

MSC

2.º
CICLO

FCUP
2014

U.PORTO

“Estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas no Anticlinal de Valongo, através da análise detalhada de testemunhos de sondagens”

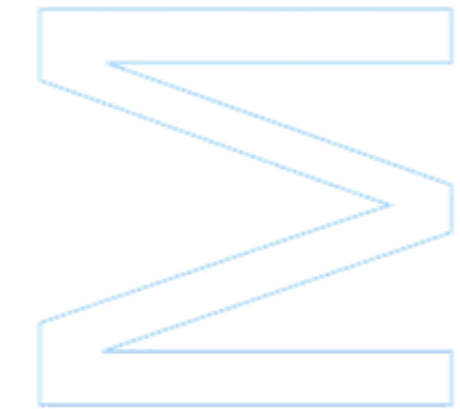
Diana Sofia Coelho da Silva

FC



“Estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas do couto mineiro das Banjas, através da análise detalhada de testemunhos de sondagens”

Diana Sofia Coelho da Silva
Estágio de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em
Geologia
2014





Estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas do couto mineiro das Banjas, através da análise detalhada de testemunhos de sondagens

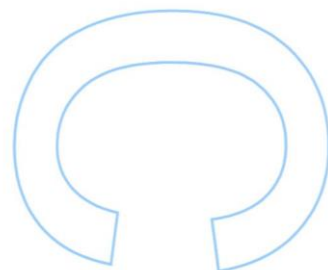
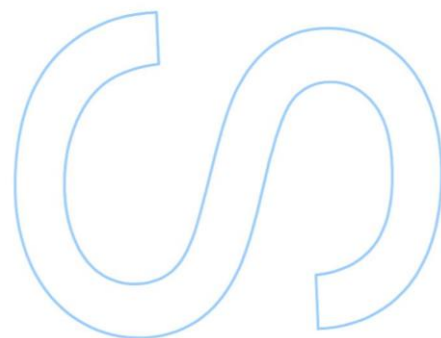
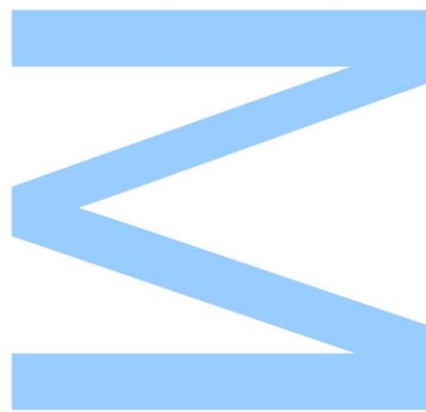
Diana Sofia Coelho da Silva
Mestrado em Geologia
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2014

Orientador

Maria Helena Macedo Couto, Professora Associada,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Doutor Paulo Ferraz, Geólogo consultor colaborador da
empresa Almada Mining, S.A.

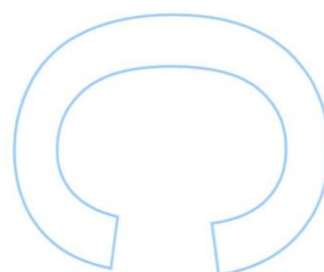
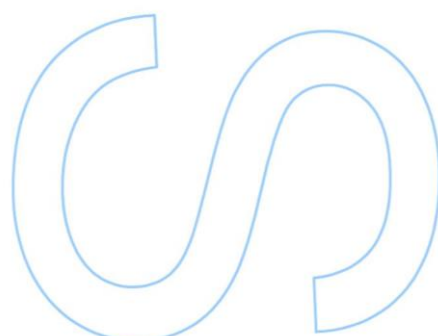
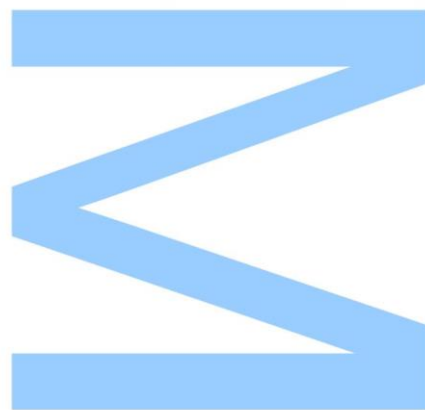




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

A Deus que me guarda nas Suas mãos e me dá a quota parte que me cabe, não o dom do poder mas da prece.

A realização desta dissertação não é obra de uma só pessoa, contou com o apoio e incentivo de muitas pessoas sem as quais o caminho para término deste trabalho seria uma realidade mais difícil, a essas pessoas desejo expressar o meu sincero agradecimento.

À Professora Doutora Helena Couto, pela sua orientação, por quem tive o privilégio de ser apoiada, pela total disponibilidade e colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que surgiram ao longo desta dissertação. Expresso o meu agradecimento pela sabedoria, opiniões e críticas, críticas e sugestões que contribuíram para o resultado final desta dissertação.

À empresa Almada Mining. S.A. e Doutor Paulo Ferraz, por ter cedido alguns materiais relevantes ao desenvolvimento desta dissertação. Especialmente ao Doutor Nataniel, Doutor Paulo e Doutor José, que participaram directamente nas actividades realizadas na empresa, o meu agradecimento pela receptividade, carinho e paciência, acima de todo.

Aos meus amigos e colegas, principalmente à Ana Santos, Andreia Morgado, Sara Leal, Paula Campos, dona Irene Costa e Rafael Rocha entre outros que não menciono mas sabem quem são, por estarem ao meu lado durante esta fase, que nem sempre foi fácil, pelo seu companheirismo, força e apoio.

À Doutora Rita Comecanha, ao Doutor Queirós e Doutor Joaquim Ramos pelo seu apoio, incentivo e paciência demonstrada e ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo.

Por último, um especial agradecimento aos meus pais que durante a vida foram modelos de dignidade, humildade e trabalho, pelo esforço demonstrado ao longo da minha caminhada estudantil para que eu viesse a ter um futuro melhor e realiza-se os meus sonhos e aos meus irmãos pela diversão e maluquices que alegraram os meus dias.

“Nossa vida é uma constante viagem, do nascimento à morte. A paisagem muda, as pessoas mudam, as necessidades se transformam, mas o trem segue adiante. A vida é o trem, não a estação”

Aleph, Paulo Coelho

“Seja humilde para admitir seus erros, inteligente para aprender com eles e maduro para corrigi-los”

Autor Desconhecido

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo principal o estudo de controlos litoestratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas no Anticlinal de Valongo, nomeadamente na mina das Banjas e Poço Romano, tendo como finalidade efetuar um controlo mais rigoroso da mineralização aurífera na região

Esta investigação foi realizada com base no estudo pormenorizado de sondagens, baseando-se na caracterização e descrição de diferentes sondagens, sendo efetuado o estudo petrográfico e metalográfico de algumas amostras selecionadas, complementado com o estudo ao microscópio electrónico de varrimento e algumas análises químicas de teores de Au.

Concluindo verifica-se que as concentrações de ouro ocorrem na Formação de Santa Justa, sendo proposto, tendo em conta o que foi observado, os seguintes guias para prospecção do ouro para a zona de estudo, considerando os controlos litoestratigráficos, os níveis negros ferríferos interestratificadas nas alternâncias do Ordovícico inferior; corroborando com a informação verificada por Combes et al. 1992, Couto et al 1990, Couto 1993 e 2010. Nesta sequência foram identificados, ainda, níveis fosfatados com elementos de origem biológica - restos de valvas de lingulídeos -, contudo estes não parecem exercer qualquer controlo sobre as mineralizações de ouro, contudo poderão ser utilizados como níveis-guia na prospecção.

PALAVRAS-CHAVE:

Anticlinal de Valongo, Mineralizações Au-As, Controlos litoestratigráficos, Controlos estruturais.

Abstract

The present work aimed to study the lithostratigraphic and structural controls of gold mineralization in the Valongo Anticline, particularly in the mining of Banjas and Poço Romano, having as purpose make stricter control of gold mineralization in the region. This research was based on a detailed study of surveys, based on the characterization and description of different surveys, the petrographic and metallographic study of some selected samples, complemented with the study by scanning electron microscope and chemical analysis of Au.

In conclusion it appears that concentrations of gold occur in the Santa Justa Formation, taking into account the results obtained, the following guides to gold prospecting to the study area, considering the lithostratigraphic controls, the Fe-rich black layers (*ironstones*) interstratified in the alternations lower Ordovician; corroborating the information verified by Combes et al. 1992, Couto et al 1990, Couto 1993 e 2010. In this sequence were identified, yet, phosphate levels with biological elements - remnants of valves from lingulid - however these seem to have no control on gold mineralization, but may be used as levels - guide in prospecting.

KEY-WORDS:

Valongo Anticline, Au-As mineralization, lithostratigraphic controls, structural controls.

Índice

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	IX
PALAVRAS-CHAVE:	IX
ABSTRACT	X
KEY-WORDS:	X
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS **	XIII
ÍNDICE DE TABELAS **	XIV
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS **	XVIII
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. O DISTRITO MINEIRO DÚRICO-BEIRÃO	3
2.1 A Exploração do Ouro	7
2.2 Trabalhos anteriores	11
3. OBJETIVOS DO ESTUDO	13
4. METODOS E TÉCNICAS DE TRABALHO	13
4.1 Estudo de pormenor de testemunhos de sondagens	14
4.2. Estudo petrográfico e metalográfico	15
4.3. Estudo em microscópio electrónico de varrimento	16
5. ESTRUTURA	18
CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO DAS MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS	19
1. Enquadramento geográfico	21
2. Enquadramento geomorfológico	22
3. Enquadramento geológico	24
3.1. Tectónica regional	26
3.1.1. Tectónica do sector	26
3.2. Estratigrafia	30
4. Enquadramento metalogénico	35
4.1. As mineralizações auríferas	36
4.2. Evolução paragenética e químico-mineralógica	39
4.3. Hipóteses genéticas	41
4.4. Controlos das mineralizações	44

CAPÍTULO III: O COUTO MINEIRO DAS BANJAS	47
1. Mineralizações au-as	49
2. História mineira	51
3. Perspetiva legislativa	53
3.1. Concessão atual	56
3.2. Importância da mineralização e contexto socioeconómico	59
4. Análise detalhada de testemunhos de sondagens	62
4.1. Mapeamento das sondagens	62
4.2. Observação e descrição detalhada dos testemunhos de sondagens	64
4.2.1. Descrição dos testemunhos de sondagens	65
4.2.2. Estudo petrográfico: microscopia de transmissão e reflexão	78
4.2.3. Estudo ao microscópio electrónico de varrimento (MEV)	117
4.3. Controlos	125
4.3.1. Controlos litoestratigráficos	125
4.3.2. Controlos estruturais	128
CAPÍTULO IV: DISCUSSÃO	131
CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS **

Figura 1: Mapa para áreas potenciais do minério de ouro em Portugal (adaptado de Lourenço et al, 1992: 10)	5
Figura 2: Localização do Distrito auri-antimonífero Durico-Beirão, com pequena referência às mineralizações existentes, com foco nas Banjas (adaptado Couto et al. 1990, adaptado de Ferreira et al. 1987)	6
Figura 3: Excerto de possível log de sondagem, onde estão descritos os aspetos geológicos dominantes.	14
Figura 4: Exemplo de lâmina delgada polida com respectiva amostra e petrografia realizada com recurso ao microscópio óptico.	16
Figura 5: Exemplo de MEV/EDS utilizado para fornecer informações sobre a identificação de elementos químicos presentes	17
Figura 6: Localização da área de estudo, na região do Baixo-Douro, a NE do Porto, na Serra das Banjas.	21
Figura 7: Unidades morfoestruturais da Península Ibérica (Ribeiro, 1979a).	22
Figura 8: História geológica e geomorfológica do Anticlinal marcada por uma inversão de relevo (adaptado de Couto & Lourenço, 2011 – História Geológica do Anticlinal de Valongo))	23
Figura 9: Principais unidades tectónicas da Europa, segundo STILLE (1924), in Ribeiro, A. (1979b).	24
Figura 10: A divisão de Lotze (1945) para o Varisco Ibérico (Ribeiro 1979a)	25
Figura 11: Esquema representativo da evolução geotectónica da região (Couto 1993)	27
Figura 12: Esquema com as principais zonas de cisalhamento ativas durante a primeira fase de deformação varisca no Anticlinal de Valongo (adaptado de Dias 1994 e Noronha et al 2006)	29
Figura 13: Perfil geológico (adaptado da folha 9D – Penafiel – da Carta Geológica dos Serviços Geológicos de Portugal na escala 1:50.000, adaptado de Couto & Lourenço, 2011 – História Geológica do Anticlinal de Valongo)	29
Figura 14: Coluna estratigráfica geral (espessuras baseadas na folha 9-D (Penafiel) da Carta Geológica dos Serviços Geológicos de Portugal na escala de 1/50.000) (Couto et al. 2014 adaptado de Couto 1993)	34
Figura 15: Localização das principais mineralizações presentes no distrito mineiro (Couto 1993)	36

Figura 16: Sucessão paragenética e evolução geoquímica das mineralizações (Au-As) (Couto 1993)	40
Figura 17: Corte esquemático do Anticlinal de Valongo e a relação genética dos depósitos de Sb-Au, Au-As e Sn-W com apêndices graníticas não aflorantes (Couto et al. 2007)	43
Figura 18: Localização das principais mineralizações presentes no distrito mineiro, com destaque para a zona de estudo (Banjas) (Couto 1993)	49
Figura 19: Exemplares de mós colhidos à superfície (Soeiro 1984)	52
Figura 20: Esquema referente à delimitação das concessões mineiras pertencentes ao Couto Mineiro das Banjas, segundo Soeiro 1984 (Soeiro 1984)	54
Figura 21: Área de interesse nesta investigação (Diário da República, 2. ^a série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)	58
Figura 22: Preço do ouro, por Tonelada, cotado em dólar (USD - esquerda) e em euro (EUR - direita), convertido tendo em conta a taxa de câmbio no momento.	59
Figura 23: Mapeamento das sondagens (adaptado LNEG e Almada Mining, S.A.)	63
Figura 24: Exemplo de um log com alguma da informação possível	65
Figura 25: Alteração sob a forma de oxidação e cloritização, e raramente silicificação e carbonatação	67
Figura 26: Níveis negros ferríferos (a esquerda) e níveis fosfatados que contêm lingulídeos (a direita).	67
Figura 27: Filões a preencher fracturas com preenchimento por quartzo leitoso, (esquerda) e brecha numa matriz de óxidos, argila e clorite (direita)	68
Figura 28: Figuras de carga (esquerda) e granosselecção (direita), demonstrando uma polaridade normal.	69
Figura 29: Pirite é a espécie mineral com maior representação, apresentando-se sob a de cristais, aparecendo na rocha encaixante (esquerda) ou em filonetes (direita)	69
Figura 30: Nível negro ferrífero (a esquerda) e nível fosfatado com clastos e restos de lingulídeos (a direita)	71
Figura 31: Nível com bioturbação e argilização (a esquerda) e nível com cloritização e oxidação (a direita)	71
Figura 32: Filonete de quartzo, com pirite neste e no encaixante (esquerda) e zona de esmagamento (direita)	72
Figura 33: Filonetes de pirite com pirite sob a de cristais bem desenvolvidos	72

Figura 34: Zona de alternâncias cloritizada com filonete de quartzo dobrado (esquerda) e nível argiloso de core rosada com rede de filonetes de quartzo (>1mm)(direita).	74
Figura 35: Níveis fosfatados com clastos e restos de lingulídeos	74
Figura 36: Zona de esmagamento (esquerda) e filonete de quartzo cavernoso com ouro visível (direita)	75
Figura 37: Filões a preencher fracturas com preenchimento por quartzo leitoso	75
Figura 38: Níveis negros ferríferos (esquerda) e níveis fosfatados que contêm lingulídeos (direita).	76
Figura 39: Filonetes de quartzo e figuras de carga de polaridade normal (mm)(direita)	77
Figura 40: Zonas de esmagamento	77
Figura 41: Amostra LBJ 05 A referente a níveis negros ferríferos.	79
Figura 42: Amostra LBJ05 referente aos níveis ferríferos em contacto com filonete (?) de quartzo	80
Figura 43: Fotomicrografias do nível ferrífero (camada negra) - LBJ05A	81
Figura 44: Fotomicrografias de níveis ferríferos em contacto com filonete (?) de quartzo - LBJ05.	82
Figura 45: Amostra LBJ04 referente aos níveis negros ferríferos.	83
Figura 46: Fotomicrografias do nível ferrífero (camada negra) - LBJ04.	84
Figura 47: Amostra LBJ03 referente a zona brechificada com matriz de óxidos e fragmentos do encaixante.	85
Figura 48: Fotomicrografias da zona brechificada com matriz de óxidos e clorite e fragmentos do encaixante - LBJ03	86
Figura 49: Amostra LBJ19 referente a nível com clastos	88
Figura 50: Fotomicrografias de Nível com clastos – LBJ19	89
Figura 51: Amostra LBJ02 referente a níveis negros ferríferos	90
Figura 52: Fotomicrografias de níveis negros – LBJ02	91
Figura 53: Amostra LBJ01 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque.	92
Figura 54: Fotomicrografias do nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque - LBJ01.	93
Figura 55: Amostra LBJ17 referente a nível constituído por um mineral de argila de cor rosada	95

Figura 56: Fotomicrografias do nível argiloso de cor rosada - LBJ17	96
Figura 57: Amostra LBJ18 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com nível xistento.	97
Figura 58: Fotomicrografias do nível negro em contacto com nível de lingulídeos e clastos – LBJ18	98
Figura 59: Amostra LBJ15 referente ao filonete de quartzo, carbonatos, sulfuretos e argila mineralizado em ouro, em encaixante com estratificação cruzada entre alternâncias de níveis quartzíticos e níveis xistentos.	99
Figura 60: Fotomicrografias do filonete de quartzo, carbonatos, sulfuretos, argila e ouro, em encaixante de nível xistento em estratificação cruzada com alternâncias de níveis xistentos e psamítico – LBJ15	100
Figura 61: Amostra LBJ14 referente a nível com lingulídeos e clastos	101
Figura 62: Fotomicrografias do nível com lingulídeos e clastos – LBJ14	102
Figura 63: Amostra LBJ13 referente a zona de esmagamento com argila, carbonatos e óxidos e pequenos fragmentos do encaixante constituído por níveis negros ferríferos - LBJ13	103
Figura 64: Fotomicrografias de zona de esmagamento com argila, carbonatos e óxidos e pequenos fragmentos do encaixante constituído por níveis negros ferríferos - LBJ13	104
Figura 65: Amostra LBJ12 referente a zona com filonetes preenchidos por argilas, carbonatos e óxidos em de alternâncias de níveis xisto-quartzíticos e níveis negros ferríferos.	105
Figura 66: Fotomicrografias da zona com filonetes preenchidos por argilas, carbonatos e óxidos em de alternâncias de níveis xisto-quartzíticos e níveis negros ferríferos - LBJ12	106
Figura 67: Amostra LBJ11 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis xistentos e quartzíticos	107
Figura 68: Fotomicrografias do Nível com lingulídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis xistentos e quartzíticos – LBJ11	108
Figura 69: Amostra LBJ09 referente a níveis negros ferríferos	110
Figura 70: Amostra LBJ08 referente a zona brechificada de psamítico com sulfuretos	110
Figura 71: Fotomicrografias de níveis negros ferríferos (camada negra) - LBJ09	111
Figura 72: Fotomicrografias da zona brechificada de psamítico com sulfuretos – LBJ08	112

Figura 73: Amostra LBJ07 refere rente a zona brechificada de psamítico com sulfuretos	113
Figura 74: Amostra LBJ06 referente a Níveis negros ferríferos (camada negra) em contacto com vaques	113
Figura 75: Fotomicrografias da zona brechificada de psamítico com sulfuretos – LBJ07	114
Figura 76: Fotomicrografias do nível negro ferrífero (camada negra) em contacto com vaques - LBJ06	115
Figura 77: Arsenopirite com inclusões de Au, referentes à amostra LBJ17	118
Figura 78: Sulfato de bário e zinco, referente à lâmina LBJ09.	120
Figura 79: Mineral constituído por óxido de alumínio e silício (Z1), numa matriz de óxido de Fe, Mn e Mg (Z2) , referente à amostra LBJ17	121
Figura 80: Cristal transparente que apresenta um zonamento do interior para o exterior do cristal com enriquecimento em Mn e Mg, referente à amostra LBJ17.	123
Figura 81: Mineral de hábito fibroso constituído por óxido de alumínio, silício e magnésio (Z2) referente á amostra LBJ17.	124
Figura 82: Níveis negros ferríferos referentes à sondagem BS1202	126
Figura 83: Nível de anortite, referente à sondagem (esquerda) e nível com clastos lingulídeos (direita), referentes à sondagem BS1212A	126
Figura 84: Nível negro ferrífero e nível com clastos lingulídeos (direita), referentes à sondagem PS1105	127
Figura 85: Zonas de falhas podem apresentar-se sob a forma de brechas (esquerda – referente à sondagem BS1202) ou zonas de esmagamento (esquerda – referente à sondagem PS1105).	127
Figura 86: Filonetes e redes de filonetes de quartzo, bastante irregulares, com inclinações verticais a subverticais e estratificação em geral pouco inclinada, mais ou menos perturbada (amostras referentes à sondagem BS1212A)	129
Figura 87: Redes de filonetes com preenchimento de quartzo com alteração em oxidação e argilização (esquerda) e nível com pirite (FeS ₂) que é a espécie mineral com maior representação (direita).	129
Figura 88: Níveis e estruturas importantes no controlo da mineralização aurífera.	137
Figura 89: Correlações litoestratigráficas, obtidas no software RockWorks 16, contudo a precisão não é muita.	144
Figura 90: Correlação litoestratigráfica dos níveis guia, com pouco nível de precisão.	145

ÍNDICE DE TABELAS **

Tabela 1: Composição da Crosta Terrestre em termos de número de átomos do elemento por cada 1.000.000 de átomos de Silício – Copyright © U.S. Geological Survey.	8
Tabela 2: Cronologia das fases tectónicas na ZCI (Couto 1993, adaptado de Noronha 1983)	12
Tabela 3: Tabela de referência com informações sobre as técnicas descritas (MO- Microscopia óptica, MEV - Microscopia electrónica de varrimento e SEM - espectrometria de dispersão de energia)	17
Tabela 4: Recapitulação das espécies minerais identificadas no conjunto dos jazigos estudados (Couto1993)	37
Tabela 5: Vértices dos polígonos que delimitam "Banjas" - à esquerda - e "Poço Romano/Banjas" - à direita. (Diário da República, 2. ^a série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)	57
Tabela 6: Amostras coletadas para a realização de estudos petrográficos, distribuídas ao longo de três das quatro sondagens estudadas.	78
Tabela 7: Amostras circuladas para a realização de estudos de MEV com EDS acoplado, distribuídas por quatro das 18 lâminas estudadas	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS **

[EDS]	Espectrómetro de dispersão de energia
[Frm]	Formação
[LPP]	PricewaterhouseCoopers LLP
[MEV]	Microscópio electrónico de varrimento
[MEV/EDS]	Microscópio electrónico de varrimento com acoplação de um espectrómetro de dispersão de energia
[NícoisX]	Nícois cruzados
[Nícois //]	Nícois paralelos
[WGC]	World Gold Council
[Z]	Zona
[ZCI]	Zona Centro-Ibérica

~~Capítulo I~~ Contextualização

1. INTRODUÇÃO

Desde cedo o Homem reconheceu a importância do uso dos minerais, sendo a utilização dos recursos minerais pelo Homem quase tão antiga como a sua própria existência. Os recursos minerais estão intimamente relacionados com a evolução da História da Humanidade. Ao longo dos tempos a sua utilização foi-se diversificando e alargando de acordo com a expansão da ciência e da indústria, baseando as grandes inovações tecnológicas da História da Humanidade na utilização dos recursos minerais.

O presente trabalho debruça-se principalmente sobre o estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas que se inserem no contexto geológico do Distrito Mineiro Dúrico-Beirão, relativo ao estágio com o tema “Estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas na área das Minas das Banjas e Poço Romano através da análise detalhada de testemunhos de sondagens”. Este estágio decorre de um acordo protocolar entre o Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e a empresa A.M. Almada Mining – SA.

2. O DISTRITO MINEIRO DÚRICO-BEIRÃO

A Indústria Mineira é a maior fornecedora de matérias-primas e geradora de emprego tornando-a, assim, essencial ao desenvolvimento económico de um país. Para que isso se torne possível é necessário uma política mineira e legislação eficientes.

A importância da mineração do ouro para as economias nacionais varia consideravelmente, sendo que a mineração de ouro é uma das mais importantes fontes de criação de riqueza na economia. Contudo são diversos os factores que afectam o mercado do ouro com reflexo nos preços, sendo estes definidos pela sua volatilidade, entre eles a cotação do metal na data em que se realiza o balanço (World Gold Council & PricewaterhouseCoopers LLP 2013)

Portugal exhibe um grande número e diversificadas ocorrências de ouro, sendo que a maior parte destas se localizam na Zona Centro Ibérica, Zona Ossa Morena e na Subzona Galaico-Transmontana. Estes jazigos apresentam, maioritariamente, estrutura filoniana, principalmente na zona norte, estando alguns claramente ligados a maciços graníticos e outros não evidenciando qualquer relação espacial com estes, contudo na zona centro há ocorrência de jazigos aluvionares (Couto 1993). Em Portugal a exploração do ouro aconteceu, de forma intensa e mesmo prolongada, desde da antiguidade, por povos que aqui se estabeleceram.

O distrito mineiro Dúrico-Beirão (*Figura 1- definido como Faixa auri-antimonífera do Douro*) onde se enquadram as mineralizações estudadas no âmbito do Estágio, constitui uma das principais províncias auríferas da Península Ibérica conhecida desde pelo menos a época romana, sendo testemunho disso mesmo as numerosas explorações a céu aberto (Couto & Soeiro 2005). Este distrito mineiro situa-se na região do Baixo-Douro, ocupando uma faixa de orientação NW-SE, desde Lagoa Negra a Castro Daire, sendo constituído por mais de uma dezena de jazigos. A sua orientação é-lhe conferida por uma importante estrutura geológica, denominada por Anticlinal de Valongo, constituída por rochas com idades que variam do Precâmbrico e/ou Câmbrio ao Carbonífero, estando esta intimamente associada à primeira fase de deformação da Orogenia Varisca. (Ribeiro et al. 1987 in Ribeiro 1979a,b).

Ao longo de vários anos numerosos autores têm vindo a efectuar o estudo geológico da região, sendo que as mineralizações deste distrito mineiro ocorrem essencialmente na parte sul, nomeadamente nas zonas de Penafiel e Castelo de Paiva. As explorações auríferas concentraram-se, essencialmente, na zona periclinal e no flanco normal do Anticlinal de Valongo, enquanto as explorações auri-antimoníferas localizaram-se, maioritariamente, no flanco inverso, nas proximidades do cavalgamento do Carbonífero.

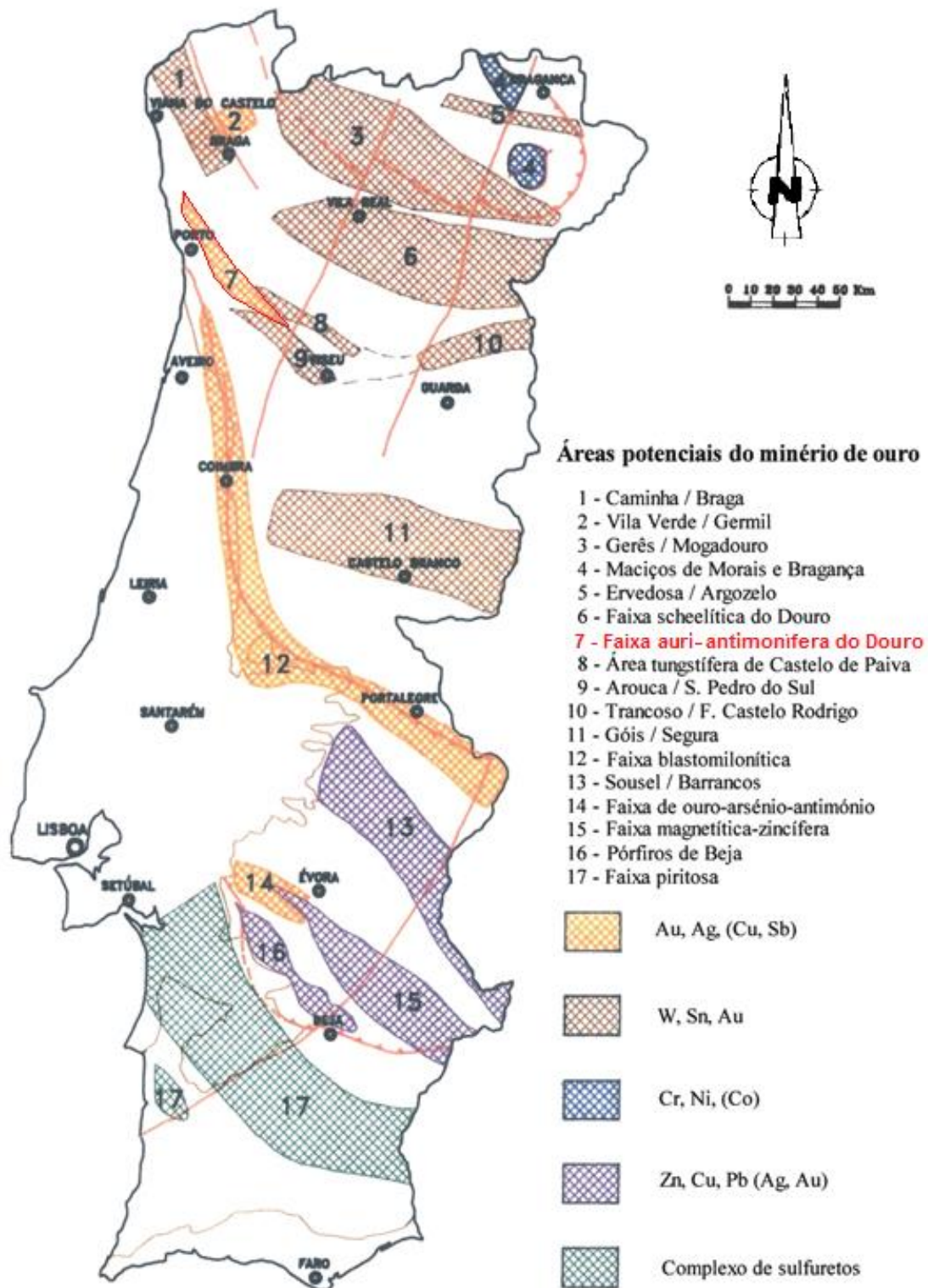


Figura 1: Mapa para áreas potenciais do minério de ouro em Portugal (adaptado de Lourenço et al, 1992: 10)

O distrito mineiro referido é essencialmente um distrito auri-antimonífero (*Figura 2*), evidenciando quatro tipos de associações paragenéticas, W-Sn, Au-As, Sb-Au e Pb-Zn-Ag que correspondem fundamentalmente à existência de dois processos de mineralização, um varisco, em que podem ocorrer mineralizações em Sb-Au ou Au-As em que podem ocorrer, também, W-Sn; e um Alpino, com mineralizações em Pb-Sn ou Pb-Zn-Ag, relacionada com a abertura do Atlântico, onde ocorre a sobre imposição sobre as mineralizações preexistentes (Couto et al. 1990).

A evolução paragenética mais completa ocorre em mineralizações Sb-Au, em que a sequência paragenética é constituída por quatro estádios, em que o estágio ferri-arsenífero é dominante, e um quinto de remobilização. Esta sucessão traduz uma ordem bem definida do depósito dos metais sob forma sulfurosa; o ferro exprime-se no primeiro estágio, seguido do cobre e zinco e por fim o antimónio.

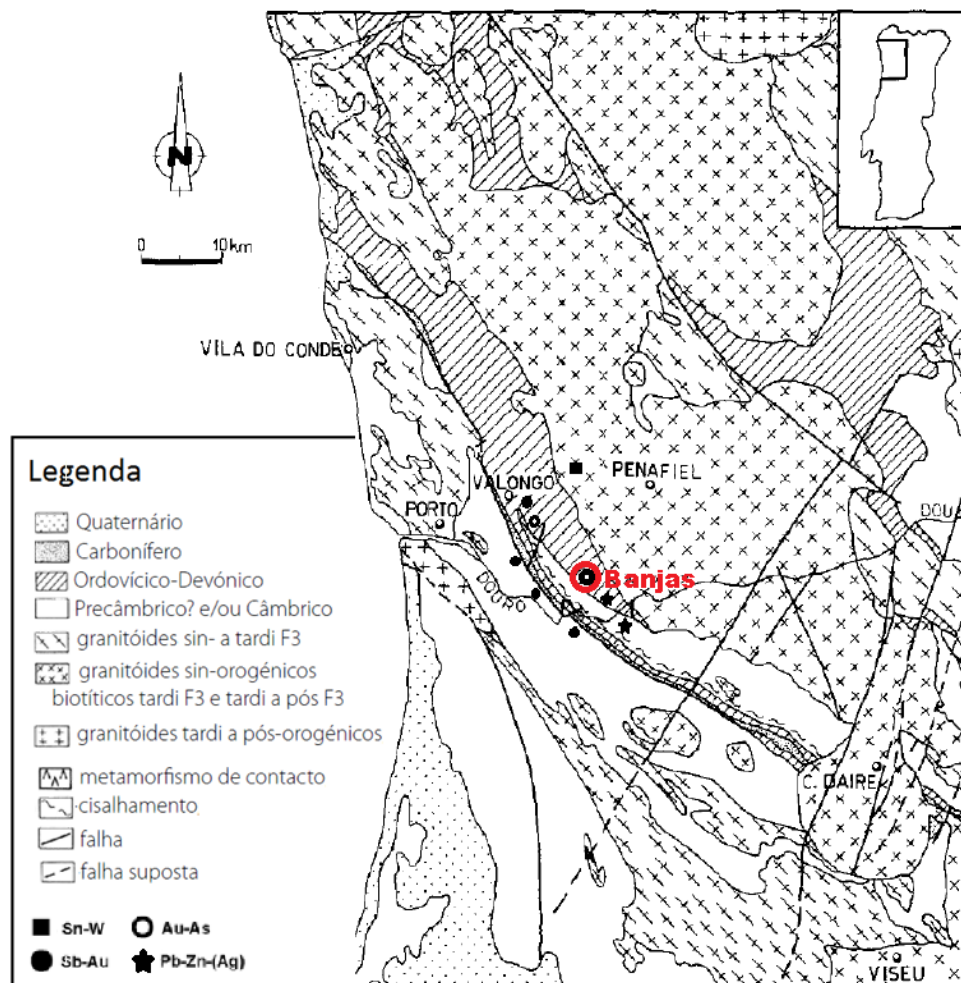


Figura 2: Localização do Distrito auri-antimonífero Durico-Beirão, com pequena referência às mineralizações existentes, com foco nas Banjas (adaptado Couto et al. 1990, adaptado de Ferreira et al. 1987)

Fundamentalmente, os jazigos da região Dúrico-Beirão resultam, da interacção e sobreposição de vários tipos, abrangendo os três tipos morfológicos definidos por Ziserman & Serment (in Couto 1993), sendo que na maioria dos casos é possível verificar mineralizações do tipo filoniano, contudo também ocorrem mineralizações, Sb-Au e Au-As, do tipo estratiformes, nomeadamente associadas a níveis vulcano-sedimentares e camadas negras, com destaque para esta última. As estruturas mineralizadas com controlo tectónico enquadram-se em quatro grupos nomeadamente (E)NE-(W)SW, E-W, N-S e NNW-SSE. (Couto 1993)

Tendo em conta a mineralogia dos jazigos a ganga será maioritariamente quartzosa a carbonatada, sendo a rocha encaixante constituída por domínios alternantes de rochas de competência contrastante, predominantemente rochas quartzíticas e xistentas. Essencialmente, os minerais mais frequentes serão a pirite, arsenopirite, estibina, galena e blenda, com destaque para ouro que pode ocorrer puro ou em ligas, podendo, este último, exprimir-se e concentrar-se em quase todos os estádios da evolução metalogénica. (Couto 1993).

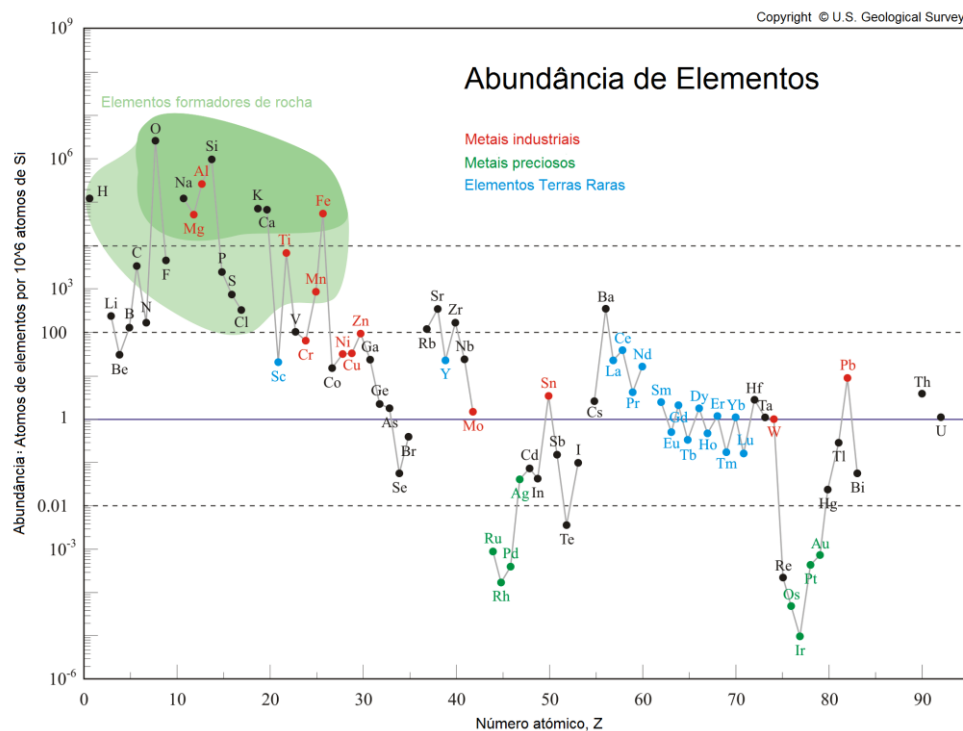
2.1 A EXPLORAÇÃO DO OURO

Ao longo dos tempos, poucos produtos naturais fascinaram tanto a humanidade como o ouro. Descrito e conhecido como um metal precioso, em que a combinação de escassez relativa (*Figura 2*), a sua facilidade para ser trabalhado e a sua beleza o tornou uma mercadoria valiosa ao longo da história da humanidade. As propriedades físicas, químicas e bioquímicas do metal garantem-lhe uma série de aplicações nas mais diversas indústrias, desde a indústria tecnológica à indústria alimentar, principalmente, devido a este se caracterizar por ser um metal denso, dúctil, não-corrosível, bom condutor de calor e electricidade, o que o torna de grande utilidade na fabricação de peças que necessitam de alta confiabilidade. Provavelmente o mais antigo metal precioso que o homem conhece, levou a guerras onde um número incontável morreram tentando saqueá-lo ou protegê-lo (Robert 1987).

O condicionamento geológico permite que algumas regiões da crosta possuam maior tendência a conter nas suas estruturas determinadas concentrações minerais,

notadamente em períodos em que a deposição de metais se denota mais pronunciada. Segundo vários autores, o ouro, símbolo químico Au (número atômico 79 na tabela periódica dos elementos, de valência 1,3 e peso atômico 197) apresenta uma concentração média na crosta terrestre (Clark) (*Tabela 1*) da ordem de 2 a 5 ppb. Logo, para se formar um depósito com interesse económico de Au com teor mínimo de 1ppm é preciso que processos geológicos e fluidos resultantes venham a concentrar na ordem das centenas de vezes o valor médio de Au.

Tabela 1: Composição da Crosta Terrestre em termos de número de átomos do elemento por cada 1.000.000 de átomos de Silício – Copyright © U.S. Geological Survey.



Este metal é um dos poucos metais que ocorre na natureza em estado nativo, cristalizando no sistema cúbico ocorre, na maioria das vezes, em forma de octaedros e com menos frequência como romboedros. Frequentemente, além do seu estado natural (ouro nativo), ocorre também associado a outros elemento como é o caso da aurostibite (AuSb, verificada na zona de estudo por Couto 1993), silvanite – (Au,Ag)Te₄, calaverite – AuTe₂, crenneritae – AuTe₂, petzite – (Ag,Au)₂Te. (Robert 1987)

Durante a última década tem havido grandes mudanças na economia global, sendo que os padrões de mudança de crescimento económico e criação de riqueza em todo o mundo tiveram um enorme impacto sobre a geografia da procura de ouro. Os recursos mundiais de ouro foram estimados, em Agosto de 2014, em cerca de 31812 toneladas, sendo que na Europa estimaram-se cerca de 10784 toneladas (57.3%). Embora sua raridade permaneça as fontes de ouro tornaram-se, ao longo do tempo, geograficamente diversas assim como a sua demanda (World Gold Council 2014). Actualmente, a China é o maior produtor do mundo, representando cerca de 14% da produção total. Contudo como um todo, o Leste da Ásia produz 21%, a África produz cerca de 19% e a América Latina produz cerca de 18% do total. (World Gold Council & PricewaterhouseCoopers LLP 2013)

Do ponto de vista geológico, Portugal é um país bastante diversificado e complexo, essas características que conferem com potencial importante em vários recursos minerais, sendo rico em metais preciosos.

No Distrito Mineiro Dúrico-Beirão há inúmeros locais onde surgem vestígios de antigas explorações mineiras, onde se observam trabalhos que chegam a algumas centenas de metros de profundidade, havendo ocorrência de fojos ou banjas, poços, galerias, escombreyras, entre outros. Presume-se que o conhecimento e exploração de ouro nesta zona possam ser anteriores à ocupação romana, contudo para um nível de segurança reconhece-se a exploração do ouro na época romana confirmada pelos achados de lucernas, cerâmicas, entre outros objectos, característicos desta época e civilização. Na época romana, a prospecção apoiava-se em indícios reconhecíveis, tendo por isso, os prospectores, de conhecer certas características relacionadas com o minério a prospectar, muitas vezes fruto de uma exploração sistemática. Segundo Couto (1993) os trabalhos mineiros romanos (mineralizações de Au-As) localizam-se preferencialmente no flanco normal do Anticlinal de Valongo onde camadas do Ordovícico Inferior apresentam-se mais espessas. Constituída por mais de uma dezena de jazigos, as minas foram posteriormente retrabalhadas apresentando trabalhos esporádicos actualmente, sendo que em alguns casos

haverá um aproveitamento de trabalhos antigos, que ocorrem sob a forma de poços e vazios correspondentes ao desmonte de filões, a norte vulgarmente designados por fojos e a sul por banjas. (Couto & Soeiro 1993, Lima et al 2012).

A atividade mineira no distrito mineiro Dúrico-Beirão define-se, essencialmente, em três épocas, a época de ocupação romana, o período de 1874 a 1887 (Revolução Industrial) e na época da II Guerra Mundial - segundo gráfico de registos obtido em Couto (1993). Em termos gerais a faixa auri-antimonífera para além de ter sido fortemente explorada para a obtenção de antimónio no século passado, este metal por vezes foi abandonado em detrimento do ouro, o que possibilitou a viabilização do custo de lavra aquando da época da crise na procura do antimónio. (Couto & Soeiro 1993, Couto 1993).

Os trabalhos mineiros de ouro nesta região atingiram alguma expressão nas minas de Santa Justa, Pias, Moirama e Banjas, tendo em conta as mineralizações de Au-As; e Montalto, Tapada, Fontinha, Ribeiro da Serra, Alto do Sobrido, tendo em conta as mineralizações de Sb-Au (Couto et al. 1990), sendo que neste último tipo de mineralização, foi posta em evidência a presença de ouro como um subproduto em alguns dos filões explorados. O ouro ocorre essencialmente no estado livre – podendo também ocorrer sob outras formas -, na estrutura de alguns sulfuretos como pirite e arsenopirite, ocorrendo em estruturas filonianas quartzosas subverticais e em estruturas estratiformes, estas associadas essencialmente a níveis do Ordovícico Inferior (Couto 1993). Embora as mineralizações de ouro despertem o interesse de várias entidades estatais ou privadas, a exploração nesta região teve o seu auge durante a Revolução Industrial devido à procura de antimónio. (Couto 1993)

No que diz respeito ao teor dos metais, Carvalho (in Couto 1993) sugere teores médios nas minas de Sb entre 5 a 10% e Au proveniente de quartzo de 7g/t. Contudo Ferreira et al (Couto 1993) sugere que os teores raramente atingem 6g/t. Segundo Couto (2002), tendo como base registos mineiros, a produção de ouro no distrito mineiro de Dúrico-Beirão apresenta-se como o segundo distrito mais produtivo de Portugal, perdendo para Jales na região de Trás-os-Montes, tendo

produzido cerca de 5,6t de ouro e, embora com início de exploração mais tardio, cerca de 12000t de antimónio.

A referida faixa auri-antimonífera, conhecida pelos inúmeros trabalhos mineiros antigos, constitui uma importante zona aurífera que recentemente foi objecto de alguns trabalhos de prospecção visando a identificação de novas jazidas ou o retrabalhamento de antigas jazidas auríferas.

2.2 TRABALHOS ANTERIORES

A área estudada integra-se na Zona Centro-Ibérica (ZCI), uma das grandes unidades geológicas do Maciço Ibérico, segundo a zonografia estabelecida tendo em conta os estudos de Lotze 1945; Julivert et al. 1974 e Ribeiro 1979. A região abrange formações do autóctone da Zona Centro-Ibérica, referido por Pereira 1987, sendo que sobre o ponto de vista das fases tectónicas da orogenia varisca que atuaram sobre as formações, em diferentes alturas, foi proposta, por diferentes autores, a mais vasta gama de hipóteses, sendo aqui considerada a referente a Ribeiro et al. 1987 e Couto 1993, sendo estas praticamente análogas (*Tabela 2*).

No que diz respeito à geomorfologia esta região encontra-se drenada pelo rio Douro e seus afluentes, sendo a paisagem dominada por vales encaixantes com entalhe dos cursos fluviais que deverá ter condicionamento imposto pela rede de fracturas tardi-variscas por Pereira 1997. Nomeadamente na zona de estudo com destaque para os contrastes de relevos diferenciais, originados por erosão diferencial entre os quartzíticos e as unidades xisto-grauváquicas, materializados por dois alinhamentos de serras, tendo em conta o estudo de Rebelo 1975.

O distrito Dúrico-Beirão, onde se enquadram as mineralizações estudadas no âmbito do Estágio, constitui uma das principais províncias auríferas da Península Ibérica, foi também estudada do ponto de vista arqueológico, tendo em conta a sua história mineira, tendo como principais autores Cabral 1883, Monteiro & Barata 1889, Allan 1965 e Carvalho 1969 & 1981.

Tabela 2: Cronologia das fases tectónicas na ZCI (Couto 1993, adaptado de Noronha 1983)

	M. a.	Schermerhorn (1956)	Matte (1968)	Oen (1970)	Medeiros (1964)	M. Ferreira et al. (1971)	Ribeiro (1974)	Noronha et al. (1979)	Ribeiro et al. (1987)
PRÉ-CÂMBRICO CARBONÍFERO DEVÓNICO	280				F	F ₃			D ₄
	290-295	F ₂		F ₂		F ₂			D ₃
	310-315	F ₁	F ₂				F ₃	F ₃	
	328-335			F ₁			F ₂	F ₂	
	345		F ₁			F ₁			D ₁
	359						F ₁	F ₁	
	370								

Dentro deste distrito, as mineralizações estão associadas a uma megaestrutura, o Anticlinal de Valongo denominado por Ribeiro 1987, em formações cujas idades vão do Precâmbrico e/ou Câmbrico? ao Carbonífero, estudadas entre outros por Romano & Diggens 1973/74, Couto 1993 e 2013, Couto et al 1999; e Jesus 2001, 2003. Interessante verificar que a maior parte dos trabalhos antigos se situam nas alternâncias da base do Ordovícico, sendo as mineralizações alvo de estudo por parte de Torres 1954; Carvalho 1966; Couto et al. 1990; Combes et al. 1992, Couto 1993, 2010 e 2013, Couto & Soeiro 2005 e Couto et al. 2007.

Relativamente às cartas geológicas de Portugal, na escala de 1/50.000, dos Serviços Geológicos de Portugal - Lisboa, a área estudada é coberta pelas folhas 13-B (Castelo de Paiva) de Medeiros 1964 e a folha 9-D (Penafiel) de Medeiros et al. 1980, com as respectivas notícias explicativas.

3. OBJETIVOS DO ESTUDO

Os principais objetivos do trabalho a realizar no estágio debruçaram-se principalmente sobre o estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas no Anticlinal de Valongo, através da análise detalhada de testemunhos de sondagens. Neste contexto, e apesar de ser já conhecido o controlo exercido por alguns níveis da sequência estratigráfica do Paleozóico do Anticlinal de Valongo e por algumas estruturas tectónicas sobre as mineralizações auríferas, pretendeu-se conhecer com mais pormenor a sequência estratigráfica do Ordovícico Inferior da região e a tectónica associada a estes estratos. Esta investigação, realizada com base no estudo pormenorizado de sondagens realizadas na envolvente das Minas das Banjas e Poço Romano, baseia-se na caracterização e descrição dos diferentes litótipos e estruturas estabelecendo possíveis correlações entre níveis estratigráficos de fácies semelhantes, tendo como finalidade efectuar um controlo mais rigoroso da mineralização aurífera na região.

4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE TRABALHO

A concretização dos objetivos requeridos para a eficiente realização do estágio implica a utilização de várias metodologias de trabalho, sendo estas realizadas visando uma maior eficiência e aproveitamento. A metodologia debruça-se principalmente sobre a análise detalhada de testemunhos de sondagens, sendo que esta necessita de outros estudos de modo a permitir confirmar e/ou complementar os dados recolhidos. Assim sendo, foi também efetuado o estudo petrográfico e metalográfico de algumas amostras selecionadas, complementado com o estudo ao microscópio electrónico de varrimento.

4.1 ESTUDO DE PORMENOR DE TESTEMUNHOS DE SONDAGENS

Uma sondagem resume-se a uma perfuração com fim de prospectar as características de determinada formação geológica, seja para fins de exploração ou apenas para se conhecer as características geomecânicas da mesma.

As sondagens carotadas têm como principal objetivo a coleta de testemunhos, pois permitem uma amostragem contínua e uma percentagem de recuperação admissível. Com base nos testemunhos de sondagem, cedidos pela empresa A.M. Almada Mining – SA, foi possível proceder-se à elaboração de *logs* de sondagem (*Figura 3*), onde são descritos os aspetos geológicos dominantes e de todos os dados relativos aos trabalhos efetuados, e a recolha de amostras para as mais diversas técnicas, como é o caso da análise de teores e da preparação de lâminas para realização de estudos petrográficos e metalográficos. A informação recolhida a partir das sondagens foi utilizada numa tentativa de modelização bidimensional tendo em conta unidades litoestratigráficas e estruturais, para averiguar correlações entre unidades de fácies semelhantes, para uma definição de possíveis controlos da mineralização aurífera com maior detalhe do que o obtido até à data.

As sondagens estudadas foram previamente seleccionadas, com base num alinhamento segundo o eixo de anticlinais secundários associados ao Anticlinal de Valongo, evidenciando uma orientação N150°E, perfazendo um total de 4 sondagens. Deste total de sondagens 3 representam o sector das Banjas, estando mais ou menos distribuídas equitativamente ao longo do eixo e 1 representa o sector do Poço-Romano, todas elas de superfície.

BS1202

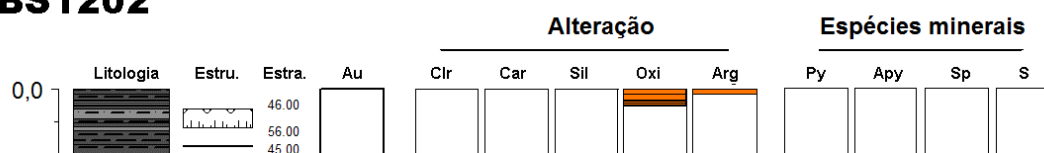


Figura 3: Excerto de possível *log* de sondagem, onde estão descritos os aspetos geológicos dominantes.

4.2. ESTUDO PETROGRÁFICO E METALOGRÁFICO

Este método foi aplicado a secções cortadas de uma amostra de dimensões consideráveis, através de realização de lâminas. As amostras a serem estudadas ao microscópio, neste caso concreto, foram previamente preparadas, utilizando equipamentos e procedimentos laboratoriais próprios, para a realização de lâminas delgadas polidas, utilizadas para os estudos petrográficos e metalográficos.

No processo de seleção de amostras, oriundas de testemunhos de sondagem, estão implícitas as condições necessárias para que a amostragem seja representativa. As amostras coletadas, para a preparação de lâminas, foram selecionadas previamente com base em determinados critérios guias para a ocorrência de concentrações de ouro nos jazigos do tipo Au-As, tendo em conta trabalhos anteriores em que foram definidos guias da mineralização, e as análises cedidas pela empresa.

- No que diz respeito aos guias do ouro salientam-se minerais geralmente sulfuretos, como pirite e arsenopirite, zonas com oxidação, cloritização, carbonatização e argilização e filonetes de quartzo, principalmente cavernoso. No que diz respeito a trabalhos anteriores teve-se em conta estruturas que controlam a mineralização aurífera, como zonas de falhas e/ou fendas de tracção, podendo estas aparecer preenchidas por quartzo, ou apresentando um aspecto de brecha, filões N20, massas N20-40, alguns litótipos do Ordovícico como níveis negros ferríferos com clastos e, níveis com lingulídeos (Couto 1993).
- Quanto à amostragem para a realização das análises químicas, realizada pela empresa Almada Mining, S.A, esta foi realizada ao longo das quatro sondagens tendo em conta alguns dos critérios acima descritos. Verifica-se, ainda, que para evitar o denominado efeito de pepita a amostragem foi realizada tendo em conta as suas características num mínimo de 20 centímetros e máximo de 1,5 metros de comprimento.
- As preparações das referidas lâminas tiveram lugar no Laboratório do Departamento de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, numa parcela de 12 lâminas, e no Laboratório de Laboratório de preparação de

amostras do Departamento de Geociências Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (DGAOT), numa parcela de 6 lâminas, perfazendo um total de 18 lâminas distribuídas ao longo das quatro sondagens estudadas (*Figura 4*).

A petrografia realizou-se com recurso ao microscópio óptico (*Tabela 3*), de luz transmitida e refletida, modelo Nikon Eclipse E 400 POL, presente no DGOT. A obtenção de microfotografias realizou-se com recurso à máquina fotográfica AXION cam MRC, incorporada ao microscópio óptico, e ao programa axion vision 3.1.

