

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



**Reavaliação do potencial metalogenético dos domínios anómalos associados às mineralizações auríferas da Faixa Vila Verde – Ponte da Barca**

Marcelo Godinho da Silva

**Mestrado em Geologia Económica**

Prospecção Mineral

Relatório de estágio orientado por:

Mário Abel Gonçalves (FCUL)

Maria João Batista (LNEG)

2017

Os obstáculos foram feitos para  
serem ultrapassados. Só assim se  
evolui enquanto pessoa.

## Agradecimentos

A realização desta dissertação nunca teria sido possível sem o apoio de várias pessoas que, de uma maneira ou outra, contribuíram para ela.

Gostaria de agradecer primeiro aos meus pais, que sempre fizeram o possível e o impossível para que eu continuasse com os estudos e tivesse tudo o que fosse preciso.

Em seguida quero agradecer aos meus orientadores, Mário Abel Carreira Gonçalves e Maria João de Almeida Farinha Batista, por me terem aceite como orientando e pela paciência demonstrada nalguns momentos de teimosia minha.

Um agradecimento enorme ao Professor Doutor António Manuel Nunes Mateus, Jorge Manuel Verdilhão Figueiras e Isabel Maria Silveira Ribeiro da Costa, pela disponibilidade e preocupação demonstrada, não só durante a realização do mestrado, mas também fora dele. Quero também agradecer à Dra. Cytia Mourão pela ajuda e pelo apoio, ao Dr. Pedro Rodrigues pela ajuda durante a fase de trabalho na microssonda eletrónica e ao pessoal da Universidade de Aveiro, em especial a Fernando Rocha e Maria Cristina Sequeira, pelas análises de química de rocha total.

Não posso deixar de agradecer às amigadas que fui fazendo ao longo deste caminho, académico e pessoal, pois em muitos momentos dependi delas para apoio emocional e psicológico. Como tal, agradeço ao Filipe Ribeiro, Ivo Martins, João Reis e Paulo Almeida, que por todas as vezes que me infernizaram a cabeça, também me deram apoio e orientação. À Joana Araújo e à Rita Pereira, que estiveram sempre lá para me ouvir e apoiar nos meus momentos de maior fraqueza. Ao André Santos, que me ajudou imenso na reta final, e ao resto do grupo CPCM, que foram estando presentes. Ao José Roseiro, que me mostrou que não devia de ter ideias pré-concebidas das pessoas e pelo apoio moral incansável, mesmo quando achava que eu estava contra ele. Ao Frederico Martins, que esteve sempre disposto a dar apoio moral e a mostrar um vídeo para eu me rir. Ao Rafael Conceição e ao Rui Henriques, que sem saberem foram um apoio importante nesta dissertação, por me ajudarem a ter alguma estabilidade fora da faculdade. À Filipa Luz, a nossa mãe e chefe de serviço, e a quem eu procurei várias vezes por conselhos de alguém mais experiente. Agradeço ainda ao resto dos meus colegas de mestrado: Bruno Barros, Hugo Esteves, José Velez, Miguel Santos e Rita Ferraz, por todos os momentos de boa disposição e companheirismo que me deram, em especial nas saídas de campo. Por fim, gostaria de agradecer à Elsa Dias, Encarnação Rosa e Ana Rodrigues, por tentarem sempre tudo para que eu tivesse sucesso. De uma maneira ou outra todas estas pessoas fizeram de mim alguém melhor, e por isso têm o meu eterno agradecimento.

Um obrigado sincero à Direção da Escola Secundária de Odivelas, que em mais do que uma ocasião ajudou-me a mim, e à minha família, quando as coisas não estiveram no seu melhor.

Gostaria de agradecer ao LNEG como entidade, pelo espaço de trabalho que disponibilizou para mim e pelo acesso que me deu às informações todas que me eram necessárias. Um agradecimento especial à Dr. Catarina Maria Figueiredo Bettencourt Moniz por me ter disponibilizado as minutas de campo da minha área de trabalho e à Doutora Lídia Maria Amaral Raposo do Quental por ter disponibilizado as imagens Sentinel 2A e ter explicado como funciona. Agradeço ainda à Rute Maria Morgado Salgueiro, Elsa Cristina L. Rodrigues Ramalho e Filomena Brandão, pela companhia e ajuda no que fosse preciso dentro do departamento. Por último, mas não menos importante, agradeço ao Doutor Daniel Pipa Soares de Oliveira, que se mostrou sempre disponível para me ajudar, tanto a nível académico como profissional.

## Resumo

A área de estudo corresponde à faixa de Vila Verde – Ponte da Barca, que se insere no sector NW da Zona Centro-Ibérica. Nesta faixa encontram-se várias ocorrências de mineralizações de Au hospedadas em filões de quartzo, sendo as mais conhecidas as de Godinhaços, Grovelas, Marrancos e Entre Ambos-os-Rios. O encaixante é na sua maioria composto por diferentes fácies de rochas graníticas e, na área de Marrancos por sequências de rochas metassedimentares do Silúrico. As ocorrências são conhecidas desde tempos romanos e foram feitos vários estudos anteriores a esta dissertação, existindo inclusive indícios de explorações, como em Marrancos. O objetivo principal desta dissertação é rever o conhecimento adquirido sobre a faixa e reavaliar o potencial metalogenético que esta possa ter, principalmente em Au, estudando seis locais de maneira a obter um panorama geral da área. As seis áreas foram Coto da Cruz, Froufe, Godinhaços, Grovelas, Marrancos e Monte das Corujeiras. Para responder a esta problemática o estudo partiu de um relatório técnico que forneceu dados de sedimentos de corrente e dados de mineralometria para toda a região, e dados de geoquímica de solos e geofísicos para as áreas de Godinhaços, Grovelas e Marrancos. Para este conjunto alargado de dados foi possível criar mapas de isoteores, utilizando como método de interpolação o “inverso do quadrado da distância”. Os mapas foram mais tarde filtrados com base em análises multifractais, separando os valores de fundo dos valores anómalos. A conjugação de diferentes mapas permitiu estabelecer relações prováveis entre elementos, indicando que o As é o elemento que melhor se relaciona com o Au, uma vez que os teores mais elevados de As observados no mapa são compatíveis com os locais onde se verificou uma maior contagem do número de partículas de Au.

Foram ainda colhidas amostras nas seis áreas referidas de filão mineralizado e, sempre que possível, de encaixante. Estas amostras foram depois descritas em amostra de mão e em petrografia e foi selecionado um conjunto representativo delas para análises de química mineral pontual. As amostras de encaixante correspondentes a rochas graníticas foram processadas para análises de fluorescência de Raio-X.

O estudo petrográfico demonstra que a mineralogia principal das mineralizações é constituída por quartzo, sericite, clorite, sulfuretos, principalmente arsenopirite, e minerais secundários resultantes da meteorização, nomeadamente escorodite ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), hematite e goethite. Registou-se a presença de pelos menos mais três espécies minerais de arsenato, surgindo nas áreas de Coto da Cruz, Godinhaços e Grovelas. O Au está acomodado na estrutura da arsenopirite ou incluso nos cristais, como fundamentado pela química mineral, ou livre no filão como Au nativo ou *electrum*, habitualmente associado a domínios alterados para escorodite. Associado à arsenopirite encontra-se bismutinite, que nos indica que a arsenopirite precipitou numa altura precoce da circulação de fluidos hidrotermais. As evidências petrográficas indicam o estabelecimento de condições ideais que permitiam a dissolução da arsenopirite, dos bordos para o interior, e conseqüente precipitação de escorodite. O transporte do Au não é assegurado, uma vez não haver atividade de Cl suficiente para formar complexos aquosos cloretados, e como tal o Au deverá estar retido nos primeiros horizontes do perfil de meteorização. O transporte por outros complexos é inviabilizado pelas condições físico-químicas inferidas para o fluido meteórico atuante. Os resultados obtidos ao longo do presente estudo demonstram que o Au precipitou numa fase precoce do sistema hidrotermal, e o próprio sistema teve uma expressão reduzida a nível regional, associada ao retrabalhamento e mobilização tardia da mineralização, e como tal o potencial da Faixa hospedar mineralizações auríferas economicamente importantes é reduzido.

**Palavras-Chave:** Zona Centro-Ibérica; Mineralizações auríferas; Vila Verde – Ponte da Barca; Arsenopirite aurífera;

## Abstract

The study area matches the Vila Verde – Ponte da Barca ore belt, which is in the NW part of the Central-Iberian Zone. This ore belt is comprised of several quartz vein-hosted Au mineralization, and some of the most well-known are Godinhaços, Grovelas, Marrancos and Entre Ambos-os-Rios. The host rocks found here are mostly granitic rocks of several facies, and in the Marrancos region the host rock is a sequence of metasedimentary rocks from the Silurian age. The Au occurrences are acknowledged since roman times and several studies have already been conducted prior to this thesis, and there are reports of explorations and exploitations, like the one in Marrancos. The main objective for this dissertation is to revisit the knowledge acquired for this ore belt and re-evaluate the metallogenetic potential that it may have, especially regarding Au, by studying six different areas to get a general view of the area. These six areas where: Coto da Cruz, Froufe, Godinhaços, Grovelas, Marrancos and Monte das Corujeiras. To answer this problem the study derived from a technical report which contained stream sediments and mineralometric data from campaigns for the whole ore belt, and geochemical and geophysical data from smaller, more precise, campaigns done in Godinhaços, Grovelas and Marrancos. For this large set of data it was possible to create isoconcentration maps using the “inversed squared distance” interpolation method. The maps were later filtered recurring to multifractal analysis, separating the base values from the anomalous ones. The conjugation of different maps allowed to establish probable relations between elements, concluding that As is the one who better relates with Au from the mineralometric data, since higher concentrations of As as observed in the map coincide with the places where the highest number of Au particles was accounted for.

There were also collected samples from the mineralization in the six areas mentioned above. Whenever possible, host rock samples were also collected. All the samples were studied macroscopically and petrographically and a small representative set of them were selected for mineral chemistry analysis. Samples that belonged to granitic host rocks where processed for X-Ray fluorescence.

The petrographical study shows that the main mineralogy in the mineralizations in composed by quartz, sericite chlorite, sulphides, mainly arsenopyrite, and secondary minerals that resulted from weathering, namely scorodite ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), hematite and goethite. There is also the record of at least three other arsenate mineral species, which were found in Coto da Cruz, Godinhaços and Grovelas, respectively. Au takes part in the arsenopyrite in its structure or as an inclusion, as supported by the mineral chemistry, and free in the vein as native Au or electrum, commonly associated to scorodite-rich dominions. Also associated with arsenopyrite is bismuthinite, which indicate that the arsenopyrite must have precipitated during the initial stages of the hydrothermal system. The petrographical evidences also point that there were ideal conditions to dissolve arsenopyrite from the rim to the centre, and consequently deposit scorodite. However, the Au transport was not assured, since there wasn't sufficiently high Cl activity for Au to be transported as chloride aqueous complex, so the most likely place to find Au are in the first layers of the weathering profile. Transport by other complexes is also not possible due to the chemical properties of the meteoric fluid. Results show that Au precipitated during an early stage of the hydrothermal system, and that the hydrothermal system itself had a small expression, associated with reworking and late mobilization of the mineralization, and as such the potential for this ore belt to host economically important Au occurrences is slim.

**Key-Words:** Central-Iberian Zone; Gold mineralizations; Vila Verde – Ponte da Barca; Gold-bearing arsenopyrite

## Índice

Índice .....	V
Índice de figuras .....	V
Índice de tabelas .....	VII
Lista de abreviaturas .....	VIII
1. Introdução .....	1
2. Enquadramento Geológico .....	3
2.1 Compilação de trabalhos .....	3
2.2 Enquadramento .....	4
3. Metodologias .....	9
3.1 Recolha e tratamento de dados .....	9
3.2 Amostragem e preparação de amostras – componente analítica .....	11
4. Apresentação dos Resultados .....	14
4.1 Estatística descritiva .....	14
4.2 Análise estrutural .....	18
4.3 Geoquímica – mapeamento: .....	21
4.4 Geoquímica – multifractal: .....	27
4.5 Geoquímica – análises de rocha total: .....	34
4.6 Geofísica .....	38
4.7 Análise petrográfica e mineralógica das áreas estudadas: .....	40
4.8 Química Mineral .....	45
5. Discussão .....	63
6. Conclusões .....	67
7. Referências Bibliográficas .....	69

## Índice de figuras

Figura 2.1 – Distribuição das ocorrências de W, Sn e Au no Norte de Portugal. 1: Pós-paleozóico; 2: granitos biotíticos pós-tectónicos; 3: granitos biotíticos tarditectónicos; 4: granitos de duas micas sintectónicos; 5: granitos biotíticos sintectónicos; 6: rochas básicas e ultrabásicas; 7: metassedimentos; 8: falhas e cisalhamentos. Retirado de Dias et al., 2013. ....	7
Figura 2.2 - Enquadramento regional. Tons verdes - Rochas metassedimentares; Tons rosa e cinzentos - rochas graníticas de diferentes fácies. A legenda em detalhe pode ser consultada no Anexo IV .....	8
Figura 3.1 – Localização das amostras recolhidas pelo SFM e no âmbito do relatório de estágio. ....	13
Figura 4.1 – Diagrama radar dos elementos em comum das 3 áreas onde se fez geoquímica de solos. Valores em ppm. ....	18
Figura 4.2 – Box-plot para As das três campanhas de geoquímica de solos. Valores em ppm. ....	18
Figura 4.3 - Rede hidrogáfica da região, sobreposta à imagem Sentinel 2A .....	19
Figura 4.4 – Análise estrutural da região. Em cima – panorama geral; Em baixo – pormenor da carta 30, com as falhas inferidas da análise do Sentinel 2A. ....	20
Figura 4.5 – Pormenor da concentração do Cu nas povoações próximas à cidade de Ponte da Barca .....	22
Figura 4.6 – Mapa de isotores do As com a distribuição mineralométrica das partículas de Au. ....	22

Figura 4.7 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços.....	24
Figura 4.8 – Mapa de isotores para o Au dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	24
Figura 4.9 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	26
Figura 4.10 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Marrancos.....	27
Figura 4.11 – Gráfico log A vs Log C para o elemento As da campanha de geoquímica de solos de Godinhaços, acompanhado pela equação de cada reta. Exemplo de um gráfico multifractal com dois patamares. ....	28
Figura 4.12 – Progressão da aplicação do multifractal no As para os dados de geoquímica de Godinhaços. As L0 - sem multifractal (original); As L1 - com o limiar 1; As L2 - com o limiar 2.....	28
Figura 4.13 – Anomalia do Cu (com o primeiro limiar aplicado) para os dados de sedimentos de corrente. ....	30
Figura 4.14 – Pormenor da concentração do Zn dos sedimentos de corrente, com a aplicação do método multifractal (1º limiar).....	30
Figura 4.15 – Classificação dos granitóides analisados segundo o Fe* .....	35
Figura 4.16 – Classificação dos granitóides analisados segundo o MALI .....	36
Figura 4.17 – Classificação dos granitóides de acordo com os elementos traço. Adaptado de Pearce et al, 1984.....	37
Figura 4.18 – Quadro classificativo dos granitos.....	37
Figura 4.19 A - Mapa da Elipticidade para a área de Grovelas. B - Mapa de "tilt" para a área de Grovelas .....	39
Figura 4.20 - Perfil 0 de polarização induzida para a área de Marrancos. ....	40
Figura 4.21 – Exemplos da mineralogia encontrada na área de Coto da Cruz. Luz transmitida A e B: moscovite e sericite no seio de um filão de quartzo. (Nicóis paralelos e cruzados) C e D: escorodite a envolver a restante mineralogia (nicóis paralelos e cruzados). msc – moscovite; ser – sericite; scr – escorodite .....	41
Figura 4.22 – Imagem de electrões retrodifundidos com o mineral desconhecido, em tons brilhantes de cinzento, na matriz escorodítica. Luz refletida .....	41
Figura 4.23 – A: imagem de microscopia ótica em luz refletida e nicóis paralelos de uma arsenopirite a ser alterada para escorodite; B: a mesma escorodite, mas em imagem de eletrões retrodifundidos, com luz refletida. O zonamento de cinzentos é dado por diferenças na composição química da escorodite; C e D: rútilo em luz transmitida e nicóis paralelos e cruzados. O bandando é dado por enriquecimentos em W. apy – arsenopirite; scr – escorodite; rut – rútilo.....	43
Figura 4.24 – Mineralogia do filão de Grovelas. Em A, B e C observam-se as relações entre a arsenopirite e a escorodite. D: ouro nativo associado à escorodite. Luz refletida na imagem A, B e D. Luz transmitida na imagem C. Imagem A em nicóis paralelos e B e C em nicóis cruzados. apy – arsenopirite; scr – escorodite; Au – ouro nativo. ....	44
Figura 4.25 – Arsenopirite alterada para escorodite. Luz transmitida, nicóis paralelos e cruzados. apy – arsenopirite; scr – escorodite .....	44
Figura 4.26 – Projecção das moscovites analisadas no diagrama Si versus K+Na (a.p.f.u.).....	46
Figura 4.27 – Projecção das sericites analisadas no diagrama Al vs. Mg (a.p.f.u.). ....	46
Figura 4.28 – Classificação das biotites de acordo com Foster (1960). $R^{3+} = Al^{IV} + Ti$ .....	48
Figura 4.29 – Diagrama de classificação de Foster (1962) .....	49
Figura 4.30 – Projecção dos elementos menores do perfil analisado na lâmina CC4a (Coto da Cruz)...	53
Figura 4.31 – Projecção dos elementos menores do perfil analisado na lâmina F1-Ia (Froufe).....	53
Figura 4.32 – Projecção das análises de Au nos perfis feitos em arsenopirite das lâminas CC4a e F1-Ia .....	53
Figura 4.33 – Imagem de eletrões (em cima, à esquerda) em luz refletida e imagens composicionais de EDS de um arsenato próximo de arsenopirite. A imagem de eletrões de Al comprova as tonalidades mais escuras de cinzento serem enriquecidas em Al. Lâmina G4b (Godinhaços).....	55
Figura 4.34 – Gráfico ternário da projecção dos feldspatos analisados .....	61

## Índice de tabelas

Tabela 3.1 – Comprimentos de onda e resolução espacial de cada banda usada no Sentinel 2A .....	11
Tabela 3.2 - Localização e referência das amostras colhidas .....	12
Tabela 4.1 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica dos sedimentos de corrente (regional). Concentração em ppm.....	14
Tabela 4.2 – Regra de Sturges para os dados de sedimentos de corrente.....	15
Tabela 4.3 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Godinhaços. Concentração em ppm.....	15
Tabela 4.4 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Godinhaços). .....	15
Tabela 4.5 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Grovelas. Fe em %, os restantes em ppm. ....	16
Tabela 4.6 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Grovelas). .....	16
Tabela 4.7 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Marrancos. Concentração em ppm.....	17
Tabela 4.8 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Marrancos). .....	17
Tabela 4.9 – Limiares encontrados para os dados de sedimentos de corrente.....	29
Tabela 4.10 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Godinhaços .....	31
Tabela 4.11 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Grovelas.....	32
Tabela 4.12 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Marrancos .....	33
Tabela 4.13 – Elementos relevantes na classificação geoquímica dos granitóides analisados .....	34
Tabela 4.14 – Elementos relevantes para a classificação através do Fe* .....	35
Tabela 4.15 – Elementos relevantes para a classificação através do índice alcalis-calco modificado (MALI).....	35
Tabela 4.16 – Elementos relevantes para a classificação através do índice de saturação de Al .....	36
Tabela 4.17 – Tabela das fórmulas estruturais médias de cada área e gênese.....	47
Tabela 4.18 – Tabela das análises de microsonda da pirite e respetivo cálculo da fórmula estrutural.	50
Tabela 4.19 – Tabela das análises da microsonda da calcopirite e respetivo cálculo da fórmula estrutural .....	51
Tabela 4.20 – Tabela resumo das médias das áreas para os dados da microsonda e fórmula estrutural da arsenopirite .....	52
Tabela 4.21 – Tabela resumo das médias para arsenatos do grupo da variscite.....	54
Tabela 4.22 – Tabela resumo das médias da farmacossiderite (supergrupo da farmacossiderite).....	56
Tabela 4.23 – Tabela resumo das médias da bariofarmacossiderite (supergrupo da farmacossiderite).57	
Tabela 4.24 – Tabela das análises de microsonda de um arsenato de bismuto de nome desconhecido .....	58
Tabela 4.25 – Análises de microsonda para ouro.....	58
Tabela 4.26 – Tabela dos valores em a.p.f.u. das análises de microsonda de plagioclases.....	60
Tabela 4.27 – Tabela dos valores em a.p.f.u. das análises de microsonda de feldspato alcalino .....	61

## Lista de abreviaturas

CXG – Complexo Xisto-Grauváquico

*e.g.* – *exempli gratia*

IGM – Instituto Geológico e Mineiro (entidade precursora do atual LNEG)

IMA – *International Mineralogical Association*

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

ND – Não Definido ou Não Detetado

SIORMINP - Sistema de Informação de Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses

SFM – Serviço de Fomento Mineiro

ZCI – Zona Centro-Ibérica

### Unidades:

$\text{gcm}^{-3}$  – gramas por centímetro cúbico

$\text{km}^2$  – quilómetros quadrados

m - metros

M.a. – milhões de anos

ppb – parts per billion

ppm – parts per million

*wt%* – *weight percent* (percentagem peso)

## 1. Introdução

A geologia económica é uma vertente da geologia que se preocupa com as matérias-primas minerais que podem ser usadas em contexto económicos e industriais. Estas matérias incluem metais base, metais (semi-)preciosos, rocha ornamental e de construção, petróleo, carvão e outros recursos energéticos. Dada a complexidade envolvida, a geologia económica abrange diferentes áreas das geociências como a geofísica, a geoquímica, a mineralogia, a petrologia e a geologia estrutural, fazendo uso da multidisciplinaridade para a compreensão, descrição, e, se for caso disso, prospeção e exploração de um recurso. A geologia económica ocupa-se ainda na procura de substitutos viáveis para os recursos que acarretam um risco de abastecimento, oferecendo, sempre que possível, uma alternativa mais económica e mais acessível. Isto é especialmente crítico nos metais menos abundantes, que são muitas vezes explorados apenas como subproduto, dado que só por si não conseguem justificar a abertura de uma mina. Assim, é crucial conhecer ao detalhe a mineralogia do depósito, de maneira a rentabilizar o processo e extrair o máximo possível, ao mesmo tempo que se diminuem as perdas. Uma vez que as matérias-primas minerais são recursos não-renováveis à escala humana, é determinante conhecer a mineralogia e a génese dos depósitos minerais na tentativa de estabelecer modelos metalogenéticos robustos, capazes de servir de base para procurar depósitos até então desconhecidos. O objetivo final deste constante refinamento é assegurar uma leitura das reservas existentes de um dado recurso, para poder estimar o tempo médio de vida de uma mina, e se a oferta do produto será capaz de corresponder à procura do mesmo no mercado.

Quando não é possível procurar um novo depósito é comum visitar-se locais onde se sabe surgirem ocorrências minerais, quer por trabalhos de prospeção realizados na área, quer pela existência de explorações antigas. É o caso desta tese de mestrado, onde se procura visitar um local com registos de ocorrências auríferas, incidindo novas metodologias a dados obtidos por trabalhos anteriores e comparar com dados novos, assim como explorar novos locais ainda pertencentes à área de estudo.

O Au categoriza-se como um metal precioso tendo uma abundância crustal de 1,3 ppb, densidade de 19,3 g cm<sup>-3</sup>, brilho metálico, não oxidável e com maleabilidade e ductilidade bastante elevada, tornando-se ideal para ser trabalhado em sectores de joalheria, na indústria monetária ou como parte integrante em componentes eletrónicos de alta precisão (Lide, 2003).

Quimicamente é um metal nobre, e como tal muito pouco reativo. Pode ocorrer sob a forma de grãos de Au nativo, incorporado na estrutura de vários outros minerais, em solução sólida com prata (*electrum*) e forma ligas metálicas com Cu e com Pd. Quando combinado em ligas metálicas, o Au tem aplicações na ourivesaria, medicina, fotografia e indústria química (Lide, 2003)

Na parte Norte de Portugal ocorrem mineralizações primárias de Au, fundamentalmente sob a forma de estruturas filonianas, em que a fase silicatada principal é quartzo. A distribuição destas estruturas encontra-se espacialmente relacionada com grandes zonas de cisalhamento dúctil-frágil de idade Varisca D<sub>3</sub> e geologia encaixante variada desde diferentes fácies graníticas a rochas metassedimentares de idade Paleozóica. O facto de existirem filões que cortam quer granitos tardi-tectónicos quer metassedimentos do Estefaniano, permite a inferência de serem tardios em relação a D<sub>3</sub> (Noronha & Ramos, 1993).

De acordo com os dados disponíveis no SIORMINP, Portugal regista 231 ocorrências de Au, a maioria das quais se situam na Zona Centro-Ibérica, apresentado uma grande variedade de mineralizações, algumas delas com teores e tonelagens interessantes, de onde se explora ou já foram explorados metais economicamente rentáveis. Na Faixa de Vila Verde – Ponte da Barca, as mineralizações ocorrem como estruturas filonianas quartzosas ou tardiamente aproveitando estruturas aplito-pegmatíticas pré-existent, associadas à faixa de cisalhamentos de Vigo-Régua-Penedono (Portela das Cabras), aos alinhamentos NE-SW (Portelas das Cabras, Grovelas, Muia e Entre Ambos os Rios) e às zonas de

intersecção entre os alinhamentos (Portela das Cabras). A associação química encontrada no local é As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn), e, portanto, a associação mineralógica é arsenopirite-pirite-bismutinite-bismuto-ouro-electrum-(tungstato-cassiterite-estannite-molibdênio-calcopirite-esfalerite-galena-sulfossais) (Noronha & Ramos, 1993). A presença dos minerais acessórios é evidência para a sobreposição de diversos eventos mineralizantes.

Pretende-se com esta dissertação complementar o conhecimento existente através do uso de informação prévia de natureza geológica, geoquímica e geofísica, conjugadas com a análise de lâminas delgadas e química mineral de amostras obtidas no âmbito deste trabalho, com o objetivo de reavaliar o potencial metalogenético das mineralizações de Au da área respeitante à faixa que ocupa parte do concelho de Braga e Viana do Castelo.

#### Estrutura da tese:

A presente tese encontra-se estruturada da seguinte forma. Após a introdução apresenta-se uma descrição geológica da área de estudo, começando por resumir alguns dos trabalhos mais importantes realizados na área, tanto na Zona Centro Ibérica como um todo, como na área entre Vila Verde – Ponte da Barca. Esta coletânea de informação serviu de fundamento para a criação de um enquadramento geológico, que procura sintetizar os principais eventos da Zona Centro-Ibérica que afetaram em particular a área de estudo. O capítulo final do enquadramento geológico apresenta as principais ocorrências minerais do local. Em seguida é apresentado um capítulo dedicado às metodologias utilizadas pelo Serviço de Fomento Mineiro e pelo LNEG para os dados fornecidos pelos mesmos, e as metodologias utilizadas durante a realização desta tese, nomeadamente os métodos estatísticos utilizados e as condições analíticas dos equipamentos utilizados. A apresentação dos resultados inicia-se no capítulo seguinte, dispondo os resultados da estatística descritiva realizada para os dados de geoquímica de solos de três áreas alvo e para os dados de sedimentos de corrente, incluindo as tabelas de correlação; a análise estrutural da área de estudo; os mapas geofísicos e geoquímicos obtidos, que compreende os mapas de anomalias geoquímicas com e sem a análise multifractal; litogeoquímica das rochas granitóides encaixantes; o estudo mineralógico e petrográfico das amostras colhidas no campo; e a química mineral com das análises de microsonda. Com os resultados dispostos segue uma discussão dos mesmos, atendendo a cinco tópicos principais: 1. Com base em argumentos de natureza petrográfica e mineralógica procurar possíveis diferenças entre as diferentes áreas mineralizadas, uma vez que todas partilham o mesmo contexto estrutural e metalogenético; 2. Discutir os efeitos de alteração hidrotermal nas áreas em que seja possível e procurar evidências que apontem para a influência da natureza das rochas encaixantes; 3. Estabelecer uma relação entre as observações das amostras, a mineralização associada e o sinal geoquímico obtido nas campanhas de prospeção; 4. Estabelecer uma possível relação entre os patamares anómalos em Au ou elementos afins e os dados obtidos, nomeadamente os de natureza cristaloquímica e química das arsenopirites; 5. Os efeitos da meteorização. Finalmente, as principais conclusões que são possíveis de retirar dos resultados e da dissertação como um todo, procurando neste último capítulo responder às temáticas colocadas como temas principais da tese, nomeadamente à questão da reavaliação do potencial metalogenético aurífero.

## 2. Enquadramento Geológico

### 2.1 Compilação de trabalhos

De entre os trabalhos mais antigos que existem na área de estudo foram consultadas as Cartas Geológicas à escala de 1:50.000 com as suas respetivas notícias explicativas. Estas foram levadas a cabo por Teixeira e Medeiros (1969, 1972, 1973), para as cartas 5-C, 5-A, e 5-D. Os estudos petrográficos de Matos Alves e Moreira, Pinto Coelho e Macedo, estão incluídos respetivamente nas cartas supracitadas. A carta 5-B e respetiva notícia explicativa são da autoria de Medeiros *et al.* (1975), com o apoio de Teresa Palácios Perez na elaboração dos estudos petrográficos. A última carta, 1-D, foi publicada por Moreira e Simões (1988) com a sua própria notícia explicativa. A folha 1 à escala 1:200.000 foi coordenada por Pereira e a notícia explicativa da mesma foi escrita por Cabral *et al.* (1992).

Concomitantemente surgiram trabalhos com abordagens e objetivos distintos que permitiram o aprofundamento do conhecimento da Zona Centro-Ibérica, em particular da área de Vila Verde – Ponte da Barca:

Noronha e Ramos (1993) avançaram com uma revisão sobre as mineralizações auríferas primárias no Norte de Portugal onde procuram compilar os estudos efetuados na província auro-argentífera do NW da Península Ibérica seguido de uma exposição sobre a geologia da região, com particular enfoque nas direções das estruturas tectónicas principais e na mineralogia que se encontra nas mineralizações auríferas. O estudo petrográfico realizado em várias áreas permitiu a elaboração de quadros paragenéticos e diagramas bivariados, concluindo que as mineralizações de Au apesar de ocorrerem espacialmente associadas a zonas de cisalhamento dúctil, apresentam mais do que um tipo de deformação, implicando uma mudança no regime. As mineralizações de Au derivam, portanto, de um processo hidrotermal prolongado no tempo, onde os processos de deposição e/ou concentração terão perdurado cerca de 20 M.a., entre 300 e 280 M.a. Apesar de estes processos hidrotermais serem independentes daqueles que conduziram à formação das mineralizações de W, é possível encontrar sobreposição das diferentes mineralizações.

Pereira *et al.* (1993) estudaram os cisalhamentos Variscos e controlo das mineralizações de Sn - W, Au e U na Zona Centro-Ibérica. O artigo possui um capítulo teórico com os tipos de cisalhamento que podem ser encontrados, as fendas de tração e a relação que estas duas estruturas têm com o regime que estaria em vigor. Concluem que as concentrações minerais resultaram de processos complexos com interações magmáticas e metamórficas, com mobilizações de fluidos de diferentes origens e naturezas. No caso das mineralizações de Au/Ag, admitem a existência de pré-concentrações de origem sedimentar ou exalativa-vulcânica e com mobilizações por fluidos de origem metamórfica.

A NW da Faixa de Vila Verde – Ponte da Barca foi estudado o posicionamento paragenético e caracterização composicional da arsenopirite de Serra de Arga por Gomes e Gaspar (1995). Este trabalho abordou as arsenopirites e esfalerites de diferentes estruturas de cisalhamento no contexto da deformação tardi-Varisca. Através deste estudo foi-lhes permitido tecer considerações quanto à temperatura de deposição dos minerais e equilíbrios com fases minerais acessórias, nomeadamente que existem duas gerações de arsenopirite: uma coexistente com cordierite, acima dos 600°C, e uma que estará associada à volframite, perto dos 490°C. Existe ainda um intervalo, entre 360 a 325°C que terá controlado as reativações cisalhantes responsáveis pela deposição da esfalerite.

Nogueira e Noronha (1995) estudaram a paleocirculação de fluidos relativo ao sistema hidrotermal aurífero na região de Grovelas-Godinhaços. A paleocirculação foi deduzida através de planos de inclusões fluidas, que evidenciou a existência de duas fases de circulação de fluidos: áquo-carbónica de

orientação N70°E, e aquosa, orientada N-S. O estudo de inclusões fluidas permitiu ainda analisar a permeabilidade das rochas, para além do campo de tensões encontrados durante a formação dos planos.

Nogueira (1997) continuou a análise de paleofluidos mineralizantes relativamente às suas temperaturas, composições e evoluções P-T, avançando para os planos de inclusões fluidas. Nogueira e Noronha (1998) expandiram o conhecimento da metalogenia aurífera da região de Vila Verde, fornecendo um modelo metalogenético baseado no estudo dos planos de inclusões fluidas (microestruturas), com especial enfoque nos campos de tensão atuantes, e no estudo dos fluidos circulantes, que se determinaram serem essencialmente de duas fontes distintas: fluidos áquo-carbónicos com contribuição metamórfica e fluidos aquosos com contribuição meteórica.

No século XXI os trabalhos prosseguiram com Mateus e Noronha (2001) que propõem o mecanismo de *uplift* crustal do terreno ibérico resultante da recuperação isostática, para explicar as observações no terreno, nomeadamente a transição dúctil-frágil, a circulação de fluidos e a metalogenia. Este artigo permitiu concluir que os eventos mineralizantes se processaram a temperaturas relativamente baixas (<350°C), com trajetos P-T-t a mostrar quedas de pressão significativas. A mistura de fluidos em maior ou menos grau também afeta a evolução de um sistema geoquímico relacionado com zonas de cisalhamento, podendo modificar a composição química do fluido circulante ou modificar os parâmetros principais que poderão determinar a deposição dos sulfuretos.

Mateus e Noronha (2010) contribuíram para o conhecimento dos sistemas mineralizantes da ZCI com a análise dos fluidos intervenientes nas zonas de cisalhamento e falhas e na instalação dos campos filonianos espacialmente associados aos granitóides.

Araújo e Gomes (2014) estudaram as partículas de Au incluídas em arsenopirites colhidas nas zonas de cisalhamento da vertente oriental da Serra de Arga, a NW da área de estudo da presente dissertação. A observação das arsenopirites em diferentes locais, que correspondem a diferentes profundidades de uma única estrutura em duplex, permitiu demonstrar que zonas mais profundas correspondentes a níveis mais complexos sofreram diluição aurífera, de maneira que apresentam habitualmente teores em Au mais baixos.

Gonçalves (2015) abordou as propriedades magnéticas relacionadas com a alteração hidrotermal associada a mineralizações de Au intragraníticas. O objetivo principal era caracterizar o granito através das suas características magnéticas; reconhecer tipos de deformação registados pelos minerais, assim como fazer um estudo petrográfico geral; e identificar alterações hidrotermais provocadas pela circulação de fluidos mineralizantes. Com o estudo puderam distinguir vários tipos de granitos e perceber que os filões mineralizados em Au ocorrem com maior frequência na vizinhança do limite entre o granito de S. Mamede e o granito de Vila Verde. O padrão de fracturação é consistente com aquele encontrado na região, ou seja, entre N40°E e N60°E. O estudo petrofísico demonstrou que a suscetibilidade magnética é um bom indicador das variações da alteração hidrotermal e pode ser usado como método para identificar graus de alteração em granitos com potencial metalogenético.

## 2.2 Enquadramento

A área de estudo localiza-se na Zona Centro-Ibérica, parte integrante da cintura orogénica Varisca da Península Ibérica, e em que dominam rochas granitóides que intruíram sequências metassedimentares e metavulcânicas. Nestas litologias ocorrem uma série de mineralizações epigenéticas com importância económica, em particular durante o período associado à deformação D<sub>3</sub> (Mateus & Noronha, 2010).

A Zona Centro-Ibérica pertence ao Maciço Ibérico situando-se entre a Zona Astur Ocidental Leonesa a Norte e a Zona de Ossa Morena a Sul e tem como litologias mais antigas as pertencentes ao Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) de idade câmbria, recentemente designado como Super Grupo Dúrico-Beirão (Meireles *et al.*, 2013) com duas grandes divisões no NW português em Grupo das Beiras e Grupo do Douro.

A litoestratigrafia do Complexo é dominada por metagrauvaques, metaconglomerados, xistos e alguns calcários e filitos. As litologias ter-se-ão depositado numa bacia que sofreu dobramento de grande amplitude, com geometria de dobras em caixa com planos axiais de inclinação variável, posteriormente afetadas por um episódio erosivo, sobre as quais as sequências do Ordovícico assentam em discordância. As litologias do Ordovícico iniciam-se no Tremadociano com a deposição de um conglomerado, seguido dos quartzitos no Arenigiano, Xistos e Filitos no Lanvirniano e Landeiliano, e novamente quartzitos no Caradociano (Pereira, 2014).

As litologias do Silúrico afloram em vastas áreas na ZCI correspondendo essencialmente a filitos e argilitos negros, que tiveram na sua origem sedimentos finos.

Relativamente ao Devónico apenas se registam alguns afloramentos preservados nos núcleos de antiformalas.

Na área de estudo afloram fundamentalmente rochas metassedimentares de idade silúrica apresentando três paragénese distintas (Medeiros, 1975):

- 1- Moscovite + Biotite + Clorite + Quartzo + Cordierite + Feldspato-alcálico + Plagioclase (Albite) + Turmalina + Mineral Opaco + Silimanite
- 2- Quartzo + Plagioclase (Albite) + Biotite + Clorite + Feldspato-alcálico + Moscovite
- 3- Cordierite + Quartzo + Feldspato-alcálico + Biotite + Moscovite + Mineral Opaco + Fibrolite (Silimanite fibrosa) + Andaluzite + Plagioclase (Albite) + Turmalina + Zircão

De salientar que a presença de cordierite se reporta nos domínios de metamorfismo de contacto, caracterizando por isso litologias na proximidade de plutões graníticos.

A síntese que se segue, relativa à evolução estrutural da Zona Centro-Ibérica, foi fundamentalmente baseada em Dias *et al.* (2013), e acessoriamente de outras fontes, que são citadas quando apropriado.

A ZCI apresenta dobramentos principais genericamente orientados segundo NW-SE a E-W, com uma vergência variável maioritariamente para NE nas zonas enquadrantes da área em estudo. Durante o período de deformação Varisca identificaram-se três fases principais, designadas D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub>, datadas no Terreno Continental Alóctone e Terreno Ofiolítico do NW Peninsular com 395-380Ma, *ca.* 373Ma e 330-310Ma, respetivamente (Dias *et al.*, 2013).

A primeira fase de deformação (D<sub>1</sub>) é responsável por dobramento de orientação geral NW-SE, com as charneiras das dobras a variarem entre subhorizontal a ligeiramente mergulhantes para NNW a WNW. A vergência do dobramento faz-se para SW. No entanto os eixos das dobras variam de NNE-SSW a NW da ZCI, até praticamente E-W a Sul do domínio NE da ZCI, ou seja, formando aquilo a que se designa Arco Ibero-Armoricano.

A segunda fase de deformação (D<sub>2</sub>) caracteriza-se principalmente como sendo a fase menos penetrativa e mais localizada. À escala cartográfica as principais estruturas da fase D<sub>2</sub> correspondem às falhas normais de Pena Suar e de Seixinhos, que se desenvolvem ao longo do complexo de mantos alóctones a W de Vila Real com uma orientação geral NNE-SSW. Com efeito, quanto maior é a proximidade ao complexo de mantos, maior é a penetratividade registada, chegando a transpor S<sub>1</sub>. Na ligação entre as

estruturas principais existe uma zona onde predominam falhas de transferência de direção WNW-ESE que correspondem a reativações de zonas de cisalhamento esquerdos de D<sub>1</sub>.

A terceira fase de deformação (D<sub>3</sub>) caracteriza-se pelo desenvolvimento dos principais cisalhamentos dúcteis direitos de orientação NW-SE, induzindo frequentemente uma crenulação sobre os planos de clivagem S<sub>1</sub>, em particular na proximidade das referidas zonas de cisalhamento. Esta crenulação pode desenvolver-se como uma xistosidade que corta os *fabrics* anteriores. Para além da crenulação, a fase D<sub>3</sub> gerou também dobramentos maiores de grande amplitude, nomeadamente antiformas (que condicionaram a instalação de plutonitos) e sinformas marcados pelos afloramentos de unidades parautoctones e alóctones, que assim são preservados dos processos erosivos posteriores. Associados a estes dobramentos ocorrem frequentemente corredores de cisalhamento dúctil WNW-ESE a NW-SE esquerdas com as conjugadas NNW-SSE direita.

A partir de cerca dos 300 M.a. a Zona Centro-Ibérica sofre um período de exumação com reativação das falhas em regime dúctil que se distribuem ao longo de corredores de cisalhamento, as quais passam gradualmente a regime dúctil-frágil e frágil. Esta reativação tardia permite a instalação de filões de quartzo onde por vezes surgem mineralizações que se enquadram no objeto de estudo que é esta tese.

A fase de deformação tardi-Varisca surge na sequência de um processo contínuo de erosão-ressalto isostático com desenvolvimento de falhas em regime frágil, gerando uma rede de fraturas densa, afetando todas as litologias do soco. Esta rede conta com as seguintes famílias de falhas: NNE-SSW, NNW-SSE, ENE-WSW e ESE-WNW, sendo a primeira família a dominante.

Relativamente aos corpos granitóides instalados na ZCI, estes são classificados pela sua posição relativa a D<sub>3</sub> em dois grupos: sin-D<sub>3</sub> (320-310 M.a.) e tardi-D<sub>3</sub> (310-290 M.a.). As datações de alguns granitóides, a existir, foram obtidas fundamentalmente com base em datações U-Pb em zircões e monazites. (Azevedo & Aguado, 2013)

Os granitóides sin-D<sub>3</sub> correspondem a um grupo de leucogranitos, granitos de duas micas, granodioritos e a granitos biotíticos, ao passo que os granitóides tardi-pós-D<sub>3</sub> são granitos biotíticos, biotítico-moscovíticos, e duas micas, com ou sem textura porfiróide. Pode ainda surgir neste último grupo gabros, dioritos, monzodioritos quartzíticos e granodioritos (Azevedo & Aguado, 2013) (Figura 2.1).

As litologias encontradas na ZCI, nomeadamente aquelas do Super Grupo Dúrico-Beirão e os diferentes granitóides, hospedam um conjunto alargado de sistemas mineralizantes epigenéticos, dos quais se destacam aqueles formados durante os processos relacionados com a estruturação durante o Varisco (ca. 340-315 M.a. a ca. 312-270 M.a.) devido à sua abundância e interesse do ponto de vista económico. No que diz respeito à Zona Centro-Ibérica as mineralizações subdividem-se em três grupos: (i) Sn, P, e/ou Li ( $\pm$  Fe, Mn, Nb, Ta, W, Mo); (ii) Sn e/ou W(-Cu, Mo); (iii) Au-Ag(-As-Sb-Pb) ou Sb-Au(-Ag-Pb-Cu) ou Sb-Cu(-Pb-Zn) ou Pb-Sb(-Zn) ou Pb-Zn (Mateus e Noronha, 2010). Na área de estudo destacam-se as mineralizações do último grupo, onde o Au se associa a jazigos de tipo filoniano com quartzo. Estes filões quartzosos mineralizados associam-se tipicamente a sistemas de fraturas subverticais, correspondentes a fendas de tração (Noronha *et al.*, 2013). Os modelos metalogenéticos propostos para as mineralizações auríferas invocam a existência de diversos episódios de circulação de fluidos a fim de obter concentrações economicamente interessantes. No NW peninsular os jazigos auríferos estão associados a estruturas tardi-Variscas, em particular os corredores de cisalhamento formados durante D<sub>3</sub>, de orientação geral NW-SE, e a relação entre as ocorrências e os corredores de cisalhamento levou à geração do modelo de Bonemaison conhecido como “*shear zones auríferes*” onde se admitem três estágios de “maturação” na génese destes jazigos. (Nogueira, 1998).

