



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária

Relatório de Estágio

**Caracterização ambiental da área envolvente da  
Mina da Argemela**

Elisabete Galo Pereira  
Engenharia dos Recursos Naturais e Ambiente

Doutora Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes  
Doutora Maria do Carmo Horta Mendonça Monteiro

Agrária de Castelo Branco

**628TFCERN**

**A**

Castelo Branco, Março de 2010

**“As doutrinas expressas neste trabalho  
são da inteira responsabilidade do seu autor”**

## Índice Geral

Agradecimentos .....	VI
Resumo.....	VII
Abstract.....	VII
Lista de Abreviaturas.....	VIII
1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos.....	2
2.1. Caracterização da área de estudo.....	2
2.2. Amostragem.....	2
2.3. Métodos analíticos .....	5
3. Resultados .....	6
3.1 Caracterização Biofísica da área da mina de Argemela .....	6
3.1.1. Localização Geográfica da área de estudo.....	6
3.1.2. Enquadramento Geológico e Geomorfológico .....	6
3.1.3. Clima .....	8
3.1.4. Hidrologia .....	8
3.1.5. Solos .....	8
3.2. Caracterização geoquímica.....	9
3.2.1. Rochas e escombrelras .....	9
3.2.2. Solos .....	13
3.2.2.1. pH .....	17
3.2.2.2. Matéria orgânica.....	18
3.2.2.3.Fósforo Assimilável .....	18
3.2.2.4. Potássio Assimilável.....	19
3.2.2.5. Bases de Troca .....	20

3.2.2.6. Condutividade Eléctrica .....	21
3.2.2.7. Metais Pesados .....	21
3.2.3. Vegetação .....	22
4. Conclusões .....	26
Referências Bibliográficas .....	28
<b>ANEXO I- ÁREA DE ESTUDO (MINA DA ARGEMELA E ÁREA ENVOLVENTE).....</b>	<b>I</b>
<b>ANEXO II- DADOS CLIMATOLÓGICOS DA BEIRA INTERIOR, REGISTRADOS NO PERÍODO 1958 A 1980 .....</b>	<b>II</b>
<b>ANEXO III- ANÁLISE ESTATÍSTICA (TESTE DE HOMOGENEIDADE DE VARIÂNCIAS E TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DOS SOLOS) .....</b>	<b>IV</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Localização dos pontos de amostragem .....	4
<b>Figura 2.</b> Esquema geotectónico do Maciço Ibérico (adaptado de Pérez-Estaún <i>et al.</i> 2004) .....	6
<b>Figura 3.</b> Enquadramento geológico da área de estudo. a-Grupo das Beiras, b-quartzodioritos e granodionitos biotíticos (adaptado de IGM,1992).....	7
<b>Figura 4.</b> Principais depósitos e minas de tungsténio (W) e/ou estanho (Sn) em Portugal (Adaptado de IGM, 1998).....	7
<b>Figura 5.</b> Solos da Freguesia do Barco, adaptado da Carta de Solos (2005).....	9
<b>Figura 6.</b> Teor de elementos químicos (em percentagem) nos xistos da área da Mina da Argemela.....	10
<b>Figura 7.</b> Teor de elementos químicos (em percentagem) nas escombreliras da área da Mina da Argemela.....	10
<b>Figura 8.</b> Teor de elementos químicos (expressos em mg.Kg <sup>-1</sup> ) presentes nos xistos da área da Mina da Argemela. Os resultados apresentam-se em escala semi-logarítmica .....	11
<b>Figura 9.</b> Teor de elementos químicos (expressos em mg.Kg <sup>-1</sup> ) presentes nas escombreliras da área da Mina da Argemela. Os resultados apresentam-se em escala semi-logarítmica .....	11
<b>Figura 10.</b> Teor de elementos químicos (expressos em mg.Kg <sup>-1</sup> ) presentes nos xistos da área da Mina da Argemela. Os resultados apresentam-se em escala semi-logarítmica .....	12
<b>Figura 11.</b> Teor de elementos químicos (expressos em mg.Kg <sup>-1</sup> ) presentes nas escombreliras da área da Mina da Argemela. Os resultados apresentam-se em escala semi-logarítmica .....	12
<b>Figura I.</b> Características gerais da área da antiga exploração mineira: A – Vista geral da área; B – Vista panorâmica da Mina da Argemela; C – Ruínas da lavaria e escombreliras; D – Escombreliras; E – Entrada da galeria e substrato rochoso; F – Pormenor da entrada .....	i