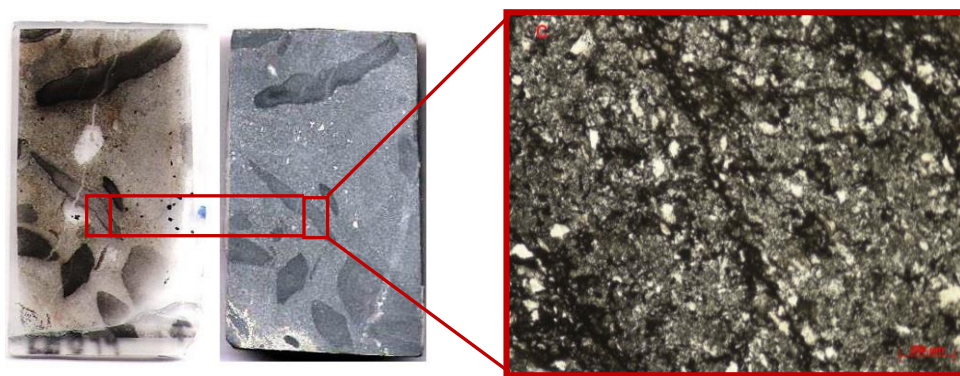


Figura 4: Exemplo de lâmina delgada polida com respectiva amostra e petrografia realizada com recurso ao microscópio óptico.

4.3. ESTUDO EM MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO DE VARRIMENTO

O Microscópio Electrónico de Varrimento (MEV) é um instrumento muito versátil e usado rotineiramente para a análise microestrutural de materiais sólidos. A imagem formada a partir do sinal captado no varrimento electrónico de uma superfície pode apresentar diferentes características, uma vez que diferentes sinais podem ser emitidos pela amostra. De entre os sinais emitidos, os mais utilizados para obtenção da imagem são originários dos electrões secundários e/ou dos electrões retrodifundidos. Nos MEVs que operam em alto vácuo torna-se necessário que as amostras não condutoras recebam uma cobertura muito fina de um material condutor, no caso das amostras em estudo o revestimento foi efectuado com um filme de carbono, visto se estar a analisar o ouro.

O MEV/EDS (microscópio electrónico de varrimento com acoplação de um espectrómetro de dispersão de energia) foi utilizado para esta caracterização devido à sua capacidade de fornecer informações sobre a identificação de elementos químicos presentes nas mesmas, sendo assim, cada amostra foi analisada com auxílio de EDS que, através da interação do feixe de eletrões com a amostra, é capaz de determinar a composição do elemento encontrado(*Figura 5*).

O equipamento utilizado foi um MEV de modelo FEI QUANTA 400 FEG ESEM/EDAX PAGASUS X4M equipado com EDS que se encontra no Centro de Estudo de Materiais da Universidade do Porto (CEMUP) (*Tabela 3*).

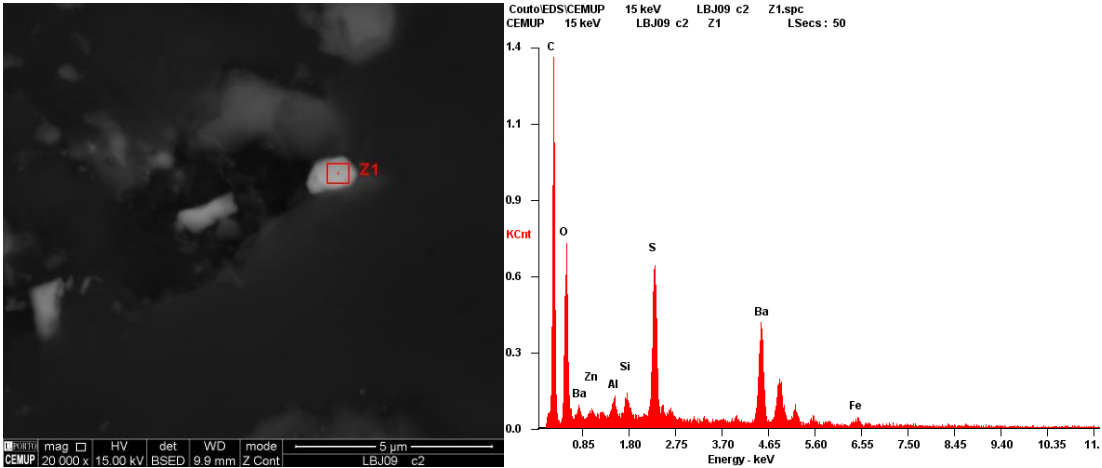


Figura 5: Exemplo de MEV/EDS utilizado para fornecer informações sobre a identificação de elementos químicos presentes

Tabela 3: Tabela de referência com informações sobre as técnicas descritas (MO- Microscopia óptica, MEV - Microscopia electrónica de varrimento e SEM - espectrometria de dispersão de energia)

Técnica	Elemento químico	Ligação química	Fases	Defeitos	Estrutura	Imagem	Profundidade examinada	Largura examinada	Capacidade para encontrar traços	Tipo de amostra sólida	Necessidade de vácuo
MO	-	-	-	x	-	x	Variado	0,2 µm	-	todas	N
MEV	-	-	-	x	-	x	Sub µm	10 nm	-	condutoras ou metalizadas	S
EDS	x	-	-	-	-	x	1 µm	0,5 µm	500 ppm	todos; Z > 5	S

5. ESTRUTURA

No âmbito da planificação, este trabalho de estágio encontra-se organizado tendo em conta um enquadramento teórico a nível regional e local e uma apresentação do Couto Mineiro das Banjas, entendendo-se que era relevante incluir a parte prática deste estágio juntamente com esta última parte. A presente dissertação encontra-se, assim, organizada em três partes essenciais:

O Capítulo II tem como objectivo o enquadramento regional e local da área de estudo, apresentando o Enquadramento geográfico, Enquadramento geomorfológico, Enquadramento geotectónico, tendo em conta a tectónica e litoestratigrafia, e Enquadramento metalogénico, tendo em conta as mineralizações auríferas, hipóteses genéticas, controlos das mineralizações e evolução paragenética.

O Capítulo III refere-se ao coto mineiro, tendo como objetivo uma primeira abordagem referente à apresentação da área de estudo no contexto histórico e uma segunda abordagem referente ao trabalho prático realizado tendo como base os estudos das sondagens acima referidas. Neste capítulo, serão descritas, primeiramente, as Mineralizações, com foco para as de Au-As, a História mineira, Perspetiva legislativa, tendo em conta a concessão atual, como conteúdo teórico. Tendo em conta o conteúdo prático este terá foco na Análise Detalhada de Testemunhos de Sondagens, tendo em conta o mapeamento das sondagens e a observação e descrição detalhada dos testemunhos de sondagens, com descrição do estudo petrográfico e ao MEV. Verificando-se, finalmente, os controlos litoestratigráficos e estruturais das diferentes sondagens, com foco para a verificação/ confirmação/ identificação de possíveis controlos das mineralizações no local de estudo.

No capítulo IV e V realiza-se, respectivamente a discussão e conclusão sobre os resultados obtidos a fim de ser possível a caracterização de possíveis correlações e controlos exercidos por alguns níveis da sequência estratigráfica do Paleozóico do Anticlinal de Valongo e por algumas estruturas tectónicas sobre as mineralizações auríferas na área das Minas das Banjas e Poço Romano.

~~Capítulo II~~

Enquadramento das mineralizações auríferas

1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A região mineira do Douro exibe, desde tempos antigos, uma importante atividade mineira ao longo da faixa do paleozóico de orientação NW-SE, desde a Póvoa de Varzim a Norte, até ao maciço granítico de Castro Daire a Sul (Couto 1993).

O Couto Mineiro das Banjas situa-se na região do Baixo-Douro, a NE do Porto (Figura 6), pertencendo ao distrito auri-antimonífero Dúrico-Beirão, flanco leste do Anticlinal de Valongo, na Serra das Banjas. Globalmente, a área estudada é coberta pelas Folhas 123-Valongo e 134-Foz do Souza, tendo em conta a Carta Militar do Serviço Cartográfico do Exército, na escala 1: 25.000. No que se refere à cartografia geológica abarca partes das Folhas 9D-Valongo de Medeiros et al. 1980 e 13B-Castelo de Paiva de Medeiros 1964, Carta Geológica de Portugal dos Serviços Geológicos de Portugal, escala 1: 50.000.

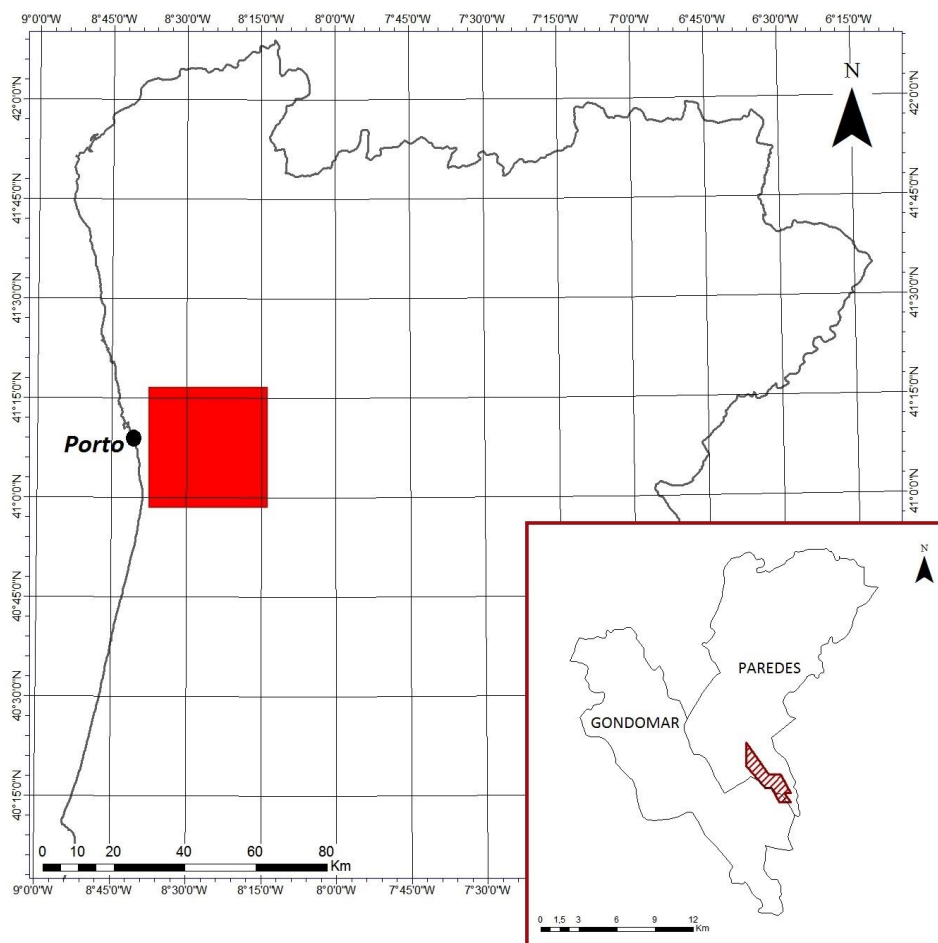


Figura 6: Localização da área de estudo, na região do Baixo-Douro, a NE do Porto, na Serra das Banjas.

2. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Na Península Ibérica destaca-se o seguinte conjunto de unidades morfoestruturais: o Maciço Ibérico, as Cordilheiras Alpinas, as Bacias Cenozóicas e as Orlas Meso-Cenozóicas (Ribeiro 1979a.) (*Figura 7*).

O Norte de Portugal estrutura-se no Maciço Hespérico, de idade proterozóica a paleozóica, apresentando aspetos litoestruturais exclusivos, materializados por alinhamentos com a orientação regional da Cadeia Varisca. Os aspetos estruturais provocados por deformação adjacente devem-se à imposição da Orogenia Alpina, durante o meso-cenozóico, que leva ao rejogo das falhas tardi-variscas, formando os traços morfoestruturais atuais do Maciço Hespérico. Assim sendo, em Portugal Continental a Meseta apresenta um interior recortado por vales encaixados, que vai transitando progressivamente para uma zona costeira de morfologia mais aplanada.

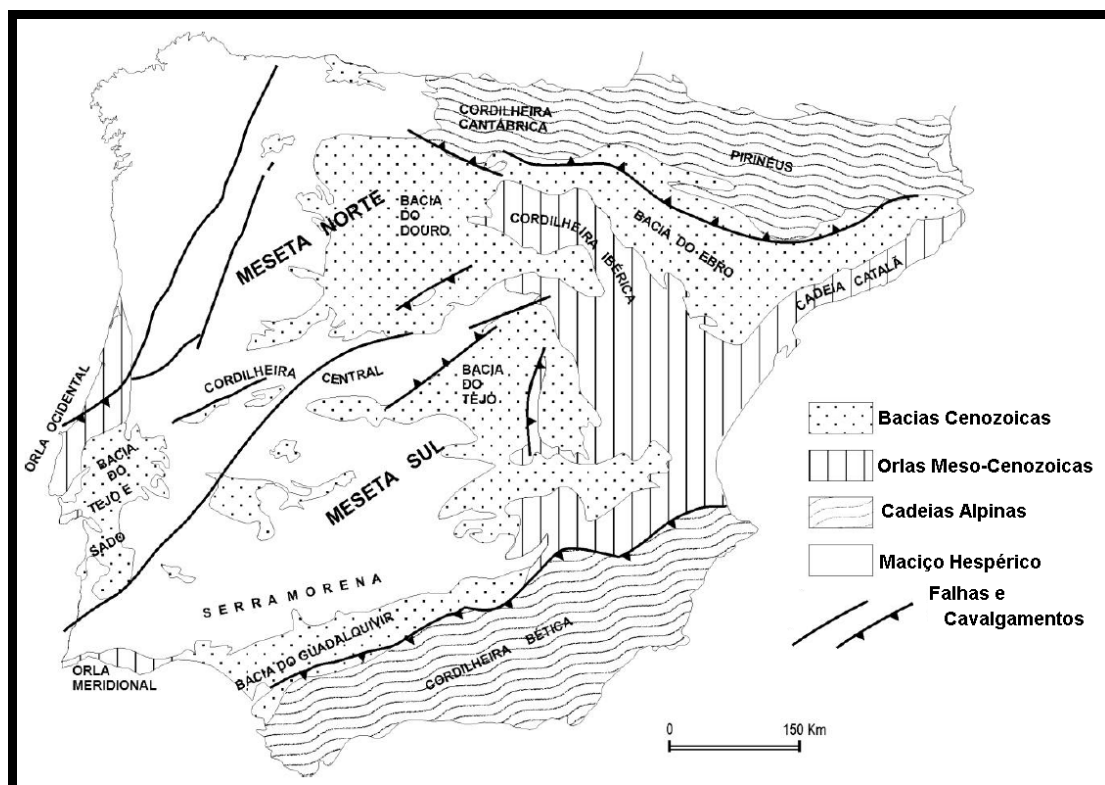


Figura 7: Unidades morfoestruturais da Península Ibérica (Ribeiro, 1979a).

Em termos geomorfológicos caracteriza-se por uma área marcadamente montanhosa, entalhada em vales muito encaixados, materializados por dois alinhamentos relativamente paralelos, apresentando uma orientação geral em torno de NW-SE. Morfoestruturalmente o seu contrastante relevo é reflexo da atuação de processos modeladores exógenos e tectónicos, mais propriamente condicionados pela tectónica varisca e tardi-varisca (Ribeiro 1979a). Efetivamente, nesta região os relevos são predominantemente estruturais relacionados em grande parte com a ocorrência de cristas quartzíticas, do Ordovícico Inferior, que apresentam uma clara prenúncia resultante da erosão diferencial. O núcleo do anticlinal, constituído por formações do Pré-câmbrico e/ou Câmbrico, é materializado por um extenso vale em parte influenciado pela erosão diferencial e em parte condicionado pelos sistemas fundamentais de falhas de direcções (N)NW-(S)SE e (N)NE-(S)SW. (Rebello 1975, Ribeiro 1979a). Fundamentalmente, a região em que se enquadra o Anticlinal de Valongo é marcada por uma longa história geológica e geomorfológica, que culminou na atual inversão de relevo (*Figura 8*) (Rebello 1975).

Estas características provêm de uma adaptação da rede de drenagem ao sistema de acidentes tectónicos, sendo que apresentam um percurso dominante de orientação NE-SW a NNE-SSW (Rebello 1975, Ribeiro 1979a). Assim sendo, no que respeita a hidrografia, o rio Douro controla a drenagem da região, não se adaptando completamente aos quartzitos, mas denunciando um condicionamento por acidentes tectónicos relativos às fases tardias de deformação Varisca (Rebello, 1975).

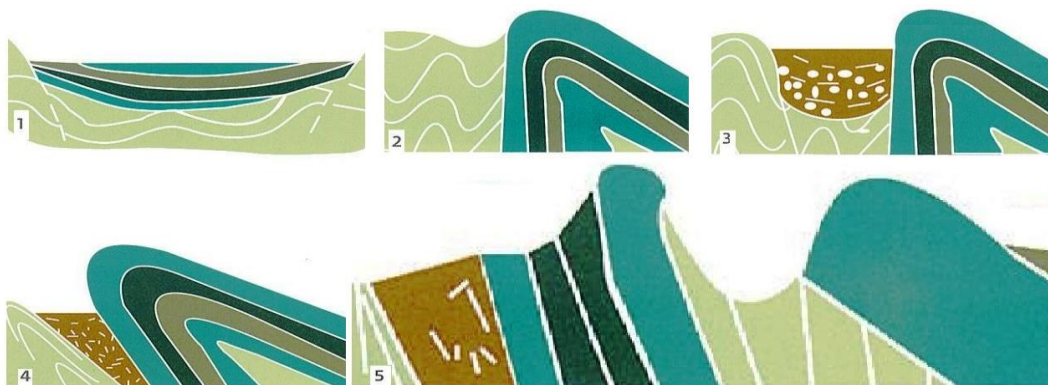


Figura 8: História geológica e geomorfológica do Anticlinal marcada por uma inversão de relevo (Couto & Lourenço, 2011 – História Geológica do Anticlinal de Valongo)

3. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

No que diz respeito à geologia europeia Stille (1924 in Ribeiro 1979b) terá sido o pioneiro definindo uma zonografia geológica tendo em conta a sua constituição pelo Escudo Báltico do Pré-Câmbrico e três cinturões, o Caledónico, o Varisco e o Alpino, definindo assim, do mais antigo para o mais recente, a Eo-, Paleo-, Meso- e Neo-Europa (Figura 9). Contudo, durante longos anos outros autores propuseram interpretações para um novo zonamento geotectónico da Europa.

A configuração atual da Cadeia Varisca apresenta um sector com arqueamento, designado por Arco Ibero-Armoricano, com génese no fecho do oceano Rheic, sendo os mecanismos responsáveis pela génese, estrutura e morfologia controversos. (Ribeiro, 1979a.b)



Figura 9: Principais unidades tectónicas da Europa, segundo STILLE (1924), in Ribeiro, A. (1979b).

Relativamente ao Maciço Ibérico Lotze (1945 in Ribeiro 1979a) foi pioneiro abordando uma zonalidade transversal em termos paleogeográficos, tectónicos, magmáticos e metamórficos. Embora com algumas modificações a sua divisão tem sido a base para novas abordagens. Segundo este autor, no Maciço Ibérico era possível considerar, de norte para sul, as seguintes zonas: Z. Cantábrica; Z. Ocidental Asturo-Leonesa; Sub Z. Galaico Transmontana; Z. Lusitana Oriental Alcudiana; Z. Ossa Morena e Z. Sul Portuguesa (*Figura 10*). Contudo, ao longo dos anos muitos foram os que estudaram sobre estes domínios, modificando e acrescentando zonas, subzonas e alterando os seus limites. Neste estudo optou-se pela abordagem de Farias et al (1987) que propôs que a Sub Z. Galaico Transmontana passa-se a designar-se por Zona da Galiza-Trás-os-Montes.

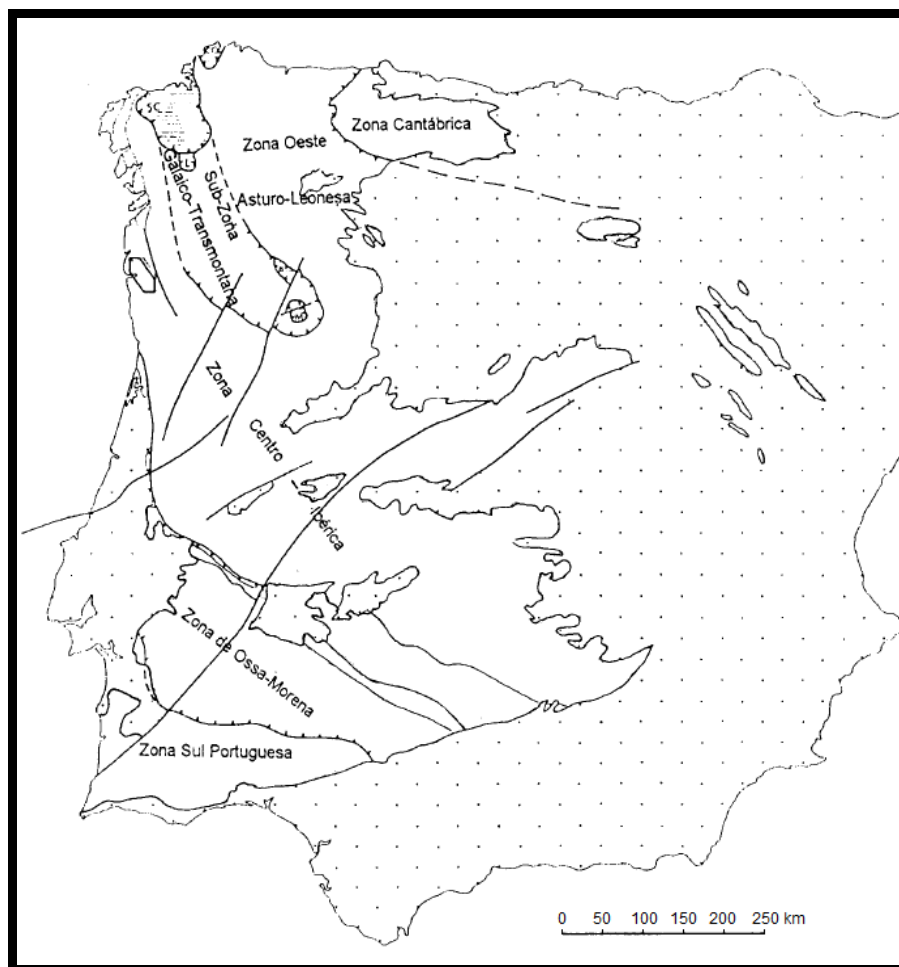


Figura 10: A divisão de Lotze (1945) para o Varisco Ibérico (Ribeiro 1979a)

3.1. TECTÓNICA REGIONAL

A Zona Centro Ibérica (ZCI) abrange sequências litoestratigráficas autoctones, caracterizadas pela deformação sofrida pelos metassedimentos associada aos eventos tectónicos correspondentes à primeira fase de deformação dúctil (D1). Relativamente aos eventos de deformação tardios (D2 e D3), estes assumem uma importância em áreas restritas. (Ribeiro 1979a)

Na ZCI as vergências dirigem-se para E e NE, sendo centrípetas em relação ao arco. Estruturalmente esta zona resulta da definição de duas zonas de deformação, correspondentes à primeira e terceira fase de deformação do território Português definidas por Ribeiro et al. 1987 (Ribeiro 1979 a e 2013 a.b.):

A 1ª fase (D1), que ocorre em regime transpressivo esquerdo, origina dobras de eixo NW-SE de plano axial vertical e clivagem de plano axial em regime tectonometamórfico dúctil.

A 3ª fase (D3) gera dobras de planos axiais subverticais subparalelas ao Arco Ibero-Armoricano e define corredores e zonas de cisalhamento, retomando estruturas anteriores em regime transcorrente.

O espessamento crustal derivado da compressão varisca que levou à produção de magmas graníticos classificados segundo o seu período de instalação relativamente à fase D3: granitos ante - D3, sin-D3 ou sin-tectónicos, tardi a pos-D3 ou tardi a pós-tectónicos e pos-D3 ou pós-tectónicos.

3.1.1. TECTÓNICA DO SETOR

Na região Dúrico-Beirão Couto (1993) considerou duas fases de deformação no anticlinal, uma ante Estefaniana e uma pós-Estefaniana que fez corresponder, respectivamente às fases D1 e D3 propostas por Ribeiro et al. 1987 (Ribeiro, 1979 a e 2013 a.b.), e um episódio deformacional tardio (Figura 11):

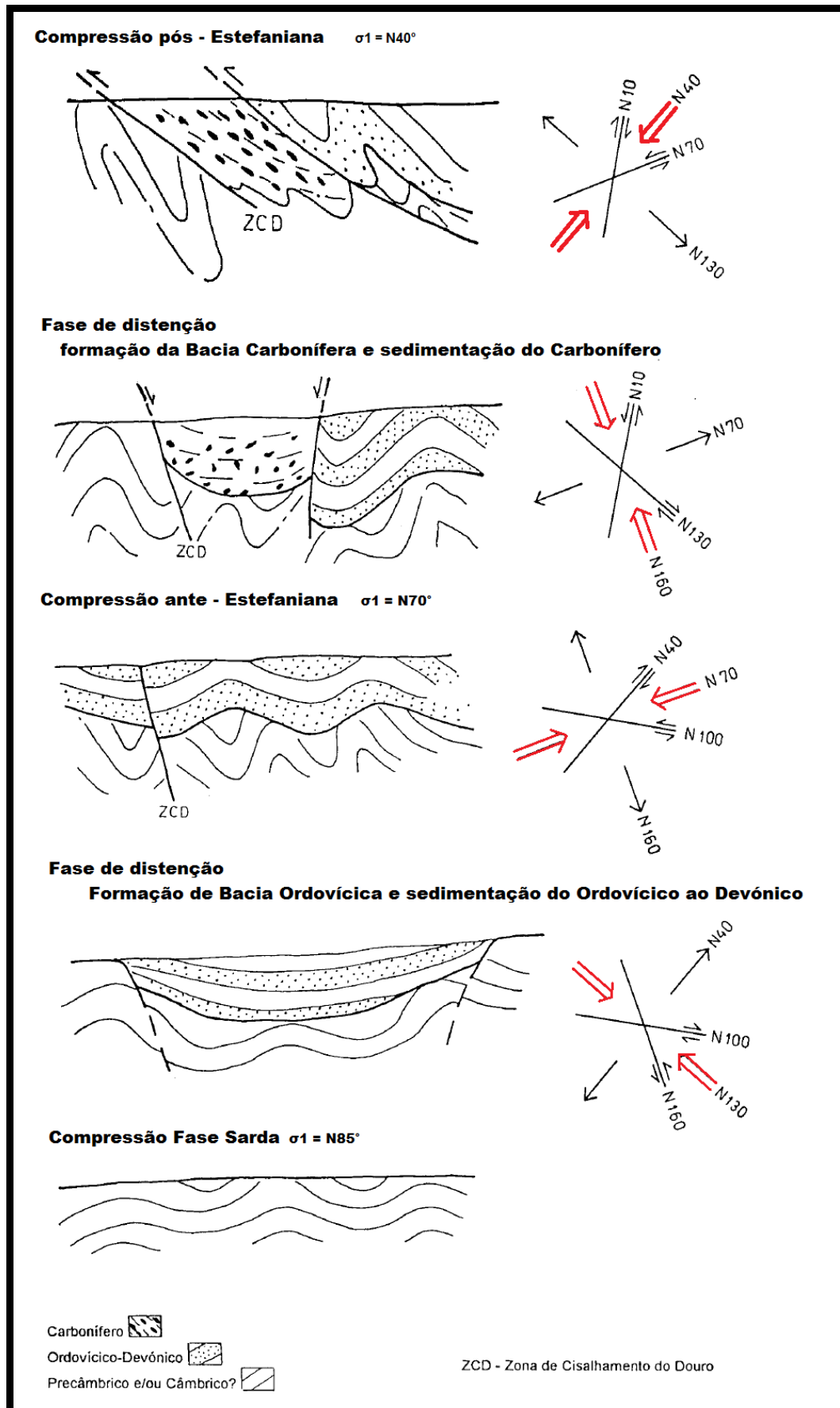


Figura 15: Esquema representativo da evolução geotectónica da região (Couto 1993)

1ª Fase de deformação - A formação do Anticlinal de Valongo

Aquando da fase ante Estefaniana constata-se uma compressão regional de N70° que admite a formação de dobras abertas de eixo mergulhante entre N150° a N160° e plano axial quase ou mesmo subverticais, e, ainda, a instalação de filões N30° a N40° com rejeito dextrogiro ao longo de fracturas de corte direito. A esta fase corresponde uma foliação principal N150°-170° e fraturas de tração de orientação N70° posteriores ao Devónico, com preferencial formação de filões mineralizados, muitos destes desmontados em trabalhos mineiros.

Após verifica-se uma fase de distensão ante-Estefaniana, gerando fracturas de tracção e filões estéreis, com orientação geral N160° a N170°, preenchidas por quartzo e caulinite.

O Anticlinal de Valongo

O Anticlinal de Valongo é uma macrodobra gerada em regime dúctil, transpressivo esquerdo associado à primeira fase de deformação da Orogenia Varisca, estando delimitada por duas zonas de cisalhamento importantes, o Sulco Carbonífero Dúrico-Beirã (SCDB) a SW (Dias 1994, Couto 1993, Noronha et al 2006), e a Falha Quinta do Anjo-Recarei (FQAR) a NE, de componente de desligamento esquerdo (Dias 1994) (Figura 7). Evidencia-se, ainda, uma zona de cavalgamento, igualmente, de componente de desligamento esquerdo e subparalela ao eixo de plano axial afectando os afloramentos do núcleo do anticlinal – Zona de Cisalhamento do Plano Axial (ZCPA) (Dias 1994 e Romano & Diggins 1974) ou Zona de Cisalhamento de Santa Justa (Couto 1993) (Figura 12).

Estruturalmente, esta macrodobra materializa-se num antiforma anticlinal assimétrico de direção NW-SE, de eixo mergulhante entre 5° a 15° NW e plano axial inclinado 60°NE (Figura 13). Esta estrutura apresenta um flanco normal/oriental de inclinação 35°NE e um flanco inverso/ocidental subvertical de inclinação 75°NE (Ribeiro et al 1987 in Ribeiro 1979 a e 2013 a.b.).

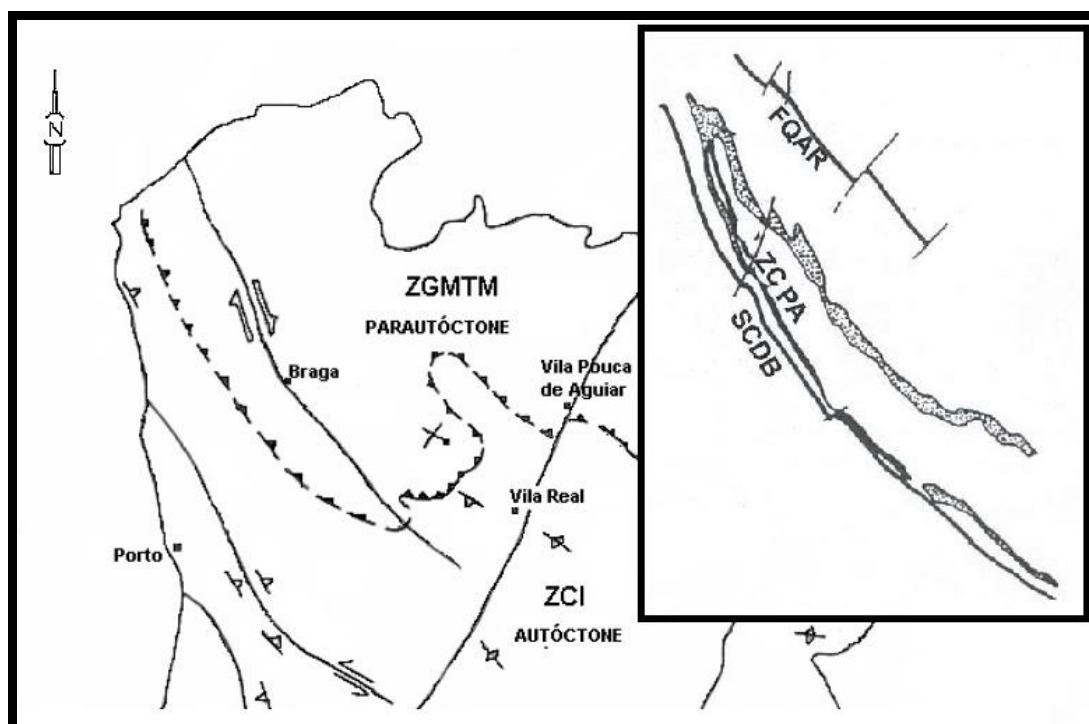


Figura 16: Esquema com as principais zonas de cisalhamento ativas durante a primeira fase de deformação varisca no Anticlinal de Valongo (adaptado de Dias 1994 e Noronha et al 2006)

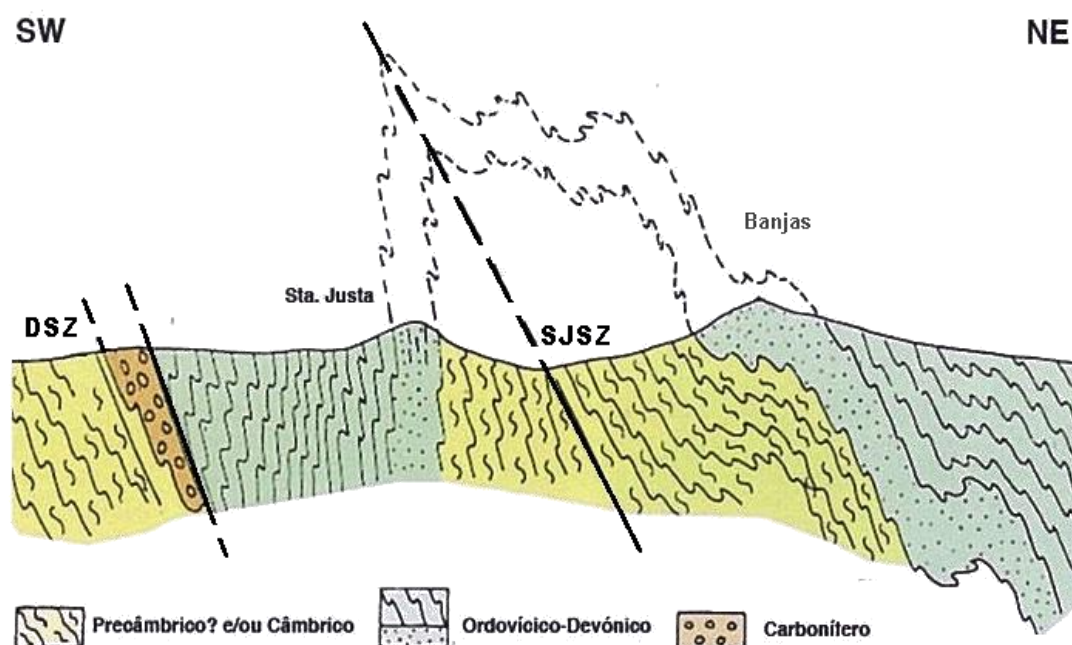


Figura 17: Perfil geológico (adaptado da folha 9D Penafiel da Carta Geológica dos Serviços Geológicos de Portugal na escala 1:50.000, adaptado de Couto & Lourenço, 2011 – História Geológica do Anticlinal de Valongo)

2ª Fase de deformação - Estruturação do Sinclinal Carbonífero

Um novo episódio de deformação, com compressão orientada aproximadamente N40 originou dobras menores, que a 1ª fase, de eixo entre N130° e N140° e orientação N40°, pós deposição do Carbonífero. A clivagem que melhor se verifica corresponde a esta fase de deformação.

Episódio deformacional tardio - Cavalgamentos e escamas tectónicas

A fase tardia originou dobras menores com orientações que variam de N10° a N90° (direcções bastante variadas) e kinks com orientação de N40°, verticais, gerando-se, em certas zonas, uma clivagem de fratura de plano axial. Esta fase poderá ter gerado falhas subhorizontais, posteriores aos cavalgamentos do Carbonífero.

Episódio deformacional mais tardio - Deformação das estruturas principais

Este episódio deformacional terá origem na Orogenia Alpina e deverá ser o responsável pela deformação das estruturas principais, acima referidas, em direcção, inclinação do plano axial e mergulho do eixo.

Em termos do metamorfismo, Couto (1993), verificou através do estudo da cristalinidade das micas existir um metamorfismo de baixo grau no domínio da epizona correspondente à fácies dos xistos verdes.

3.2. ESTRATIGRAFIA

Fundamentalmente, a região enquadra-se no Anticlinal de Valongo, sendo que a sequência estratigráfica regional apresenta uma ampla distribuição de unidades estratigráficas do Precâmbrico e/ou Câmbrico (?) ao Carbonífero (*Figura 14*) (Couto et al. 2014)

Precâmbrico e/ou Câmbrico

Os terrenos do ante Ordovícico apresentam uma série tipo flysch, alternando xistos e grauvaques, e alguns leitos conglomeráticos. As séries metamórficas derivadas apresentam ardósias, micaxistos, corneanas pelíticas e série dos migmatitos - migmatitos, gnaisses, entre outros, bem como, metagrauvaques e psamitos (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

Ordovícico

O Ordovícico é representado na sua base por um conglomerado, bastante descontínuo, ao qual se seguem níveis quartzíticos com conteúdo fossilífero. Em sobreposição apresenta uma sequência de vaques e xistos, nos quais se identificam níveis vulcanossedimentares. Seguidamente ocorre uma série composta por siltitos de cor rosada e acinzentada, na qual se encerra um assinalável conteúdo fossilífero, e xistos. Por fim ocorrem conglomerados, quartzitos, diamictitos e grauvaques, sendo os dois últimos de origem glacial (Couto 2013).

As séries metamórficas derivadas apresentam corneanas psamíticas e xistos mosqueados (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

As rochas constituintes do Anticlinal apresentam idades compreendidas desde o Precâmbrico? e/ou Câmbrio até ao Devónico, contudo a área da mina das Banjas abrange somente formações do Landeiliano-Lanvimiano e do Floiano, Ordovícico. Romano & Diggens (1974) consideraram três formações para o Ordovícico, sendo estas a Formação Santa Justa, a Formação Valongo e a Formação Sobrido, posteriormente revistas.

Formação Santa Justa

A sequência sedimentar inicia-se com os quartzitos do Ordovícico Inferior, estratigraficamente discordantes com o Câmbrio, que tem por base conglomerados com níveis de pelitos e arenitos. Os quartzitos, ricos em inúmeros icnofósseis e outras estruturas sedimentares, indicam deposição em ambiente marinho litoral (Romano & Diggens 1974, Couto 2013). A esta formação sobrepõe-se uma formação de xistos e quartzitos à qual sucedem xisto argiloso duro, cinzento-azulado, rico em micas e com diversas formas de Graptólitos. Ocasionalmente verificam-se níveis negros ferríferos, sendo estes de natureza lutítica, essencialmente constituídas por chamosite e/ou siderite e por vezes oolitos ou pseudo-oolitos, com matéria orgânica e microfósseis (Couto 2010c e 2013, Couto & Moëlo 2011). Interestratificados com argilitos, siltitos, vaques e arenitos quartzíticos, estes níveis incluem, veios de quartzo concordantes. Nas proximidades do contacto do Floiano com o Dapingiano, ocorrem níveis fosfatados que contêm lingúlideos e, por vezes, bivalves (Couto

1993 e 2010 a, Couto et al 1999), cuja génese provavelmente estará relacionada com tempestitos relacionados com actividade vulcânica – níveis vulcanossedimentares. (Couto 2013). A parte superior desta formação ocorre uma alternância pelítico-gresosa, que sugere a passagem gradual da Formação de Santa Justa para a Formação Valongo (Couto 1993, Couto et al 1999).

Formação Valongo

Esta formação apresenta uma passagem gradual, como referido acima, à qual se sobrepõem ardósias e xistos argilosos que possuem um importante conteúdo fossilífero (Romano & Diggens 1974, Couto 2013, Couto et al 1999). Entre a Formação Valongo e a Formação Sobrido evidencia-se uma interrupção na sedimentação ou um período erosivo. Esta lacuna estratigráfica é marcada pela existência de um nível de ferro oolítico (Couto et al 1999, Couto 2013), sendo também frequentes nódulos siliciosos que segundo Loi & Dabard (in Couto 2013) relacionam-se com episódios de condensação em ambientes de plataforma continental distal.

Formação Sobrido

A Formação Sobrido sobrepõe-se à Formação de Valongo pelos quartzitos do Hirnantiano, intercalados com siltitos e argilitos. Para o topo, em geral, ocorrem quartzitos, conglomerados, xistos e diamictitos. Os diamictitos laminados foram interpretados como distais, enquanto os diamictitos maciços intercalados com quartzitos e conglomerados representam depósitos proximais (Couto 2013, Couto et al 2013).

Silúrico

Em termos litológicos, o Silúrico presente na região é constituído por xistos grafitosos, negros, argilosos, carbonosos e brancos - quer liditos quer ftanitos - com conteúdo fossilífero. Este evidencia uma transição gradual para o Devónico, caracterizado por apresentar séries pelíticas e psamíticas, xistos argilosos, arenitos e quartzitos. As séries metamórficas derivadas apresentam metassedimentos recristalizadas, geralmente corneanas pelíticas (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

Devónico

O Devónico é constituído por formações gresoso-pelíticas e xistos (amarelo-arroxeados e cinzento-azulados) fossilíferos, intercalando sequências turbidíticas, constituídas por pelitos, siltitos e grauvaques. Este apresenta o último registo fossilífero de fácies marinha do Anticlinal de Valongo (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

Carbonífero

O Carbonífero de fácies continental inicia-se por uma brecha de base, com transporte predominantemente marginal, sendo toda a sequência que se segue formada pela deposição de fácies pelíticas e fitogénicas. Esta sequência é essencialmente constituída por xistos fossilíferos, siltitos e arenitos, a qual é intercalada por conglomerados e níveis de carvão. As variações granulométricas revelam diferentes eventos de sedimentação indicando uma sedimentação sin-tectónica com um decréscimo progressivo dos níveis de energia (Jesus 2003).

Quaternário

Os depósitos mais recentes da região estão representados por aluviões, areias, cascalheiras, e terrenos areno-argilosos de fundo de vale. Os Depósitos Plio-Plistocénicos encontram-se representados essencialmente por terraços fluviais, normalmente constituídos por calhaus rolados de natureza e dimensões variáveis (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

Na área ocorrem também rochas eruptivas representadas por uma variedade de granitóides variscos: granitos, monzoníticos de duas micas e granodioritos. As rochas filonianas tratam-se normalmente de filões quartzosos, aplito-pegmatíticos, pórfiro graníticos, doleríticos e anfibolíticos (Medeiros 1964, Medeiros et al. 1980).

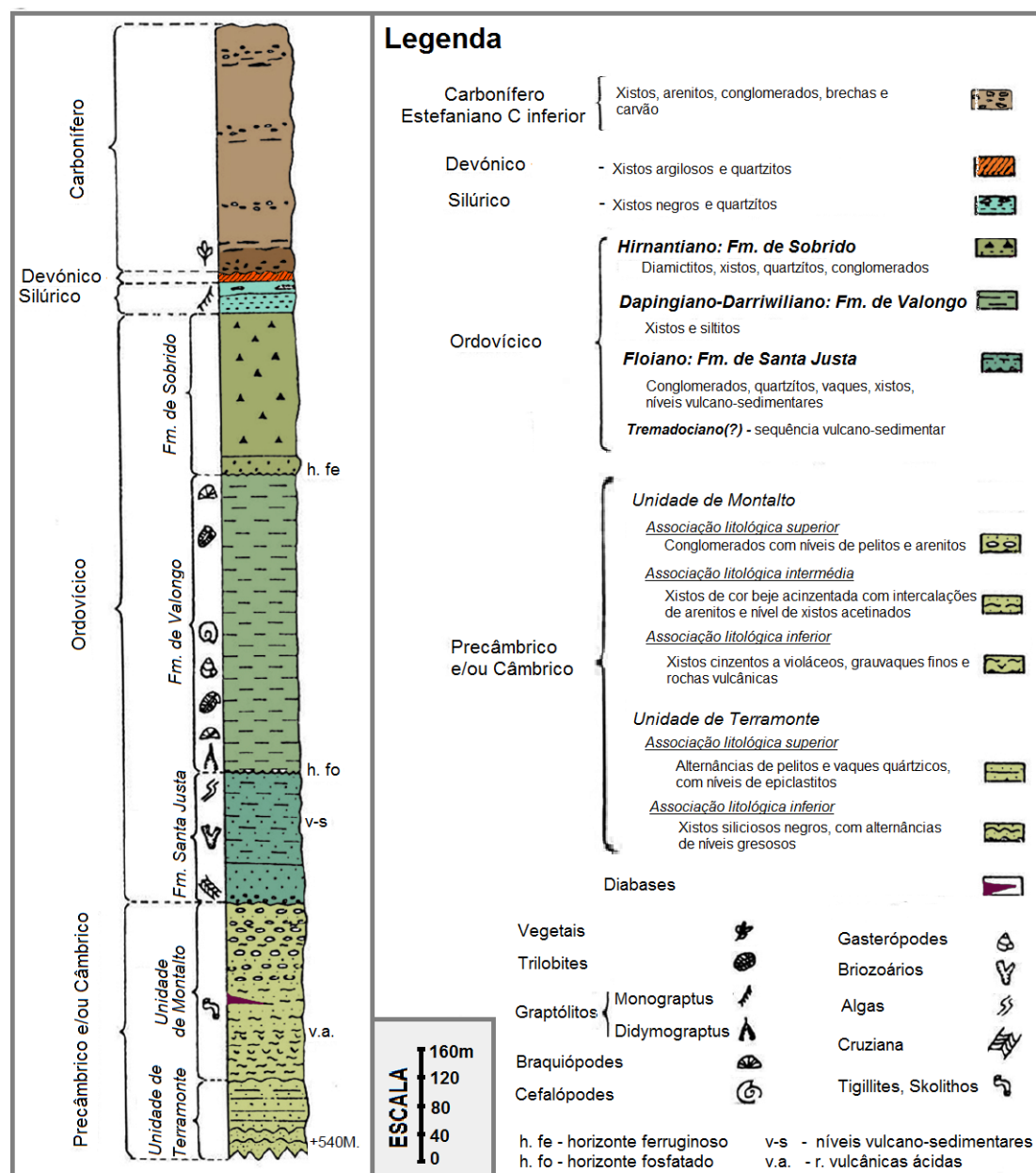


Figura 11: Coluna estratigráfica geral (espessuras baseadas na folha 9-D (Penafiel) da Carta Geológica dos Serviços Geológicos de Portugal na escala de 1/50.000) (Couto et al. 2014 adaptado de Couto 1993))

4. ENQUADRAMENTO METALOGÉNICO

No Distrito Mineiro Dúrico-Beirão, constituído por várias concessões mineiras, as mineralizações aparentam encontrar-se associadas a duas estruturas geradas no decorrer da Orogenia Varisca - o Anticlinal de Valongo e à Zona de Cisalhamento do Douro.

“Os jazigos da região Dúrico-Beirã resultam, pois, da interacção e sobreposição de vários tipos, além do filoniano. Salientamos os jazigos estratóides que podem ser responsáveis por grande parte dos teores em Sb e Au. Assim uma pesquisa virada para este tipo de controlo poderá revelar novas ocorrências com interesse económico.”

Couto 1993

No distrito mineiro referido, tendo em conta os estudos por Couto et al (1990) e Couto (1993), distinguem-se quatro associações paragenéticas diferentes bem caracterizadas, W-Sn, Au-As, Sb-Au e Pb-Zn-(Ag) (Figura 15). Estas correspondentes, fundamentalmente, à existência de dois processos de mineralização, um varisco, em que podem ocorrer mineralizações em Sb-Au ou Au-As em que podem ocorrer, também, W-Sn; e um Alpino, com mineralizações em Pb-Sn ou Pb-Zn-Ag, onde ocorre a sobre imposição sobre as mineralizações preexistentes (Couto et al. 1990).

Atualmente, o interesse económico do distrito mineiro continua vocacionado para as mineralizações auríferas e antimoníferas estando as referidas mineralizações intimamente relacionadas com um sistema regional associado a grandes acidentes tectónicos, como a Zona de Cisalhamento do Douro e de Santa Justa, ou estruturas paralelas relacionadas com a Orogenia Varisca (Couto 1993, Couto et al 1999, Noronha & Ramos 1993). Segundo Couto (1993) as mineralizações auríferas e, mais raramente, as antimoníferas são controladas por determinados litótipos do Paleozóico.



Do ponto de vista mineralógico, Couto 1993, refere semelhanças entre a paragénese de Sb-Au e Au-As e fenómenos de sobre imposição metalogénica devido à presença de antimónio em mineralizações Pb-Zn-(Ag), que traduz uma contaminação em profundidade dos fluidos plumbíferos por depósitos antimoníferos pré - existentes.

A autora verifica, ainda, que nos jazigos de Sb-Au e Au-As a ganga é essencialmente quartzosa, podendo este exibir várias gerações, correspondentes a diferentes estádios de mineralização; ocorrendo carbonatos preferencialmente nos jazigos de Pb-Zn- (Ag), referindo que esta última, de características epitermal, é típica de filões tardios posteriores aos filões de antimónio variscos segundo Møelo 1983.

Nestes jazigos, o estudo mineralógico permitiu definir uma mineralogia dominante sulfurosa, composta essencialmente por pirite e arsenopirite. A distinção mineralógica dos jazigos Sb-Au e dos Au-As, deve-se sobretudo à presença de sulfuretos de antimónio, sendo a berthierite ou estibina dominante, e a presença de carbonatos, nos jazigos Sb-Au. (Couto, 1993) (Tabela 4)

Tabela 4: Recapitulação das espécies minerais identificadas no conjunto dos jazigos estudados (Couto1993)

Minerais	Sb-Au			Au-As		
	RI	RS	AS	MA	B	CC
Arsenopirite	XXX	X		XXX	XXX	XXX
Pirite	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Pirrotite	Xp	P		X	ε	ε
Marcassite	ε 4	X	ε		ε	
Blenda	XXX		ε 4		XX	X
Calcopirite	X	ε	ε 4	X	ε	ε
Estanite	X4					
Tetraedrite	X			X	ε	
Galena	ε				XX	X
Jamesonite	XX		ε 4	X	ε*	
Berthierite	XX	XXX	XX			
Estibina	XXX	XXX	XXX			
Aurostibite	ε*	ε*				
Ouro	X	ε	X		XX	ε
Antimónio	X4	ε	ε 4			
In						
Apatite	X4					
Dolomite	X	X				
Siderite	X					
Ankerite	X	X				
Carbonatos	X	X				
Indeterminados						

Jazigos de Sb-Au: RI=Ribeiro da Igreja; RS=Ribeiro da Serra; AS=Alto do Sobrido.

Jazigos de Au-As: MA=Moirama; B=Banjas; CC=Covas de Castromil.

XXX abundante; XX frequente; X raro; ε em traços; p = pseudomorfose em marcassite; * = minerais não conhecidos anteriormente; # = minerais assinalados noutros estudos, agora não identificados; 1 C. Neiva (1944) assinalou a presença de volframite, englobada pela estibina em Vale do Inferno; 4 minerais assinalados pela 1ª vez por Couto et al. 1990.

No distrito auri-antimonífero Dúrico-Beirão, tendo em conta os estudos efectuados até ao momento, verificou-se que o ouro está, quase inteiramente, ligado às mineralizações de Sb-Au e Au-As. Estudos anteriormente efectuados para o ouro permitiram a distinção de diferentes gerações deste mineral, assim como ajudaram a corroborar a existência dos dois processos mineralizantes acima mencionados.

A hipótese da existência de pré-concentrações metálicas (Au, Sb, Pb), singenético, advém da existência de fortes anomalias em ouro na brecha de base do Carbonífero (Sb-Au), correspondente a uma pré-concentração do tipo "paleo-placer", e nas alternâncias vulcanossedimentares do Floiano (Au-As), provavelmente associada ao vulcanismo em que bactérias e matéria orgânica, como os grafitóides, poderão ter tido um papel importante na para a concentração do ouro. (Couto 1993 e 2010b, Couto & Borges 2005 e 2006)

A geração de ouro primário ocorre associada a diferentes estádios da sequência paragenética. Relativamente a esta geração, será importante referir que este pode aparecer quer puro, o mais puro encontra-se associado ao estágio ferri-arsenífero; quer em ligas; ou ainda, quer livre, associado a determinados minerais (Couto et al 1990 e Couto 1993). Em termos de associação o metal ocorre essencialmente associado à arsenopirite e à pirite, com pouca prata, à jamesonite, rico de prata, e à estibina I, com pouca prata provavelmente devido a lixiviação. Relativamente ao ouro em ligas, este ocorre essencialmente sob a forma de electrum, liga de ouro e prata com vestígios de platina, cobre e outros metais, ou na estrutura dos sulfuretos, particularmente na pirite e arsenopirite (Couto 1993).

As duas últimas gerações correspondem a ouro remobilizado apresentando-se este associado a minerais de remobilização, posto que nos jazigos de Sb-Au, os teores em prata apresentam-se no geral inferiores a 27%, enquanto nos jazigos de Au-As, os teores em prata correspondem aos de um estágio plumbífero tardio sendo muito elevados (> 33.5%) ou associado a minerais provavelmente supergénicos, com teores relativamente baixos em prata (Couto 1993).

Porém não se exclui a hipótese de que os fluidos de Pb-Zn (Ag) pós-variscos tenham sido portadores de ouro, pois verifica-se a associação frequente a minerais de remobilização, principalmente a galena tardia e ao electrum no jazigo das Banjas. Isto demonstra que os fluidos com Pb-Zn (Ag) concentram o ouro, remobilização do ouro, contudo não excluindo a hipótese de que estes mesmos fluidos tenham contribuído, também, para um aumento deste metal (Couto 1993).

Conclui-se, distinguem-se três processos de evolução distintos, uma pré-concentração de ouro restrita; a evolução do depósito primário, com enriquecimento progressivo em prata; e as remobilizações, podendo originar um ouro muito puro caso ligadas a alterações supergénicas, ou um ouro rico de prata caso ligadas a circulações de fluidos com Pb-Zn- (Ag). (Couto 1993)

4.2. EVOLUÇÃO PARAGENÉTICA E QUÍMICO-MINERALÓGICA

Do ponto de vista da evolução paragenética, Couto 1993, refere semelhanças entre a paragénesis de Sb-Au e Au-As, uma mineralização varisca, e fenómenos de sobre imposição metalogénica devido à presença de antimónio em mineralizações Pb-Zn- (Ag), uma mineralização Alpina, que traduz uma contaminação em profundidade dos fluidos plumbíferos por depósitos antimoníferos pré - existentes.