No caso da área de estudo as ocorrências auríferas associam-se a filões de quartzo e arsenopirite de orientação NE-SW, fundamentalmente encaixados em granitóides tardi-D<sub>3</sub> e em metassedimentos do Silúrico (figura 2.2). A mineralogia é composta por 3 gerações de quartzo, arsenopirite, de hábito euédrico a subédricos, podendo surgir brechificada; os minerais secundários incluem pirite, calcopirite e sulfossais de Ag-Pb-Bi (Nogueira, 1998).

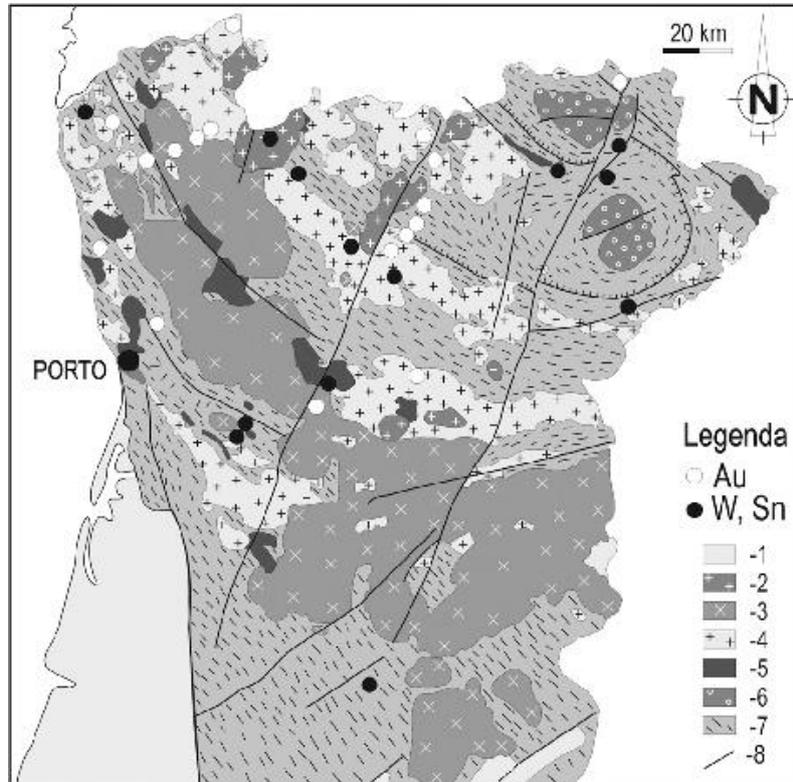


Figura 2.1 – Distribuição das ocorrências de W, Sn e Au no Norte de Portugal. 1: Pós-paleozóico; 2: granitos biotíticos pós-tectónicos; 3: granitos biotíticos tarditectónicos; 4: granitos de duas micas sintectónicos; 5: granitos biotíticos sintectónicos; 6: rochas básicas e ultrabásicas; 7: metassedimentos; 8: falhas e cisalhamentos. Retirado de Dias et al., 2013.

Na ZCI é possível distinguir vários estágios de deposição com base nas associações minerais:

- i) óxidos e silicatos (rútilo, feldspatos, cassiterite, volframite);
- ii) ferro-arsenífero (arsenopirite, pirite e bismutinite);
- iii) zinco-cuprífero (calcopirite e esfalerite);
- iv) plumbo-antimonífero (galena e sulfossais);
- v) antimonífero (antimonite e bertierite).

Com estas associações, distinguem-se dois tipos principais de ocorrência com base na química, e um terceiro tipo que corresponde à sobreposição dos dois primeiros: **i)** As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn) e **ii)** As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag-(Sb-Cd). (Noronha & Ramos, 1993)

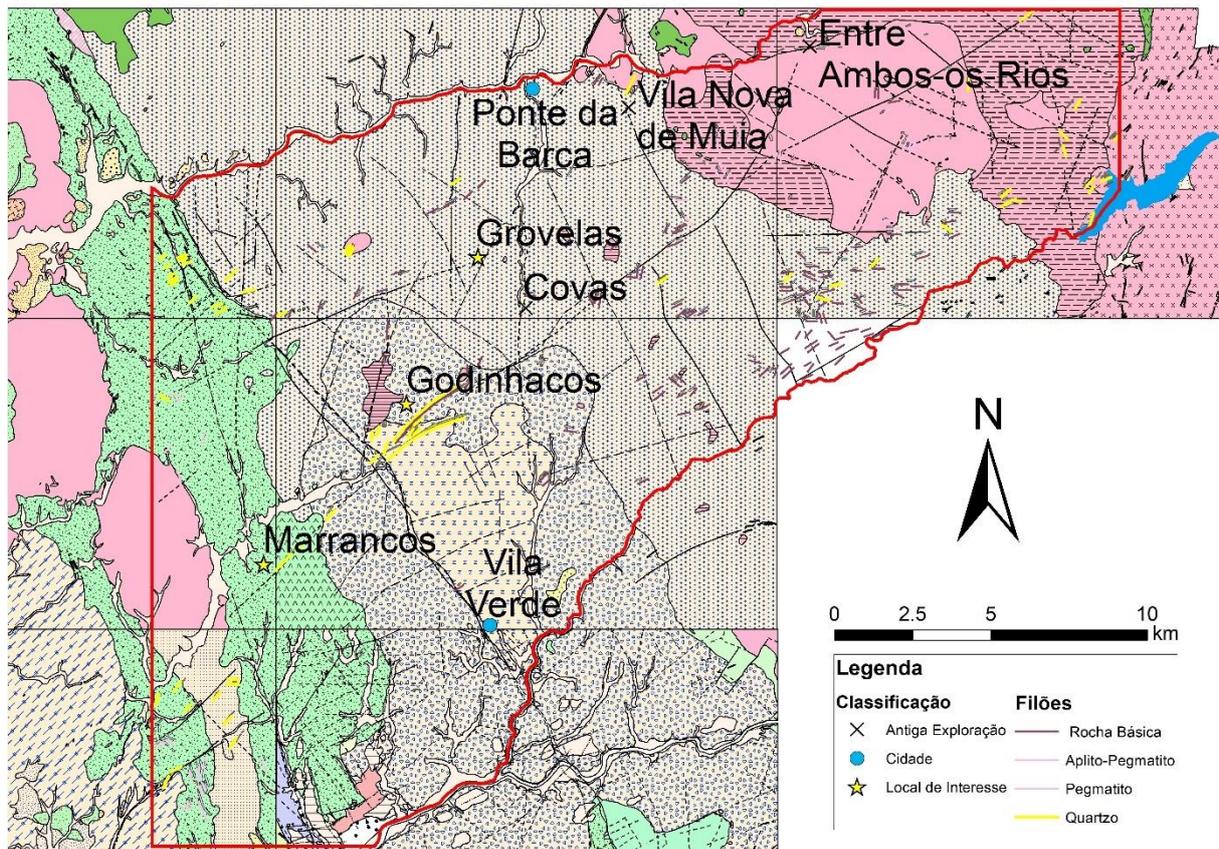


Figura 2.2 - Enquadramento regional. Tons verdes - Rochas metassedimentares; Tons rosa e cinzentos - rochas graníticas de diferentes fácies. A legenda em detalhe pode ser consultada no Anexo IV

### 3. Metodologias

#### 3.1 Recolha e tratamento de dados

Esta dissertação usou relatórios técnicos não publicados produzidos pelo Serviço de Fomento Mineiro (SFM), assim como trabalho laboratorial realizado por parte do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), servindo de base para o trabalho da própria dissertação. Estes relatórios semestrais conjugam-se num único relatório técnico intitulado “Projecto de prospecção de metais nobres (ouro e prata) Faixa Vila Verde/Ponte da Barca – Relatório Final – 21/10/1991” (Rodrigues, 1991), de onde se retiraram os dados de sedimentos de corrente, geoquímica de solos e geofísica. Nestes dados são incluídos os teores dos elementos analisados e a localização de cada ponto. No caso dos sedimentos de corrente esta localização é dada sob a forma de um mapa de amostragens e no caso da geoquímica de solos e geofísica é dado um mapa com a malha de amostragem de cada área, em que a malha de amostragem é partilhada entre os dois métodos. Descrevem-se os métodos utilizados em dados pré-existentes, assim como a metodologia utilizada no presente estudo.

A prospecção estratégica feita pelo Instituto Geológico Mineiro (IGM), entidade precursora do atual LNEG, na Faixa Vila Verde – Ponte da Barca começou por abordar a área através de uma recolha de sedimentos de corrente, os quais foram crivados a 80 *mesh* e analisados em laboratório utilizando dois métodos distintos: espectroscopia de absorção atômica para os elementos Cu, Zn, Pb, Ag, As e Bi, e espectroscopia de fluorescência de Raio-X para W e Sn. Foram recolhidas 1102 amostras ao longo das 6 cartas 1:25.000, cobrindo uma área total de cerca de 348 km<sup>2</sup>.

Em paralelo com a amostragem de sedimentos de corrente para análise geoquímica compilaram-se resultados de uma campanha de prospecção mineralométrica obtendo uma contagem de partículas de Au. Esta campanha foi condicionada pelos pontos de amostragem da campanha anterior e sempre que possível a recolha foi feita junto ao *bedrock*. A bateia utilizada foi do tipo “Gold-pan”. Para as duas campanhas o SFM fez uma análise geoestatística e mapeamento geoquímico.

Para a prospecção tática foram selecionadas as áreas de Marrancos, Godinhaços e Grovelas. Para cada área foi definida uma malha de amostragem e foram colhidas 677, 377 e 1607 amostras, respetivamente. De entre estas, totalizou-se em 551 amostras analisadas por absorção atômica (Ag, As, Bi, Cu, Zn e Pb), 377 amostras analisadas por absorção atômica (mesmos elementos, mais Au) e colorimetria visual (W e Sn), e 823 amostras analisadas por espectrometria de emissão por plasma (ICP) (Fe, Ba, P, Cu, Cr, Ag, B, Zn, Sb, Pb, Ni, V, Mn, Be, Mo, As, W, Co, Y, Cd, Nb). Em Grovelas, dada a abundância de matéria orgânica expressa sob a forma de cinzas, houve previamente um processo de lixiviação química, que permitiu separar a fração dos óxidos metálicos (Fe e Mn).

A campanha geofísica fez uso da mesma malha de amostragem utilizada para cada uma das áreas para executar levantamentos eletromagnéticos (VLF), complementados com levantamentos magnéticos e elétricos, no caso de Marrancos. Para o relatório foi escolhido o emissor FUU, com uma frequência de 15,1 kHz e situado em Châteauroux-França, na medição dos parâmetros “Tilt” e “Elipticidade”, e o emissor NAA, situado em Cutler (Maine) – Estados Unidos da América e com uma frequência de 24 kHz, para a leitura da “Resistividade aparente” e “Desfasagem”.

Utilizando os dados obtidos por ocasião da campanha do SFM, fez-se uma estatística descritiva para os sedimentos de corrente e para os dados de solos das áreas de Marrancos, Godinhaços e Grovelas obtendo parâmetros de medida central, de dispersão e de forma da distribuição. Produziu-se ainda uma matriz de correlação entre elementos para os dados regionais (sedimentos de corrente) e para os dados locais,

utilizando exclusivamente elementos que continham pelo menos 50% dos valores acima do limite de detecção. Como tal, os seguintes elementos foram excluídos:

- i) Ag, Sn, Sb, W e Bi em sedimentos de Corrente;
- ii) Ag, Sn, Sb e W em geoquímica de solos de Godinhaços;
- iii) B, Co, Ni, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb e W (incluindo W analisado por fluorescência Raio-X) em geoquímica de solos de Grovelas;
- iv) Ag, Sb e Bi em geoquímica de solos de Marrancos.

Recorrendo ao uso de SIG's (Arcmap) georreferenciaram-se os mapas retirados do referido relatório, permitindo a sobreposição correta do mapa regional de amostragem dos pontos de sedimentos de corrente, da geologia da área, e cada um dos mapas locais de Marrancos, Grovelas e Godinhaços, que contêm os perfis de amostragem para geoquímica de solos e geofísica. Todos os mapas estão georreferenciados em Lisboa Hayford Gauss, IGeoE, com coordenadas "P" (perpendicular) e "M" (meridiano).

Uma vez georreferenciado, foi possível sobrepor ao mapa principal as cartas militares 28, 29, 30, 41, 42, 43, 55, 56 e 57, com o propósito de obter a altitude ao longo da área de estudo completa.

Usando o mesmo mapa marcaram-se os pontos correspondentes às amostragens de sedimentos de corrente, compilando a informação geográfica, geoquímica e a que carta geológica pertencem. O mesmo foi feito para as amostragens dos mapas locais, onde se compilou a informação geográfica, altimétrica, geoquímica e geofísica.

Sendo conhecida a georreferenciação de cada ponto, juntamente com a sua informação geoquímica, foi possível elaborar mapas de anomalias geoquímicas e o mapa de distribuição mineralométrica para Au. Os mapas de anomalias geoquímicas foram obtidos através do método de interpolação do "inverso do quadrado da distância".

Através do uso do método multifractal foi possível filtrar os mapas de isotores, revelando-se particularmente útil na delimitação de valores anómalos, acima de um determinado patamar (*threshold*) em comparação com valores de fundo, que estão abaixo do patamar (*background*) e foi aplicado tanto aos dados de sedimentos de corrente como aos dados de geoquímica de solos. As distribuições espaciais dizem-se multifractais quando apresentam auto-semelhança da medida, o que permite que, depois de conhecido o comportamento multifractal de uma dada variável, seja possível extrapolar o mesmo comportamento para uma escala infinitamente maior, ou menor. A aplicação da análise multifractal surge nalguns estudos, nomeadamente, mas não exclusivamente (*e.g.* Cheng, 1999b; Sim *et al.*, 1999; Gonçalves, 2001; Gonçalves *et al.*, 2001; Jesus *et al.*, 2013).

Os trabalhos acima referidos seguem uma metodologia que foi definida por Cheng *et al.* (1994) baseado num conjunto de equações que definem a relação empírica entre a Área ( $A(\rho)$ ) e a Concentração ( $\rho$ ), onde para uma dada área com concentrações de valor inferior ou igual ao do *threshold* ( $v$ ) se estabelece uma relação de proporcionalidade do género:

$$(3.1) A(\rho \leq v) \propto \rho^{-\alpha_1}$$

Quando se tomam valores de concentração superiores ao *threshold* a expressão toma a seguinte forma:

$$(3.2) A(\rho > v) \propto \rho^{-\alpha_2}$$

Estas expressões foram deduzidas por Cheng a partir da hipótese multifractal podendo determinar o valor dos expoentes  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  através de um gráfico  $\log A(\rho)$  vs.  $\log \rho$ , em que a quebra de linearidade ocorre quando  $\rho = v$ , separando os valores de concentração de fundo (*background*) dos valores de

concentração anómalos. Para esta dissertação, recorreu-se ao uso de um código Matlab desenvolvido por M. Gonçalves (2016) para a obtenção automática de *plots* log A vs. Log C (sendo Log C = Log  $\rho$ ), para diferentes variáveis e sempre que exista uma representatividade da amostra suficiente.

Paralelamente a este processo de elaboração de mapas de anomalias geoquímicas, utilizou-se a Folha 1 à escala de 1:200.000, e as minutas de campo 1:25.000 (28, 29, 30, 41, 42, 55 e 56), para fazer a análise estrutural da área de estudo, focando-se essencialmente nas fraturas e falhas. Para complementar a análise, usou-se a imagem satélite Sentinel 2A para combinar com a informação geológica das minutas de campo procurando cortes no relevo que poderão corresponder a falhas não cartografadas. Dadas as condições do terreno, aliado à existência de povoações, apenas foi possível traçar falhas na minuta de campo 30 (Germil (Ponte-da-Barca)). É importante reforçar a noção de que estas falhas resultam de lineamentos interpretados e por isso não dispensam de validação no campo. O resultado final está demonstrado no capítulo 4.2 Análise Estrutural. Nestas figuras os filões estão representados a vermelho, de forma indiscriminada. O Sentinel 2A funciona por imposição de várias bandas que atuam em diferentes comprimentos de onda e é por combinações entre as diferentes bandas que se obtêm resultados úteis à prospeção. Cada banda, corresponde a um comprimento de onda distinto, com uma resolução espacial associada (Tabela 3.1). Note-se que a resolução de uma combinação de bandas será sempre igual à menor resolução disponível. No quadro abaixo encontram-se as bandas com os respetivos comprimentos de onda e resolução espacial.

Tabela 3.1 – Comprimentos de onda e resolução espacial de cada banda usada no Sentinel 2A

<b>Banda</b>	<b>Comprimento de onda (micrómetros)</b>	<b>Resolução espacial (metros)</b>
1	0.43 - 0.45	30
2	0.45 - 0.51	30
3	0.53 - 0.59	30
4	0.64 - 0.67	30
5	0.85 - 0.88	30
6	1.57 - 1.65	30
7	2.11 - 2.29	30
8	0.50 - 0.68	15
9	1.36 - 1.38	30
10	10.60 - 11.19	100 * (30)
11	11.50 - 12.51	100 * (30)

A combinação das bandas 2, 3 e 4 permitem a formação de uma imagem de satélite com as cores naturais, com uma resolução espacial de 30 m, e a combinação das bandas 3, 4 e 8 criam um efeito de infravermelhos, com uma resolução de 30 m, útil para excluir o “ruído” da vegetação.

### 3.2 Amostragem e preparação de amostras – componente analítica

O objetivo principal do trabalho de campo consistiu em validar fundamentalmente a informação estrutural existente assim como caracterizar o encaixante e as respetivas mineralizações, visitando um número alargado de áreas que, à partida, demonstrariam diferentes características, sobretudo associadas à mineralização. Como tal, foram selecionadas as áreas de Coto da Cruz, Eirós, Froufe, Godinhaços, Grovelas, Marrancos, Monte das Corujeiras e Vila Nova da Muia. Em cada área recolheram-se amostras

dos veios mineralizados e do encaixante. Devido à meteorização intensa e penetrativa que se verifica nesta região, nem sempre foi possível recolher amostras do encaixante. Em Vila Nova da Muia e Eirós não foi possível colher amostras, devido ao terreno ser densamente cultivado e povoado. Ao todo recolheram-se 27 amostras (tabela 3.2) que podem ser observadas na figura 3.1, juntamente com a amostragem do SFM.

Tabela 3.2 - Localização e referência das amostras colhidas

<b>Local</b>	<b>Amostra</b>	<b>Meridiano (°)</b>	<b>Perpendicular (°)</b>	<b>Erro (m)</b>
Coto da Cruz	CC1	-8.324	41.818	3
Coto da Cruz	CC2	-8.324	41.817	4
Coto da Cruz	CC3	-8.324	41.818	4
Coto da Cruz	CC4	-8.324	41.817	3
Froufe	F1-I	-8.302	41.818	3
Froufe	F1-II	-8.302	41.818	3
Godinhaços	G1	-8.477	41.708	5
Godinhaços	G2	-8.477	41.708	3
Godinhaços	G3	-8.477	41.708	3
Godinhaços	G4	-8.478	41.708	3
Godinhaços	G5	-8.478	41.708	3
<b>Local</b>	<b>Amostra</b>	<b>Meridiano (°)</b>	<b>Perpendicular (°)</b>	<b>Erro (m)</b>
Godinhaços	G6	-8.477	41.708	4
Godinhaços	G7	-8.477	41.708	3
Grovelas	Gr1	-8.436	41.748	3
Grovelas	Gr2	-8.436	41.748	3
Marrancos	M1	-8.514	41.669	5
Marrancos	M2	-8.514	41.669	5
Marrancos	M3	-8.514	41.669	6
Marrancos	M4	-8.514	41.669	6
Marrancos	M5	-8.512	41.671	3
Marrancos	M6	-8.512	41.671	3
Marrancos	M7A	-8.512	41.671	3
Marrancos	M7B	-8.512	41.671	3
Marrancos	M7C	-8.512	41.671	3
Monte das Corugeiras	MC1	-8.366	41.793	4
Monte das Corugeiras	MC2	-8.364	41.795	4
Monte das Corugeiras	MC3	-8.364	41.795	4

Das 27 amostras colhidas no campo escolheram-se 6 representativas de granitos encaixantes, para moer e fazer pastilhas, que foram depois enviadas para a Universidade de Aveiro para serem analisadas em química de rocha total por Fluorescência de Raio-X. As amostras em questão foram CC1, G3, G4, G5, G7 e Gr1. Com efeito, enviaram-se estas 6 amostras juntamente com um duplicado de G5 e de Gr1, por forma a poder observar se há consistência nos resultados obtidos. A análise em si permitiu a quantificação de 52 elementos, maiores (%) e menores (ppm). Estas análises são utilizadas na classificação geoquímica dos granitos, apoiada no trabalho de Frost *et al.* (2001).

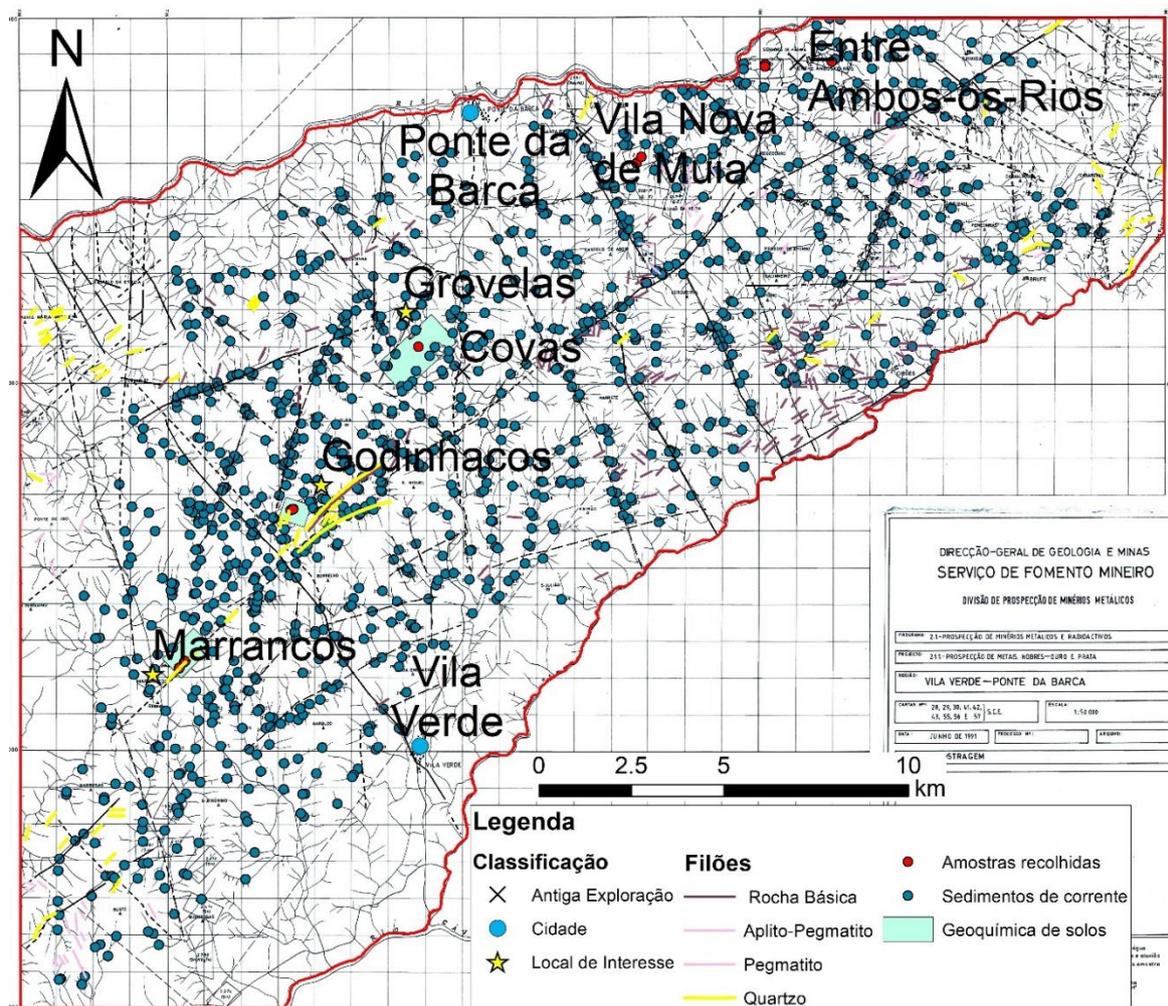


Figura 3.1 – Localização das amostras recolhidas pelo SFM e no âmbito do relatório de estágio.

No laboratório as amostras foram descritas macroscopicamente e preparadas para lâminas delgadas, de onde se fizeram 48 lâminas polidas, posteriormente descritas microscopicamente. Destas, foram seleccionadas 21 lâminas para análise de química mineral pontual com Microsonda Eletrónica. A análise das lâminas polidas obedeceu a determinadas condições analíticas, mantidas constantes dentro de cada grupo mineral e podem variar dependendo do grupo mineral que se analisa, sendo definidas previamente à análise dos elementos. As tabelas de condições analíticas respeitantes a cada tipo de mineral analisado foram remetidas para anexo (Anexo I). Cada análise de microsonda está sujeita a um determinado erro analítico, que varia consideravelmente de acordo com diversos fatores, que inclui o polimento do mineral, a dimensão do mesmo e ainda erros humanos ou da própria calibração do equipamento. A precisão analítica que é possível obter para a análise dos elementos maiores é cerca de 2%. Nos elementos traço a precisão varia entre 10% a 30%, consoante o elemento. As condições da microsonda para as análises foram: corrente e aceleração do feixe eletrónico a 1nA, 15kV; diâmetro do feixe eletrónico a 5µm; tempos de leitura de 20s no pico analítico e 5s no fundo. Cada grupo mineral tem a sua própria rotina analítica com respetivos elementos lidos, e correspondentes padrões de análise, que podem ser consultados no Anexo I.

## 4. Apresentação dos Resultados

### 4.1 Estatística descritiva

As metodologias estatísticas foram aplicadas à geoquímica dos sedimentos de corrente, a escala regional, e para cada uma das áreas onde se realizou a campanha de geoquímica de solos, a escala local.

Os métodos de prospeção partilham entre si elementos analisados em comum. Estes elementos apresentam habitualmente as mesmas características, em particular no formato da distribuição dos dados. Uma vez que a maioria se trata de elementos menores, os valores de concentração são baixos e a assimetria é desviada para a esquerda. Como tal, os seguintes elementos contêm todas as assimetrias desviadas para a esquerda:

- i) Cu, Pb, As para sedimentos de corrente, Godinhaços, Grovelas e Marrancos;
- ii) Ag para sedimentos de corrente e Marrancos;
- iii) W para sedimentos de corrente, Godinhaços e Grovelas;
- iv) Bi para sedimentos de corrente, Godinhaços e Marrancos;

O Zn na maioria das análises contém uma assimetria menor que um, com exceção de Grovelas, aproximando-se de uma distribuição normal.

#### 4.1.1 Sedimentos de corrente:

A tabela 4.1 resume os elementos analisados para os sedimentos de corrente. Na tabela observa-se que os elementos com poucas análises acima do limite de deteção, como a Ag, o Bi, o W e o Sn apresentam na sua maioria uma mediana igual à moda e tipicamente próxima do valor mínimo de cada elemento. Isto significa que no universo de amostragem das análises acima do limite de deteção os valores medidos são invariavelmente baixos. Juntamente com a informação obtida da assimetria e curtose, é expectável que se veja para estes elementos uma curva bastante assimétrica para a esquerda quando se representar o histograma de cada um. Para o Sb não foi detetado nenhum valor acima do limite de deteção.

Tabela 4.1 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica dos sedimentos de corrente (regional). Concentração em ppm.

Sedimentos de Corrente (regional)									
Elementos (ppm)	Cu	Zn	Pb	Ag	As	Bi	W	Sn	Sb
Nº de amostras	1102	1102	1102	1102	1102	707	714	714	389
Média	41.33	87.92	48.29	0.11	40.20	4.87	3.82	3.73	5.00
Mediana	25	83	45	0.1	31	2.5	2	2	5
Moda	10	75	45	0.1	7.5	2.5	2	2	5
Desvio-padrão	46.05	22.97	19.10	0.10	38.92	13.11	19.39	32.61	0.00
Curtose	22.38	1.37	184.73	934.68	12.87	75.72	615.34	616.18	N/D
Assimetria	3.74	0.90	9.80	29.57	2.90	8.48	24.16	24.24	N/D
Mínimo	5.00	25.00	13.00	0.10	7.50	2.50	2.00	2.00	5.00
Máximo	490	189	450	3.2	346	160	502	842	5

As observações relativas ao formato das curvas são confirmadas através dos histogramas, que podem ser consultados no anexo III e cujo número de classes foi determinado segundo a regra de Sturges, em que:

$$(4.1) k = 1 + 3.322(\log n)$$

Sendo **k** = número de classes e **n** = o número de observações.

Para os dados de sedimentos de corrente, o número de classes considerado ideal de acordo com a regra de Sturges é o seguinte (tabela 4.2);

Tabela 4.2 – Regra de Sturges para os dados de sedimentos de corrente.

Regra de Sturges - Sedimentos de Corrente									
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>As</i>	<i>Bi</i>	<i>W</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>
n	1102	1102	1102	1102	1102	707	714	714	389
k	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	10.47	10.48	10.48	9.60
k int	11	11	11	11	11	10	10	10	9

#### 4.1.2 Geoquímica de solos – Godinhaços:

Na tabela resumo da estatística descritiva da área de Godinhaços (tabela 4.3) encontram-se os elementos analisados, em que a *Ag* e o *Bi* contêm poucos valores acima do limite de detecção. O *Sb* e o *Sn* não contêm nenhum valor acima do limite de detecção.

As curvas e o respetivo formato podem ser confirmadas nos histogramas anexados (anexo III), com o número de classes determinado com a Regra de Sturges (tabela 4.4).

Tabela 4.3 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Godinhaços. Concentração em ppm.

Geoquímica de solos para a área de Godinhaços (local)										
<i>Elementos</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>As</i>	<i>Bi</i>	<i>Sb</i>	<i>W</i>	<i>Sn</i>	<i>Au</i>
Nº de amostras	377	377	377	377	377	377	377	195	195	377
Média	29.54	77.79	50.72	0.11	798.67	2.80	5.00	2.62	0.50	0.03
Mediana	20	75	50	0.1	417	2.5	5	1.6	0.5	0.018
Moda	17	72	40	0.1	52	2.5	5	1.6	0.5	0.009
Desvio-padrão	35.27	22.04	19.94	0.11	995.07	4.04	0.00	2.53	0.00	0.05
Curtose	33.58	3.87	100.42	262.77	12.80	339.01	N/D	10.89	N/D	55.34
Assimetria	5.09	0.96	8.07	15.82	2.77	18.05	N/D	2.83	N/D	6.50
Mínimo	8	18	24	0.1	20	2.5	5	0.8	0.5	0.00
Máximo	380	217	325	2	8460	79	5	16	0.5	0.49

Tabela 4.4 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Godinhaços).

Regra de Sturges - Geoquímica de Solos: Godinhaços										
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>As</i>	<i>Bi</i>	<i>Sb</i>	<i>W</i>	<i>Sn</i>	<i>Au</i>
n	377	377	377	377	377	377	377	195	195	377
k	9.30	9.30	9.30	9.30	9.30	9.30	9.30	8.37	8.37	9.30
k int	9	9	9	9	9	9	9	8	8	9

### 4.1.3 Geoquímica de solos – Grovelas:

Grovelas revela uma larga variedade de elementos (tabela 4.5), com comportamentos algo distintos entre si. O B, Mo, W, Co, Cd e W (quando analisado por fluorescência de Raio-X) contêm poucas análises acima do limite de detecção e para Sb, Sn e Nb não foi analisado nenhum valor acima do limite de detecção.

Pelo valor da curtose, espera-se que as distribuições de concentração para os elementos Fe e V sejam aproximadamente mesocúrticas, o Cr e o W ligeiramente mesocúrticas e as restantes sejam todas leptocúrticas. A assimetria revela uma tendência para existir uma assimetria para a esquerda em todos os elementos, exceto o Fe, Cr e V, onde é expectável apresentar uma distribuição aproximadamente normal. Os histogramas que podem ser consultados no anexo III, onde o número de classes foi determinado pela regra de Sturges (tabela 4.6).

Tabela 4.5 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Grovelas. Fe em %, os restantes em ppm.

Geoquímica de solos para a área de Grovelas (local)												
Elementos	Fe	Ba	P	Cu	Cr	Ag	B	Zn	Sb	Pb	Sn	Ni
Nº de amostras	823	794	823	822	823	823	823	822	823	821	823	823
Média	3.48	95.94	1539.19	17.98	39.26	0.10	5.56	63.08	10.00	32.47	2.00	6.89
Mediana	3.5	86	1470	11	38	0.1	5	61	10	30	2	5
Moda	3.4	72	1549	5	33	0.1	5	65	10	29	2	5
Desvio-padrão	0.48	58.11	482.98	26.37	9.91	0.08	1.90	15.32	0.00	16.55	0.00	3.75
Curtose	0.59	69.95	10.11	29.70	2.09	618.16	10.37	7.02	N/D	40.16	N/D	17.63
Assimetria	0.14	7.15	2.18	4.71	1.00	24.04	3.37	1.37	N/D	4.76	N/D	3.05
Mínimo	1.8	26	582	0.5	17	0.1	5	34	10	5	2	5
Máximo	5.2	800	5412	272	99	2.1	16	196	10	225	2	46

Geoquímica de solos para a área de Godinhaços (local) - cont.												
Elementos	V	Mn	Be	Mo	As	W	Co	Y	Cd	Nb	W FRX	
Nº de amostras	823	823	823	823	815	823	823	823	823	823	823	823
Média	43.70	281.82	2.47	1.19	354.93	5.83	5.28	21.17	0.65	5.00	4.86	
Mediana	44	262	2	1	207	5	5	20	0.5	5	2	
Moda	43	218	2	1	10	5	5	16	0.5	5	2	
Desvio-padrão	7.68	106.32	1.08	0.60	471.19	4.65	1.44	10.62	0.35	0.00	9.88	
Curtose	0.51	10.05	17.83	17.32	13.85	63.85	39.43	107.52	21.19	N/D	38.63	
Assimetria	0.17	2.11	2.56	3.96	3.14	7.28	5.89	7.99	3.85	N/D	5.66	
Mínimo	22	123	1	1	10	5	5	9	0.5	5	2	
Máximo	73	1160	14	5	4300	68	20	188	4	5	99	

Tabela 4.6 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Grovelas).

Regra de Sturges - Geoquímica de solos: Grovelas												
	Fe	Ba	P	Cu	Cr	Ag	B	Zn	Sb	Pb	Sn	Ni
n	823	794	823	822	823	823	823	822	823	821	823	823
k	10.39	10.34	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.38	10.39	10.39
k int	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Regra de Sturges - Geoquímica de solos: Grovelas (cont.)											
	<i>V</i>	<i>Mn</i>	<i>Be</i>	<i>Mo</i>	<i>As</i>	<i>W</i>	<i>Co</i>	<i>Y</i>	<i>Cd</i>	<i>Nb</i>	<i>W-FRX</i>
n	823	823	823	823	815	823	823	823	823	823	823
k	10.39	10.39	10.39	10.39	10.37	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39	10.39
k int	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

#### 4.1.4 Geoquímica de solos – Marrancos:

Para a área de Marrancos não foi identificado nenhum valor de Sb acima do limite de detecção.

Pela curtose é expectável que todos os elementos excetuando o Zn apresentem distribuições de contração segundo uma curva leptocúrtica (tabela 4.7). O formato da distribuição deste e dos restantes elementos podem ser consultados nos histogramas em anexo (anexo III), em que o número de classes foi determinado pela regra de Sturges, com a tabela resumo demonstrada abaixo (tabela 4.8).

Tabela 4.7 – Estatística descritiva para os dados de geoquímica de solos da área de Marrancos. Concentração em ppm.

Geoquímica de solos para a área de Marrancos (local)							
Elementos	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>As</i>	<i>Bi</i>	<i>Sb</i>
Nº de amostras	551	551	551	551	551	551	308
Média	49.20	110.48	48.56	0.17	682.03	4.05	5
Mediana	43	105	42	0.1	117	2.5	5
Moda	40	125	34	0.1	62	2.5	5
Desvio-padrão	28.37	44.06	25.91	0.19	2252.78	10.21	0
Curtose	35.31	0.81	19.44	54.02	170.86	263.48	N/D
Assimetria	4.93	0.84	3.35	5.95	11.27	14.58	N/D
Mínimo	10	30	15	0.1	7.5	2.5	5
Máximo	355	313	280	2.6	39500	202	5

Tabela 4.8 – Regra de Sturges para os dados de geoquímica de solos (Marrancos).

Regra de Sturges - Geoquímica de solos: Marrancos							
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>As</i>	<i>Bi</i>	<i>Sb</i>
n	551	551	551	551	551	551	308
k	9.83	9.83	9.83	9.83	9.83	9.83	9.01
k int	9	9	9	9	9	9	9

As matrizes de correlação dos dados de sedimentos de corrente e das três áreas analisadas por geoquímica de solos podem ser consultadas no Anexo II.

#### 4.1.5 Estatística conjunta das três áreas:

Com o interesse de perceber se há diferenças significativas entre as diferentes áreas, comparam-se os elementos em comum recorrendo a um diagrama de radar, comparando as medianas (figura 4.1). São utilizadas as medianas porque é a medida de tendência central utilizada em curvas de distribuição assimétricas, uma vez que dá o valor central, e não é influenciado pelos valores anómalos, como é o caso da média.

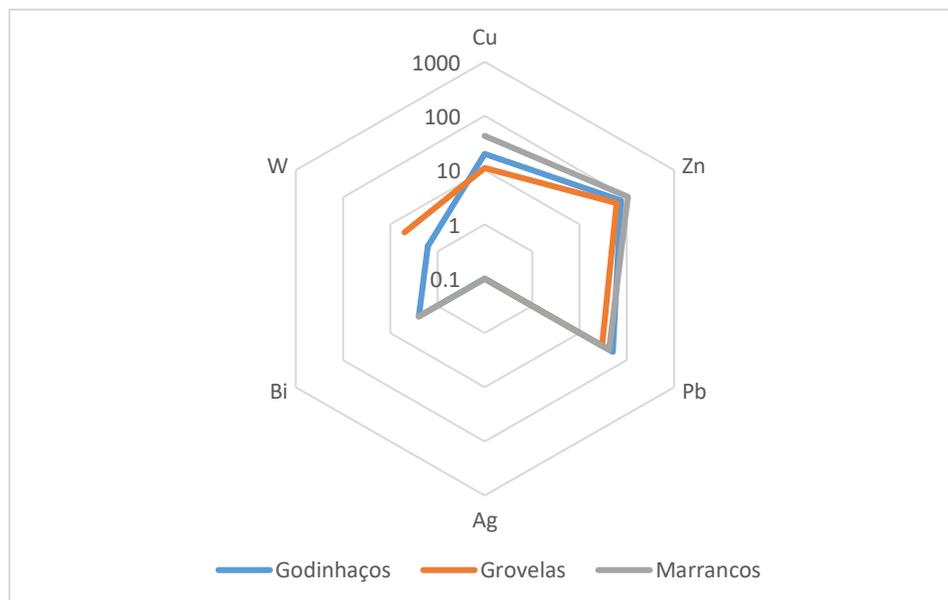


Figura 4.1 – Diagrama radar dos elementos em comum das 3 áreas onde se fez geoquímica de solos. Valores em ppm.

O diagrama em radar mostra que os teores de Zn, Pb e Ag variam de maneira insignificativa nas três áreas, assim como o Bi analisado em Godinhaços e Marrancos. As maiores variações ocorrem para Cu nas três áreas, W entre Godinhaços e Grovelas. A variação de As para Godinhaços e Marrancos foi comparada individualmente por diagramas de boxplots, que mostram que Marrancos é a área com maiores outliers extremos, incluindo alguns fora da escala representada (até 39000 ppm) (figura 4.2).

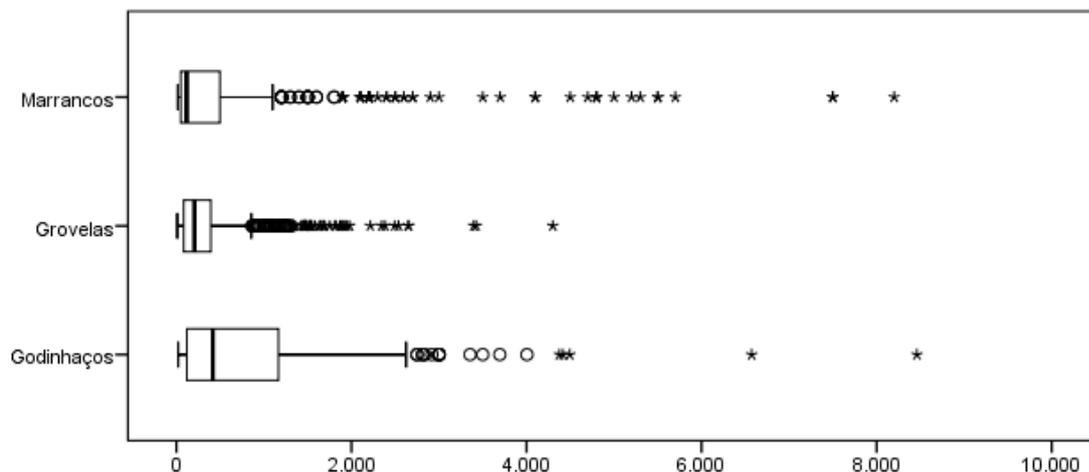


Figura 4.2 – Box-plot para As das três campanhas de geoquímica de solos. Valores em ppm.

## 4.2 Análise estrutural

Quando se coloca a rede hidrográfica com a imagem Sentinel 2A como fundo (figura 4.3) realça-se um alinhamento preferencial das linhas de águas principais e secundárias, com escorrência principalmente de E-NE para W-SW, que será devido às falhas principais que cruzam a área de campo.

Como referido na secção das metodologias, as falhas são colocadas em evidência ao conjugar os levantamentos geológicos de diversas escalas com a imagem Sentinel 2A (figura 4.4). As falhas obtidas por interpretação da imagem Sentinel podem ser observadas no sector NE da área de estudo.

Da análise estrutural observam-se duas famílias de fraturas principais, de orientação NE-SW e NW-SE a WNW-ESE, que poderão ser datadas do período de deformação  $D_3$  a tardi- $D_3$  uma vez que estas estruturas cortam granitos sin- a tardi- $D_3$ . A primeira família é caracterizada por um alinhamento principal que estende ao longo do local de estudo, juntamente com outras fraturas paralelas, de menor extensão, e a segunda família cruza com bastante frequência o alinhamento principal da primeira. A densidade com que as estruturas ocorrem varia consideravelmente, sendo bastante densa na zona NE da área de estudo, diminuindo em direção a W-SW. No entanto, considerando que a SW também se encontram corpos granitoides extensos, é expectável encontrar uma rede de fracturação tardi-Varisca formada devido ao arrefecimento e exumação dos corpos em questão. Os filões de quartzo cartografados têm orientação preferencial NE-SW e surgem instalados em fendas de tração, por vezes com disposição em en-échelon, como observado no terreno. Os filões de origens distintas, como os filões doleríticos, deverão aproveitar fraturas e outras discontinuidades pré-existentes.