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros, unidades de medida e métodos analíticos usados para a análise química de solos.....	5
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros, unidades de medida e métodos analíticos usados para a análise química de plantas .....	5
<b>Tabela 3.</b> Propriedades químicas do solo, dentro da área de influência (a) e fora da área de influência (b) .....	14
<b>Tabela 4.</b> Valores para as Bases de Troca e Condutividade Eléctrica, dentro da área de influência (a) e fora da área de influência (b).....	15
<b>Tabela 5.</b> Teores de Metais Pesados, dentro da área de influência (a) e fora da área de influência (b) .....	16
<b>Tabela 6.</b> Escala de Pratolongo para designação do solo relativamente ao valor do pH (Costa, 1995) .....	17
<b>Tabela 7.</b> Valores limite de concentração de metais pesados nos solos (mg. Kg <sup>-1</sup> de resíduo seco), em função do pH (Diário da República, 2006 - Decreto-Lei nº118/2006) .....	21
<b>Tabela I.</b> Dados das Normais Climatológicas da Beira Interior (i) .....	ii
<b>Tabela II.</b> Dados das Normais Climatológicas da Beira Interior (ii) .....	iii
<b>Tabela III.</b> Teste de Homogeneidade de Variâncias e Teste de Médias dos solos, relativamente aos parâmetros de pH, matéria orgânica, P assimilável e K assimilável ..iv	
<b>Tabela IV.</b> Teste de Homogeneidade de Variâncias e Teste de Comparação de médias dos solos, relativamente ao parâmetro Condutividade Eléctrica.....	iv
<b>Tabela V.</b> Teste de Homogeneidade de Variâncias, e Teste de Comparação de Médias dos solos, relativamente aos parâmetros de Ca, Mg, K e Na.....	v
<b>Tabela VI.</b> Teste de Homogeneidade de Variâncias e Teste de Comparação de médias dos solos, relativamente ao parâmetro Cd, Ni, Pb, Cr, Cu e Zn.....	vi

## **Agradecimentos**

*No decurso do meu estágio e elaboração deste relatório de fim de curso pude contar com a colaboração de determinadas pessoas, a quem dirijo os meus sinceros agradecimentos.*

À Professora Doutora Isabel Margarida Antunes e à Professora Doutora Maria do Carmo Horta, minhas orientadoras, por todos os ensinamentos, espírito crítico e disponibilidade prestada na realização deste trabalho;

À Fundação para a Ciência e Tecnologia pela concessão da Bolsa de Iniciação à Investigação;

À equipa técnica do Laboratório de Solos e Fertilidade da ESACB, Eng. Marta, Eng. Otilia e Eng. Aurora, por me terem ajudado na realização das análises físico-químicas e também pela permanente boa disposição que vos caracteriza;

A todos os verdadeiros amigos e às pessoas fantásticas que conheci nesta Escola, pelos extraordinários momentos de amizade, diversão, estudo, associativismo e entreajuda;

A todos os amigos que estiveram sempre presentes, nos bons e maus momentos;

Aos meus tios, pelas palavras de apoio e incentivo;

Às minhas sobrinhas pelo carinho e mimos;

E por fim, e não menos importante, agradeço aos meus Pais por serem uns queridos, por se chatearem comigo, quando me deixo afundar, aos meus Avós por me manterem sempre à tona, e aos meus Irmãos que me preferem ver a nadar, do que a andar à deriva...