A associação paragenética correspondente as mineralizações auríferas, pode ser dominada, dependendo das zonas, pela associação Sb-Au, constituída por quatro estádios mais um estágio de remobilização, ou pela associação Au-As, em que o estágio ferri-arsenífero é dominante, estando os outros estádios discretos ou ausentes. Aqui o Sn-W pode ocorrer no primeiro estágio ferri-arsenífero (Couto 1993). A evolução paragenética mais completa ocorre em mineralizações Sb-Au, em que a sequência paragenética é constituída por um estágio Zero, quatro estádios mineralizantes, em que o estágio ferri-arsenífero é dominante, e um quinto de remobilização. Esta sucessão traduz uma ordem bem definida do depósito dos metais sob forma sulfurosa: o ferro exprime-se

no primeiro estágio, o cobre e zinco característicos do segundo estágio, o chumbo ocorre no terceiro estágio e o antimónio domina o quarto estágio. (Couto 1993)

Nas mineralizações de Sb-Au e Au-As o ouro exprime-se em todos os estádios, à excepção do segundo, com teores em prata muito variáveis, contudo parece ser dominante no estágio ferri-arsenífero (Couto 1993).

Segundo Couto (1993) e Combes et al. (1992), a paragénese nas Banjas é essencialmente sulfurosa, com pirite dominante e arsenopirite, sendo que a maior quantidade de ouro está ligada ao estágio ferri-arsenífero, aos sulfuretos singenéticos e ao próprio encaixante. Couto (1993) definiu 3 estádios de mineralização e um de remobilização (*Figura 16*).

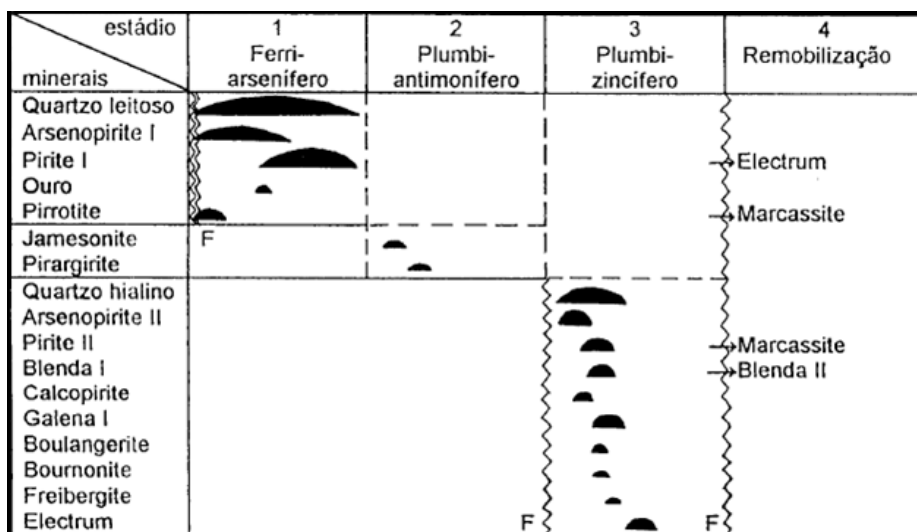


Figura 13: Sucessão paragenética e evolução geoquímica das mineralizações (Au-As) (Couto 1993)

O primeiro, ferri-arsenífero, é nitidamente dominante, com pirite frequente, sendo que parte do ouro aprisionado na rede ou em solução sólida na pirite e na arsenopirite foi remobilizado. O segundo, plumbi-antimonífero, foi assinalado pela rara presença de jamesonite, que se apresenta em pequenas inclusões na arsenopirite, na pirite e na blenda, e pirargirite, que ocorre em inclusões na arsenopirite associada à galena e à blenda. O terceiro, plumbi-zincífero, é bastante discreto e remobiliza parte do ouro, sendo frequente a ocorrência de electrum nos contactos da galena com a arsenopirite II e com a pirite II. O quarto estágio corresponde ao estágio de remobilização, principalmente de blenda e marcassite,

ocorrendo minerais de alteração supergénica (platenerite e escorodite). O electrum parece ter uma composição corresponde à do ouro rico de prata, associado a estádios plumbíferos tardios.

4.3. HIPÓTESES GENÉTICAS

As origens que têm sido atribuídas às mineralizações que ocorrem no Distrito mineiro Durico - Beirão são as mais diversificadas, incluindo processos ígneos, hidrotermais, singenéticos, secreções laterais e metamórficas. A província metalogénica da região Dúrico-Beirã resulta da conjugação de várias características geológicas particulares, que se acredita terem desempenhado um papel importante na concentração de um ou mais elementos, contribuindo para a formação de depósitos minerais.

Segundo Couto (1993), os metais e enxofre poderão ter sido gerados por processos diferentes:

1. Origem turbidítica, detrítica e de precipitação química com concentrações de ouro detrítico, designada por Boyle em 1986 e determinado nesta zona por Combes et al. em 1992. Este ouro aparece, como referido anteriormente, associado às alternâncias do Ordovícico inferior e a rochas do Precâmbrico e/ou Câmbrico, tendo este sido transportado das margens da bacia.
2. Actividade vulcânica submarina em alternâncias vulcanossedimentares do Floiano, com associação a bactérias e matéria orgânica, originando concentração em vários metais.
3. Origem do tipo “paleo-placers”, presente na brecha de base do Carbonífero.
4. No decorrer deste processo, a atuação de fases de deformação com metamorfismo de baixo grau, nomeadamente a ante-Estefaniana e a pós-Estefaniana, geraram fracturação importante, desde zonas de cisalhamentos (Zona de Cisalhamento do Douro e Zona de Cisalhamento de Santa Justa), a fraturas de tração, que possibilitaram a drenagem de fluidos, que podem ser, também eles, mineralizantes (Couto 1993).

No que diz respeito à natureza dos fluídos hidrotermais, no estudo das inclusões fluidas Couto (1993) verifica que os fluidos associados aos filões de Sb-Au e Au-As apresentam uma composição diferente da dos fluidos associados aos filões de Pb-Zn- (Ag). Os primeiros fluídos apresentam altos teores em CO₂ e baixos teores em NaCl, enquanto os segundos apresentam teores mais elevados em NaCl e sem CO₂, o que evidencia dois processos metalogénicos diferentes. A autora verifica, ainda, que embora os estádios sejam semelhantes, as temperaturas dos fluídos nas mineralizações Sb-Au/Au-As e Pb-Zn-(Ag) são de mais alta temperatura no primeiro que no último estágio de deposição traduzindo, essencialmente, uma evolução de um mesmo processo metalogénico de temperatura decrescente (evolução dos mesmos fluídos mineralizantes).

Relativamente aos mecanismos que intervieram na deposição dos metais, estes exibem essencialmente factores litoestratigráficos e estruturais importantes, contudo o abaixamento de temperatura e pressão de fluidos e certas condições físico-químicas locais - níveis com matéria orgânica - funcionaram, como armadilhas, favorecendo a precipitação dos sulfuretos e elementos nativos (Couto 1993). Particularmente, os fluídos hidrotermais magmáticos e/ou metamórficos e/ou meteóricos (Blanc et al 1994, Couto 1993), que provavelmente se combinam durante a circulação, estabelecem-se por impulsos que se traduzem nos diferentes estádios – acima descritos em 4.2. - de mineralização, por rejogo da fracturação.

O Distrito Dúrico-Beirão apresenta analogias com diversos jazigos da cadeia varisca, podendo-se comparar paragénese, existência de uma fase mineralizante precoce, depósitos estratiformes associados a turbiditos - "Turbidite-hosted gold deposits" determinado nesta zona por Combes et al. 1992 (definido por Boyle 1986), e a sobreimposição de uma mineralização Pb-Zn- (Ag) pós-varisca (Couto 1993, Couto et al 2007). Estas analogias sugerem uma relação genética entre a mineralização e intrusões graníticas, não aflorantes, estando esta relacionada com a atividade hidrotermal e/ou com a fonte de fluidos magmáticos e/ou metamórficos (Blanc et al 1994, Couto 1993, Couto et al. 2007). Consequentemente, Ferreira et al (1971 in

Couto 1993), Couto (1993) e Couto et al. 2007 consideram existir uma zonalidade em relação aos granitos pós-tectónicos que afloram a NE, tendo em conta diversos estudos que favorecem a hipótese de que existe uma ligação espacial com granitos não aflorantes (Figura 17). Por conseguinte, será de ter em conta que as intrusões graníticas teriam contribuído, pelo menos, como fonte de calor, fazendo circular os fluidos (Couto 1993), associados ao metamorfismo regional de baixo grau, gerando fluidos de leixivação, e possivelmente águas meteóricas. Não obstante os metais associados aos primeiros estádios de mineralização, podem ter sido transportados por fluidos magmáticos associados às intrusões ou apenas remobilizados das pré-concentrações.

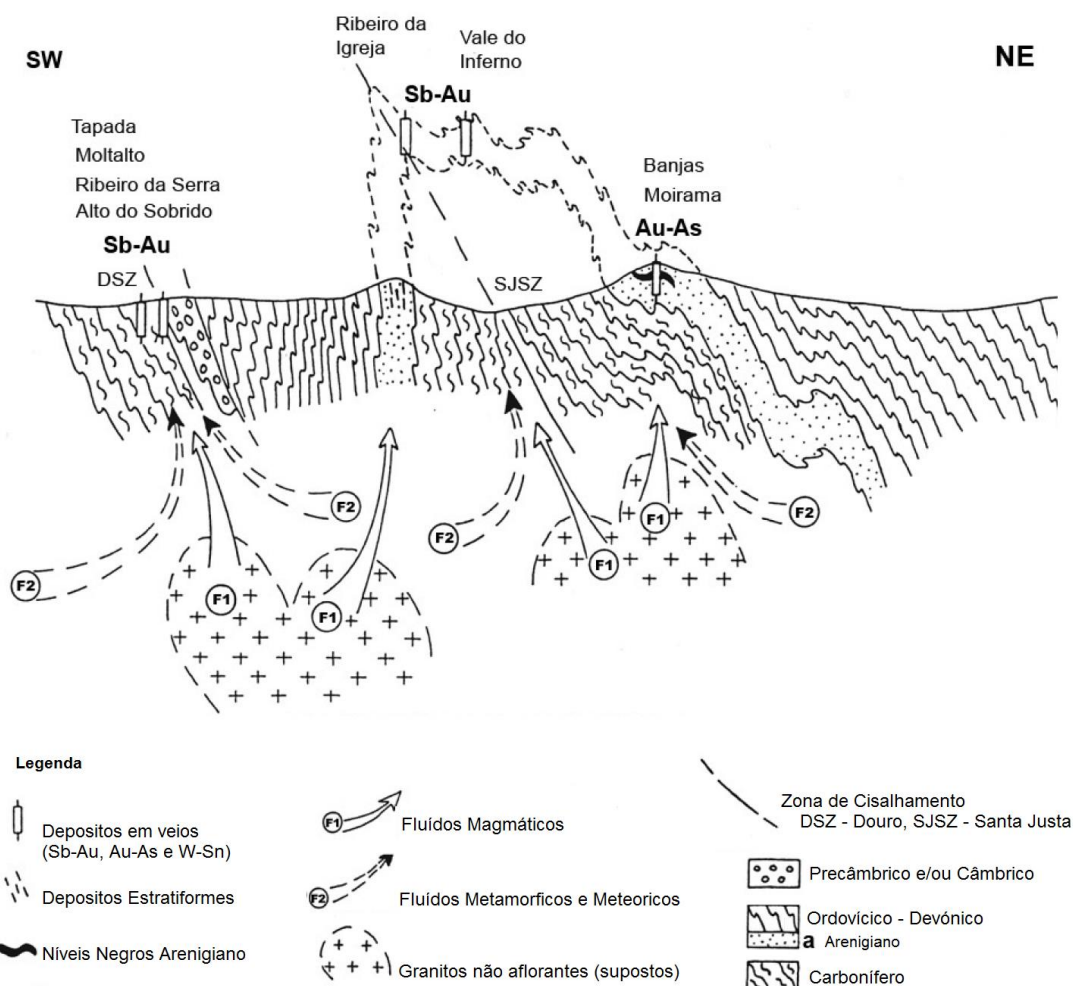


Figura 14: Corte esquemático do Anticlinal de Valongo e a relação genética dos depósitos de Sb-Au, Au-As e Sn-W com apêndices graníticas não aflorantes (Couto et al. 2007)

4.4. CONTROLOS DAS MINERALIZAÇÕES

No Distrito Dúrico-Beirão consideram-se dois tipos de controlos das mineralizações, os controlos lito estratigráficos e os controlos estruturais (Couto 1993).

No que diz respeito aos controlos lito estratigráficos, deve-se ter em conta que estes se encontram condicionados por factores mecânicos e por factores químicos.

Os factores mecânicos, segundo Couto (1993) relacionam-se sobretudo com a competência das rochas, em que os filões apresentam tendência para se instalarem em rochas que demonstram elevada competência originando fracturação, e por outro lado, em contactos entre estratos de diferentes composições e/ou competências funcionando como zonas de fraqueza. Globalmente, dos jazigos do distrito mineiro Dúrico-Beirão localizam-se em alternâncias do Floiano, mineralizações de Au-As, constituídas por pelitos, vaques e arenitos quartzíticos, e do Precâmbrico ou Câmbrico, mineralizações de Sb-Au, que apresentam uma série tipo flysch alternando xistos e grauvaques, e alguns leitos conglomeráticos. Em alguns casos, como em rochas essencialmente quartzíticas, a porosidade dos níveis pode, também, facilitar a circulação e ascensão de fluídos, sendo estes aprisionados em níveis competentes. (Couto 1993, Couto & Borges 2005).

Neste caso destaca-se a mineralização de Pb-Zn- (Ag), embora ocorrem indícios de uma fonte vulcânica - controlo litoestratigráfico químico -, esta não se apresenta evidente, fazendo realçar bastante o seu controlo mecânico, bastante evidente no contacto das formações do Floiano com as do Lanvirniano (Couto 1993, Couto & Borges 2005).

Os factores químicos relacionam-se sobretudo com pré-concentrações, ouro singenético, especialmente importantes nas mineralizações de ouro e de antimónio, não se excluindo outros metais. No que diz respeito às mineralizações de Sb-Au deve-se ter em conta, as pré-concentrações de Sb nos conglomerados do Precâmbrico ou Câmbrico (?) e nas alternâncias onde foi assinalado vulcanismo ácido com intercalações de diabases (Couto 1993, Couto & Borges 2005).

Em relação a mineralizações Au-As, e restantes mineralizações de Sb-Au, deve-se ter em conta, as pré-concentrações de Au e Sb nos níveis vulcanossedimentares e alternâncias, onde foi assinalado vulcanismo ácido do Floiano (Couto 1993, Couto & Borges 2005).

Tendo em conta as mineralizações de Au-As, estas também se apresentam associados a determinados estratos, nomeadamente as denominadas camadas negras ricas em matéria orgânica (Couto 1993, Couto & Borges 2005, Couto & Moëlo 2011). Nestas camadas, alguns autores, referem um papel importante por parte do enxofre, na precipitação (Daintree 1866, Radtke & Scheiner 1970 in Couto 1993), e do cloro, como solvente do ouro (Emmons 1917 in Couto 1993).

No caso da associação Au e Sb, com Pb menos evidente, as pré-concentrações ocorrem na brecha de base do Carbonífero, provavelmente correspondente a uma pré-concentração do tipo "paleo-placer" (Couto 1993, Couto & Borges 2005).

O controlo estrutural manifesta-se, por um lado, através das dobras, por outro, através da influência da fraturação (Couto 1993).

No caso dos jazigos de Sb-Au e Au-As, o controlo estrutural apresenta-se influenciado por fraturas transversais e radiais relacionadas com o dobramento anticlinal, de orientação (E)NE – (W)SW e E-W, e por outro, pelo controlo condicionado pelas zonas de cisalhamento e zonas tectonizadas. Relativamente às mineralizações de Sb-Au, estas apresentam-se condicionadas nomeadamente nos bordos do Sinclinal Carbonífero, devido à Zona de Cisalhamento do Douro (Couto,1993). No geral a ascensão dos fluídos hidrotermais mineralizados, possivelmente enriquecidos por remobilização de alguns minerais pré-concentrados nos sedimentos, ocorrem em zonas estruturais geradas durante a fase de deformação ante Estefaniana. Contudo a instalação dos filões mineralizados apenas acontece durante a deformação pós-Estefaniana (Couto1993), por reactivação da fraturação, materializados em zonas de estratificação subhorizontal e evidenciando um controlo por antiformas.

As mineralizações de W-Sn ocorrem essencialmente associado às direções N-S que bordejam o distrito auri-antimonífero Dúrico-Beirão, mais profundos, sendo que os filões mais frequentes, possantes e produtivos apresentam orientações (E)NE-(W)SW geralmente muito inclinados (Couto 1993).

Relativamente às mineralizações de Pb-Zn-(Ag), estas apresentam o mesmo controlo estrutural que as de Sb-Au e Au-As, embora a sua instalação se dê devido ao rejogo de falhas tardi a pós varisco (Couto et al. 2000).

Concluindo, Couto (1993) propõe como guias para prospecção do ouro:

- No que diz respeito à litoestratigrafia, alternâncias de rochas de diferente competência, camadas negras interestratificadas nas alternâncias do Ordovícico inferior (Floiano), proximidade de bacias Carboníferas, sequências turbidíticas - "Turbidite-hosted gold deposits" definido por Boyle 1986 -, vulcanismo ácido presente no Precâmbrico ou Câmbico? e no Ordovícico inferior (Floiano).
- No que diz respeito aos controlos estruturais, proximidade de falhas importantes ou zonas de cisalhamento, charneiras de anticlinais com provável limitação da extensão vertical dos filões pela espessura da formação que os controla e filões de (E)NE – (W)SW, E-W.

~~Capítulo III~~

O Couto Mineiro das Banjas

1. MINERALIZAÇÕES AU-AS

As mineralizações de ouro, da concessão “Banjas/Poço Romano”, enquadram-se nas mineralizações do tipo Au-As (*Figura 18*) do distrito mineiro Dúrico-Beirã, sendo um jazigo aurífero, dos tipos filoniano, de massas¹ e estratiforme (Couto 1993).

Na mina das Banjas existe um importante controlo litoestratigráfico pelas alternâncias do Floiano, em particular pelas camadas negras com níveis vulcano-sedimentares, e também um controlo estrutural evidenciado pela presença de filões, essencialmente, quartzosos sub-concordantes, N20°, falhas N170° e massas N20°-40° com mineralização aurífera. (Couto, 1993)

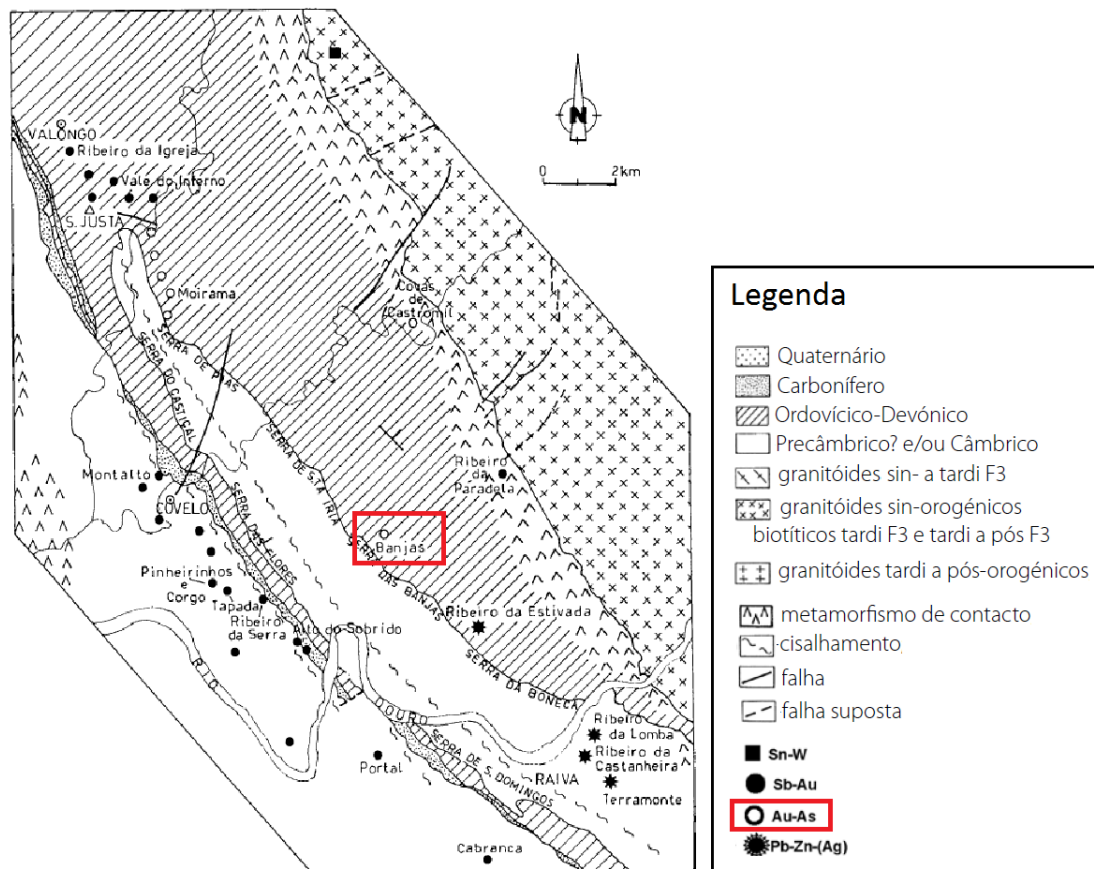


Figura 18: Localização das principais mineralizações presentes no distrito mineiro, com destaque para a zona de estudo (Banjas) (Couto 1993)

¹ O termo massas designa estruturas filonianas complexas, com apófises semi-concordantes com a estratificação (Combes et al. 1992 in Couto 1993).

Couto (1993) refere o seguinte esquema gitológico para as Banjas:

1. Pré-concentração aurífera nos sedimentos ou sulfuretos singenéticos (origem detrítica? e/ ou vulcânica); 2. Dobramento ante Estefaniano: dobras de plano axial N160 e metamorfismo epizonal; 3. Fracturação com preenchimento brechóide de quartzo cinzento estéril (1º preenchimento das estruturas filonianas e remobilização dos leitos de quartzito); 4. Preenchimento de quartzo mineralizado em sulfuretos (pirite, arsenopirite), volframite e ouro; 5. Refracturação pós-Estefaniana, com preenchimento discreto de quartzo mineralizado em jamesonite (estádio plumbi-antimonífero); 6. Refracturação pós-hercínica, seguida por preenchimento filoniano com quartzo translúcido a hialino mineralizado em blenda e galena e remobilização dos veios de quartzito. Este preenchimento deu-se preferencialmente segundo as direcções N40 (massas), mas também ocorre nos veios de quartzo concordantes e talvez nas falhas N170.

Com base nas observações efectuadas por Couto (1993) pode-se referir que nos níveis do Floiano se verifica uma pré-concentração aurífera, sendo o ouro “detrítico” drenado das margens da bacia e singenético associado a uma geração de arsenopirite de baixa temperatura, com possível origem vulcânica associada a bactérias e matéria orgânica, e metamorfismo epizonal. No caso das Banjas a geração de ouro primário ocorre associada, predominantemente ao estágio Ferri-arsenífero, à arsenopirite e à pirite com pouca prata (relativamente puro). No que respeita ao ouro em ligas ocorre essencialmente sob a forma de electrum nos estádios restantes, sendo estes discretos (Couto 1993). Não existem argumentos que indiquem se os fluidos plumbi-zincíferos com prata, apenas remobilizam parte do ouro já existente e/ou tornaram-no mais argentífero, e/ou ainda, se os fluidos continham ouro. (Couto 1993 e 2010b, Erro! Fonte de referência não encontrada. Couto & Borges 2005 e 2006, Combes et al.1992).

2. HISTÓRIA MINEIRA

Outrora Portugal foi um território de intensa exploração mineira aurífera, ao certo não se sabe qual foi o primeiro povo interessado na mineralização aurífera em Portugal. Contudo foi alvo de intensa exploração desde, pelo menos, a época da ocupação romana na península até a atualidade, embora intercalada por longos períodos de inatividade mineira. (Allan 1965).

No distrito auri-antimonífero Dúrico-Beirã, constituído essencialmente por jazigos filonianos auri-antimoníferos, o Couto Mineiro das Banjas tem apresentado um determinado contributo socioeconómico para a região.

" Prill (1935) afirma, mesmo, que as minas das Banjas foram, pela primeira vez, trabalhadas pelos Fenícios em 1500 a.C, tendo sido retomadas pelos Cartagineses e só depois, na época das Guerras Púnicas, pelos Romanos."

In Couto 1993

Em 19 a.C. o povo romano conseguiu dominar a Península Ibérica, sendo que registos da época da ocupação romana, estudados por especialistas, referem-se de forma entusiástica às riquezas minerais do território. A lei romana no que respeita os depósitos minerais era bastante precisa, sendo que existe um possessivo que paga uma taxa de ocupação de terra ao "Estado".

A região do Couto Mineiro das Banjas foi intensamente explorada pelos Romanos o que é corroborado pelo registo e os vestígios de diversos trabalhos antigos. Estes localizados preferencialmente nas camadas do Ordovícico Inferior, no flanco normal do Anticlinal de Valongo, correspondentes às mineralizações de Au-As (Allan 1965, Couto & Soeiro 2005, Lima et al 2012). No que respeita as fontes vestigiais os romanos deixaram um vasto espólio, principalmente, a nível paisagístico existindo vestígios de trabalhos antigos que figuram ao longo das Serras de Valongo, bem como, as elevadas acumulações de estéreis. Nas áreas mineiras referem-se o aparecimento do sistema básico de sustentação e entivação dos trabalhos mineiros,

galerias e poços, trincheiras de prospeção, entre outros, como, lamparinas de azeite (lucernas) que serviriam para a iluminação na mina, sendo algumas encontradas ainda nos seus nichos (Allan 1965, Soeiro 1984) e mós (*Figura 19*).



Figura 19: Exemplares de mós colhidos à superfície (Soeiro 1984)

Desde dos finais do século XIX que esta área tem vindo a ser alvo de investigação mineira contínua, principalmente na área da Mina das Banjas, contudo também foram realizados trabalhos noutros sectores (Couto 1993, Lima et al 2012).

Em 1864, uma Companhia inglesa retomou a atividade, tendo em conta trabalhos mineiros romanos, e, segundo Couto (1993), encontraram altos teores de antimónio. Entre 1904 e 1941 as minas entraram em lavra ativa, aproveitando não só o que fora deixado pelos romanos mas continuando a prospeção de novas áreas (Allan 1965). Contudo naquele tempo o minério prioritário seria o antimónio, principalmente quando as primeiras cortes liberais determinam a proibição de importar metais. Nos anos 90, a queda do valor do antimónio no mercado, provocou um desinteresse dos ingleses no mercado, havendo assim uma queda na produção (Lima et al 2012). Somente algumas minas continuaram em produção e viram a produção sofrer um ligeiro aumento durante a II Guerra Mundial, contudo nunca voltou a atingir os níveis de outrora. No ano de 1964 o Serviço de Fomento Mineiro efetua uma campanha de

amostragem, porém não há registo de qualquer atividade de produção a partir de 1971 (Carvalho 1966). O Consórcio do Baixo-Douro efetua trabalhos de prospeção e reconhecimento geológico no ano de 1988 (Couto & Soeiro 2005). Mais tarde, em 1990, o consórcio reabriu e limpou algumas das galerias da mina, com a finalidade de servir de modelo para o estudo e conhecimento de controlos e possível génese das mineralizações, localizando-se na concessão nº 233 da Serra de Montezelo (Couto 1993).

3. PERSPETIVA LEGISLATIVA

O Couto Mineiro das Banjas, localizado na serra das Banjas, estende-se pelo ramo oriental do anticlinal de Valongo, correspondendo a um conjunto de concessões desde o Facho à Serra da Presa. Formado pelas concessões mineiras de Poço Romano, Vale do Braçal, Vale Fundo, Serra de Montezelo - Banjas -, Vargem da Raposa e Serra do Facho (*Figura 20*), este couto mineiro apresenta-se delimitado, sensivelmente, como os antigos setores definidos pelos romanos, sendo estes separados segundo um sistema de poços e galerias (Couto 1993).

“A mina localiza-se no flanco este do Anticlinal de Valongo, na zona axial de uma dobra de 2ª ordem desta estrutura, cujo eixo tem uma orientação média entre N150 e N170. Estas dobras, pluri-decamétricas a hectométricas, apresentam um mergulho de cerca de 15° para NNW, são isopacas e foram geradas por um mecanismo de flexão associando uma deformação das charneiras (falhas normais) e uma deformação dos flancos por escorregamento dos estratos).”

Combes et al. 1992

A lei romana no que respeitava aos depósitos minerais era bastante precisa, sendo que existia um possessivo que paga uma taxa de ocupação de terra ao “Estado”. A gestão das explorações passou, ao longo dos anos de ocupação romana, por diversas remodelações desde do arrendamento a uma classe de funcionários romanos responsáveis pela cobrança de impostos, ao controlo pela administração

financeira imperial, seguindo distintas linhas de funcionamento. A administração passava por procuradores que faziam a gestão dos interesses do seu Imperador, sendo que este cargo apresenta modificações ao longo do tempo embora tendo sempre o mesmo propósito. No que diz respeito aos trabalhadores das minas, segundo a maioria dos especialistas, estes eram escravos e mais tarde homens que para manter o seu direito sobre os seus terrenos trabalhariam a custo zero para o império romano (Allan 1965).

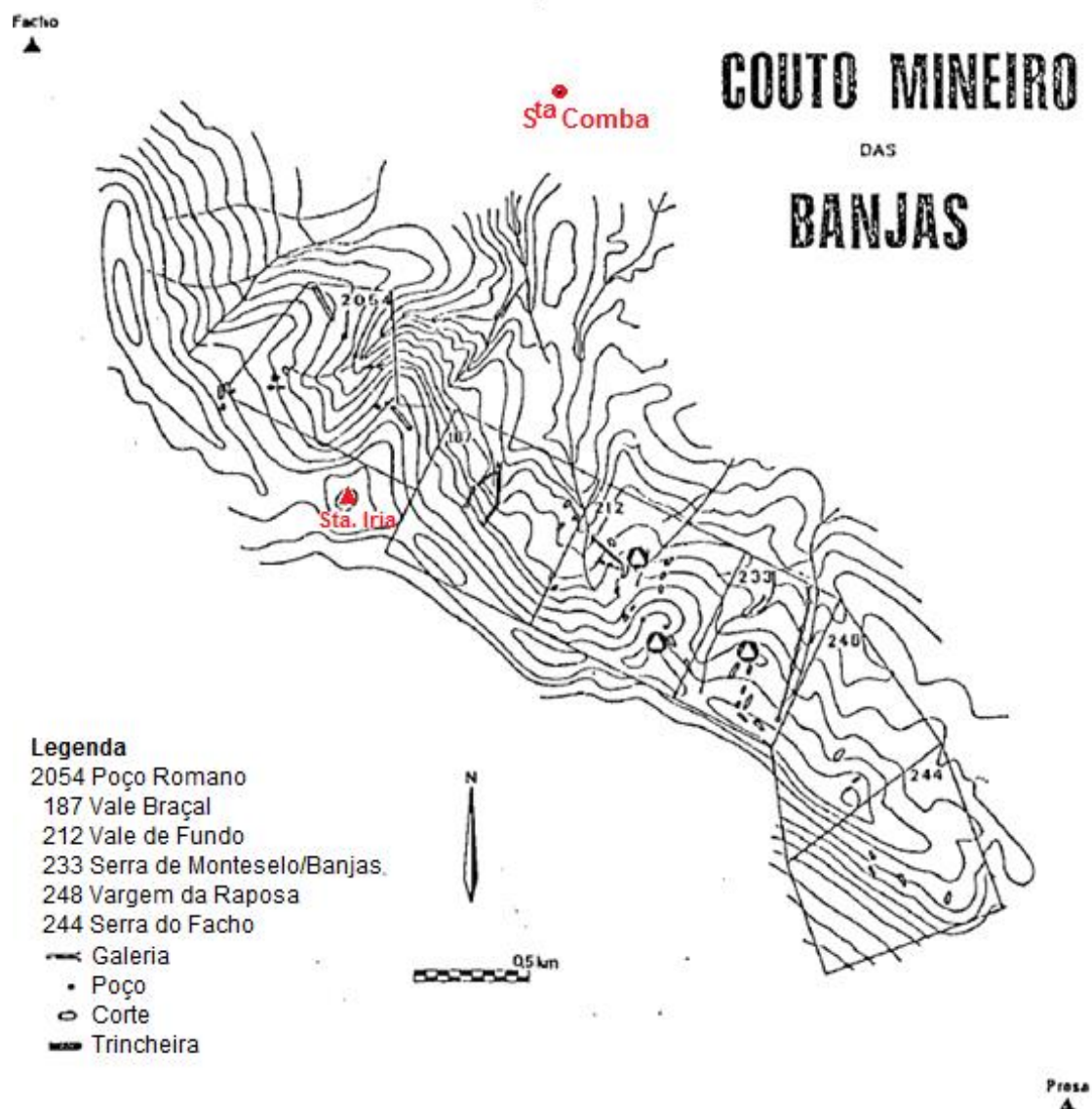


Figura 20: Esquema referente à delimitação das concessões mineiras pertencentes ao Couto Mineiro das Banjas, segundo Soeiro 1984 (Soeiro 1984)

O conceito de «recursos geológicos» tem vindo, progressivamente, a afirmar-se devido ao reconhecimento da importância que têm assumido na vida económica das nações. Estes por sua vez, embora parte constituinte da crosta terrestre, não ocorrem generalizadamente, concentram-se em ocorrências circunscritas, condicionadas pela geologia do território. Atualmente, nos Recursos Geológicos do Domínio Público, o acesso caracteriza-se como o conjunto de operações que visam a descoberta de depósitos minerais, bem como, a determinação das suas características, revelando a importância do valor económico associado (Lourenço 1995).

A legislação da Indústria Extractiva tem por Lei-Base o decreto-Lei nº. 90/90, de 16 de Março, onde se insere a legislação sobre prospecção, pesquisa e exploração de recursos geológicos, tendo em conta o princípio da economia, utilização dos recursos naturais e culturais e da responsabilidade sobre a ponderação prévia das intervenções com impacte no território. No decreto-Lei nº 88/90, de 16 de Março - Depósitos Minerais, neste caso, tendo em conta o Artigo 3º - Depósitos minerais:

“1 - Consideram-se como depósitos minerais as ocorrências, de interesse económico, nomeadamente de substâncias minerais utilizáveis na obtenção de metais nelas contidos, de substâncias radioactivas, carvões, grafites, pirites, fosfatos, amianto, talco, caulino, diatomite, barite, quartzo, feldspato, pedras preciosas e semipreciosas, que satisfaçam os requisitos do n.º1 do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março.” (Lourenço 1995).

O processo sequencial das actividades de uma exploração mineral compreende quatro fases. A primeira inclui o trabalho de investigação de escritório e pesquisas técnicas em campo utilizados para identificar possíveis depósitos minerais e, posteriormente avaliar o seu potencial económico. A segunda fase é a fase do desenvolvimento, em que os depósitos minerais economicamente rentáveis são estudados a fundo, bem como, as possibilidades de estratégias das actividades futuras. A sequência processual de um pedido e atribuição de direitos de prospecção

e pesquisa tem início numa proposta contratual, tendo em conta todo um conjunto de elementos necessários à instrução, a ser endereçada à Direção Geral de Energia e Geologia, a decisão da Tutela e por último a elaboração do contrato administrativo e publicação de extrato no Diário da República. O prazo de concessão será um período experimental de 3 anos, contados da data da assinatura deste contrato, sendo que este poderá ser prorrogado, a título excecional, por prazo não superior a 1 ano. A empresa poderá ter um encargo de exploração, pagando ao Estado uma percentagem do valor à boca da mina dos produtos mineiros ou concentrados expedidos ou utilizados (Lourenço 1995).

A terceira fase é a de extracção e processamento, em que a concessão de exploração definitiva será atribuída á empresa, desde que, cumpridas todas as demais condições legais e contratuais, ficando a autorização dependente da aprovação do Plano de Lavra e da Declaração de Impacte Ambiental. Caso esta venha a ser atribuída, no contrato serão incluídos o prazo da concessão, sendo que este poderá ser prorrogado por período não superior a 10 anos. A empresa poderá ter um encargo de exploração, pagando ao Estado, uma percentagem dos lucros, bem como, um valor de responsabilidade social, de responsabilidade ambiental e de património geológico e mineiro (Lourenço 1995).

A última etapa é a de desactivação, que ocorre quando a mina se torna economicamente inviável ou a exploração é abandonada pelas mais diversas razões. (Lourenço 1995).

3.1. CONCESSÃO ATUAL

A região do Couto Mineiro das Banjas, com enfase na concessão de exploração experimental com n.º de cadastro C-129 “Banjas/Poço Romano”, localiza-se preferencialmente em formações do Ordovícico, no flanco normal do Anticlinal de Valongo.

A empresa AM — Almada Mining, S. A., requereu a atribuição de direitos de prospeção e pesquisa de depósitos minerais de antimónio, ouro, prata, cobre, chumbo, zinco, estanho, volfrâmio e pirites à Direção de Serviços de Minas e

Pedreiras da Direção Geral de Energia e Geologia, numa área “Banjas”. Esta área localizada nos concelhos de Gondomar, Valongo, Paredes, Penafiel e Vila Nova de Gaia do distrito do Porto, concelhos de Castelo de Paiva e Santa Maria da Feira do distrito de Aveiro, delimita-se pelo polígono cujos vértices se indicam na Tabela 5 (esquerda), em coordenadas Hayford -Gauss, DATUM 73, (Melriça), ficando excluída uma área interior correspondente ao pedido de concessão mineira, numa área total de 117,71 km². (Diário da República, 2.ª série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)

Contudo a área de interesse nesta investigação será a área que fica excluída na atribuição de direitos de prospeção e pesquisa acima descrita (Figura 21). Nesta área a empresa AM — Almada Mining, S. A., requereu celebração de contrato de concessão de exploração experimental de depósitos minerais de ouro e prata à Direção de Serviços de Minas e Pedreiras da DGEG, denominado «Banjas/Poço Romano» localizado no concelho de Gondomar e Paredes, distrito do Porto (Tabela 5 - direita). O extrato do contrato de concessão de exploração experimental corresponde a uma área de 524 hectares 52 ares e 50 centiares, em coordenadas retangulares planas, no sistema Hayford -Gauss, DATUM 73, (Melriça). (Diário da República,

2.ª série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)

Tabela 5: Vértices dos polígonos que delimitam "Banjas" - à esquerda - e "Poço Romano/Banjas" - à direita.
(Diário da República, 2.ª série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)

Vértice	Meridiano (m)	Perpendicular (m)	Vértice	Meridiano (m)	Perpendicular (m)
1.	-29000,000	167000,000	1.	- 21 300	159 175
2.	-17000,000	156000,000	2.	- 22 220	159 175
3.	-17000,000	151000,000	3.	- 24 000	161 650
4.	-29000,000	151000,000	4.	- 24 000	159 800
5.	-29000,000	160786,103	5.	- 22 500	158 100
6.	-27207,726	158460,556	6.	- 22 000	158 100
7.	-26613,982	158914,603	7.	- 21 400	157 000
8.	-26810,386	159171,965	8.	- 20 500	157 000
9.	-26643,153	159694,299	9.	- 21 000	157 700
10.	-27160,268	160283,014	10.	- 20 500	157 700
11.	-27625,650	160240,263			
12.	-29000,000	162041,169			

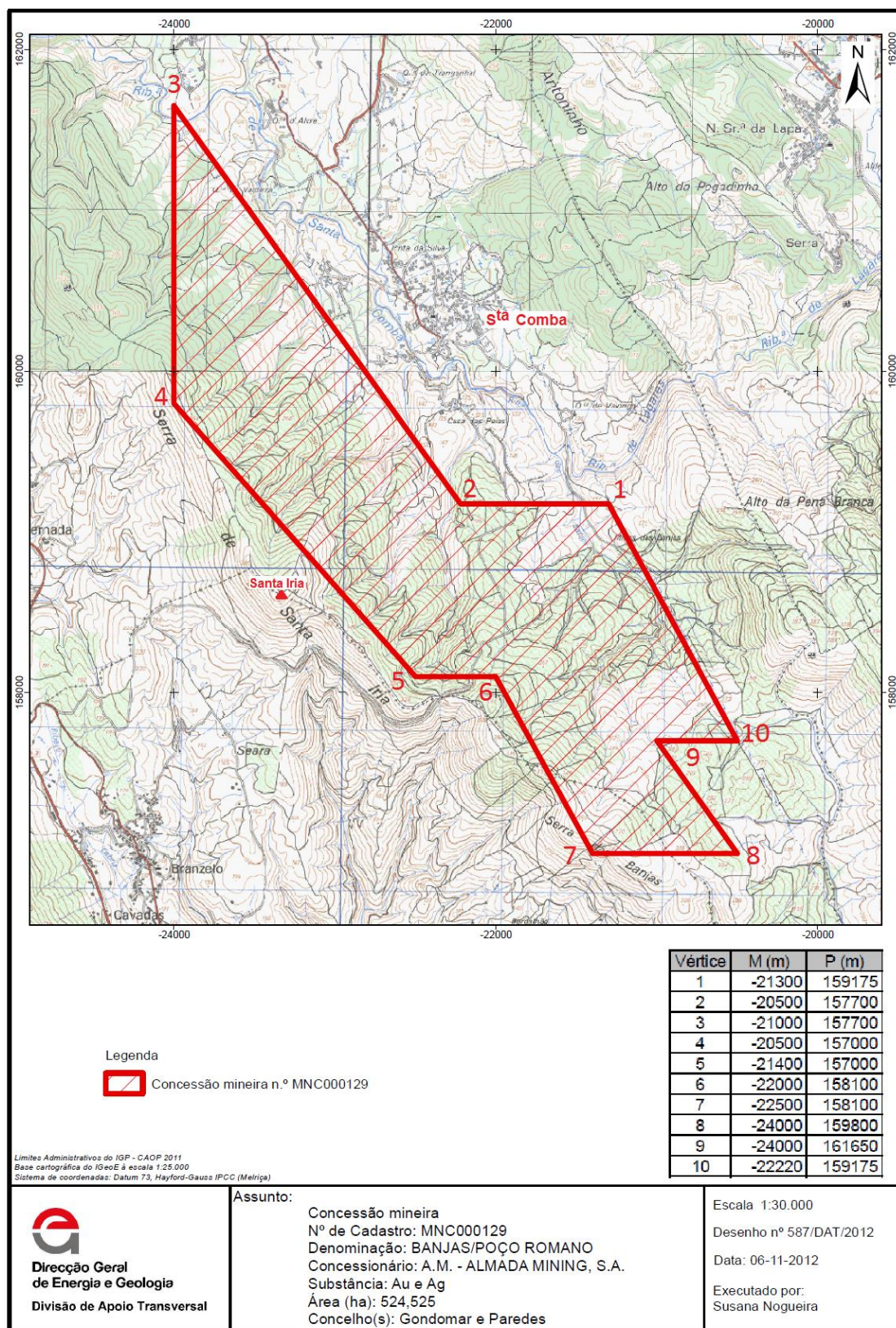


Figura 21: Área de interesse nesta investigação (Diário da República, 2.ª série — N.º 210 — 2 de Novembro de 2011)

3.2. IMPORTÂNCIA DA MINERALIZAÇÃO E CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

A mineração é a maior fornecedora de matérias-primas e geradora de emprego tornando-a essencial ao desenvolvimento económico de um país. Para que isso se torne possível é necessário uma política mineral e legislação eficientes. Diversos fatores afetam o mercado do ouro com reflexo nos preços, sendo estes definidos pela sua volatilidade, entre eles a cotação do metal na data em que se realiza o balanço (*Figura 22*).

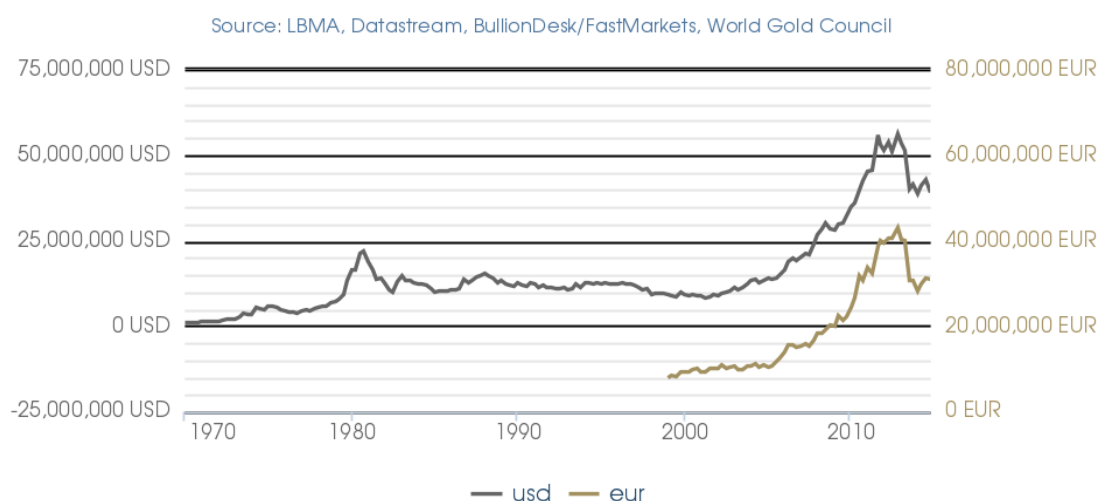


Figura 22: Preço do ouro, por Tonelada, cotado em dólar (USD - esquerda) e em euro (EUR - direita), convertido tendo em conta a taxa de câmbio no momento.

As principais conclusões, segundo o relatório do World Gold Council e do PricewaterhouseCoopers LLP (2013) revelam que a oferta de ouro a nível global atingiu as 4.477 toneladas em 2012, com cerca de dois terços provenientes de minas, tendo em conta que os principais 15 países produtores de ouro extraíram 76% do total mundial, e um terceiro a partir da reciclagem de ouro. Globalmente, a procura de ouro levou ao consumo de 3756 toneladas em 2013, correspondendo a um decréscimo de 15% relativamente a 2012. Contudo o consumo do ouro verificou-se tanto nos mercados emergentes, como nos desenvolvidos. A oferta total de ouro no ano 2013 foi de 4340 toneladas, observando-se uma queda de 2% em relação a 2012, contudo a produção anual em mina cresceu 5% em 2013. (World Gold Council e do PricewaterhouseCoopers LLP 2013).

“A queda de preço repentina em 2013 significou que alguns consumidores chineses adquiriram jóias e barras de ouro, o que pode limitar o crescimento da demanda em 2014. A expansão do comércio também deverá diminuir, particularmente em termos de capacidade de produção adicional.”

Segundo o relatório do WGC.

Neste momento o relatório do WGC, tendo em conta o 2º trimestre de 2014, revela como estatísticas para o Ouro uma demanda de 964 toneladas, decrescendo 16% ao mesmo período do ano passado, sendo que o fornecimento total aumentou 10% para 1078 toneladas, sendo que no que diz respeito a minas, aumentou 13% para 807.5 toneladas. (World Gold Council 2014)

Normalmente, segundo o relatório da WGC e LLP (2013), o impacto económico e fiscal da oferta e da procura de ouro pode cobrir até quatro tipos diferentes de efeito. Segundo o WGC e LLP (2013) o impacto direto na economia do país e região de implantação da mina, geralmente medido em termos de contribuição para produção ou emprego nacional; os impactos indiretos, geralmente medidos a partir dos ganhos e/ou gastos de fornecedores; os impactos induzidos na economia através dos gastos dos empregados e dos fornecedores; e quaisquer impactos económicos que possam reverter a favor de outros interessados. Considerando os impactos fiscais, o foco é sobre o impacto desses impostos e outras medidas fiscais, podendo ter em consideração os impactos sociais e ambientais associados ao fornecimento e a procura de ouro. Tendo em conta este contexto, segundo o relatório do WGC e LLP (2013) em 2012, os principais produtores de ouro geraram directamente um valor estimado de 527.900 postos de emprego. A importância da mineração de ouro para as economias nacionais varia consideravelmente, contudo esta é uma das mais importantes fontes de criação de riqueza na economia.

Os jazigos de Sb-Au e de Au-As da região Dúrico-Beirã correspondem à interacção e sobreposição de vários tipos, salientando o filoniano e estratóide, relacionado com sequências turbidíticas e formações vulcano-sedimentares, sendo precedidas por pré-concentrações em diferentes formações da série encaixante (Couto 1993).

“Segundo Ziserman & Serment (1976), os jazigos estratóides são os de maiores dimensões e, segundo Bache (1982), no que diz respeito à tonelagem explorada e reservas, os jazigos de ouro vulcano-sedimentares aparecem em segundo lugar (19.5%), depois dos detríticos (67.5%) ”

In Couto 1993

Tendo em conta estes autores uma pesquisa virada para esta região, tendo em conta os seus controlos, poderá revelar novas ocorrências com interesse económico. A mina das Banjas foi uma das mais importantes da região, sendo a única onde se poderá observar ouro visível em quantidade considerável. Segundo o que consta em Couto, 1993, existem vários relatórios que referem teores importantes de ouro nesta mina, passando a rerepresentar que num relatório da New Douro Gold Mines, Ltd, sem data, referem-se a pirites auríferas com teores que chegaram a atingir os 100g/t; Prill, em 1935, por sua vez refere que a exploração de um filão terá rendido 4g/t Au; em 1936, num relatório intitulado "Mines d'or de Banjas près Porto", referem que os filões, essencialmente piritosos, apresentam teores que variam de algumas, a 100 ou mais gramas de ouro por tonelada; por fim um relatório do Consorcio do Baixo Douro refere, na análise dos níveis negros, teores importantes de ouro, podendo atingir os 500g/t de ouro (Couto 1993).

O actual interesse económico da faixa de auri-antimonífero continua a ser dirigido para os sectores com depósitos auríferos que ali foram explorados durante a época romana e, esporadicamente, durante a primeira metade deste século.

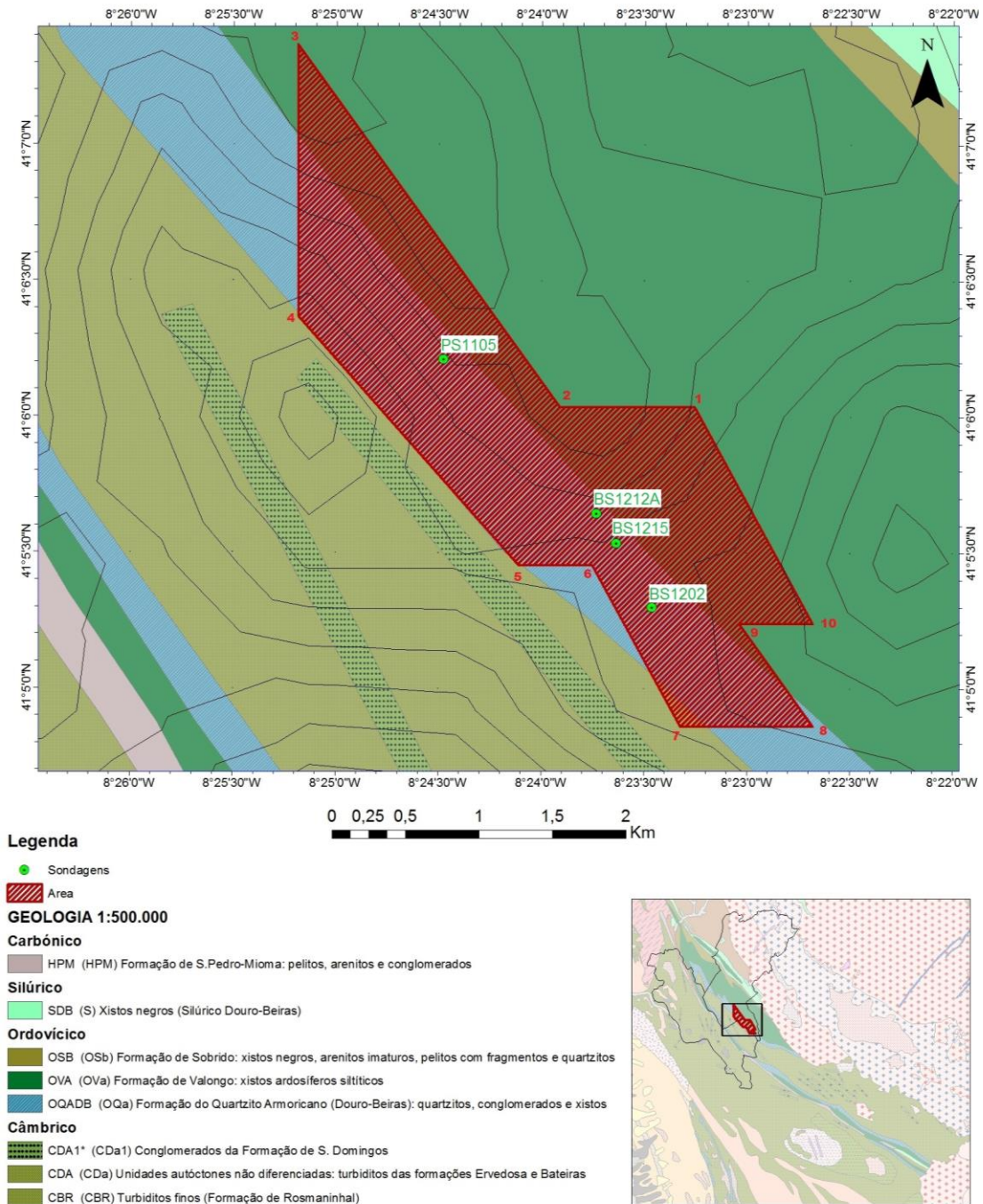
4. ANÁLISE DETALHADA DE TESTEMUNHOS DE SONDAGENS

A Avaliação de um depósito mineral depende de fatores geológicos, económicos, tecnológicos, regionais e de mercado. Os fatores geológicos têm um significado deveras grande na avaliação de jazidas, quanto maior e preciso o conhecimento do depósito mineral maior é a possibilidade de prever uma série de parâmetros úteis na prospeção, avaliação e, por vezes, lavra.

4.1. MAPEAMENTO DAS SONDAGENS

A galeria de entrada da mina das Banjas apresenta-se aberta nos xistos do Lanvimiano, sendo que a sequência sedimentar estudada encontra-se representada pelo Ordovícico Inferior, do Tremadociano ao Floiano, constituída principalmente por intercalações de quartzitos, vaques e xistos argilosos - Formação de Santa Justa. Os testemunhos de sondagens escolhidos, para estudo, foram realizados e seleccionados pela empresa A.M. Almada Mining – SA. As sondagens estudadas foram previamente seleccionadas, com base num alinhamento segundo o eixo de anticlinais secundários associados ao Anticlinal de Valongo, evidenciando uma orientação N150°E (*Figura 23*).