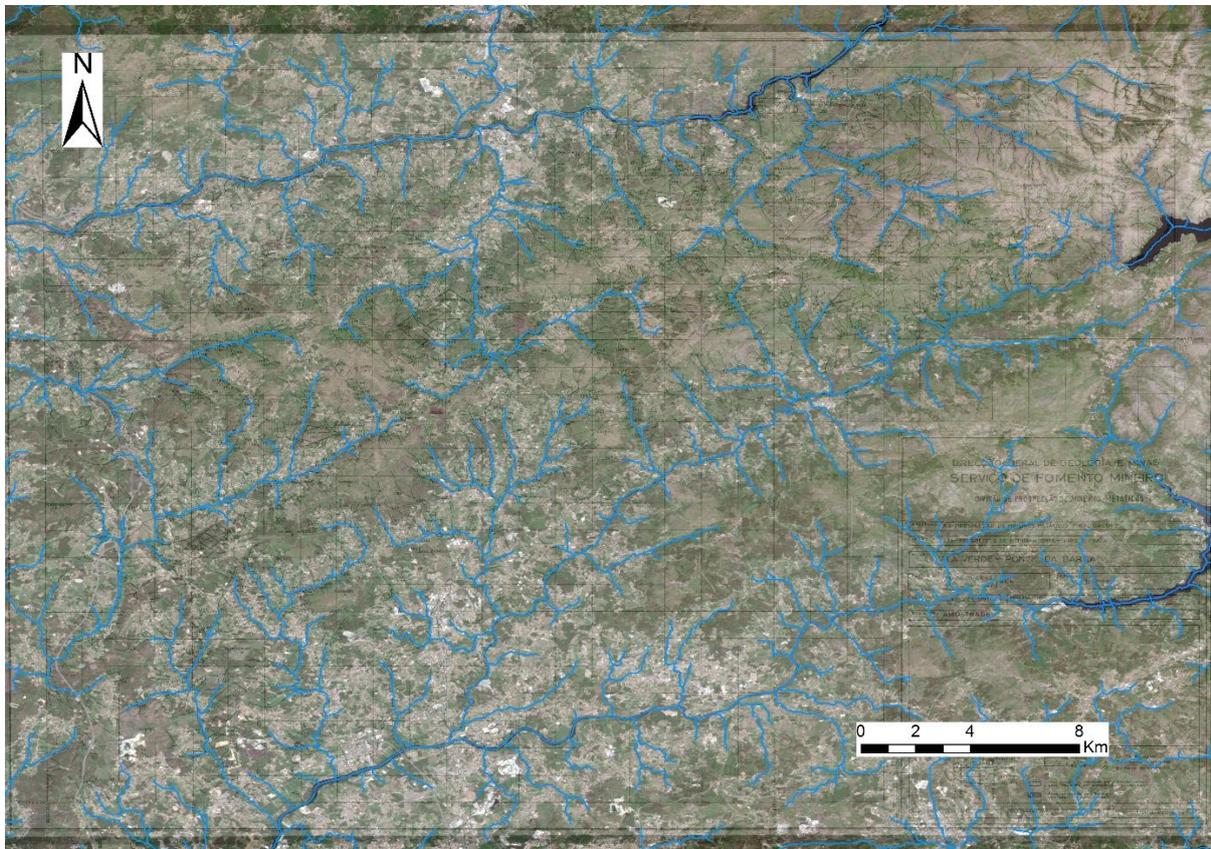


Figura 4.3 - Rede hidrográfica da região, sobreposta à imagem Sentinel 2A

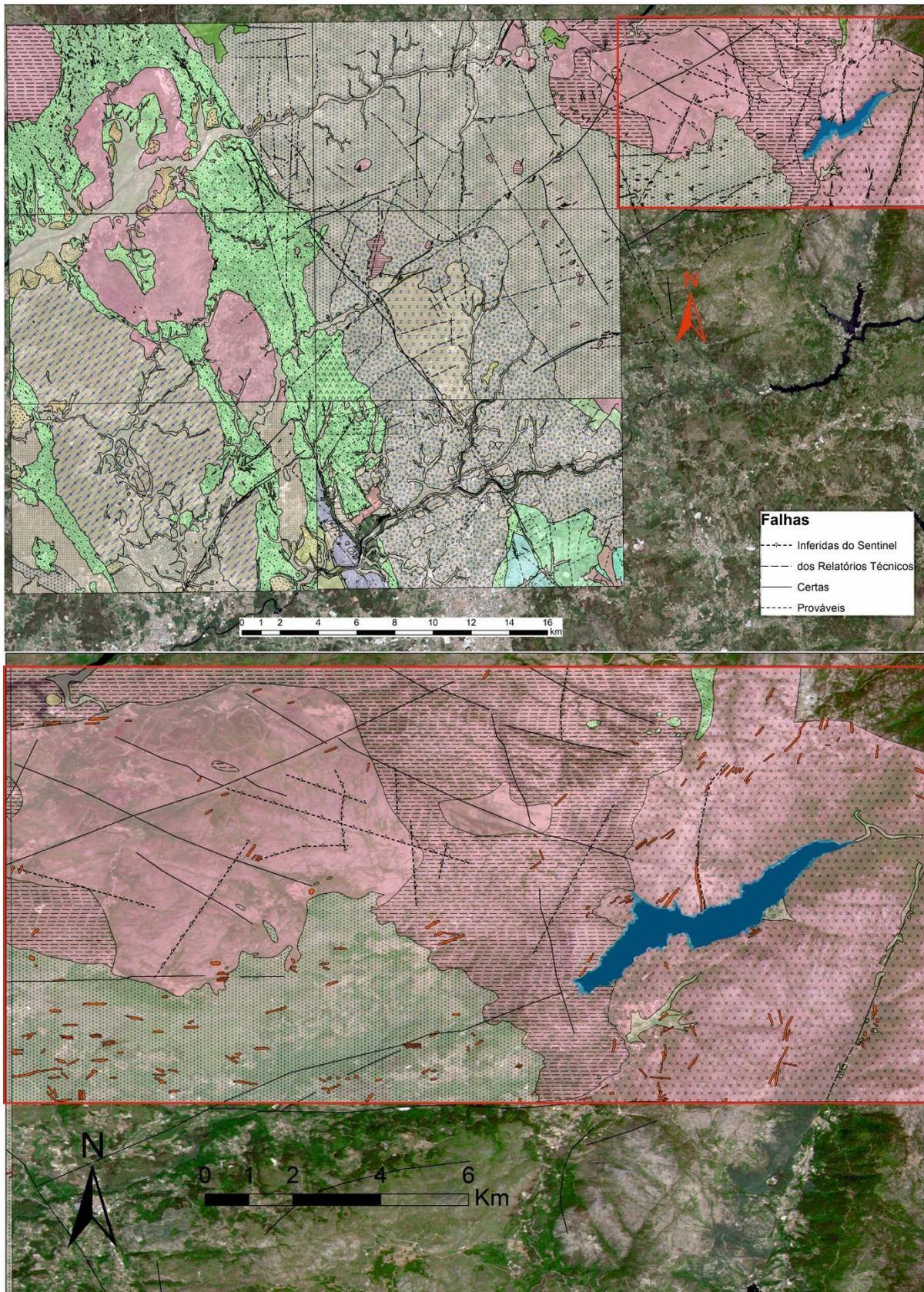


Figura 4.4 – Análise estrutural da região. Em cima – panorama geral; Em baixo – pormenor da carta 30, com as falhas inferidas da análise do Sentinel 2A.

### 4.3 Geoquímica – mapeamento:

Este capítulo concentra-se principalmente no mapeamento dos teores e produção de mapas de isótopos, utilizando os dados de geoquímica de sedimentos de corrente e geoquímica de solos, desde que exista um número de amostras suficientemente grande. Estes mapas são vantajosos pois permitem visualizar padrões, tais como zonas de maior ou menor concentrações, e alinhamentos preferenciais. Os mapas foram recortados de acordo com o formato da zona amostrada, obliterando as extrapolações efetuadas pelo algoritmo nos locais sem amostragem. No entanto é preciso cuidado na análise dos mapas de isótopos para os dados de sedimentos de corrente, uma vez que junto ao bordo da área de estudo, em particular a Sul de Vila Verde e a Norte e Oeste de Barreiro-Serdedelo, não existem pontos amostrados. Todos os mapas produzidos no contexto deste capítulo podem ser consultados no anexo V. Foram também classificadas as rochas encaixantes granitóides de acordo com as análises de rocha total.

A cada conjunto de dados foram retirados os valores abaixo do limite de deteção de cada elemento, não sendo possível mapear alguns deles.

#### **4.3.1 Geoquímica de sedimentos de corrente:**

Para os dados de geoquímica de sedimentos de corrente, não foi possível mapear a distribuição de isótopos para Ag, Bi, W e Sn após eliminação dos valores abaixo do limite de deteção.

No mapa de isótopos do Cu a zona SW do mapa é maioritariamente dominada por valores entre 57.5 ppm a 261.0 ppm. Os valores contidos na classe mais alta, entre 261.0 ppm e 480.5 ppm podem ser encontrados próximos de Terras de Bouro, Ponte da Barca e Seixinhas. Alguns valores de classes intermédias (50.8 ppm a 97.7 ppm) surgem a contornar bastante nitidamente zonas povoadas, como o conjunto de populações que surge a SW de Ponte da Barca. (Figura 4.4). Estas zonas povoadas instalam-se perto de linhas de água importantes, de primeira ou segunda ordem. As classes mais baixas, 0.6 ppm a 50.8 ppm tendem a situar-se no interior da área de estudo, mais próximo do bordo NE. Esta distribuição de teores mais elevados próximo a zonas densamente povoadas realça a influência da atividade antropogénica para alguns elementos.

O mapa de isótopos do Zn possui distribuição semelhante à do Cu, mas a faixa existente entre Ponte da Barca e Terras de Bouro é mais larga, com valores entre 91.4 ppm e 180.0 ppm. Os maiores valores, de classe entre 136.3 ppm e 180.0 ppm, encontram-se junto a Penoucos – Parada do Gatim, Portela das Cabras, Paço (Terras de Bouro), Alvaredo (Ponte da Barca), Tamente e Lourido.

O mapa de isótopos para o Pb apresenta um padrão claro onde os valores situados entre 52.3 ppm e 439.7 ppm alinham-se segundo uma direção NE-SW, sendo que as classes mais elevadas se encontram associadas à fratura principal com a mesma direção que atravessa a área inteira. O valor mais proeminente situa-se em Cachagão (Viana do Castelo).

O mapa de isótopos do As é possivelmente aquele que terá tido um maior peso durante o trabalho efetuado por parte do SFM, uma vez que os teores mais elevados de As são habitualmente coincidentes com os locais onde se obteve uma contagem de partículas de ouro maior (Figura 4.5). Os valores das classes mais elevadas, entre 37.4 ppm e 345.6 ppm, seguem uma direção NE-SW, cruzando a área de Marrancos, Godinhaços e Grovelas. No entanto esta linha pode ser estendida tanto para SW, Outeiro-Vilar das Almas, como para NE, em direção a Lourido. O conjunto de valores constituído pelas classes mais baixas, entre 3.6 ppm e 27.21 ppm estende-se numa direção N-S entre Marrancos e Godinhaços.

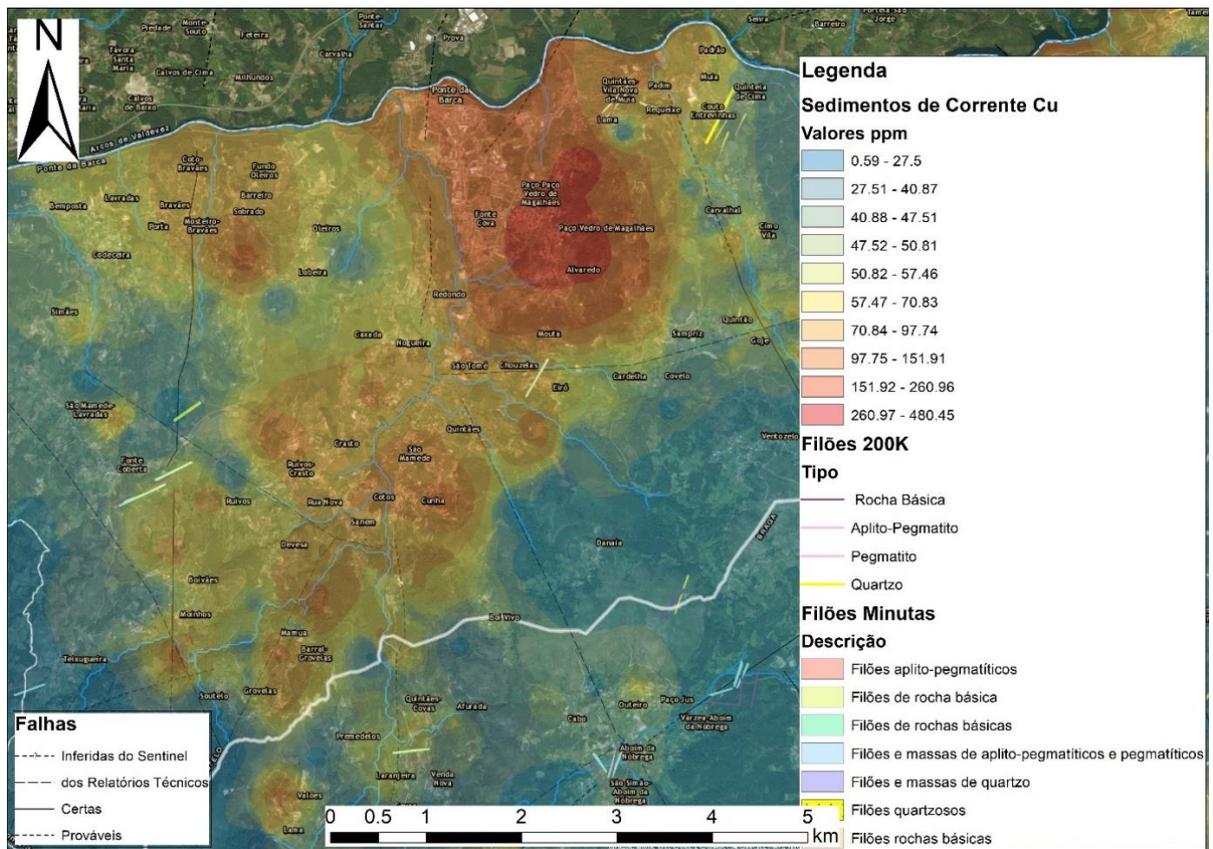


Figura 4.5 – Pormenor da concentração do Cu nas povoações próximas à cidade de Ponte da Barca

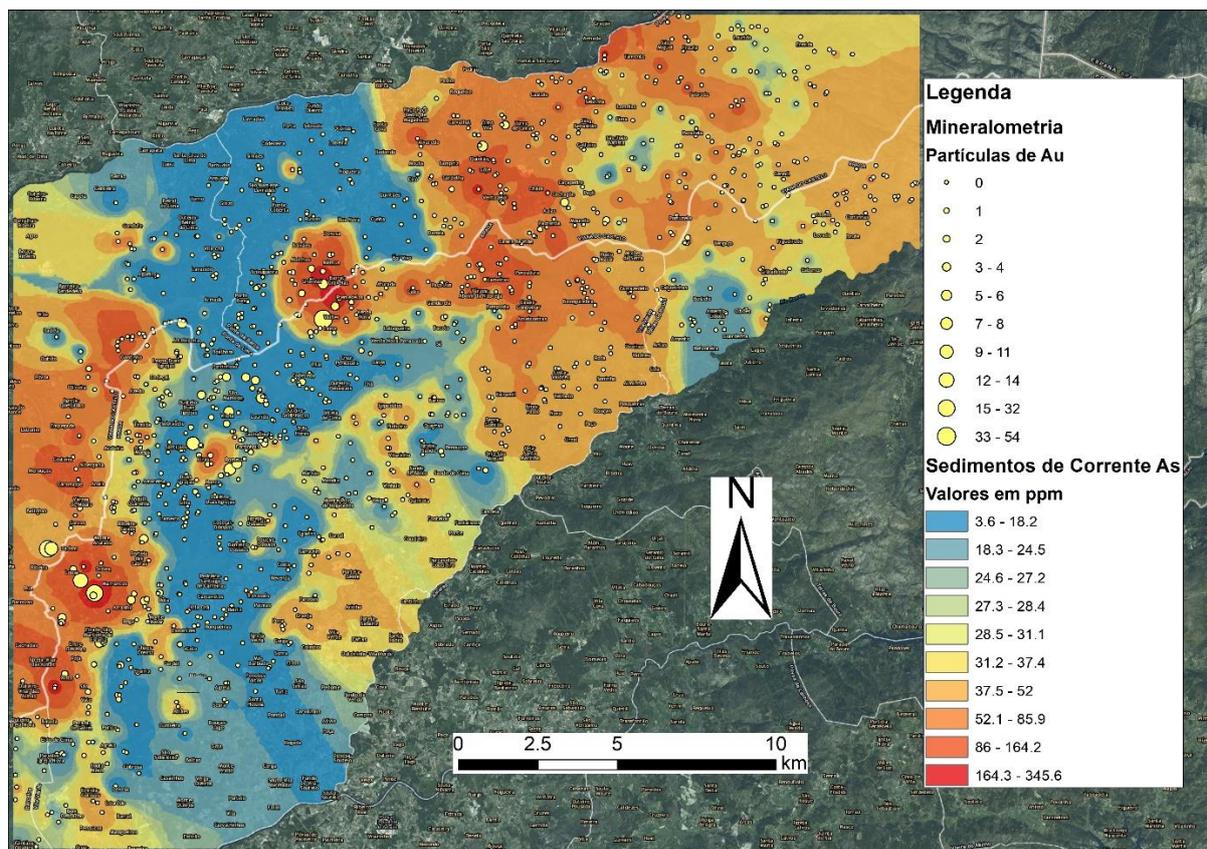


Figura 4.6 – Mapa de isotores do As com a distribuição mineralométrica das partículas de Au.

### 4.3.2 Geoquímica de solos – Godinhaços:

A campanha de geoquímica de solos em Godinhaços foi realizada num relevo com altimetrias variáveis entre aproximadamente 330 m e mais que 480 m. A malha de amostragem está assente em três tipos de granitóides distintos, de acordo com as minutas de campo: granito não porfiróide de grão fino; granito porfiróide de grão médio ou fino a médio (granito de Braga); e granito não porfiróide de grão médio ou grosseiro a médio (granito de Vila Verde). Cruza ainda um enxame de filões de quartzo, de orientação NNE-SSW. As linhas de amostragem cortam perpendicularmente a vertente, segundo uma direção NW-SE. Os elementos que foram possíveis de mapear foram Cu, Zn, Pb, As e Au.

O Cu apresenta uma forma anelar de valores entre 20.5 ppm a 137.4 ppm em que o centro do anel situar-se-á próximo do canto S do mapa. Este anel poderá fazer parte de uma estrutura maior, que se prolonga para SSE da área de amostragem. Esta estrutura anelar é bordejada por valores de concentração mais baixa, entre 8.1 ppm e 21.4 ppm, tanto no exterior como no interior. O mapa do Cu contém ainda um alinhamento invulgar no bordo SW do mapa, com valores entre 32.6 ppm e 379.5 ppm, sendo o único local onde surge a classe de valores mais alta, entre 137.4 ppm e 379.5 ppm.

O elemento Zn apresenta uma faixa de valores de concentração baixa, entre 18.0 ppm a 75.0 ppm segundo a direção aproximadamente E-W ao longo do centro da malha de amostragem. A bordejar esta faixa, tanto a N como a S situam-se duas faixas de valores com as classes mais elevadas, entre 75.0 ppm a 246.3 ppm.

O Pb reúne a classe de valores mais elevada, entre 174.0 ppm e 323.6 ppm num único ponto situado no bordo E da malha, aproximadamente no seu centro. Em torno deste ponto sucedem-se classes de valores cada vez mais baixas. Junto ao bordo N e W predominam valores entre 24.2 ppm e 49.7 ppm, com os valores de classes médias, entre 49.7 ppm a 174.0 ppm, a situarem-se no centro da malha e junto ao bordo S.

As classes mais elevadas de As, entre 282.9 ppm e 823.7 ppm distribuem-se em segundo uma faixa ENE-WSW que cruza diagonalmente a malha de amostragem. Os valores mais elevados sobrepõem-se ao enxame de filões cartografados (figura 4.7).

O Au apresenta uma distribuição semelhante à do As, com exceção nos pontos de concentração mais elevada, que se localizam a S do enxame de filões, com valores entre 234.8 ppb e 481.2 ppb (figura 4.8).

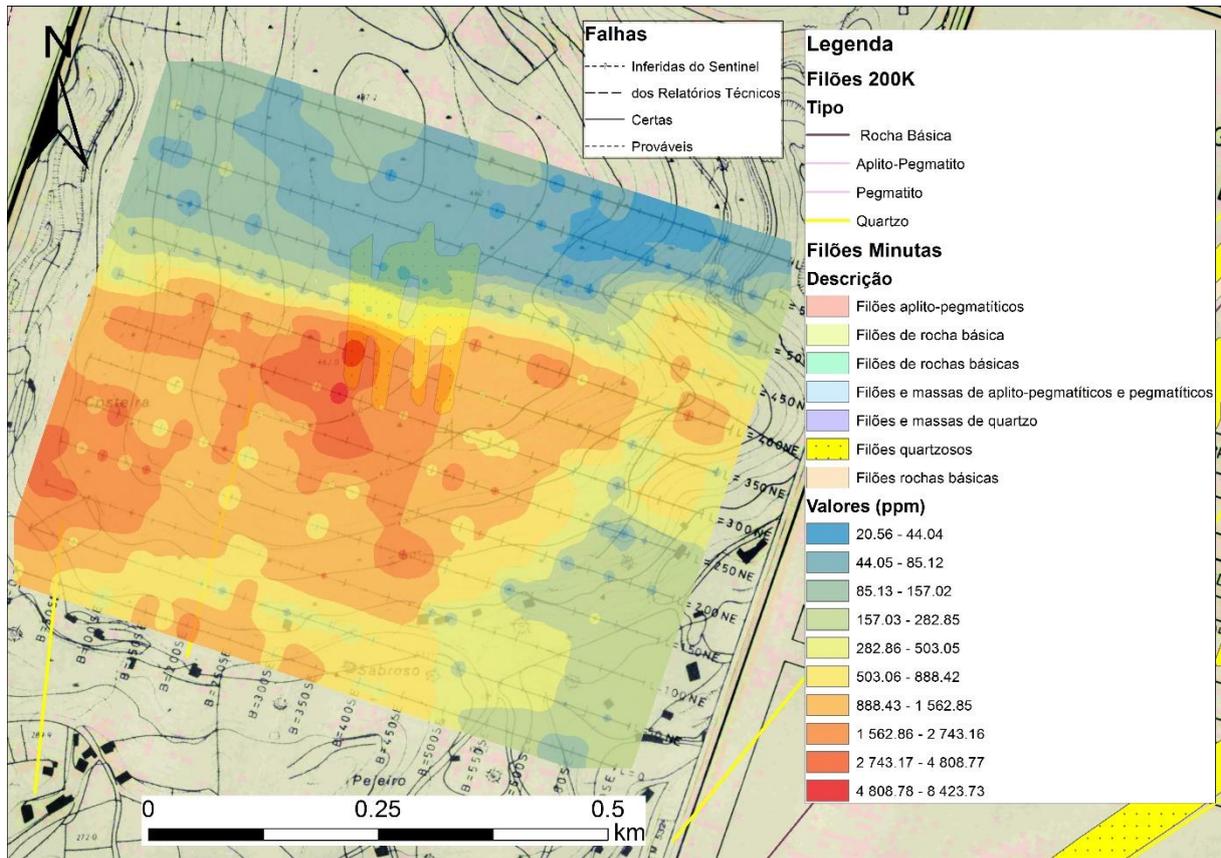


Figura 4.7 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

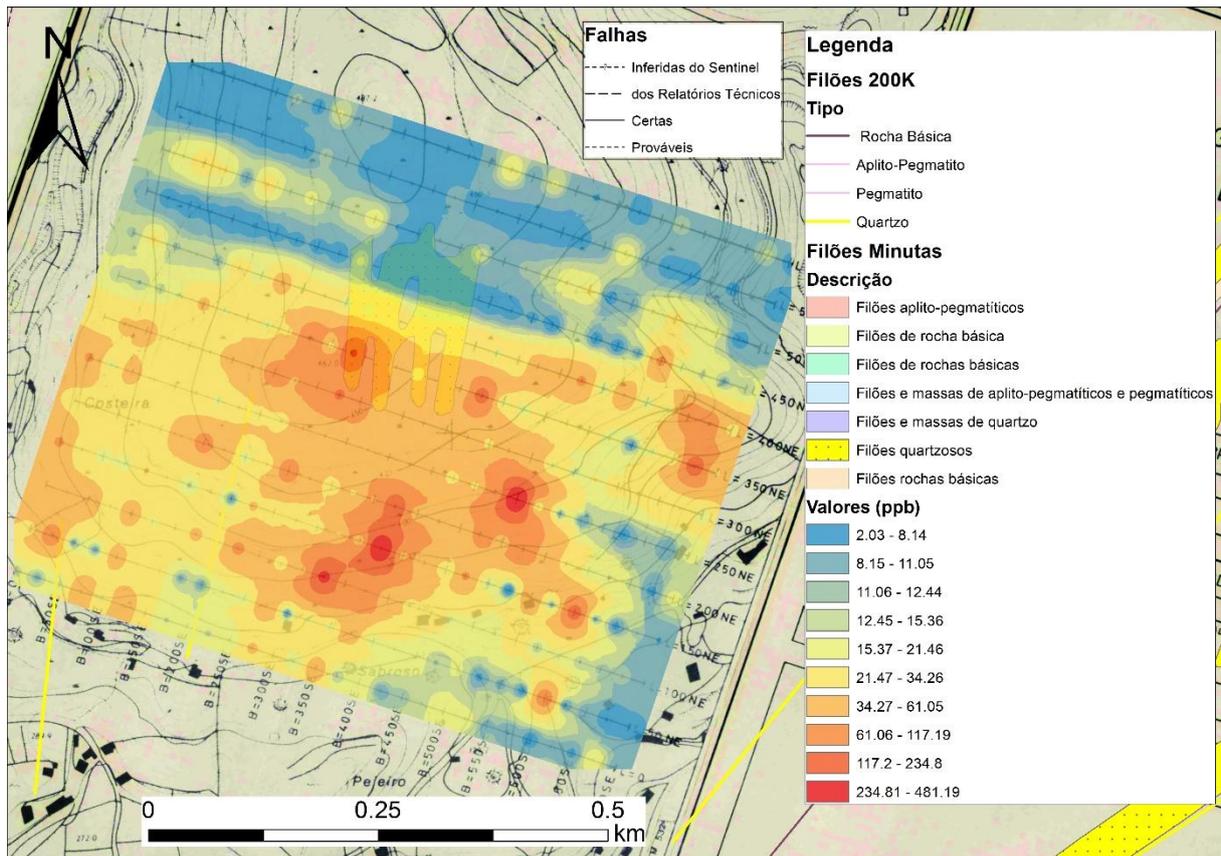


Figura 4.8 – Mapa de isotores para o Au dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

### 4.3.3 Geoquímica de solos – Grovelas:

O local onde se realizou a campanha de geoquímica de solos em Grovelas é bastante acidentado, com variações de altitude desde os 100 m até aos 510 m e insere-se sempre em contexto de granito porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro (segundo a informação da minuta de campo). Dada a forma do relevo, nem sempre os perfis cortam a vertente perpendicularmente. Dos elementos analisados, foi possível mapear Fe, Ba, P, Cu, Cr, Zn, Pb, Ni, V, Mn, As e Y.

O Fe aparenta seguir duas tendências na distribuição de classes de valores entre 3.6 % e 5.2 %: faixas NW-SE, como observável próximo do bordo SW; e faixas N-S, muito menos evidentes, como no canto N do mapa.

Para o mapa do Ba é possível delinear uma estreita faixa de valores baixos entre 0.2 ppm e 66.3 ppm junto ao bordo SW. Na zona NE, oposto à faixa de valores baixos, surgem valores mais elevados, entre 93.5 ppm e 787.6 ppm, com as classes mais elevadas a situarem-se próximas das localidades, de Premedelos e Grovelas.

As concentrações mais elevadas de P desenvolvem-se segundo direção geral NNE-SSW determinada pelas classes mais elevadas, com valores entre 2117.6 ppm a 5318.1 ppm. As concentrações mais elevadas situam-se próximo de Grovelas, Premedelos e a W de Lamas.

Os valores mais elevados de Cu, entre 19.1 ppm e 271.5 ppm centram-se em torno das 3 localidades que bordejam a malha de amostragem: Grovelas, Premedelos e Valões. De Valões para NW segue um alinhamento de valores entre 10.6 ppm a 29.3 ppm.

O mapa de isotores para o Cr revela contrastes muito fortes entre as classes de concentrações mais altas (41.0 ppm - 95.7 ppm) e as mais baixas (18.0 ppm - 39.0 ppm). As classes intermédias surgem a bordejar finamente as mais altas, não tendo grande expressão no mapa. As classes altas formam fiadas NW-SE que podem ser observadas a Sul de Grovelas-Premedelos, alinhados com Soutelo (W da área de amostragem) e também a NW de Valões.

O Zn concentra-se preferencialmente no bordo SE da malha de amostragem, com valores mais elevados (68.0 ppm a 186.4 ppm) em torno de Valões e Premedelos. No centro da malha de amostragem e ao longo dos bordos SW e NW, as classes de valores mais baixos (4.9 ppm a 58.9 ppm) dominam, com exceção de Grovelas, onde voltam a surgir concentrações interessantes, entre 75.4 ppm a 122.0 ppm.

No mapa do Pb dominam as classes entre 29.3 ppm e 40.8 ppm, com os valores mais elevados, até 217.9 ppm, a surgirem exclusivamente em pequenos centros. De entre estes, o maior situa-se próximo da localidade de Grovelas.

O Ni concentra os valores entre 4.3 ppm e 43.0 ppm na metade S do mapa de amostragem, aparentando desenvolver uma faixa ENE-WSW que segue em direção a Premedelos. No bordo NE e na metade N do bordo NW predominam os valores entre 0 ppm e 2.6 ppm.

O V parece evidenciar os teores mais elevados junto a zonas mais florestadas, como próximo de Barral-Grovelas e no canto SW da malha de amostragem, onde ocorrem valores entre 46.9 ppm e 71.6 ppm.

O mapa de isotores do Mn revela uma faixa de concentrações entre 127.5 ppm e 262.7 ppm a cruzar o centro da malha de amostragem, com uma largura média aproximada de 200 m e orientação NNE-SSW. Esta faixa é acompanhada, a SW e a NE por classes de valores mais altas, entre 276.0 ppm a 1135.7 ppm. Uma das zonas de valores mais elevados sobrepõe-se à localidade de Premedelos.

A distribuição do As concentra-se numa banda a SW de Grovelas-Premedelos, onde surgem valores entre 260.3 ppm a 4129.8 ppm, com as concentrações maiores a surgirem preferencialmente junto de Grovelas. As classes de valores mais baixas, entre 1.84 ppm e 166.3 ppm ocorrem no canto N e no bordo SW do mapa de isotores (figura 4.9).

O mapa de isotores do Y revela tendência para as concentrações mais elevadas, entre 22.3 ppm e 182.9 ppm, se situarem nos limites externos da malha de amostragem, incluindo as localidades de Grovelas, Premedelos e Valões.

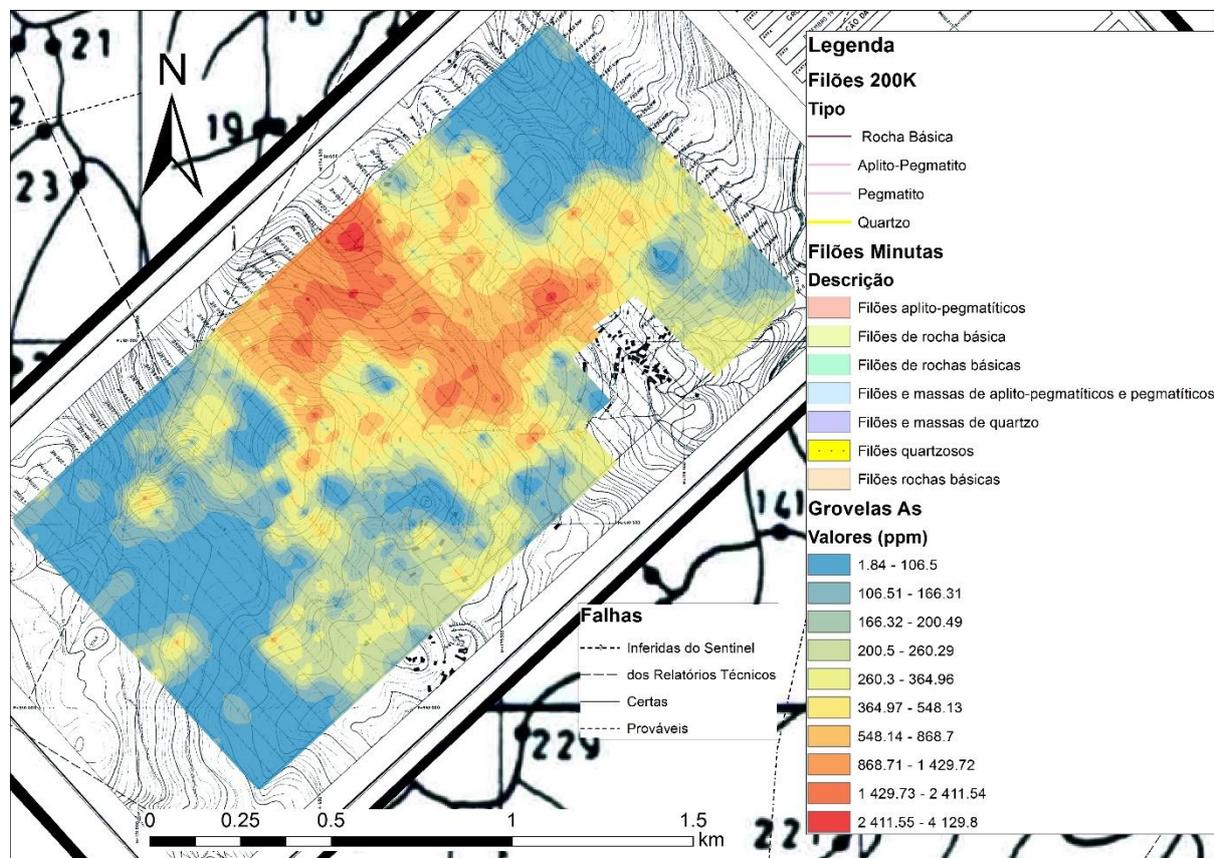


Figura 4.9 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

#### 4.3.4 Geoquímica de solos – Marrancos:

A campanha geoquímica de solos em Marrancos foi realizada num relevo com uma variação na altimetria entre ~220 a 330 m e a malha de amostragem está toda assente em corneanas. Entre as bases 250SE e 150SE a malha de amostragem coincide com uma fratura NE-SW e um filão de quartzo com a mesma direção. Dada a geometria do relevo, os perfis centrais (300NE a 1000NE) cortam perpendicularmente a vertente, e os perfis distais (0NE a 250NE e 1050NE a 1200NE) acompanham a vertente. Os elementos analisados que puderam ser mapeados foram Cu, Zn, Pb e As.

As classes de maior concentração de Cu, entre 53.9 ppm a 353.9 ppm, seguem ao longo do bordo SW até se encontrar com o filão de quartzo, que passam a acompanhar até onde este está cartografado, e depois dispersa para NW. No canto N da malha voltam a surgir valores altos. No limite externo da população de Portela das Cabras do lado E da malha de amostragem surge também uma pequena zona de valores elevados.

Os valores mais elevados de Zn (189.4 ppm-311.3 ppm) concentram-se preferencialmente na zona N da malha de amostragem, coincidindo com as povoações de Monte da Pica e Hospital. À medida que nos afastamos das povoações a concentração diminui, passando a classes de concentrações mais baixas na zona S da malha (30.1 ppm-87.1 ppm). Próximo do filão de quartzo também ocorrem valores elevados, entre 153.4 ppm e 240.1 ppm.

No Pb os valores mais elevados entre 63.5 ppm e 279.6 ppm formam um corredor NW-SE entre Hospital e um pouco a N de Igreja-Marrancos. Lateralmente dispõem-se os valores mais baixos, entre 15.0 ppm a 40.0 ppm.

O mapa de isotores do As mostra tendência para as maiores concentrações (1216.4 ppm a 37637.0 ppm) se situarem ao longo do filão de quartzo, com a exceção de dois pontos que ocorrem fora deste domínio. A área distal ao filão de quartzo, em particular a metade N do mapa, é dominada por valores baixos, entre 7.9 ppm a 360.3 ppm (figura 4.10).

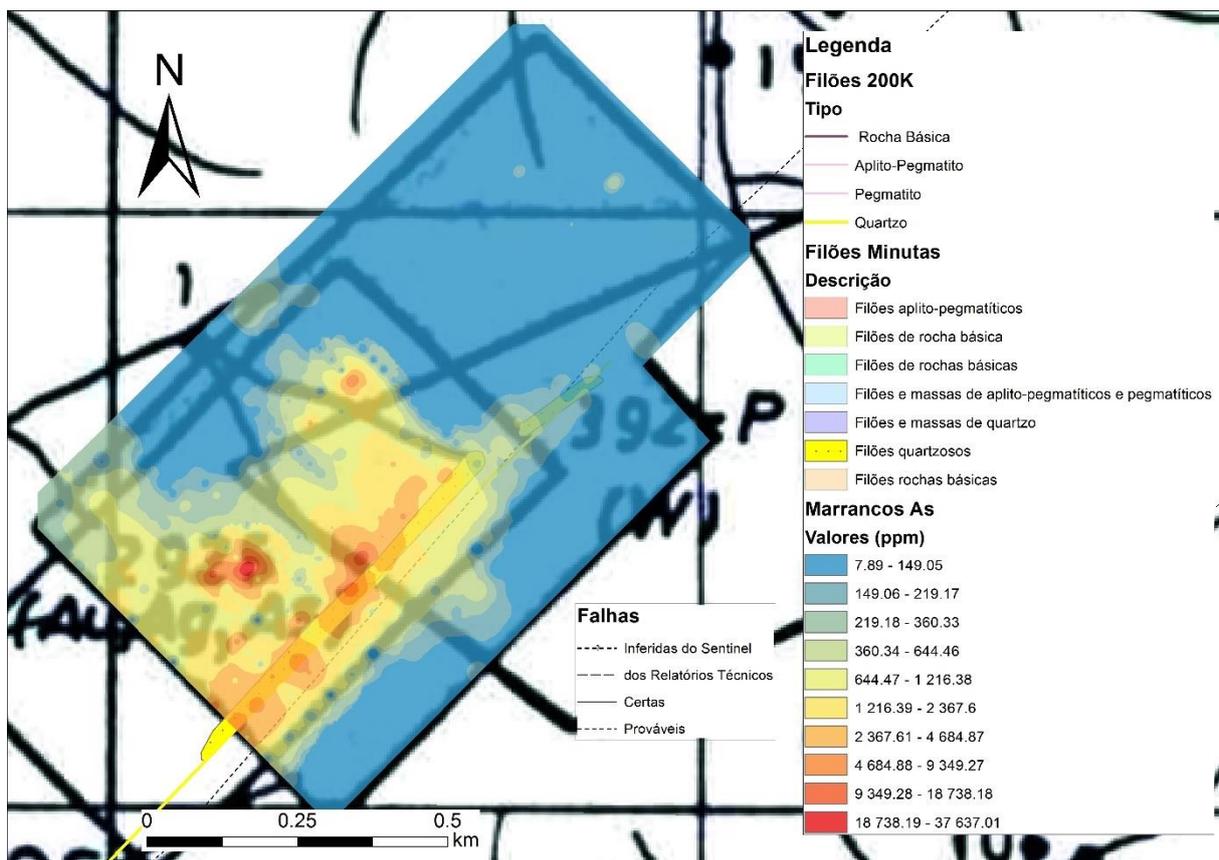


Figura 4.10 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

#### 4.4 Geoquímica – multifractal:

Todos os elementos possíveis, para além de terem sido mapeados utilizando o inverso do quadrado da distância, também foram tratados segundo análise multifractal, que permitiu um refinamento dos dados de modo a quantificar as anomalias.

O método multifractal calcula “patamares” através da quebra de declive num gráfico  $\log \text{Área vs. } \log \text{Concentração}$ . Esta quebra corresponde à interseção de duas retas de tendência. No caso de alguns elementos é possível definir dois patamares distintos de anomalias, sendo o primeiro o valor que diferencia uma anomalia regional do respetivo fundo, e o segundo que separa a anomalia regional de uma anomalia local. Tipicamente este último patamar contém poucos pontos. A figura 4.11 ilustra um exemplo gráfico representativo com dois patamares, e os restantes podem ser consultados no anexo VI.

Os mapas de isotores criados utilizando o inverso do quadrado da distância podem ser agora refinados, excluindo os valores abaixo dos limiares encontrados, permitindo mostrar a relação que as anomalias regionais e locais podem ter com a geografia, a litologia ou as estruturas tectónicas.

A figura 4.12 ilustra o resultado para o mapa de isotores do As dos dados de geoquímica de solos de Godinhaços, primeiro aplicando o 1º limiar, e depois o segundo. Todos os mapas referidos neste capítulo podem ser consultados em anexo (anexo VI).

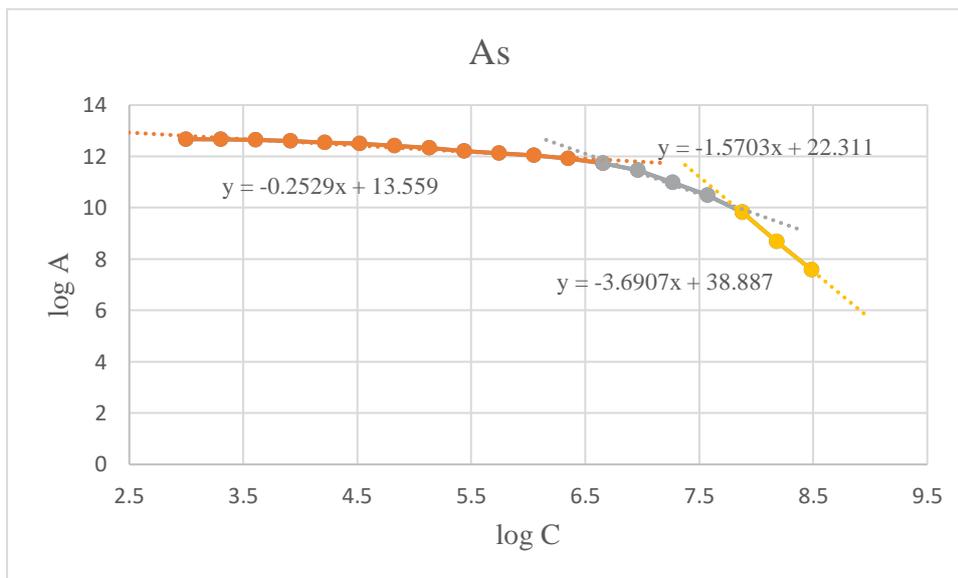


Figura 4.11 – Gráfico  $\log A$  vs  $\log C$  para o elemento As da campanha de geoquímica de solos de Godinhaços, acompanhado pela equação de cada reta. Exemplo de um gráfico multifractal com dois patamares.

