não sendo neste caso considerada a fração relativa aos voláteis C6-C10

- Características do Solo
 - pH
 - COT (carbono orgânico total)
 - condutividade elétrica
 - matéria seca

6. MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E ANÁLISES

As diferentes amostras serão recolhidas nos horizontes definidos, sendo as diferentes amostras acondicionadas em embalagens fechadas disponibilizadas pelo próprio laboratório e sendo apenas, na altura da análise e em laboratório, as seis amostras recolhidas em cada ponto de amostragem, misturadas.

Todas as embalagens serão fechadas / seladas e devidamente etiquetadas e identificadas, de modo a evitar qualquer contaminação cruzada durante a recolha, acondicionamento e transporte para análise e a rastreabilidade de todas as amostras. Após fecho das embalagens as amostras serão mantidas refrigeradas até à chegada ao laboratório.

As amostras deverão ter associadas uma ficha informativa com as seguintes referências:

- N.º/referenciação da amostra,
- coordenadas GPS;
- data da colheita.

As colheitas de amostras, o seu transporte e análise obedecerão às normas técnicas e cuidados específicos de manuseamento e acondicionamento usuais neste tipo de procedimentos. Estes procedimentos serão realizados por técnico especializado.

Todas as análises laboratoriais serão realizadas por laboratório acreditado para as mesmas, que utilizará os métodos de análise acreditados para a determinação de cada um dos parâmetros.

7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Os resultados das campanhas da qualidade dos solos serão comparados com os valores de referência estabelecidos no documento "*Solos Contaminados – Guia Técnico. Valores de Referência para o Solo*", APA, revisão 1 - Julho de 2021), nomeadamente com os valores de referência para solos pouco profundos (Tabela C), sem utilização de água subterrânea.

Os valores da primeira campanha passarão a ser considerados como o estado inicial em termos de evolução da qualidade do solo durante a exploração.

Os resultados obtidos nas campanhas de monitorização serão apresentados em relatório que seguirá no essencial a estrutura e conteúdo definidos no Anexo V da Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro para os relatórios de monitorização ambiental, sendo que as matrizes para apresentação dos resultados analíticos seguirão o estabelecido no documento "*Solos Contaminados – Guia Técnico. Matrizes de Referência para Apresentação dos Resultados Analíticos*", APA, revisão 1 - Julho de 2021).