Neste sentido seleccionaram um total de 4 sondagens, em particular 3 representam o sector das Banjas (iniciais BS, sendo que a sondagem BS1202 se encontra mais próxima da entrada da mina das Banjas) e 1 representa o sector do Poço-Romano (iniciais PS), todas elas de superfície. Alguns dos dados disponibilizados, acerca destas sondagens, dizem respeito às coordenadas das bocas dos furos, aos comprimentos de cada uma, alguma informação dos logs retirada pela empresa, ect. Necessário ter em conta que as sondagens BS1202 e BS1215 são verticais e as sondagens BS1212A e PS1105 apresentam orientação N150°,75°E, e só a PS1105 apresentava orientação marcada no tarolo de sondagem.



4.2. OBSERVAÇÃO E DESCRIÇÃO DETALHADA DOS TESTEMUNHOS DE SONDAGENS

O objectivo da amostragem é determinar o tamanho, a forma, a posição e a orientação do corpo mineralizado, e, consequentemente, a distribuição espacial e possíveis controlos dos seus teores, para que seja possível uma avaliação técnico-económica íntegra de um depósito mineral.

Como anteriormente mencionado, em geral, corpos mineralizados são prospectados através de sondagens geológicas feitas à rotação com recurso a coroas diamantadas. Os testemunhos provenientes de cada furo de sondagem providenciam uma recolha contínua de informação, possibilitando um estudo em detalhe em que a informação é registada mediante um processo denominado *logging*. Em seguida, poderão ser retiradas amostras representativas de cada testemunho, com o objectivo da realização de determinados ensaios laboratoriais que permitem a determinação do mais variado tipo de informação. Este tipo de amostragem é de natureza pontual, sendo que a existência de vários furos de sondagem, cada um deles devidamente estudado e procedendo-se a uma normalização dos dados obtidos, permite uma correlação de informação entre eles, facilitando, assim, a análise conjunta de toda a gama de dados recolhidos.

O estudo de vários furos de sondagem possibilita um co-relacionamento das informações de cada um com as de todos os outros, facilitando a análise integrada dos dados recolhidos, sendo que tudo isto obriga a que se proceda a uma normalização dos dados obtidos. Essa informação foi complementada, posteriormente, com a informação recolhida acerca dos tipos litológicos, tipos estratigráficos, tipos estruturais, atravessados em cada uma das sondagens e também outras informações, como por exemplo os valores obtidos nos ensaios químicos cedidos pela empresa. A informação dos *logs* (Figura 24), inicialmente em formato papel, foi ser armazenada numa pequena base de dados, tendo em conta os seguintes campos que se enumeram:

1. Dados sobre a sondagem
2. Litologias e estratigrafia atravessadas em profundidade.
3. Estruturas atravessadas em profundidade.
4. Análise de estruturas inorgânicas e orgânicas.
5. Resultado das análises químicas efectuadas, onde se registaram os valores obtidos para ouro dentro de uma gama de segmentos analisados ao longo das sondagens estudadas.
6. Outras informações.



Nome Sondagem		Geólogos:		Comprimento total :		INICIO :		FINAL :					
XHG: ; YHG: ; Zm:		Diâmetro:		Dir/Incl. inicial:		Dir/Incl. Final:							
(m)	Gráfico	Lit.	Est. Fr	Alteração					Amostragem			Comentários	
				Clr	Sil	Car	Ox	Arg	De	A	Análise		
1		XN	45										0.00 - 5.80 : Xistos negros (XN) com fracturas. Com oxidação e argillização até 2.60.
2		XN											
3		XN											
4		XN											5.80 - 6.40 : Alternâncias de xisto com finos níveis psamíticos (XQ) [xistos dominantes]
5		XQ	55										

Figura 24: Exemplo de um log com alguma da informação possível

A partir dos logs das sondagens foi possível observar a sequência litoestratigráfica e estruturas de origem orgânica e inorgânica, assim como com as análises obtidas pela Empresa Almada, sendo possível recolher amostras dos testemunhos de sondagem para estudos petrográficos, metalográficos e de MEV para que fosse possível perceber a distribuição de níveis-guias do ouro.

4.2.1. DESCRIÇÃO DOS TESTEMUNHOS DE SONDAJENS

Como já referido, da área de concessão de estudo analisaram-se 4 sondagens pertencentes ao Couto Mineiro da Banjas descritas da base para o topo da sequência estratigráfica. Com base nos dados recolhidos criaram-se logs de sondagem, permitindo referir que de uma maneira geral a composição ponderada da sequência litoestratigráfica dos testemunhos de sondagens apresentam uma sequência sedimentar correspondente à formação de Santa Justa, referida por Romano & Diggens em 1974.

Sondagem BS1202 (Anexo 1)

A base desta sondagem trata-se fundamentalmente de alternâncias “quartzo-xistentas”², por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de oxidação e cloritização, e raramente silicificação e carbonatação (*Figura 25*). Estas alternâncias consistem em ritmos métricos a centimétricos, obedecendo a sequência marcada por uma litologia predominante “quartzosa”³ com intercalações de níveis xistentos (pelíticos) cinzento-negros, de ritmos milimétricos, sendo que se sucedem laminações paralelas, dominantes, e entrecruzadas. O “material quartzítico”, compacto, apresenta cores claras variando de branco a cinza, podendo-se registar que a textura do nível branco apresenta um grão grosseiro (psamítico), enquanto a do nível cinzento será de grão fino (tendência pelítica). De uma maneira geral, as bancadas “quartzíneas” são mais espessas para a base. Esta série compreende a intercalação de níveis com clastos, mais ou menos ferríferos, que apresentam as mais diversas formas, arredondados a subangulosos e com calibres variáveis atingindo até o mesmo alguns centímetros de tamanho, podendo apresentar sedimentos de origem orgânica, como é possível reconhecer restos de valvas de lingulídeos (*Figura 26*). Detectaram-se, ainda, a presença de várias intercalações de níveis negros ferríferos, referidos como camadas negras por Couto, Roger & Moëlo, 1990, de textura argilosa, raramente arenosa, por norma cloritizados e argilizados (*Figura 26*). Este pacote predominantemente quartzítico apresenta uma espessura da ordem dos 90 metros.

Sobreposta verifica-se uma série alternante “xisto-quartzítica”⁴ em que, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de oxidação e cloritização, e raramente silicificação. Da base para o topo da sondagem, de uma maneira geral, os ritmos dos níveis “quartzosos” vão diminuindo de espessura, tornando-se escassos dando lugar à predominância de níveis xistentos. Fundamentalmente, o topo

² Psamito-pelíticas: tendo em conta a granulometria

³ Arenitos quartzíticos/siltitos/vaques

⁴ Pelito-psamíticas: tendo em conta a granulometria

corresponde a alternâncias com xistos negros ardosíferos que se caracterizam pela sua cor negra e pela sua granulometria muito fina e homogénea. Este pacote predominantemente xistento apresenta uma espessura da ordem dos 60 metros, sendo que as alternâncias com xistos negros ardosíferos indiciam uma espessura da ordem dos primeiros 20 metros.

De referir que, ao longo da sondagem, com a proximidade ao topo regista-se uma passagem quase gradual da textura dos níveis “quartzosos” de psamítica a tendência pelítica (diminuição de granulometria). Referencia-se, ainda, que as seqüências bandadas caracterizam-se por uma estratificação em geral pouco inclinada, numa gama de 10° a 65°.



Figura 25: Alteração sob a forma de oxidação e cloritização, e raramente silicificação e carbonatação



Figura 26: Níveis negros ferríferos (a esquerda) e níveis fosfatados que contêm lingulídeos (a direita).

Considerando os filões (*Figura 27*) pode-se concluir que a sua maioria se encontra a preencher fracturas que poderão ter funcionado, ora como fracturas de corte, ora como fracturas de tracção. Normalmente observa-se um preenchimento por quartzo leitoso, óxidos de ferro e argila, raramente por clorite e carbonatos, sendo essencialmente verticais a subverticais (muito raramente superiores a 50°).

Por outro lado, as falhas podem apresentar-se sob a forma de brechas (*Figura 27*) com quartzo e clastos, referentes ao encaixante, angulosos a arredondados numa matriz de óxidos, argila e clorite.



Figura 27: Filões a preencher fracturas com preenchimento por quartzo leitoso, (esquerda) e brecha numa matriz de óxidos, argila e clorite (direita)

Para o topo da sondagem, a sedimentação apresenta maior perturbação, com variadas e mais frequentes estruturas sedimentares. Estas foram observadas, essencialmente, figuras de carga e a granosselecção (*Figura 28*), ambas demonstrando uma polaridade normal/positiva, e as estruturas orgânicas, essencialmente, sob a forma de bioturbação.

Tendo em vista as espécies minerais a Pirite (*Figura 29*) é a espécie mineral com maior representação, apresentando-se sob a de cristais bem desenvolvidos, embora milimétricos, ou finamente recristalizada, aparecendo na rocha encaixante ou nos filonetes de quartzo, ou em filonetes somente com pirite. Associados à pirite ocorre arsenopirite e blenda, sendo estas mais raras e apresentando-se sob a forma de pequenos cristais.



Figura 28: Figuras de carga (esquerda) e granosselecção (direita), demonstrando uma polaridade normal.



Figura 29: Pirite é a espécie mineral com maior representação, apresentando-se sob a de cristais, aparecendo na rocha encaixante (esquerda) ou em filonetes (direita)

Sondagem BS1215 (Anexo 2)

A base desta sondagem trata-se fundamentalmente de alternâncias “quartzo-xistentas”, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de oxidação, argilização e carbonatação, e raramente silicificação e cloritização; exibindo as mesmas características descritas na sondagem BS1202 (intercalações ferríferas – menos perceptíveis -, níveis com clastos e restos de valvas de lingúlídeos, ect - *Figura 30 e 31*). Denota-se, diferentemente do que se sucede na sondagem BS1202, que essencialmente para a base da sequência que se encontram alternâncias “xisto-quartzíticas” de relativa possança, ou seja, com predominância de níveis xistentos. De referir que, nesta série, a ocorrência de níveis quartzíticos maciços, constituídos por quartzo leitoso, raros e pouco possantes. Este pacote dominantemente quartzítico apresenta uma espessura de 114 a 115 metros. Sobreposta verifica-se uma série alternante “xisto-quartzíticas” em que, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de oxidação e argilização, sendo o topo corresponde a xistos negros ardosíferos, correspondente à série verificada na sondagem BS1202. Este pacote dominantemente xistento apresenta uma espessura da ordem dos 130 a 140 metros, sendo que os xistos negros ardosíferos indiciam uma espessura da ordem dos primeiros 100 metros (com algumas alternâncias pelo meio).

De referir que, verifica-se que a passagem da série alternante dominantemente quartzítica para a dominantemente xistenta, nesta sondagem, exhibe-se quase homogénea a nível de ritmos. Com a proximidade ao topo volta-se a registar uma passagem quase gradual da textura dos níveis de “quartzosos” de psamítica a tendência pelítica (diminuição de granulometria). Referencia-se, ainda, que as sequências bandadas caracterizam-se por uma estratificação numa gama de 20º a 80º, apresentando estratificação laminada e entrecruzada.



Figura 30: Nível negro ferrífero (a esquerda) e nível fosfatado com clastos e restos de lingulídeos (a direita)



Figura 31: Nível com bioturbação e argilização (a esquerda) e nível com cloritização e oxidação (a direita)

Considerando os filões e as falhas (*Figura 32*) pode-se concluir que estes apresentam as mesmas características que os seus semelhantes na sondagem BS1202, assim como as estruturas sedimentares. Tendo em vista as espécies minerais encontram-se a Pirite e a Arsenopirite. A Pirite (*Figura 32 e 33*) é a espécie mineral com maior representação apresentando-se sob a de cristais bem desenvolvidos, embora milimétricos, ou finamente recristalizada, aparecendo na rocha encaixante ou nos filonetes de quartzo, ou em filonetes somente com pirite.



Figura 32: Filonete de quartzo, com pirite neste e no encaixante (esquerda) e zona de esmagamento (direita)

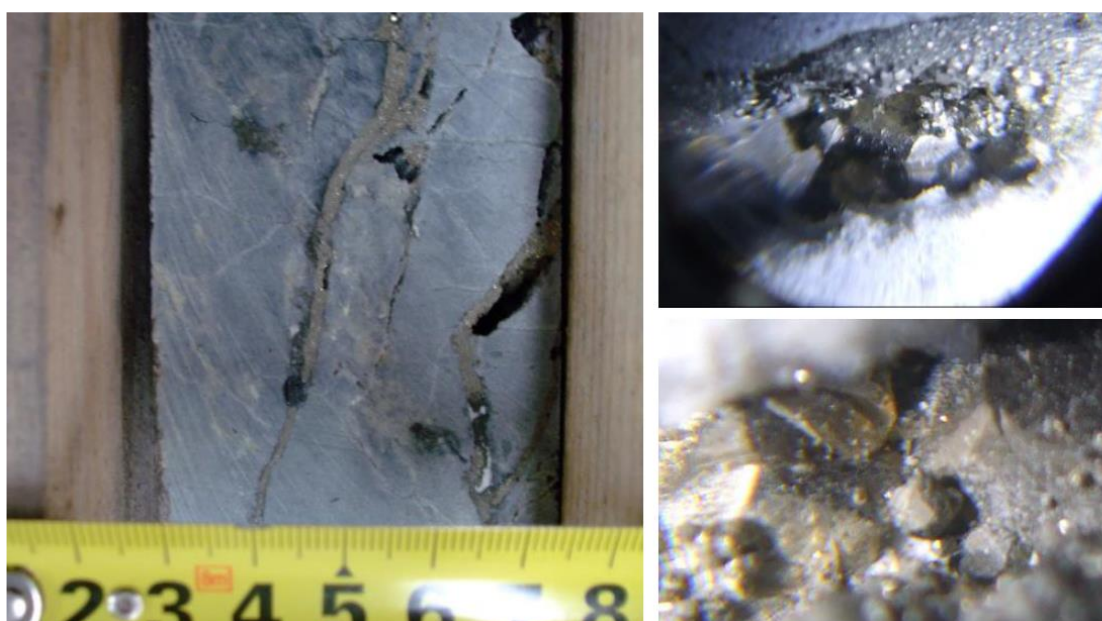


Figura 33: Filonetes de pirite com pirite sob a de cristais bem desenvolvidos

Sondagem BS1212A (Anexo 3)

A base desta sondagem trata-se fundamentalmente de uma série alternante quase homogênea a nível de ritmos, sendo que as alternâncias aparecem com bancadas predominantemente quartzíticas e outras predominantemente xistentas. Intercalado, nestas alternâncias, constata-se um nível argiloso de cor rosada (caulinite?- *Figura 34*) – será mencionado nos capítulos 5.2.2 e 5.2.3. No caso destas alternâncias na alteração denota-se essencialmente cloritização, carbonatação, oxidação e argilização.

Justaposto, trata-se fundamentalmente de alternâncias “quartzo-xistentas”, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de cloritização, argilização e carbonatação, e raramente silicificação e oxidação; exibindo as mesmas características descritas na sondagem BS1215⁵ (intercalações ferríferas – menos perceptíveis -, ect -*Figura 35*). Este pacote predominantemente quartzítico apresenta uma espessura da ordem dos 100 metros.

Sobreposta verifica-se uma série alternante “xisto-quartzítica” em que, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de oxidação e argilização, sendo o topo corresponde a xistos negros ardosíferos, correspondente à séria verificada na sondagem BS1202. Este pacote predominantemente xistento apresenta uma espessura da ordem dos 110 metros, sendo que os xistos negros ardosíferos indiciam uma espessura da ordem dos primeiros 75 metros (com algumas alternâncias pelo meio).

De referir que, com a proximidade ao topo volta-se a registar uma passagem quase gradual da textura dos níveis “quartzosos” de psamítica a tendência pelítica (diminuição de granulometria). Referencia-se, ainda, que as sequências bandadas caracterizam-se por uma estratificação numa gama de 0º a 85º, apresentando estratificação laminada e entrecruzada.

⁵ Características descritas em BS1202 + as exclusivas da BS1215.

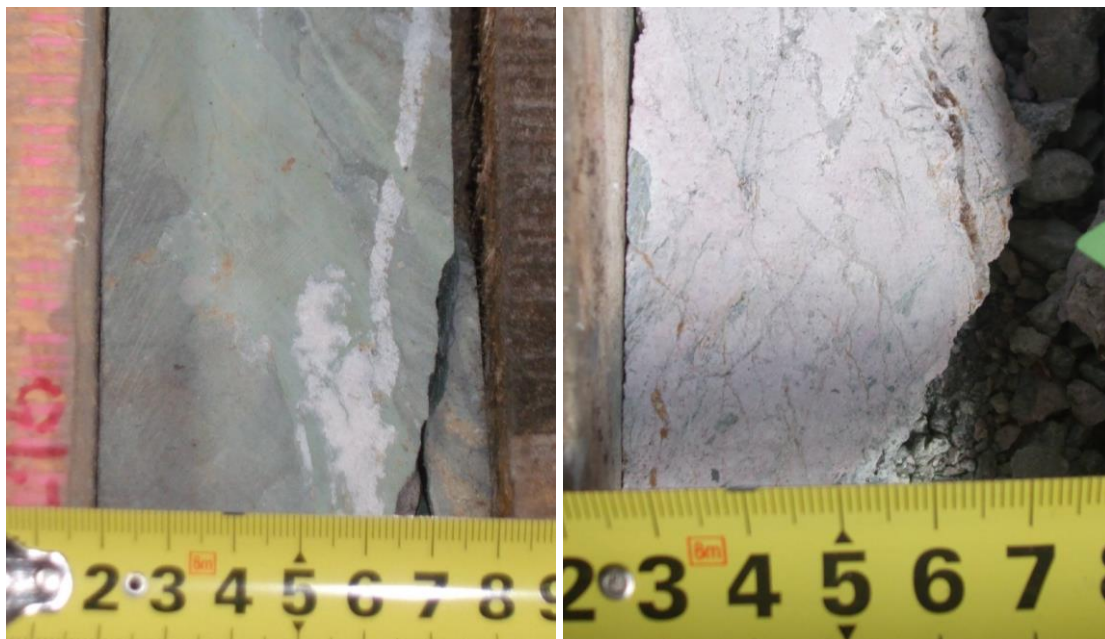


Figura 34: Zona de alternâncias cloritizada com filonete de quartzo dobrado (esquerda) e nível argiloso de core rosada com rede de filonetes de quartzo (>1mm)(direita).



Figura 35: Níveis fosfatados com clastos e restos de lingulídeos

Tendo em vista os pontos estruturais, como os filonetes, fendas de tracção e falhas, estes apresentam as mesmas características que os seus semelhantes descritos na sondagem BS1202, assim como as estruturas sedimentares, as estruturas orgânicas e espécies minerais (*Figura 36 e 37*). Nesta sondagem a única espécie mineral que sobressai, embora seja visível num único filonete e quartzo cavernoso, com carbonatos e sulfuretos (pirite e arsenopirite), em encaixante de níveis xistentos com intercalação de níveis psamíticos, é o ouro - referente à lâmina LBJ15, abaixo descrita (*Figura 36*).



Figura 36: Zona de esmagamento (esquerda) e filonete de quartzo cavernoso com ouro visível (direita)

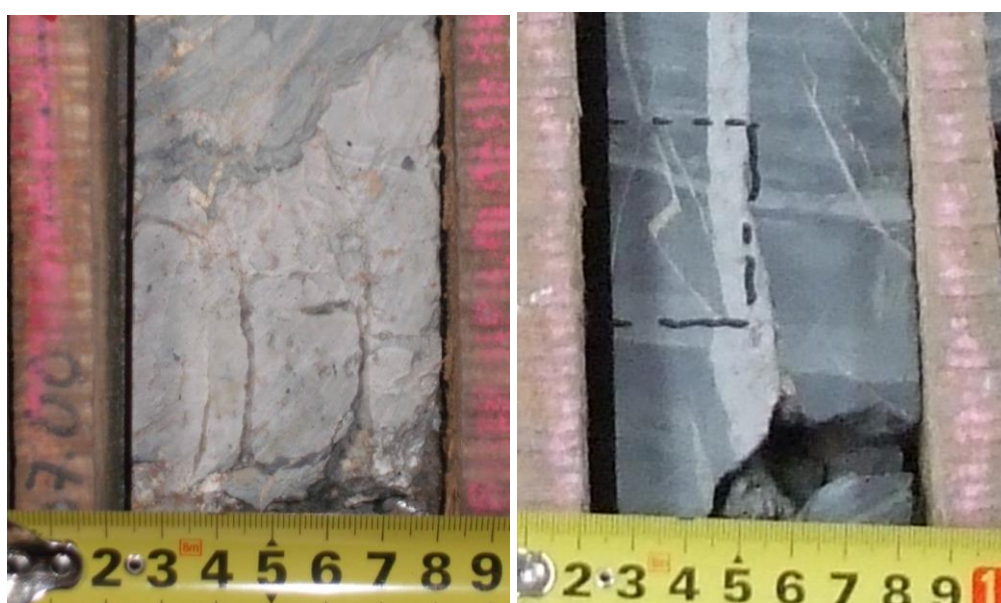


Figura 37: Filões a preencher fracturas com preenchimento por quartzo leitoso

Sondagem PS1105 (Anexo 4)

A base trata-se fundamentalmente de alternâncias “quartzo-xistentas”, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de cloritização e argilização, e raramente silicificação e oxidação; exibindo as mesmas características descritas na sondagem BS1215 (intercalações ferríferas – menos perceptíveis -, níveis com clastos e restos de lingulídeos, ect - *Figura 38*). De referir que, nesta série, a ocorrência de níveis quartzíticos maciços, constituídos por quartzo leitoso, raros e pouco possantes. Este pacote predominantemente quartzítico apresenta uma espessura da ordem dos 100 metros.

Sobreposta verifica-se uma série alternante “xisto-quartzítica” em que, por vezes, observando-se alteração essencialmente sob a forma de cloritização e argilização, sendo o topo corresponde a intercalações com xistos negros ardosíferos, correspondente à série verificada na sondagem BS1202. Este pacote predominantemente xistento apresenta uma espessura da ordem dos 40 metros, sendo que os xistos negros ardosíferos indiciam uma espessura da ordem dos primeiros 15 a 20 metros (com algumas alternâncias pelo meio).

De referir que as sequências bandadas caracterizam-se por uma estratificação numa gama de 20° a 65°, apresentando estratificação laminada e entrecruzada.



Figura 38: Níveis negros ferríferos (esquerda) e níveis fosfatados que contêm lingulídeos (direita).

Tendo em vista os pontos estruturais, como os filonetes, fendas de tracção e falhas, estes apresentam as mesmas características que os seus semelhantes descritos na sondagem BS1202, assim como as estruturas sedimentares, as estruturas orgânicas e espécies minerais (*Figura 39 e 40*). Nesta sondagem a única espécie mineral que sobressai, embora pouco visível, será o enxofre.

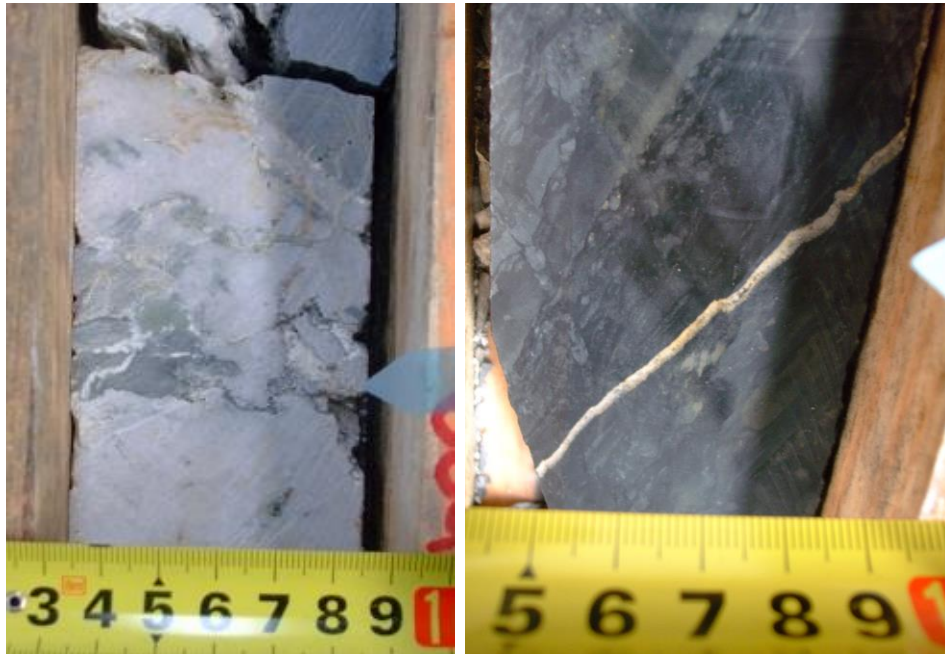


Figura 39: Filonetes de quartzo e figuras de carga de polaridade normal (mm)(direita)



Figura 40: Zonas de esmagamento

4.2.2. ESTUDO PETROGRÁFICO: MICROSCOPIA DE TRANSMISSÃO E REFLEXÃO

Neste trabalho, como referido anteriormente, fez-se a seleção de diferentes amostras a analisar referentes a três das sondagens estudadas. Num total de 18 amostras foram analisadas 7 amostras referentes à sondagem BS1202, 4 amostras referentes à sondagem BS1212A e 7 amostras referentes à sondagem PS1105, tendo-se tido em conta os parâmetros referidos no Capítulo I. Na Tabela 6 encontram-se respetivamente a designação da sondagem e amostra.

A análise petrográfica para o estudo foi realizada através de lâminas delgadas polidas orientadas segundo o eixo de sondagem, de teto para muro (↓), com o objetivo de caracterizar a textura das rochas, identificar os principais minerais que as constituem e detetar a presença de ouro.

Tabela 6: Amostras coletadas para a realização de estudos petrográficos, distribuídas ao longo de três das quatro sondagens estudadas.

Sondagem	Início	Nível	Nome	Sondagem	Início	Nível	Nome
BS1202	87.40	NCL	LBJ01	BS1212A	152.93	NCL	LBJ18
BS1202	94.05	NNF	LBJ02	BS1212A	236.15	NAR	LBJ17
BS1202	112.48	NCL	LBJ19	PS1105	46.50	NNF	LBJ06
BS1202	129.45	ZBr	LBJ03	PS1105	58.35	ZBr	LBJ07
BS1202	130.05	NNF	LBJ04	PS1105	58.65	ZBr	LBJ08
BS1202	130.20	NNF	LBJ05	PS1105	59.10	NNF	LBJ09
BS1202	133.40	NNF	LBJ05A	PS1105	84.80	NCL	LBJ11
BS1212A	103.85	NCL	LBJ14	PS1105	104.85	FQz	LBJ12
BS1212A	164.89	FQz	LBJ15	PS1105	110.85	ZBr	LBJ13

No total das sondagens foram estudadas 5 amostras correspondentes a níveis com clastos e lingulídeos (NCL), 7 amostras correspondentes a camadas negras (NNF), 2 amostras correspondentes a zonas de brechificação (ZBr), 2 amostras correspondentes a filonetes de quartzo em alternâncias (FQz) e 1 amostra correspondente a 1 amostra do nível constituído por um mineral argiloso (NAR) – descritas dentro de cada sondagem da base para o topo da sequência estratigráfica.

Sondagem BS1202 (Anexo 1)

Nesta sondagem foram estudadas, como referido anteriormente, 7 amostras - 2 amostras correspondentes a níveis com clastos e lingulídeos, 5 amostras correspondentes a camadas negras e 1 amostra correspondente a uma zona de brechificação - descritas da base para o topo da sequência estratigráfica.

➤ ***Níveis negros ferríferos (camada negra) - LBJ05A***

Nesta amostra os níveis negros ferríferos, de escura, essencialmente pelítico com matéria orgânica, demonstram uma intercalação de leitos de clorite, finos leitos de quartzo, finos leitos de pirite, e raramente matéria orgânica (níveis de cor negra).



Figura 41: Amostra LBJ 05 A referente a níveis negros ferríferos.

Os leitos de clorite aparentam uma orientação preferencial, revelando-se esta por vezes com a cor “Azul de Berlim” típica da penina, por norma em palhetas pequenas. Este leito apresenta, ainda, quartzo em abundância reduzida por norma de bordos bastante irregulares e mais ou menos alongados segundo a orientação preferencial que a clorite aparenta ter. Os leitos quartzosos são firmados em grãos de quartzo inequigranulares, por norma subangulosos de bordos endentados e extinção ondulante, por vezes, com fracturação preenchida por quartzo. Nestes leitos, a clorite ocorre em pequenas dimensões nos espaços intergranulares dos quartzos. Os leitos de piritosos manifestam-se de forma ténue, constituídos por pirite anédrica de aspecto cariado, disposta e alongada segundo a orientação preferencial da clorite. A pirite ocorre, principalmente, no contacto entre os leitos de clorite e os leitos de quartzo, ou ainda, associada aos leitos de clorite, sendo também possível observar pirite recristalizada ou de 2ª geração e rara calcopirite.

Nesta amostra apresenta uma S0, que rondará o 35° a 45° de inclinação, frequentemente recortada por uma finíssima rede de filonetes de composição quartzítica, com grãos de quartzo mais desenvolvidos, com tendência equigranular e extinção ondulante, por vezes, com fracturação preenchida por quartzo.

➤ ***Níveis negros ferríferos em contacto com filonete (?) de quartzo - LBJ05***

Esta amostra corresponde a um contacto entre uma camada negra e um filonete quartzoso (devido ao nível de fracturação e esmagamento da zona de onde a amostra foi retirada não é possível ter a certeza completa que seja um filonete).



Figura 42: Amostra LBJ05 referente aos níveis ferríferos em contacto com filonete (?) de quartzo

O nível negro representa aproximadamente 50% da amostra, sendo que a pirite representa mais de 80% do nível negro. A pirite exhibe-se anédrica a euédrica de aspecto cariado, sendo raramente possível observar pirite recristalizada ou de 2ª geração, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar grafitóides. Patentes nos espaços intergranulares das pirites ocorrem clorite, por vezes com a cor “Azul de Berlim” típica da penina, e mais raramente quartzo.

O filonete (?) apresenta, essencialmente, quartzo inequigranular com grande gama de variação no que diz respeito à granulometria. O quartzo de dimensões reduzidas apresenta bordos pouco definidos e uma extinção ondulante bem marcada, enquanto o quartzo de dimensões maiores exhibe-se bordos mais definidos, com extinção ondulante e fraturação, bem marcada, preenchida por recristalização de quartzo. No que diz respeito aos minerais acessórios este nível exhibe carbonatos, zircões e turmalina (rara) de forma alongada e arredondada.

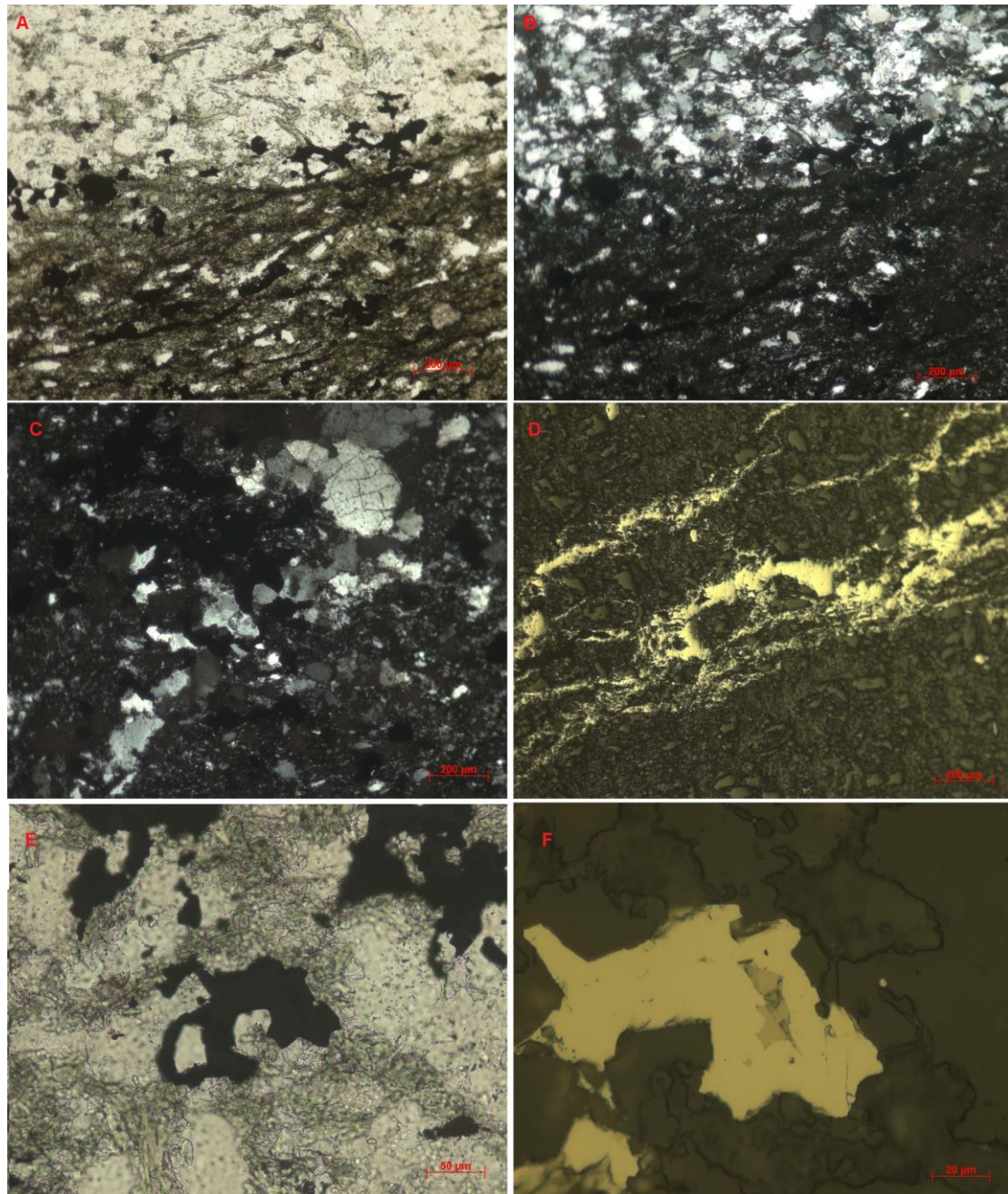


Figura 43: Fotomicrografias do nível ferrífero (camada negra) - LBJ05A

(A/B) Contacto entre leitos de clorite e leitos de quartzo. A pirite ocorre no contacto entre os leitos e associada aos leitos de clorite. (C) Filonete de quartzo, com grãos apresentando extinção ondulante e, por vezes, fracturação. (D) Pirite anédrica ou de 2^a geração e (E/F) pirite euédrica com inclusão de calcopirita (única) (Fotografada em microscopia de reflexão, em nicóis paralelos)

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+E em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D+F em nicóis //

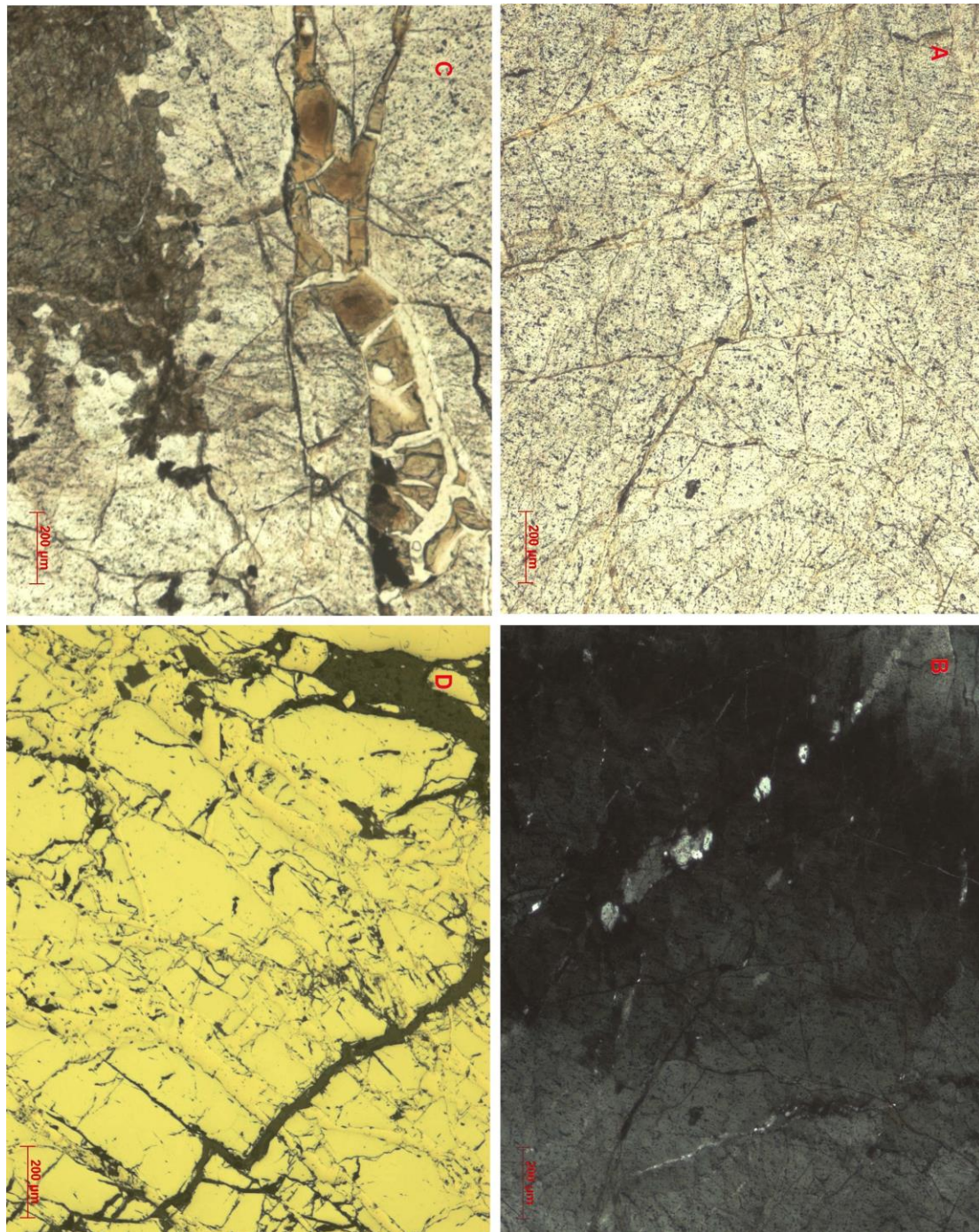


Figura 44: Fotomicrografias de níveis ferríferos em contacto com filonete (?) de quartzo - LBJ05.

(A/B) Quartzo fracturado com preenchimento por quartzo e óxidos, (C) com carbonatos e clorite como minerais acessórios. (D) Pirite

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+C em nicóis //; B em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

➤ **Níveis negros ferríferos - LBJ04**

Num aspecto geral a camada negra é constituída por interestratificações de níveis cloríticos, níveis quartzíticos e níveis piritosos, apresentando uma cor escura, tendo como minerais acessórios, zircão e turmalina (rara) alongados e arredondados, espalhados pela lâmina e carbonatos, principalmente associados à pirite.

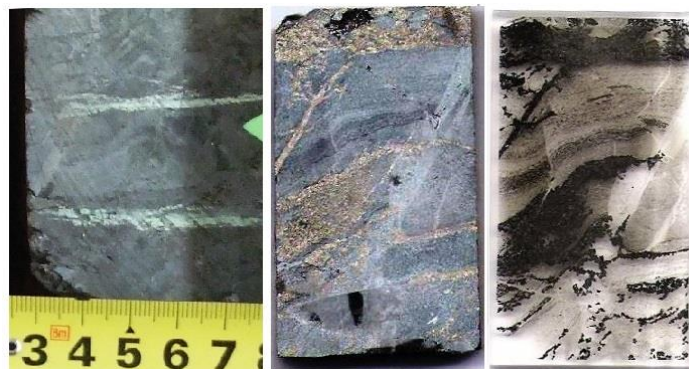


Figura 45: Amostra LBJ04 referente aos níveis negros ferríferos.

Os leitos de clorite, revelando-se esta por vezes com a cor “Azul de Berlim” típica da penina, aparentam uma clivagem de crenulação e intercalação com níveis de matéria orgânica.

Nos leitos quartzosos, os grãos de quartzo ocorrem inequigranulares, por norma subangulosos de bordos irregulares, com extinção ondulante e, por vezes, fracturação preenchida por quartzo. Na matriz ocorrem algumas palhetas de clorite.

Nos leito piritosos, a pirite apresenta uma forma euédrica de aspecto cariado, sendo possível observar pirite recristalizada ou de 2ª geração, essencialmente a preencher fracturas. Esta pirite e uma fina rede de filonetes de composição quartzítica ou clorítica aparecem por toda a lâmina de forma indiscriminada, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar a presença de grafitóides.

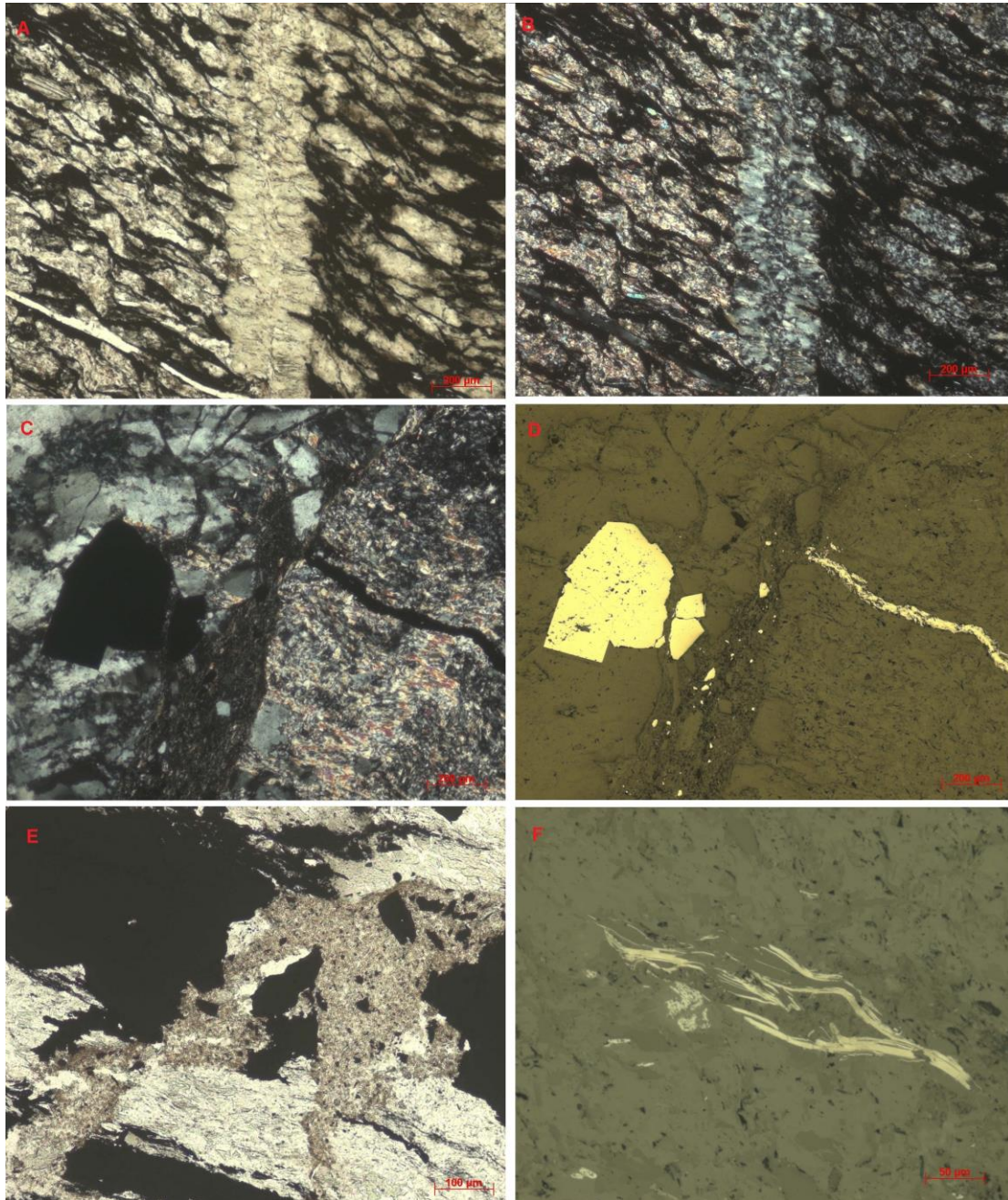


Figura 46: Fotomicrografias do nível ferrífero (camada negra) - LBJ04.

(A/B) Leitões de clorite que aparentam uma clivagem de crenulação, com um filonete de penina. (C/D) Interestratificações de níveis cloríticos e quartzosos, com pirite, euédrica e recristalizada ou de 2ª geração. (E) Carbonatos, como minerais acessórios, e (F) grafitóides associados à pirite.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+E em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D+F em nicóis //

➤ ***Zona brechificada com matriz de óxidos e clorite e fragmentos do encaixante - LBJ03***

Esta amostra corresponde a uma brecha composta maioritariamente por fragmentos de encaixante, fragmentos quartzosos e fragmentos de níveis negros ferríferos.



Figura 47: Amostra LBJ03 referente a zona brechificada com matriz de óxidos e fragmentos do encaixante.

De uma maneira geral as rochas encontram-se algo deformadas e/ou fraturadas.

Os fragmentos quartzosos caracterizam-se por grãos de quartzo com formas irregulares, exibindo extinção ondulante e fraturação com preenchimento quartzoso.

Os fragmentos de níveis negros, num aspecto geral, são constituídos essencialmente por pirite, clorite, essencialmente penina, e matéria orgânica.

Na matriz ocorrem essencialmente óxidos de ferro, clorite e raros carbonatos, assim como, na fraturação patente dos minerais, principalmente no quartzo.

Entre os opacos o principal mineral presente é a pirite, que se apresenta anédrica de aspecto cariado, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar blenda, embora rara, e grafitóides.

Uma fina rede de filonetes de composição quartzítica aparenta recortar todo o nível de forma indiscriminada.

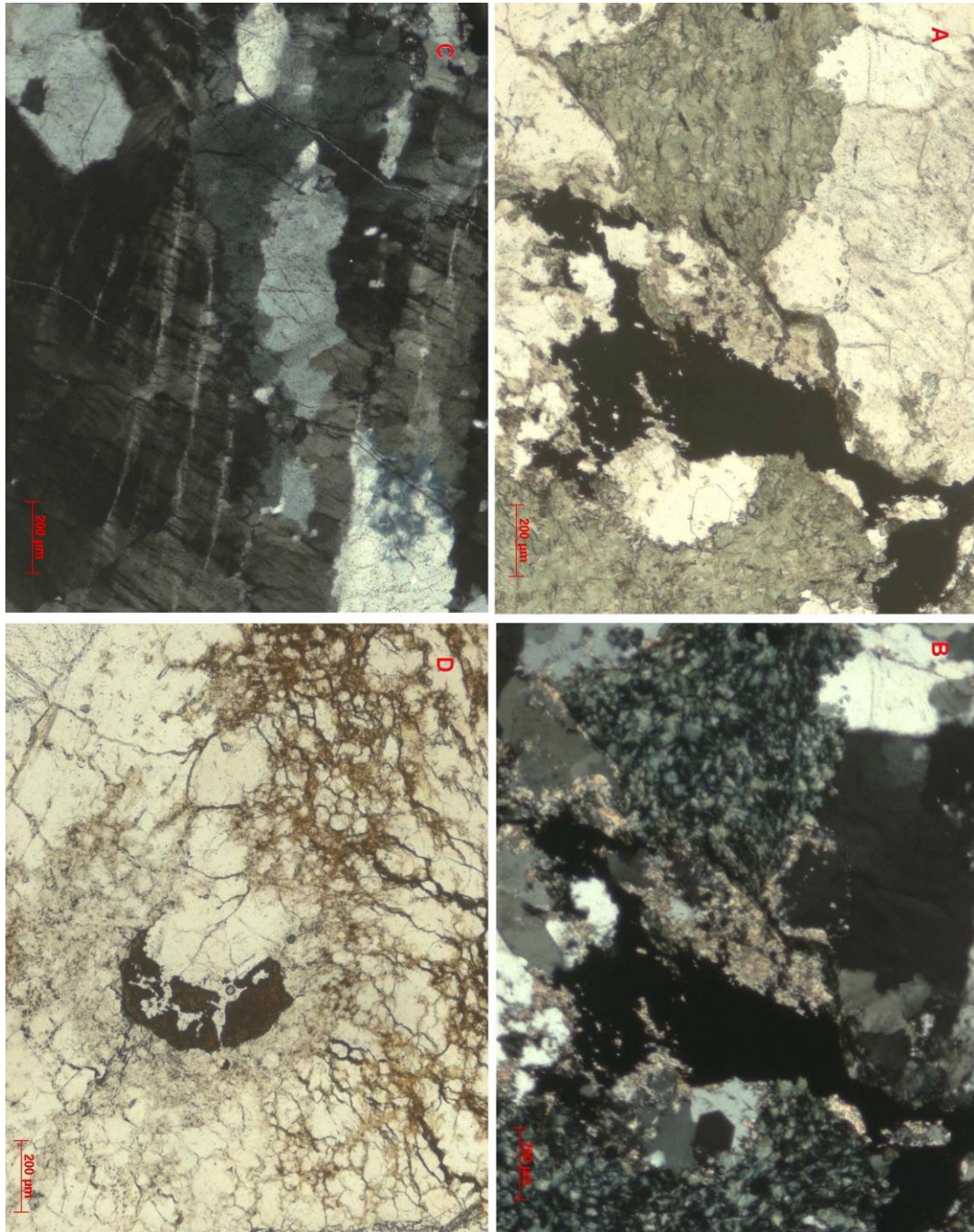


Figura 48: Fotomicrografias da zona brechificada com matriz de óxidos e clorite e fragmentos do encaixante
- LBJ03

(A/B) Fragmentos de níveis negros, constituídos por pirite, clorite, carbonatos e óxidos de ferro. (C) Quartzo exibindo extinção ondulante e fracturação com preenchimento quartzoso e (D) Fracturação preenchida por óxidos.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+D em nicóis //; B+C em nicóis X

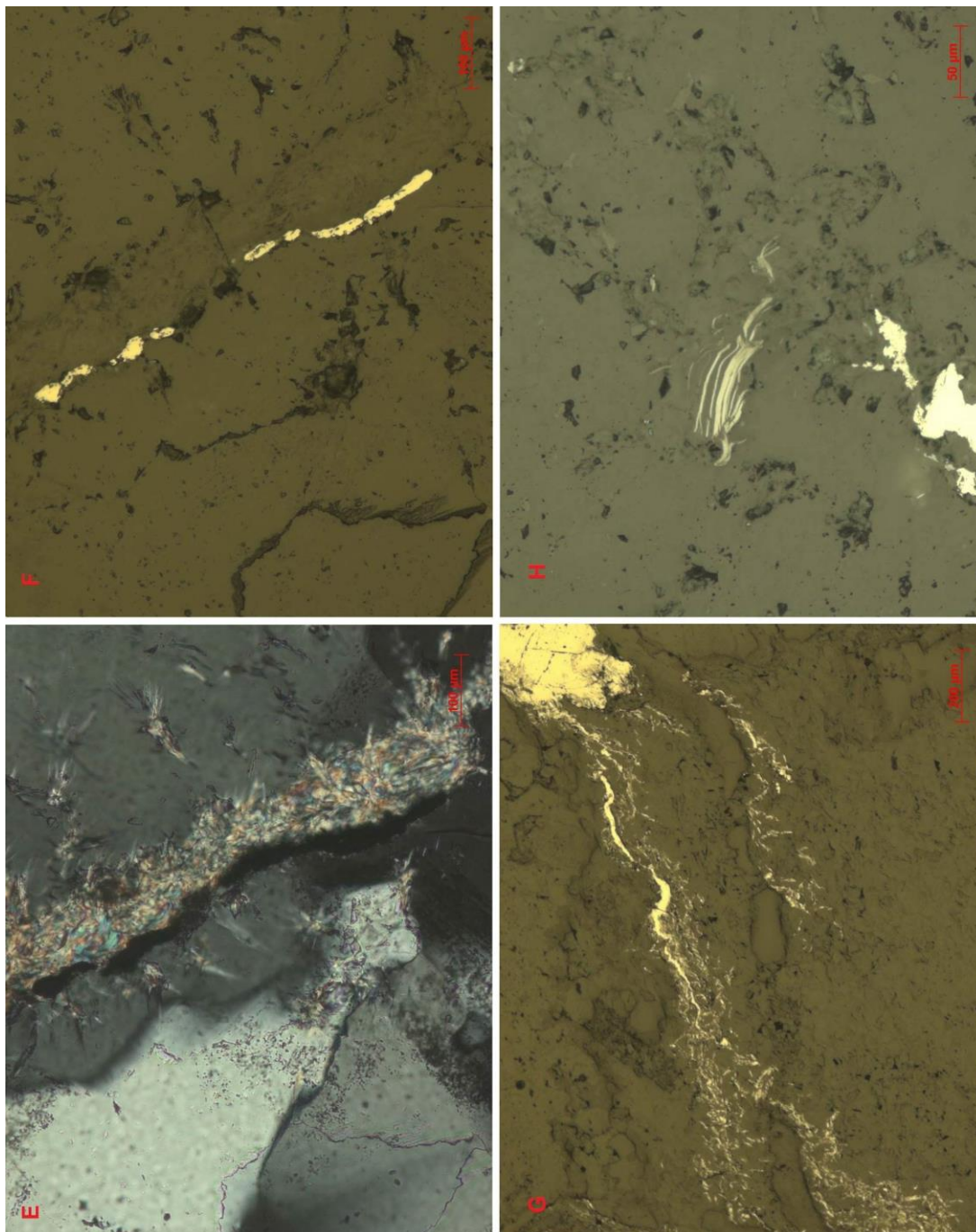


Figura 48(continuação): Fotomicrografias da zona brechificada com matriz de óxidos e clorite e fragmentos do encaixante constituído por níveis negros - LBJ03

(E) Mineral metálico amarelo (estudado em MEV) em fratura entre sericite e quartzo.

(F/G) Pirite anédrica e de 2ª geração e (H) Grafitóide.

Fotografadas em microscopia de transmissão: E em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: F+G+H em nicóis //

➤ **Nível com clastos- LBJ19**

Nesta amostra o nível apresenta clastos alongados, mais ou menos rolados e deformados, que atingem dimensões centimétricas sendo constituído essencialmente por clorite e óxidos. Este nível ao contrário dos restantes não aparenta apresentar restos de valvas de lingulídeos e a pirite aparece insipiente.