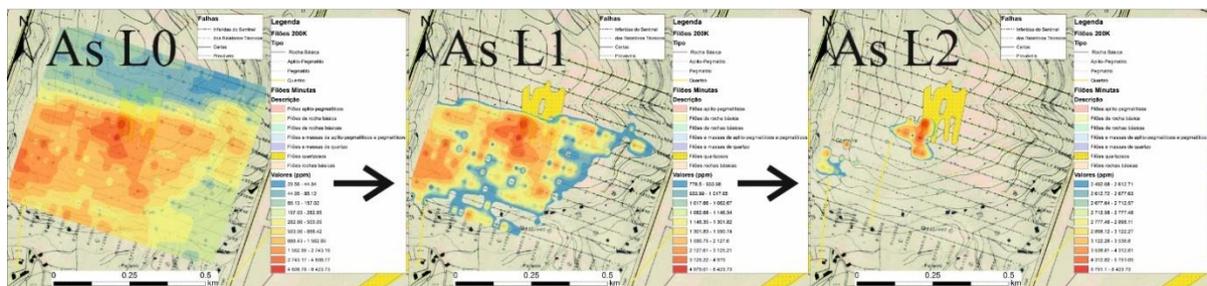


Figura 4.12 – Progressão da aplicação do multifractal no As para os dados de geoquímica de Godinhaços. As L0 - sem multifractal (original); As L1 - com o limiar 1; As L2 - com o limiar 2

#### 4.4.1 Geoquímica de sedimentos de corrente:

Os valores obtidos para cada elemento onde foi possível encontrar limiares utilizando o método multifractal encontram-se resumidos na tabela 4.9:

Tabela 4.9 – Limiares encontrados para os dados de sedimentos de corrente

<b>Sedimentos de Corrente</b>		
Elemento	Limiar 1	Limiar 2
Cu (ppm)	46.7	-
Zn (ppm)	81.3	-
Pb (ppm)	38.4	150.2
As (ppm)	33.1	151.8

O mapa do Cu com o primeiro patamar do multifractal faz destacar a já mencionada anomalia localizada próxima de Ponte da Barca, Terras de Bouro e Seixinhas, salientando a relação que o Cu pode ter com as linhas de água. Junto a Seixinhas esta observação é particularmente evidente pois a anomalia do Cu segue a mesma curva que as linhas de água fazem (figura 4.13).

O mapa de isotores do Zn é ilustrativo da importância da aplicação do método multifractal. No mapa original descreve-se a zona SW como tendo valores elevados, mas quando se aplica o método multifractal demonstra-se que esta zona é constituída por duas faixas de orientação NW-SE, uma das quais claramente associada a estrutura tectónica (figura 4.14).

O mapa de isotores do Pb com o primeiro limiar aplicado confirma a existência de uma tendência para os teores mais elevados se alinharem segundo NE-SW ao longo da fratura principal. Realça ainda uma concentração elevada próxima de Ponte da Barca. O segundo limiar confina a representatividade do mapa apenas à anomalia de Cachagõe.

O mapa de isotores do As com o primeiro limiar aplicado vai ao encontro das conclusões do relatório técnico, e mostra que realmente existe uma maior concentração junto às povoações de Marrancos, Godinhaços e Grovelas. É, no entanto, interessante observar que o limiar 2 faz com que a anomalia de Godinhaços desapareça, permanecendo apenas a de Marrancos, Grovelas e uma pequena anomalia localizada junto de Ventozelo (NE de Grovelas).

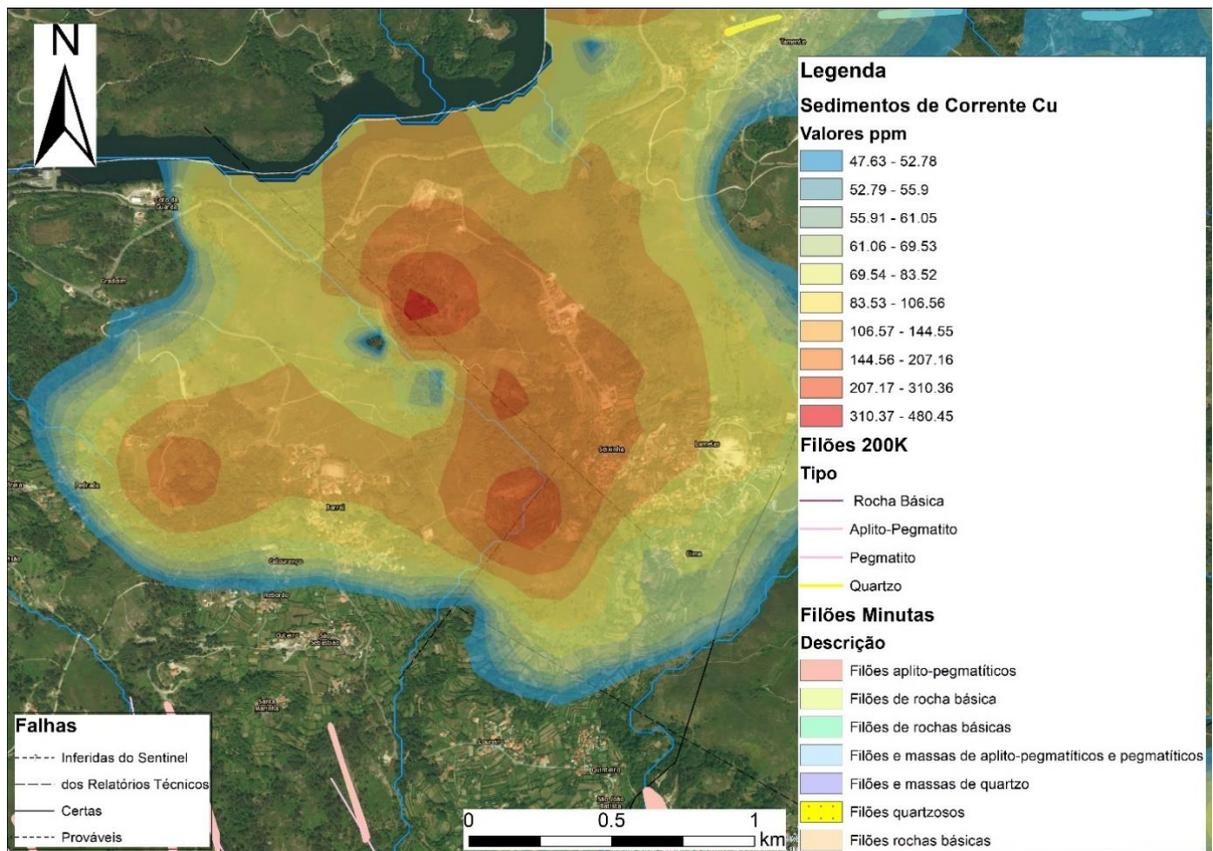


Figura 4.13 – Anomalia do Cu (com o primeiro limiar aplicado) para os dados de sedimentos de corrente.

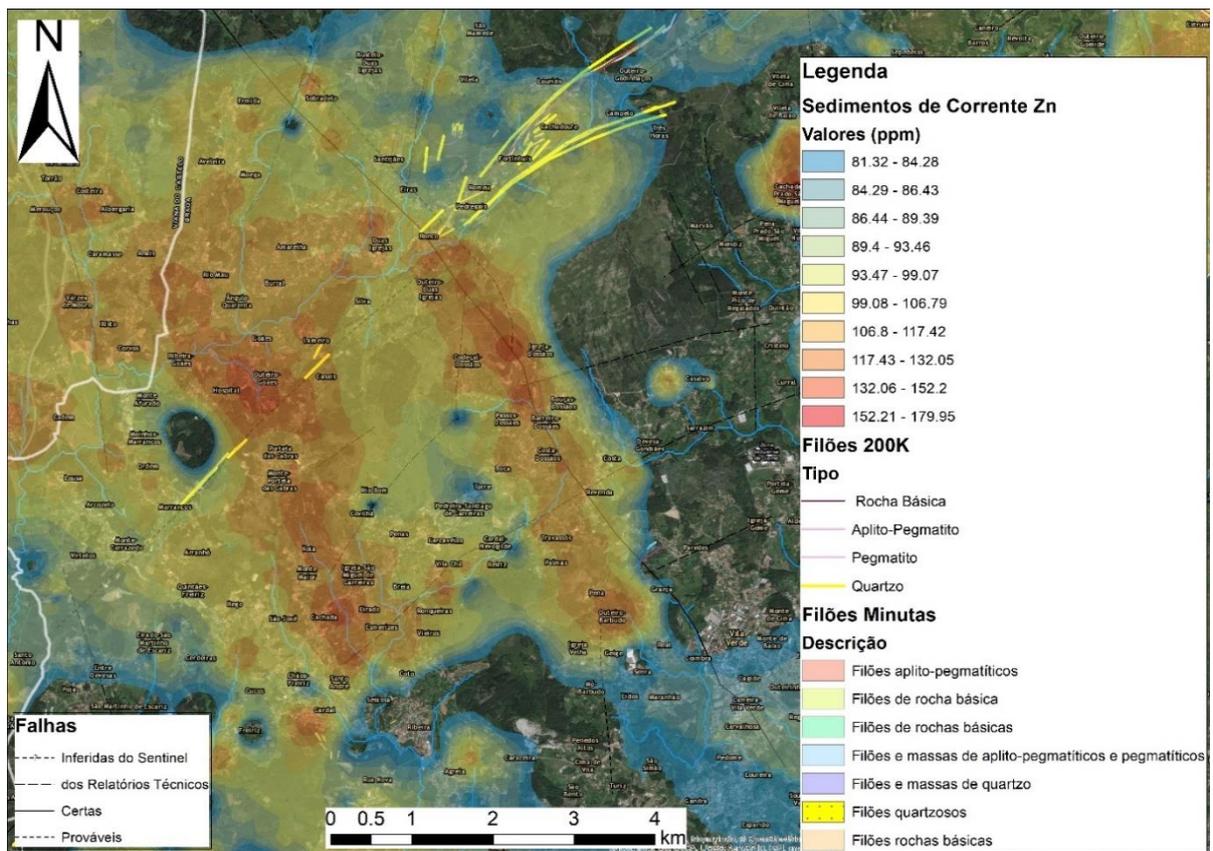


Figura 4.14 – Pormenor da concentração do Zn dos sedimentos de corrente, com a aplicação do método multifractal (1º limiar)

#### 4.4.2 Geoquímica de solos – Godinhaços:

Os valores obtidos para cada elemento onde foi possível encontrar limiares utilizando o método multifractal encontram-se resumidos na tabela 4.10:

Tabela 4.10 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Godinhaços

<b>Geoquímica de Solos - Godinhaços</b>		
Elemento	Limiar 1	Limiar 2
Cu (ppm)	14.9	48.5
Zn (ppm)	83.8	120.6
Pb (ppm)	43.6	82.7
As (ppm)	767.7	2483.4
Au (ppb)	24.2	110.4

O mapa de isotores do Cu com o primeiro limiar mostra essencialmente o mesmo sem o limiar aplicado, com exceção de retirar alguns dos elementos mais baixos (menores que 14.9 ppm). O segundo limiar filtra todos os valores abaixo de 48.5 ppm e como tal surge o alinhamento já previamente descrito junto ao bordo SW, com valores entre 48.9 ppm e 379.5 ppm e alguns focos no enxame de filões e a E deste, formando o padrão anelar previamente observado. Este padrão continua sem explicação aparente, uma vez que não parece coincidir com nenhuma forma particular no relevo, com nenhuma linha de água e nenhuma estrutura tectónica nem geológica.

O limiar 1 no Zn remove todos os valores abaixo de 83.8 ppm, retirando as concentrações que se distribuem pelo centro da malha de amostragem, realçando o conjunto pseudo-anelar que as classes mais altas formam, com valores entre 90.5 ppm e 216.3 ppm. O limiar 2, uma vez que corta todos os valores abaixo de 120.6 ppm, mostra apenas alguns pontos dispersos sem aparente relação entre eles.

Para o mapa de isotores do Pb o primeiro limiar remove os valores abaixo de 43.6 ppm, não afetando muito o modelo geral de distribuição geoquímica, retirando apenas os valores a N e alguns a S na malha de amostragem. O limiar 2 remove todos os pontos abaixo de 82.7 ppm e, portanto, o resultado é reduzido a valores entre 82.9 ppm e 323.6 ppm situados na fronteira de Fortinhais e uma pequena anomalia próxima de Sabroso.

O padrão definido para o As antes da aplicação do método multifractal continua a evidenciar-se no limiar 1, onde apenas se removem os valores externos à faixa de direção ENE-WSW, que estavam abaixo de 767.7 ppm. Perante a aplicação do segundo limiar, a anomalia restringe-se ao enxame de filões, onde os valores variam entre 3122.3 ppm a 8423.7 ppm. Um local a SW do enxame contém valores mais reduzidos, embora ainda interessantes, entre 2712.6 ppm a 3538.8 ppm.

O Au com primeiro limiar, que retira os valores abaixo de 24.2 ppb manteve a forma geral da faixa anómala, com valores entre 36.0 ppb a 481.2 ppb. Com o limiar 2, dado que se retiram todos os valores abaixo de 110.4 ppb, restam apenas alguns pontos, em que um se sobrepõe ao enxame de filões e outros três parecem formar um alinhamento ENE-WSE entre si, que poderá ser um filão não cartografado.

#### 4.4.3 Geoquímica de solos – Grovelas:

Os valores obtidos para cada elemento onde foi possível encontrar limiares utilizando o método multifractal encontram-se resumidos na tabela 4.11:

Tabela 4.11 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Grovelas

<b>Geoquímica de Solos - Grovelas</b>		
Elemento	Limiar 1	Limiar 2
Fe (%)	3.4	-
Ba (ppm)	88.6	191.8
P (ppm)	1399.0	2652.8
Cu (ppm)	5.2	82.5
Cr (ppm)	36.1	85.7
B (ppm)	9.2	-
Zn (ppm)	66.1	122.4
Pb (ppm)	25.6	-
Ni (ppm)	9.6	-
V (ppm)	42.8	-
Mn (ppm)	272.6	877.3
As (ppm)	156.1	1151.5
Y (ppm)	27.0	36.2

Para os mapas de isotores do Fe, P, Cu, Cr, Zn, Pb, V, Mn, As e Y, pertencentes à campanha de geoquímica de solos em Grovelas, não existe distinção significativa entre os mapas com e sem o primeiro limiar. Os elementos que variam significativamente com o primeiro limiar são o Ba e o Ni. Para Cr, Zn e Mn a aplicação do segundo limiar faz com que surja apenas um único ponto por mapa e para Y o mapa contém quatro pontos, demasiado insignificante para que possa ter representatividade. Como tal, é questionada a validade do segundo patamar.

No mapa de isotores de Ba não foi possível estabelecer nenhum padrão. Com o limiar 1, filtrando os valores abaixo de 88.6 ppm, é possível deduzir uma possível relação do Ba com as zonas povoadas, em particular Grovelas e Premedelos, onde ocorre a maior convergência de valores elevados, entre 153.6 ppm e 787.6 ppm. As concentrações representadas pela última classe de valores, entre 457.8 ppm e 787.6 ppm surgem no bordo NE e SW do mapa de amostragem e junto a Grovelas e Premedelos. Todos estes pontos são realçados quando se aplica o segundo limiar, removendo os valores abaixo de 191.8 ppm.

No mapa de isotores do P com o segundo limiar, onde se retiram os valores abaixo de 2652.8 ppm é confirmada a anomalia identificada junto a Premedelos e Grovelas.

O mapa do Cu com o segundo limiar realçou as anomalias identificadas em Grovelas, Premedelos e Valões, retirando os valores abaixo de 82.5 ppm.

O mapa de isotores do Ni regista modificações substanciais ao modelo quando se filtram os teores abaixo de 9.6 ppm, correspondente ao primeiro limiar. O resultado obtido são várias anomalias dispersas com valores entre 10.8 ppm e 43.0 ppm na metade SW da malha de amostragem, surgindo desde S de Premedelos até W de Lamas. O ponto mais alto, e o único local com a classe de valores entre 28.7 ppm e 43.0 ppm, surge entre Premedelos e Valões.

O mapa de isotores do As com o segundo limiar retira todos os valores abaixo de 1151.5 ppm, deixando no mapa valores entre 1167.4 ppm e 4129.8 ppm. As anomalias parecem formar alinhamentos NE-SW, a Sul e Grovelas e a W de Premedelos.

#### 4.4.4 Geoquímica de solos – Marrancos:

Os valores obtidos para cada elemento onde foi possível encontrar limiares utilizando o método multifractal encontram-se resumidos na tabela 4.12:

Tabela 4.12 – Limiares encontrados para os dados de geoquímica de solos em Marrancos

<b>Geoquímica de Solos - Marrancos</b>		
Elemento	Limiar 1	Limiar 2
Cu (ppm)	35.3	141.1
Zn (ppm)	108.2	198.3
Pb (ppm)	36.2	186.6
As (ppm)	37.4	1575.2

Para os quatro elementos cartografados a aplicação do primeiro limiar não faz variar de maneira significativa o modelo, fazendo com que apenas as classes de valores mais baixas sejam retiradas. A maior mudança é registada para o Zn, onde se retiram as primeiras cinco classes (entre 15.0 ppm e 108.2 ppm).

O mapa de isotores do Cu com o segundo limiar reduz as anomalias a um escasso número de pontos, com valores entre 169.3 ppm e 353.9 ppm, alguns dos quais sobrepondo-se aos valores elevados encontrados no mapa do As sem o multifractal.

O Zn com o segundo limiar reduz a sua expressão a uma anomalia próxima da povoação de Monte do Pico, com valores entre 211.4 ppm a 311.3 ppm, juntamente com mais alguns pontos anómalos a S da mesma povoação.

Com o segundo limiar o mapa de isotores do Pb mostra apenas dois pontos, um coincidente com a fratura que atravessa a malha de amostragem, e outro isolado, sem explicação aparente. Este último contém a classe de valores mais elevada, entre 256.2 ppm e 279.6 ppm.

Para o mapa do As a filtragem das concentrações através do segundo limiar, evidencia o alinhamento dos valores mais elevados (3544.3 ppm a 37637.0 ppm) segundo as estruturas tectónicas principais que atravessam a área. Surgem também os pontos a W do filão de quartzo, identificados como possível desmonte do filão.

#### 4.5 Geoquímica – análises de rocha total:

Como referido no capítulo das metodologias, as rochas encaixantes granitóides foram analisadas com de Fluorescência de Raio-X, para um total de 52 elementos.

Na tabela 4.13 apresentam-se os resultados dos elementos mais importantes para este capítulo. Como descrito no capítulo dedicado à amostragem, as amostras designadas por CC pertencem a Coto da Cruz, as G pertencem a Godinhaços e Gr pertencem a Grovelas.

Tabela 4.13 – Elementos relevantes na classificação geoquímica dos granitóides analisados

Amostra:	CC1	G3	G4	G5	G5	G7	GR1	GR1
F (%)	0.307	0.187	0.225	0.161	0.118	0.109	0.164	0.090
Na <sub>2</sub> O (%)	0.174	1.471	0.888	0.795	0.862	1.637	1.999	1.964
MgO (%)	0.684	1.206	0.709	ND	ND	0.535	1.791	1.806
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	22.078	20.237	15.989	16.176	15.901	16.122	20.092	19.688
SiO <sub>2</sub> (%)	64.481	62.564	70.924	68.986	69.020	70.477	59.633	58.734
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.036	0.311	0.219	0.205	0.196	0.331	0.668	0.704
SO <sub>3</sub> (%)	0.019	0.219	0.056	0.081	0.106	0.076	0.083	0.131
Cl (%)	0.009	0.024	0.014	0.016	0.023	0.017	0.027	0.030
K <sub>2</sub> O (%)	7.714	6.177	7.669	10.082	10.291	7.398	6.730	6.314
CaO (%)	0.022	0.230	0.071	0.056	0.066	0.155	1.142	1.039
TiO <sub>2</sub> (%)	0.150	0.461	0.264	0.240	0.269	0.240	1.017	0.941
MnO (%)	0.012	0.029	0.004	0.003	0.003	0.006	0.055	0.053
FeO <sup>T</sup> (%)	1.431	3.250	0.868	1.161	1.177	0.897	5.177	4.745
As (%)	0.034	0.394	0.235	0.414	0.424	0.171	0.478	0.427
Ba (%)	0.018	0.038	0.031	0.049	0.050	0.027	0.070	0.074
Rb (%)	0.061	0.035	0.036	0.042	0.046	0.034	0.044	0.040
Y (ppm)	ND	4.2	15.9	3.3	6.1	5.4	22.3	20.1
Nb (ppm)	11.6	15.6	8.4	6.5	7.1	9.4	19.8	19.2
LOI (%)	2.570	2.730	1.660	1.370	1.270	1.620	0.120	2.560
Total (%)	99.979	99.992	99.997	100.002	99.991	99.987	99.990	99.976

O trabalho de Frost *et al.* (2001) propõe a classificação dos granitos segundo 3 índices: #Fe (ou Fe\*), índice alcalis-calco modificado (MALI) e através do índice de saturação do Al (ASI). As rochas granitóides podem ainda ser ainda classificadas de acordo com Pearce *et al.*, 1984, utilizando gráficos binários Y+Nb/Rb e Y/Nb. As várias classificações individuais permitem classificar os granitóides analisados de acordo com o quadro S-I-A-M.

##### 4.5.1 Fe\*:

O Fe\* é utilizado em favor do #Fe quando as análises são de FeO<sup>T</sup> e não de Fe<sup>2+</sup>, como é o caso das nossas amostras. É um método utilizado para distinguir entre granitos ferrosos e magnesianos, através da equação.

$$(4.2) Fe^* = \frac{FeO^T}{(FeO^T + MgO)}$$

em que os valores de Fe\* para cada amostra de granito são mostrados na tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Elementos relevantes para a classificação através do Fe\*

Análises:	CC1	G3	G4	G5	G5	G7	GR1	GR1
FeO <sup>T</sup> (%)	1.431	3.250	0.868	1.161	1.177	0.897	5.177	4.745
MgO (%)	0.684	1.206	0.709			0.535	1.791	1.806
SiO <sub>2</sub> (%)	64.481	62.564	70.924	68.986	69.020	70.477	59.633	58.734
Fe*	0.70	0.75	0.58	1.00	1.00	0.65	0.76	0.74

O gráfico da figura 4.15 revela que a maioria dos granitos se classificam no campo dos granitos ferrosos, com a exceção de G7 e G4, ambos de Godinhaços, que se inserem no campo dos magnesianos. Ainda assim, o Fe\* de ambos é maior do que 0,5, o que significa que o Fe continua a ser mais abundante que Mg. É importante notar que mesmo as amostras mais sãs, registam efeitos de alteração meteórica, que se expressa por alguma ferruginização.

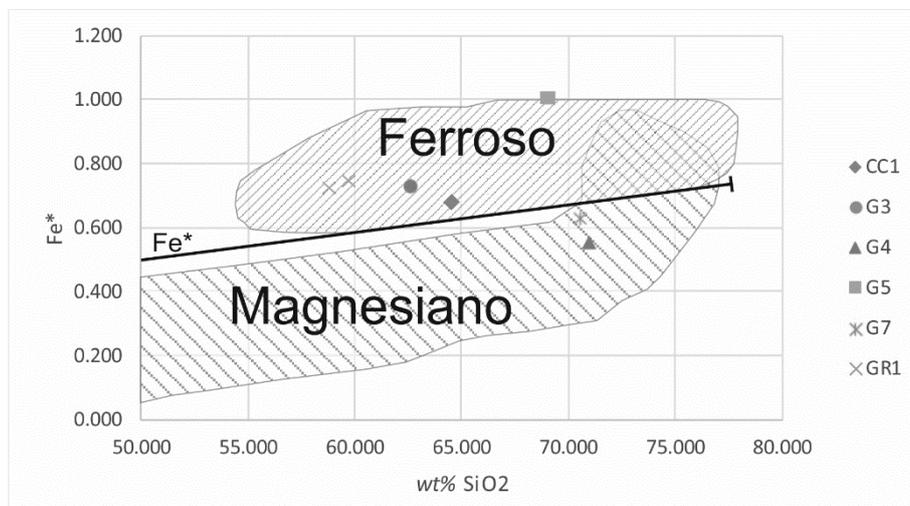


Figura 4.15 – Classificação dos granitóides analisados segundo o Fe\*

#### 4.5.2 Índice alcalis-calco modificado (MALI):

O MALI foi criado a partir de uma adaptação do original, reduzindo as três variáveis necessárias para a classificação (SiO<sub>2</sub>, CaO e Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) para apenas duas (SiO<sub>2</sub> e Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O – CaO). A tabela 4.15 contém o valor MALI calculado, projetada depois na figura 4.16.

Tabela 4.15 – Elementos relevantes para a classificação através do índice alcalis-calco modificado (MALI)

Análises (%):	CC1	G3	G4	G5	G5	G7	GR1	GR1
Na <sub>2</sub> O	0.174	1.471	0.888	0.795	0.862	1.637	1.999	1.964
K <sub>2</sub> O	7.714	6.177	7.669	10.082	10.291	7.398	6.730	6.314
CaO	0.022	0.230	0.071	0.056	0.066	0.155	1.142	1.039
SiO <sub>2</sub>	64.481	62.564	70.924	68.986	69.020	70.477	59.633	58.734
MALI	7.866	7.418	8.486	10.821	11.087	8.880	7.587	7.239

A projeção do índice de MALI mostra que todos os granitos analisados se inserem no campo dos granitos alcalinos, e está em concordância com a literatura, que indica que as rochas granitóides aflorantes no local são de natureza alcalina a calco-alcalina.

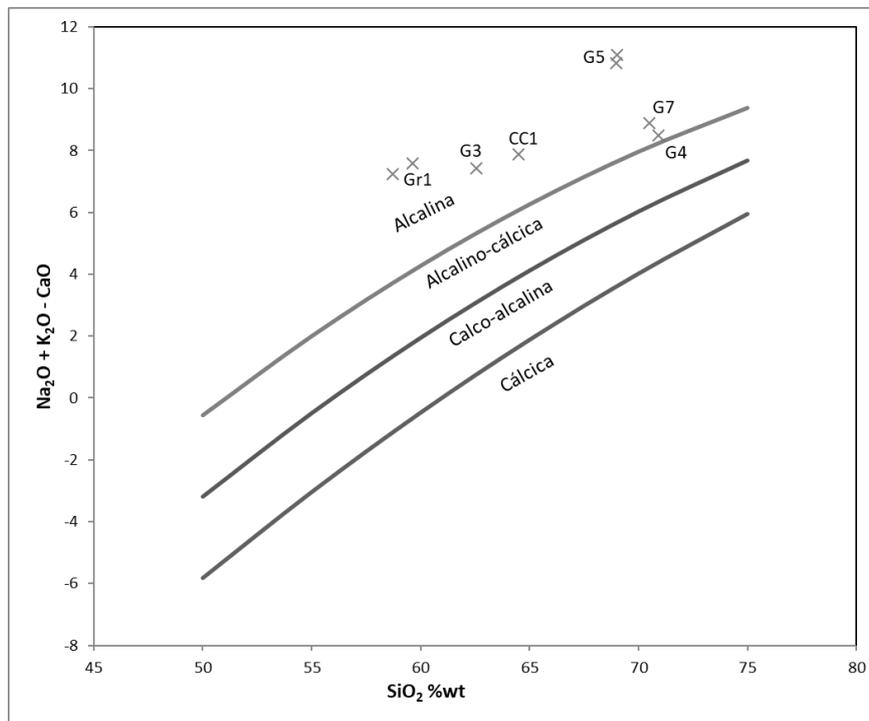


Figura 4.16 – Classificação dos granitóides analisados segundo o MALI

### 4.5.3 Índice de saturação do Al (ASI):

O ASI é definido pela razão descrita abaixo, utilizando razões molares. O índice obtido classifica os granitos de Peraluminosos se  $ASI > 1$ , metaluminosos se  $ASI < 1$  e a soma  $Na + K < Al$ , e peralcalino se  $ASI < 1$  e  $Na + K > Al$ . A tabela 4.16 indica os valores relevantes para cada análise:

$$(4.3) \text{ ASI} = \frac{Al_2O_3}{(CaO - 1.67P_2O_5 + Na_2O + K_2O)}$$

Tabela 4.16 – Elementos relevantes para a classificação através do índice de saturação de Al

Análises (%):	CC1	G3	G4	G5	G5	G7	GR1	GR1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.22	0.20	0.16	0.16	0.16	0.16	0.20	0.19
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03
K <sub>2</sub> O	0.08	0.07	0.08	0.11	0.11	0.08	0.07	0.07
CNK <sup>1</sup>	0.08	0.09	0.09	0.12	0.12	0.10	0.12	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CNK	2.56	2.21	1.66	1.34	1.28	1.52	1.70	1.77

<sup>1</sup>CNK =  $CaO - 1.67 * P_2O_5 + Na_2O + K_2O$  (razões molares)

O que se observa na tabela é que todos os granitos analisados são francamente peraluminosos, que pode indicar a existência de mais do que uma fase portadora de Al. (Frost *et al.*, 2001).

#### 4.5.4 Elementos traço:

Através de elementos traço, nomeadamente Y, Nb e Rb, é possível inferir o ambiente tectónico em que provavelmente se geraram os granitos. Como verificado na figura 4.17, os granitos analisados têm assinaturas dos granitos sin-colisionais.

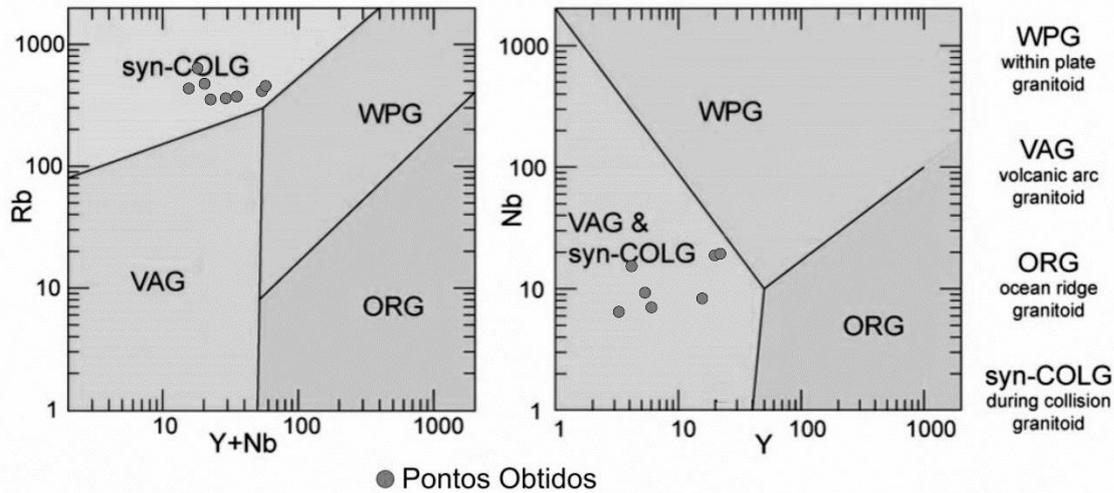


Figura 4.17 – Classificação dos granitóides de acordo com os elementos traço. Adaptado de Pearce et al, 1984.

#### 4.5.5 Classificação final:

De modo geral, todos os granitóides analisados correspondem a granitóides ferrosos, com exceção de duas amostras de Godinhaços, alcalinos e peraluminosos, típicos de ambientes tectónicos sin-colisionais. Pode-se ainda verificar com alguma segurança, de acordo com o quadro da figura 4.18 que se tratam ainda de granitos tipo S, uma vez que são os granitos mais compatíveis com os resultados obtidos neste capítulo.

The S-I-A-M Classification of Granitoids

Type	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	Ca, Sr	Al/(C+N+K)*	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup>	Cr, Ni	δ <sup>18</sup> O	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	Misc	Petrogenesis
<b>M</b>	46-70%	low	high	low	low	low	< 9‰	< 0.705	Low Rb, Th, U Low LIL and HFS	Subduction zone or ocean-intraplate Mantle-derived
<b>I</b>	53-76%	low	high in mafic rocks	low: metaluminous to peraluminous	moderate	low	< 9‰	< 0.705	high LIL/HFS med. Rb, Th, U hornblende magnetite	Subduction zone Intracrustal Mafic to intermed. igneous source
<b>S</b>	65-74%	high	low	high peraluminous	low	high	> 9‰	> 0.707	variable LIL/HFS high Rb, Th, U biotite, cordierite Als, Grt, Ilmenite	Subduction zone Supracrustal sedimentary source
<b>A</b>	high → 77%	Na <sub>2</sub> O high	low	var peralkaline	var	low	var	var	low LIL/HFS high Fe/Mg high Ga/Al High REE, Zr High F, Cl	Anorogenic Stable craton Rift zone

\* molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)

Data from White and Chappell (1983), Clarke (1992), Whalen (1985)

Figura 4.18 – Quadro classificativo dos granitos.

## 4.6 Geofísica

Os dados de geofísica foram mapeados recorrendo ao mesmo método de interpolação, o inverso do quadrado da distância. Este método é utilizado com regularidade pois algumas variáveis geofísicas, como o campo gravítico e o eletromagnético, decaem com o inverso do quadrado da distância.

A primeira campanha de geofísica foi realizada em Marrancos, onde o S.F.M decidiu recorrer a métodos eletromagnéticos, nomeadamente VLF (*Very Low Frequency*) onde se leu o “tilt” (*tangente do ângulo de inclinação*), elipticidade, resistividade aparente e defasagem; Métodos magnéticos, que permitiram ler a intensidade do campo magnético total; e métodos elétricos, obtendo leituras para a polarização induzida e resistividade elétrica. Os métodos de muito baixa frequência têm a desvantagem de serem influenciados por objetos passíveis de conduzir eletricidade, pela morfologia do local e pelas condições da ionosfera.

Em Godinhaços e Grovelas só se utilizou o método eletromagnético, lendo o “tilt”, elipticidade, resistividade aparente e defasagem em Godinhaços e apenas tilt e elipticidade em Grovelas.

Os métodos eletromagnéticos (tilt e elipticidade) são habitualmente utilizados para traçar estruturas, verticais e horizontais, respetivamente, que permite, em teoria, traçar contactos de litologias ou encontrar filões não cartografados.

A intensidade do campo magnético lê as propriedades magnéticas dos minerais presentes no local. É um método bastante sensível e facilmente inviabilizado por fios elétricos ou lixo antropogénico que exista no local.

A resistividade elétrica e polarização induzida traçam “pseudo-cortes” no terreno onde as litologias são diferenciadas pela resistividade que cada uma tem. Estruturas mineralizadas, como filões de quartzo com sulfuretos, são naturalmente menos resistivas que o envolvente.

Caso a campanha de geofísica fosse realizada durante este estudo, os métodos pelo qual se optaria seriam exclusivamente elétricos, nomeadamente resistividade aparente e polarização induzida, dado serem estes que têm revelado maior sucesso em mineralizações hospedadas em filões de quartzo.

Todos os mapas apresentados neste capítulo podem ser consultados no anexo VII.

### 4.6.1 Godinhaços:

Para a área de Godinhaços é possível utilizar a informação obtida nos mapas de “tilt” e elipticidade para traçar o limite entre o granito não porfiróide a NW e os outros dois. No entanto, nenhum método geofísico conseguiu distinguir entre o granito de Vila Verde, a S, e o granito de Braga, a NE, devido à forte semelhança das suas propriedades físicas. Com base na informação fornecida pelos mapas de resistividade e defasagem, não é possível encontrar correlação nenhuma com a informação geológica e estrutural pré-estabelecida, uma vez que as anomalias, tanto negativas como positivas, não se mostram congruentes nem com a direção das fraturas e/ou filões, nem se limitam a um único granito, existindo eixos anómalos a intersectar os três granitos. Estes eixos anómalos poderão surgir devido a interferências na leitura dos dados.

#### 4.6.2 Grovelas:

Como referido, a campanha de geofísica na área de Grovelas foi constituída pela leitura do “tilt” e da elipticidade. As minutas de campo mostram que a área de Grovelas se estende sobre granito porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro, não sendo expectável que haja uma variação muito grande de fácies. No mapa do “tilt” observam-se duas faixas paralelas, uma anómala negativa (-26.6 % a -0.7 %) e outra positiva (13.9 % a 49.6 %), com orientação NE-SW na metade Sul da malha de amostragem, e aproximadamente N-S na outra metade, não sendo claro o motivo da distinção. O mapa da elipticidade contém uma distribuição semelhante, mas realça do lado W da fratura NE-SW que cruza a malha de amostragem a existência de uma anomalia de valores elevados, entre 9.7 % e 27.3 % (figura 4.19).

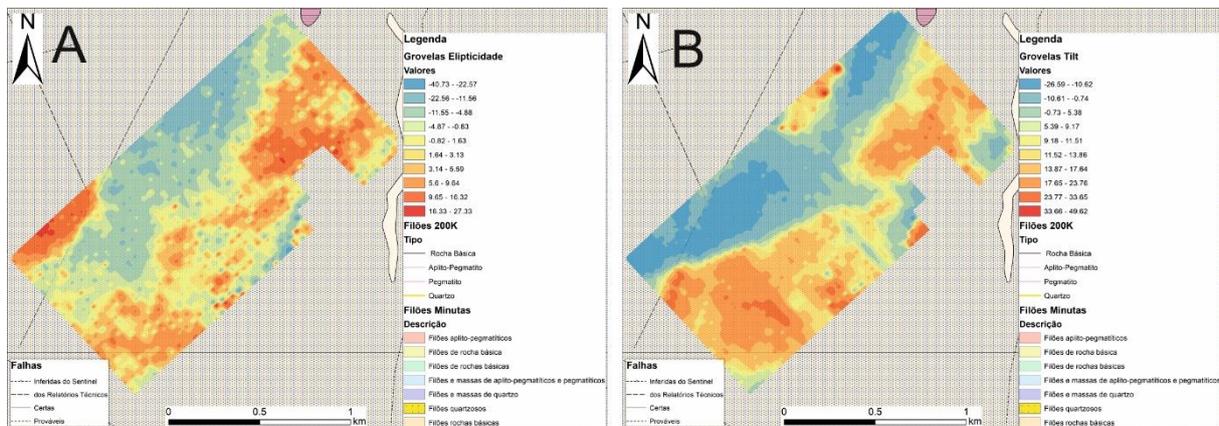


Figura 4.19 A - Mapa da Elipticidade para a área de Grovelas. B - Mapa de "tilt" para a área de Grovelas

#### 4.6.3 Marrancos:

De acordo com os mapas geológicos, Marrancos situa-se por completo em metassedimentos de idade Silúrica e a malha de amostragem inclui um filão de quartzo mineralizado e uma falha, ambos de direção NE-SW.

O mapa do “tilt” contém uma anomalia negativa (-24.9 % a 2.3 %) bem marcada que parece seguir a fratura NE-SW, não obstante se desviar para uma direção N-S, sem motivo aparente. No caso da elipticidade, parece haver uma concordância entre o fim da anomalia positiva (9.1 % a 20.43 %) e o contacto com o filão mineralizado, de uma maneira pouco definida.

No mapa da resistividade seria expectável observar eixos anómalos positivos alinhados com o filão mineralizado. No entanto, e com exceção de uma pequena parcela a N, verificam-se valores de resistividade baixos (1.4  $\Omega$ .m a 952.6  $\Omega$ .m) para o filão. O mapa da defasagem contém um conjunto de valores entre 23.7 e 35.1 de orientação N-S no canto N do mapa, que se estende até próximo do filão mineralizado, aumentando a resistividade na proximidade deste. Verifica-se ainda uma faixa larga paralela ao filão, com valores entre 23.7 e 55.0. A inexistência de um eixo contínuo sobre o filão é correlacionável com a maneira como a mineralização surge em massas, e não de forma continua.

Marrancos contém ainda perfis de resistividade aparente e polarização induzida, que cruzam o filão de quartzo. Através destes mapas, observa-se que o filão de quartzo aparenta inclinar para NE, como no perfil 0 de polarização induzida (figura 4.20).

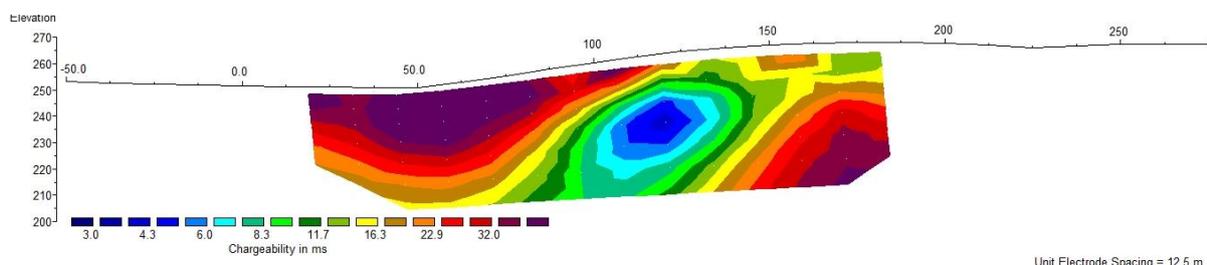


Figura 4.20 - Perfil 0 de polarização induzida para a área de Marrancos.

#### 4.7 Análise petrográfica e mineralógica das áreas estudadas:

Todas as áreas estudadas correspondem a mineralizações em filões de quartzo, com direção geral NE-SW, variando a rocha encaixante, em que Coto da Cruz, Froufe, Godinhaços e Grovelas, estão situados em rochas granitóides e Marrancos em rochas metassedimentares. A mineralização de Monte das Corujeiras está encaixada em rochas granitóides e em corneanas do CXG. A associação mineral comum é constituída por quartzo, sericite, sulfuretos – dominando a arsenopirite –, arsenatos – principalmente escorodite –, óxidos e hidróxidos de ferro.

##### 4.7.1 Coto da Cruz

As mineralizações de Coto da Cruz ocorrem em filões de quartzo com direção N40° a N45°E, encaixados em granitos alcalinos não porfiróides de grão grosseiro ou médio a grosseiro. A mineralogia do granito é constituída por quartzo, moscovite e sericite, e quantidades acessórias de rútilo. Observam-se ainda evidências de silicificação tardia, que terão obliterado os feldspatos presentes.

No filão destaca-se a ocorrência de três gerações de quartzo: uma primeira geração, de quartzo leitoso, preenchendo os filões, e que é cortado pelas gerações subsequentes; um quartzo acinzentado a surgir em filonetes, evidenciado macroscopicamente a cortar a primeira geração e microscopicamente pelo menor grau de deformação; e uma terceira, de quartzo hialino, que surge a preencher pequenos geóides ou com estrutura em pente. Coto da Cruz foi o único local onde se verificou a presença de quartzo hialino.

No filão ocorrem ainda sericite, clorite, arsenopirite brechificada, bismuto, hematite, goethite e escorodite ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). As fases minerais acessórias presentes são volframite, cassiterite, galena, monazite. A figura 4.21 reúne alguns exemplos típicos do que se observa nas lâminas. A alteração supergênica terá originado um mineral rico em Bi e As, disseminado nos arsenatos (fig. 4.22).