**A todos, muito obrigada!**

## Caracterização ambiental da envolvente da Mina da Argemela

### Resumo

A Mina da Argemela, localizada na zona centro de Portugal, foi explorada entre os anos quarenta e sessenta, predominantemente para estanho (cassiterite). As mineralizações de estanho contêm principalmente quartzo, albite, moscovite, lepidolite, cassiterite, columbite, fosfatos da série ambligonite, pirite, arsenopirite e pirrotite. O objectivo deste trabalho foi o de caracterizar o ambiente geológico, edáfico e também a vegetação existente na área da Mina da Argemela, de modo a avaliar a influência dos detritos minérios depositados na geoquímica ambiental.

Para tal, foram estudadas e caracterizadas amostras rochas, escombrelas, solos e plantas. Os resultados obtidos permitem-nos concluir que os teores de K, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Pb, As, Rb, Cs e Nb apresentam um enriquecimento no material de escombrela, comparativamente com o das rochas. Do material de escombrela para o solo é notável um enriquecimento em Ca, P e dos metais pesados (Cd, Ni, Cu e Zn). Os solos dentro da área de influência mineira apresentam valores máximos de condutividade eléctrica ( $0,06\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ); Cd ( $28\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ); Pb ( $21\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ); Cu ( $4990\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) e Zn ( $1168\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ), muito superiores aos valores máximos dos solos amostrados fora da área de influência mineira condutividade eléctrica ( $0,03\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ); Cd ( $0,3\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ); Pb ( $2\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ); Cu ( $35\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) e Zn ( $51\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ). A maioria das amostras de solo está contaminada em Cu e Zn não devendo ser utilizados para a agricultura ou ocupação humana.

De três espécies de plantas estudadas, os resultados indicam que *Erica cinerea* L., *Cytisus striatus* e *Cistus ladanifer* L. estão bem adaptadas ao meio, estando enriquecidas em Cu, Zn e Ni, relativamente ao solo onde se desenvolvem. O maior teor de Cu é encontrado na raiz de *Erica cinerea* L. ( $27\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ) e nas folhas de *Cytisus striatus* ( $9\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ). As folhas de *Erica cinerea* L. e *Cytisus striatus* são as que apresentam teores mais elevados de Zn, Cr, Ni e Pb.

**Palavras-chave:** Mina da Argemela, estanho, contaminação ambiental, fitorremediação

# Characterization of the environmental surroundings of the Mine Argemela

## Abstract

The Argemela mining area is located at central Portugal, and was mostly for tin (cassiterite) explored between the fortys and sixtys. The mineralizations contain mainly quartz, albite, moscovite, lepidolite, cassiterite, columbite group minerals, amblygonite-montebasite, pyrite, arsenopyrite and pyrrhotite. The main propose of this work was the environmental characterization of Argemela mining area is the evaluation of old mine impacts on the environmental geochemistry of this area.

Regional rocks, rejected mine materials, soil and plants samples were selected outside and inside mine influence and analyzed. The obtained results indicated that rejected mine materials contain higher levels of K, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Pb, As, Rb, Cs and Nb than the regional rocks. However, soils are enriched with Ca, P and heavy metals such as Cd, Ni, Cu and Zn relatively to the tailings. Soils collected inside mine influence have higher electrical conductivity ( $0,06 \text{ mS/cm}^{-1}$ ) values; Cd ( $28 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), Pb ( $21 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), Cu ( $4990 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) and Zn contents ( $1168 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) than soils collected outside mine influence electrical conductivity ( $0,03 \text{ mS/cm}^{-1}$ ); Cd ( $0.3 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ); Pb ( $2 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ); Cu ( $35 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) and Zn ( $51 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ). Almost soils samples are contaminated with Cu and Zn and must not be used for agriculture or human residences.

The results obtained with three plant species studied, indicate that *Erica cinerea* L., *Cytisus striatus* and *Cistus Ladanifer* are well adjusted to enriched Cu, Zn and Ni soils. The highest Cu contents were found in *Erica cinerea* roots ( $27 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) and in the leaves of *Cytisus striatus* ( $9 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ). The leaves from (*Erica cinerea* L. and *Cytisus striatus*) contain the highest Zn, Cr, Ni and Pb contents.

**Key-words:** Argemela mine, tin, environmental contamination, phytoremediation