Figura 49: Amostra LBJ19 referente a nível com clastos

Os clastos são constituídos por clorite e quartzo, sendo que estes exibem clorite mais desenvolvida a formar o seu rebordo, podendo raramente esta ocorrer também no seu núcleo apresentando um aspeto zonado.

Este nível demonstra-se constituído por clorite e óxidos, raramente, a clorite aparece com hábito lamelar, sendo esta do tipo penina. Contudo apresenta grãos de quartzo, disseminados, com extinção ondulante e bordos irregulares, que só se demonstra em níveis dominantes na base da amostra, sendo estes de maior dimensão. A amostra apresenta, ainda, como minerais acessórios, zircão alongado e arredondado.

Dispersa pela amostra verifica-se uma fina rede de filonetes de composição quartzítica, com óxidos e clorite do tipo penina, por vezes com uma forma em leque. Relativamente aos minerais opacos a pirite, acima referida, apresenta-se dispersa pela lâmina de dimensões muito reduzidas, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar a presença de grafitóides.

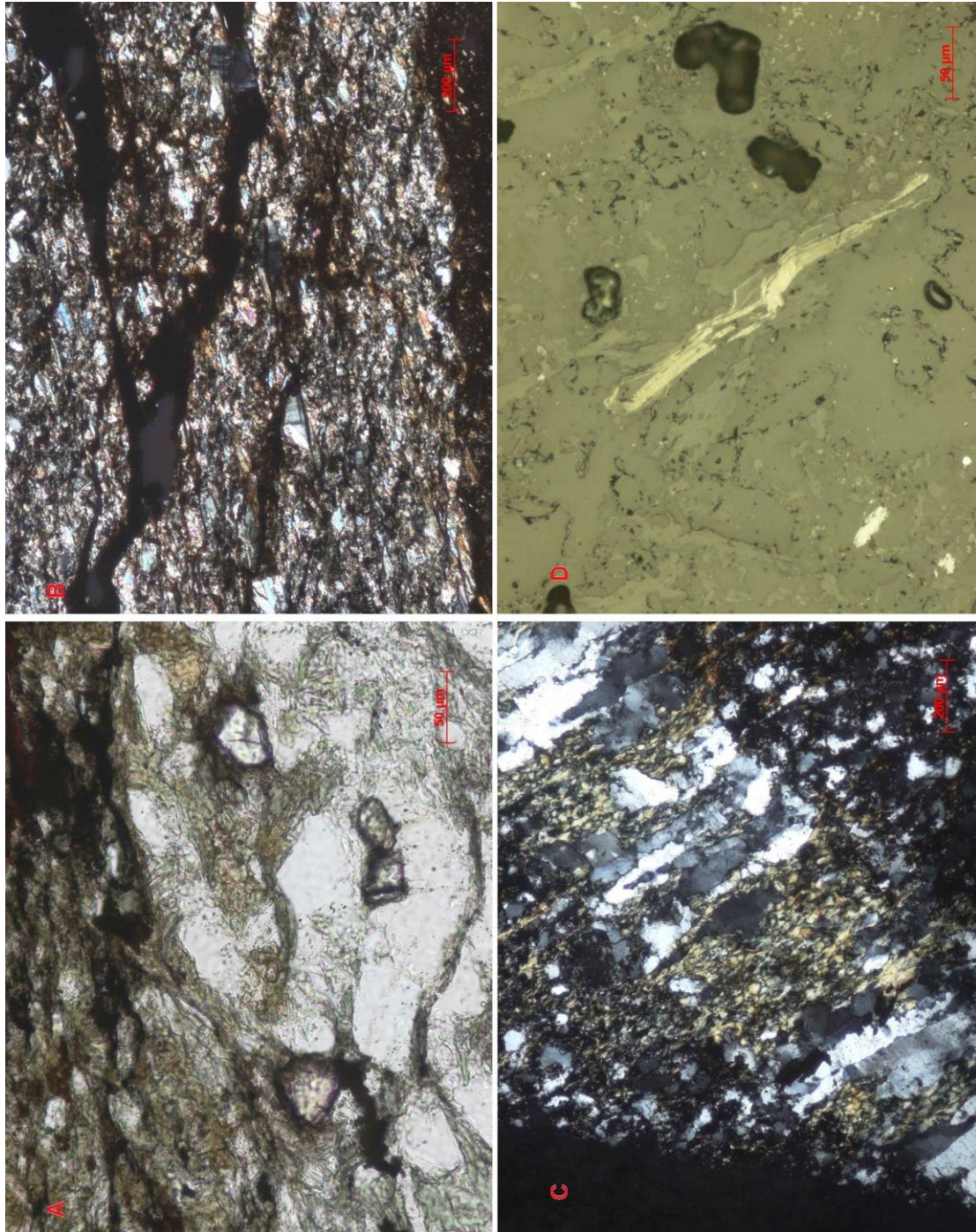


Figura 50: Fotomicrografias de *Nível com clastos* – LBJ19

(A/B) *Nível* constituído por clorite e óxidos, raramente, a clorite aparece com hábito lamelar, sendo esta do tipo penina. (C) Filonete de composição quartzítica, com clorite, por vezes, do tipo penina e (D) Grafíticoide.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X
Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

➤ **Níveis negros ferríferos - LBJ02**

Esta amostra corresponde a uma camada negra, rica em clorite e pirite, exibindo como minerais acessórios, quartzo, zircão e turmalina (rara) alongados e arredondados, e carbonatos, espalhados pela lâmina. Um outro componente presente neste nível é a matéria orgânica.



Figura 51: Amostra LBJ02 referente a níveis negros ferríferos

A camada negra é constituída essencialmente por clorite, que surge em cristais de pequenas dimensões, normalmente sob a forma de penina de “Azul de Berlim” característico, raramente apresenta-se em cristais sob a forma de leque. O quartzo, embora em pequena quantidade exhibe dimensões de cristais consideráveis, apresenta-se em grãos subangulosos de bordos irregulares, com extinção ondulante e com fracturação preenchida por quartzo. Esta camada apresenta uma estratificação cruzada com uma banda de composição clorítica.

Entre os minerais opacos a pirite é dominante, encontrando-se em aglomerados ou dispersa pela lâmina mais raramente, sendo também é possível observar outra geração de pirite recristalizada.

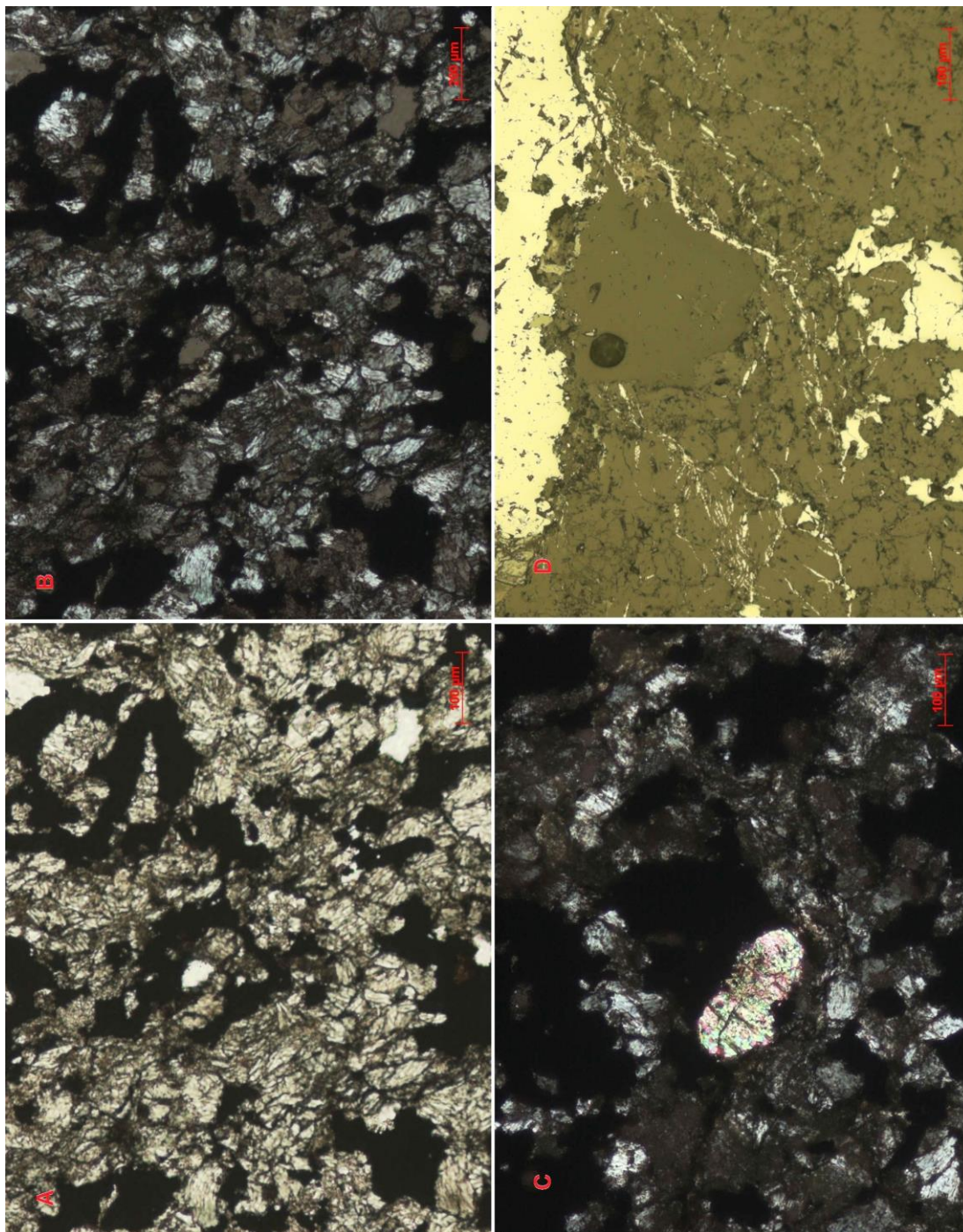


Figura 52: Fotomicrografias de níveis negros – LBJ02

(A/B) Camada negra, rica em clorite e pirite, com matéria orgânica, exibindo como **(C)** mineral acessório zircão alongado e arredondado.

(D) Pirite anédrica e geração de pirite recristalizada.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

➤ **Nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque - LBJ01**

Nesta amostra o nível apresenta clastos alongados, mais ou menos rolados e deformados e restos de valvas de lingulídeos que atingem dimensões centimétricas.

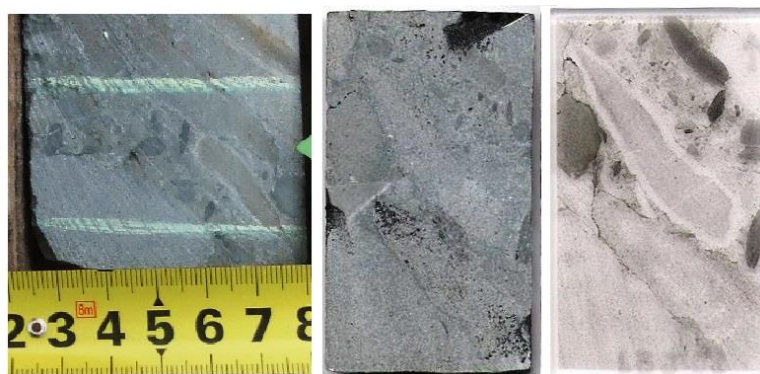


Figura 53: Amostra LBJ01 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque.

Os clastos são constituídos por quartzo e clorite com dimensões milimétricas a centimétricas. Por vezes, os elementos apresentam clorite mais desenvolvida a formar o seu rebordo, podendo esta ocorrer também no seu núcleo apresentando um aspeto zonado. Nesta amostra os lingulídeos são raros, embora apresente um de dimensões centimétricas.

O vaque é constituído por grãos de quartzo aproximadamente equigranulares, por norma subangulosos e apresentam os bordos irregulares. A clorite, por sua vez, ocorre em percentagem mais reduzida que o quartzo, surgindo maioritariamente nos espaços intergranulares destes. Mais raramente, a clorite aparece em aglomerados de hábito lamelar, não orientadas e com dimensões superiores aquelas encontradas na matriz, apresentando a cor "Azul de Berlim" característica da penina. A amostra apresenta, ainda, como minerais acessórios, zircão alongado e arredondado.

Relativamente aos minerais opacos a pirite é dominante, apresentando-se anédrica de aspeto cariado e dispersa pela lâmina, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar a presença de grafitóides e calcopirite de aspecto cariado.

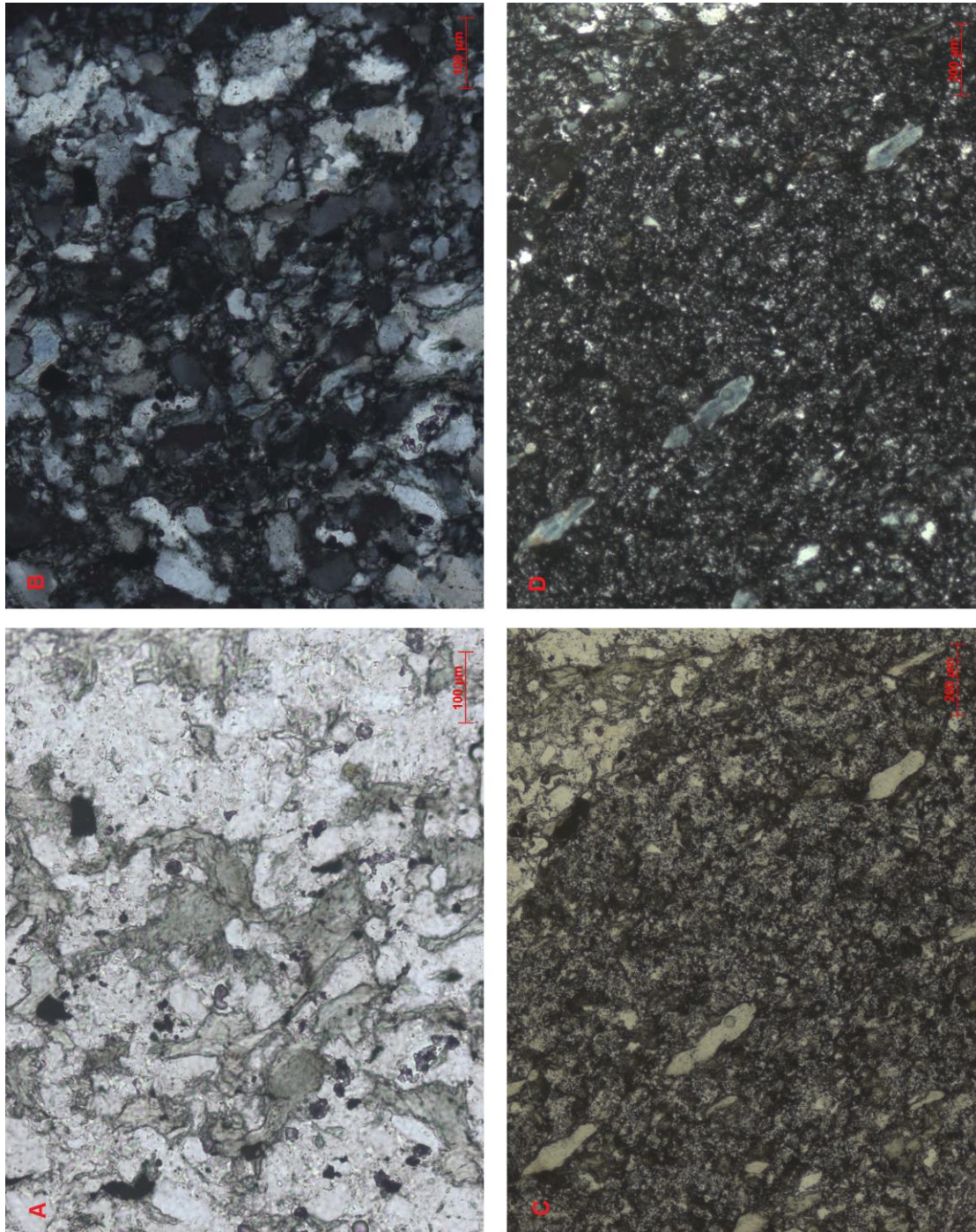


Figura 54: Fotomicrografias do nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque - LBJ01.

(A/B) Vaque constituído por grãos de quartzo e clorite, surgindo maioritariamente nos espaços intergranulares dos quartzos. **(C/D)** Clasto constituído por quartzo e clorite, sendo que esta aparece mais desenvolvida a formar o rebordo do clasto (pouco notório) e no seu núcleo apresentando um aspeto zonado.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+C em nicóis //; B+C em nicóis X

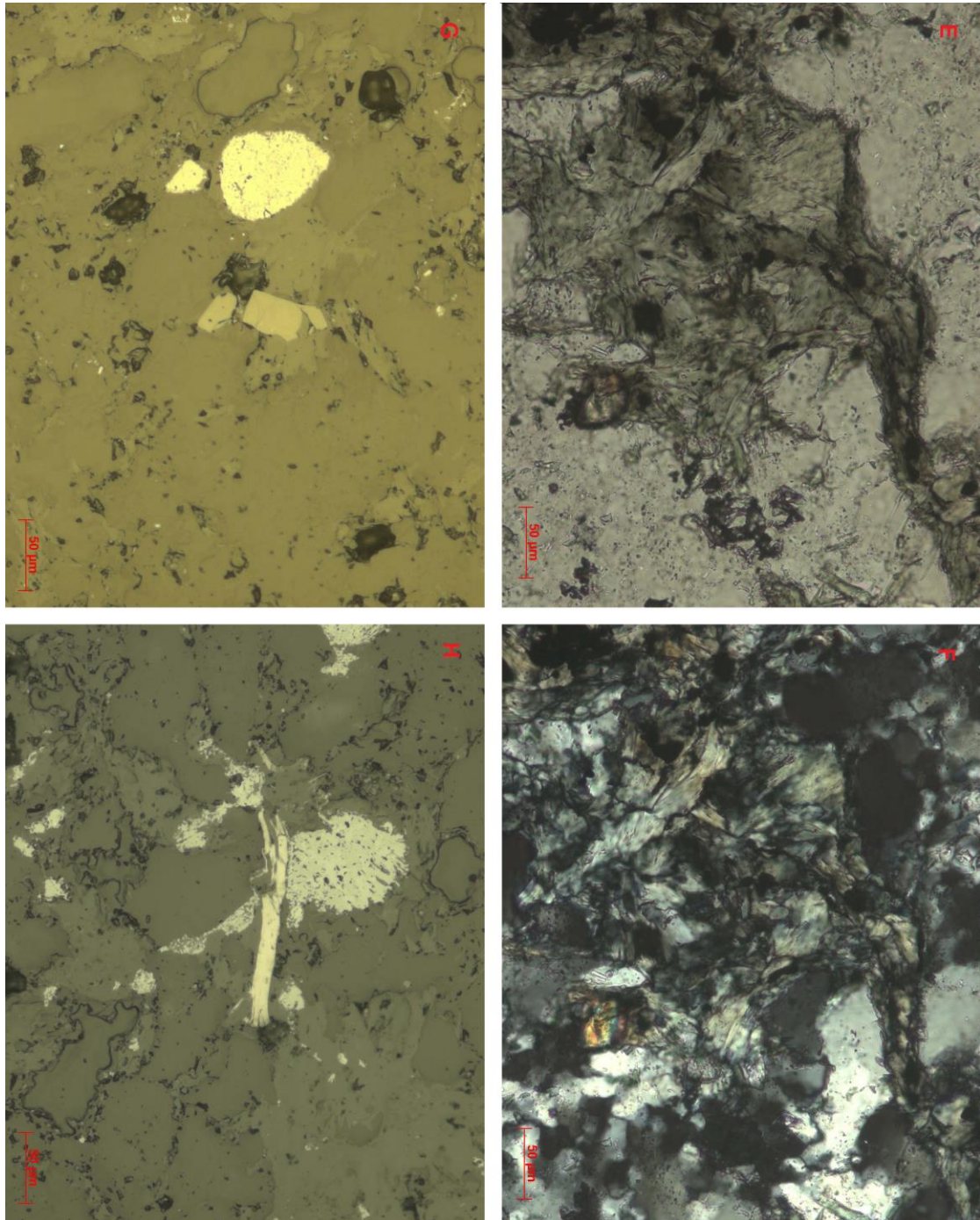


Figura 54(continuação): Fotomicrografias do nível com lingulídeos e clastos em contacto com vaque - LBJ01 (E/F) Penina, em aglomerados de hábito lamelar, amostrando, ainda, um zircão pouco alongado e arredondado. (G) Relativamente aos minerais opacos a pirite é dominante, podendo haver calcopirite e (H) é possível observar grafitóides.

Fotografadas em microscopia de transmissão: E em nicóis //; F em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: G+H em nicóis //

Sondagem BS1212A (Anexo 3)

Nesta sondagem foram estudadas, como referido anteriormente, 4 amostras - 2 amostras correspondentes a níveis com clastos e lingúlídeos, 1 amostra correspondente a um filonete de quartzo em alternâncias xistentas e quartzíticas e 1 amostra correspondente a um nível constituído por um mineral argiloso de cor rosada - descritas da base para o topo da sequência estratigráfica.

➤ *Nível argiloso de cor rosada - LBJ17*

Nível de argila compacta de cor rosada, constituído por mineral de cor rosada, pleocróico em tons cinza acastanhado a cinza azulado, raramente, aparecendo um mineral acastanhado pleocróico, que serão abordados neste mesmo capítulo 5.2.2, no qual se apresentam estudados ao MEV com EDS acoplado. Este nível recortado por filonetes preenchidos por quartzo exibindo extinção ondulante, carbonatos, óxidos e um raro mineral de hábito fibroso abordado em 5.2.2.

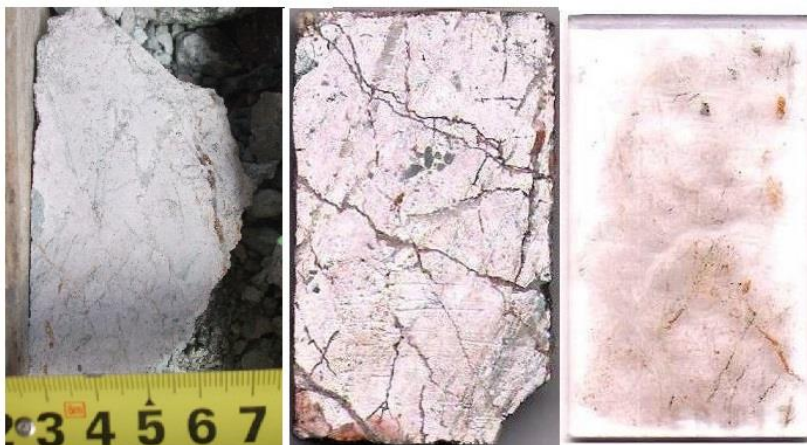


Figura 55: Amostra LBJ17 referente a nível constituído por um mineral de argila de cor rosada

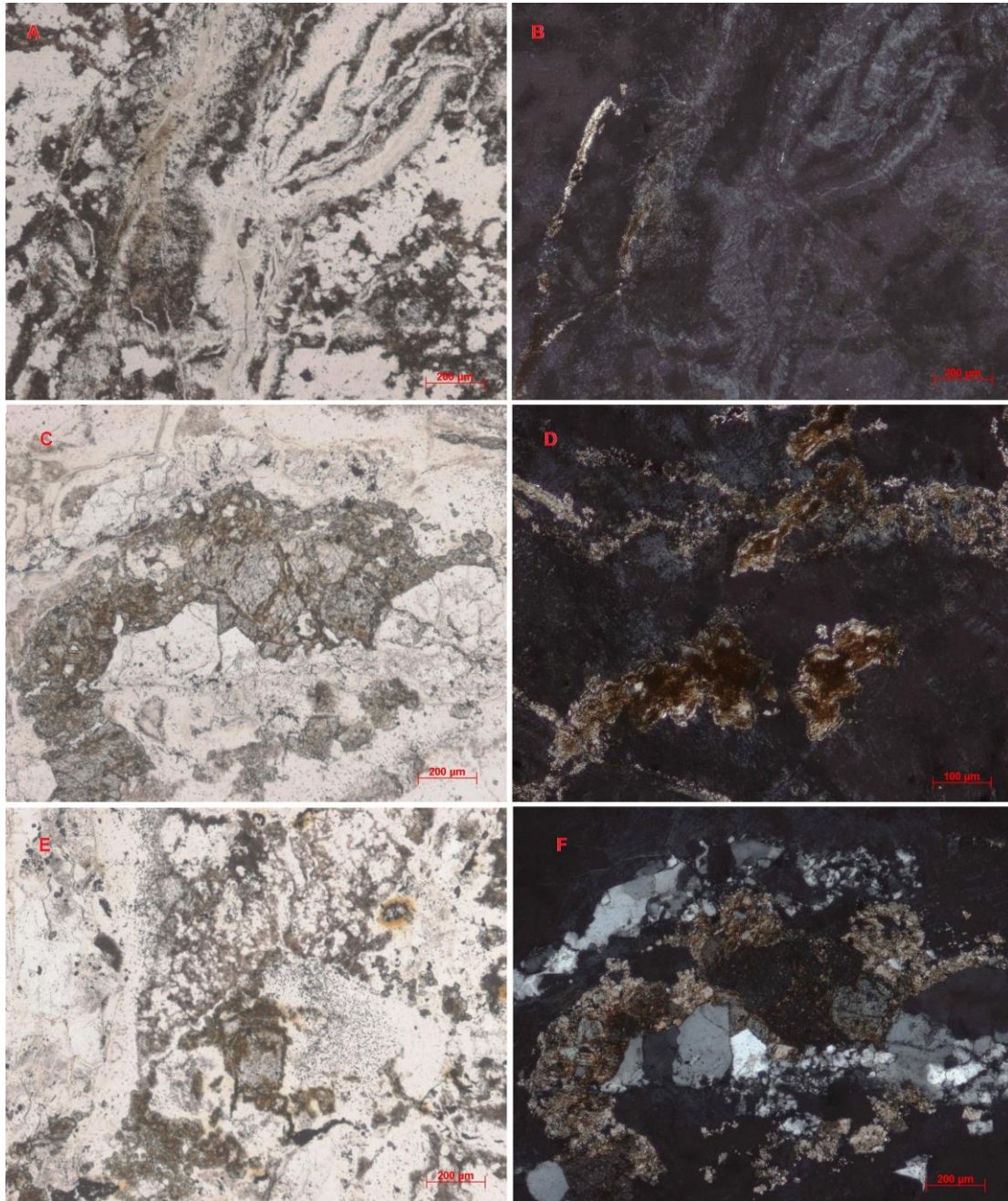


Figura 56: Fotomicrografias do nível argiloso de cor rosada - LBJ17

(A/B) Mineral de cor rosada, pleocróico em tons cinza acastanhado a cinza azulado.

(C/D) Mineral acastanhado pleocróico.

(E/F) Filonete preenchido por quartzo, carbonatos e óxidos.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+C+E em nicóis // e B+D+F em nicóis X

➤ **Nível com lingulídeos e clastos em contacto com nível xistento - LBJ18**

O nível negro é constituído essencialmente por clorite e matéria orgânica, raros óxidos, estando cortado por uma finíssima rede de filonetes dobrados de composição quartzítica. Com o aumentar da profundidade, observa-se uma estratificação laminar entre o nível anteriormente descrito e o nível com lingulídeos e clastos.

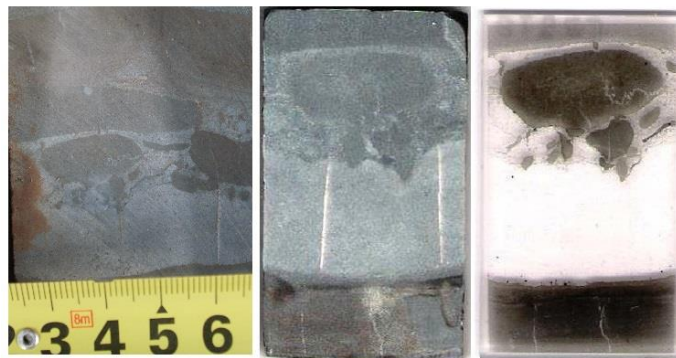


Figura 57: Amostra LBJ18 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com nível xistento.

Esta amostra evidencia um nível com restos de valvas de lingulídeos destacando-se uma devido à sua dimensão quase centimétrica, e clastos de dimensões centimétricas em matriz essencialmente quartzosa. A matriz apresenta-se composta por grãos de quartzo, que diminuem de granulometria com a profundidade, por norma apresentam os bordos irregulares e extinção ondulante. Neste nível a clorite é rara e encontra-se essencialmente nos espaços intergranulares dos quartzos. A amostra apresenta, ainda, como minerais acessórios, carbonatos, fosfatos, moscovite e zircão alongado e arredondado. Os elementos sedimentares (clastos), apresentam essencialmente uma forma alongados, mais ou menos rolados e deformados, sendo constituídos por quartzo e clorite, raramente apresentam, matéria orgânica.

Relativamente aos minerais opacos, estes são raros sendo a pirite dominante, apresentando-se anédrica dispersa pela lâmina, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar a presença de grafitóides.

Dispersa pela amostra verifica-se uma fina rede de filonetes de composição quartzítica.

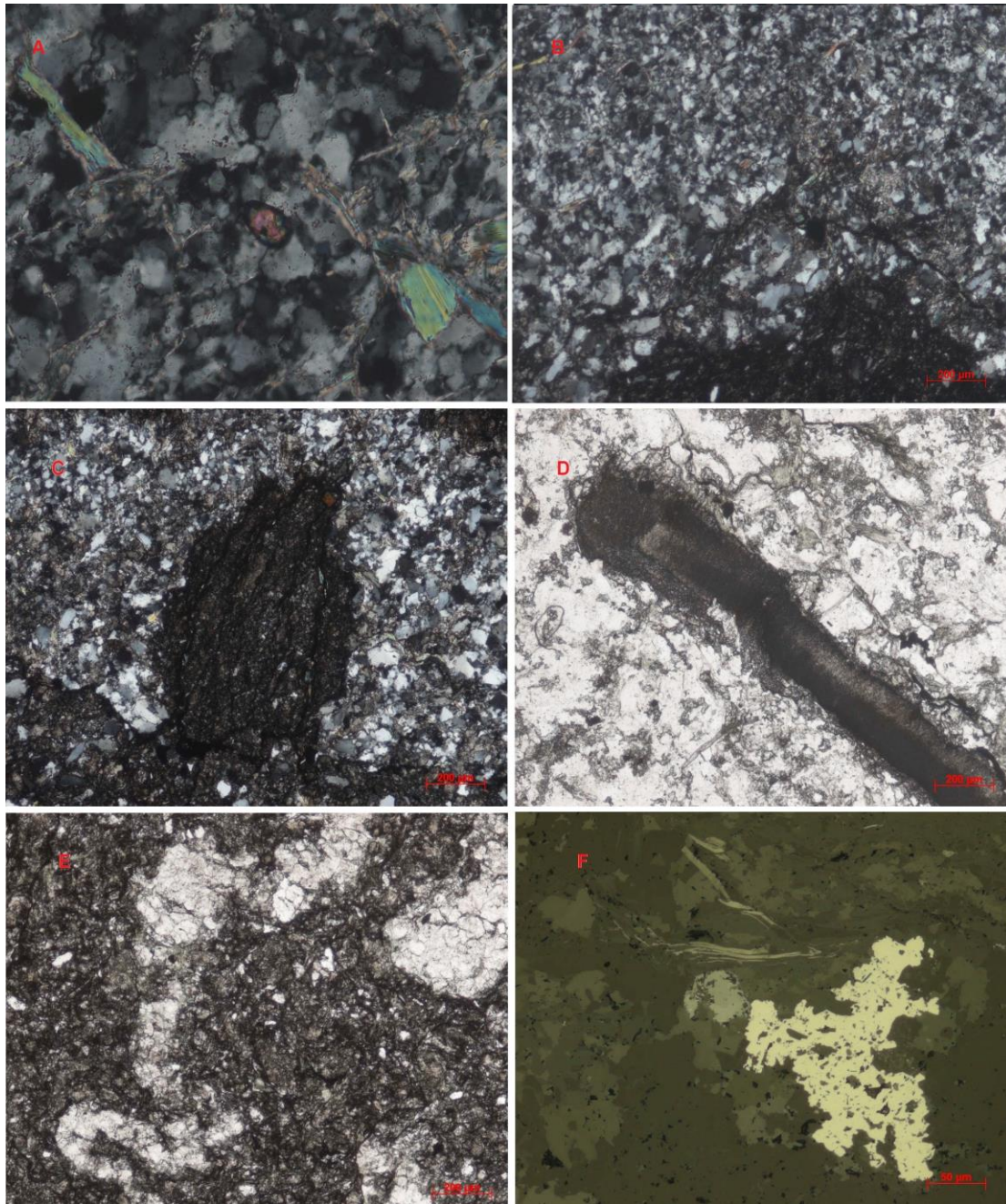


Figura 58: Fotomicrografias do nível negro em contacto com nível de lingulídeos e clastos – LBJ18

(A/B) A matriz apresenta-se composta por grãos de quartzo e rara clorite que diminuem de granulometria com a profundidade (base [A] – Topo [B]), que exibem como mineral acessório o zircão. (C) Elemento constituído por clorite – novelo de clorite. (D) Restos de valvas de lingulídeos. (E) Filonete de quartzo dobrado. (F) Pirite anédrica e a presença de grafitóides.

Fotografadas em microscopia de transmissão: D+E em nicóis //; A+B+C em nicóis X
Fotografadas em microscopia de reflexão: F em nicóis //

➤ ***Filonete de quartzo, carbonatos, sulfuretos e argila mineralizado em ouro, em encaixante com estratificação cruzada entre alternâncias de níveis quartzíticos e níveis xistentos - LBJ15***

As alternâncias apresentam estratificação laminar entre níveis grauvacóides (níveis quartzíticos dominantes) constituídos essencialmente por quartzo de bordos bastante irregulares, fracturado preenchido por quartzo, apresentando extinção ondulante, e níveis finos xistentos, de textura lepidoblástica, constituídos essencialmente por clorite, por vezes vermicular. Ambos os níveis apresentam carbonatos e óxidos. Com o aumentar da profundidade, observa-se uma estratificação cruzada entre o nível anteriormente descrito e um nível xistento. Este de textura granolepidoblástica é constituído essencialmente por quartzo, clorite, por vezes vermicular, e sericite, por vezes recristalizada em moscovite (rara).

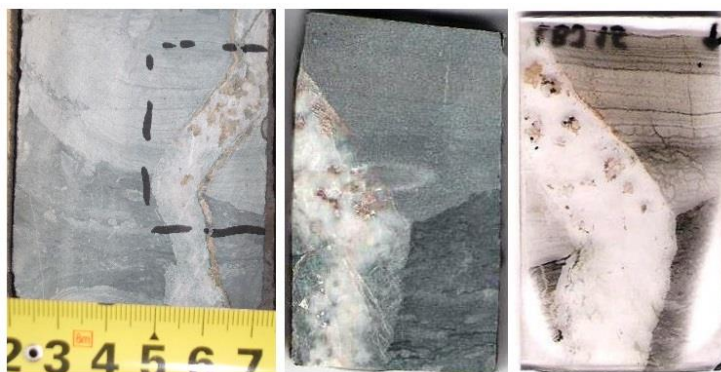


Figura 59: Amostra LBJ15 referente ao filonete de quartzo, carbonatos, sulfuretos e argila mineralizado em ouro, em encaixante com estratificação cruzada entre alternâncias de níveis quartzíticos e níveis xistentos.

Nesta amostra, a recortar S0 e todo o descrito anteriormente, aparece um filonete que apresenta como composição quartzo de limites irregulares, por vezes fraturado com recristalização em quartzo e evidenciando extinção ondulante.

No que diz respeito aos opacos é possível observar pirite e ouro. A pirite é dominante, no encaixante apresentando-se anédrica de aspeto cariado e dispersa, sendo que a pirite que se encontra associada ao filonete de quartzo é, essencialmente, euédrica de aspecto cariada. O ouro apresenta-se circunscrito no preenchimento de fraturação dos grãos de quartzo referentes ao filonete.

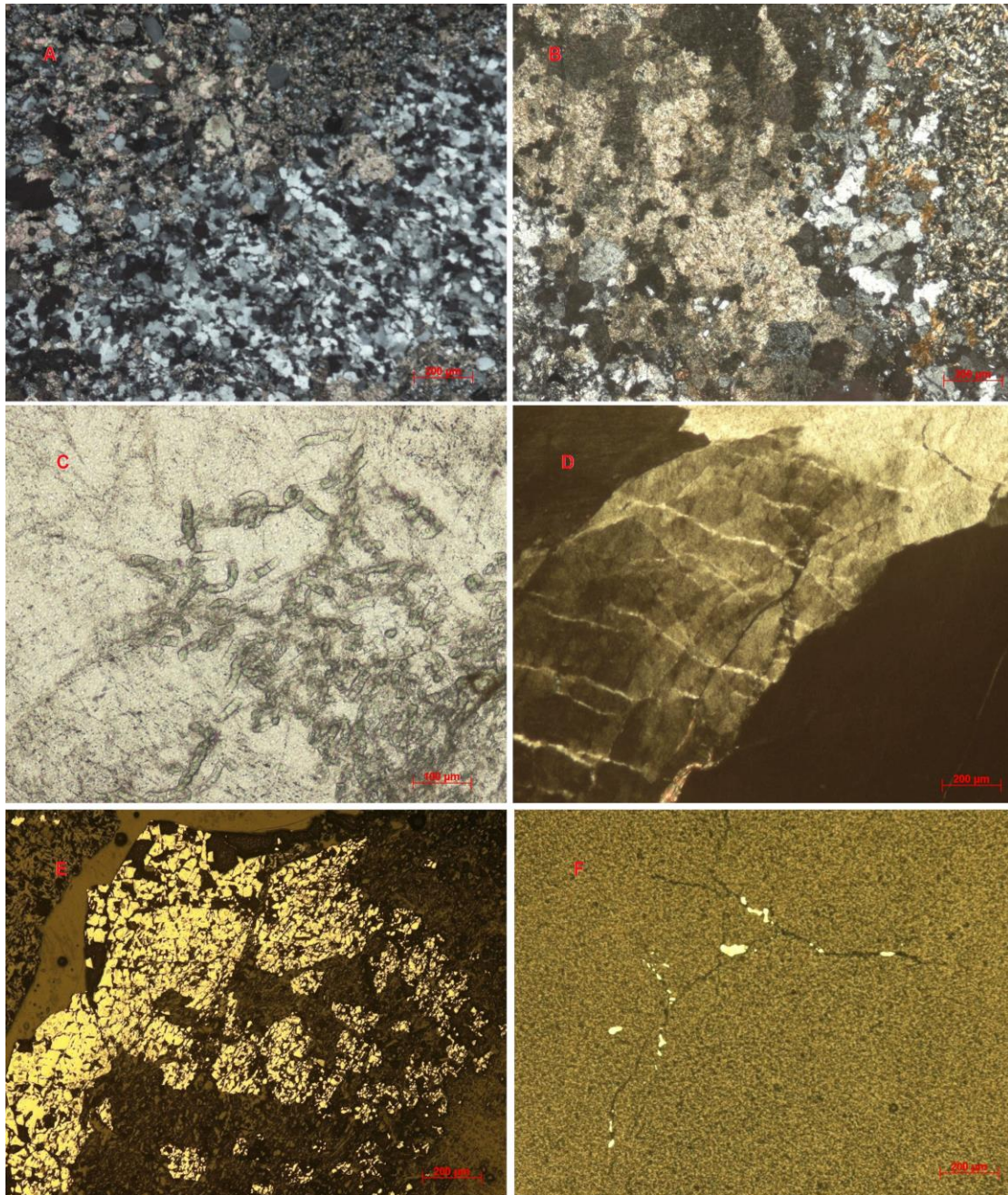


Figura 60: Fotomicrografias do filonete de quartzo, carbonatos, sulfuretos, argila e ouro, em encaixante de nível xistento em estratificação cruzada com alternâncias de níveis xistentos e psamítico – LBJ15

(A) Contacto entre nível clorítico e quartzoso (B) com presença de carbonatos. (C) Clorite de tipo vermiculite e (C) quartzo exibindo extinção ondulante e fracturação com recristalização em quartzo. (H) Pirite anédrica de aspeto cariado e (F) ouro em fracturas de quartzo filoniano.

Fotografadas em microscopia de transmissão: C em nicóis //; A+B+D em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: E+F em nicóis //

➤ **Nível com lingulídeos e clastos - LBJ14**

Esta amostra corresponde a um nível com lingulídeos, apresentando restos de valvas de lingulídeos, quase de dimensão centimétrica – havendo um centimétrico -, e clastos de dimensões centimétricas em matriz lepidoblástica com matéria orgânica.



Figura 61: Amostra LBJ14 referente a nível com lingulídeos e clastos

Este nível demonstra uma matriz constituída por clorite, por vezes, vermiculite, penina ou delessítica, e grãos de quartzo com extinção ondulante e bordos irregulares. A amostra apresenta como minerais acessórios carbonatos, por vezes, com novelos de sericite associados, possivelmente, fosfatos.

Os elementos sedimentares (clastos), apresentam essencialmente uma forma alongada, mais ou menos rolados e deformados, sendo constituídos por quartzo e rara clorite.

Nesta amostra, a recortar todo o descrito anteriormente, aparece um filonete que apresenta como composição quartzo de limites irregulares, evidenciando fraca extinção ondulante, com carbonatos e raros óxidos e clorite.

Relativamente aos minerais opacos, estes são raros sendo a pirite dominante, apresentando-se anédrica a euédrica, dispersa pela lâmina.

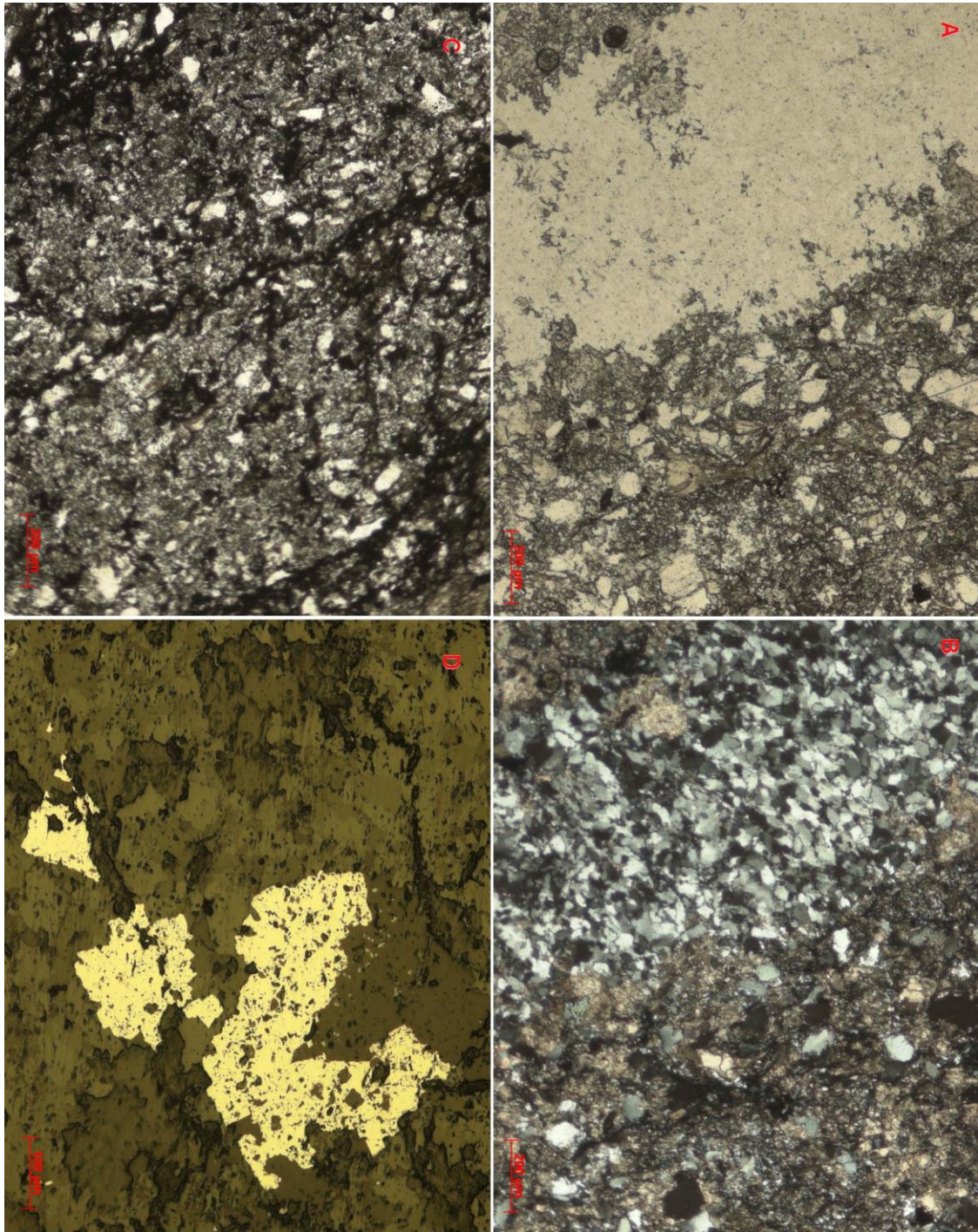


Figura 62: Fotomicrografias do nível com lingulídeos e clastos – LBJ14

(A/B) Matriz constituída por clorite, por vezes, vermiculite, penina ou delessítica, e grãos de quartzo e elemento sedimentar (clasto), constituídos por quartzo e rara clorite. (C) Restos de valvas de lingulídeos e (D) pirite anédrica de aspecto cariado

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

Sondagem PS1105 (Anexo 4)

Nesta sondagem foram estudadas, como referido anteriormente, 7 amostras – 1 amostra de um nível com clastos e lingúlídeos, 2 amostras de níveis negros, 3 amostras de zonas de brechificação e 1 amostra de filonetes de quartzo em alternâncias xistentas e quartzíticas e bandas de clorite (finos níveis negros?) - descritas da base para o topo da sequência estratigráfica.

➤ Zona de esmagamento com argila, carbonatos e óxidos e pequenos fragmentos do encaixante constituído por níveis negros ferríferos - LBJ13

Esta amostra evidencia uma zona de esmagamento destacando-se pela presença de pequenos fragmentos de níveis negros ferríferos compostos maioritariamente por clorite, por vezes penina, pirite, quartzo de bordos irregulares exibindo extinção ondulante e fracturação preenchida por quartzo, e matéria orgânica. A matriz é constituída essencialmente por carbonatos e óxidos, surgindo maioritariamente nos espaços intergranulares dos quartzos. A amostra apresenta como minerais acessórios sericite e turmalina.



Figura 63: Amostra LBJ13 referente a zona de esmagamento com argila, carbonatos e óxidos e pequenos fragmentos do encaixante constituído por níveis negros ferríferos - LBJ13

Relativamente aos minerais opacos, estes são raros sendo a pirite dominante, que se apresenta euédrica a anédrica de aspecto cariado, ocorrendo ainda zonas onde é possível observar grafitóides. Relativamente à pirite, esta é mais visível nos fragmentos dos níveis negros ferríferos, embora apareça dispersa por toda a lâmina. Dispersa pela amostra verifica-se, também, uma fina rede de filonetes de composição quartzítica, normalmente dobrados e/ou fraturados.

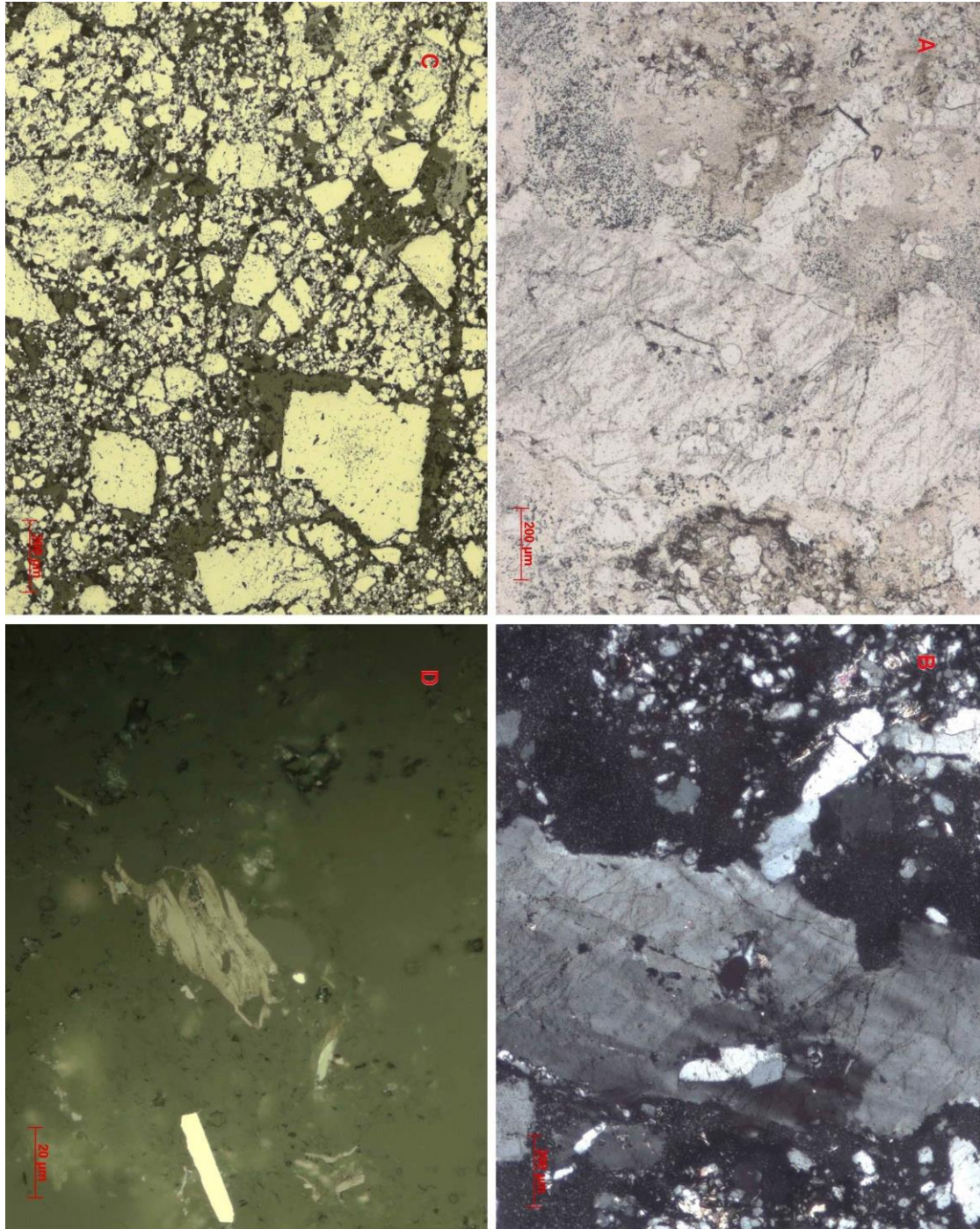


Figura 64: Fotomicrografias de zona de esmagamento com argila, carbonatos e óxidos e pequenos fragmentos do encaixante constituído por níveis negros ferríferos - LBJ13

(A/B) Matriz constituída essencialmente por carbonatos e óxidos, surgindo maioritariamente nos espaços intergranulares dos quartzos. (C) Pirite anédrica a euédrica e (D) grafitóides.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: C+D em nicóis //

➤ ***Zona com filonetes preenchidos por argilas, carbonatos e óxidos em de alternâncias de níveis xisto-quartzíticos e níveis negros ferríferos - LBJ12***

A amostra demonstra uma passagem de intercalação de níveis xisto-quartzíticos com níveis negros para uma de níveis xisto-quartzíticos com banda de clorite. A foliação da amostra é provocada pela orientação preferencial micácea.



Figura 65: Amostra LBJ12 referente a zona com filonetes preenchidos por argilas, carbonatos e óxidos em de alternâncias de níveis xisto-quartzíticos e níveis negros ferríferos.

Os níveis negros apresentam-se ricos em clorite, por vezes penina, pirite e matéria orgânica. Os níveis xistentos são constituídos por clorite, por vezes vermicular, e sericite rara, por vezes recristalizada em moscovite, raramente, aparecendo um mineral acastanhado pleocróico (igual ao referido na lâmina LBJ17, estudado no capítulo 5.2.2.). Os níveis quartzíticos são compostos maioritariamente por quartzo de formas irregulares, exibindo extinção ondulante, aparecendo clorites essencialmente nos espaços intergranulares.

Os filonetes apresentam-se de composição essencialmente quartzítica, evidenciando extinção ondulante e fracturação com preenchimento em quartzo, com grãos alongados perpendicularmente aos limites dos filonetes. Disseminados pelo filonete principal aparecem carbonatos, óxidos, clorite e sericite em cristais de pequenas dimensões. A amostra apresenta como minerais acessórios zircão e turmalina alongados e rolados disseminados pelos filonetes, essencialmente, pelo filonete principal. No que diz respeito aos opacos a pirite é dominante, apresentando-se anédrica a euédrica de aspecto cariado, que embora apareça na rocha encaixante, encontra-se com maior expressão e apresentando forma euédrica no filonete principal, apresentando associação com óxidos.