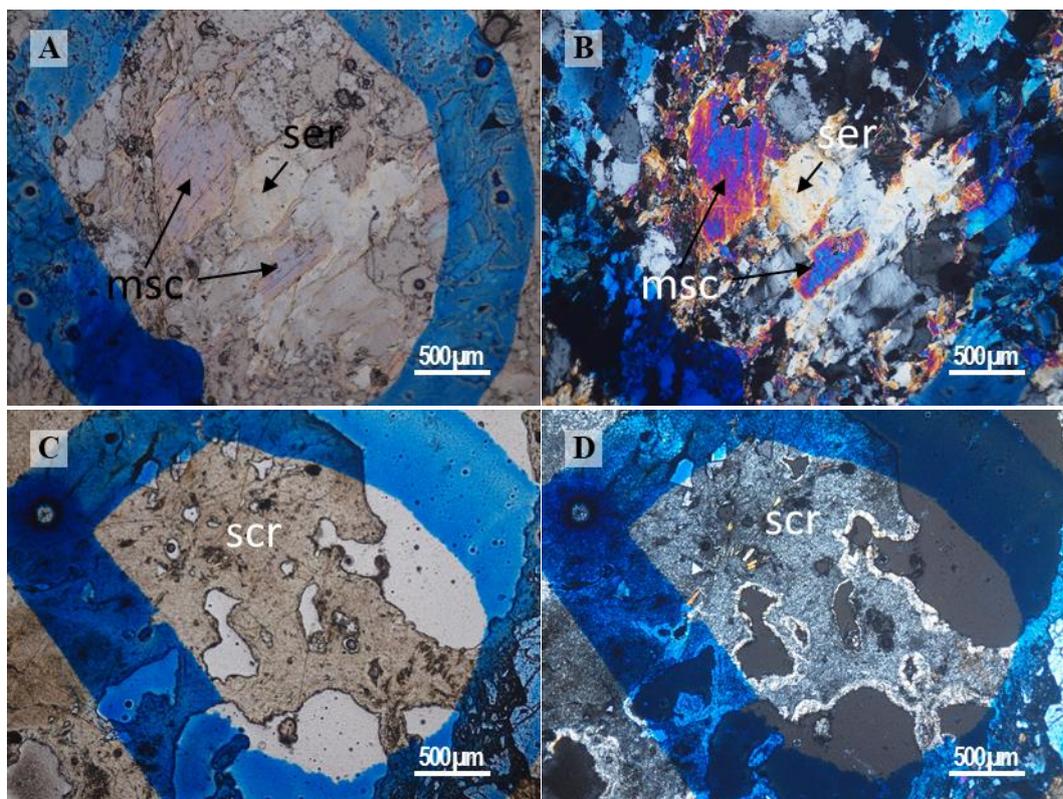


Figura 4.21 – Exemplos da mineralogia encontrada na área de Coto da Cruz. Luz transmitida **A e B**: moscovite e sericite no seio de um filão de quartzo. (Nicóis paralelos e cruzados) **C e D**: escorodite a envolver a restante mineralogia (nicóis paralelos e cruzados). msc – moscovite; ser – sericite; scr – escorodite

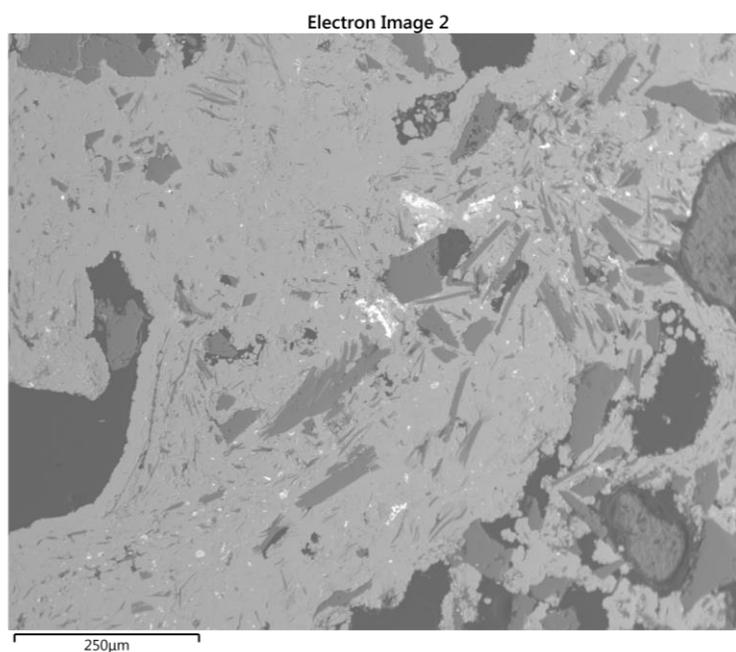


Figura 4.22 – Imagem de electrões retrodifundidos com o mineral desconhecido, em tons brilhantes de cinzento, na matriz escorodítica. Luz refletida

Observa-se uma relação textural com as fases de arsenatos a crescer à custa da arsenopirite, sugerindo a hipótese de que os arsenatos poderão conter os elementos que pertenciam às arsenopirites como

impurezas. Regista-se ainda em toda a área a presença abundante de *box works*, resultantes da oxidação dos sulfuretos, que apresentam por vezes secções quadrangulares perfeitas.

#### 4.7.2 Froufe

A mineralização de Froufe ocorre sob a forma de um filão de quartzo aproximadamente E-W, cartografado na minuta de campo, mas não observável no terreno, dada a abundante vegetação. O filão de quartzo está encaixado num granito alcalino de grão médio e médio a grosseiro, mas devido à vegetação, aliada à meteorização intensa dos afloramentos existentes, não foi possível colher amostras de encaixante neste local.

A mineralogia do filão mineralizado de Froufe é constituída por quartzo, moscovite, arsenopirite, pirite, bismuto, hematite e escorodite. O quartzo apresenta deformação intensa, com extinção ondulante e fenómenos de subgranulação, brechificação da arsenopirite e preenchimento das fraturas por sericite e hematite, esta última resultante da provável oxidação das fases sulfuretadas, tanto da arsenopirite como da pirite.

#### 4.7.3 Godinhaços

A mineralização de Godinhaços é constituída por um conjunto de filões de quartzo orientados entre N17°E e N55°E, encaixados no granito alcalino não porfiróide de grão médio de duas micas, predominantemente biotítico.

As amostras colhidas representam um granito com textura fanerítica de grão médio a grosseiro, constituído por quartzo, feldspato – ortoclase e plagioclase –, biotite e moscovite, com quantidades acessórias de zircão e monazite. Com a proximidade ao filão, surge arsenopirite e hematite.

A mineralogia dos filões mineralizados é constituída por quartzo, moscovite, plagioclase, feldspato alcalino, arsenopirite, pirite, bismuto, monazite, escorodite, bariofarmacossiderite ( $Ba_{0.5}Fe^{3+}_4(AsO_4)_3(OH)_4 \cdot 5H_2O$ ), rútilo e hematite.

Na figura 4.23 são ilustrados alguns minerais encontrados nas lâminas correspondentes ao encaixante (**A** e **B**) e à mineralização (**C** e **D**).

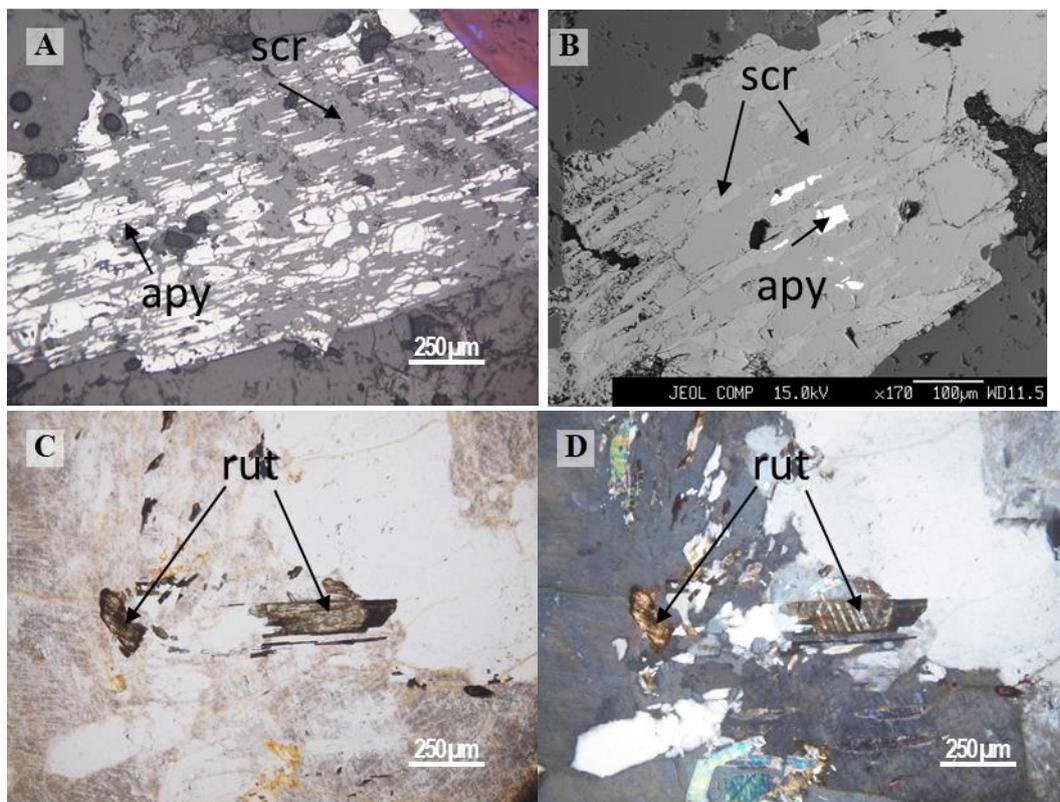


Figura 4.23 – A: imagem de microscopia ótica em luz refletida e nicóis paralelos de uma arsenopirite a ser alterada para escorodite; B: a mesma escorodite, mas em imagem de elétrões retrodifundidos, com luz refletida. O zonamento de cinzentos é dado por diferenças na composição química da escorodite; C e D: rútilo em luz transmitida e nicóis paralelos e cruzados. O bandando é dado por enriquecimentos em W. apy – arsenopirite; scr – escorodite; rut – rútilo.

#### 4.7.4 Grovelas

A mineralização de Grovelas ocorre em filões de quartzo N60°E encaixados num granito alcalino porfiróide de duas micas de grão médio a grosseiro, composto por quartzo, microclina (que confere a textura porfiróide), plagioclase, biotite, moscovite e, acessoriamente, rútilo, apatite, ilmenite e zircão. A amostragem incidiu fundamentalmente nos domínios do encosto ao filão mineralizado, onde surge adicionalmente no encaixante, arsenopirite, ouro, hematite, escorodite e farmacossiderite ( $\text{KFe}^{3+}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 6-7\text{H}_2\text{O}$ ). O filão está numa falha com movimentação esquerda conforme se deduz dos critérios cinemáticos em estrias preservadas nas paredes do filão. No terreno, os filões possuem encostos bem marcados por bandas de oxidação, que indicam domínios preferenciais de alteração oxidante tardia.

A mineralogia dos filões apresenta, do encosto para o seu interior, uma sequência de deposição polifásica com um domínio quartzoso rico em óxidos de ferro, seguido de bandas com arsenopirite e quartzo, terminando com a zona central com quartzo fraturado, mas que é descontínuo. No contacto entre a arsenopirite e o quartzo, tanto interno como externo, existe uma orla de alteração da arsenopirite para escorodite. Em lâmina delgada polida confirma-se a existência de duas gerações de quartzo, uma com extinção ondulante e outra cominuída; verifica-se ainda a presença de escorodite de granularidade mais grosseira em fraturas ao longo da arsenopirite e junto ao bordo do filão. Regista-se também a presença de fases de Au nativo e bismuto nativo rico em Ag. A relação entre a escorodite e o Au nativo pode ser observada na figura 4.24.

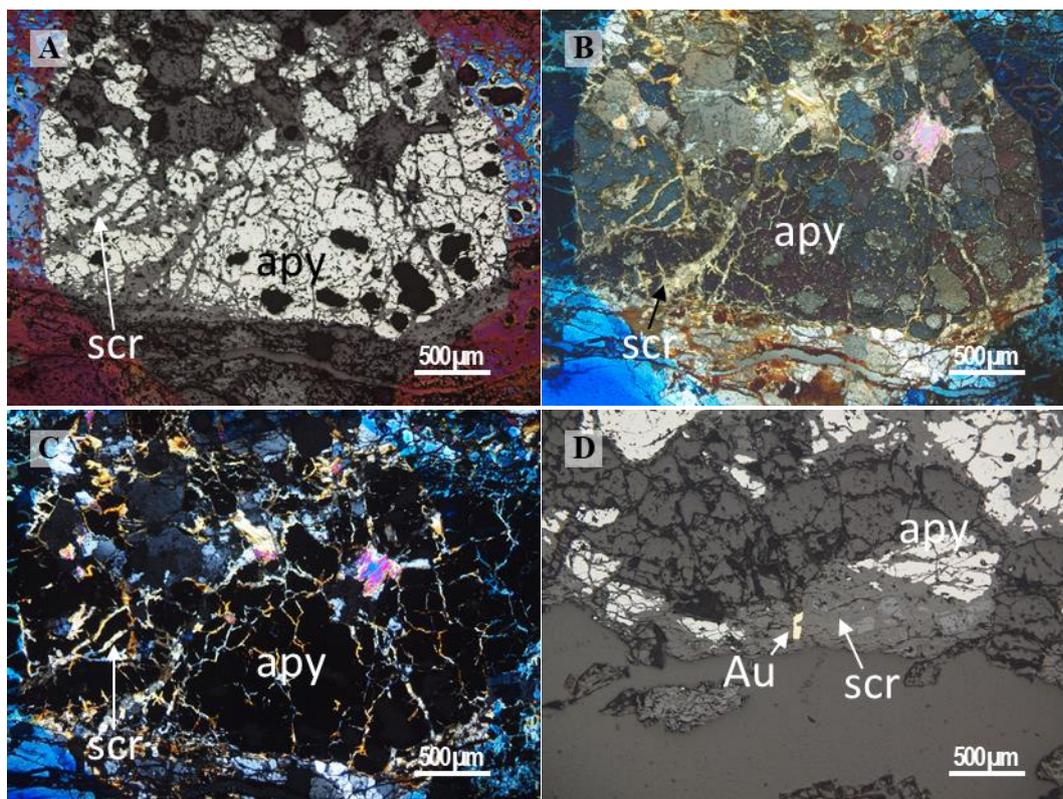


Figura 4.24 – Mineralogia do filão de Grovelas. Em **A**, **B** e **C** observam-se as relações entre a arsenopirite e a escorodite. **D**: ouro nativo associado à escorodite. Luz refletida na imagem **A**, **B** e **D**. Luz transmitida na imagem **C**. Imagem **A** em nicóis paralelos e **B** e **C** em nicóis cruzados. *apy* – arsenopirite; *scr* – escorodite; *Au* – ouro nativo.

#### 4.7.5 Marrancos

A mineralização de Marrancos ocorre sob a forma de filões de quartzo orientados aproximadamente N50°E, encaixados em metassedimentos de idade Silúrica. A mineralogia do encaixante é dominada por quartzo, sericite e clorite, apresentando padrões de deformação dúctil, tais como dobramento da xistosidade e ocorrência de sigmas. As fases acessórias são zircão, rútilo e monazite. Com base na amostragem os filões mineralizados são constituídos por quartzo, sericite, clorite, arsenopirite, pirite, hematite e escorodite ( $\pm$  outros arsenatos), com quantidades acessórias de rútilo, calcopirite, volframite, esfalerite e turmalina. Os filões mineralizados apresentam ainda texturas esqueléticas com *box works*. Na figura 4.25 observa-se com clareza a meteorização da arsenopirite para escorodite.

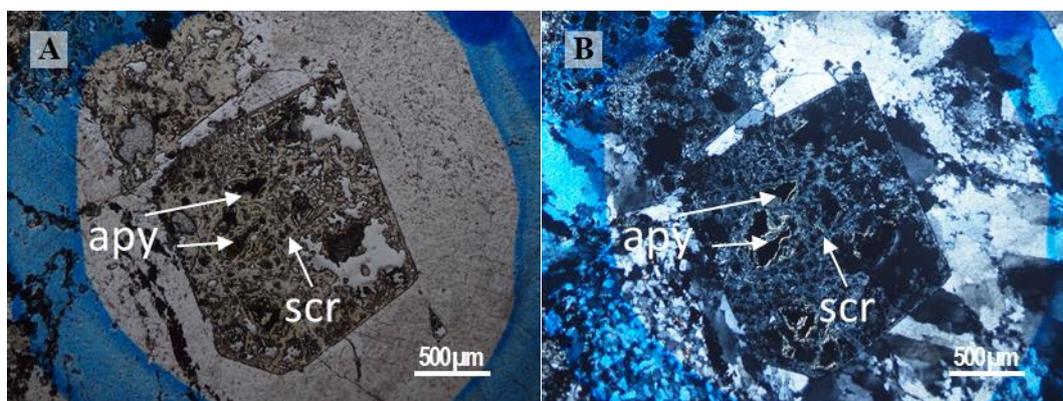


Figura 4.25 – Arsenopirite alterada para escorodite. Luz transmitida, nicóis paralelos e cruzados. *apy* – arsenopirite; *scr* – escorodite

#### 4.7.6 Monte das Corujeiras

A mineralização de Monte das Corujeiras ocorre sob a forma de filões de quartzo orientados N60°E encaixados num granito não porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro, assim como em corneanas pertencentes ao CXG, que ocorrem numa pequena janela no seio do granito.

As litologias amostradas situam-se junto ao contacto entre o granito e o CXG, embora se trate de um granito alterado, com uma textura em que se observam bandas escuras e clara alternadas. A mineralogia é composta por quartzo, biotite, algum feldspato alcalino, arsenopirite disseminada e hematite, com fases acessórias de monazite e ilmenite. A alternância das bandas é dada pela orientação e disposição das micas e do quartzo.

A amostragem do filão compreendeu três filões paralelos que ocorrem na área, com os encostos bem marcados por bandas de oxidação, que correspondem a domínios preferenciais de alteração oxidante tardia. Os filões são constituídos de fora para dentro por uma fase maioritariamente constituída por quartzo e por uma segunda fase de quartzo e arsenopirite, com presença de sericite e hematite. Entre as duas fases principais realça-se uma orla de alteração da arsenopirite para escorodite.

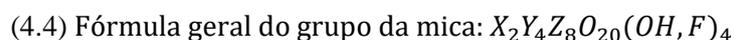
### 4.8 Química Mineral

O estudo petrográfico das diferentes áreas foi necessariamente complementado com análises de química mineral pontual, usando uma microsonda eletrónica. Os limites de deteção de cada mineral podem ser consultados no Anexo II e as análises da microsonda, com respectivo cálculo da fórmula estrutural, encontram-se no Anexo X.

#### 4.8.1 Filossilicatos

##### Micas potássicas di-octaédricas:

A análise das moscovites e sericites (definida como uma variedade de moscovite de granularidade fina, frequentemente mais hidratada e deficiente em K) foram feitas em conjunto e foram obtidas sob a forma de óxidos (wt%), onde o ferro total se assumiu todo como Fe<sup>2+</sup>. O cálculo da fórmula estrutural baseia-se na fórmula geral das moscovites:



(Deer *et al.*, 2000)

em que a posição dodecaédrica (X) é ocupada por iões monovalentes, e alternativamente o Ca; a posição octaédrica (Y) é preenchida pelos iões divalentes (exceto o Ca), trivalentes e tetravalentes; e a posição tetraédrica (Z) é ocupada por Si e Al.

O cálculo fez-se com base em 22 O, e assumindo a ocupação total da posição tetraédrica. Significa que no caso de haver défice de Si para a posição tetraédrica, usa-se o Al necessário até que a posição fique preenchida. O Al restante é adicionado à posição octaédrica. A diferença necessária para perfazer o valor ideal de 4 catiões na posição octaédrica é assumida como vazios na estrutura e o défice existente na posição dodecaédrica é processado do mesmo modo.

Foram analisadas lâminas representativas de encaixante granítico na área de Coto da Cruz (CC), Godinhaços (G), Grovelas (Gr) e Marrancos (M) e de filão mineralizado nas mesmas cinco áreas, assim como em Monte das Corujeiras (MC). Para distinguir quimicamente populações de moscovites e

sericites, projetou-se um gráfico Si vs. Na+K (figura 4.26). O gráfico mostra que as populações de sericite das diferentes áreas tendem a ocorrer agrupadas e a comparação entre os minerais do granito e tardios de Coto da Cruz (CC) não revelam diferenças químicas significativas. Por sua vez, para a área de Godinhaços (G) a diferença entre moscovite e sericite é bastante evidente, com os minerais primários a conterem valores de Si mais elevados (entre 6.50 e 6.85 *a.p.f.u.*) que as sericites (6.30 a 6.50 *a.p.f.u.*).

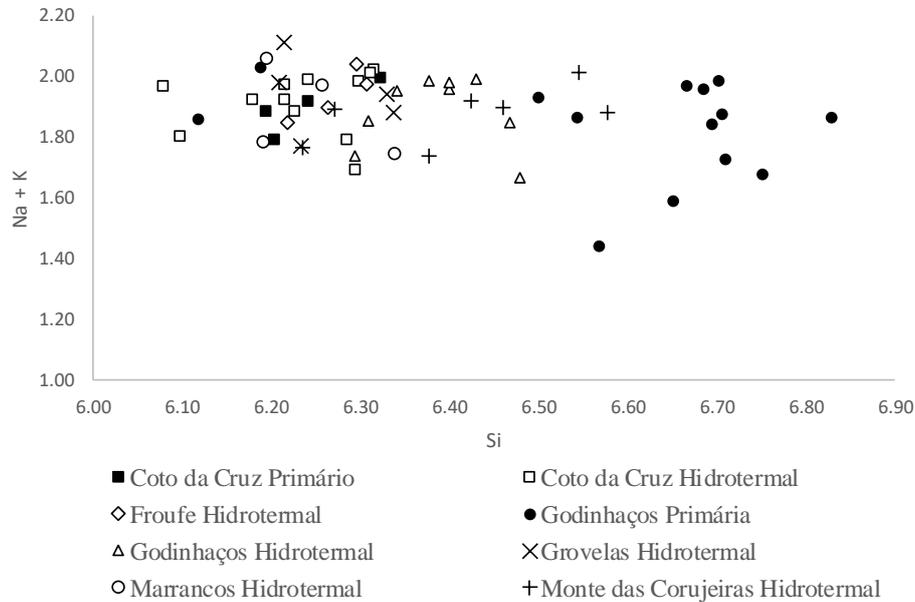


Figura 4.26 – Projeção das moscovites analisadas no diagrama Si versus K+Na (*a.p.f.u.*).

A figura abaixo projeta as mesmas análises num gráfico Al vs. Mg (figura 4.27).

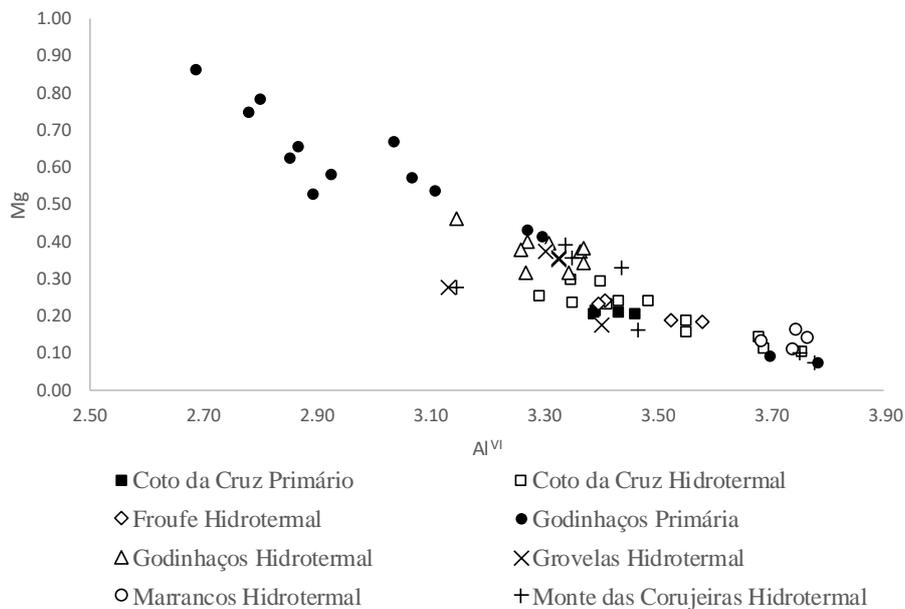


Figura 4.27 – Projeção das sericites analisadas no diagrama Al vs. Mg (*a.p.f.u.*).

Numa primeira observação, é evidente a correlação negativa existente entre o Mg e o Al, que seria de esperar, uma vez que competem pela mesma posição. A área de Godinhaços (G) revela que as moscovites são mais magnesianas que as sericites. O gráfico também evidencia uma dispersão maior para a moscovite de Godinhaços (G) entre 4 e 4.75 *a.p.f.u.* de Al, ao contrário das sericites da mesma área, que se concentram entre 4.75 e 5.10 *a.p.f.u.*. No caso de Coto da Cruz (CC), existe novamente uma semelhança química entre a moscovite e a sericite.

O resultado do cálculo da fórmula estrutural pode ser resumido numa tabela onde se encontram expressas as fórmulas médias de cada área, separadas por gerações (Tabela 4.17).

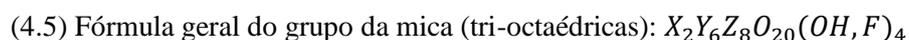
Tabela 4.17 – Tabela das fórmulas estruturais médias de cada área e gênese

Área / Gênese	Fórmula Estrutural Média
Coto da Cruz Primário	$(K_{1.80}Na_{0.10}\square_{0.10})(Al_{3.42}Fe_{0.22}Mg_{0.21}Ti_{0.09}Cr_{0.01}\square_{0.05})(Si_{6.24}Al_{1.76})O_{20}OH_4$
Coto da Cruz Tardia	$(K_{1.84}Na_{0.08}\square_{0.08})(Al_{3.49}Fe_{0.17}Mg_{0.21}Ti_{0.05}Cr_{0.01}\square_{0.07})(Si_{6.23}Al_{1.77})O_{20}OH_4$
Froufe Tardia	$(K_{1.86}Na_{0.08}\square_{0.06})(Al_{3.48}Fe_{0.18}Mg_{0.21}Ti_{0.04}Cr_{0.01}\square_{0.09})(Si_{6.27}Al_{1.73})O_{20}OH_4$
Godinhaços Primário	$(K_{1.80}Na_{0.03}Ca_{0.01}\square_{0.17})(Al_{3.08}Fe_{0.17}Mg_{0.54}Ti_{0.06}Cr_{0.01}\square_{0.14})(Si_{6.59}Al_{1.41})O_{20}OH_4$
Godinhaços Tardia	$(K_{1.83}Na_{0.05}\square_{0.11})(Al_{3.28}Fe_{0.11}Mg_{0.40}Ti_{0.06}Cr_{0.01}\square_{0.15})(Si_{6.44}Al_{1.56})O_{20}OH_4$
Grovelas Tardia	$(K_{1.89}Na_{0.05}\square_{0.08})(Al_{3.30}Fe_{0.21}Mg_{0.31}Ti_{0.14}Cr_{0.01}\square_{0.03})(Si_{6.26}Al_{1.74})O_{20}OH_4$
Marrancos Tardia	$(K_{1.76}Na_{0.13}Ba_{0.01}\square_{0.12})(Al_{3.73}Fe_{0.11}Mg_{0.14}Ti_{0.02}Cr_{0.01}\square_{0.02})(Si_{6.24}Al_{1.76})O_{20}OH_4$
Monte das Corujeiras Tardia	$(K_{1.80}Na_{0.07}\square_{0.11})(Al_{3.47}Fe_{0.23}Mg_{0.24}Ti_{0.01}Cr_{0.01}\square_{0.05})(Si_{6.41}Al_{1.59})O_{20}OH_4$

As maiores diferenças entre as diversas áreas é a quantidade de vazios existentes na estrutura, tanto na posição dodecaédrica como na octaédrica. As moscovites primárias e tardias de Godinhaços (G) apresentam vazios na estrutura praticamente idênticos na posição octaédrica, e na dodecaédrica diminui de 0.17 para 0.11 átomos por fórmula unitária. Marrancos (M) é a única área com um valor de  $Al^{vi}$  que se destaca das demais, à custa de uma menor quantidade de Mg na mesma posição.

#### Biotite:

As análises de biotite foram feitas todas em rochas encaixantes graníticas, nas áreas de Godinhaços (G), Grovelas (Gr) e Monte das Corujeiras (MC). Esta fase mineral pertence ao grupo das micas tri-octaédricas, significando que o número de iões na posição octaédrica é 6 átomos por fórmula unitária. A fórmula geral apresenta-se da seguinte forma:



(Deer et al., 2000)

Para o cálculo da fórmula estrutural foi assumido ferro total como  $\text{Fe}^{2+}$ . As biotites mostram na sua esmagadora maioria alguma alteração para clorite, manifestada pela perda de K e Ti e ganho relativo de Al. As biotites analisadas foram classificadas de acordo com Foster (1960) (Figura 4.28).

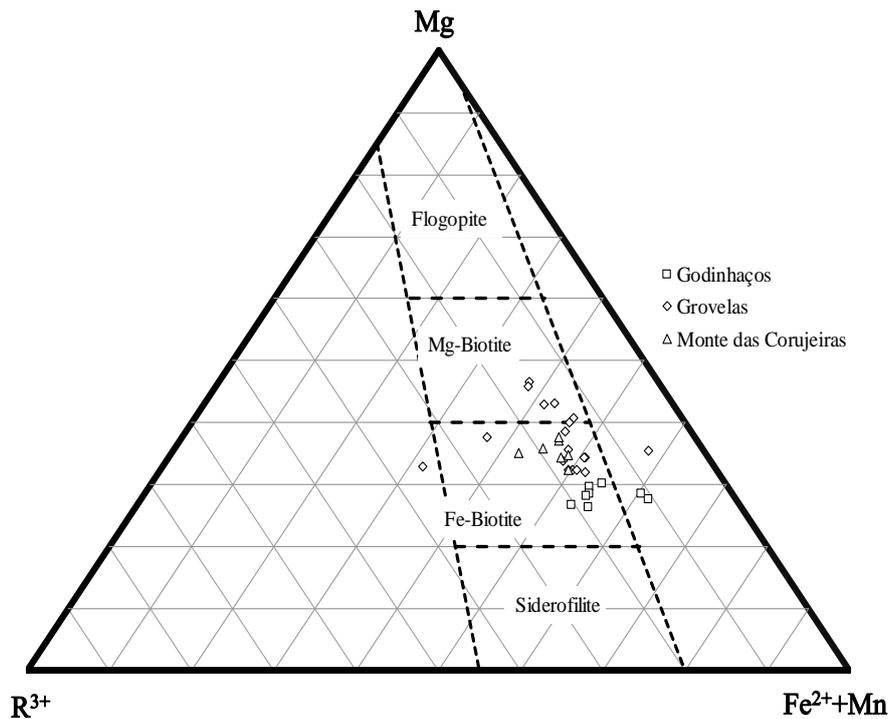


Figura 4.28 – Classificação das biotites de acordo com Foster (1960).  $R^{3+} = \text{Al}^{IV} + \text{Ti}$

O gráfico demonstra que as biotites se classificam como Fe-Biotites e Mg-Biotites (no caso de Grovelas). É importante notar que ao assumir todo o Fe foi assumido como  $\text{Fe}^{2+}$  as análises podem estar desviadas em direção a  $\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}$ .

### Clorite:

As análises de clorite vêm expressas sob a forma de óxidos e a fórmula estrutural foi calculada assumindo que todo o ferro é  $\text{Fe}^{2+}$ . Os cálculos da fórmula estrutural foram baseados na fórmula geral abaixo descrita, com base em 14 oxigénios.



(Deer et al., 2000)

Em que:  $\text{R}^{2+} = \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ni}, \text{Zn}$ ;  $\text{R}^{3+} = \text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr}$ ; e  $x$  (geralmente) varia entre 0,5 e 1,5.

As análises foram feitas em rochas encaixantes, graníticas da área de Godinhaços (G) e Grovelas (Gr), e metassedimentar da área de Marrancos (M).

A posição tetraédrica é preenchida com base em todo o silício e alumínio suficiente para perfazer 4 catiões por unidade de fórmula. O restante alumínio, juntamente com os outros catiões, preenche a posição octaédrica. O défice existente até preencher a quantidade ideal de 6 catiões corresponde a vazios.

A classificação das clorites fez-se utilizando o diagrama de Foster (1962). Esta classificação parte do pressuposto que as clorites não possuem quantidades acima dos 0,5% em óxidos dos catiões K, Na<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> (figura 4.29).

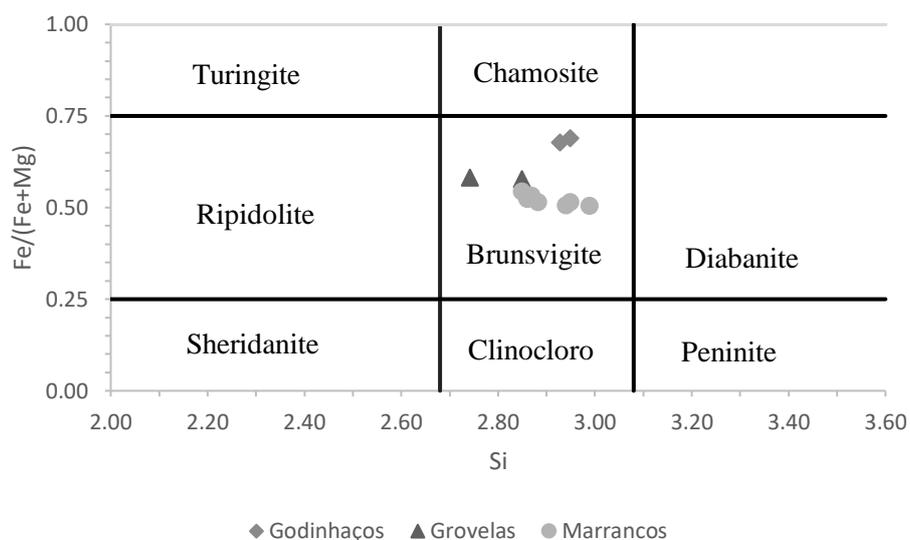
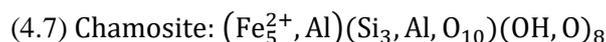


Figura 4.29 – Diagrama de classificação de Foster (1962)

Na figura verifica-se que todas as clorites se projetam no campo da brunsvigite, que é uma espécie mineral rejeitada pela IMA, substituída por uma solução sólida entre Chamosite e Clinocloro. Uma vez que a composição química ideal é semelhante à da chamosite, as clorites analisadas nesta dissertação foram classificadas como chamosíticas.



Adaptado de Deer *et al.* (2000)

#### 4.8.2 Sulfuretos

Todos os sulfuretos são expressos da microsonda sob a forma elementar (wt%).

##### Pirite:

As pirites foram analisadas nas amostras de Froufe (F), que correspondem exclusivamente a amostras do filão mineralizado. O cálculo estrutural foi feito para 3 iões, de acordo com a fórmula empírica.



Uma vez que não foram feitas muitas análises a cristais de pirite, por estes existirem em quantidades vestigiais, seguem os valores de todas as análises, com o respetivo resultado do cálculo estrutural (tabela 4.18).

Tabela 4.18 – Tabela das análises de microsonda da pirite e respetivo cálculo da fórmula estrutural

<b>wt%</b>	<b>Froufe</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Pb	0.00	0.00	0.00	0.04
Au	0.01	0.02	0.02	0.03
Ag	0.00	0.00	0.01	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.01	0.00	0.00
In	0.03	0.00	0.04	0.00
As	0.44	0.45	0.13	0.56
Sn	0.00	0.02	0.00	0.04
S	53.79	53.07	53.18	52.76
Ni	0.00	0.01	0.03	0.00
Se	0.00	0.03	0.01	0.00
Zn	0.01	0.04	0.06	0.00
Fe	46.31	46.33	46.40	46.30
Co	0.01	0.02	0.05	0.02
Total	100.60	100.00	99.92	99.74

<b>a.p.f.u</b>	<b>Froufe</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
As	0.01	0.01	0.00	0.01
S	2.00	1.99	2.00	1.99
Fe	0.99	1.00	1.00	1.00

Com o cálculo da fórmula estrutural o único elemento que entra como “impureza” com valores maiores ou iguais a 0.01 é o As. A fórmula química geral para as pirites analisadas semelhante a:



As análises da microsonda revelam quantidades mensuráveis de Au, entre 0.014 e 0.034 wt%, em todas as análises e como tal as pirites analisadas podem ser consideradas pirites auríferas.

#### Calcopirite:

A calcopirite foi analisada numa amostra de filão mineralizado hospedado em rocha metassedimentar de Marrancos (M7Ca) e o cálculo da fórmula estrutural foi feito para 4 iões, de acordo com a fórmula empírica. As análises, juntamente com o cálculo da fórmula encontram-se na tabela 4.19.

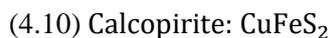


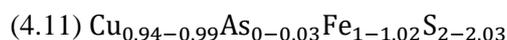
Tabela 4.19 – Tabela das análises da microsonda da calcopirite e respetivo cálculo da fórmula estrutural

<b>wt%</b>	<b>Marrancos</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Pb	0.09	0.17	0.08	0.13
Au	0.04	0.01	0.01	0.01
Ag	0.00	0.03	0.00	0.01
Ge	0.00	0.00	0.00	0.01
Cd	0.00	0.06	0.00	0.00
Mo	0.03	0.04	0.04	0.06
In	0.03	0.01	0.02	0.02
As	0.00	0.03	1.02	0.02
Sn	0.02	0.03	0.04	0.02
S	34.12	34.57	33.69	34.47
Se	0.01	0.00	0.00	0.00
Zn	0.02	0.07	0.00	0.02
Fe	29.91	30.27	29.85	30.01
Sb	0.041	0.01	0.00	0.03
Mn	0.00	0.02	0.02	0.02
Co	0.00	0.00	0.00	0.03
Cu	31.36	33.83	31.74	33.63
Total	95.67	99.15	96.52	98.49

<b>a.p.f.u.</b>	<b>Marrancos</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
As	0.00	0.00	0.03	0.00
S	2.03	2.00	2.00	2.00
Fe	1.02	1.01	1.02	1.00
Cu	0.94	0.99	0.95	0.99

Com a tabela pode-se constatar que o As é único elemento menor que se encontra em quantidades suficientes para surgir na fórmula final. Ocorre ainda um défice na posição Cu em todas as áreas.

A fórmula estrutural para as calcopirites analisadas será:



As análises revelam que as calcopirites analisadas contêm quantidades de Au mensuráveis, entre 0.008 e 0.038 wt%, da mesma ordem de grandeza que os valores encontrados nas análises da pirite. Numa análise de M7Ca, onde se registou menos Au (0.008 wt%), foi onde se detetou a maior quantidade de Ag (0.027 wt%).

#### Arsenopirite:

As arsenopirites analisadas pertencem a filões mineralizados, encaixados em rochas granitóides e metassedimentares, e a rochas encaixantes graníticas, de Godinhaços e Grovelas.

O cálculo foi feito com base em três iões, de acordo com a fórmula geral descrita abaixo.

#### (4.12) Arsenopirite: FeAsS

As análises provenientes da microsonda e respetivo resultado no cálculo da fórmula estrutural podem ser consultados em anexo, e segue em baixo uma tabela resumo (tabela 4.20) das médias de cada elemento dividido por áreas, primeiro mostrando o resultado da microsonda, e depois o resultado em átomos por fórmula unitária (*a.p.f.u.*). A tabela inclui os elementos Au, Ag, As, S e Fe, sendo que os restantes elementos estão apresentados sob a forma de somatório.

Tabela 4.20 – Tabela resumo das médias das áreas para os dados da microsonda e fórmula estrutural da arsenopirite

wt%	Médias por áreas					
	CC	F	G	Gr	M	MC
Au	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Ag	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
As	44.01	45.20	44.22	44.74	43.35	43.92
S	19.74	19.35	20.10	19.72	20.31	19.96
Fe	34.93	34.85	35.16	35.11	34.92	35.19
$\sum R^\perp$	0.17	0.15	0.18	0.17	0.27	0.23
<i>a.p.f.u.</i>	CC	F	G	Gr	M	MC
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.96	0.99	0.96	0.97	0.94	0.95
S	1.01	0.99	1.02	1.00	1.03	1.01
Fe	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03

$^\perp$  – Somatório dos elementos restantes

Em todas as áreas observa-se um défice de As nas arsenopirites analisadas, compensado pelo Fe e S na estrutura. Para todas as análises efetuadas a quantidade de elementos menores é pequena dentro da resolução analítica da microsonda.

A fórmula estrutural média das arsenopirites analisadas será:



Entre as análises feitas, realizaram-se dois perfis com o intuito de observar variações elementares dentro de um único grão, de periferia a periferia. Estes perfis foram realizados nas lâminas CC4a (Coto da Cruz) (figura 4.30) e F1-Ia (Froufe) (figura 4.31), em grãos grandes e sem sinais aparentes de alteração. Uma vez que os elementos maiores não variam ao longo do perfil, como constatado nas análises (anexo VIII), projetaram-se apenas os elementos menores, nomeadamente aqueles com maior interesse.

Os elementos menores (Au, Ag, Cd, In, Ni, Sb e Co) são inclusos sob a forma de impurezas na estrutura e os gráficos mostram grande variação, não sendo notório nenhum enriquecimento do bordo para a periferia, nem o oposto. O Co e o Ni parecem correlacionar-se positivamente ao longo do perfil da lâmina CC4a (Coto da Cruz), como observado nos pontos 7, 8 e 9.

O Au analisado de cada perfil foi projetado num único gráfico, que permite a comparação direta entre os dois grãos (figura 4.32), analisados em Coto da Cruz (CC4a) e Froufe (F1-Ia).

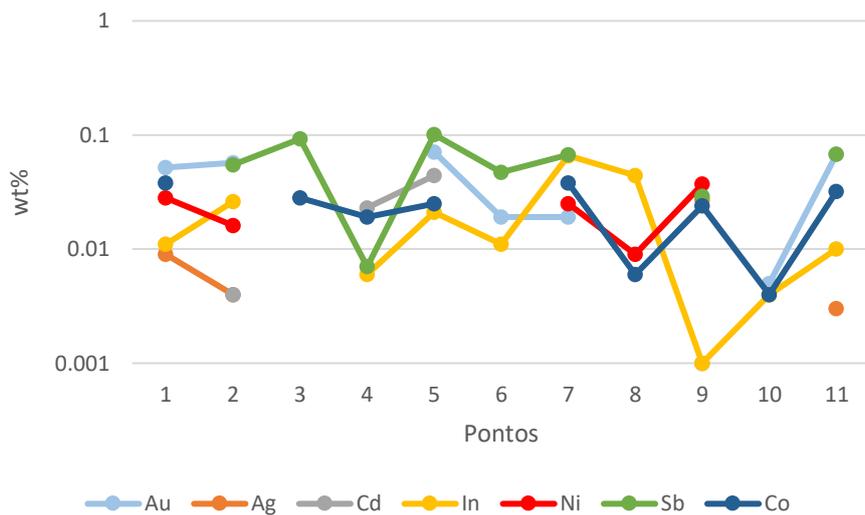


Figura 4.30 – Projeção dos elementos menores do perfil analisado na lâmina CC4a (Coto da Cruz)

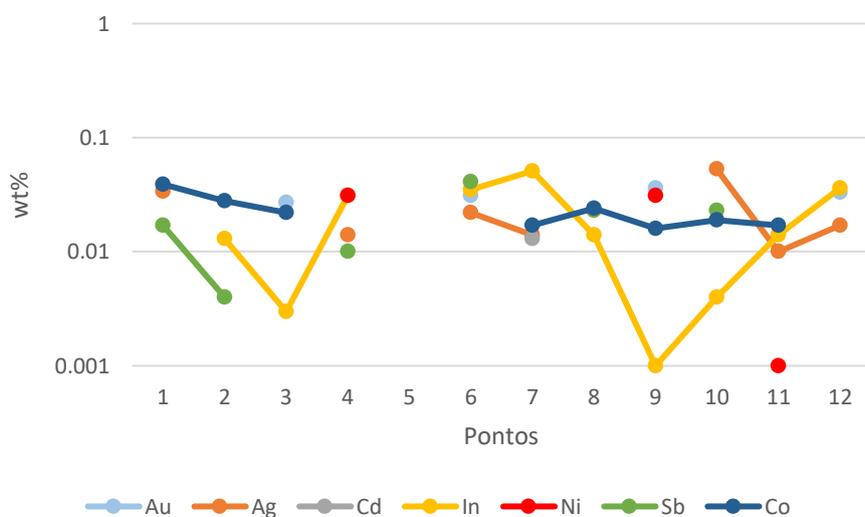


Figura 4.31 – Projeção dos elementos menores do perfil analisado na lâmina F1-1a (Froufe)

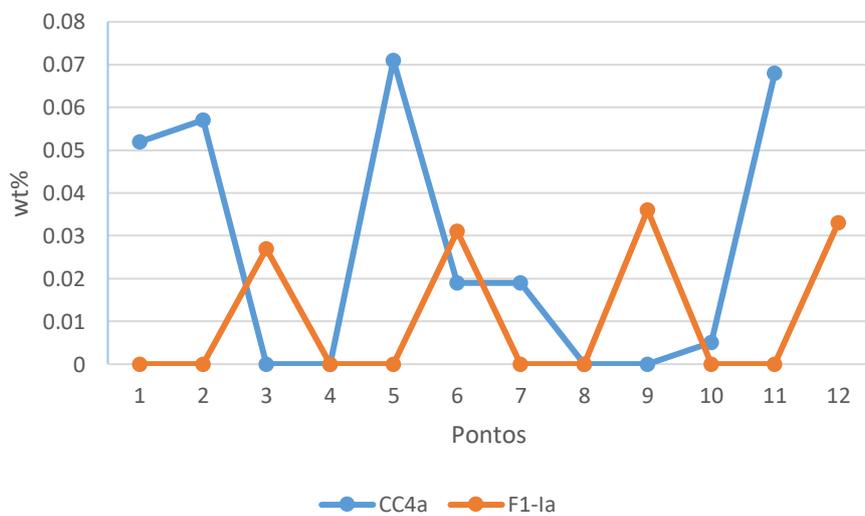


Figura 4.32 – Projeção das análises de Au nos perfis feitos em arsenopirite das lâminas CC4a e F1-1a

### 4.8.3 Arsenatos:

Os dados da microsonda vêm expressos em percentagem em óxidos e para efeitos de cálculo assumiu-se que o ferro total corresponde a  $Fe^{3+}$ . Para o cálculo da fórmula estrutural foi necessário atender a que grupo de arsenatos pertence o mineral analisado. Foram analisadas fases do grupo da variscite (tabela 4.21) em filões mineralizados encaixados em rochas granitóides e rochas metassedimentares e fases do supergrupo da farmacossiderite (tabelas 4.22 e 4.23) num filão mineralizado encaixado em rochas granitóides (Godinhaços) e num granito (Grovelas). As fórmulas gerais são:



(Anthony *et al.*, 2017)

em que **A** =  $Fe^{3+}$  (Escorodite), Al (Mansfieldite), In (Yanomamite); **X** = P, As



(Anthony *et al.*, 2017)

em que **A** = Cu, K, Na, Ba,  $(H_3O)$ , Cs, Pb, Sr, Tl; **B** = Ti (grupo da ivanyukite), Al (grupo da farmacoalumite),  $Fe^{3+}$  (grupo da farmacossiderite); **X** = Si (grupo da ivanyukite), As

A escorodite e a mansfieldite são isomorfos, uma vez que possuem a mesma estrutura cristalina, mas têm composições químicas distintas, e formam uma solução sólida completa, substituindo o  $Fe^{3+}$  por Al.

Os minerais do supergrupo da farmacossiderite contêm mais moléculas de água que os do grupo da variscite, e também possuem mais uma posição catiónica. O cálculo da fórmula estrutural para os minerais deste supergrupo foi realizado com base em 14 oxigénios e para os minerais do grupo da variscite foi com base em 4 oxigénios. Dada a maior variabilidade composicional demonstrada na família dos arsenatos, optou-se por fazer um resumo de cada lâmina, ao invés de adotar a prática utilizada para os sulfuretos.

#### Arsenatos do grupo da variscite:

Tabela 4.21 – Tabela resumo das médias para arsenatos do grupo da variscite

wt%	CC2a	CC2b	CC4a	F1-Ia	F1-IIa	G4b	G5b	Gr1d	Gr2	M7Ba	M7Ca	MC1
ThO <sub>2</sub>	0.07	0.09	0.31	0.01	0.05	0.09	0.05	0.09	0.04	0.11	0.09	0.03
MgO	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
SiO <sub>2</sub>	0.29	0.04	0.10	0.04	0.15	0.12	0.14	0.20	0.10	0.08	0.06	0.21
BaO	0.05	0.03	0.04	0.00	0.02	0.07	0.06	0.08	0.10	0.09	0.04	0.03
CaO	0.04	0.02	0.05	0.02	0.04	0.13	0.05	0.13	0.06	0.02	0.10	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.54	0.47	0.03	0.07	0.50	2.19	1.08	1.81	0.03	1.93	0.78	1.66
PbO	0.03	0.03	0.10	0.03	0.01	0.11	0.17	0.08	0.09	0.10	0.12	0.05
SO <sub>3</sub>	0.18	0.12	0.36	0.22	1.28	0.19	0.36	0.09	1.53	0.28	0.29	0.05
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.00	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05	0.02	0.01
SrO	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.00	0.02	0.03	0.01
CuO	0.05	0.01	0.03	0.03	0.05	0.10	0.13	0.05	0.03	0.09	0.23	0.02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.08	33.15	31.43	33.10	31.86	38.21	30.60	40.76	32.30	29.38	30.16	31.48
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50.50	49.37	49.64	50.87	51.23	42.15	49.61	41.65	49.97	50.08	48.72	50.99
K <sub>2</sub> O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A

<i>a.p.f.u</i>	CC2a	CC2b	CC4a	F1-Ia	F1-IIa	G4b	G5b	Gr1d	Gr2	M7Ba	M7Ca	MC1
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.10	0.05	0.08	0.00	0.09	0.04	0.07
S	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe <sup>III</sup>	0.92	0.97	0.93	0.95	0.90	1.12	0.90	1.18	0.92	0.86	0.90	0.90
As	1.01	1.00	1.02	1.02	1.00	0.85	1.01	0.83	0.99	1.01	1.01	1.01
Soma	1.99	2.00	1.98	1.98	1.97	2.10	1.99	2.11	1.96	1.98	1.99	1.99
Fe + Al	0.95	0.99	0.93	0.95	0.92	1.22	0.95	1.26	0.92	0.95	0.94	0.97

A primeira posição dos arsenatos do grupo da variscite é essencialmente ocupada por Fe, e algum Al. Como tal, a fase mineral identificada é escorodite, podendo-se designar como escorodite aluminosa. Todas as áreas contêm quantidades mensuráveis de S (0.05 – 1.23 wt% SO<sub>3</sub>), que deverão corresponder a relíquias de arsenopirite ou a sulfatos resultantes da meteorização oxidante. Em Marrancos (M7Ca) detetou-se uma quantidade de Cu (0.23 wt% CuO) maior que nas restantes áreas. O somatório Fe<sup>3+</sup> + Al denota a existência de um défice na posição A, que poderá corresponder a vazios na estrutura ou a elementos não analisados.

As imagens de eletrões retrodifundidos captaram zonamentos nos arsenatos, não observáveis em microscopia ótica. As imagens de EDS revelam que estes zonamentos são dados por ligeiras variações na composição química, onde tonalidades mais intensas de cinzento correspondem a zonas mais enriquecidas em Al. (figura 4.26)

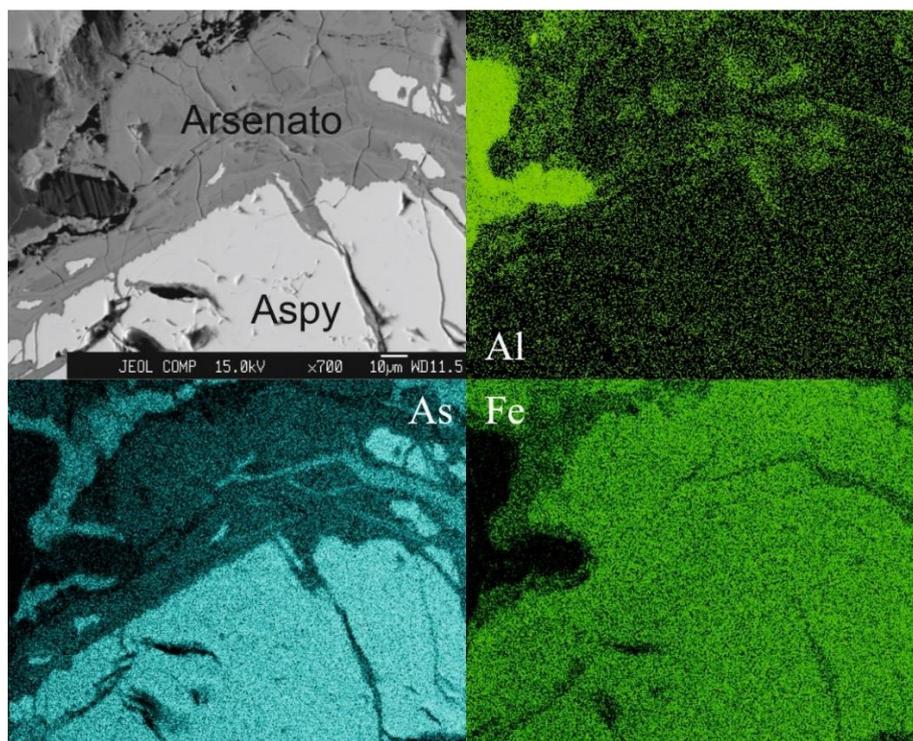
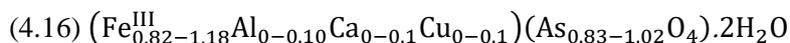


Figura 4.33 – Imagem de eletrões (em cima, à esquerda) em luz refletida e imagens composicionais de EDS de um arsenato próximo de arsenopirite. A imagem de eletrões de Al comprova as tonalidades mais escuras de cinzento serem enriquecidas em Al. Lâmina G4b (Godinhaços).

O cálculo da fórmula estrutural para a lâmina de Godinhaços (G4b) e Grovelas (Gr1d) mostra que estas contêm mais ferro férrico do que aquele que é admitido pela estequiometria de uma escorodite ideal. Regista-se a possibilidade de parte deste ferro constituir mistura da escorodite com algum óxido ou hidróxido de ferro.

A fórmula geral, com base nas médias de todas as análises é:



#### Arsenatos do supergrupo da farmacossiderite:

Algumas análises de arsenatos na amostra de Grovelas (Gr1d) continham quantidades apreciáveis de K, e como tal assumiu-se tratarem-se de um arsenato do supergrupo da farmacossiderite. As análises de farmacossiderite contêm quantidades menores dos elementos Mg, Ti, Sr, Cu, Th e quantidades mensuráveis de silício, entre 1 e 9 wt% de SiO<sub>2</sub>.

Tabela 4.22 – Tabela resumo das médias da farmacossiderite (supergrupo da farmacossiderite)

wt%	Média	
	Grovelas	a.p.f.u. Grovelas
ThO <sub>2</sub>	0.31	Th 0.01
MgO	0.11	Mg 0.02
SiO <sub>2</sub>	5.09	Si 0.64
BaO	0.03	Ca 0.15
CaO	1.10	Al 1.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.98	Ti 0.02
PbO	0.12	Sr 0.02
SO <sub>3</sub>	0.02	Cu 0.01
TiO <sub>2</sub>	0.20	Fe 2.95
SrO	0.24	As 2.29
CuO	0.06	K 0.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30.63	Fe + Al 4.29
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	34.37	
K <sub>2</sub> O	3.76	
H <sub>2</sub> O	15.00	

A média na tabela resumo mostra alguma concordância com a fórmula empírica, representando um mineral cuja composição química se localiza entre o grupo da farmacossiderite e da farmacooalumite. O preenchimento das posições estruturais é o seguinte:

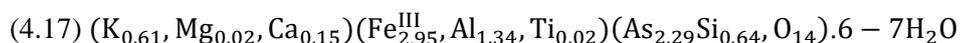


Tabela 4.23 – Tabela resumo das médias da bariofarmacossiderite (supergrupo da farmacossiderite)

wt%	Média	
	Godinhaços	a.p.f.u. Godinhaços
ThO <sub>2</sub>	0.07	Mg 0.01
MgO	0.06	Si 0.79
SiO <sub>2</sub>	6.59	Ba 0.34
BaO	6.37	Ca 0.04
CaO	0.28	Al 0.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.82	Pb 0.01
PbO	0.28	Ti 0.01
SO <sub>3</sub>	0.01	Cu 0.01
TiO <sub>2</sub>	0.07	Fe <sup>III</sup> 3.48
SrO	0.04	As 2.32
CuO	0.07	K 0.14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.98	Fe + Al 4.08
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32.71	
K <sub>2</sub> O	0.93	
H <sub>2</sub> O	14.73	

Na amostra G5b (Godinhaços) foi analisado um mineral pertencente ao grupo dos arsenatos que indicava conter quantidades significativas de Ba e K, considerando ser uma bariofarmacossiderite. A fórmula estequiométrica média encontrada para esta análise revela menos Ba que aquele necessário para preencher totalmente a posição (0.5 átomos de Ba). Este vazio pode eventualmente estar preenchido por elementos não analisados, como por exemplo o Zn que indicaria uma alumofarmacossiderite de bário-zinco.



#### Arsenato de Bismuto:

Um arsenato particular que foi encontrado na lâmina CC2a (Coto da Cruz) continha quantidades muito elevadas de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (wt%) e não aparenta corresponder a nenhum mineral aprovado pela IMA. A análise obtida da microsonda encontra-se na íntegra abaixo (tabela 4.24). O Fe foi considerado como férrico, dado tratar-se de um mineral de alteração que ocorre em meio oxidante.

Tabela 4.24 – Tabela das análises de microsonda de um arsenato de bismuto de nome desconhecido

wt%	CC2a_b1_BiAsO		
ThO <sub>2</sub>	0.00	0.19	0.30
MgO	0.03	0.02	0.04
SiO <sub>2</sub>	0.10	0.11	0.02
BaO	0.05	0.00	0.00
CaO	0.09	0.02	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.09	0.10
PbO	0.00	0.00	0.00
SO <sub>3</sub>	0.05	0.08	0.09
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.02	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00
CuO	0.15	0.00	0.04
FeO <sub>T</sub>	7.95	6.74	9.28
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47.22	50.92	42.27
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35.14	33.52	37.30
H <sub>2</sub> O	9.15	8.30	10.52
Total	100	100	100

#### 4.8.4 Ouro:

Foi possível analisar dois grãos de ouro nativo em lâminas distintas, Gr1d e Gr2, ambas de Grovelas (tabela 4.25). Nas mesmas lâminas identificou-se ainda por EDS partículas de Au nativo e *electrum*, mas que não possuíam dimensão suficiente para poderem ser analisadas por microsonda. A lâmina Gr1d faz parte de um conjunto de lâminas de uma amostra de encaixante e a lâmina Gr2 corresponde a um filão mineralizado.

Tabela 4.25 – Análises de microsonda para ouro.

% (peso) elementar (ouro)					Atómos por fórmula unitária				
Amostra:	Grovelas				Amostra:	Grovelas			
Análise	Nativo		Electrum		Análise	Nativo		Electrum	
Bi	0.64	0.73	0.52	0.64	Bi	0.01	0.01	0.00	0.00
Ga	0.04	0.00	0.00	0.00	Au	0.93	0.93	0.30	0.49
Pb	0.00	0.00	0.21	0.00	Ag	0.06	0.06	0.17	0.31
Au	96.40	96.65	74.03	74.79	As	0.00	0.00	0.21	0.12
Ag	3.29	3.39	22.55	25.65	S	0.00	0.00	0.17	0.03
Ge	0.00	0.00	0.00	0.03	Fe	0.01	0.00	0.16	0.05
As	0.02	0.00	19.49	6.97	<u>Considerando apenas Au e Ag:</u>				
S	0.00	0.00	6.69	0.81	<b>Grovelas</b>				
Ni	0.00	0.00	0.00	0.04	<b>Nativo</b>		<b>Electrum</b>		
Se	0.00	0.012	0.021	0.01	Au	96.40	96.65	74.033	74.79
Zn	0.08	0.12	0.00	0.00	Ag	3.29	3.39	22.547	25.65
Fe	0.21	0.14	11.29	2.00	Soma	99.69	100.04	96.58	100.44
Sb	0.01	0.00	0.00	0.00	Conversão para 100%				
Cu	0.00	0.00	0.00	0.07	Au%	96.70	96.61	76.65	74.46
Total	100.69	101.03	134.80	111.01	Ag%	3.30	3.39	23.35	25.54

Das análises de microsonda, os dados de Gr2 (*electrum*) apresentam totais muito acima de 100% devido a mistura com sulfuretos ou arsenatos, provavelmente arsenopirite. Ainda assim, estas análises podem ser consideradas válidas se só considerarmos os valores de ouro e prata e convertermos esses valores para 100%. Este método permite excluir as impurezas típicas do ouro nativo e classificar o mesmo pelo grau de pureza. No caso de Gr1d o grão é bastante puro, com valores médios de 96.66 % Au e 3.34 % Ag, enquanto que para Gr2 a mistura é maior, com valores médios de 75.56 % Au e 24.44 % Ag.

#### 4.8.5 Fosfatos:

##### Monazite:

Para o grupo da monazite, e outros fosfatos, a rotina analítica usada pela microsonda lê 40 elementos distintos e apresenta o resultado sob a forma de percentagem de óxidos. As análises de monazite neste estudo consistem em análises de granitóides de Coto da Cruz e Godinhaços.

A monazite pode conter imensos elementos na sua estrutura, no entanto a fórmula química consiste apenas numa posição catiónica e um grupo aniónico, que é o  $\text{PO}_4^{3-}$ .



Em que M = Terras Raras; Th; Ca

O cálculo da fórmula estrutural foi feito com base em 4 oxigénios. Em praticamente todas as áreas inseridas em encaixante granítico foi possível identificar este fosfato, no entanto a reduzida dimensão impossibilitava a sua leitura correta pelo feixe analisador da microsonda. Ainda assim foi possível analisar nas áreas de Coto da Cruz e Godinhaços, esta última contendo em abundância monazite de dimensões interessantes. A tabela com as análises com mais de 98% de *wt%* total pode ser consultada no anexo VIII, com os respetivos valores em *a.p.f.u.*.

Pelos resultados do cálculo final faz-se o reparo que o catião dominante é o cério, significando que todas as monazites analisadas, quer as de Coto da Cruz quer as de Godinhaços são Monazites-Ce, contendo ainda quantidades importantes de Nd e La.

#### 4.8.6 Óxidos:

Os óxidos são apresentados sob a forma de percentagem em óxidos.

##### Rútilo:

A fórmula química do rútilo é bastante simples, com apenas uma posição catiónica por preencher. Os cálculos da fórmula estrutural foram feitos com base em dois oxigénios e as análises da microsonda podem ser consultadas no anexo VIII. As análises foram feitas em filões mineralizados encaixados em granitóides (Godinhaços) e em metassedimentos (Marrancos).



Os rútilos analisados não têm nada de relevante a assinalar, exceto na área de Marrancos, onde se observaram alguns rútilos com quantidades entre 4 e 5% de  $\text{WO}_3$ .

### Ilmenite:

A ilmenite é um óxido de titânio e ferro e contém 3 átomos de oxigénios, nos quais se baseou o cálculo da fórmula estrutural. Esta espécie mineral foi encontrada nas áreas de Grovelas (Gr) e Monte das Corujeiras (MC), correspondentes a análises em granitóides, e as análises da microsonda podem ser consultadas no anexo VIII.



Os resultados obtidos verificam que as ilmenites da área de Grovelas são mais ricas em manganês que as de Monte das Corujeiras.

### **4.8.7 Silicatos:**

#### Feldspato:

Foram analisados alguns feldspatos na microsonda eletrónica. O cálculo da fórmula estrutural destes feldspatos foi feito com base em 8 oxigénios e um dos feldspatos foi analisado na rotina analítica dos filossilicatos, faltando informação referente aos valores de Sr. Analisaram-se duas plagioclases, que revelaram composições que se inserem no campo da albite e da oligoclase (An0 a An10 e An10 a An30, respetivamente) (Tabela 4.26) e três feldspatos alcalinos, que revelaram tratarem-se de ortoclases (Tabela 4.27). As análises de microsonda foram feitas em rochas granitóides da área de Godinhaços e Grovelas e podem ser consultadas no anexo VIII. Na tabela 4.26 e 4.27 encontram-se os valores em unidades por fórmula unitária, assim como a soma das posições, de acordo com as fórmulas empíricas.



Tabela 4.26 – Tabela dos valores em a.p.f.u. das análises de microsonda de plagioclases

Distribuição cationica para $\Sigma O = 8$ (plagioclase)						
Amostra:	Godinhaços				Grovelas	
Análise	1				1	
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17
Na <sub>2</sub> O	0.93	0.95	0.94	0.96	0.82	0.78
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	3.03	3.04	3.02	3.02	2.87	2.84
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.98	0.96	0.98	0.98	1.13	1.16
FeO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Soma A	0.94	0.96	0.96	0.97	0.98	0.96
Soma B	4.01	4.00	4.00	4.00	4.00	4.01
An	0.00	0.00	0.52	0.00	15.15	17.67
Ab	99.57	99.29	98.95	99.68	83.78	80.62
Or	0.43	0.71	0.53	0.32	1.07	1.71

Tabela 4.27 – Tabela dos valores em a.p.f.u. das análises de microsonda de feldspato alcalino

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 8$ (feldspato alcalino)									
Amostra:	Godinhaços					Grovelas			
Análise	1					1		2	
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.07	0.09	0.08
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	3.03	3.03	3.02	3.03	3.03	3.01	3.02	2.99	3.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	1.01	1.02	1.01	1.02	1.02	0.96	0.92	0.89	0.91
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94	0.97	0.97	1.00	0.98
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soma A	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.01	1.00	1.00	1.00
Soma B	3.98	3.98	3.98	3.97	3.97	3.99	3.99	3.99	3.99
An	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.24	0.26	0.40
Ab	1.99	1.32	2.25	1.94	1.72	4.81	7.14	9.46	7.81
Or	97.95	98.68	97.73	98.06	98.28	95.19	92.63	90.28	91.78

A figura 4.24 reúne todas as análises num único gráfico ternário.

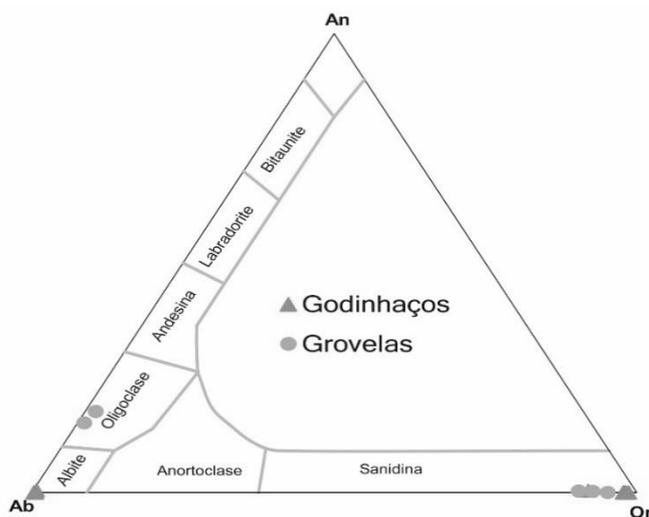


Figura 4.34 – Gráfico ternário da projecção dos feldspatos analisados

### Zircão:

O silicato de zircónio foi analisado na área de Godinhaços e Grovelas, correspondente a rochas granitóides, e o cálculo da fórmula estrutural do mesmo foi feito com base em quatro oxigénios, como ditado pela fórmula empírica deste mineral. A tabela das análises de microsonda, juntamente com os valores em átomos por fórmula unitária, pode ser consultada no anexo VIII. O resultado final demonstra que os zircões analisados não possuem elementos menores de interesse presentes na estrutura química, e não existem diferenças significativas entre os zircões das diferentes áreas.

(4.24) Zircão:  $Zr(SiO_4)$

**4.8.8 Outros minerais:**

Foram ainda identificados em microsonda bismuto nativo, bismutinite, apatite, turmalina e esfalerite, mas devido a diversos fatores, como dimensão ou polimento, as análises não puderam ser feitas ou foram consideradas inválidas. No entanto, foi possível constatar a presença de prata nalgum do bismuto analisado.

## 5. Discussão

A principal motivação deste estudo teve como base a reavaliação de uma área com ocorrências de mineralizações auríferas, algumas objeto de exploração no passado. Neste capítulo pretende-se integrar os resultados obtidos a partir dos diferentes métodos até aqui utilizados, de modo a que possam dar resposta às questões que orientaram o desenvolvimento do presente estudo:

1. Com base em argumentos de natureza petrográfica e mineralógica procurar possíveis diferenças entre as diferentes áreas mineralizadas, uma vez que todas partilham o mesmo contexto estrutural e metalogenético;
2. Discutir os efeitos de alteração hidrotermal nas áreas em que seja possível e procurar evidências que apontem para a influência da natureza das rochas encaixantes;
3. Estabelecer uma relação entre as observações das amostras, a mineralização associada e o sinal geoquímico obtido nas campanhas de prospeção;
4. Estabelecer uma possível relação entre os patamares anómalos em Au ou elementos afins e os dados obtidos, nomeadamente os de natureza cristaloquímica e química das arsenopirites;
5. Os efeitos da meteorização.

A faixa de Vila Verde – Ponte da Barca é intersectada por corredores de cisalhamento Variscos com orientação NW-SE, associadas à fase de deformação D<sub>3</sub>. Perpendicularmente à direção dos corredores de cisalhamento surgem fraturas de orientação NE-SW, que correspondem a fendas de tração, onde se desenvolvem estas mineralizações auríferas. Esta orientação preferencial é observada nos mapas de isotores de As, Cu, Pb e Zn, à escala regional. No terreno foi verificada uma orientação geral NE-SW (N10E a N40E) para todos os filões mineralizados, com a exceção de Froufe, com uma orientação mais próxima de E-W.

No local de estudo distinguem-se dois tipos de rocha encaixante: rochas granitóides, tardi- a pós-D<sub>3</sub>, em que a associação mineralógica primária é caracterizada por quartzo + feldspato + moscovite ± biotite, que correspondem à maioria dos locais estudados; e rochas metassedimentares de idade Silúrica, exclusivamente estudadas em Marrancos, sendo constituídas essencialmente por quartzo + sericite + clorite. Contudo, a mineralogia principal dos filões, em ambos os contextos, é semelhante, constituída por quartzo + moscovite + arsenopirite (± pirite ± calcopirite) + bismutinite + bismuto nativo + escorodite + hematite. O rútilo e o zircão são minerais acessórios presentes em quase todas as áreas. Com base nestas evidências, pode-se inferir que, de um modo geral, o contexto metalogenético é o mesmo para toda a área. O Au surge acomodado na estrutura e/ou como nanoinclusões na arsenopirite, sob a forma nativa, ou sob a forma de *electrum*. A bismutinite surge associada à arsenopirite e, dada a associação desta fase a sistemas hidrotermais de mais alta temperatura, aponta para que a arsenopirite se possa ter depositado numa fase precoce do estágio evolutivo do sistema hidrotermal. Para todas as áreas é encontrada arsenopirite aurífera, como comprovado na química mineral e por informação relativa a dados obtidos com LA-ICP-MS, no âmbito de um trabalho de Projeto de Licenciatura que utilizou estas amostras. Associado à arsenopirite ocorrem minerais resultantes de meteorização, nomeadamente escorodite, hematite e, ocasionalmente, goethite.

As diferenças entre os locais estudados residem principalmente na mineralogia acessória, e destacam-se três áreas com minerais acessórios importantes: Coto da Cruz, Grovelas e Marrancos. Em Coto da

Cruz foi observada volframite, cassiterite e galena. Por sua vez, em Grovelas registou-se a presença de calcopirite e em Marrancos foi encontrada volframite, calcopirite e esfalerite. Com base em dados bibliográficos, como por exemplo Noronha e Ramos (1993), estas observações podem indicar a existência de sistemas mineralizantes distintos sobrepostos espacialmente, controlados pelas mesmas estruturas geológicas. A deposição de volframite ocorre usualmente associada aos primeiros estádios de mineralizações W-Sn, associada a outros óxidos e silicatos como rútilo e cassiterite. Assim como a deposição de calcopirite e esfalerite pode representar um estágio zinco-cuprífero, posterior ao da arsenopirite aurífera. De um modo geral as mineralizações de Au relevantes na ZCI tendem a mostrar um percurso evolutivo que leva ao retrabalhamento das estruturas filonianas e ao refinamento metalogénico, e como tal a presença bem marcada dos últimos estádios de deposição está habitualmente associada a teores mais elevados de Au. No entanto, a ocorrência dos poucos grãos auríferos analisados no seio dos domínios meteorizados, sugere que estes deverão resultar da sua redeposição após a libertação da estrutura das arsenopirites à medida que estas foram sendo alteradas.

Assim, a presença comum de arsenopirite aurífera indica que existe potencial para todas as áreas conterem ouro. Por sua vez, a associação espacial de Au nativo com a presença de escorodite indica que o Au foi libertado durante a meteorização dos filões, sugerindo que o Au estará inicialmente maioritariamente incorporado nos cristais de arsenopirite. O Au surge ainda associados aos restantes sulfuretos, nomeadamente pirite e calcopirite, mas que a abundância de grãos é bastante menor.

Os indícios mineralógicos de alteração hidrotermal são incipientes e possuem características químicas muito semelhantes, independentemente da fácies da rocha encaixante granitóide e/ou metassedimentar. Os processos de cloritização observam-se nas áreas de Godinhaços, Grovelas e Monte das Corujeiras, sendo nesta última onde estes processos são mais intensos. As clorites analisadas apresentam uma composição chamosítica, indicando que muito provavelmente têm origem no mesmo fluido hidrotermal ou em fluidos hidrotermais quimicamente semelhantes entre si. As clorites pertencentes às rochas encaixantes metassedimentares serão de origem metamórfica, mas de composição química semelhante, como evidenciado pela química mineral.

Os processos de sericitização estão essencialmente marcados pela hidrólise dos feldspatos, não excluindo alguma alteração (possivelmente dissolução/reprecipitação) da moscovite e consequente formação de sericite. Estes processos tornam-se mais intensos na proximidade com filões mineralizados. Os dados petrográficos e de química mineral demonstram que, para a área de Coto da Cruz a diferença entre moscovites primárias e secundárias, resultantes da alteração hidrotermal, é apenas textural. Tal não é observável na área de Godinhaços, onde a diferença é textural e química, distinguindo-se a população das moscovites, mais ricas em Si e Mg, das sericites. A composição das sericites de Godinhaços aproxima-se à da composição geral destas fases minerais encontrada nas restantes áreas, sendo que para Froufe, Grovelas, Marrancos e Monte das Corujeiras apenas se analisaram fases resultantes da alteração hidrotermal.

É também de notar evidências de eventos de silicificação intensos nos granitos da área de Coto da Cruz, obliterando a presença de feldspatos.

O reconhecimento da sequência de deposição destas mineralizações auríferas permite uma possível correlação dos dados geoquímicos (sedimentos de corrente e geoquímica de solos) com a mineralogia encontrada.

Os mapas de isotores para sedimentos de corrente mostram que todos os elementos aparentam possuir uma distribuição segundo NE-SW, a mesma das estruturas tectónicas que acomodam as mineralizações e por onde encaixam as linhas de água, que ajudam a dispersar o sinal geoquímicos nessa mesma direção.

O As, como elemento indicador de mineralizações de Au, pode ser utilizado em campanhas de prospeção de sedimentos de corrente e geoquímica de solos para ocorrências de Au em filões de quartzo (Boyle & Jonasson, 1973). O mapa geoquímico do As evidencia acumulações de teor maior (114.8 – 346.6 ppm) em Marrancos, Grovelas, Monte das Corujeiras e Entre Ambos-os-Rios (Froufe). Godinhaços contém valores da mesma ordem de grandeza, mas a dispersão associada é menor. O estudo petrográfico mostra que a quantidade de arsenopirite existente em Godinhaços é muito menor que nas restantes. O mapa geoquímico do Cu e do Zn revelam que as maiores acumulações (207.2 – 480.5 ppm e 132.1 – 180.0 ppm, respetivamente) surgem nas localidades de Ponte da Barca e Cibões. No entanto estas anomalias têm como origem, provavelmente, atividade antropogénica e como tal não são consideradas relevantes. Sendo assim, as maiores acumulações para estes dois elementos ocorrem no sector SW da área de estudo, entre Marrancos e Godinhaços. No entanto, Marrancos foi o único local onde se encontrou esfalerite. O mapa geoquímico do Pb para esta área mostra elevada dispersão segundo a direção NE-SW. É possível correlacionar os valores elevados de Pb (127.9 – 226.0 ppm) com atividade antropogénica existente no local, e os teores mais elevados (226 – 439.7 ppm) surgem em torno da localidade de Cachagão. Das áreas estudadas Grovelas contém os teores mais elevados em Pb. No entanto foi encontrada galena em Coto da Cruz, que no mapa geoquímico contém teores entre 39.3 a 43.7 ppm.

Os mapas para amostragem de geoquímica de solos, efetuados nas áreas de Godinhaços, Grovelas e Marrancos também são passíveis de serem correlacionáveis com a associação mineralógica encontrada. No entanto os solos estão mais sujeitos a variações da geomorfologia e drenagem superficial. De um modo geral, o mapa geoquímico do As, para cada área mostra teores mais elevados na proximidade de um filão e no caso de Godinhaços pode ser relacionado com o mapa geoquímico do Au. Por sua vez, os mapas geoquímicos para o Cu, Zn e Pb mostram sobretudo que existe influência da atividade antropogénica na distribuição destes elementos. Para os dados de sedimentos de corrente e de geoquímica de solos foram analisados Sn e Sb, mas sempre abaixo do limite de deteção, corroborando as observações petrográficas.

Os dados de química mineral revelam que, em todas as áreas, a arsenopirite contém quase invariavelmente quantidades traço em Au e Ag (e Bi). As médias obtidas de todas as análises de cada área demonstraram também que os teores da mineralização não são correlacionados com a natureza da rocha encaixante, dado que a média obtida em Marrancos é aproximadamente igual às restantes áreas. Por sua vez, a média para Ag tem uma variação maior, não havendo evidências que haja um controlo da natureza da rocha encaixante no enriquecimento ou empobrecimento neste elemento. As análises de microsonda não detetaram Bi praticamente nenhum, mas dados de LA-ICP-MS das mesmas amostras produzidos no âmbito de um Projeto de Licenciatura demonstraram que existe Bi na estrutura da arsenopirite, com enriquecimento no centro do cristal. Mostram também que existe uma correlação positiva entre Au, Ag e Bi. Esta correlação entre o Bi e o Au na arsenopirite, conjugado com o enriquecimento no interior dos grãos, corrobora a hipótese do Au se ter precipitado numa fase precoce do sistema mineralizante. De acordo com Cook e Chryssoulis (1990) e Cabri *et al.* (2000), a entrada do Au na arsenopirite faz-se por meios de substituição do As que está a preencher a posição do Fe, sendo que para tal existe excesso de As. No entanto, os dados de química mineral para as análises de arsenopirite demonstraram que existe um défice de As em todas as áreas. O Au poderá provavelmente entrar na estrutura da arsenopirite igualmente como impureza, a preencher a posição do Fe, e o perfil realizado na área de Froufe pode indicar a existência de um zonamento químico, não evidenciado em petrografia.

Os dados mineralométricos do Au demonstram uma baixa contagem de partículas na região NE da área de estudo, observando um aumento desta para SW. De modo geral, a altimetria do sector NE é mais elevada, por influência da Serra Peneda-Gerês, e como tal as linhas de água apresentam um declive

maior, tendo capacidade de transportar o Au por distâncias maiores. Como tal, nas proximidades de Coto da Cruz e Froufe não se encontraram partículas de Au. Por sua vez, próximo de Monte das Corujeiras foram contadas mais do que 5 partículas de Au. Finalmente, para Godinhaços, Grovelas e Marrancos o número de partículas contadas é notoriamente maior. Para Godinhaços e Marrancos esta contagem foi de aproximadamente 30 partículas e para Grovelas a contagem ultrapassa as 60 partículas. Em Grovelas verifica-se num filão pouco possante com arsenopirite a ocorrência de Au nativo e *electrum* (ver tabela 4.21).

A meteorização que afeta o NW de Portugal é essencialmente controlada pelo clima temperado e nas rochas graníticas é evidenciada por argilitização dos feldspatos alcalinos e arenização do granito. O processo de arenização do granito foi observado nas áreas de Froufe e Monte das Corujeiras, sem que seja possível relacionar esta meteorização com domínios anómalos em Au. Por sua vez, a meteorização nas rochas metassedimentares normalmente é manifestada através de argilitização. Por fim, a meteorização nos filões afeta principalmente os sulfuretos através da sua dissolução e consequente precipitação de arsenatos, óxidos e hidróxidos de ferro. A formação de arsenatos deriva essencialmente da meteorização da arsenopirite. O arsenato principal é a escorodite, que é frequentemente encontrada nos bordos da arsenopirite ou em fraturas nos grãos, em agregados cristalinos finos, exceto em Grovelas, onde forma agregados grosseiros entre as arsenopirites. Mais raramente, ocorrem arsenatos do supergrupo da farmacossiderite, apenas observáveis na área de Godinhaços (bariofarmacossiderite) e Grovelas (farmacossiderite). A presença destes arsenatos com bário e potássio devem-se provavelmente à lixiviação mais intensa dos feldspatos das rochas granitóides encaixantes.

Durante a meteorização pode ocorrer transporte do Au sob a forma de complexos aquosos, dependendo das condições climáticas e do pH-Eh do meio. Em condições de pH ácidas, o transporte do Au dá-se, habitualmente, através da formação de complexos cloretados ( $\text{AuCl}_4^-$ ). Em condições neutras ou ligeiramente alcalinas, o transporte dá-se preferencialmente através de complexos tiosulfatados ( $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ), desde que as condições não sejam muito oxidantes. No caso de ambientes redutores, formam-se complexos com  $\text{HS}^-$  ( $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ ). Em condições húmidas ou tropicais pode inclusive existir transporte do Au por complexos orgânicos (William-Jones *et al.*, 2009). O pH do fluido durante a alteração supergénica pode ser inferido através da presença de escorodite já que esta é estável em condições de pH entre 3 e 5.5 (Krause & Ettel, 1985). Assim, o Au seria transportado através de complexos cloretados, no entanto, a atividade de Cl necessária para a complexação só é atingida em climas muito áridos. Não sendo este o caso do paleoclima no Quaternário (admitindo que a meteorização principal das mineralizações possa estar condicionada pelo desenvolvimento e dissecação da planície Quaternária da Península Ibérica), o Au terá ficado retido nas primeiras camadas dos horizontes de alteração, tendo sofrido pouco ou nenhum transporte, tal como se observa e tem vindo a ser registado em outras ocorrências da ZCI (Mateus e Gonçalves, 1993). Terá mais tarde sido explorado ou transportado sob a forma de partícula durante os processos erosivos, motivo pelo qual hoje não se observam anomalias de Au nas análises de geoquímica de solos.

## 6. Conclusões

A Faixa de Vila Verde – Ponte da Barca contém várias mineralizações auríferas, hospedadas por filões de quartzo e encaixadas em rochas granitóides e metassedimentares. Com a intenção de reavaliar o potencial metalogenético aurífero desta Faixa, o estudo realizado permitiu alcançar algumas considerações, indicadas no presente capítulo.

Os filões mineralizados apresentam todos uma direção geral NE-SW, escalonados em en-échelon associados a fendas de tração dos corredores de cisalhamento D3. A mineralogia principal dos filões é caracterizada por quartzo + moscovite + arsenopirite ( $\pm$  pirite  $\pm$  calcopirite) + bismutinite + bismuto nativo + escorodite + hematite e ainda fases minerais acessórias como rútilo e zircão, comuns a todas as localidades estudadas. É possível inferir que o contexto metalogenético que deu origem às ocorrências auríferas na região é o mesmo, ou quimicamente semelhante, sendo que as diferenças entre as áreas existem apenas ao nível dos minerais acessórios. Daqui destacam-se Coto da Cruz, Grovelas e Marrancos, onde foi encontrada volframite, cassiterite e galena (Coto da Cruz), calcopirite (Grovelas) e volframite, calcopirite e esfalerite (Marrancos).

As evidências petrográficas sugerem que a arsenopirite precipitou num estágio bastante precoce da evolução do sistema hidrotermal. Devido ao reduzido número de grãos encontrados de calcopirite, esfalerite e galena, não foi possível estabelecer relações temporais destas fases minerais com a arsenopirite. Assumindo que estas fases se possam tratar de estádios mineralizantes distintos, as evidências apontam para que tenha existido na região uma sobreposição de sistemas mineralizantes, mas que a atividade hidrotermal no geral foi de reduzida expressão, limitada essencialmente ao estágio de deposição ferro-arsenífera. Associada à precipitação da arsenopirite ocorre bismutinite, a partir da qual se pode inferir que este estágio de deposição se iniciou a temperaturas relativamente elevadas, na ordem dos 300°C a 220°C (Pieccka et al., 2009).

A circulação de fluidos hidrotermais manifesta-se nas rochas encaixantes, através de processos de cloritização, exclusivo nas rochas granitóides, e sericitização, em que a intensidade com que estes processos atuam é diretamente proporcional à proximidade com o filão. Como se observa o mesmo padrão de alteração sugere-se que o sistema hidrotermal terá características geoquímicas semelhante em todas as áreas.

Para todos os elementos mapeados utilizando dados de sedimentos de corrente é observada uma dispersão NE-SW, em que os teores mais elevados de As, Cu, Zn e Pb encontram-se as proximidades de Marrancos e Froufe (Entre Ambos-os-Rios), excluindo as concentrações derivadas de atividade antropogénica. Os mapas de geoquímica de solos para Godinhaços, Grovelas e Marrancos mostraram que de um modo geral o As, e o Au analisado exclusivamente em Godinhaços, são relacionáveis com os filões presentes nas áreas, e que a dispersão observada pode ser explicada por desmonte natural dos mesmos. Para os mapas de isotores de Cu, Zn e Pb é mais evidente a lixiviação dos elementos e influência da atividade antropogénica. Todas as áreas se encontravam mineralizadas com arsenopirite e escorodite, responsáveis pelo sinal de As e para a área de Marrancos o sinal geoquímico de Zn e Cu é compatível com a observação, ainda que acessória, de esfalerite e calcopirite. Em Grovelas o sinal geoquímico para o Cu é diluído devido aos altos teores, influência da atividade antropogénica, mas ainda assim foi observada calcopirite em lâmina delgada. Coto da Cruz, de acordo com o mapa geoquímico de sedimentos de corrente, não se situa numa zona anómala de teores muito elevados, mas foi possível ainda assim encontrar galena.

Os dados de geofísica verificam que os melhores métodos a serem utilizados são os elétricos, nomeadamente resistividade aparente e polarização induzida. Estes são os métodos que fornecem um maior contraste entre os filões mineralizados e o envolvente, e são utilizados para supor que o filão inclina para NW. No entanto, os métodos utilizados regionalmente são de muito baixa frequência e influenciados pela topografia e atividade antropogénica. Como tal, não foi possível extrair muita informação dos mapas de geofísica, e conclui-se que a utilização dos métodos elétricos deveria de ter sido estendida para as outras duas áreas.