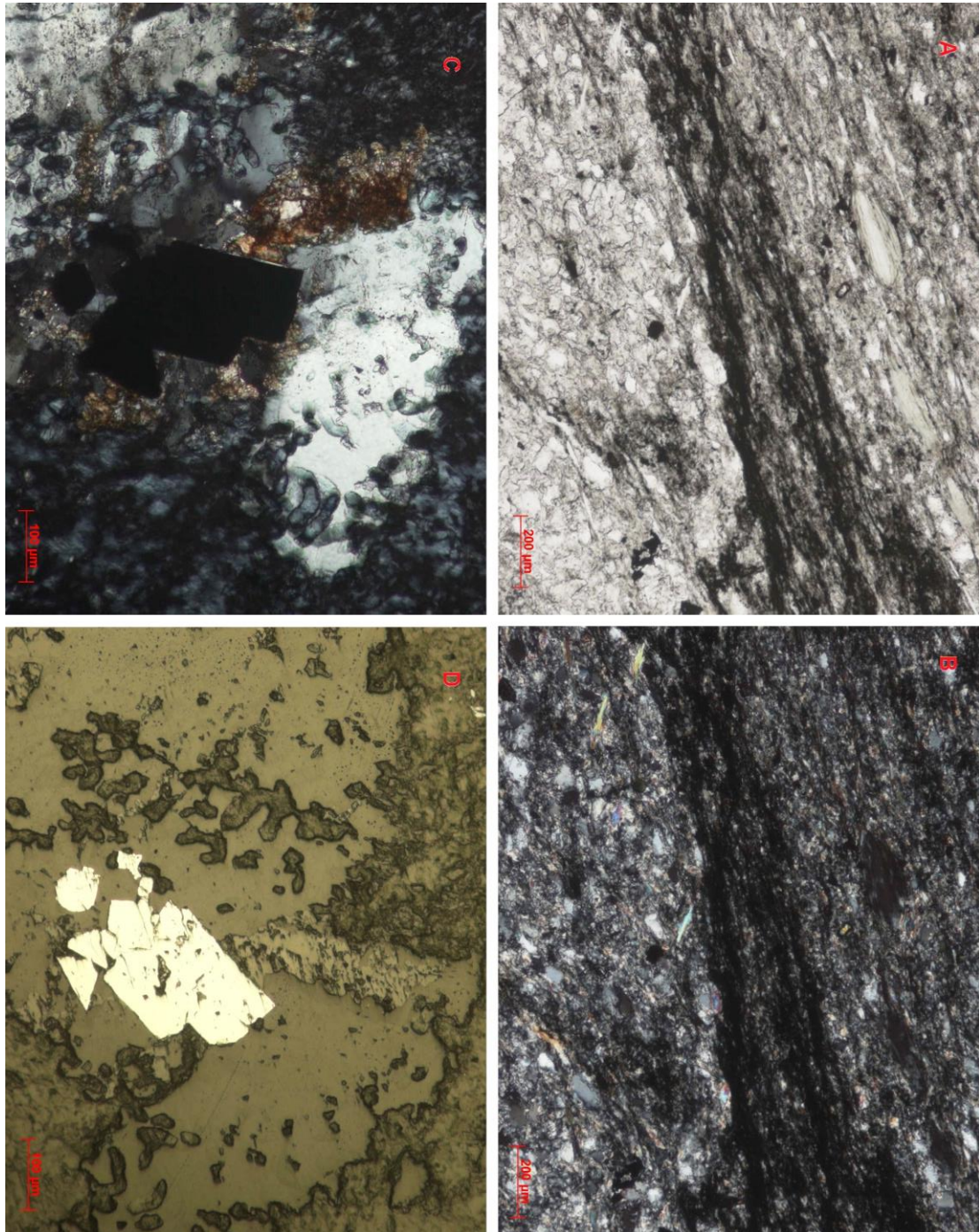


Figura 66: Fotomicrografias da zona com filonetes preenchidos por argilas, carbonatos e óxidos em de alternâncias de níveis xisto-quartzíticos e níveis negros ferríferos - LBJ12

(A/B) Contacto entre nível xistento (dominante) e nível quartzítico com matéria orgânica a delimitar o contacto. (C) Filonete de composição quartzítica, com clorite e (D) pirite.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

➤ **Nível com lingulídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis xistentos e quartzíticos - LBJ11**

Esta amostra corresponde a um nível com lingulídeos e clastos de dimensões centimétricas em matriz composta por grãos de quartzo de bordos irregulares e extinção ondulante e clorite, por vezes penina, sendo que o quartzo domina nos níveis quartzosos e a clorite nos níveis xistentos. Especialmente associados aos níveis quartzosos, referem-se como minerais opacos carbonatos e, provavelmente, fosfatos e elementos de origem biológica, restos de valvas de lingulídeos. Um outro componente presente nesta rocha são os elementos sedimentares (clastos), apresentando essencialmente uma composição quartzítica, com clorite e carbonatos, sendo que estes exibem clorite mais desenvolvida a formar o seu rebordo, e apresentam fracturação preenchida por quartzo.



Figura 67: Amostra LBJ11 referente a nível com lingulídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis xistentos e quartzíticos

Para a base a amostra apresenta, uma banda de clorite e matéria orgânica, com zircão alongado e arredondado como mineral acessório. Na base desta banda encontra-se um fino leito de minerais opacos, nomeadamente pirite, que se apresenta anédrica de aspecto cariado, seguidamente voltam a ser alternâncias.

Os filonetes apresentam-se de composição essencialmente quartzítica, de dimensão superior ao da matriz, de bordos bem definidos e extinção ondulante ténue, carbonatos e clorite por vezes, de aparência fibrosa em forma de leque sendo essencialmente penina. Alguns filonetes apresentam-se dobrados, sendo que um deles aparenta apresentar uma estrutura em slump, exibindo uma extinção ondulante ligeiramente mais perceptível.

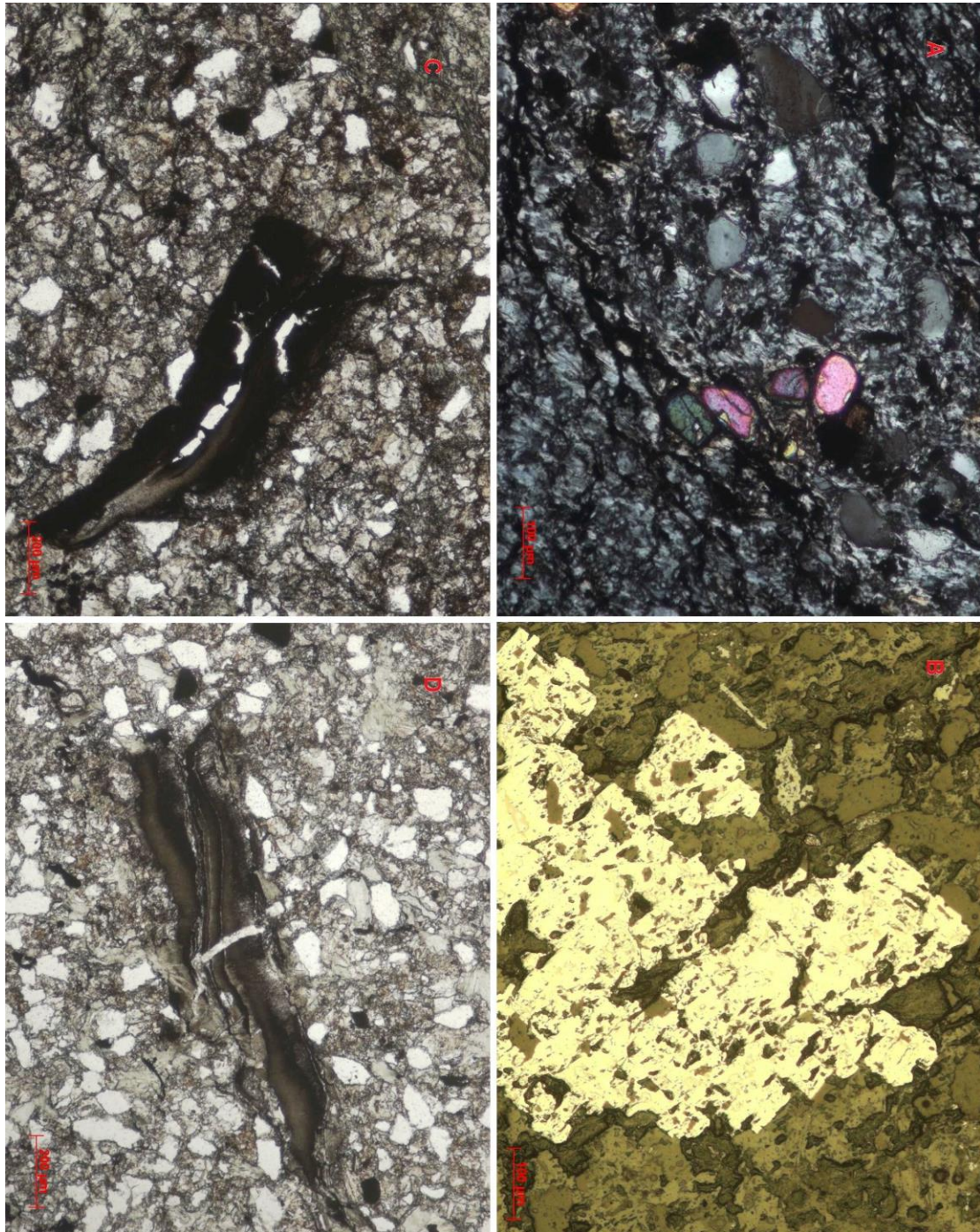


Figura 68: Fotomicrografias do Nível com lingulídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis argiláceos e quartzíticos – LBJ11

(A) Matriz composta por grãos de quartzo, clorite e matéria orgânica com zircões e (C/D) restos de valvas de lingulídeos e (B) pirite anédrica a euédrica de aspecto cariado.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+C+D em nicóis //

Fotografadas em microscopia de reflexão: B em nicóis //

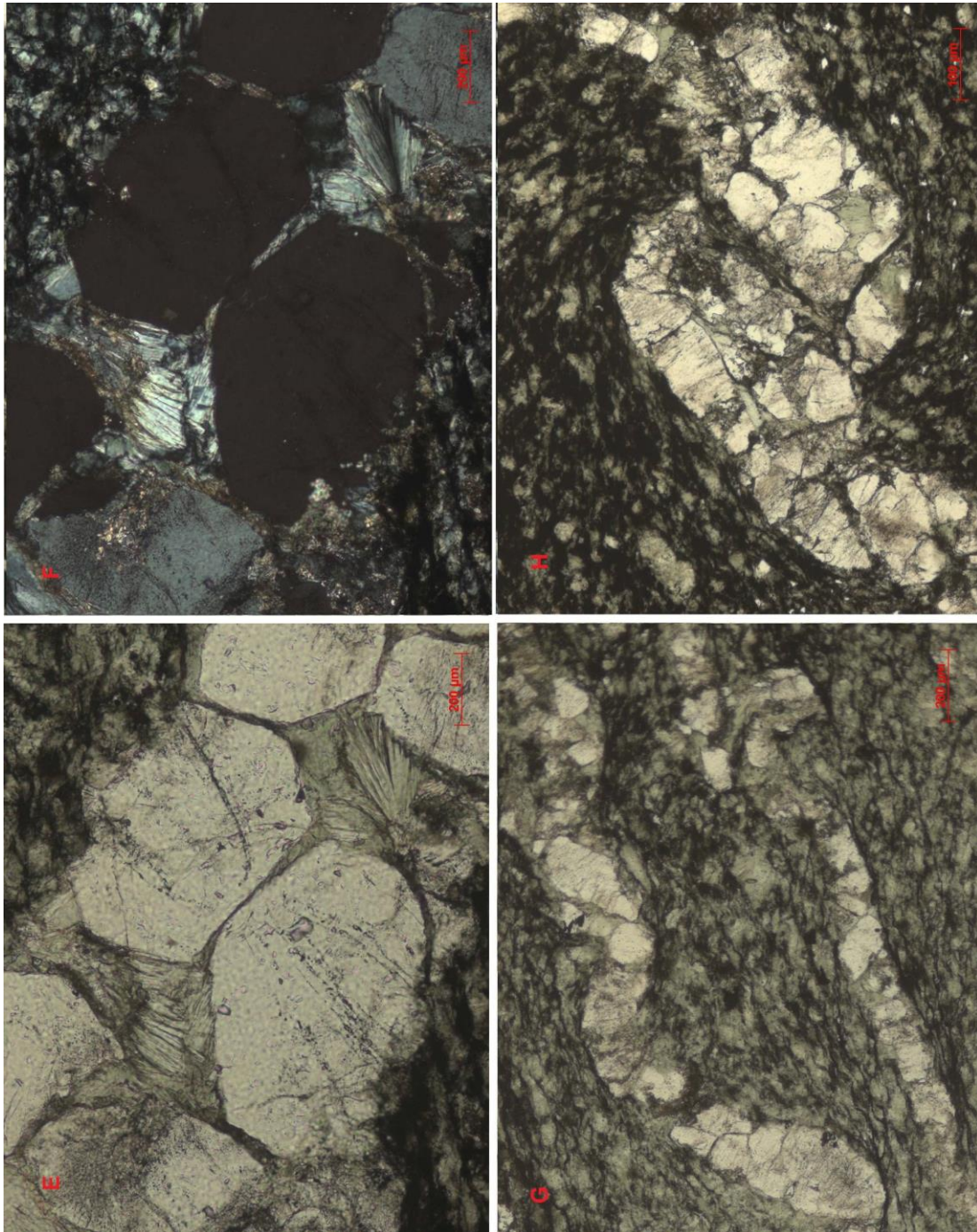


Figura 68(continuação): Fotomicrografias do Nível com lingúídeos e clastos em contacto com alternâncias de níveis xistentos e quartzíticas – LBJ11

Filonetes composição de quartzo de dimensão, (E/F) com clorite de aparência fibrosa em forma de leque, sendo essencialmente penina e outros (G) dobrados, sendo que um deles (H) aparenta apresentar uma estrutura em slump.

Fotografadas em microscopia de transmissão: E+G+H em nicóis //; F em nicóis X

➤ **Níveis negros ferríferos (camada negra) - LBJ09**

Esta amostra corresponde a um nível negro ferrífero constituído essencialmente por pirite - aproximadamente 90% -, sendo a amostra composta maioritariamente por pirite euédrica de aspecto cariado, sendo que também é possível observar pirite recristalizada ou de 2ª geração. Este nível também rico em clorite, que surge maioritariamente sob a forma de penina e raramente vermiculite, exibindo carbonatos como minerais acessórios. Raramente apresenta matéria orgânica e quartzo de pouca expressão, disperso.

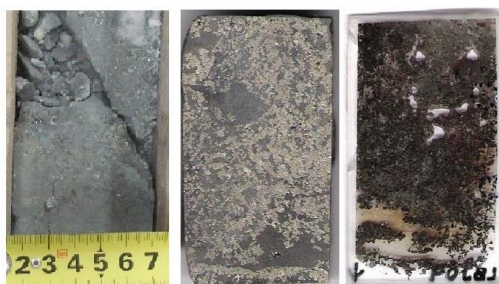


Figura 69: Amostra LBJ09 referente a níveis negros ferríferos

➤ **Zona brechificada quartzítica com sulfuretos - LBJ08**

Esta zona é maioritariamente constituída por quartzo com formas reduzidas, irregulares e demonstrando extinção ondulante, exibindo uma matriz reduzida, constituída essencialmente por clorite. Uns 10-15% desta amostra revela ser constituído por pirite, que se apresenta euédrica a anédrica de aspecto careado, sendo que também é possível observar rara pirite recristalizada ou de 2ª geração. Ocorrem, ainda, zonas onde é possível observar blenda esferulítica. Neta amostra verifica-se uma fina rede de composição quartzítica, com grãos de forma irregular, de dimensão superior ao da matriz, exibindo extinção ondulante e fracturação com preenchimento por quartzo.

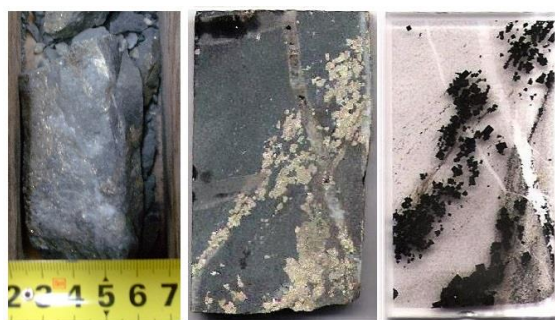


Figura 70: Amostra LBJ08 referente a zona brechificada de psamítico com sulfuretos

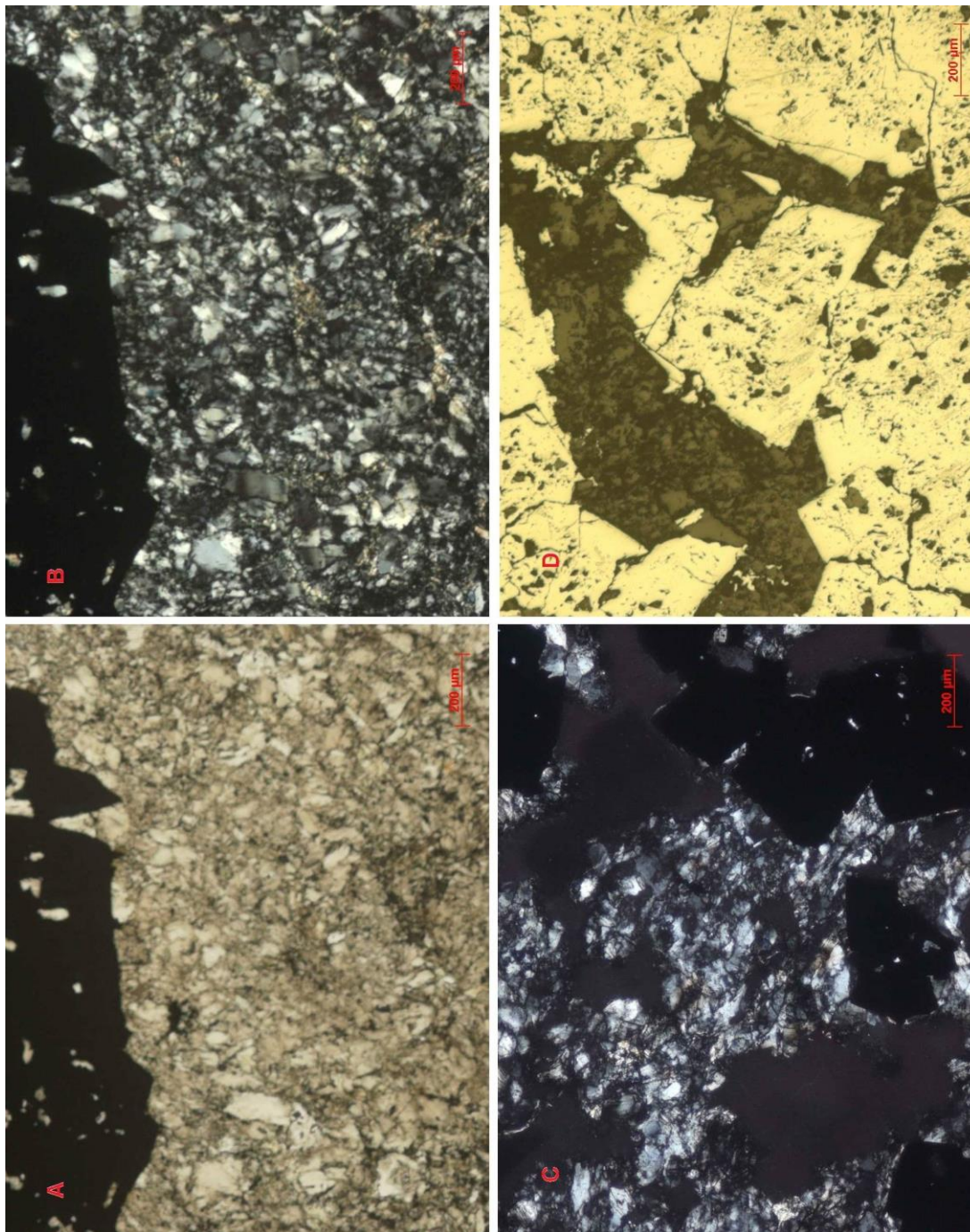


Figura 71: Fotomicrografias de níveis negros ferríferos (camada negra) - LBJ09

(A/B) Corresponde a um nível negro ferrífero rica em clorite e (C/D) pirite, composta maioritariamente por pirite euédrica de aspecto cariado.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

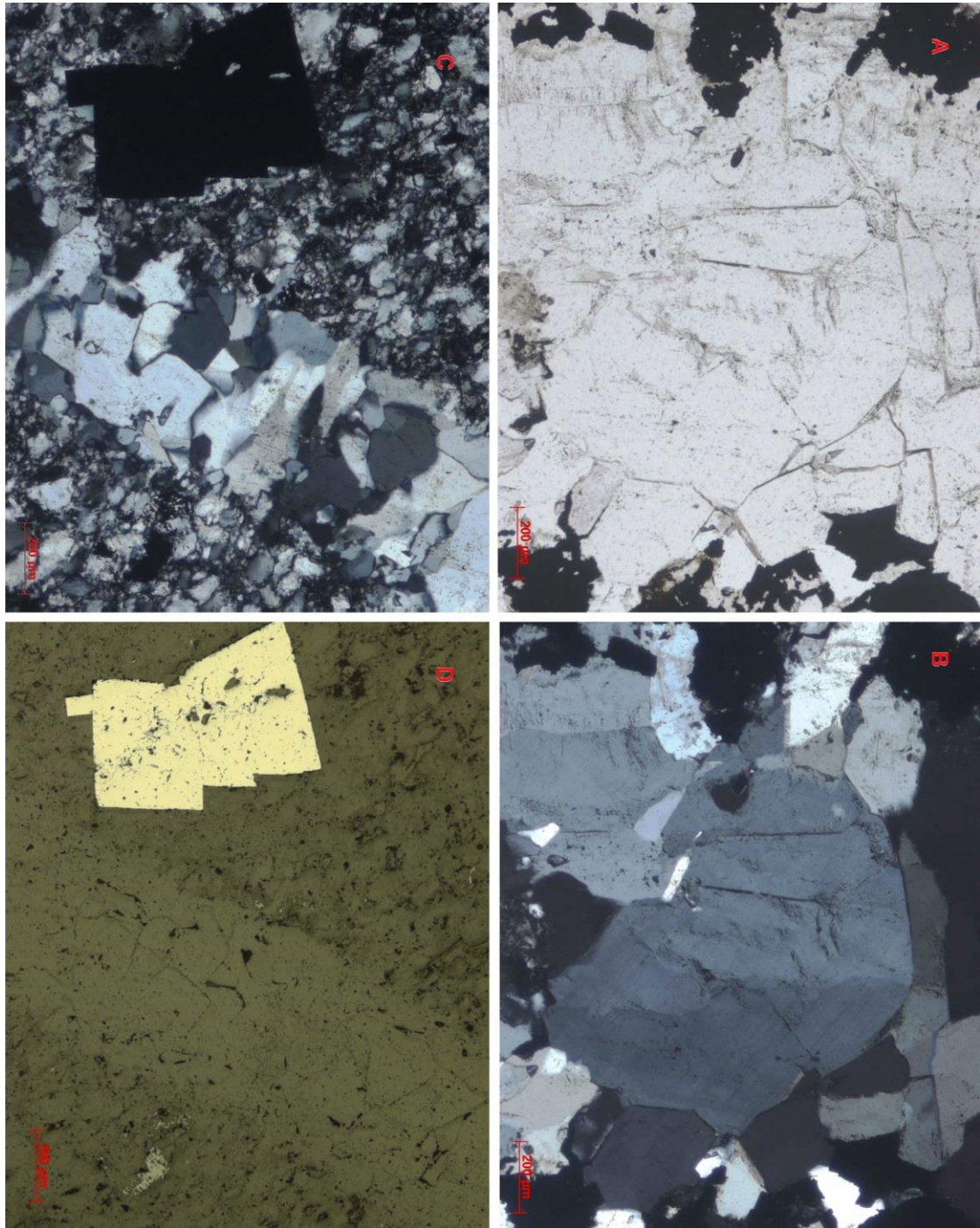


Figura 72: Fotomicrografias da zona brechificada de psamítico com sulfuretos – LBJ08

(A/B) Amostra constituída por quartzo de pequena dimensão (C) recortada por filonetes de quartzo. (D) Pirite, que se apresenta euédrica de aspecto cariado.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B+C em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: D em nicóis //

➤ ***Zona brechificada de psamítico com sulfuretos - LBJ07***

Esta zona é correspondente à lâmina LBJ08, contudo apresenta maior percentagem de pirite e clorite, apresentando na sua constituição carbonatos e matéria orgânica, e, como minerais acessórios, zircão e turmalina, alongados e arredondados.

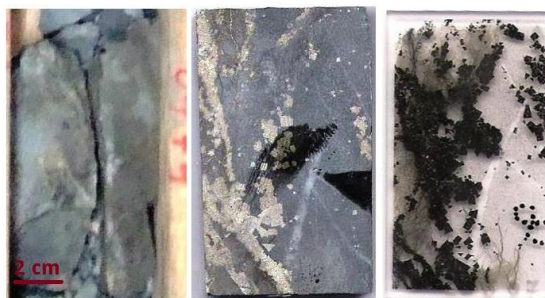


Figura 73: Amostra LBJ07 refere rente a zona brechificada de psamítico com sulfuretos

➤ ***Níveis negros ferríferos (camada negra) em contacto com vaques - LBJ06***

Esta amostra corresponde a uma estratificação concordante, entre uma camada negra, milimétrica a centimétrica, e vaques, recortado por filonetes de quartzo e clorite.

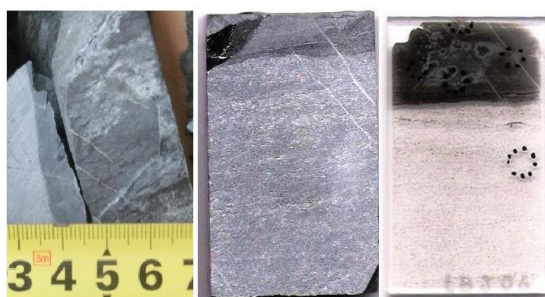


Figura 74: Amostra LBJ06 referente a Níveis negros ferríferos (camada negra) em contacto com vaques

Os níveis negros evidenciam uma orientação preferencial da clorite, por vezes penina, com algum quartzo, de pequenas dimensões, óxidos de ferro e sericite, intercalada com finos leitos de matéria orgânica.

O vaque é constituído por grãos de quartzo aproximadamente equigranulares, por norma subangulosos de bordos irregulares. A clorite, por sua vez, ocorre em percentagem mais reduzida que o quartzo, surgindo maioritariamente nos espaços intergranulares destes. A camada apresenta, ainda, como minerais acessórios, zircão e turmalina (rara), alongados e arredondados, sericite e raro rútilo.

Relativamente aos minerais opacos a pirite é dominante, apresentando-se anédrica

de aspeto cariado, dispersa pela lâmina e de granulometria reduzida, ocorrendo ainda zonas, principalmente junto ao contacto, onde é possível observar a presença de grafitóides.

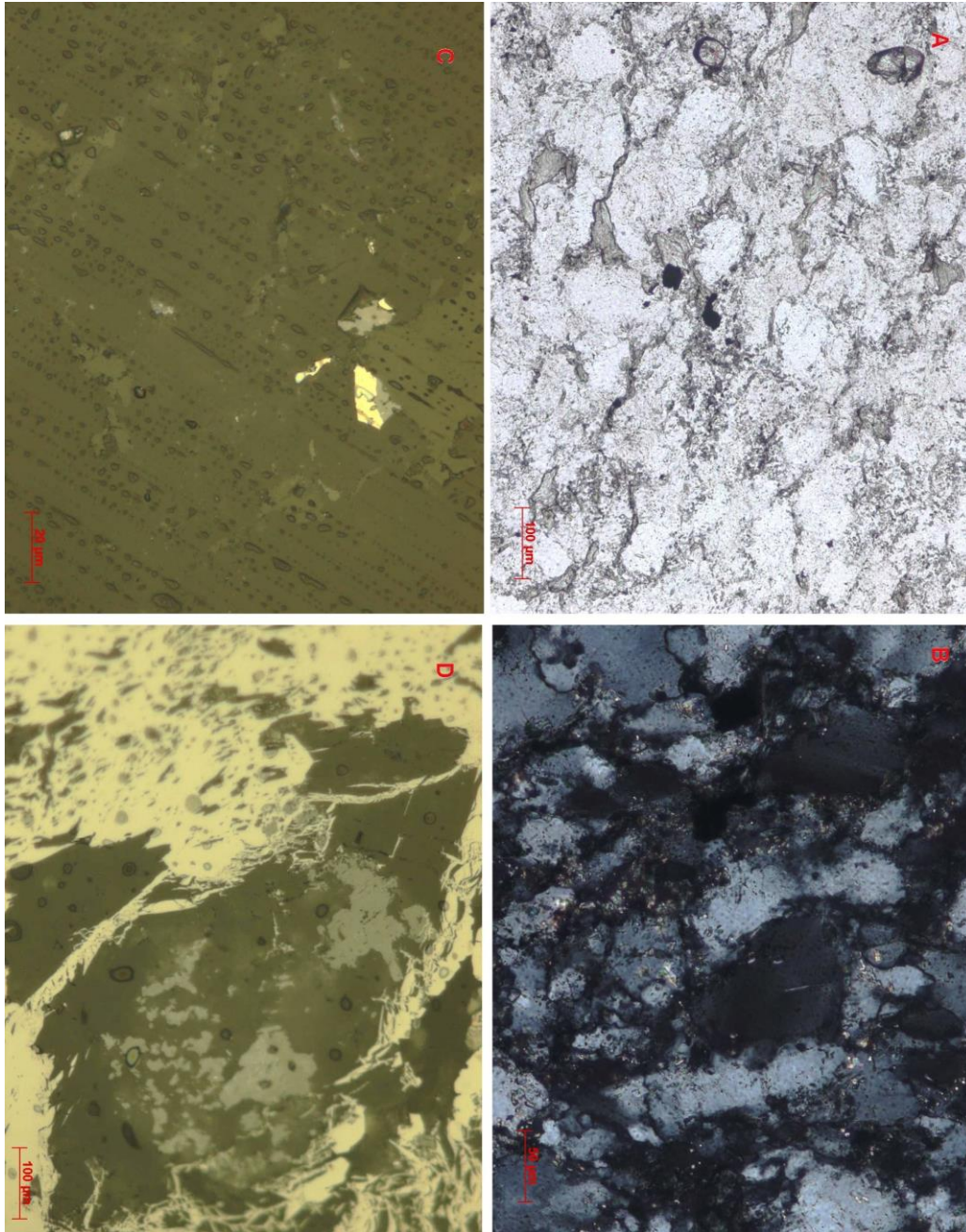


Figura 75: Fotomicrografias da zona brechificada de psamítico com sulfuretos – LBJ07

(A/B) Amostra constituída por quartzo e clorite e (C/D) pirite, que se apresenta anédrica de aspecto cariado.

Fotografadas em microscopia de transmissão: A em nicóis //; B em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: C+D em nicóis //

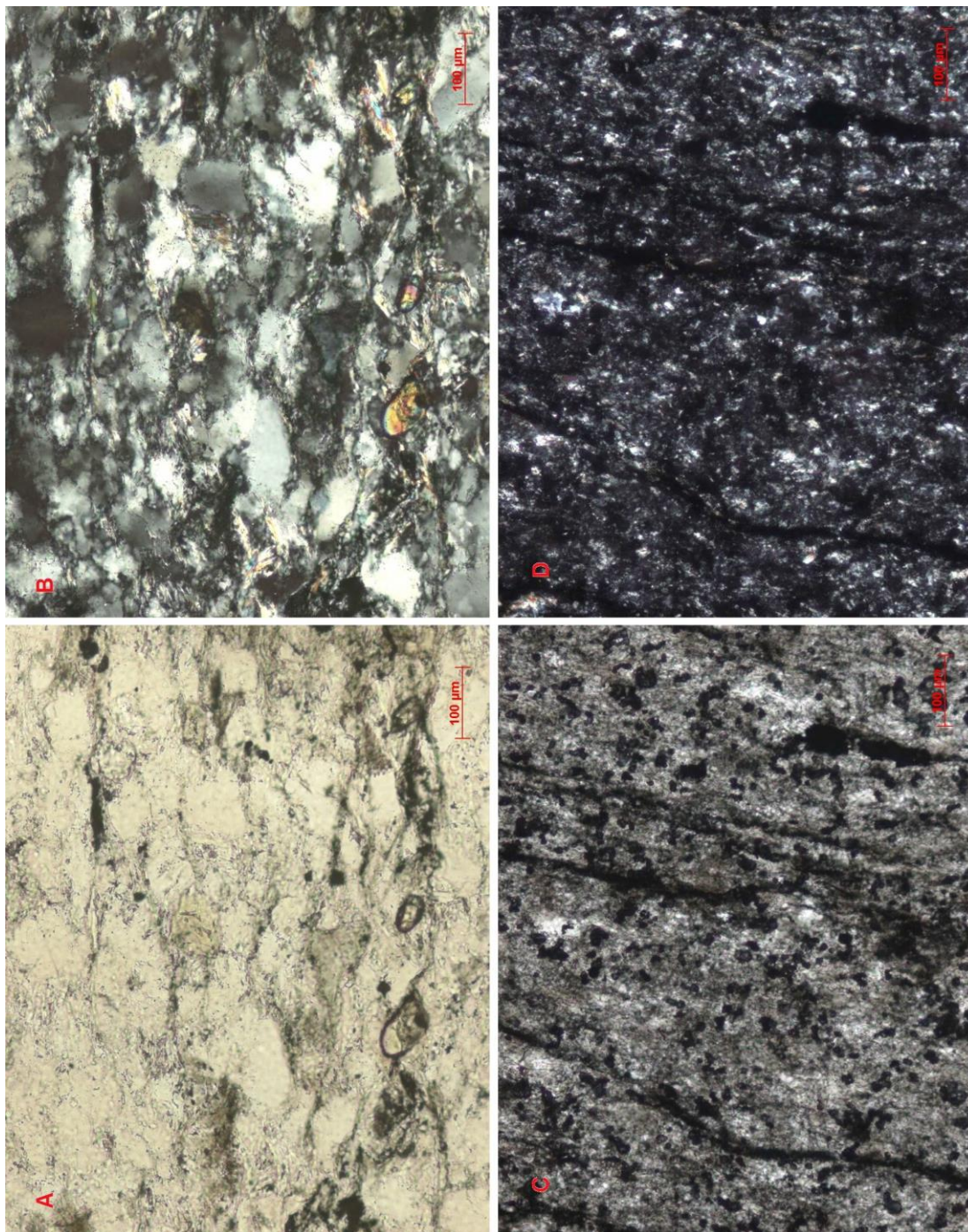


Figura 76: Fotomicrografias do nível negro ferrífero (camada negra) em contacto com vaques - LBJ06

(A/B) Vaque constituído por quartzo e clorite, com zircões como mineral acessório.

(C/D) Camada negra constituída por clorite e matéria orgânica

Fotografadas em microscopia de transmissão: A+C em nicóis //; B+D em nicóis X

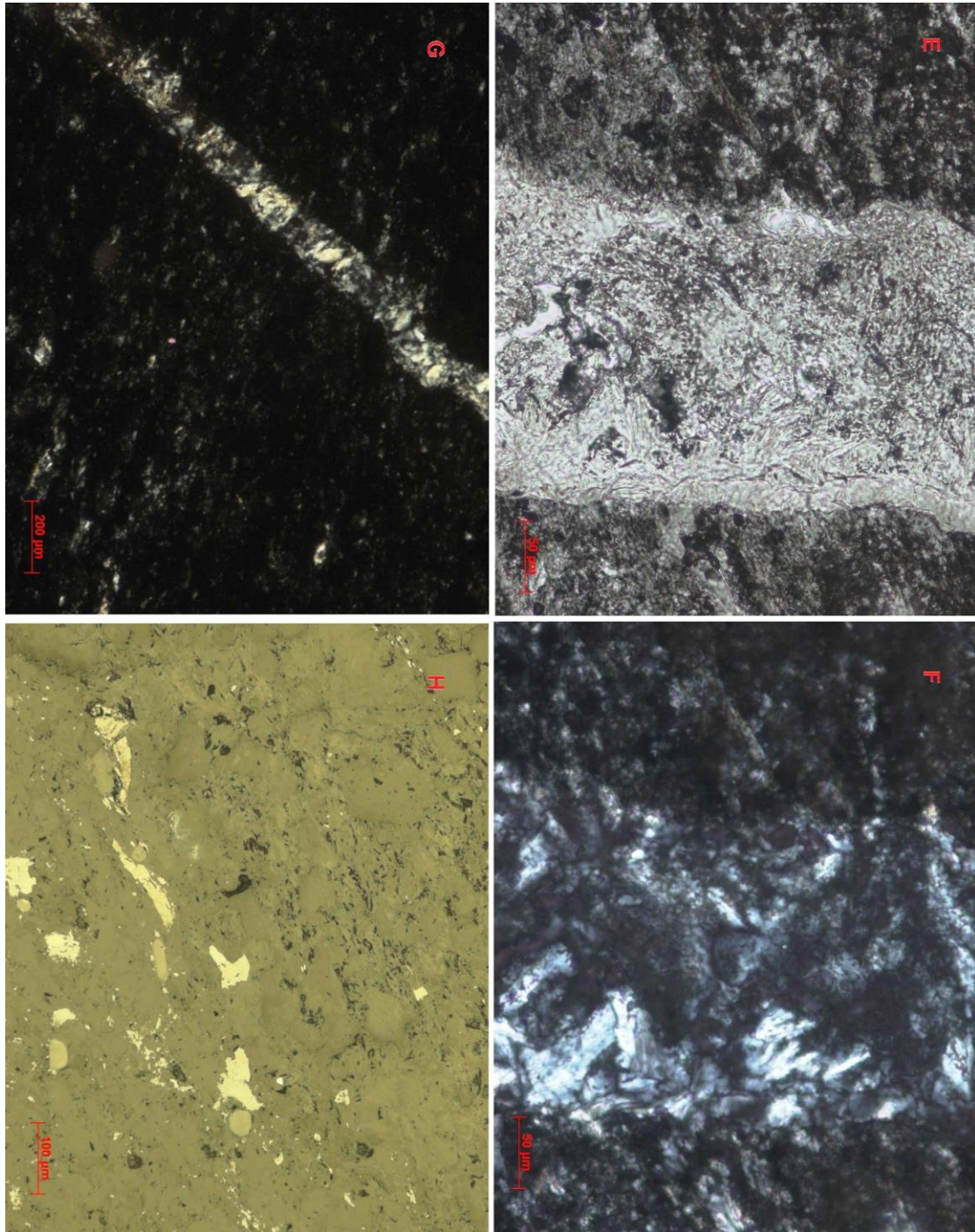


Figura 76(continuação): Fotomicrografias do nível negro ferrífero em contacto com vaques - LBJ06

(E/F) Filonetes de quartzo e clorite e (G) filonete de clorite. (H) Pirite, apresentando-se anédrica de aspeto cariado, dispersa pela lâmina e de granulometria reduzida, ocorrendo ainda zonas de grafitóides.

Fotografadas em microscopia de transmissão: E em nicóis //; F+G em nicóis X

Fotografadas em microscopia de reflexão: H em nicóis //

4.2.3. ESTUDO AO MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO DE VARRIMENTO (MEV)

O MEV com EDS acoplado foi utilizado para esta caracterização devido à sua capacidade de fornecer informações sobre a identificação de elementos químicos, apresentando uma resolução muito superior à do microscópio ótico. A análise ao MEV foi realizada utilizando 4 lâminas delgadas polidas com filme em carbono, tendo em conta que o objecto de estudo é o ouro. Num total de 11 círculos assinalados foram analisados 2 referentes à lâmina LBJ03, 2 referentes à lâmina LBJ07, 2 referentes à lâmina LBJ09 e 5 referentes à lâmina LBJ17, tendo-se tido em conta os parâmetros referidos na Tabela 7.

As amostras foram previamente seleccionadas com base em determinados critérios guias (presença de sulfuretos, zonas de cloritização, etc e filonetes de quartzo) para a ocorrência de concentrações de ouro, trabalhos anteriores em que foram definidos guias da mineralização, e as análises de teores de ouro cedidas pela empresa. A análise teve em conta a identificação de pequenas partículas de minerais metálicos, susceptíveis de serem partículas de ouro, difíceis de identificar ao microscópio ótico, bem como, a análise para identificação e/ou confirmação de minerais desconhecidos.

Tabela 7: Amostras circuladas para a realização de estudos de MEV com EDS acoplado, distribuídas por quatro das 18 lâminas estudadas

Sondagem	Lâmina	Círculo	Descrição
BS1202	LBJ03	C1	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
		C2	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
PS1105	LBJ07	C1	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
		C2	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
PS1105	LBJ09	C1	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
		C2	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
BS1212A	LBJ17	C1	Mineral pleocróico (cinza acastanhado / cinza azulado) de cor rosada em LN
		C2	Mineral acastanhado pleocróico (fosfatos / mineral de alteração?)
			Mineral opaco de cor amarela (Au?)
		C3	Mineral opaco de cor amarela (Au?)
			Cristal transparente (?)
		C4	Mineral de hábito fibroso associado a minerais de alteração (fosfatos / mineral de alteração?)
		C5	Mineral opaco de cor amarela (Au?)

Ao efetuar a análise das zonas de interesse relativamente aos minerais que poderiam ser ouro, foi possível verificar que no geral estes tratava-se de pirite ou arsenopirite, ou ainda, estes com inclusões essencialmente de arsenopirite ou calcopirite, sendo que a maior parte das vezes encontram-se associados galena, blenda e fosfatos com terras raras. Contudo ao efetuar a análise de uma partícula referente à lâmina LBJ17, círculo C5, foi possível verificar que esta se tratava de uma arsenopirite com inclusões de Au (*Figura 77*).

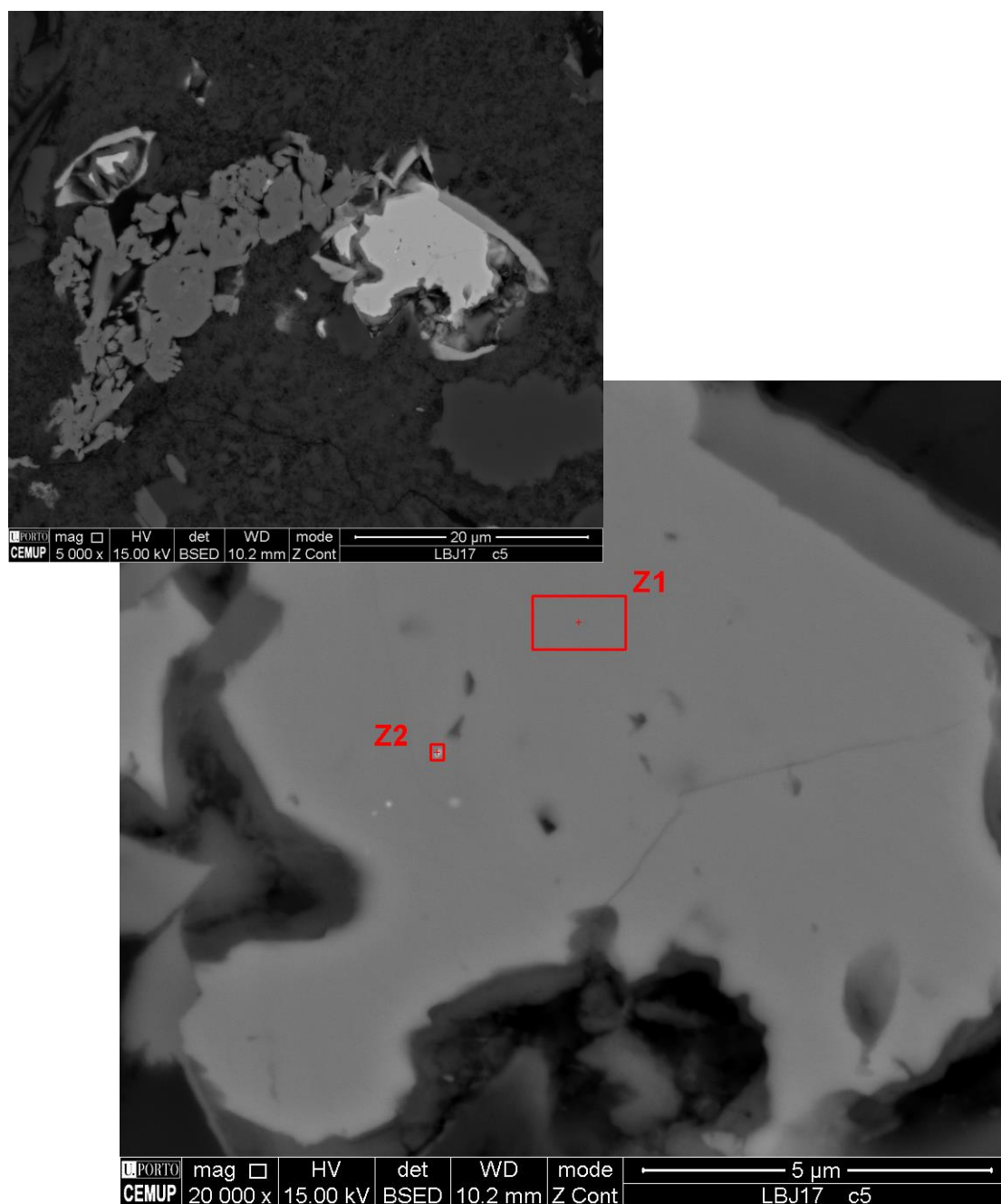


Figura 77: Arsenopirite com inclusões de Au, referentes à amostra LBJ17

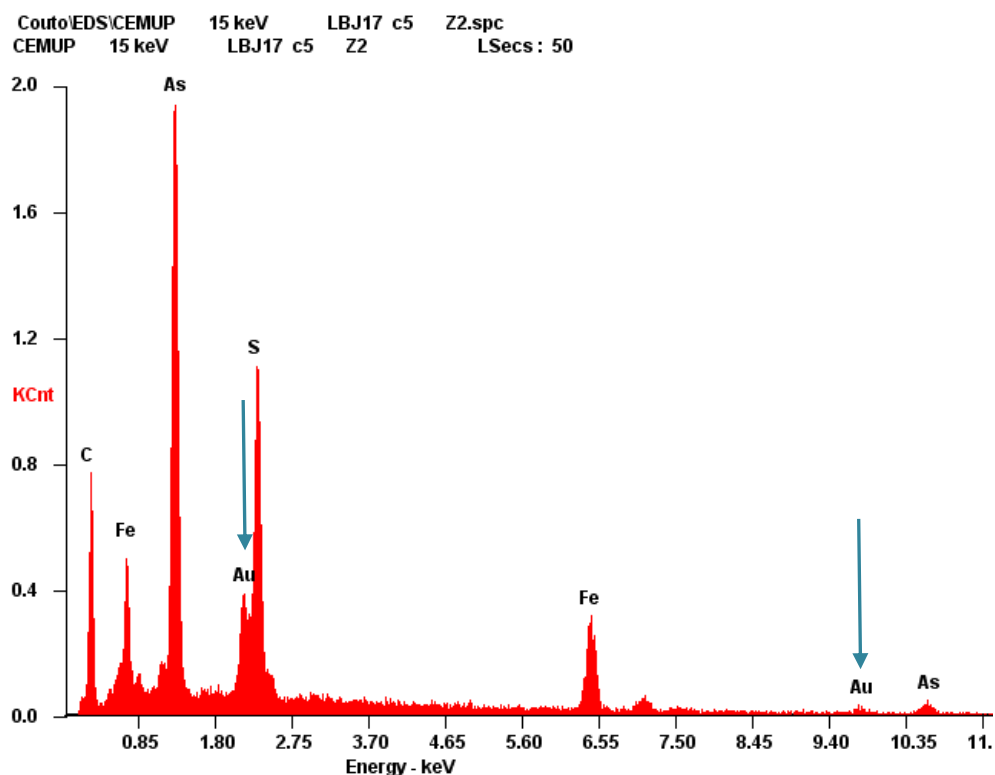
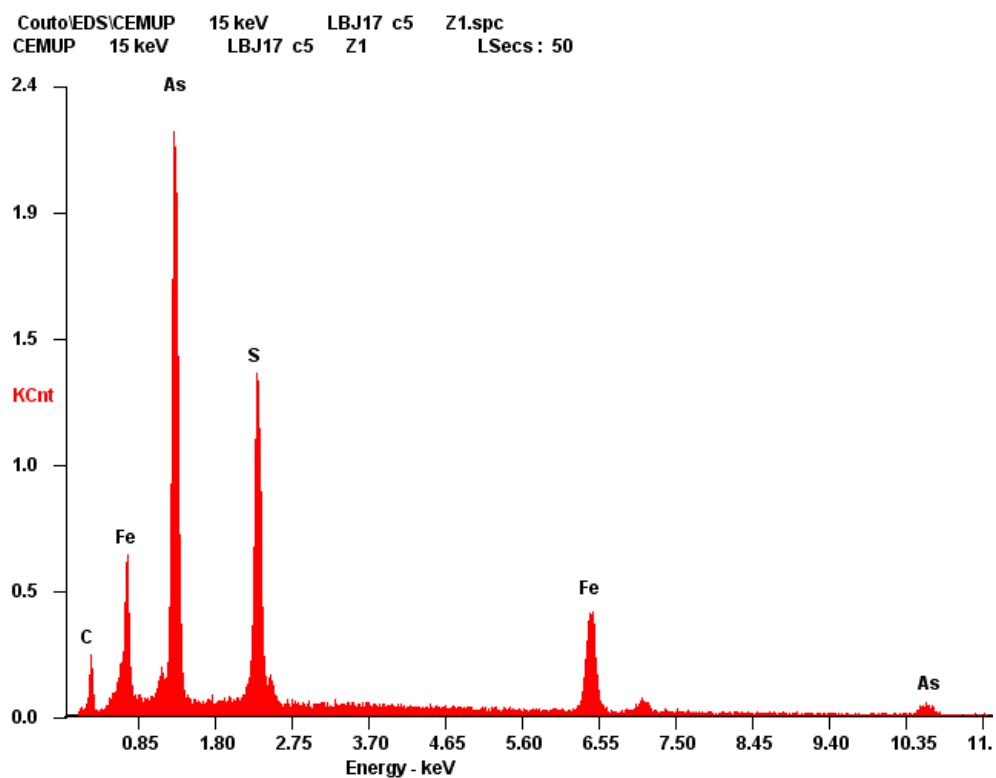


Figura 77(continuação): Arsenopirite com inclusões de Au, referentes à amostra LBJ17, gráfico acima referente a Z1 e o de baixo referente a Z2.

Entre as análises efectuadas na lâmina LBJ09 foi possível reconhecer um sulfossil de Pb e Sb, sulfato de bário e zinco (*Figura 78*), óxidos de ferro e fosfatos de cálcio com bismuto.

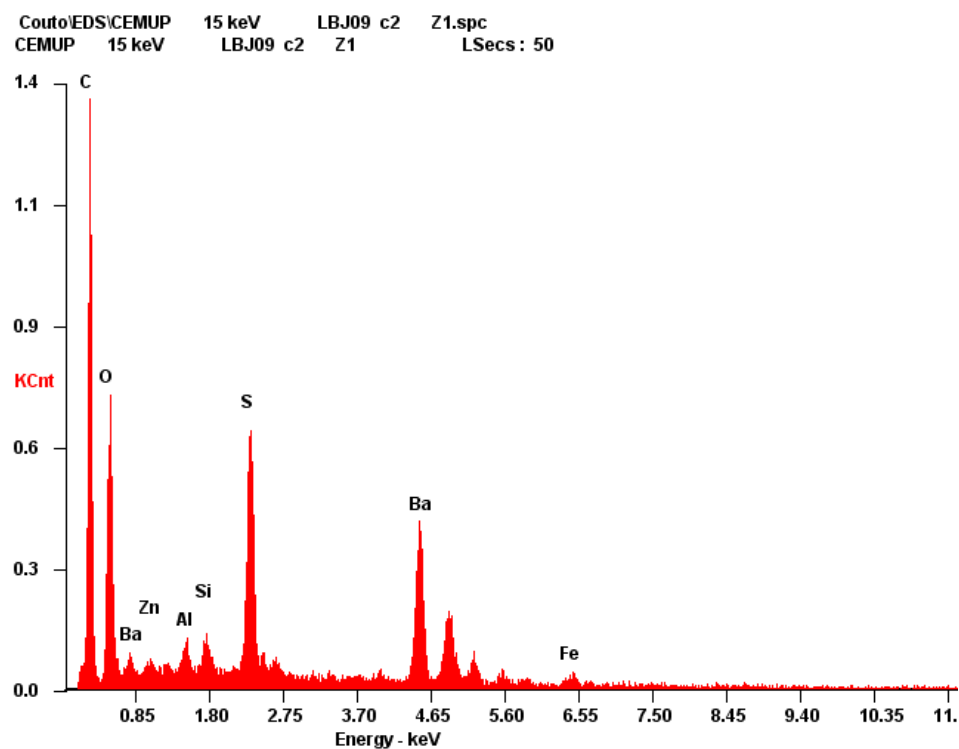


Figura 78: Sulfato de bário e zinco, referente à lâmina LBJ09.

No que diz respeito aos minerais desconhecidos referentes à lâmina LBJ17, o mineral mais representativo da amostra, pleocróico em tons cinza acastanhado / cinza azulado e de cor rosada em luz normal apresenta-se como um óxido de alumínio e silício (*Figura 79*), numa matriz de óxido de Fe, Mn e Mg (*Figura 79*). No que diz respeito ao mineral acastanhado pleocróico apresenta-se como um óxido de ferro, manganês e magnésio, bem como, o cristal transparente. Este último apresenta um zonamento do interior para o exterior do cristal com enriquecimento em Mn e Mg (*Figura 80*), sendo a zona interior enriquecida em fosfatos e terras raras com Th e U e Ca. Observou-se, ainda, um mineral apresentando-se como um sulfureto de Fe e Ni (LBJ07 c3 Z4). Tendo em conta ainda a lâmina LBJ17, o mineral de hábito fibroso generaliza-se como um óxido de alumínio, silício e magnésio (*Figura 81*). Assinalou-se, ainda, um mineral (LBJ17 c4 Z1) patente como sulfureto de Fe e Ni, além disso, observaram-se óxidos de titânio e zircónio.