Os dados de química mineral da arsenopirite mostraram que para todas as áreas existe Au incorporado na sua estrutura ou incluso nos grãos, acompanhado por alguma Ag. As médias das análises feitas para cada área, juntamente com o valor mínimo e máximo, permitem inferir que não existe controlo da natureza da rocha encaixante na determinação de teores auríferos na arsenopirite, uma vez que a variação entres os valores de rochas granitóides e metassedimentares é insignificante. Apesar de não se verificar a existência de zonamento em petrografia, as evidências de química mineral indicam zonamentos com enriquecimento em Au e a química mineral indica que este entra na estrutura da arsenopirite como impureza, e não necessariamente através de mecanismos de substituição. Dados obtidos em LA-ICP-MS, fora do âmbito da tese, verificam a existência de Bi na estrutura da arsenopirite, assim como a relação positiva entre Bi, Au e Ag. O enriquecimento destes elementos no interior do cristal de arsenopirite reforça a ideia do Au ter-se depositado numa fase precoce do sistema evolutivo hidrotermal.

A distribuição das partículas de ouro está condicionada pela altimetria e pela rede de drenagem, comprovado pelos dados de mineralometria. Destaca-se então Grovelas como a área com a maior contagem de partículas de ouro, e o único local onde foi encontrado Au sob a forma nativa e electrum.

A alteração supergénica manifesta-se na dissolução da arsenopirite, e conseqüente precipitação de arsenatos, óxidos e hidróxidos de ferro. O arsenato dominante, escorodite, é precipitado nos bordos da arsenopirite ou em fraturas deste mineral. A dissolução da arsenopirite é importante na libertação dos elementos acomodados na estrutura, nomeadamente o Au (Ag e Bi). Face às condições físico-químicas que se inferem para este sistema, o Au tende a permanecer imóvel e não é transportado, pelo que precipita concomitantemente com os arsenatos.

Em suma, a ocorrência de arsenopirite aurífera de um modo ubíquo, na área de estudo, indica que existe potencial para todas as áreas hospedarem mineralizações auríferas e a presença de escorodite assegura a libertação do Au e precipitação sob a forma nativa. No entanto, sabendo que a arsenopirite é precoce, dada a sua associação mineralógica com a bismutinite, também o Au é precoce, e, tendo em conta a reduzida expressão da atividade hidrotermal, associada a pouco retrabalhamento e remobilização tardia, sobretudo em regime frágil, da mineralização, o potencial da faixa de Vila Verde – Ponte da Barca para hospedar mineralizações auríferas economicamente importantes é reduzido.

## 7. Referências Bibliográficas

- Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W., Nichols, M.C., 2017, Eds., Handbook of Mineralogy, Mineralogical Society of America, Chantilly, VA 20151-1110, USA.
- Araújo, P., Gomes, C.L., 2014, Análise geométrica e cinemática das partículas de Au acolhidas em arsenopirites no corredor de cisalhamento de Argas-Cerquido-Serra de Arga (Minho), Porto: Comunicações Geológicas (2014) 101, Especial I, p. 243-246
- Azevedo, M., Aguado, B., 2013, Origem e instalação de Granitóides Variscos na Zona Centro-Ibérica, *in* Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C., eds., Geologia de Portugal: Lisboa, Escolar Editora, Volume I – Geologia Pré-mesozóica de Portugal, p. 377–401
- Boyle, R.W., Jonasson, I.R., 1973, The geochemistry of arsenic and its use as an indicator element in geochemical prospecting, *Journal of Geochemical Exploration*, v. 2, p. 251-296
- Cabral, M., Cramez, P., Moreira, A., Noronha, F., Oliveira, J.M.S., Pereira, E., Ramos, J.M.F., Reis, M.L., Ribeiro, A., Ribeiro, M.L., Simões, M., 1992, Notícia Explicativa da Folha 1 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200 000: Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, coordenação de Pereira, E.
- Cabri, L.J., Newville, M., Gordon, R.A., Crozier, D., Sutton, S.R., McMahon, G., Jiang, D., 2000, Chemical speciation of gold in arsenopyrite, *The Canadian Mineralogist*, v. 38, p. 1265-1281
- Cheng, Q., Agterberg, F.P., Ballantyne, S.B., 1994, The separation of geochemical anomalies from background by fractal methods: *Journal of Geochemical Exploration*, v.51, p.109-130
- Cook, N.J., Chryssoulis, S.L., 1990, Concentrations of “invisible gold” in the common sulphides: *The Canadian Mineralogist – Journal of the mineralogical association of Canada*, V.28, p.1-16
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 2000, *Minerais constituintes das rochas – uma introdução*: Lisboa, eds da Fundação Calouste Gulbenkian, 724 p.
- Dias, R., Ribeiro, A., 2013, O Varisco do sector norte de Portugal, *in* Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C., eds., Geologia de Portugal: Lisboa, Escolar Editora, Volume I – Geologia Pré-mesozóica de Portugal, p. 59–71
- Dias, R., Ribeiro, A., Coke, C., Pereira, E., Rodrigues, J., Castro, P., Moreira, N., Rebelo, J., 2013, Evolução estrutural dos sectores setentrionais do Autóctone da Zona Centro-Ibérica, *in* Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C., eds., Geologia de Portugal: Lisboa, Escolar Editora, Volume I – Geologia Pré-mesozóica de Portugal, p. 73–147
- Foster M. D., 1960, Interpretation of the composition of trioctahedral micas: Shorter contributions to general geology, *Geological Survey Professional Paper* 354-B
- Foster, M.D., 1962, Interpretation of the composition and a classification of the chlorites: Shorter contributions to general geology, *Geological Survey Professional Paper* 414-A
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J., Frost, C. D., 2001, A Geochemical Classification for Granitic Rocks: *Journal of Petrology*, v. 42, n.11, p. 2033-2048
- Gomes, C.L., Gaspar, O.C., 1995, Posicionamento paragenético e caracterização composicional de arsenopirites e blendas do campo filoniano de Arga – Minho – Norte de Portugal: Universidade do Porto – Faculdade de Ciências, Museu e laboratório mineralógico e geológico, Memória N°4, p. 635-639

- Gonçalves, A., 2015, Propriedades magnéticas relacionadas com as alterações hidrotermais associadas a mineralizações de Au intragraníticas [Mestrado]: Porto, Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
- Gonçalves, M.A., 2001, Characterization of geochemical distributions using multifractal models: *Mathematical Geology*, Vol. 33, No. 1, p. 41-61
- Gonçalves, M.A., Mateus, A., Oliveira, V., 2001, Geochemical anomaly separation by multifractal modelling: *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 72, p. 91-114
- Jesus, A.P., Mateus, A., Gonçalves, M.A., Munhá, J., 2013, Multi-fractal modelling and spatial Cu-soil anomaly analysis along the Southern border of the Iberian Terrane in Portugal: *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 126-127, p. 23-44
- Krause, E., Ettel, V.A., 1988, Solubility and stability of scorodite,  $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : New data and further discussion: *American Mineralogist*, v. 73, p. 850-854
- Lide, D.R. (ed), 2003-2004, *CRC Handbook of chemistry and physics*, 84<sup>th</sup> edition, CRC press
- Mateus A., Goncalves M.A., 1993, The influence of primary mineral parageneses on gold mobility in supergene environments; palaeo-weathering profiles in gold occurrences in Portugal. IX Semana de Geoquímica - II Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, Porto (Portugal), Mem. 3, Fac. Ciências da Univ. Porto, Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico, F. Noronha, M. Marques, P. Nogueira (eds.): 473-477
- Mateus, A., Noronha, F., 2001, Late-Variscan crustal uplift of the Iberian Terrane as a response to isostatic rebound; Implications for the brittle-ductile transition, fluid circulation and metallogenesis: XVI ECROFI European Current Research On Fluid Inclusions, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Memória N°7, Porto, p. 295-298
- Mateus, A., Noronha, F., 2010, Sistemas mineralizantes epigenéticos na Zona Centro-Ibérica; expressão da estruturação orogénica Meso- a Tardi- Varisca, *in* Neiva, J.M., Ribeiro, A., Victor, M., Noronha, F., Ramalho, M., Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História, Associação Portuguesa de Geólogos, Sociedade Geológica de Portugal, Volume II, p. 47–61
- Medeiros, A.C., Teixeira, C., Teixeira, J.L., 1975, Notícia Explicativa da Carta 5-B: Ponte da Barca à escala 1/50 000: Lisboa, 1ª Edição, Serviços Geológicos de Portugal, Estudos petrográficos de Teresa Palácios Perez
- Meireles, C., Sequeira, A.J.D., Castro, P., Ferreira, N.I., 2013, New data on the lithostratigraphy of Beiras Group (Schist Greywacke Complex) in the region of Góis-Arganil-Pampilhosa da Serra (Central Portugal): *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, Coruña*, Vol. 37, p. 105–124
- Murciego, A.M., Pascual, E.P., Ayuso, E.A., Sánchez, A.G., 2011, Arsenic-bearing secondary products of arsenopyrite and pyrite in the El Cabaco mining area (Salamanca, Spain): *revista de la Sociedad Española de mineralogía*, v. 15, p. 147-148
- Moreira, A., Simões, M., 1988, Notícia Explicativa da Carta 1-D: Arcos de Valdevez à escala 1/50 000: Lisboa, 1ª Edição, Serviços Geológicos de Portugal
- Nogueira, P., Noronha, F., 1995, Paleocirculação de fluidos deduzida através do estudo de planos de inclusões fluidas (PIF). Aplicação ao sistema hidrotermal aurífero da região de Grovelas-Godinhaços (Norte de Portugal): Universidade do Porto – Faculdade de Ciências, Museu e laboratório mineralógico e geológico, Memória N°4, p. 581-585

- Nogueira, P., 1997, Estudo de paleofluidos mineralizantes (Au, Ag, As) e sua migração. Aplicação a regiões auríferas do norte de Portugal [Doutoramento]: Porto, Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia
- Nogueira, P., Noronha, F., 1998, Mineralizações auríferas da região de Vila Verde. Um modelo metalogenético, em Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, Fascículo 2, Tomo 84, Actas do V Congresso Nacional de Geologia, Volume II, Serviços Geológicos e Mineiros, p. 23-26
- Noronha, F., Ramos, J.M.F., 1993, Mineralizações auríferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões, Coruña: Cuaderno Xeolóxico de Laxe, Vol. 18, p. 133-146
- Noronha, F., Ribeiro, M.A., Almeida, A., Dória, A., Guedes, A., Lima, A., Martins, H.C., Sant’Ovaia, H., Nogueira, P., Martins, T., Ramos, R., Vieira, R., 2013, Jazigos filonianos hidrotermais e aplitopegmatíticos espacialmente associados a granitos (norte de Portugal), *in* Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C., eds., Geologia de Portugal: Lisboa, Escolar Editora, Volume I – Geologia Pré-mesozóica de Portugal, p. 403–438
- Pearce, J., Harris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of Petrology*, V. 25, part 4, p. 956-983
- Pereira, E., Ribeiro, A., Meireles, C., 1993, Cisalhamentos hercínicos e controlo das mineralizações de Sn-W, Au e U na Zona Centro-Ibérica, em Portugal: Coruña, Cuaderno Xeolóxico de Laxe, Vol. 18, p. 89-119
- Pereira, I.F.G.M., 2014, Petrologia e geoquímica dos migmatitos e granitóides do sector Figueira de Castelo Rodrigo – rio Águeda: evolução litológica e estrutural no contexto da zona de Cisalhamento Juzbado – Penalva do Castelo [Tese de Mestrado]: Universidade de Évora, p. 5–42
- Pieczka, A., Golebiowska, B., Parafiniuk, J., 2009, Conditions of formation of polymetallic mineralization in the eastern envelope of the Karkonosze granite: the case of Rędziny, southwestern Poland, *The Canadian Mineralogist*, v. 47, p. 765-786
- Rodrigues, L., 1991, Projecto de prospecção de metais nobres (ouro e prata) Faixa Vila Verde/Ponte da Barca – Relatório Final – 21/10/1991
- Sim, B.L., Agterberg, F.P., Beaudry, C., 1999, Determining the cutoff between background and relative base smelter contamination levels using multifractal methods: *Computer & Geosciences*, V. 25, p. 1023-1041
- Teixeira, C., Medeiros, A.C., 1969, Notícia Explicativa da Carta 5-C: Barcelos à escala 1/50 000: Lisboa, 1ª Edição, Serviços Geológicos de Portugal, Estudos petrográficos de C. A. de Matos Alves e Maria Martins Moreira
- Teixeira, C., Medeiros, A.C., 1972, Notícia Explicativa da Carta 5-A: Viana do Castelo à escala 1/50 000: Lisboa, 1ª Edição, Serviços Geológicos de Portugal, Estudos petrográficos de A. Pinto Coelho
- Teixeira, C., Medeiros, A.C., 1973, Notícia Explicativa da Carta 5-D: Braga à escala 1/50 000: Lisboa, 1ª Edição, Serviços Geológicos de Portugal, Estudos petrográficos de João Rocha de Macedo
- William-Jones, A.E., Bowell, R.J., Migdisov, A.A., 2009, Gold in solution: Elements, Mineralogical association of Canada, v.5, fascículo 5, p.281-2



# Anexos

## Índice dos anexos

I.	Condições analíticas da microsonda .....	9
II.	Limites de deteção da microsonda electrónica .....	14
III.	Matrizes de correlação.....	17
IV.	Histogramas.....	18
	Sedimentos de corrente .....	18
	Geoquímica de solos – Godinhaços.....	22
	Geoquímica de solos – Grovelas .....	27
	Geoquímica de solos – Marrancos.....	39
V.	Análise estrutural à escala 1:25.000 .....	43
VI.	Mapas de Isotores de geoquímica .....	50
	Geoquímica de Sedimentos de Corrente.....	50
	Geoquímica de solos (Godinhaços).....	52
	Geoquímica de solos (Grovelas).....	54
	Geoquímica de solos (Marrancos).....	60
VII.	Gráficos do Multifractal e resultantes mapas de isotores .....	63
	Geoquímica de dados de sedimentos de corrente .....	63
	Geoquímica de Solos (Godinhaços) .....	68
	Geoquímica de solos (Grovelas).....	75
	Geoquímica de solos (Marrancos).....	91
VIII.	Litogeoquímica.....	98
IX.	Mapas geofísicos .....	100
	Godinhaços.....	100
	Grovelas .....	102
	Marrancos.....	103
X.	Química mineral .....	110
	Sericite e Moscovite .....	111
	Biotite.....	123
	Clorite .....	131
	Pirite.....	135
	Calcopirite.....	137
	Arsenopirite.....	139
	Escorodite.....	163
	Farmacossiderite .....	193
	Bariofarmacossiderite.....	194
	Arsenato de bismuto não identificado .....	195
	Ouro .....	196

Monazite .....	197
Rútilo .....	199
Ilmenite .....	204
Plagioclase .....	206
Feldspato alcalino.....	207
Zircão .....	208

## Índice de figuras e tabelas dos anexos

Figura III.1 – Histograma do Cu para sedimentos de corrente .....	18
Figura III.2 – Histograma do Zn para sedimentos de corrente.....	18
Figura III.3 – Histograma do Pb para sedimentos de corrente .....	19
Figura III.4 – Histograma da Ag para sedimentos de corrente .....	19
Figura III.5 – Histograma do As para sedimentos de corrente.....	20
Figura III.6 – Histograma do Bi para sedimentos de corrente .....	20
Figura III.7 – Histograma do W para sedimentos de corrente .....	21
Figura III.8 – Histograma do Sn para sedimentos de corrente.....	21
Figura III.9 – Histograma do Sb para sedimentos de corrente.....	22
Figura III.10 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Godinhaços.....	22
Figura III.11 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Godinhaços.....	23
Figura III.12 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Godinhaços .....	23
Figura III.13 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Godinhaços.....	24
Figura III.14 – Histograma do As para geoquímica de solos - Godinhaços .....	24
Figura III.15 – Histograma do Bi para geoquímica de solos - Godinhaços .....	25
Figura III.16 – Histograma do Sb para geoquímica de solos - Godinhaços .....	25
Figura III.17 – Histograma do W para geoquímica de solos - Godinhaços .....	26
Figura III.18 – Histograma do Sn para geoquímica de solos - Godinhaços .....	26
Figura III.19 – Histograma do Au para geoquímica de solos - Godinhaços .....	27
Figura III.20 – Histograma do Fe para geoquímica de solos - Grovelas.....	27
Figura III.21 – Histograma do Ba para geoquímica de solos - Grovelas .....	28
Figura III.22 – Histograma do P para geoquímica de solos - Grovelas.....	28
Figura III.23 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Grovelas .....	29
Figura III.24 – Histograma do Cr para geoquímica de solos - Grovelas.....	29
Figura III.25 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Grovelas .....	30
Figura III.26 – Histograma do B para geoquímica de solos - Grovelas .....	30
Figura III.27 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Grovelas .....	31
Figura III.28 – Histograma do Sb para geoquímica de solos - Grovelas.....	31
Figura III.29 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Grovelas.....	32
Figura III.30 – Histograma do Sn para geoquímica de solos - Grovelas.....	32
Figura III.31 – Histograma do Ni para geoquímica de solos - Grovelas.....	33
Figura III.32 – Histograma do V para geoquímica de solos - Grovelas .....	33
Figura III.33 – Histograma do Mn para geoquímica de solos - Grovelas .....	34
Figura III.34 – Histograma do Be para geoquímica de solos - Grovelas .....	34
Figura III.35 – Histograma do Mo para geoquímica de solos - Grovelas .....	35
Figura III.36 – Histograma do As para geoquímica de solos - Grovelas .....	35
Figura III.37 – Histograma do W para geoquímica de solos - Grovelas .....	36
Figura III.38 – Histograma do Co para geoquímica de solos - Grovelas .....	36
Figura III.39 – Histograma do Y para geoquímica de solos - Grovelas .....	37

Figura III.40 – Histograma do Cd para geoquímica de solos - Grovelas .....	37
Figura III.41 – Histograma do Nb para geoquímica de solos - Grovelas .....	38
Figura III.42 – Histograma do W analisado por FRX para geoquímica de solos - Grovelas .....	38
Figura III.43 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Marrancos.....	39
Figura III.44 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Marrancos.....	39
Figura III.45 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Marrancos .....	40
Figura III.46 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Marrancos.....	40
Figura III.47 – Histograma do As para geoquímica de solos - Marrancos.....	41
Figura III.48 – Histograma do Bi para geoquímica de solos - Marrancos .....	41
Figura III.49 – Histograma do Sb para geoquímica de solos – Marrancos .....	42
Figura IV.1- Mapa da rede hidrográfica da região, sobreposta à imagem Sentinel 2A. ....	43
Figura IV.2 – Em cima – Mapa regional das minutas de campo e todas as falhas conhecidas. Em baixo - Pormenor da carta 30, com as falhas inferidas do Sentinel 2A.....	44
Figura IV.3 – Legenda da minuta de campo N°28.....	45
Figura IV.4 – Legenda da minuta de campo N°29 e N°30 .....	46
Figura IV.5 – Legenda da minuta de campo N°41 e N°42 .....	47
Figura IV.6 – Legenda da minuta de campo N°55.....	48
Figura IV.7 – Legenda da minuta de campo N°56.....	49
Figura V.1 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente. ....	50
Figura V.2 – Mapa de isotores para o Cu dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente. ....	50
Figura V.3 – Mapa de isotores para o Pb dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente. ....	51
Figura V.4 – Mapa de isotores para o Zn dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente. ....	51
Figura V.5 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	52
Figura V.6 – Mapa de isotores para o Au dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços.....	52
Figura V.7 – Mapa de isotores para o Cu dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	53
Figura V.8 – Mapa de isotores para o Pb dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços.....	53
Figura V.9 – Mapa de isotores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços.....	54
Figura V.10 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	54
Figura V.11 – Mapa de isotores para o Ba dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	55
Figura V.12 – Mapa de isotores para o Cr dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	55
Figura V.13 – Mapa de isotores para o Cu dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	56
Figura V.14 – Mapa de isotores para o Fe dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	56
Figura V.15 – Mapa de isotores para o Mn dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	57
Figura V.16 – Mapa de isotores para o Ni dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	57
Figura V.17 – Mapa de isotores para o P dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	58
Figura V.18 – Mapa de isotores para o Pb dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	58
Figura V.19 – Mapa de isotores para o V dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	59
Figura V.20 – Mapa de isotores para o Y dos dados de geoquímica de solos – Grovelas.....	59
Figura V.21 – Mapa de isotores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	60
Figura V.22 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Marrancos.....	60
Figura V.23 – Mapa de isotores para o Cu dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	61
Figura V.24 – Mapa de isotores para o Pb dos dados de geoquímica de solos – Marrancos.....	61
Figura V.25 – Mapa de isotores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Marrancos.....	62
Figura VI.1 - Multifractal do As para sedimentos de corrente.....	63
Figura VI.2 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente .....	63
Figura VI.3 – Mapa de isotores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente .....	64
Figura VI.4 - Multifractal do Cu para sedimentos de corrente .....	64
Figura VI.5 – Mapa de isotores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente .....	65

Figura VI.6 - Multifractal do Pb para sedimentos de corrente .....	65
Figura VI.7 – Mapa de isoteores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente .....	66
Figura VI.8 – Mapa de isoteores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente .....	66
Figura VI.9 - Multifractal do Zn para sedimentos de corrente.....	67
Figura VI.10 – Mapa de isoteores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente.....	67
Figura VI.11 - Multifractal do As para geoquímica de solos (Godinhaços).....	68
Figura VI.12 – Mapa de isoteores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	68
Figura VI.13 – Mapa de isoteores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	69
Figura VI.14 - Multifractal do Au para geoquímica de solos – Godinhaços.....	69
Figura VI.15 – Mapa de isoteores para o Au com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	70
Figura VI.16 – Mapa de isoteores para o Au com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	70
Figura VI.17 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Godinhaços.....	71
Figura VI.18 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	71
Figura VI.19 – Mapa de isoteores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	72
Figura VI.20 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Godinhaços .....	72
Figura VI.21 – Mapa de isoteores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	73
Figura VI.22 – Mapa de isoteores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	73
Figura VI.23 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Godinhaços .....	74
Figura VI.24 – Mapa de isoteores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços .....	74
Figura VI.25 – Mapa de isoteores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços .....	75
Figura VI.26 - Multifractal do As para geoquímica de solos – Grovelas.....	75
Figura VI.27 – Mapa de isoteores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	76
Figura VI.28 – Mapa de isoteores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	76
Figura VI.29 - Multifractal do Ba para geoquímica de solos – Grovelas.....	77
Figura VI.30 – Mapa de isoteores para o Ba com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	77
Figura VI.31 – Mapa de isoteores para o Ba com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	78
Figura VI.32 - Multifractal do Cr para geoquímica de solos – Grovelas .....	78
Figura VI.33 – Mapa de isoteores para o Cr com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	79
Figura VI.34 – Mapa de isoteores para o Cr com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	79
Figura VI.35 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Grovelas.....	80
Figura VI.36 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	80

Figura VI.37 – Mapa de isotores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	81
Figura VI.38 - Multifractal do Fe para geoquímica de solos – Grovelas .....	81
Figura VI.39 – Mapa de isotores para o Fe com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	82
Figura VI.40 - Multifractal do Mn para geoquímica de solos – Grovelas .....	82
Figura VI.41 – Mapa de isotores para o Mn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	83
Figura VI.42 – Mapa de isotores para o Mn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	83
Figura VI.43 - Multifractal do Ni para geoquímica de solos – Grovelas .....	84
Figura VI.44 – Mapa de isotores para o Ni com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	84
Figura VI.45 - Multifractal do P para geoquímica de solos – Grovelas .....	85
Figura VI.46 – Mapa de isotores para o P com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	85
Figura VI.47 – Mapa de isotores para o P com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	86
Figura VI.48 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Grovelas .....	86
Figura VI.49 – Mapa de isotores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	87
Figura VI.50 - Multifractal do V para geoquímica de solos – Grovelas .....	87
Figura VI.51 – Mapa de isotores para o V com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	88
Figura VI.52 - Multifractal do Y para geoquímica de solos – Grovelas .....	88
Figura VI.53 – Mapa de isotores para o Y com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	89
Figura VI.54 – Mapa de isotores para o Y com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	89
Figura VI.55 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Grovelas .....	90
Figura VI.56 – Mapa de isotores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	90
Figura VI.57 – Mapa de isotores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas .....	91
Figura VI.58 - Multifractal do As para geoquímica de solos – Marrancos .....	91
Figura VI.59 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	92
Figura VI.60 – Mapa de isotores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	92
Figura VI.61 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Marrancos .....	93
Figura VI.62 – Mapa de isotores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	93
Figura VI.63 – Mapa de isotores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	94
Figura VI.64 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Marrancos .....	94
Figura VI.65 – Mapa de isotores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	95
Figura VI.66 – Mapa de isotores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	95
Figura VI.67 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Marrancos .....	96

Figura VI.68 – Mapa de isoteores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	96
Figura VI.69 – Mapa de isoteores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos .....	97
Figura VIII.1 - Mapa de defasagem para a área de Godinhaços .....	100
Figura VIII.2 - Mapa de elipticidade para a área de Godinhaços .....	100
Figura VIII.3 - Mapa de resistividade para a área de Godinhaços .....	101
Figura VIII.4 - Mapa de tilt para a área de Godinhaços .....	101
Figura VIII.5 - Mapa de elipticidade para a área de Grovelas .....	102
Figura VIII.6 - Mapa de tilt para a área de Grovelas .....	102
Figura VIII.7 - Mapa de defasagem para a área de Marrancos .....	103
Figura VIII.8 - Mapa de elipticidade para a área de Marrancos .....	103
Figura VIII.9 - Mapa de resistividade para a área de Marrancos .....	104
Figura VIII.10 - Mapa de tilt para a área de Marrancos .....	104
Figura VIII.11 – Perfil 0 de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	105
Figura VIII.12 – Perfil 150NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	105
Figura VIII.13 – Perfil 200NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	106
Figura VIII.14 – Perfil 300NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	106
Figura VIII.15 – Perfil 400NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	107
Figura VIII.16 – Perfil 500NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	107
Figura VIII.17 – Perfil 600NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	108
Figura VIII.18 – Perfil 650NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	108
Figura VIII.19 – Perfil 700NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	109
Figura VIII.20 – Perfil 800NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos .....	109
Tabela I.1 - Condições analíticas da microsonda para arsenato .....	9
Tabela I.2 - Condições analíticas da microsonda para clorite .....	9
Tabela I.3 - Condições analíticas da microsonda para feldspato .....	10
Tabela I.4 - Condições analíticas da microsonda para mica .....	10
Tabela I.5 - Condições analíticas da microsonda para fosfatos (monazite) .....	10
Tabela I.6 - Condições analíticas da microsonda para óxido .....	11
Tabela I.7 - Condições analíticas da microsonda para sulfureto .....	12
Tabela I.8 - Condições analíticas da microsonda para zircão .....	13
Tabela II.1 - Limites de deteção para monazite, ilmenite e rútilo .....	14
Tabela II.2 - Limites de deteção para pirite, calcopirite, arsenopirite, micas potássicas di-octaédricas e tri-octaédricas e clorite .....	15
Tabela II.3 - Limites de deteção para ouro, zircão, arsenatos e feldspato .....	16
Tabela III.1 - Matriz de Correlação para os dados de sedimentos de corrente .....	17
Tabela III.2 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Godinhaços .....	17
Tabela III.3 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Grovelas .....	17

Tabela III.4 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Marrancos .....	17
Tabela VIII.1 - Elementos maiores e menores das amostras de rocha granitóide analisadas por fluorescência de Raio-X. ....	98
Tabela VIII.2 - Elementos maiores e menores das amostras de rocha granitóide analisadas por fluorescência de Raio-X. (cont.).....	99
Tabelas de Química Mineral.....	110

## I. Condições analíticas da microsonda

Tabela I.1 - Condições analíticas da microsonda para arsenato

Elemento	Risca Analítica	<u>Arsenato</u>	
		Cristais Analisadores e Detector	Padrões
Th	Ma	PETJ	Monazite
Mg	Ka	TAP	Piropo
Si	Ka	PETJ	Almandina
Ba	La	LIFH	Benitoíte
Ca	Ka	PETJ	Apatite
Al	Ka	TAP	Plagioclase
Pb	Ma	PETJ	Galena
S	Ka	PETH	Esfalerite
Ti	Ka	PETJ	Rútilo
Sr	La	TAP	Celestite
Cu	Ka	LIF	Cuprite
Fe	Ka	LIFH	Pirite
As	La	TAP	Skutterudite
K	Ka	PETH	Sanidina

Tabela I.2 - Condições analíticas da microsonda para clorite

Elemento	Risca Analítica	<u>Clorite</u>	
		Cristais Analisadores e Detector	Padrões
Ti	Ka	PETJ	Rútilo
F	Ka	TAP	Fluorite
Ca	Ka	PETJ	Bustamite
Si	Ka	PETH	Piropo
Cr	Ka	PETJ	Óxido de cromo
Na	Ka	TAP	Jadeíte
Cs	La	PETJ	Polucite
K	Ka	PETH	Sanidina
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Mg	Ka	TAP	Clorite
Zn	Ka	LIF	Esfalerite
Fe	Ka	LIFH	Almandina
Al	Ka	TAP	Clorite
Ni	Ka	LIF	Sulfureto de níquel
Ba	La	LIFH	Benitoíte

Tabela I.3 - Condições analíticas da microsonda para feldspato

<b>Feldspato</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Risca Analítica</b>	<b>Cristais Analisadores e Detector</b>	<b>Padrões</b>
Ca	Ka	PETJ	Diópsido
Na	Ka	TAP	Tugtupite
Sr	La	PETJ	Celestite
Si	Ka	PETH	Sanidina
Ba	La	PETJ	Benitoíte
Mg	Ka	TAP	Olivina
Ti	Ka	PETJ	Rútilo
K	Ka	PETH	Sanidina
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Al	Ka	TAP	Piropo
Fe	Ka	LIFH	Almandina

Tabela I.4 - Condições analíticas da microsonda para mica

<b>Mica</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Risca Analítica</b>	<b>Cristais Analisadores e Detector</b>	<b>Padrões</b>
Ca	Ka	PETJ	Diópsido
F	Ka	TAP	Fluorite
Si	Ka	PETJ	Olivina
Rb	La	PETH	Clorite
Ti	Ka	PETJ	Rútilo
Na	Ka	TAP	Jadeíte
Cl	Ka	PETJ	Tugtupite
K	Ka	PETH	Sanidina
Cr	Ka	PETJ	Óxido de crómio
Mg	Ka	TAP	Clorite
Cs	La	PETJ	Polucite
Ba	La	LIFH	Barite
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Al	Ka	TAP	Almandina
Ni	Ka	LIF	Silicato de níquel
Fe	Ka	LIFH	Caersutite

Tabela I.5 - Condições analíticas da microsonda para fosfatos (monazite)

<b>Fosfatos</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Risca Analítica</b>	<b>Cristais Analisadores e Detector</b>	<b>Padrões</b>
Ce	La	LIF	Monazite

F	Ka	TAP	Apatite
Nb	La	PETJ	LiNbO3
V	Ka	LIFH	V
Nd	La	LIF	REE 6
Na	Ka	TAP	Jadeíte
S	Ka	PETJ	Antimonite
Pb	Ma	PETH	Galena
Gd	La	LIF	REE 1
Mg	Ka	TAP	Piropo
Cl	Ka	PETJ	Tugtupite
Pr	Lb	LIFH	Monazite
Dy	Lb	LIF	REE 4
As	La	TAP	Arseneto de gálio
Pa	Ma	PETJ	Clorite
Sm	La	LIFH	REE 2
Yb	La	LIF	REE 2
Al	Ka	TAP	Almandina
Ca	Ka	PETJ	Diópsido
Eu	La	LIFH	REE 1
Lu	La	LIF	REE2
Si	Ka	TAP	Diópsido
Ba	La	PETJ	Benitoíte
Th	Ma	PETH	Monazite
Ho	La	LIF	REE 4
Sr	La	TAP	Celestite
Ti	Ka	PETJ	Benitoíte
U	Ma	PETH	UO2
Ta	La	LIF	LiTaO3
Y	La	TAP	Badeleíte
La	La	PETJ	Monazite
K	Ka	PETH	Sanidina
Tb	La	LIF	REE 1
P	Ka	TAP	Apatite
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Fe	Ka	LIFH	Almandina
Hf	La	LIF	Piropo
Zr	La	TAP	Badeleíte
Tm	La	LIF	REE 1
Er	La	LIFH	REE 4

Tabela I.6 - Condições analíticas da microsonda para óxido

Elemento	Risca Analítica	Óxido	
		Cristais Analisadores e Detector	Padrões
P	Ka	PETJ	Apatite

Na	Ka	TAP	Jadeíte
S	Ka	PETJ	Antimonite
Ba	La	LIFH	Benitoíte
Bi	Ma	PETJ	Seleneto de bismuto
Mg	Ka	TAP	Periclase
Pb	Ma	PETJ	Galena
V	Ka	LIFH	V
Ag	La	PETJ	Ag
As	La	TAP	Arseneto de gálio
K	Ka	PETJ	Sanidina
Cr	Ka	LIFH	Óxido de crómio
Ca	Ka	PETJ	Diópsido
Al	Ka	TAP	Plagioclase
Sn	La	PETJ	Cassiterite
Fe	Ka	LIFH	Hematite
Zn	Ka	LIF	Willemite
Si	Ka	TAP	Diópsido
Ti	Ka	PETJ	Rútilo
Ni	Ka	LIFH	Silicato de níquel
Ta	La	LIF	LiTaO3
Zr	La	TAP	Badeleiíte
Mn	Ka	PETJ	Rodonite
Cu	Ka	LIFH	Cuprite
Co	Ka	LIF	Skutterudite
Nb	La	TAP	Nb
W	La	LIF	W
Au	Ma	PETH	Au

Tabela I.7 - Condições analíticas da microsonda para sulfureto

<b><u>Sulfureto</u></b>			
<b>Elemento</b>	<b>Risca Analítica</b>	<b>Cristais Analisadores e Detector</b>	<b>Padrões</b>
Bi	Ma	PETJ	Seleneto de bismuto
Ga	La	TAP	Arseneto de gálio
Pb	Ma	PETJ	Galena
Au	Ma	PETH	Au
Ag	La	PETJ	Ag
Ge	La	TAP	Ge
Cd	La	PETJ	Cd
Mo	La	PETH	Molibdenite
In	La	PETJ	Fosfato de Índio
As	La	TAP	Arseneto de gálio
Sn	La	PETJ	Sn
S	Ka	PETH	Pirite

Ni	Ka	LIF	Pentlandite Seleneto de
Se	La	TAP	bismuto
Zn	Ka	LIF	Esfalerite
Fe	Ka	LIFH	Pirite
Sb	La	PETJ	Antimonite
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Co	Ka	LIFH	Skutterudite
Cu	Ka	LIFH	Cuprite

Tabela 1.8 - Condições analíticas da microsonda para zircão

<b>Zircão</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Risca Analítica</b>	<b>Cristais Analisadores e Detector</b>	<b>Padrões</b>
Ca	Ka	PETJ	Apatite
F	Ka	TAP	Fluorite
P	Ka	PETJ	Apatite
Si	Ka	PETH	Rodonite
Ti	Ka	PETJ	Ti
Mg	Ka	TAP	Periclase
Ce	La	LIF	Monazite
Nd	La	LIFH	REE 6
La	La	PETJ	Monazite
Al	Ka	TAP	Almandina
Th	Ma	PETJ	Monazite
Fe	Ka	LIFH	Almandina
Mn	Ka	PETJ	Bustamite
Zr	La	TAP	ZrO <sub>2</sub>
Hf	La	LIFH	Piropo
U	Ma	PETJ	Clorite

## II. Limites de deteção da microsonda electrónica

Tabela II.1 - Limites de deteção para monazite, ilmenite e rútilo

Monazite		Ilmenite		Rútilo	
Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)
Ce	2308	P	283	P	252
F	1957	Na	95	Na	104
Nb	825	S	209	S	205
V	522	Ba	434	Ba	445
Nd	1646	Bi	617	Bi	532
Na	248	Mg	79	Mg	80
S	423	Pb	483	Pb	463
Pb	425	V	183	V	189
Gd	1894	Ag	269	Ag	254
Mg	191	As	319	As	336
Cl	201	K	129	K	121
Pr	1660	Cr	184	Cr	176
Dy	3731	Ca	145	Ca	147
As	603	Al	92	Al	98
Pa	854	Sn	319	Sn	324
Sm	1089	Fe	195	Fe	180
Yb	2391	Zn	607	Zn	627
Al	206	Si	134	Si	131
Ca	314	Ti	246	Ti	245
Eu	1033	Ni	249	Ni	245
Lu	2563	Ta	1125	Ta	1144
Si	249	Zr	265	Zr	259
Ba	953	Mn	279	Mn	258
Th	562	Cu	299	Cu	313
Ho	2024	Co	288	Co	292
Sr	369	Nb	294	Nb	290
Ti	478	W	1170	W	1116
U	424	Au	222	Au	225
Ta	2493				
Y	443				
La	988				
K	139				
Tb	27412				
P	362				
Mn	629				
Fe	495				
Hf	1891				
Zr	562				
Tm	2249				
Er	1205				

Tabela II.2 - Limites de detecção para pirite, calcopirite, arsenopirite, micas potássicas di-octaédricas e tri-octaédricas e clorite

Pirite		Calcopirite		Arsenopirite	
Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)
Bi	835	Bi	768	Bi	688
Ga	162	Ga	151.5	Ga	194
Pb	630	Pb	523	Pb	499
Au	244	Au	237.5	Au	236
Ag	239	Ag	251.5	Ag	264
Ge	139	Ge	132.5	Ge	181
Cd	257	Cd	245	Cd	274
Mo	182	Mo	177.5	Mo	160
In	247	In	282.5	In	298
As	234	As	205	As	317
Sn	257	Sn	261.5	Sn	277
S	58	S	56.5	S	55
Ni	348	Ni	388.5	Ni	389
Se	182	Se	169	Se	332
Zn	565	Zn	622	Zn	662
Fe	178	Fe	176.5	Fe	195
Sb	293	Sb	283	Sb	323
Mn	239	Mn	253	Mn	269
Co	168	Co	181.5	Co	191
Cu	263	Cu	283.5	Cu	303
Micas K di-Octaédricas		Micas K tri-Octaédricas		Clorite	
Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)	Elemento	D.L. (ppm)
Ca	113	Ca	123	Ti	198
F	598	F	717	F	831
Si	192	Si	240	Ca	116
Rb	410	Rb	354	Si	97
Ti	180	Ti	200	Cr	180
Na	99	Na	99	Na	97
Cl	83	Cl	87	Cs	326
K	58	K	62	K	61
Cr	164	Cr	177	Mn	232
Mg	98	Mg	98	Mg	96
Cs	355	Cs	505	Zn	524
Ba	293	Ba	338	Fe	179
Mn	210	Mn	231	Al	115
Al	113	Al	104	Ni	342
Ni	316	Ni	371	Ba	342
Fe	169	Fe	184		



### III. Matrizes de correlação

Tabela III.1 - Matriz de Correlação para os dados de sedimentos de corrente

Matriz correlação para Sedimentos de Corrente (regional)				
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>As</i>
<i>Cu</i>	1			
<i>Zn</i>	0.365	1		
<i>Pb</i>	0.127	0.208	1	
<i>As</i>	0.060	0.035	0.029	1

Tabela III.2 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Godinhaços

Matriz correlação para solos em Godinhaços (Local)						
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>As</i>	<i>W</i>	<i>Au</i>
<i>Cu</i>	1					
<i>Zn</i>	0.155	1				
<i>Pb</i>	0.025	0.273	1			
<i>As</i>	0.067	-0.333	0.052	1		
<i>W</i>	0.150	0.116	0.200	0.335	1	
<i>Au</i>	0.004	-0.154	0.217	0.408	0.068	1

Tabela III.3 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Grovelas

Matriz de Correlação para solos em Grovelas (Local)												
	<i>Fe</i>	<i>Ba</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>V</i>	<i>Mn</i>	<i>Be</i>	<i>As</i>	<i>Y</i>
<i>Fe</i>	1											
<i>Ba</i>	0.029	1										
<i>P</i>	-0.092	-0.005	1									
<i>Cu</i>	-0.126	0.259	0.244	1								
<i>Cr</i>	0.404	0.016	-0.044	0.056	1							
<i>Zn</i>	0.147	0.306	0.261	0.541	0.162	1						
<i>Pb</i>	0.008	0.027	0.065	0.100	0.028	0.062	1					
<i>V</i>	0.765	0.125	-0.052	-0.010	0.557	0.333	-0.021	1				
<i>Mn</i>	0.228	0.127	0.361	0.283	0.188	0.394	0.007	0.194	1			
<i>Be</i>	-0.201	0.130	0.170	0.108	-0.043	0.139	0.028	-0.179	0.305	1		
<i>As</i>	-0.052	0.074	0.114	0.004	-0.009	-0.175	0.121	-0.115	-0.046	-0.018	1	
<i>Y</i>	-0.154	0.075	0.378	0.124	0.052	0.148	0.007	-0.107	0.378	0.545	0.034	1

Tabela III.4 - Matriz de Correlação para os dados de geoquímica de solos em Marrancos

Matriz de correlação para solos em Marrancos (Local)				
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>As</i>
<i>Cu</i>	1			
<i>Zn</i>	0.022	1		
<i>Pb</i>	0.183	0.485	1	
<i>As</i>	0.417	-0.209	0.096	1