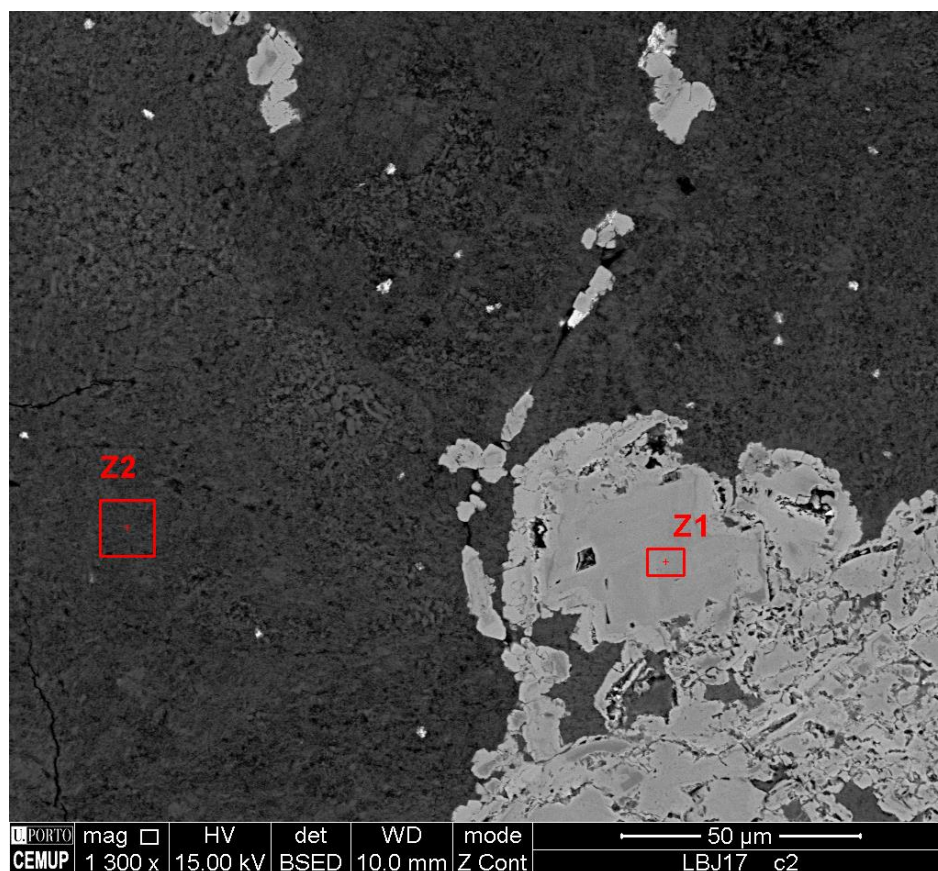


Figura 79: Mineral constituído por óxido de alumínio e silício (Z1), numa matriz de óxido de Fe, Mn e Mg (Z2) , referente à amostra LBJ17

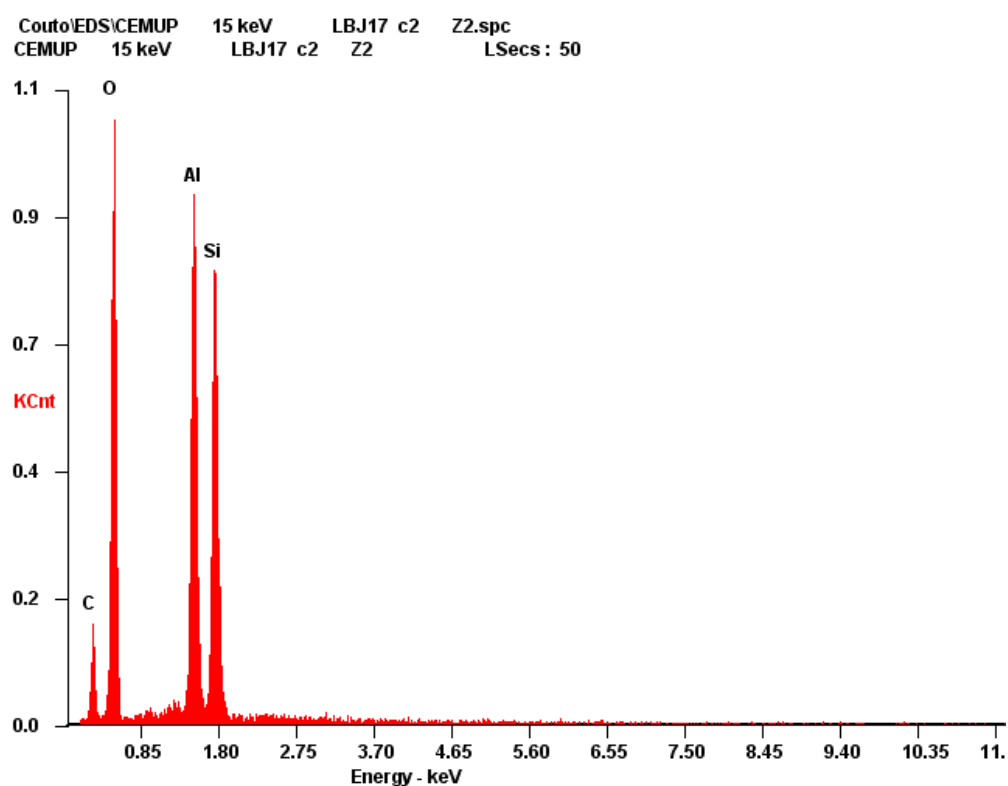
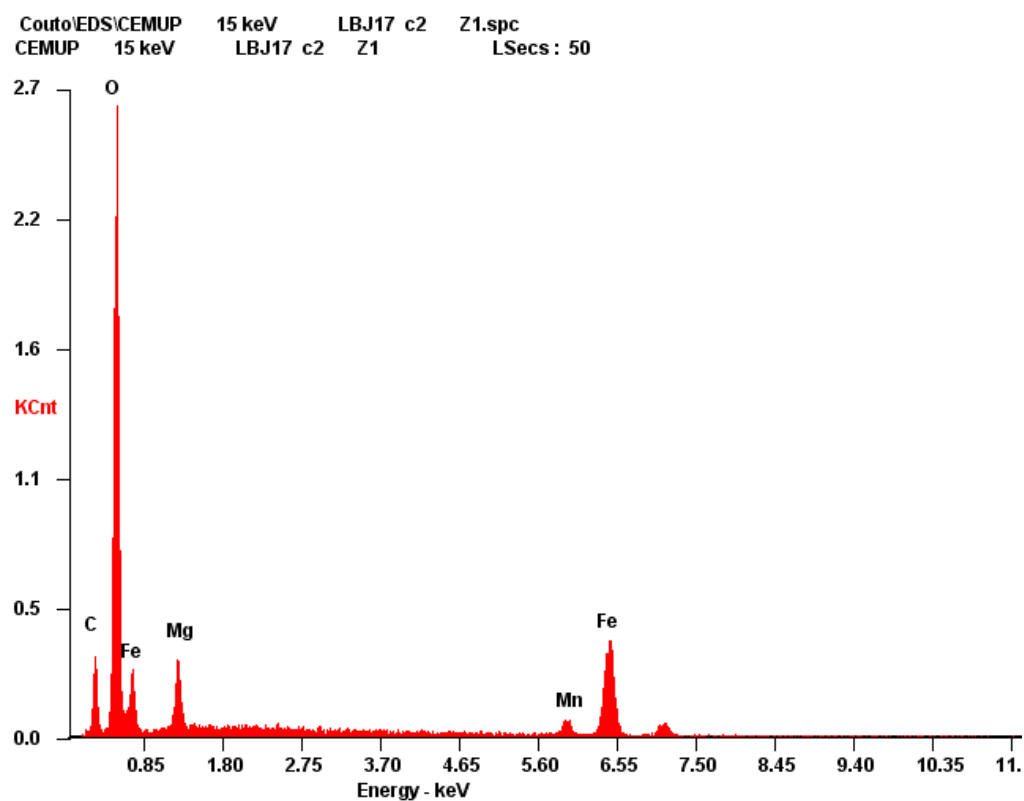


Figura 79(continuação): Mineral constituído por óxido de alumínio e silício (Z1), numa matriz de óxido de Fe, Mn e Mg (Z2), referente à amostra LBJ17

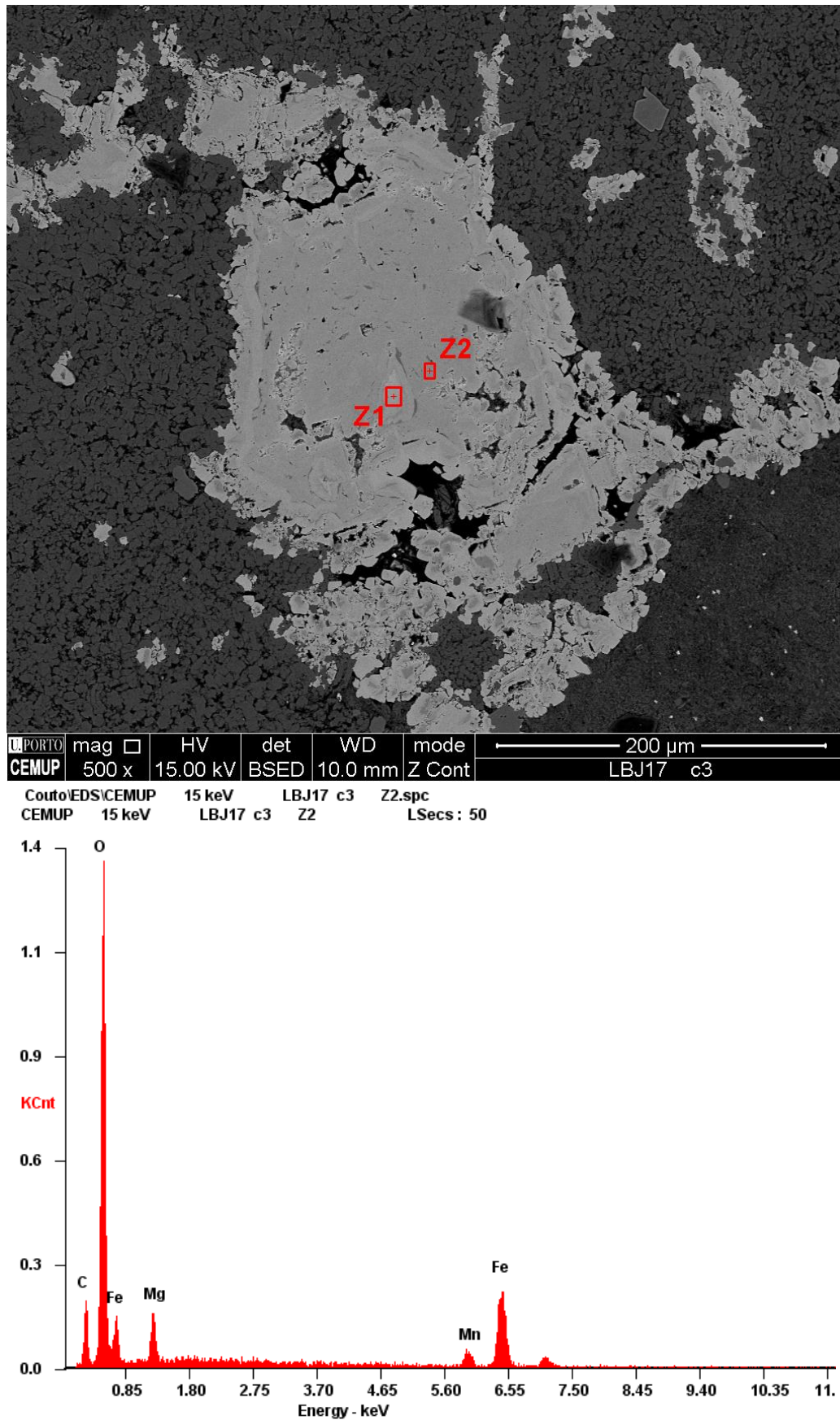


Figura 80: Cristal transparente que apresenta um zonamento do interior para o exterior do cristal com enriquecimento em Mn e Mg, referente à amostra LBJ17.

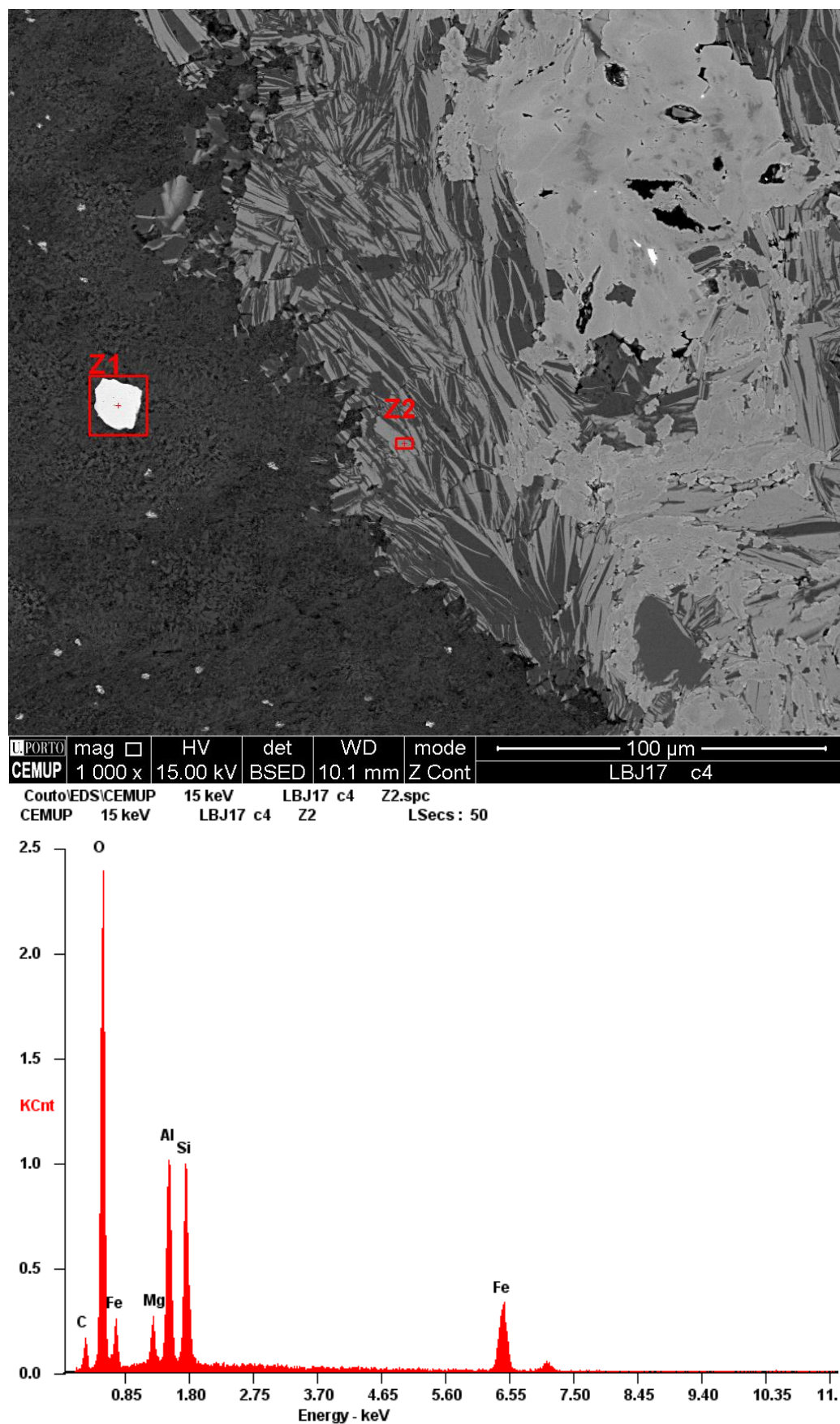


Figura 81: Mineral de hábito fibroso constituído por óxido de alumínio, silício e magnésio (Z2) referente à amostra LBJ17.

4.3. CONTROLOS (ANEXO 5)

Com base nas observações efectuadas por Couto 1993, consideram-se dois tipos de controlos de mineralizações, os controlos litoestratigráficos e estruturais.

Todo o processo aplicado inicia-se com a análise espacial, ou seja, a pesquisa das condições em que se espera encontrar características favoráveis à ocorrência de anomalias em Au. No caso do presente estudo, existem vários factores geológicos, referidos no Capítulo I, que fazem apontar determinadas direcções, nomeadamente alguns níveis do Ordovícico Inferior cujo potencial aurífero foi corroborado pelas análises químicas cedidas. Tendo como base esse pressuposto, procedeu-se a uma pesquisa intensiva destes níveis guia, sendo assim cedidas as respectivas análises químicas de teores de ouro, com um valor não exacto contudo nas devidas condições a que não altere a integridade do estudo em questão.

4.3.1. CONTROLOS LITOESTRATIGRÁFICOS

No que diz respeito à sondagem BS1202 foi detectado ouro, através das análises químicas realizadas pela empresa, em níveis psamíticos brancos, de textura arenítica, em espessuras centimétricas com intercalações milimétricas, quase ou pouco centimétricas, de níveis xistentos. No que diz respeito aos níveis negros ferríferos (*Figura 82*), intercalados em níveis psamíticos, o ouro neste caso aparece numa zona brechificada (*Figura 85*) com matriz de óxidos, cloritização e argilização com fragmentos de níveis negros ferríferos, nomeadamente sendo este o seu encaixante. Na análise da sondagem BS1212A, foi detectado ouro em níveis pelíticos brancos, de textura argilosa, intercalações milimétricas de níveis xistentos; bem como, num nível argiloso de cor rosa, detectado no MEV/EDS como um nível constituído por um aluminosilicato, possivelmente caulinite (*Figura 83*). No que diz respeito à sondagem do Poço Romano, PS1105, foi detectado ouro, em alternâncias xisto-psamíticas, tanto em níveis psamíticos dominantes, como em níveis xistentos dominantes, e numa zona de esmagamento - falha - com argilização e silicificação (*Figura 85*).

Verifica-se, ainda, em todas as sondagens, que os teores de ouro se concentram abaixo dos níveis com clastos alongados, rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos, mais superficiais (*Figura 83 e 84*).



Figura 82: Níveis negros ferríferos referentes à sondagem BS1202



Figura 83: Nível de anortite, referente à sondagem (esquerda) e nível com clastos lingulídeos (direita), referentes à sondagem BS1212A



Figura 84: Nível negro ferrífero e nível com clastos lingulídeos (direita), referentes à sondagem PS1105



Figura 85: Zonas de falhas podem apresentar-se sob a forma de brechas (esquerda – referente à sondagem BS1202) ou zonas de esmagamento (esquerda – referente à sondagem PS1105).

4.3.2. CONTROLOS ESTRUTURAIS

A partir do que foi observado inicialmente, em sondagens, as estruturas que mineralizadas materializam-se sob a forma de redes de filonetes de quartzo, de possança centimétrica, bastante irregulares, com inclinações verticais a subverticais. Estas redes de filonetes aparentam estar relacionadas directamente com falhas de cortes e de tração, correspondendo ao preenchimento destas.

De um modo geral, nas zonas mineralizadas em todas as sondagens apresentam redes de filonetes com preenchimento de quartzo leitoso em matriz com cloritização, oxidação e argilização, apresentando, por vezes o quartzo um aspeto cavernoso (*Figura 86 e 87*). Tendo em vista os minerais metálicos, a pirite (FeS_2) é a espécie mineral com maior representação (*Figura 87*) apresentando-se sob a de cristais bem desenvolvidos, geralmente milimétricos, ou finamente recristalizada. Em associação, ocorre arsenopirite e blenda, sendo estas mais raras e apresentando-se sob a forma de pequenos cristais.

Fundamentalmente, as mineralizações ocorrem nas profundidades em que a estratificação é em geral pouco inclinada (tendo em conta que as sondagens não são orientadas, somente é possível retirar o grau de inclinação), na sondagem BS1202 numa gama de 10° a 15° , sendo esta uma zona de charneira de sinforma, na sondagem BS1212A numa gama de 20° a 25° , nas alternâncias, e entre 85° a 65° , no nível argiloso, sendo estas zonas de charneira de antiforma, e na sondagem PS1105 numa gama de 40° a 65° nas alternâncias, sendo esta uma zona de charneira de sinforma, e na brecha, sendo esta uma zona de charneira de antiforma.



Figura 86: Filonetes e redes de filonetes de quartzo, bastante irregulares, com inclinações verticais a subverticais e estratificação em geral pouco inclinada, mais ou menos perturbada (amostras referentes à sondagem BS1212A)



Figura 87: Redes de filonetes com preenchimento de quartzo com alteração em oxidação e argilização (esquerda) e nível com pirite (FeS_2) que é a espécie mineral com maior representação (direita).

~~Capítulo IV~~ Discussão

As litologias ocorrentes nas sondagens em estudo revelam variações gradacionais, descritas seguidamente, em ordem geocronológica, ou seja, das litologias mais antigas (base da sondagem) para as mais recentes (topo da sondagem).

De uma forma geral, na base desta sequência encontram-se representados níveis predominantemente quartzíticos, possivelmente arenitos quartzíticos, vaques ou quartzitos, que gradualmente passam a alternar com finos níveis xistentos, por vezes cloritizados e/ou oxidados. Da base para o topo da série denota-se a passagem de uma dominância de sedimentação psamítica para uma dominância de sedimentação pelítica, sendo o topo constituído por xistos negros ardosíferos. Nesta sequência foram identificados, ainda, níveis com clastos, fosfatados com elementos de origem biológica -possivelmente restos de valvas de lingulídeos-, de natureza essencialmente pelítica, raramente arenosa, com matéria orgânica e ricos em ferro, denominados de camada negra (Couto et al 1990). Estas alternâncias laminadas com estruturas sedimentares frequentes indicam uma sedimentação em condições instáveis.

Em face do que foi observado, pode-se considerar que os controlos litoestratigráficos a ter em conta referem-se, sobretudo, à série de alternâncias quartzo-xistentas com intercalações ferríferas. No jazigo das Banjas, as anomalias em ouro, ocorrem associadas a determinados estratos, nomeadamente, os níveis que indicam a presença de matéria orgânica – níveis negros ferríferos e níveis com clastos e lingulídeos -, estes poderão ter contribuído para a precipitação do ouro e dos sulfuretos. Na sondagem BS1212A, intercalado nestas alternâncias, constata-se um nível aluminossilicatado argiloso de cor rosada, também ele contendo anomalias em ouro. O estudo deste nível em MEV/EDS possibilitou a sua identificação como caulinite. Em termos litoestratigráficos verifica-se, ainda, que os teores de ouro concentram-se abaixo dos níveis fosfatados com clastos e lingulídeos, situado na parte mais superior da sequência estratigráfica.

Em termos estruturais as ocorrências mineralizadas estão preferencialmente localizadas em zonas em que a estratificação é subhorizontal, evidenciando um controlo por antiformas, e por vezes sinformas, ou em que os filonetes, essencialmente de composição quartzítica, que se instalaram quer em fracturas de corte, quer em fracturas de tracção.

No que diz respeito ao comportamento do ouro, observado, no processo metalogenético este caracteriza-se por ser ouro livre filoniano ou camuflado na arsenopirite, seja sob a forma de micro-inclusões na rede ou em solução sólida, com verificado no MEV/EDS.

Tendo em vista as espécies minerais a pirite é a espécie mineral com maior representação no conjunto das sondagens estudadas, apresentando-se sob a forma de cristais bem desenvolvidos, embora milimétricos, ou finamente recristalizada, aparecendo na rocha encaixante ou nos filonetes de quartzo. Associados à pirite ocorre arsenopirite e blenda, sendo estas mais raras e apresentando-se sob a forma de pequenos cristais. No MEV/EDS foi possível ainda verificar a associação de um sulfossal de Pb e Sb, que poderá ser boulangerite - verificada por Couto (1993) em jazigos Au-As -, barite, apatite, bismuto, rútilo, zircão, fosfatos, terras raras associadas a Th, U e Ca, e um sulfureto de Fe e Ni, possivelmente pirrotite, que pode ter níquel como impureza - verificado por Couto (1993). No que diz respeito ao estudo da lâmina LBJ17 sobre a identificação e/ou confirmação de minerais desconhecidos:

- O espectro referente ao mineral mais representativo da amostra, pleocróico em tons cinza acastanhado / cinza azulado e de cor rosada em luz normal, correspondente ao espectro da caulinite.
- O espectro referente à matriz, mineral acastanhado pleocróico, e ao cristal transparente correspondente a um espectro do *grupo da espinela série da magnesioferrite-franklinite*. Este poderá corresponder ao espectro da Jacobsite (gerada em condições de baixo metamorfismo) que com aumento do grau metamórfico altera em Magnesioferrite (enriquecimento em magnésio). Este enriquecimento poderá corresponder ao verificado no cristal transparente que apresenta um zonamento do interior para o exterior do cristal com enriquecimento essencialmente em Mg.
- Tendo em conta o mineral de hábito fibroso, o seu espectro corresponde ao espectro da clorite.

Com base na mineralogia poder-se-á referir, ainda, que a delessite se manifesta tendo em conta uma deposição hidrotermal tardia, o que corrobora a presença da barite que ocorre na dependência da circulação de fluidos hidrotermais (temperaturas baixas a moderadas) com preenchimento de fracturas e associada a sulfuretos.ⁱ¹

ⁱ¹ Texto referente a Figura 88 – Fim do Capítulo IV.

Comparação com outros distritos mineiros auríferos

O Distrito Mineiro Dúrico-Beirão, é essencialmente um distrito auri-antimonífero, evidenciando quatro tipos de associações paragenéticas, W-Sn, Au-As, Sb-Au e Pb-Zn-Ag, definindo do ponto de vista mineralógico uma associação As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag-(Sb-Cd), que ocorrem também em Agra, Vale do Campo, Vale de Égua, Velhaquinhas, Penabeice e Gralheira, ou pela sobreposição deste e da associação As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn), que ocorre também em Jales, Freixeda e Três-Minas. (Noronha & Ramos 1993 e Couto 1993).

Couto 1993 e 2010 refere analogias, quer do ponto de vista mineralógico e paragenético, quer em relação ao enquadramento tectónico-estratigráfico, entre os jazigos do Distrito Mineiro Dúrico-Beirão e outros pertencentes à Cadeia Varisca, nomeadamente, as mineralizações francesas do Maciço Armoricano e do Maciço Central francês.

No que diz respeito à concentração de ouro, no distrito Dúrico-Beirão ele aparece em todos os estádios, nomeadamente, com mais expressão no estádio antimonífero, enquanto na maior parte de outros casos, ocorre preferencialmente nos estádios precoces, ferri-arseníferos, por exemplo no jazigo de Le Châtelet, e tungstífero, por exemplo no jazigo de Brioude-Massiac. A sobre-imposição da mineralização pós-varisca de Ag-Pb-Zn exhibe-se como característica comum aos jazigos deste tipo, ao longo da Cadeia Varisca (Bril et al. 1991), verificando-se também em Marrocos (Möelo 1977, Kosakévitch & Möelo 1982).

As mineralizações estratiformes, que ocorrem nas Banjas, são também conhecidas noutros locais da Cadeia Varisca. Referem-se como jazigos semelhantes, ligados a depósitos estratiformes do tipo "turbidite - hosted gold deposits", nomeadamente as minas de ouro de Dolaucothi, País de Gales em (Annels & Roberts 1989 in Couto 1993), no Maciço da Boémia, (Morávek & Pouba 1987 in Couto 1993), ou depósitos "Carlin trend" na América do Norte, e os depósitos Bendigo na Austrália (Boyle 1987 in Couto 1993). A génese do Ferro parece ser, essencialmente singenética, em parte estar relacionada com a erosão de áreas emersas, em parte com a actividade vulcânica, como nos casos da Baltoscandia e da plataforma Báltica (Sturesson 1992, Sturesson et al. 1999 in Couto 2010).

Os níveis de ferro do Ordovícico Inferior da região Dúrico-Beirã aparentam apresentar a mesma idade que os que ocorrem em Guadramil (Neiva 1951 in Couto 2010), em Zamora (Fernandez & Moro 1998 in Couto 2010) e em Saint Aubin (Chauvel 1971, 1974, Gloaguen et al. 2007, in Couto 2010), sendo essencialmente constituídos por chamosite e/ou siderite (respectivamente clorite e carbonatos ricos em ferro), moscovite, quartzo, caulinite, zircão, turmalina, rútilo, fosfatos, sulfuretos (pirite e arsenopirite dominantes), óxidos de ferro e matéria orgânica (Couto 2010).

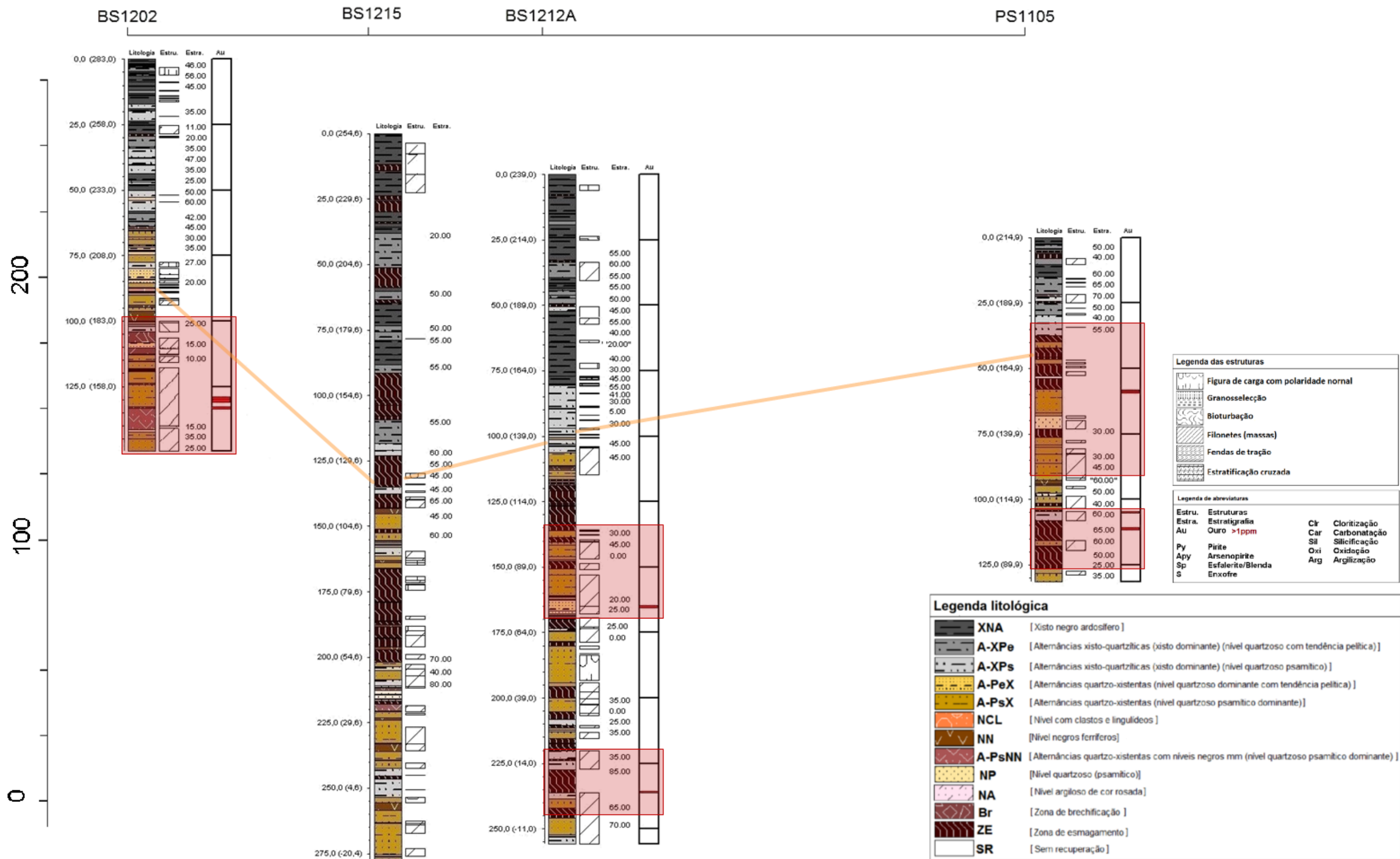


Figura 88: Níveis e estruturas importantes no controlo da mineralização aurífera.

~~Capítulo V~~

Considerações Finais

O presente trabalho teve como objectivo o estudo de controlos estratigráficos e estruturais de mineralizações auríferas que se inserem na área das Minas das Banjas e Poço Romano permitindo pôr em evidência determinados controlos relacionados com as mineralizações.

Com base no estudo das sondagens, através dos logs de sondagens, microscopia de transmissão e reflexão e nas análises químicas cedidas foi possível reconhecer que na zona de estudo, o ouro ocorre preferencialmente associado às alternâncias quartzo-xistentas com intercalações de níveis negros ferríferos com matéria orgânica nomeadamente representantes da Formação de Santa Justa. Verifica-se um limite de topo definido pelo nível de clastos e lingúldeos, situados na parte mais superior da sequência estratigráfica. O controlo dos filonetes por falhas e as charneiras de dobras representam armadilhas importantes para os fluidos mineralizantes, sendo que a rede filoniana apresenta preenchimento filoniano essencialmente quartzoso e de inclinação subvertical. No que diz respeito ao comportamento do ouro, observado, no processo metalogenético este caracteriza-se por ser ouro livre filoniano ou camuflado na arsenopirite, provavelmente sob a forma de micro-inclusões na rede ou em solução sólida, como verificado no MEV/EDS.

Os controlos litoestratigráficos, estruturais e comportamento do ouro no processo metalogenético referidos por Combes et al. 1992, Couto et al 1990, Couto 1993 e 2010 foram confirmados pelo estudo efetuado.

Correlações litoestratigráficas

No que diz respeito às sequências litoestratigráficas é possível referir, que ao fazer uma análise dos logs de sondagens em todas elas ocorrem sequências de alternâncias quartzo-xistentas com intercalações ferríferas (Frm. Santa Justa) e no topo a presença de níveis de xistos negros ardosíferos (passagem para Frm. Valongo). Elementos presentes, nomeadamente zonas de brecha e zonas de esmagamento, ao longo das sondagens, dificultam a interpretação das correlações litoestratigráficas. Contudo este estudo coloca em evidência que os corpos mineralizados que aparecem na zona de estudo estão restritos às alternâncias

quartzo-xistentas sempre na proximidade dos níveis negros ferríferos, zonas de brecha e esmagamento observados em todas as sondagens. No caso dos níveis negros ferríferos é possível verificar que apresentam várias repetições ao longo de todas as sondagens, e que com o aproximar da base da sequência estes exibem uma possança cada vez menor. Nesta sequência foram identificados, ainda, dois a três níveis fosfatados com elementos de origem biológica - restos de valvas de lingulídeos - que ocorrem em todas as sequências das sondagens estudadas e aparentam não exercer controlo sobre a mineralização.

Concluindo verifica-se que as concentrações de ouro ocorrem na Formação de Santa Justa. Propõe-se, em face do que foi observado, os seguintes guias para prospecção do ouro para a zona de estudo, considerando os controlos litoestratigráficos nas mineralizações de ouro, os níveis ferríferos interestratificadas nas alternâncias do Ordovícico inferior. Os níveis com lingulídeos, não parecem exercer qualquer controlo sobre as mineralizações de ouro, mas poderão ser utilizados como níveis-guia na prospecção do ouro, nomeadamente o nível situado na parte mais superior da sequência estratigráfica da Formação de Santa Justa.^{CL1}

Possíveis Estudos Futuros

No decorrer do trabalho efectuado foram surgindo novas questões que poderiam ser examinadas, podendo assim ser relançada a discussão sobre o conhecimento geológico desta área mineralizada.

No que diz respeito ao comportamento do ouro, observado, no processo metalogenético poder-se-ia proceder a um estudo detalhado referente ao ouro camuflado na arsenopirite e pirite, abrangendo outro tipo de técnicas, nomeadamente MEV e microsonda. Efectuar o estudo dos fosfatos a catodoluminescência e/ou raios-x, ou ainda, dos zircões que poderá fornecer indicações sobre a origem de sedimentos e metais (interpretações paleo-ambientais).

^{CL1} Texto referente a Figura 89 e 90 – Fim do Capítulo V.

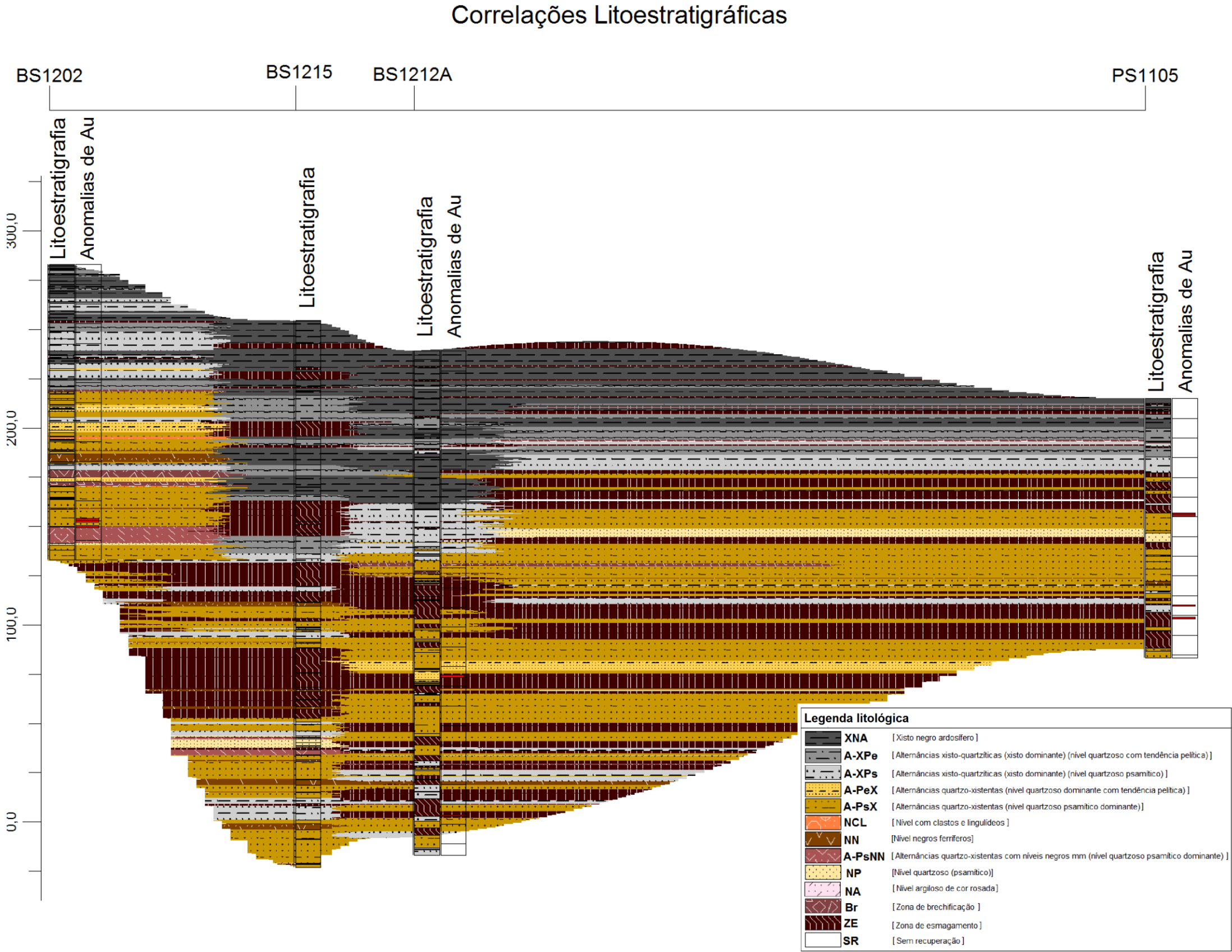


Figura 89: Correlações litoestratigráficas, obtidas no *software* RockWorks 16, contudo a precisão não é muita.

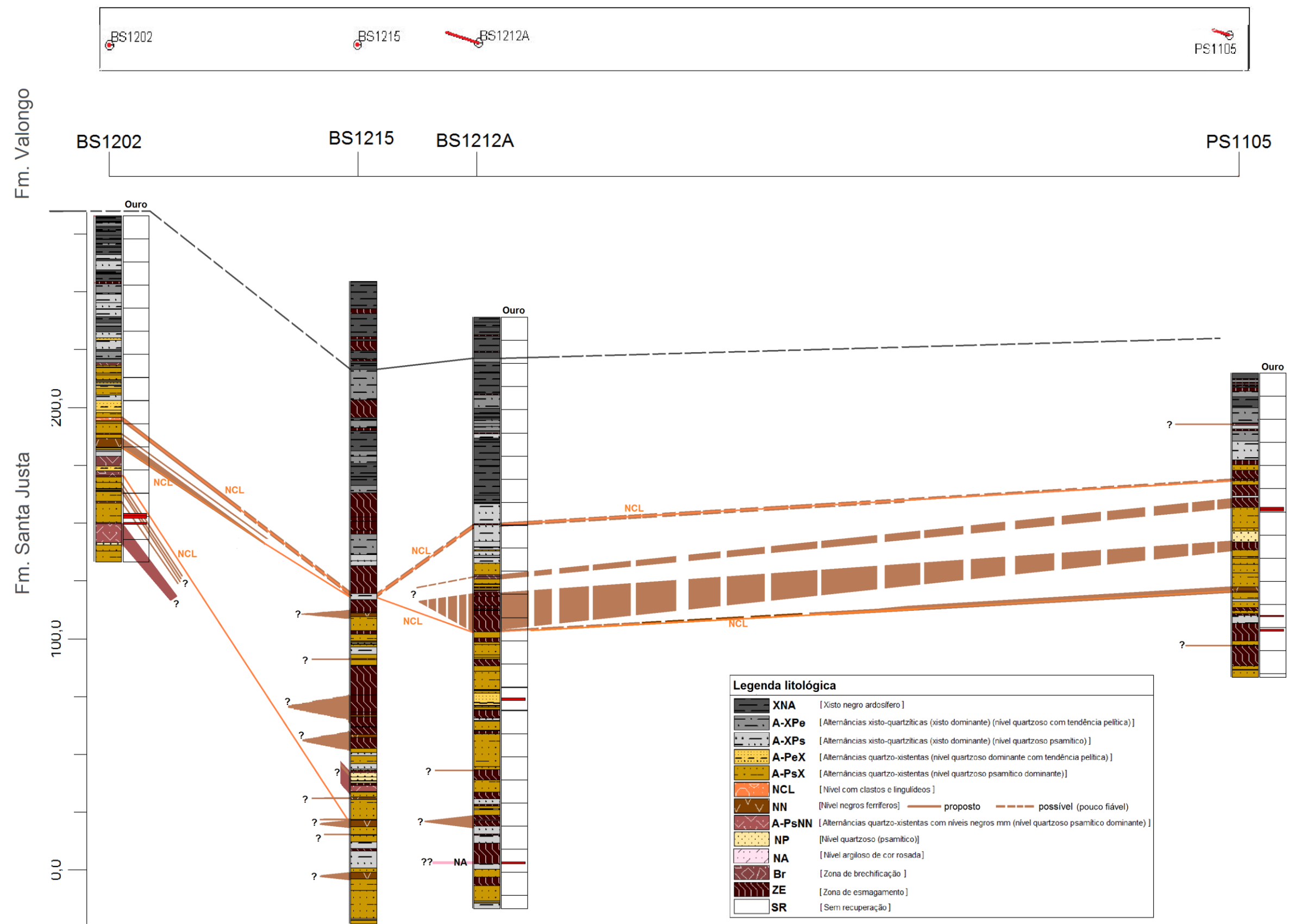


Figura 90: Correlação litoestratigráfica dos níveis guia, com pouco nível de precisão.

~~Referências Bibliográficas~~

[1] **Allan, J. C.**

1965. A mineração em Portugal na Antiguidade. In: Boletim de Minas, Lisboa, 2, 3: 1-37.

[2] **Blanc P., Roger G., Couto, H.**

1994. Recherche de signatures magmatique et hydrothermale dans des apatites du nord du Portugal: étude par cathodoluminescence, microscopie électronique à balayage et microsonde électronique.

[3] **Carvalho A. D.**

1966. Minas de antimónio e ouro de Gondomar. Notas e plano de reconhecimento. 91 pp. Arquivo do Serviço de Fomento Mineiro. Porto.

[4] **Combes A., Cassard D., Couto H., Damião J., Ferraz P., Urien P.**

1992. Caractérisation structurale des minéralisations aurifères de l'Arénigien dans la région de Valongo (Baixo Douro, Portugal). In: Chronique de la recherche minière, nº509, 1992, pg 3 - 15.

[5] **Couto H.**

1993. As Mineralizações de Sb-Au da Região Dúrico-Beirã. Tese para a candidatura ao grau de doutor em geologia pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

2002. Património Mineiro do Parque Paleozóico de Valongo. Livro de Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro. Pp 501-507. Lisboa

2010a. Caracterização e génese de fosfatos da região do Baixo-Douro. In: Ciências geológicas. Ensino e Investigação e a sua História.

2010b. Ouro e sulfuretos do Distrito Mineiro Dúrico-Beirão. In: Ciências geológicas. Ensino e Investigação e a sua História.

2010c. Minerais de ferro do Ordovícico Inferior do Anticlinal de Valongo. In: e - Terra, volume 20 - nº4, VIII Congresso Nacional de Geologia, 2010.

2013. The Ordovician of Valongo Anticline (northern Portugal): state of art

[6] **Couto H. & Borges F.**

2006. Lower Ordovician black-shales hosted gold deposits in North Portugal.

2005. Stratiform Sb and Au mineralizations in the Hercynian Dúrico - Beirã area (North Portugal)

[7] **Couto H., Borges F.S., Roger G.**

2007. Late Palaeozoic orogenic gold-antimony deposits from the Dúrico-Beirã area (North Portugal) and their relation with hidden granitic apexes. In: Proceedings of the ninth biennial meeting of the society for geology applied to mineral deposits Dublin, Ireland 20th-23rd august 2007

[8] **Couto H., Gutiérrez-Marco J.C., Roger G.**

1999. Níveis fosfatados com língulídeos do Arenigiano (ordovícico) do Anticlinal de Valongo (Portugal). In: Temas Geológico-Mineros ITGE, volume 26, Madrid. Instituto Tecnológico Geominero de España.

[9] **Couto H., Knight J., Jesus A.**

2014. Paleozóico da Área Metropolitana do Porto: estratigrafia, paleontologia e mineralizações associadas. IX Congresso Nacional de Geologia / 2º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa.

[10] **Couto H., Knight J., Lourenço A.**

2013. Late Ordovician ice-marginal processes and sea-level change from the north Gondwana platform: Evidence from the Valongo Anticline (northern Portugal)

[11] **Couto H. & Moëlo Y.**

2011. Lower Ordovician oolitic ironstones of Valongo Anticline (Dúrico-Beirã area, Portugal) and of Châteaubriant Anticline Armorican Massif, France): a comparative study. In: 11 th SGA Biennial Meeting, Let's Talk Ore Deposits, 26-29th September 2011. Antofagasta, Chile

[12] **Couto H. & Moëlo Y., Roger G., Sodré Borges F.**

2000. Caracterização geoquímica das galenas de região Dúrico-Beirã. Implicações metalogénicas. Cadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe. Nº25, 249-252. Revista de Xeoloxía Galega do Hercínico Peninsular

[13] **Couto H., Roger G., Moëlo Y., Bril H.**

1990. Le district à antimoine - or Dúrico - Beirão (Portugal): évolution paragénetique et géochimique; implications métallogéniques. In: Mineralium Deposita 25 [suppl] S69 - S81.

[14] **Couto H. & Soeiro T.**

2005. O ouro na região do Baixo-Douro (Portugal): da Serra das Banjas à Serra das Flores - um património natural a preservar. In: Actas 3º Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu SEDPGYM.

[15] **Farias P., Gallastegui G., Gonzalez Lodeiro F., Marquinez J., Martin Parra L., Martinez Catalan J., Paolo Macia J., Rodriguez Fernandez L.**

1987. Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafia y estrutura de Galiza Central. Memoria, Fac. Cienc. Univ. Porto 1, 411-431.

[16] **Lima A., Rodríguez R.M., Félix N., Silva M.A.**

2012. Contribuição para o estudo da mineração romana de ouro na Serra das Banjas (Norte de Portugal). In: Povoamento e exploração dos recursos mineiros na Europa Atlântica Ocidental.

[17] **Lourenço C.**

1995. Legislação sobre recursos geológicos. Livraria Almedina Coimbra

[18] **Lourenço C., Goínhas J.A.C., Martins L.P., Viegas L., González V.**

1992. Prospeção e exploração mineira em Portugal: aspectos administrativos e de infraestruturas no acesso à actividade, Lisboa: Direcção-Geral de Geologia e Minas. Serviço de Fomento Mineiro

[19] **Medeiros A. C.**

1964. Carta geológica de Portugal na escala de 1/50.000. Noticia explicativa da folha 13-B (Castelo de Paiva). 58pp. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

[20] **Medeiros A.C., Pereira E., Moreira A.**

1980. Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50.000. Noticia explicativa da Folha 9-D (Penafiel). Aditamento relativo ao Carbonífero. 3pp. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

[21] **Noronha F. & Ramos J. M. F.**

1993. Mineralizações auríferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões. In Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña, Vol. 18, pp. 133 - 146.4

[22] **Noronha F., Ribeiro M.A., Almeida A., Dória A., Guedes A., Lima A., Martins H.C., Sant'Ovaia H., Nogueira P., Martins R., Ramos R., Vieira R.**

2006. Jazigos filonianos hidrotermais e aplitopegmatíticos espacialmente associados a granitos (Norte de Portugal). Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria, Universidade de Évora.

[23] **Pinto de Jesus, A.**

2003. Evolução sedimentar e tectónica da Bacia Carbonífera do Douro (Estefaniano C inferior, NW de Portugal). Cad. Lab. Xeol. Laxe, Coruña, 28, pp. 107-125

[24] **Rebello F.**

1975. Serras de Valongo. Estudo de Geomorfologia. Coimbra, Faculdade de Letras, Suplementos de Biblos, 9, 194 p. (Tese de doutoramento)

[25] **Ribeiro A.**

1979a. Le cadre structural et géotectonique. In: A. RIBEIRO, et al - Introduction à la Géologie générale du Portugal, p. 8-19. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

1979b. Place dans le cadre européen. In: A. RIBEIRO, et al - Introduction à la Géologie générale du Portugal, p. 3 - 7. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

2013a. Evolução geodinâmica de Portugal; uma introdução. In: R. Dias et al (ed) - Geologia de Portugal - volume I p. 11 - 14. Escolar Editora.

2013b. Evolução geodinâmica de Portugal; os ciclos ante - mesozóicos. In: R. Dias et al (ed) - Geologia de Portugal - volume I p. 15 - 147. Escolar

[26] **Robert B.W.**

1987. Gold: history and genesis of deposits. Van Nostrand Reinhold Company.

[27] **Romano M. & Diggens J.N.**

1973/74. The stratigraphy and structure of Ordovician and associated rocks around Valongo, North Portugal. Comun. Serv. geol. Portg., Lisboa, 57: 23-50.

[28] **Soeiro T.**

1984. Monte Mòzinho. Apontamentos sobre a ocupação entre Sousa e Tâmega em Época Romana. Bol. Munie. Cult., Penafiel, 3ª Sér., 1:108-121.

[29] **World Gold Council**

2014. Gold Demand Trends Second quarter 2014

[30] **World Gold Council & PricewaterhouseCoopers LLP**

2013. The direct economic impact of gold

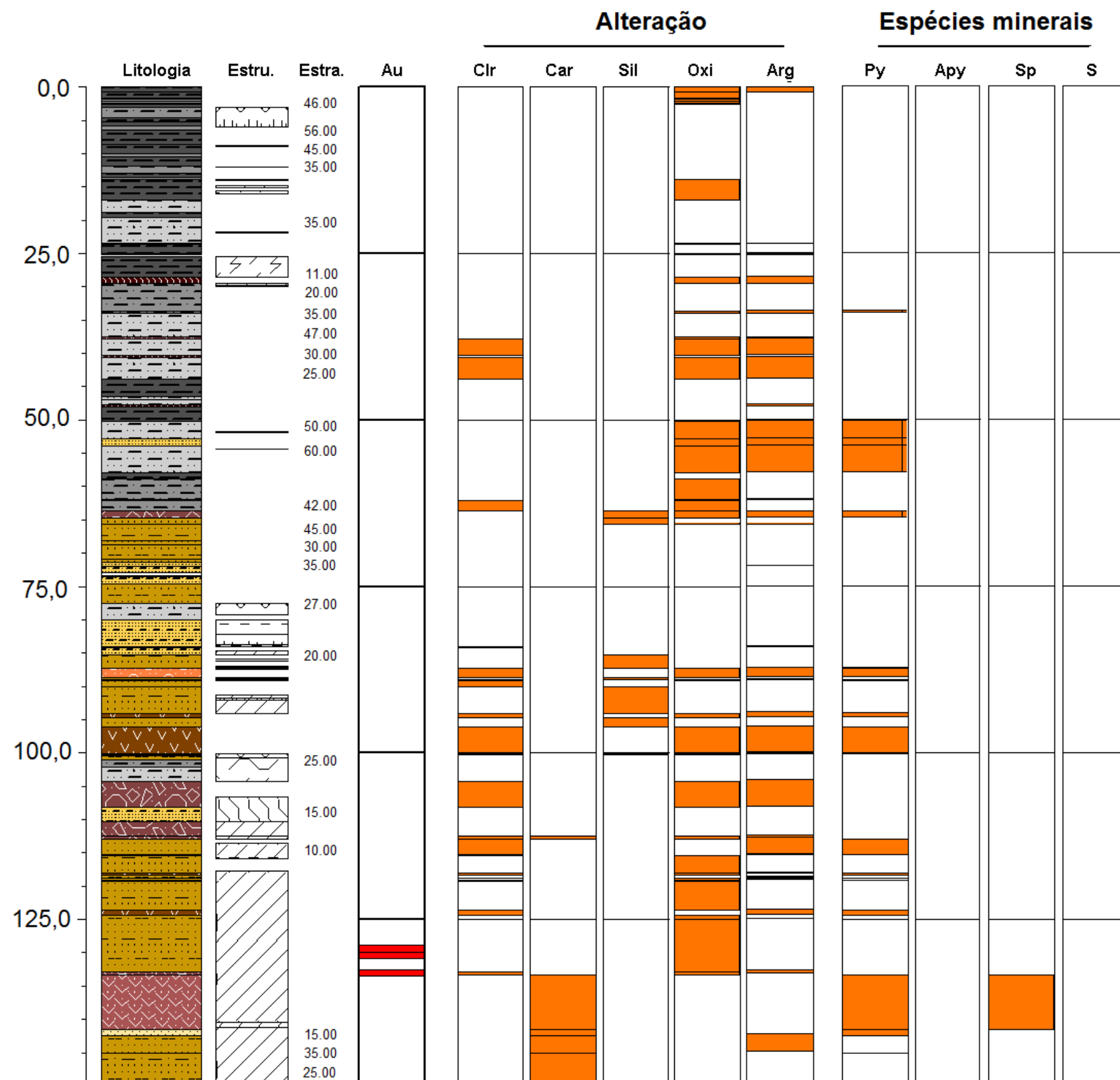
~~Anexos~~

Anexo 1

BS1202

Inclinação

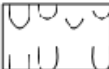
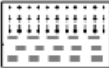
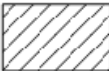
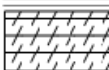
-90



Legenda litológica

	XNA	[Xisto negro ardoso]
	A-XPe	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso com tendência pelítica)]
	A-XPps	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso psamítico)]
	A-PeX	[Alternâncias quartzito-xistosas (quartzito dominante com tendência pelítica)]
	A-PsX	[Alternâncias quartzito-xistosas (nível quartzoso psamítico dominante)]
	NCL	[Nível com clastos e lingúídeos]
	NN	[Nível negro ferrífero]
	A-PsNN	[Alternâncias quartzito-xistosas com níveis negros mm (nível quartzoso psamítico dominante)]
	NP	[Nível quartzoso (psamítico)]
	NA	[Nível argiloso de cor rosada]
	Br	[Zona de brechificação]
	ZE	[Zona de esmagamento]
	SR	[Sem recuperação]

Legenda das estruturas

	Figura de carga com polaridade normal
	Granoselecção
	Bioturbação
	Filonetes (massas)
	Fendas de tração
	Estratificação cruzada

Legenda de abreviaturas

Estru.	Estruturas		
Estra.	Estratigrafia	Clr	Cloritização
Au	Ouro >1ppm	Car	Carbonatação
		Sil	Silicificação
Py	Pirite	Oxi	Oxidação
Apy	Arsenopirite	Arg	Argilização
Sp	Esfalerite/Blenda		
S	Enxofre		

Gráfico	log's		Descrição
	Início	Fim	
XNA	0,00	0,70	Xisto Negro ardosífero bastante alterados e fracturados (óxidos de ferro) "solo xistento"
XNA	0,70	0,72	Xisto Negro ardosífero bastante fracturados (óxidos de ferro), mas pouco alterados "solo xistento"
XNA	0,72	1,65	Xisto Negro ardosífero bastante fracturados (óxidos de ferro) // eixo da carote
A-XPe	1,65	1,80	Xisto Negro ardosífero (óxidos de ferroem fracturas raras) com intercalações incipientes de níveis quartzosos com tendência pelítica de cor castanho alaranjado (óxidos de ferro)
A-XPe	1,80	2,15	Xisto Negro ardosífero bastante fracturados (blocos de 3 a 7cm - óxidos de ferro) com intercalações incipientes de níveis quartzosos com tendência pelítica, porosos de cor castanho alaranjado (óxidos de ferro)
A-XPe	2,15	2,37	Xisto Negro ardosífero (óxidos de ferro em fracturas raras) com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica (dimensão gramulométrica - argila) de cor castanho alaranjado (óxidos de ferro)
A-XPe	2,37	2,65	Xisto Negro ardosífero (óxidos de ferro em fracturas raras) com intercalações incipientes de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	2,65	3,05	Xisto Negro ardosífero fracturado com oxidação em zona de fracturas visível principalmente a partir dos 2.85
A-XPe	3,05	4,65	Xisto Negro ardosífero com raras intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica insipientes
XNA	4,65	5,15	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	5,15	5,20	Xisto Negro ardosífero com raras intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica insipientes
XNA	5,20	5,80	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	5,80	6,40	Xisto Negro ardosífero com intercalações persistentes de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	6,40	8,55	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	8,55	8,65	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	8,65	10,05	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	10,05	10,45	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	10,45	11,85	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	11,85	13,00	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	13,00	13,55	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	13,55	13,85	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	13,85	17,00	Xisto Negro ardisífero fracturado (óxidos de ferro)
A-XPps	17,00	18,82	Xisto Negro ardosífero com intercalações centimétricas de níveis quartzosos psamíticos (dimensão gramulométrica - areia) persistentes
XNA	18,82	19,65	Xisto negro ardisífero, com fracturação a partir dos 19.30m
A-XPps	19,65	23,50	Xisto Negro ardosífero de cor castanho-alaranjado com raras intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	23,50	23,55	Zona de esmagamento, perpendicular ao eixo da sondagem, argilosa alaranjada - ZONA DE FALHA
XNA	23,55	24,93	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	24,93	25,00	Zona de esmagamento, perpendicular ao eixo da sondagem, argilosa alaranjada - ZONA DE FALHA
XNA	25,00	25,10	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	25,10	25,17	Zona de esmagamento, perpendicular ao eixo da sondagem, argilosa alaranjada - ZONA DE FALHA
XNA	25,40	28,50	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	28,50	29,50	Xisto Negro ardosífero com zonas de esmagamentos em fracturas paralelas ao eixo de sondagem, por vezes de um cinza ferrosinoso
A-XPe	29,50	33,60	Xisto Negro com raras intercalações de níveis quartzosos pelíticos
A-XPe	33,60	34,00	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos pelíticos persistentes com fracturas (óxidos e argila negra)
A-XPps	34,00	37,55	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos persistentes

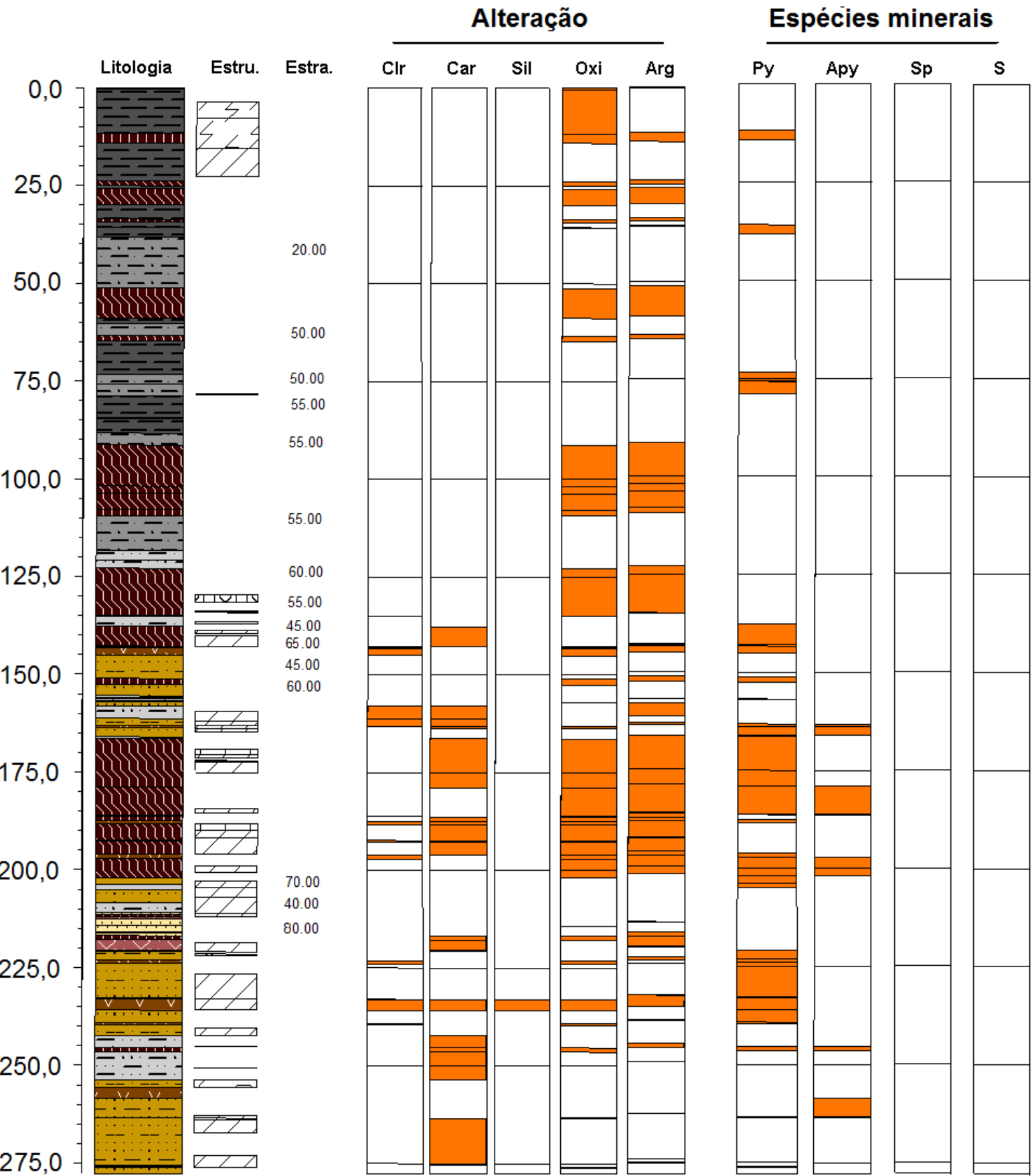
Br	37,55	37,80	Zona de brechificação paralela ao eixo de sondagem, por vezes cinza ferrosinosa (argila acinzentada e óxidos de ferro), com fracturas paralelas ao eixo de sondagem e "bolsadas/cavidades"
A-XPps	37,80	40,30	Xisto Negro ardoso com intercalações de níveis quartzosos psamíticos precistentes com fracturas (óxidos e argila negra)
ZE	40,30	40,60	Zona de esmagamento de 2 centímetros de espessura, aproximadamente paralela ao eixo da sondagem.
A-XPps	40,60	43,80	Xisto Negro ardoso com intercalações de níveis psamíticos precistentes com fracturas (óxidos e argila negra)
XNA	43,80	46,45	Xisto negro ardoso, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPps	46,45	46,90	Xisto Negro ardoso com intercalações persistentes de níveis psamíticos
A-XPps	46,90	47,65	Xisto negro ardoso, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	47,65	48,00	Zona de esmagamento com argila negra - ZONA DE FALHA
XNA	48,00	50,20	Xisto negro ardoso, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPps	50,20	52,85	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos- constantes e homogêneos com fracturas irregulares com óxidos de ferro e argila
A-PeX	52,85	53,83	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos com fracturas irregulares com óxidos de ferro e argila
A-XPps	53,85	57,90	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis psamíticos centimétricos- constantes e homogêneos com fracturas irregulares com óxidos de ferro e argila
XNA	57,90	58,80	Xisto negro ardoso, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPps	58,80	61,90	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica por vezes porosos e alaranjados com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
ZE	61,90	62,10	Zona de esmagamento com argilização
A-XPps	62,10	63,70	Alternâncias esverdeadas de níveis quartzosos com tendência pelítica por vezes porosos e alaranjados com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
Br	63,70	64,70	Zona de brechificação - Zona de FALHA
A-PsX	64,70	65,40	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
A-PsX	65,40	65,70	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis psamíticos quartzosos centimétricos com fracturas irregulares com destaque para preenchimento de argila negra, óxidos de ferro e clorite
A-PsX	65,70	68,05	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis psamíticos quartzosos centimétricos
A-PsX	68,05	68,80	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos/pelíticos (dimensão granulométrica - areia/argila) com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
A-PsX	68,80	70,95	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e xistos : +/- constantes e homogêneos
A-PsX	70,95	71,40	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
A-PeX	71,40	71,90	Alternâncias de níveis quartzosos pelíticos com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
ZE	71,90	71,95	Zona de esmagamento com argila negra
A-PeX	71,95	72,95	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
SR	72,95	73,30	Zona bastante fracturada - sem recuperação de litologia
A-PeX	73,30	73,50	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
ZE	73,50	73,52	Zona de esmagamento
A-PeX	73,52	74,60	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
A-PsX	74,60	77,60	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos por vezes porosos e alaranjados com intercalações precistentes de níveis xistosos
A-XPps	77,60	80,00	Alternâncias de níveis xistosos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
A-PeX	80,00	84,05	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
ZE	84,05	84,18	Zona de esmagamento com compactação - zona de falha
A-PeX	84,18	85,30	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistosos centimétricos
A-PsX	85,30	87,25	Níveis quartzosos psamíticos com intercalações finas de níveis xistosos
NN	87,25	87,35	Nível negro ferrífero argiloso com cloritização e pirite dissimulada
NCL	87,35	88,65	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos, cloritização e ligeira oxidação

A-PsX	88,65	89,00	Níveis quartzosos psamíticos com intercalações finas de níveis xistentos
NN	89,00	89,20	Nível negro, poroso, textura arenosa. Fracturas com óxidos de ferro
A-PsX	89,20	90,00	Níveis quartzosos psamíticos com intercalações finas de níveis xistentos
A-PsX	90,00	94,00	Níveis quartzosos psamíticos silicificados com intercalações finas de níveis xistentos
NN	94,00	94,65	Nível negro ferrífero compacto - nível típico- com cloritização. Encosto em filonete de quartzo
Br	94,65	94,75	Brecha com clastos angulosos a arredondados numa matriz de óxidos e rara argilização e cloritização
A-PsX	94,75	96,15	Níveis quartzosos psamíticos (silicificados com intercalações finas de níveis xistentos
NN	96,15	100,10	Nível negro, poroso, cloritizado de dimensões inferiores a 2 centímetros em alternâncias com níveis quartzosos psamíticos
NN (NCL?)	100,10	100,30	Nível negro argiloso, silicificado e cloritizado (matriz) [com um pequeno nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados e possivelmente restos de valvas de lingúlídeos ?!]
A-PsX	100,45	101,10	Alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos a milimétricos
A-XPe	101,10	102,10	Alternâncias de níveis de xistentos com alternâncias de níveis quartzosos com tendência pelítica e finos níveis quartzosos psamíticos - constantes e homogêneos
A-Xps	102,10	104,25	Alternâncias de níveis xistentos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
Br	104,20	108,20	Brecha com clastos angulosos a arredondados numa matriz de óxidos e rara argila e clorite
A-PeX	108,20	110,30	Alternâncias de níveis quartzosos pelitos com intercalações precistentes de níveis xistentos cm a m
Br	110,30	112,48	Brecha com níveis psamíticos e finos níveis pelíticos (por vezes negros e porosos - NNF??!!) numa fina matriz de óxidos, carbonatos, argila e clorite
NCL	112,48	112,53	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingúlídeos e cloritização
Br	112,53	112,90	Brecha com níveis quartzosos psamíticos e níveis fino pelíticos (por vezes negros e porosos - NNF??!!) numa fina matriz de óxidos, carbonatos, argila e clorite
A-PsX	112,90	115,30	Níveis quartzosos psamíticos com intercalações finas de níveis xistentos, cloritizado e argilizado
NN	115,30	115,40	Nível negro, poroso, textura arenosa. Cloritizado, com argila branca e com quartzo hialino
A-PsX	115,40	118,05	Nível quartzosos psamítico com óxidos de ferro nas fracturas
NN	118,05	118,30	Nível negro, poroso, textura arenosa. Cloritizado, com argila branca e com quartzo hialino
A-PsX	118,30	118,75	Nível quartzosos psamítico com óxidos de ferro nas fracturas
NN	118,75	118,80	Nível Negro, poroso e textura argilosa, com clastos de preenchimento esverdeado em matriz esverdeada (clorite)
A-PsX	118,80	119,10	Nível quartzosos psamítico com óxidos de ferro nas fracturas
NN	119,10	119,20	Nível negro, poroso, textura argilosa, com clastos arredondados de preenchimento esverdeado em matriz esverdeada
A-PsX	119,20	123,60	Nível quartzosos psamítico com óxidos de ferro nas fracturas
NN	123,60	124,40	Nível negro ferrífero, poroso, textura arenosa, e com clorite
A-PsX	124,40	132,80	Nível quartzosos psamítico com óxidos de ferro nas fracturas
Br	132,80	133,30	Zona brechificada com matriz de óxidos, cloritização e argilização com fragmentos de níveis negros ferríferos
A-PsNN	133,30	141,50	Zona muito fracturada que aparenta ser nível psamítico com pequenas intercalações de níveis negros de textura arenosa
NP	141,50	142,40	Níveis quartzosos psamíticos escuros e finos pelíticos claros
A-PsX	142,40	145,05	Níveis quartzosos psamíticos escuros e finos pelíticos claros e finos níveis xistentos
ZE	145,05	145,10	Zona de falha - material de esmagamento compacto
A-PsX	145,10	149,80	Níveis quartzosos psamíticos escuros e finos pelitos claros e finos níveis xistentos

Inicial	Final	Designações das Estruturas
6,00	-	Figura de carga de polaridade normal
8,75	8,90	Fendas tracção preenchidas por óxidos e argila branca
12,00	-	Figura de carga de polaridade normal
13,80	14,10	Bioturbação
14,80	15,10	Bioturbação
15,60	16,10	Bioturbação
21,80	-	Figura de carga de polaridade normal
25,40	28,50	Fendas tracção alaranjadas e raras - preenchidas por óxidos e argila branca
29,50	29,80	Filonete mm com preenchimento por óxidos, argila branca e raro quartzo
29,95	-	Figura de carga de polaridade normal
51,80	-	Figura de carga de polaridade normal
54,35	-	Figura de carga de polaridade normal
77,50	79,25	Figuras de carga de polaridade normal (milimetrico)
80,00	84,05	Grano selecção positiva - insipiente
82,10	83,65	Figuras de carga de polaridade normal (milimetrico)
84,60	85,30	Filonete milimetrico com preenchimento por quartzo leitoso e hialino ligeiramente esverdeado (cloritização)
85,90	-	Granosselecção positiva
86,20	-	Granosselecção positiva
87,00	-	Granosselecção positiva
87,25	87,40	Filonetes de quartzo centimetrico a milimetrico com sulfuretos
88,70	-	Figura de carga de polaridade normal
89,00	89,20	Filonetes de quartzo centimetrico a milimetrico e filonete principal de quartzo leitoso, carvenoso com argilização
91,70	92,05	Figura de carga de polaridade normal
91,30	94,00	Filonetes de quartzo centimetrico a milimetrico, alguns em fendas de tracção
100,10	102,10	Figura de carga de polaridade normal
100,75	104,20	Bioturbação, quando ligeira e inexistente verificam-se figuras de carga com polaridade normal
106,60	110,30	Rede de finos filonetes e fendas de tracção com preenchimento de argila e óxidos de ferro, por vezes cavernoso.
110,30	112,90	Massas irregulares de quartzo carvenosas
112,48	112,53	Estratificação cruzada
113,50	115,90	Filonetes e Fendas de tracção com preenchimento de quartzo cavernoso e óxidos de ferro, rede fina de filonetes com preenchimento de carbonatos e argila
117,75	140,50	Filonetes e Fendas de tracção com preenchimento de quartzo leitoso com óxidos de ferro, cloritização e argilização, por vezes cavernoso
140,50	141,25	Filonetes e Fendas de tracção com preenchimento de quartzo leitoso e hialino
141,25	149,80	Filonetes e Fendas de tracção com preenchimento de quartzo leitoso com carbonatos, óxidos de ferro, cloritização e argilização e rede fina de filonetes com preenchimento de carbonatos e argila

Medições					
Início	Fim	Estr ° C	Início	Fim	Estr ° C
1,65	3,05	46,00	50,20	53,85	50,00
5,80	6,40	56,00	53,85	61,90	60,00
8,65	10,05	45,00	62,10	63,70	42,00
10,05	18,82	35,00	65,70	68,30	45,00
19,65	22,48	35,00	68,30	68,80	30,00
29,50	30,00	11,00	68,80	76,95	35,00
32,40	32,80	17,00	76,95	83,70	27,00
33,60	34,00	20,00	84,65	87,25	20,00
34,00	34,85	25,00	100,45	104,25	25,00
34,85	35,35	35,00	108,20	110,30	15,00
35,80	37,55	47,00	113,80	118,75	10,00
38,80	40,30	35,00	141,50	142,40	15,00
40,30	41,25	30,00	145,10	146,60	35,00
41,25	43,30	25,00	146,60	149,80	25,00

Anexo 2



BS1215
Inclinação
-90

Legenda litológica	
XNA	[Xisto negro ardoso]
A-XPe	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso com tendência pelítica)]
A-XPps	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso psamítico)]
A-PeX	[Alternâncias quartzo-xistosas (nível quartzoso dominante com tendência pelítica)]
A-PsX	[Alternâncias quartzo-xistosas (nível quartzoso psamítico dominante)]
NCL	[Nível com clastos e lingúleos]
NN	[Nível negro ferrífero]
A-PsNN	[Alternâncias quartzo-xistosas com níveis negros mm (nível quartzoso psamítico dominante)]
NP	[Nível quartzoso (psamítico)]
NA	[Nível argiloso de cor rosada]
Br	[Zona de brechificação]
ZE	[Zona de esmagamento]
SR	[Sem recuperação]

Legenda das estruturas	
	Figura de carga com polaridade normal
	Granoselecção
	Bioturbação
	Filonetes (massas)
	Fendas de tração
	Estratificação cruzada

Legenda de abreviaturas			
Estru.	Estruturas		
Estra.	Estratigrafia		
Au	Ouro >1ppm	Clr	Cloritização
		Car	Carbonatação
		Sil	Silicificação
Py	Pirite	Oxi	Oxidação
Apy	Arsenopirite	Arg	Argilização
Sp	Esfalerite/Blenda		
S	Enxofre		

Gráfico	log's		Descrição
	Início	Fim	
XNA	0,00	0,40	Xisto Negro ardosífero bastante alterados e fracturados (óxidos de ferro) "solo xistento"
XNA	0,40	11,80	Xisto Negro ardosífero fracturado (óxidos de ferro), mas pouco alterados "solo xistento"
ZE	11,80	14,10	Zonas fracturadas e com esmagamento- Falha
XNA	14,10	25,90	Xisto negro, com fracturas muito oxidadas.
ZE	23,90	25,10	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	25,10	25,90	Xisto negro, com fracturas muito oxidadas.
ZE	25,90	30,00	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	30,00	33,65	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	33,65	34,35	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	34,35	35,65	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	35,65	35,85	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	35,85	38,15	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-Xpe	38,15	51,15	Xisto Negro ardosífero (óxidos de ferro em fracturas raras) com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica (dimensão gramulométrica - argila)
ZE	51,15	58,85	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	58,85	60,25	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-Xpe	60,25	63,45	Xisto Negro ardosífero (óxidos de ferro em fracturas raras) com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica (dimensão gramulométrica - argila)
ZE	63,45	64,75	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	64,75	73,40	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-Xpe	73,40	75,70	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica (dimensão gramulométrica - argila)
XNA	75,70	75,80	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-Xpe	75,80	78,85	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	78,85	84,45	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	84,45	84,60	Zonas fracturadas e com esmagamento
XNA	84,60	88,35	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-Xpe	88,35	91,40	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica insipientes
ZE	91,40	101,90	Zonas fracturadas e com esmagamento em xisto negro ardosífero
ZE	101,90	103,70	Zonas fracturadas e com esmagamento em alternâncias de xisto e níveis quartzosos com tendência pelítica
ZE	103,70	107,85	Zonas fracturadas e com esmagamento em xisto negro ardosífero
ZE	107,85	109,40	Zonas fracturadas e com esmagamento em alternâncias de xisto e níveis quartzosos com tendência pelítica
A-Xpe	109,40	118,35	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
A-Xps	118,35	120,85	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
A-Xps	120,85	122,90	Alternâncias de xistos com intercalações persistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
ZE	122,90	134,95	Zona de esmagamento com movimento - Falha
NCL	134,95	135,00	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingúlídeos e cloritização

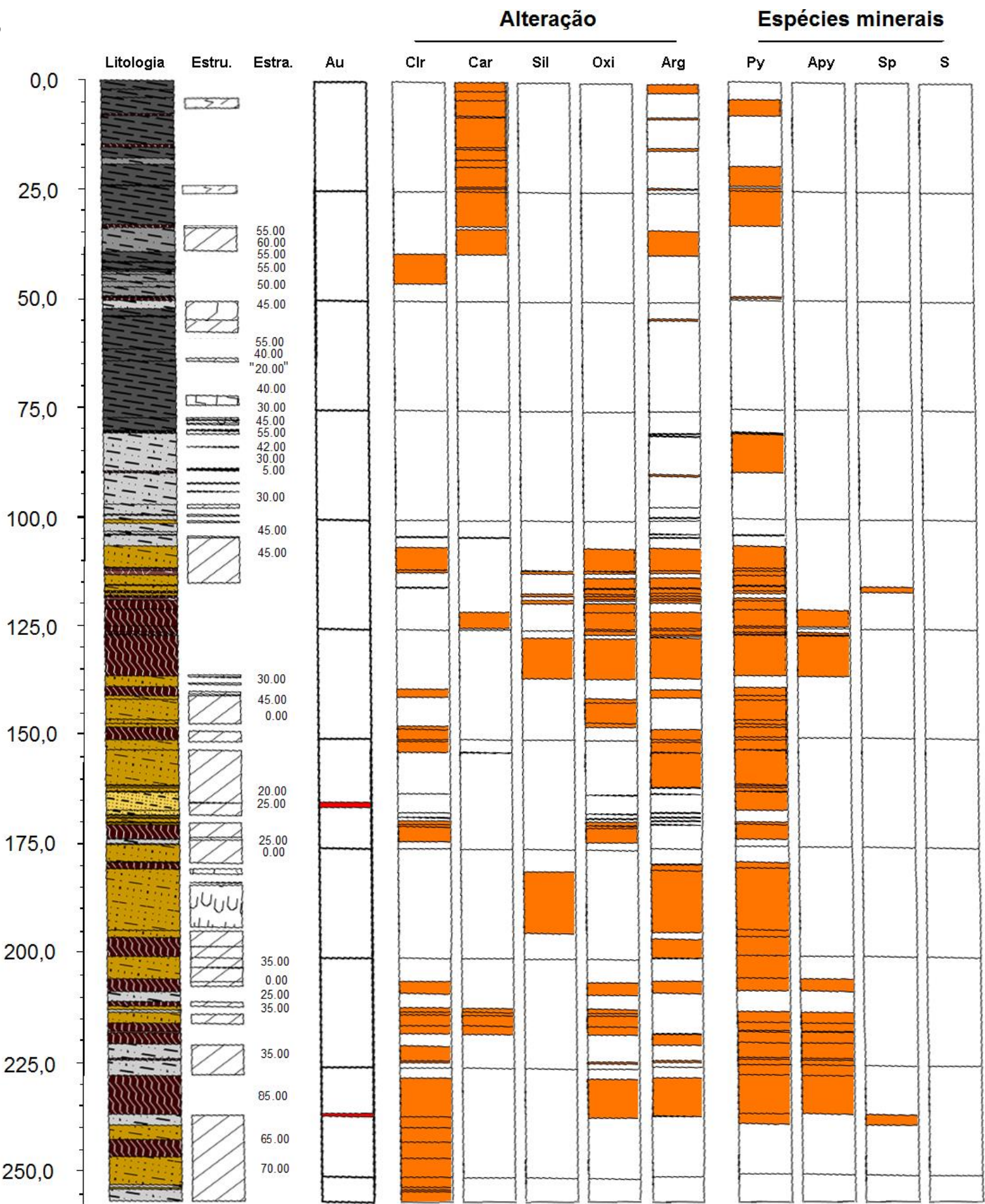
A-XP	135,00	135,00	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
NCL	135,00	135,10	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos
A-XP	135,10	137,70	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
ZE	137,70	142,80	Zonas fracturadas e com esmagamento em alternâncias de xisto e níveis quartzosos com tendência pelítica
NN	142,80	143,00	Nível negro ferrífero argiloso e pirite dissiminada
ZE	143,00	143,30	Zonas fracturadas e com esmagamento em alternâncias de xisto e níveis quartzosos com tendência pelítica
NN	143,30	145,10	Nível negro ferrífero argiloso e pirite dissiminada
A-PsX	145,10	151,10	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos (dimensão gramulométrica - areia) com intercalações precistentes de níveis xistentos
ZE	151,10	152,65	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsX	152,65	155,50	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos
A-XP	155,50	155,80	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
A-PsX	155,80	156,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos
A-XP	156,20	156,80	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos centimétricos
A-PsX	156,80	157,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos
ZE	157,00	157,05	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsX	157,05	158,05	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos
A-XP	158,05	161,30	Alternâncias de xistos com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
A-PsX	161,30	163,15	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos
NN	163,15	163,75	Nível Negro ferrífero argiloso
A-PsX	163,75	166,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos
A-XP	166,00	166,35	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos
ZE	166,35	178,87	Zonas fracturadas e com esmagamento
NN	178,87	178,97	Nível Negro ferrífero
ZE	178,97	186,10	Zonas fracturadas e com esmagamento
NN	186,10	186,30	Nível Negro ferrífero
ZE	186,30	187,50	Zonas fracturadas e com esmagamento
NN	187,50	188,30	Nível Negro ferrífero
ZE	188,30	192,40	Zonas fracturadas e com esmagamento
Br	192,40	192,75	Brecha de argila, clorite e FeO
ZE	192,75	196,00	Zonas fracturadas e com esmagamento
NN	196,00	197,15	Nível Negro ferrífero
ZE	197,15	201,95	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsX	201,95	203,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos
A-XP	203,70	205,00	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos
A-PsX	205,00	208,50	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos centimétricos
A-XP	208,50	211,00	Alternâncias de xistos com intercalações precistentes de níveis quartzosos psamíticos

NP	211,00	211,55	Níveis quartzosos psamíticos
ZE	211,55	211,90	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsNN	211,90	212,60	Nível psamítico com pequenas intercalações de níveis negros de textura arenosa
NP	212,60	214,20	Níveis quartzosos psamíticos
ZE	214,20	214,30	Zonas fracturadas e com esmagamento
NP	214,30	215,85	Níveis quartzosos psamíticos
A-XPps	215,85	216,05	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
NP	216,05	216,85	Níveis quartzosos psamíticos
ZE	216,85	217,90	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsNN	217,90	220,50	Nível psamítico com pequenas intercalações de níveis negros de textura arenosa
Br	220,50	220,80	Zona brechificada com matriz de óxidos, cloritização e argilização (Zona muito fracturada)
A-PsX	220,80	223,10	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos (NN muito finos??!!)
NN	223,10	224,00	Nível Negro ferrífero
A-PsX	224,00	232,80	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos (NN muito finos??!!)
A-XPps	232,80	233,00	Alternâncias de xistos com intercalações precipientes de níveis quartzosos psamíticos
NCL	233,00	233,05	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos
NN	233,05	235,90	Níveis negros ferríferos com silicificação
A-PsX	235,90	239,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos (NN muito finos??!!)
NN	239,20	239,60	Níveis negros ferríferos bastante cloritizado
A-PsX	239,60	242,35	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos
A-XPps	242,35	245,35	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
ZE	245,35	246,45	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-XPps	246,45	253,65	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
A-PsX	253,65	255,55	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com alternâncias de níveis de xistentos - constantes e homogêneos
NN	255,55	258,50	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
A-PsX	258,50	263,30	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos
ZE	263,30	263,50	Zonas fracturadas e com esmagamento
A-PsX	263,50	275,50	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos (NP finos?!)
NP	275,50	275,95	Níveis quartzosos psamíticos
ZE	275,95	276,20	Zonas fracturadas e com esmagamento com cloritização
A-PsX	276,20	277,80	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos centimétricos

Inicial	Final	Designações das Estruturas
3,75	7,80	Fendas de tracção preenchidas por quartzo
7,8	15,45	Fendas de tracção preenchidas por quartzo
15,45	22,60	Filonetes preenchidos por quartzo cavernosos
78,35	-	Granosselecção positiva
129,75	131,60	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
133,7	133,90	Figuras de carga de polaridade normal (mm) e Grano selecção positiva
134,05	134,20	Granosselecção positiva
136,5	-	Granosselecção positiva
138,8	139,70	Filonetes e veios irregulares de quartzo e argila
140,05	142,85	Filonetes e veios irregulares de quartzo e argila
159,5	162,00	Filonetes e fendas de tracção de quartzo e argila, carbonatos e clorite
162	163,10	Filonetes e fendas de tracção de quartzo e argila, carbonatos e clorite
163,1	163,90	Filonetes e fendas de tracção de quartzo e clorite
163,9	164,70	Filonetes e fendas de tracção de quartzo leitoso
169,2	170,50	Filonetes e fendas de tracção de quartzo leitoso e argila
170,5	171,45	Filonetes e veios irregulares de quartzo leitoso e argila
172,05	172,30	Filonetes e fendas de tracção de quartzo leitoso, argila e carbonatos
172,3	174,45	Filonetes e fendas de tracção de quartzo leitoso, argila, clorite e carbonatos
184,25	185,40	estratificação cruzada, filonetes e veios irregulares de quartzo e argila
188,25	189,95	Filonetes e fendas de tracção de quartzo leitoso, clorite e carbonatos
189,95	191,75	Filonetes de quartzo leitoso e argila
191,75	196,00	Filonetes de quartzo leitoso
198,9	200,75	Filonetes de quartzo leitoso e argila
202,8	204,50	Veios irregulares de quartzo leitoso e argila
204,5	211,15	Veios irregulares de quartzo leitoso, argila e oxidos
207	-	Estratificação cruzada
211,15	211,90	Massas de quartzo leitoso, argila, clorite
218,55	220,95	Veios irregulares e massas de quartzo leitoso, argila, clorite e carbonatos
221,5	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
233,05	235,70	Veios irregulares de quartzo e clorite
240,4	242,35	Veios irregulares de quartzo, argila e clorite
245,1	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm) e Grano selecção positiva
250,65	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
253,65	255,65	Bioperturbação
262,7	263,50	Veios irregulares de quartzo leitoso e argila
263,5	263,95	Filonetes e veios irregulares, carvernoso, de quartzo leitoso e argila
263,95	267,25	Filonetes e veios irregulares, carvernoso, de quartzo leitoso e carbonatos
226,6	233,05	Filonetes e veios irregulares, carvernoso, de quartzo leitoso e argila
273,05	275,95	Fracturação preenchida por quartzo (<mm)

Início	Fim	Estr ° C
38,15	51,15	20
60,25	63,45	50
73,40	75,70	50
75,80	78,85	55
88,35	91,40	55
109,40	118,35	55
120,85	122,90	60
128,20	129,75	55
129,75	134,90	45
134,90	135,00	45
135,10	137,70	65
145,10	151,10	45
152,65	163,15	60
201,95	204,00	70
204,70	205,10	40
205,10	207,70	80

Anexo 3



BS1212A

Inclinação

-75

Legenda litológica	
XNA	[Xisto negro ardósifero]
A-XPe	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso com tendência pelítica)]
A-XPps	[Alternâncias xisto-quartzíticas (xisto dominante) (nível quartzoso psamítico)]
A-PeX	[Alternâncias quartzo-xistosas (nível quartzoso dominante com tendência pelítica)]
A-PsX	[Alternâncias quartzo-xistosas (nível quartzoso psamítico dominante)]
NCL	[Nível com clastos e lingulídeos]
NN	[Nível negros ferríferos]
A-PsNN	[Alternâncias quartzo-xistosas com níveis negros mm (nível quartzoso psamítico dominante)]
NP	[Nível quartzoso (psamítico)]
NA	[Nível argiloso de cor rosada]
Br	[Zona de brechificação]
ZE	[Zona de esmagamento]
SR	[Sem recuperação]

Legenda das estruturas	
	Figura de carga com polaridade normal
	Granoselecção
	Bioturbação
	Filonetes (massas)
	Fendas de tração
	Estratificação cruzada

Legenda de abreviaturas			
Estru.	Estruturas		
Estra.	Estratigrafia		
Au	Ouro >1ppm	Clr	Cloritização
		Car	Carbonatação
		Sil	Silicificação
Py	Pirite	Oxi	Oxidação
Apy	Arsenopirite	Arg	Argilização
Sp	Esfalerite/Blenda		
S	Enxofre		

Gráfico	log's		Descrição
	Início	Fim	
XNA	0,00	2,05	Xisto negro ardosífero alterado, "solo xistento"
XNA	2,05	4,05	Xisto negro ardosífero com FeO nas fracturas.
XNA	4,05	7,70	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	7,70	8,05	Zona de esmagamento
XNA	8,05	14,75	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	14,75	15,30	Zona com esmagamento (Falha).
XNA	15,30	17,70	Xisto negro com alguma fraturação.
A-XPe	17,70	19,30	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica muito separados e algo insipientes
XNA	19,30	23,90	Xisto negro ardosífero com alguma fraturação.
ZE	23,90	24,25	Zona com esmagamento e muito fracturada, com Py.
XNA	24,25	33,00	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	33,00	33,60	Zona fraturada e com esmagamento com sulfuretos (Py) e argila branca
A-XPe	33,60	39,25	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica, por vezes apresentando uma cor esverdeada (clorite)
XNA	39,25	46,00	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	41,50	41,75	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica muito separados e algo insipientes
XNA	41,75	43,15	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	43,15	43,25	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica muito separados e algo insipientes
XNA	43,25	43,75	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	43,75	44,30	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica muito separados e algo insipientes
XNA	44,30	46,00	Xisto negro ardosífero, por vezes apresentando uma cor esverdeada (clorite) e FeO na fraturação
A-XPe	46,00	47,20	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
A-XPe	47,20	49,20	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica muito separados e algo insipientes
ZE	49,20	49,45	Zona de esmagamento argilosa. (Falha)
A-XPps	49,45	49,75	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	49,75	50,40	Zona fracturada e esmagada, com argila branca e clorite
A-XPps	50,40	52,10	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
XNA	52,10	53,75	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	53,75	54,10	Zona de esmagamento (argila negra).
XNA	54,10	61,45	Xisto negro, pontualmente fracturado.
XNA	61,45	64,10	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
XNA	64,10	77,00	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos muito separados e algo insipientes
XNA	77,00	79,95	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	79,95	80,20	Zona alterada e com argila. (Falha)
A-XPps	80,20	80,45	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	80,45	80,65	Zona alterada e esmagada. (Falha)
A-XPps	80,65	89,35	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	89,35	89,75	Zona fracturada com esmagamento. (Falha)
A-XPps	89,75	96,85	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	96,85	96,86	Zona esmagada.
A-XPps	96,86	99,10	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos

ZE	99,10	99,40	Zona de esmagamento argilosa
A-XP	99,40	100,45	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos precipientes com fracturas (óxidos e argila negra)
A-PsX	100,45	101,15	Alternâncias de níveis psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos
A-XP	101,15	102,98	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos precipientes com fracturas (óxidos e argila negra)
ZE	102,98	103,00	Zona de esmagamento argilosa
A-XP	103,00	103,69	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos precipientes com fracturas (óxidos e argila negra)
ZE	103,69	103,80	Zona de esmagamento argilosa
NCL	103,80	103,95	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos e , com sulfuretos (Py).
A-XP	103,95	106,25	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos precipientes com fracturas (argila)
A-PsX	106,25	111,35	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos oxidado e cloritizado
Br	111,35	111,40	Zona com argila preta, com fragmentos de alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e níveis xistentos, com carbonatos . (Falha)
Br	111,40	112,00	Zona brechificada com matriz de óxidos, cloritização e argilização com fragmentos do encaixante
Br	112,00	113,00	Zona com argila preta, com fragmentos de alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e níveis xistentos, com carbonatos . (Falha)
A-PsX	113,00	115,30	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos oxidado, cloritizado e com carbonatos
ZE	115,30	115,40	Zona de esmagamento
A-PsX	115,40	116,55	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos oxidado, cloritizado e com carbonatos
ZE	116,55	117,15	Zona fracturada, silicificada com argila branca e amarela, e com carbonatos. (espelho de falha no início da zona - Falha).
A-PsX	117,15	117,75	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos.
ZE	117,75	118,10	Zona de esmagamento com carbonatos
Br	118,10	118,80	Zona de brecha silicificada, com bastantes carbonatos, pontualmente argilificada com sulfuretos disseminados (Py)
ZE	118,80	120,80	Zona de esmagamento com carbonatos, com níveis negros
ZE	120,80	124,60	Zona de esmagamento, com argila branca, amarela e negra, óxidos e carbonatos
ZE	124,60	125,95	Zona fracturada e ligeiramente argilificada (argila branca e negra), com carbonatos, e pontualmente com sulfuretos (Py) (Falha)
ZE	125,95	126,45	zona fracturada com esmagamento (Falha)
ZE	126,70	136,00	Zona fracturada
A-PsX	136,00	138,55	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos.
ZE	138,55	140,45	Zona de esmagamento, com Qtz leitoso muito fracturado, e com argila branca.
A-PsX	140,45	141,45	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos.
A-PsX	141,45	142,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos (de cor escura) com intercalações precipientes de níveis xistentos.
A-PsX	141,45	146,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos.
A-PsX	146,00	147,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos (de cor escura) com intercalações precipientes de níveis xistentos.
A-PsX	147,00	147,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
ZE	147,70	150,55	Zona muito fracturada de alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e níveis xistentos com zonas de argila branca
A-PsX	150,55	152,93	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
NCL	152,93	152,98	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos , com sulfuretos (Py).
A-PsX	152,98	161,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
ZE	160,85	161,15	Zona muito fracturada de alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e níveis xistentoscom zonas de argila branca
A-PsX	161,15	161,50	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	161,50	161,55	Zona muito fracturada de alternâncias de níveis quartzosos psamítico e níveis xistentoscom zonas de argila branca
A-PsX	161,55	162,50	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precipientes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	162,45	162,50	Zona de esmagamento

A-PeX	162,50	166,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	166,70	166,80	Zona de esmagamento
A-PeX	166,80	167,75	Alternâncias de níveis níveis quartzosos de tendência pelítica com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	167,75	167,90	Zona de esmagamento
A-PsX	167,90	168,45	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	168,45	168,65	Zona de esmagamento
A-PsX	168,65	169,45	Alternâncias de níveis psamíticos níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	169,45	169,50	Zona de esmagamento
A-PsX	169,50	169,95	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
ZE	169,95	173,35	Zona de fracturação e esmagamento com carbonatos e clorite
A-XPps	173,35	174,35	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
NP	174,35	174,55	Nível quartzoso psamítico
A-PsX	174,55	178,40	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações precistentes de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite)
A-XPps	178,40	178,65	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	178,65	180,00	Zona de fracturação e esmagamento com argila branca
A-PsX	180,00	194,15	Alternâncias de nníveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
A-PsX	194,15	195,65	Zona de alternâncias silicificada
ZE	195,65	200,08	Zona de fracturação e argilização das alternâncias
A-PsX	200,08	205,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
ZE	205,20	208,05	Zona de fracturação e esmagamento com argila branca
A-XPps	208,05	210,40	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	210,40	211,30	Zona de fracturação e esmagamento (Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos)
A-PsX	211,30	212,25	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
A-XPps	212,25	212,90	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis psamíticos
A-PsX	212,90	215,30	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis negros ferríferos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
ZE	215,30	217,20	Zona de falha, com bastante argila branca, com zonas mais silicificadas, e com sulfuretos disseminados e maciços,
Br	217,20	217,50	Zona de de brecha
ZE	217,50	220,00	Zona de falha, com bastante argila branca, raramente negra e com sulfuretos disseminados e maciços,
A-XPps	220,00	223,40	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	223,40	223,80	Zona de falha, com bastante argila branca, carbonatos, ligeiramente cloritizada e oxidada
A-XPps	223,80	227,30	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	227,30	236,15	Zona de falha, com bastante argila branca, raramente negra, com zonas mais silicificadas, e com sulfuretos disseminados e maciços,
NA	236,15	236,20	Nível argiloso de cor rosada (caulinite?) compacta
A-XPps	236,20	238,60	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
A-PsX	238,60	241,95	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
ZE	241,95	245,70	Zona de fracturação e esmagamento
A-PsX	245,70	252,25	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
A-XPps	252,25	252,80	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	252,80	252,90	Zona de fracturação e esmagamento
A-PsX	252,90	253,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de níveis xistentos, de cor esverdeada (clorite) e alaranjada (óxidos)
A-XPps	253,20	255,80	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos

Analise de Estruturas		
Inicial	Final	Designações das Estruturas
4,05	6,00	Filonetes e fendas de tracção com preenchimento de qz leitoso com FeO e argilização
23,75	25,00	Filonetes e fendas de tracção com preenchimento de qz leitoso com FeO e argilização
33,60	39,25	Filonetes e fendas de tracção com preenchimento de qz leitoso com FeO e argilização
50,40	54,95	Ligeira Bioturbação
54,65	57,00	Filonetes e fendas de tracção com preenchimento de qz
63,45	64,10	Bioturbação
71,95	74,15	Filonetes e fendas de tracção com preenchimento de qz e oxidos
77,00	78,55	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
77,43 - 77,54 - 78,20		Figura de carga de polaridade normal
79,95	80,65	Filonetes com preenchimento de qz deformados
79,70 - 80,70 83,60 - 88,58 - 88,85		Granosselecção positiva
91,88 - 93,80		Figura de carga de polaridade normal
96,80	97,60	Filonetes com preenchimento de qz com FeO e argilização
99,10	99,40	Fendas de tracção com preenchimento de qz com FeO e argilização
100,55	100,85	Filonetes com preenchimento de qz com FeO, argilização e carbonatos
104,35	-	Granosselecção positiva
104,05	114,65	Filonetes com preenchimento de qz, clorite e carbonatos
135,65	136,17	Filonetes com preenchimento de qz
136,14 - 136,17		Figura de carga de polaridade normal
137,55	137,85	Bioturbação
139,55	140,15	Filonetes com preenchimento de qz
140,45	146,85	Filonetes com preenchimento de qz leitoso
148,60	150,90	Filonetes com preenchimento de qz cinza
152,93	165,00	Filonetes com preenchimento de qz leitoso
164,89	164,94	Estratifi cação cruzada
165,00	167,75	Filonetes com preenchimento de qz leitoso
169,45	172,75	Filonetes com preenchimento de qz leitoso e cinza com clorite e carbonatos
172,75	173,35	Bioturbação
173,35	178,65	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz, argila e carbonatos
180,00	181,15	Bioturbação
183,03	183,15	Bioturbação
183,68	193,23	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
194,15	205,70	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz
197,70 - 200,27 - 202,42		Figuras de carga de polaridade normal (mm)
205,70	206,75	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz, argila e carbonatos
210,40	211,40	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz e carbonatos
213,15	215,30	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz e argila
220,20	227,00	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz cinza, argila, carbonatos e clorite
236,20	255,80	Filonetes milimétricos com preenchimento de qz e clorite, raramente com fendas de tracção

Medições					
Início	Fim	Estr ° C (cal)			
33,60	36,40	55,00	107,05	111,35	45,00
36,40	37,80	60,00	136,00	138,55	30,00
37,80	39,50	55,00	140,45	141,45	45,00
41,50	44,30	55,00	141,45	161,50	0,00
46,00	47,20	50,00	161,50	162,50	20,00
50,40	61,45	45,00	162,50	167,75	25,00
61,45	61,95	55,00	173,35	175,30	25,00
61,95	63,45	40,00	175,30	194,15	0,00
63,45	69,60	"20"	200,08	200,30	35,00
69,60	71,25	40,00	200,30	204,65	45,00
73,90	77,00	30,00	204,65	205,20	0,00
77,00	79,95	45,00	208,05	210,00	25,00
80,20	83,20	55,00	211,30	215,30	35,00
83,20	84,75	41,00	221,70	222,80	35,00
84,75	87,75	30,00	222,80	227,30	85,00
88,25	94,00	5,00	240,70	247,70	65,00
94,25	99,70	30,00	247,70	255,80	70,00
102,00	105,35	45,00			

Anexo 4

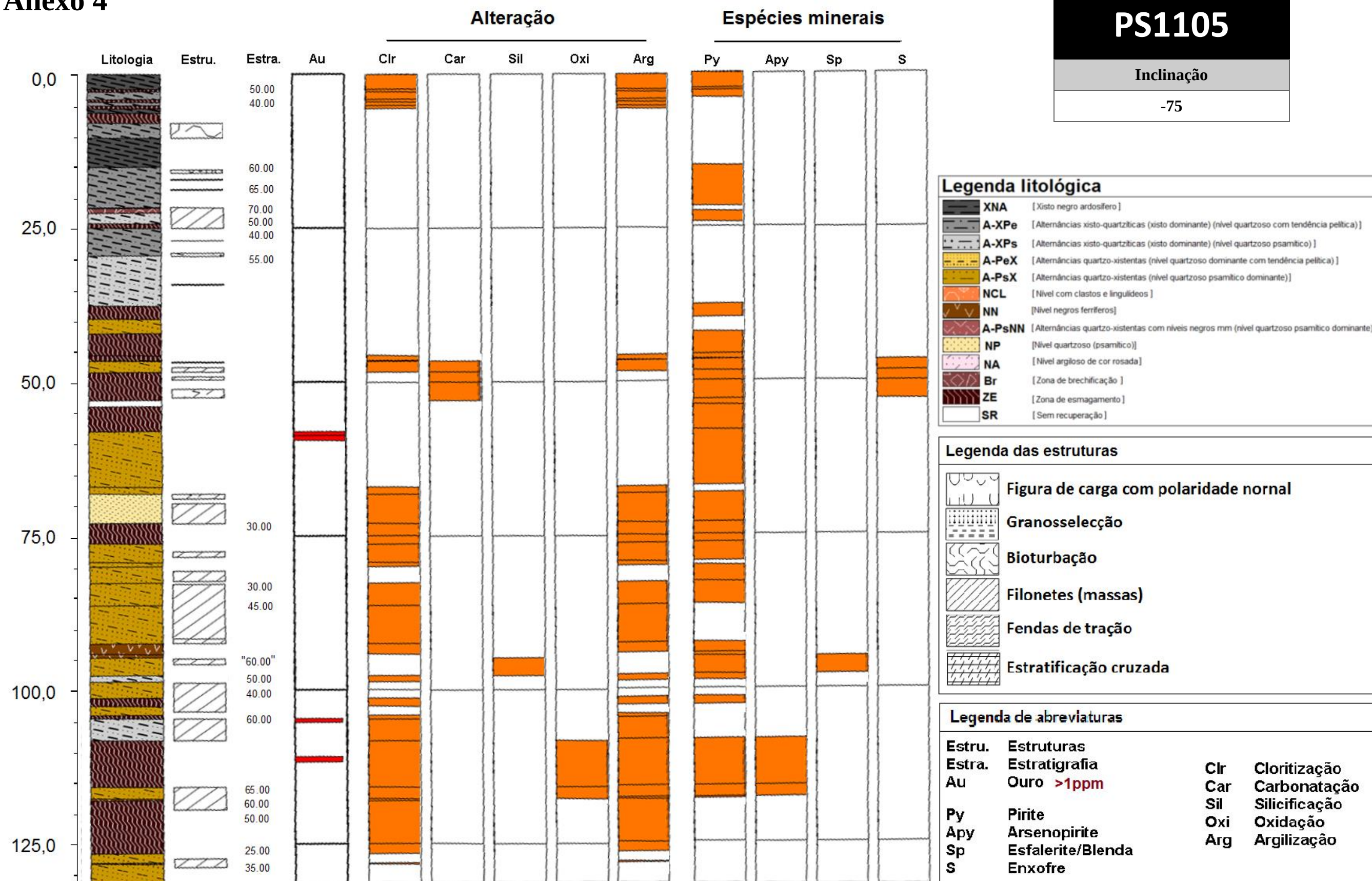


Gráfico	log's		Descrição
	Início	Fim	
XNA	0,00	2,45	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	2,45	2,85	Zona de esmagamento
A-XPe	2,85	4,05	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis pelíticos
ZE	4,05	4,50	Zona de esmagamento - Zona de Falha
A-XPe	4,50	5,10	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
ZE	5,10	5,60	Zona de esmagamento - Zona de Falha
XNA	5,60	6,30	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
ZE	6,30	7,95	Zona de esmagamento - Zona de Falha
A-XPe	7,95	10,35	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
XNA	10,35	15,05	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
A-XPe	15,05	21,65	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica
NN	21,65	21,75	Xisto negro ardosífero, pelítico de cor negra e de xistosidade difícil de apurar
Br	21,75	22,50	Zona de esmagamento e brecha - Zona de Falha
A-XPps	22,50	24,25	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	24,25	25,00	Zona de esmagamento e brecha - Zona de Falha
A-XPe	25,00	29,50	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos com tendência pelítica (insipiente e afastados)
A-XPps	29,50	37,60	Nível homogêneo de alternâncias de níveis xistentos e níveis quartzosos psamíticos
ZE	37,60	39,75	Zona de fracturação e esmagamento
A-PsX	39,75	42,10	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos (dimensão granulométrica - areia) com intercalações de raros níveis xistentos.
ZE	42,10	45,70	Zona de fracturação e esmagamento
ZE	45,70	46,50	Zona de fracturação e esmagamento de alternâncias de níveis psamíticos e níveis negros ferríferos
NCL	46,50	46,60	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados com restos de valvas de lingulídeos e cloritização
A-PsX	46,60	48,40	Alternâncias de níveis níveis quartzosos psamíticos (dimensão granulométrica - areia) com intercalações de níveis xistentos, com enxofre
ZE	48,40	53,00	Zona de fracturação e esmagamento com argila e enxofre
SR	53,00	53,95	Zona sem recuperação de amostra
ZE	53,95	58,00	Zona de fracturação e esmagamento com argila com carbonatos e pirite
A-PsX	58,00	67,05	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
A-PsX	67,05	68,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos e xistentos com intercalações níveis negros ferríferos
NP	68,20	72,95	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos cinza com intercalações de finos níveis xistentos.
ZE	72,95	76,30	Zona de fracturação e esmagamento com argila com carbonatos e pirite
A-PsX	76,30	79,30	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos cinza com intercalações de finos níveis xistentos.
A-PsX	79,30	80,00	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos cinza/brancos com intercalações de finos níveis xistentos.
A-PsX	80,00	82,65	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
A-PsX	82,65	86,30	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos/xistentos com intercalações níveis negros ferríferos
A-PsX	86,30	94,20	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
NN	94,20	92,50	Nível negro ferrífero
NCL	92,50	92,55	Nível com clastos alongados, (+-) rolados e deformados e possivelmente com restos de valvas de lingulídeos e cloritização
NN	92,55	94,80	Nível negro ferrífero
A-PsX	94,80	97,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
A-XPps	97,70	98,70	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos

A-PsX	98,70	101,35	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
ZE	101,35	102,65	Zona de fracturação e esmagamento com argila e carbonatos
A-PsX	102,65	104,10	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos (dimensão gramulométrica - areia) com intercalações de finos níveis xistentos.
ZE	104,10	104,70	Zona de fracturação e esmagamento com argila e carbonatos
A-XP	104,70	108,25	Xisto Negro ardosífero com intercalações de níveis quartzosos psamíticos
ZE	108,25	115,80	Zona de fracturação e esmagamento com argila (com silicificação) - Zona de falha
A-PsX	115,80	117,70	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
NN	117,70	118,00	Nível negro ferrífero
ZE	118,00	126,60	Zona de fracturação e esmagamento com estrias de deslizamento - Zona de falha
A-PsX	126,60	128,15	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.
ZE	128,15	128,30	Zona de fracturação e esmagamento
A-PsX	128,30	131,55	Alternâncias de níveis quartzosos psamíticos com intercalações de finos níveis xistentos.

Inicial	Final	Designações das Estruturas
7,95	10,35	Bioturbação
15,55	16,00	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
17,00	17,20	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
18,70	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
21,65	25,00	Finos veios irregulares de quartzo e argila e pirite
27,00	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
29,00	-	Granosselecção positiva
34,15	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
46,70	46,90	Finos veios irregulares de quartzo e argila e pirite
47,60	48,40	Finos veios irregulares de quartzo, argila e carbonatos e pirite
49,10	49,60	Finos veios irregulares de quartzo, argila, clorite e carbonatos e pirite
51,10	52,55	Fendas de tracção com preenchimento de quartzo, argila, clorite e pirite
68,20	69,00	Fendas de tracção com preenchimento de quartzo, argila, e pirite
69,75	72,95	Filonetes e veios irregulares de quartzo, clorite e carbonatos e pirite
77,55	78,45	Filonetes e veios irregulares de quartzo, clorite e carbonatos
80,75	82,35	Filonetes e veios irregulares de quartzo, clorite e carbonatos, pirite
82,80	92,50	Filonetes e veios irregulares de quartzo, clorite e carbonatos
91,65	-	Figuras de carga de polaridade normal (mm)
95,00	95,90	Filonetes e veios irregulares de quartzo, clorite, argila e carbonatos
98,90	103,55	Filonetes e veios irregulares de quartzo, argila, carbonatos e pirite
104,70	108,25	Filonetes e veios irregulares de carbonatos, argila
115,85	119,45	Filonetes e veios irregulares de quartzo, de duas gerações - cinzento e branco -, argila, e pirite e arsenopirite
127,50	128,80	Filonetes de possança centimétrica de quartzo e argila e pirite

Medições					
Início	Fim	Estr ° C (cal)	Início	Fim	Estr ° C (cal)
2,85	4,05	50	86,30	94,20	45
4,50	5,10	40	94,80	97,70	"60"
15,05	18,10	60	97,70	98,70	50
18,10	21,65	65	98,70	101,35	40
21,65	22,50	70	104,70	108,25	60
22,50	24,25	50	115,80	117,70	65
25,00	29,50	40	117,70	118,00	60
29,50	37,60	55	118,00	126,60	50
72,95	79,30	30	126,60	128,15	25
79,30	82,65	20	128,30	131,55	35
82,65	86,30	30			