#### IV. Histogramas

##### Sedimentos de corrente

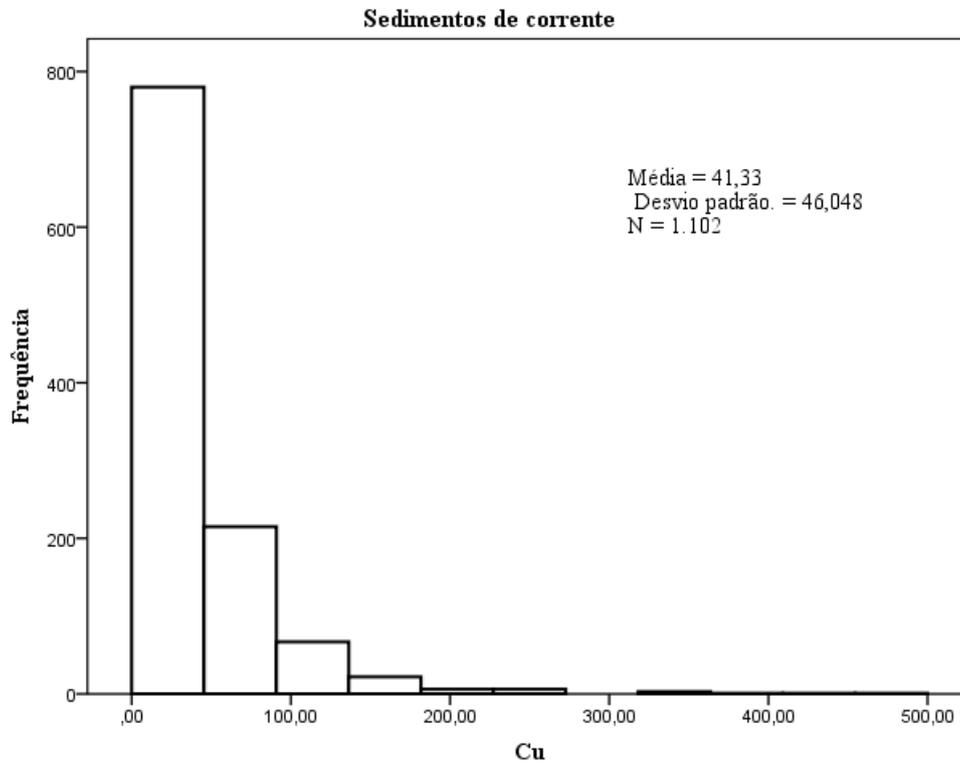


Figura IV.1 – Histograma do Cu para sedimentos de corrente

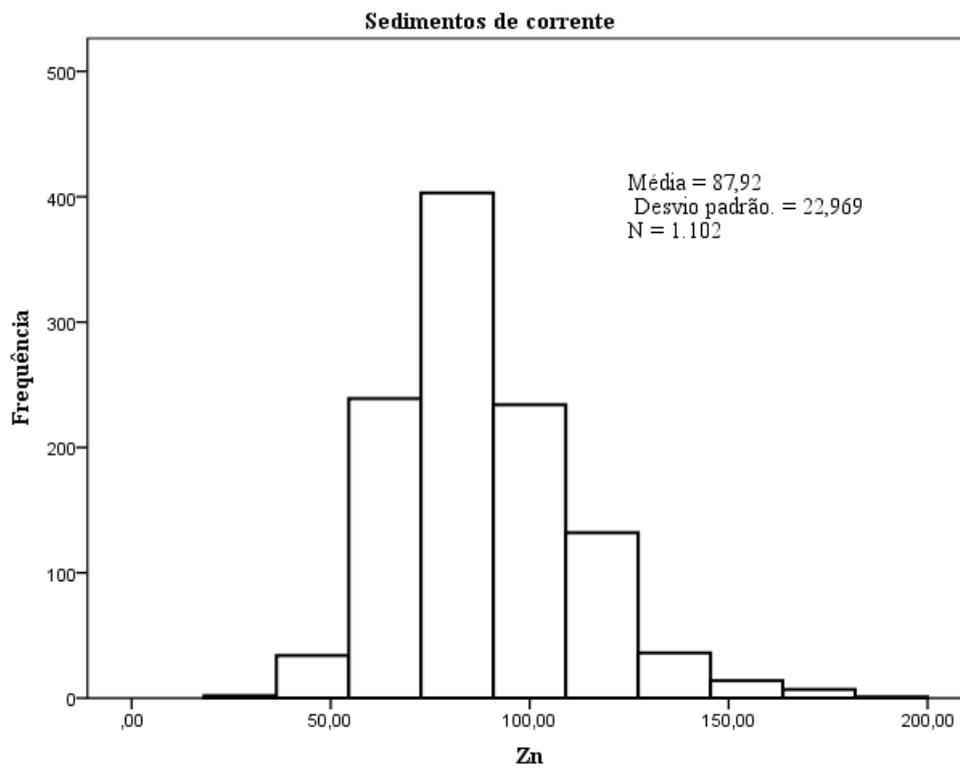


Figura IV.2 – Histograma do Zn para sedimentos de corrente

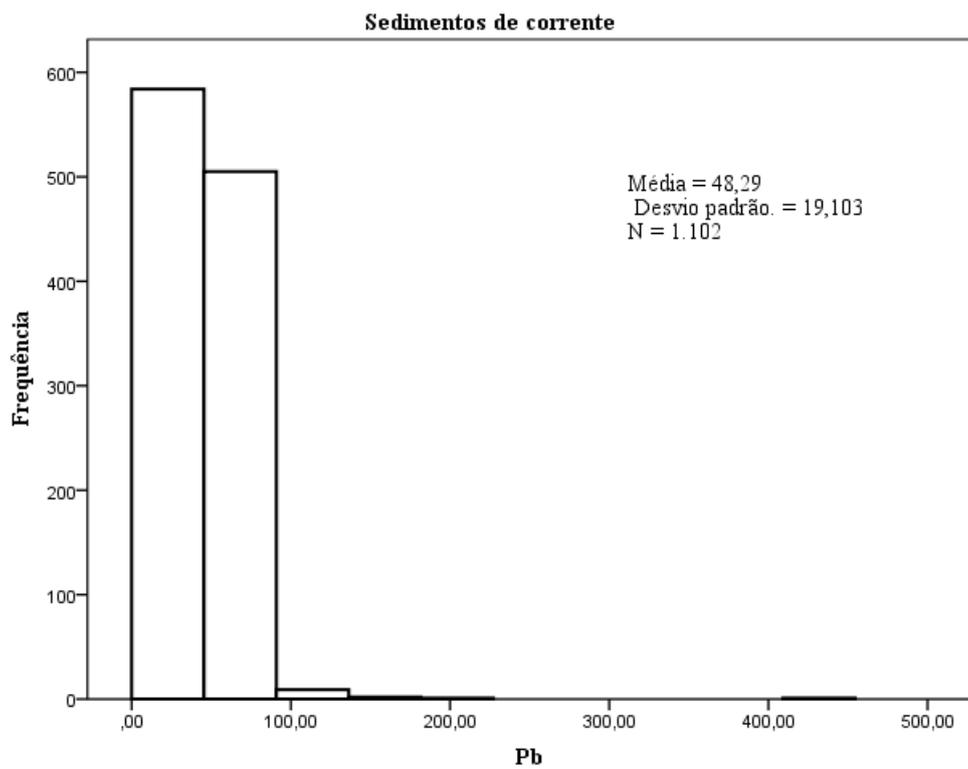


Figura IV.3 – Histograma do Pb para sedimentos de corrente

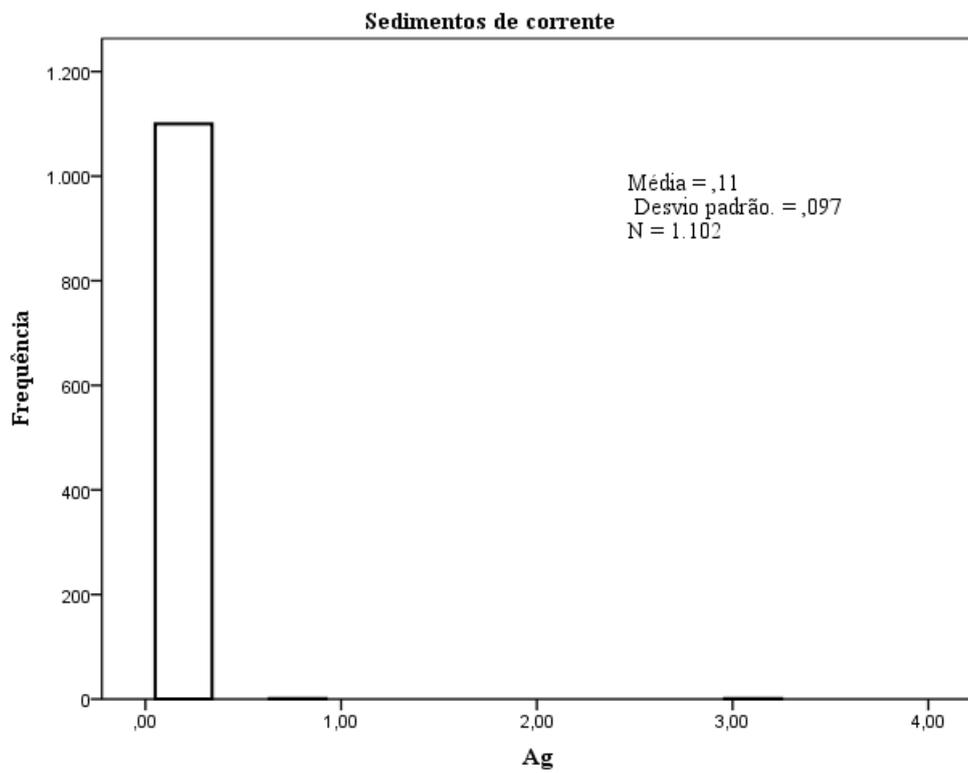


Figura IV.4 – Histograma da Ag para sedimentos de corrente

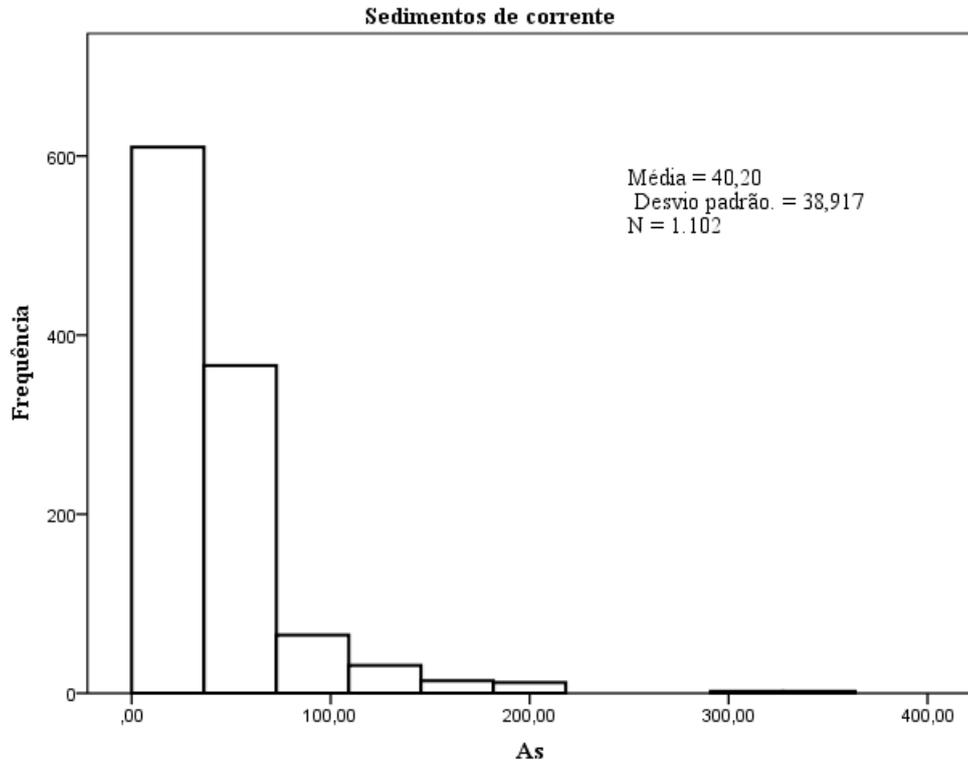


Figura IV.5 – Histograma do As para sedimentos de corrente

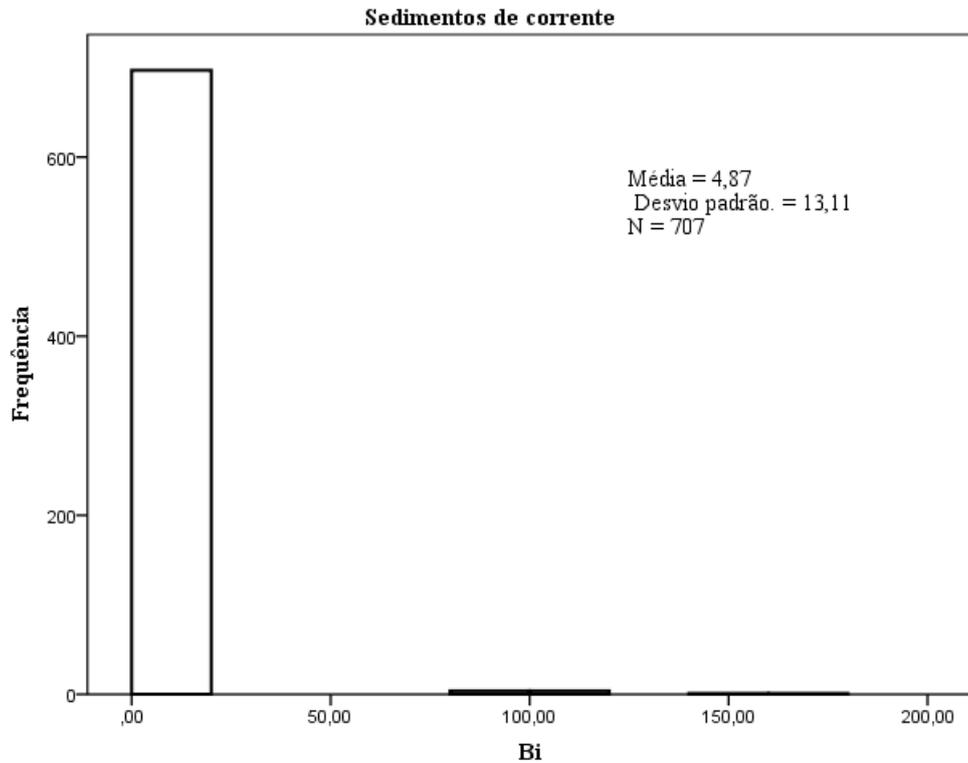


Figura IV.6 – Histograma do Bi para sedimentos de corrente

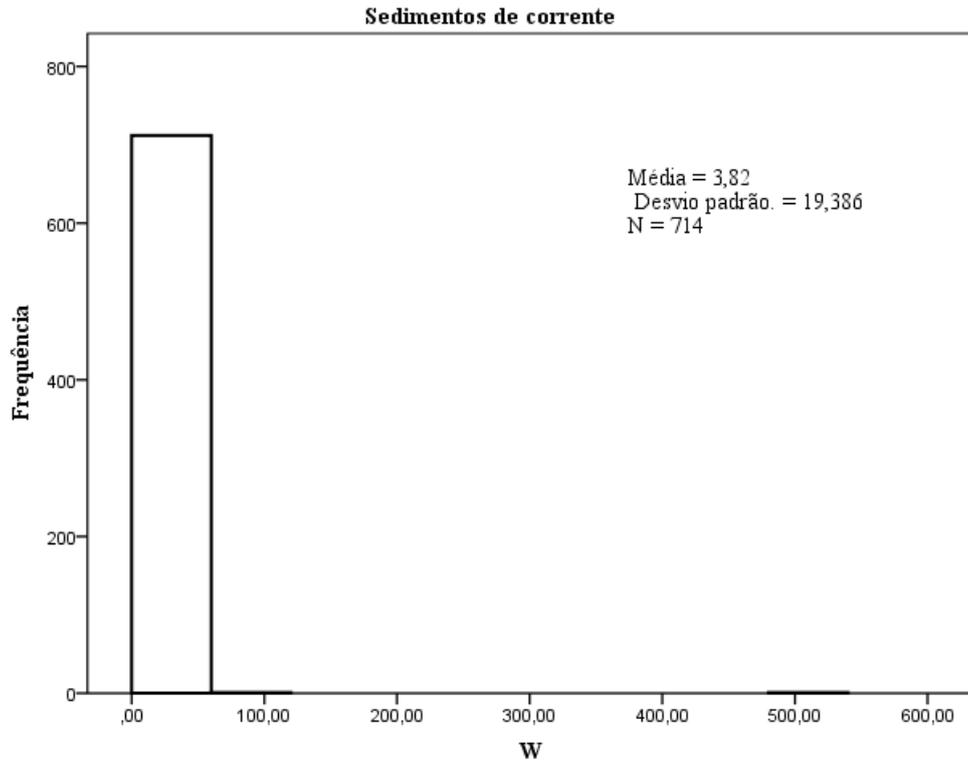


Figura IV.7 – Histograma do W para sedimentos de corrente

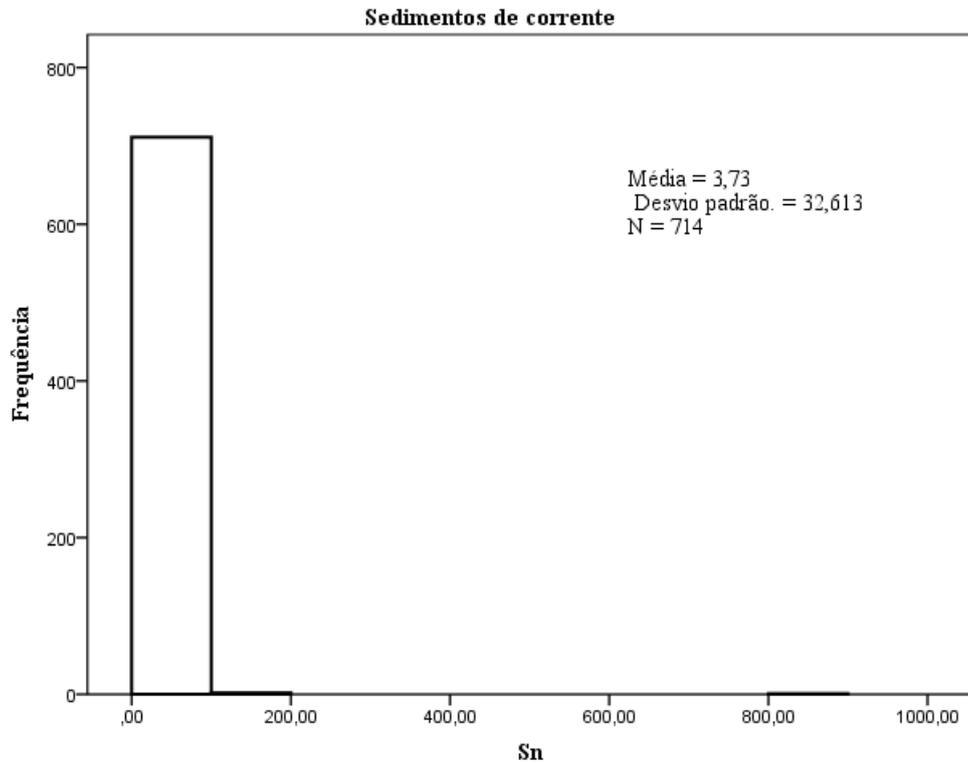


Figura IV.8 – Histograma do Sn para sedimentos de corrente

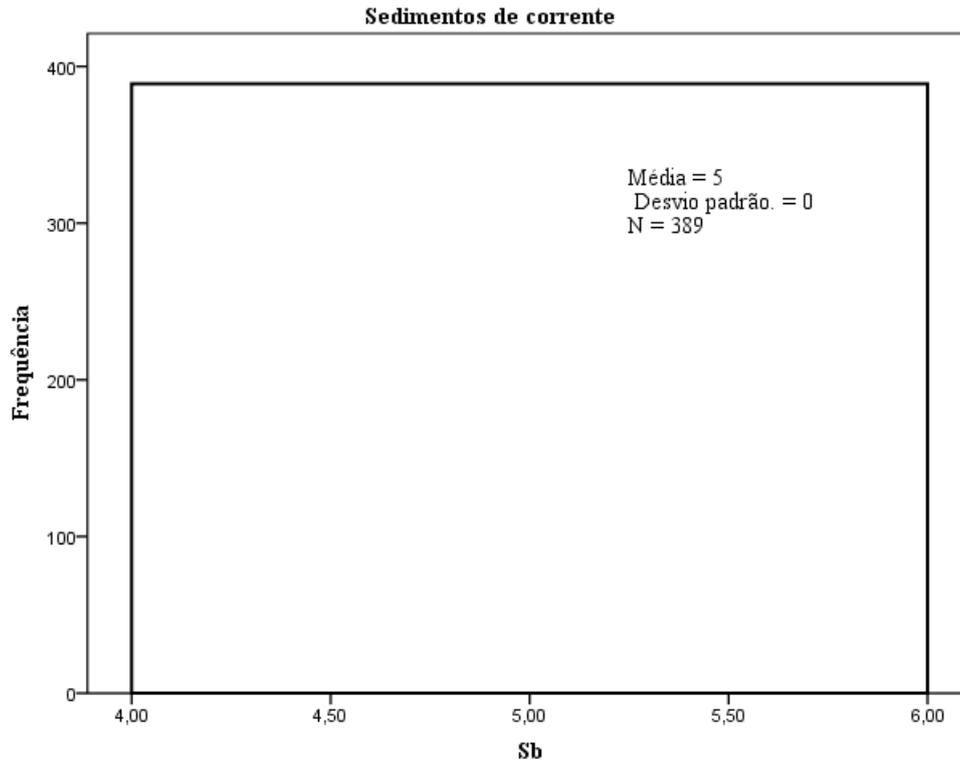


Figura IV.9 – Histograma do Sb para sedimentos de corrente

Geoquímica de solos – Godinhaços

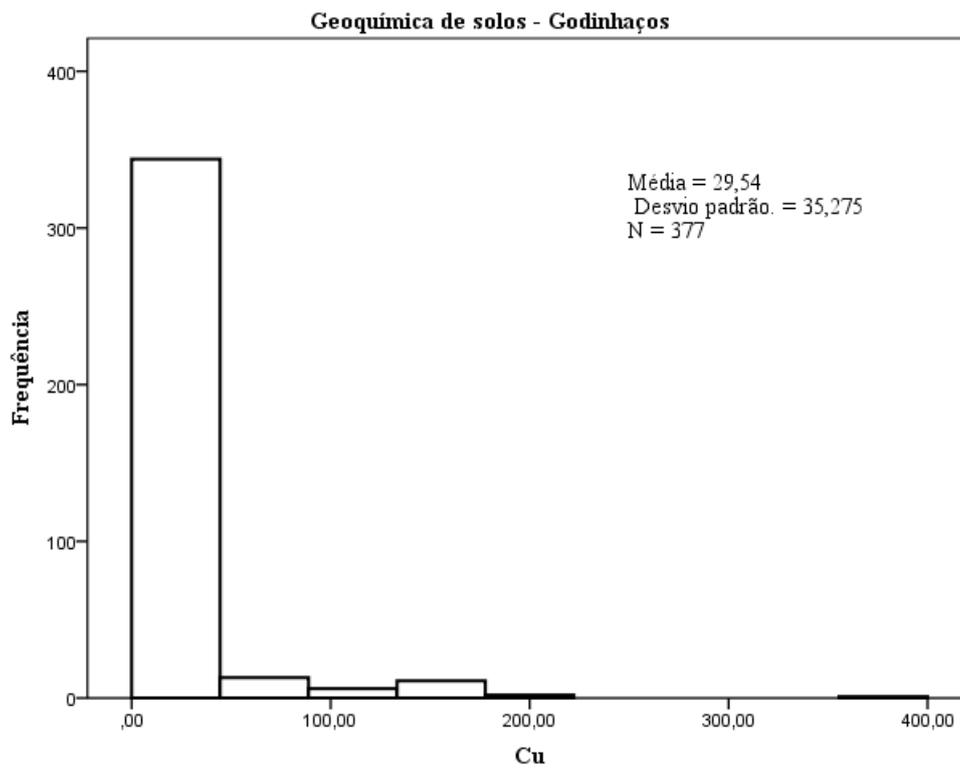


Figura IV.10 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Godinhaços

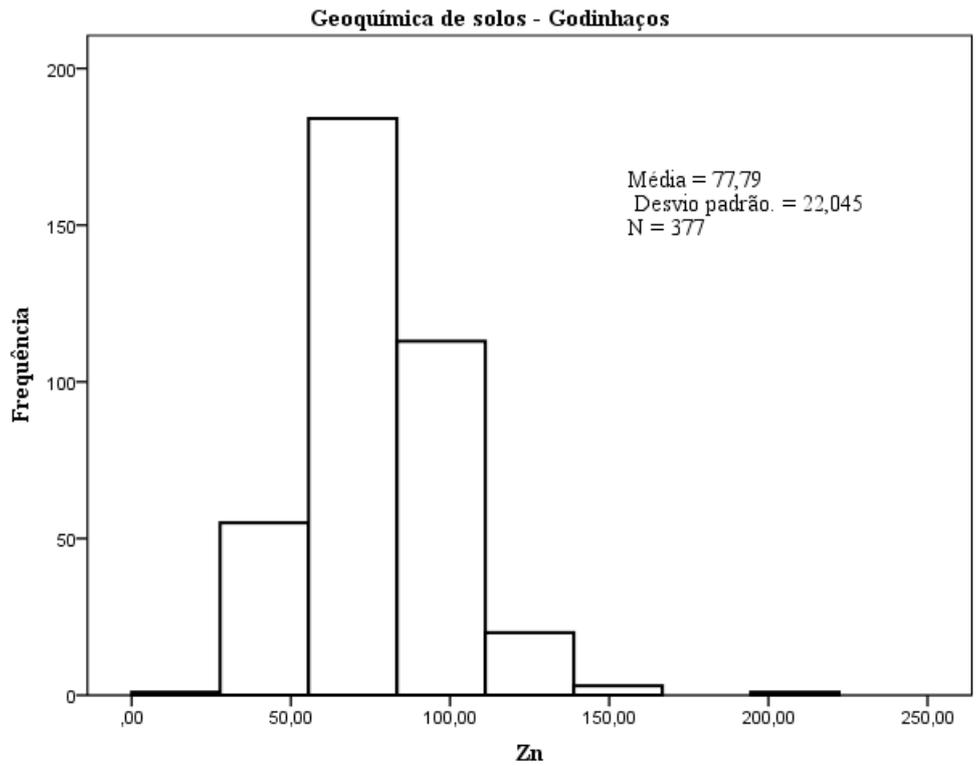


Figura IV.11 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Godinhaços

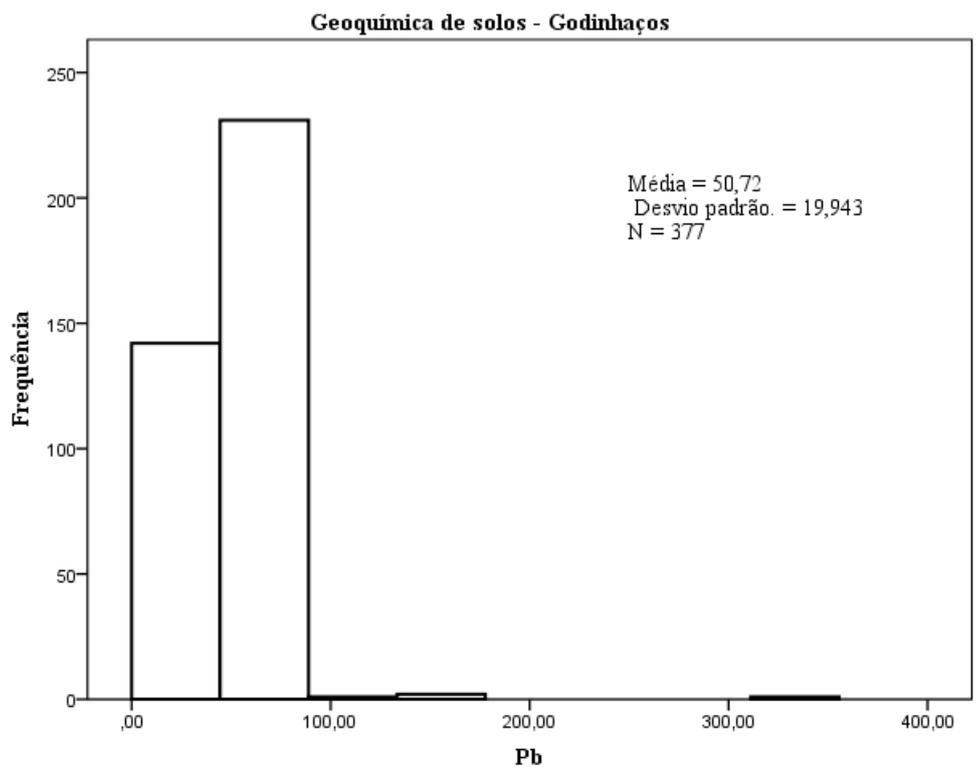


Figura IV.12 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Godinhaços

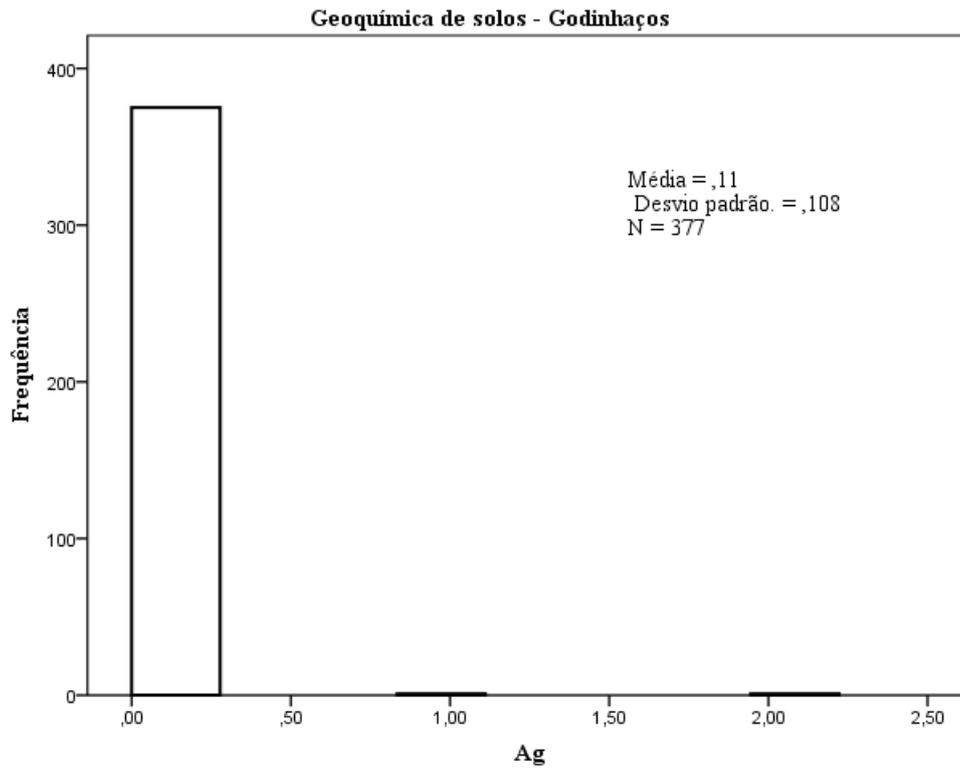


Figura IV.13 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Godinhaços

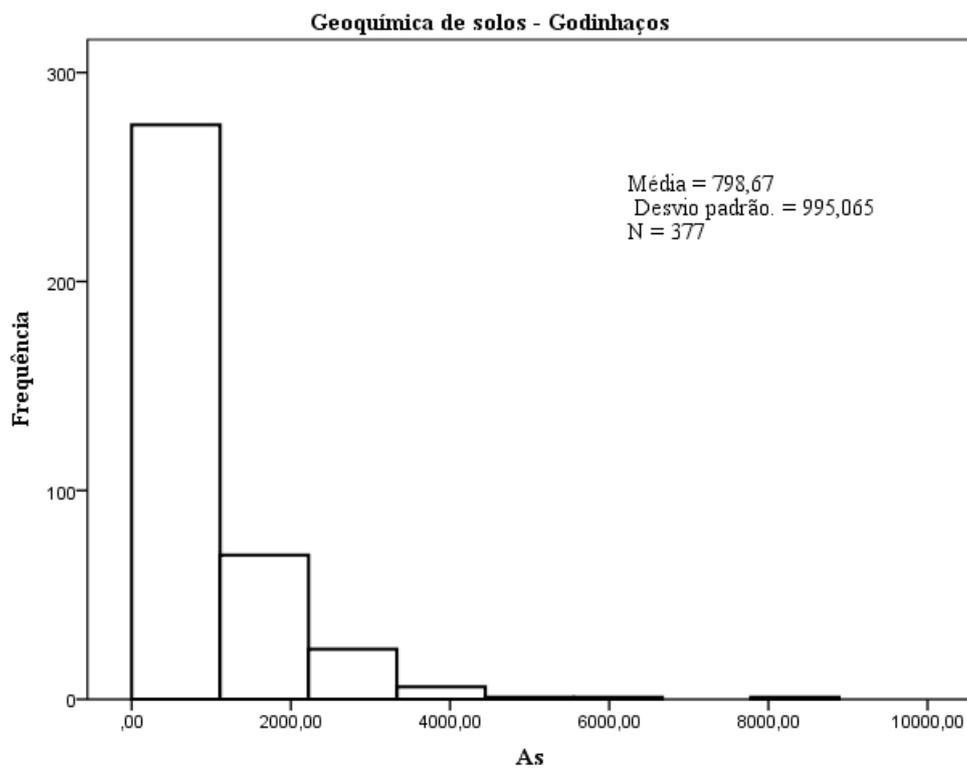


Figura IV.14 – Histograma do As para geoquímica de solos - Godinhaços

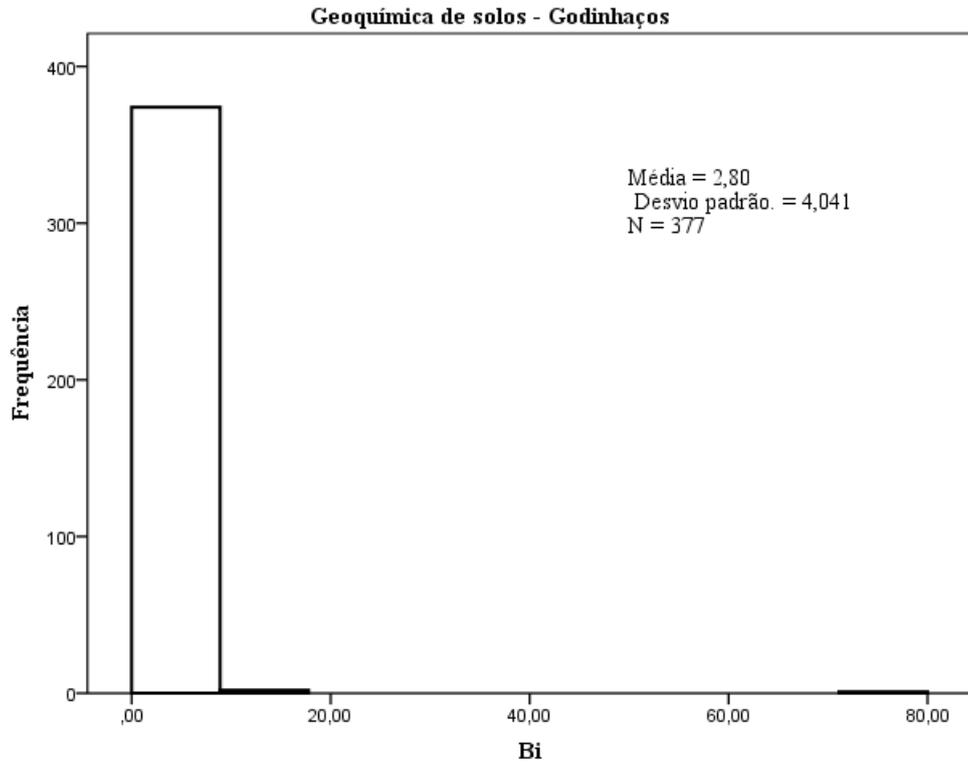


Figura IV.15 – Histograma do Bi para geoquímica de solos - Godinhaços

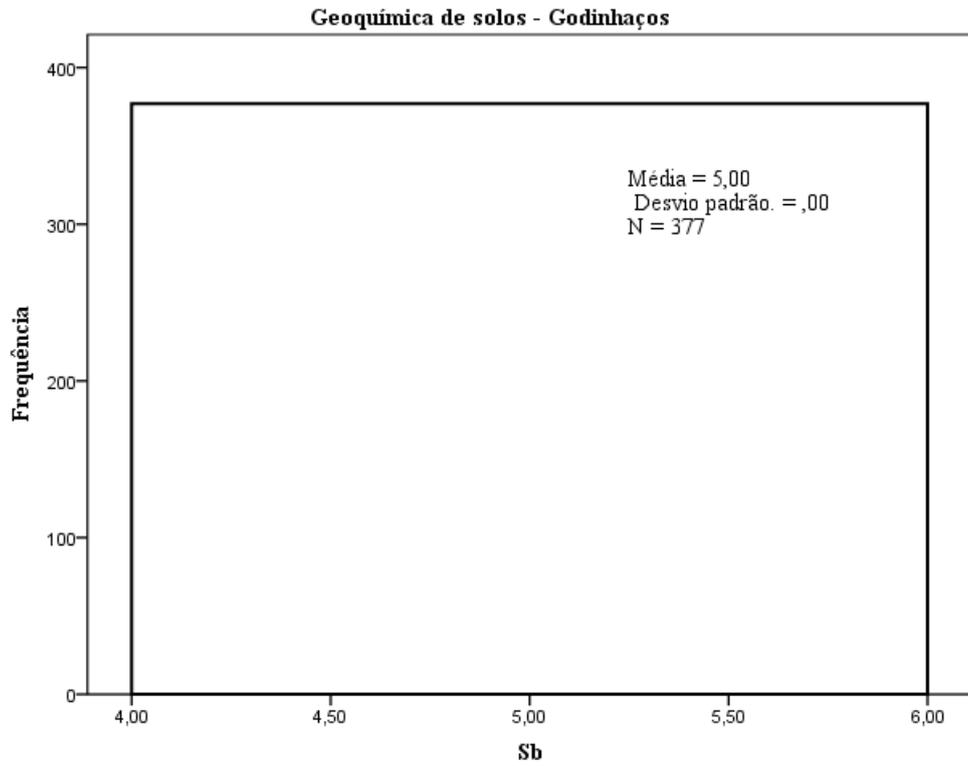


Figura IV.16 – Histograma do Sb para geoquímica de solos - Godinhaços

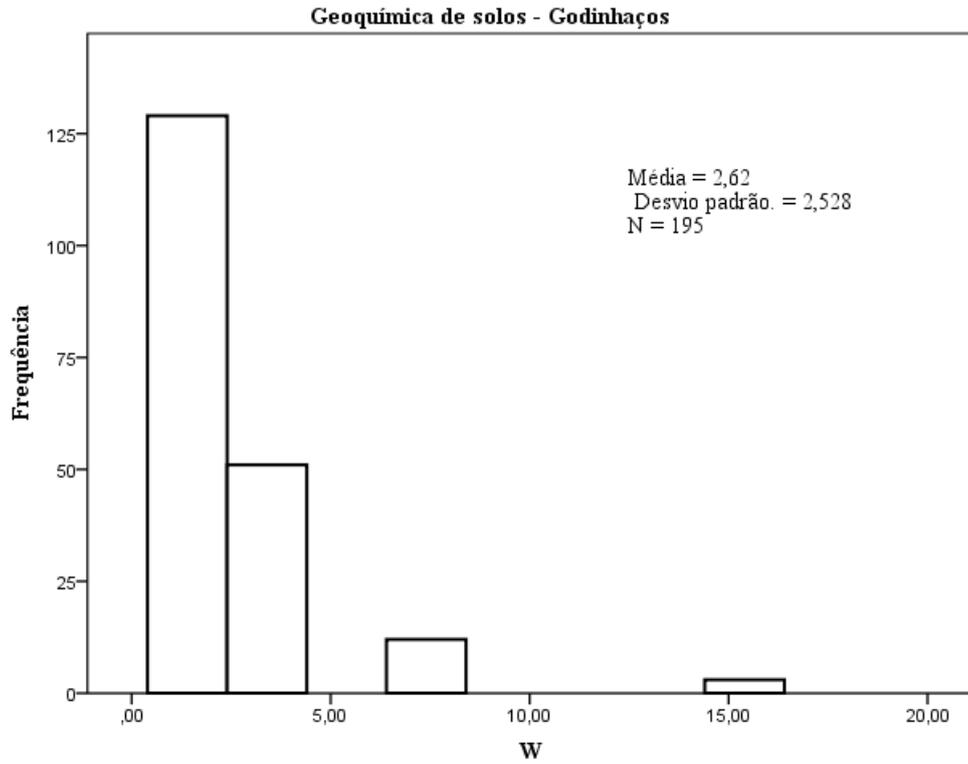


Figura IV.17 – Histograma do W para geoquímica de solos - Godinhaços

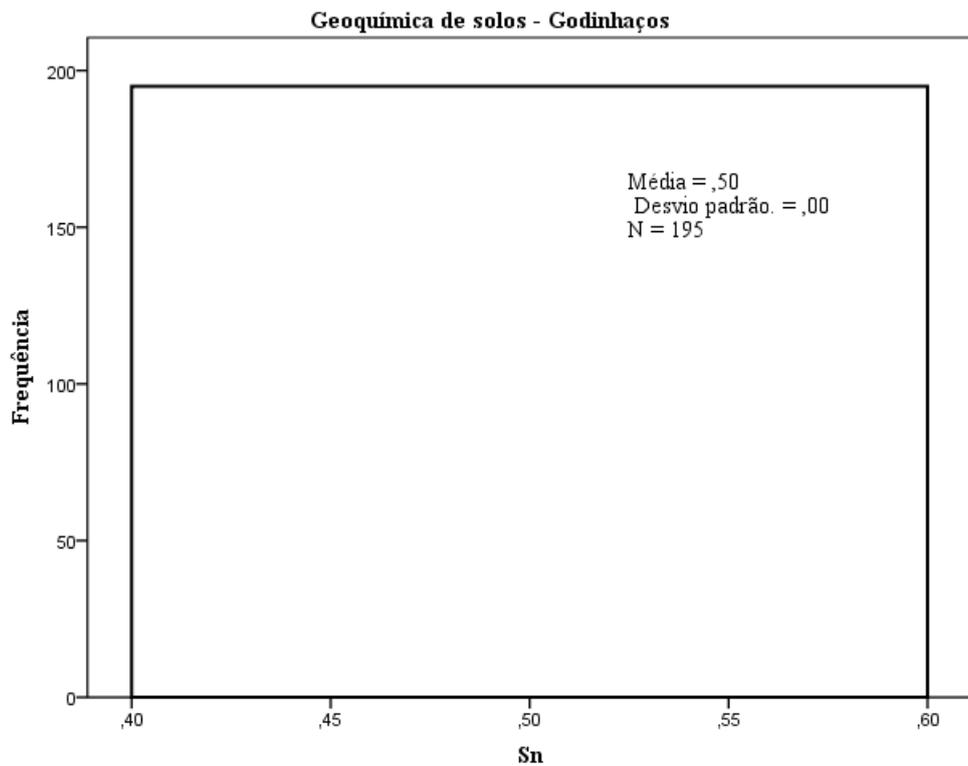


Figura IV.18 – Histograma do Sn para geoquímica de solos - Godinhaços

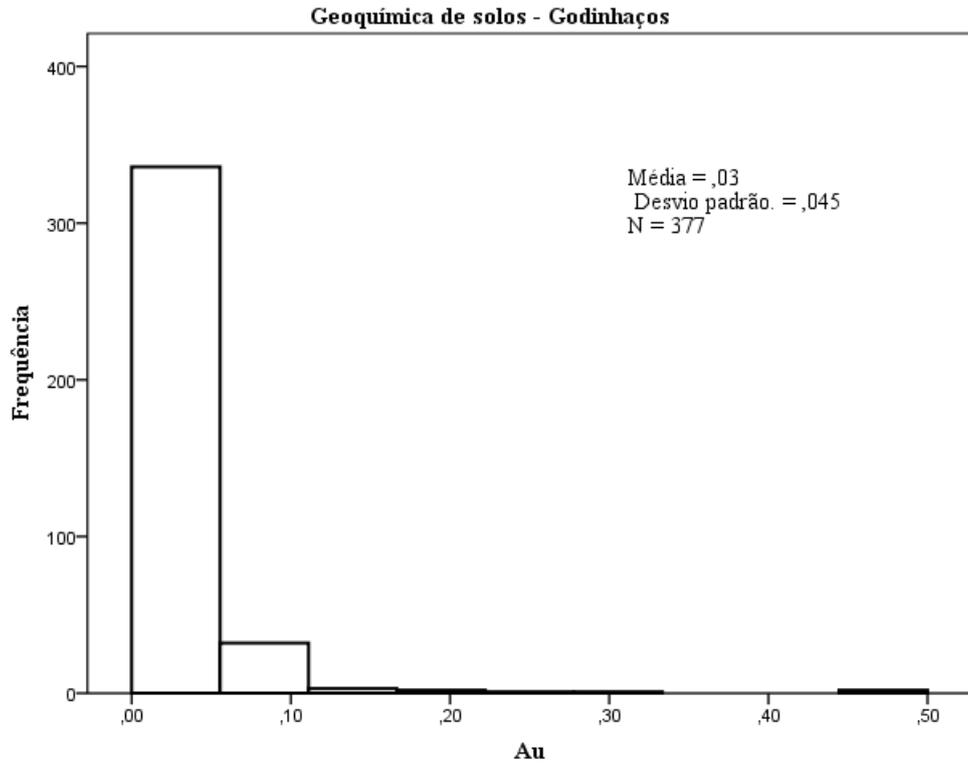


Figura IV.19 – Histograma do Au para geoquímica de solos - Godinhaços

Geoquímica de solos – Grovelas

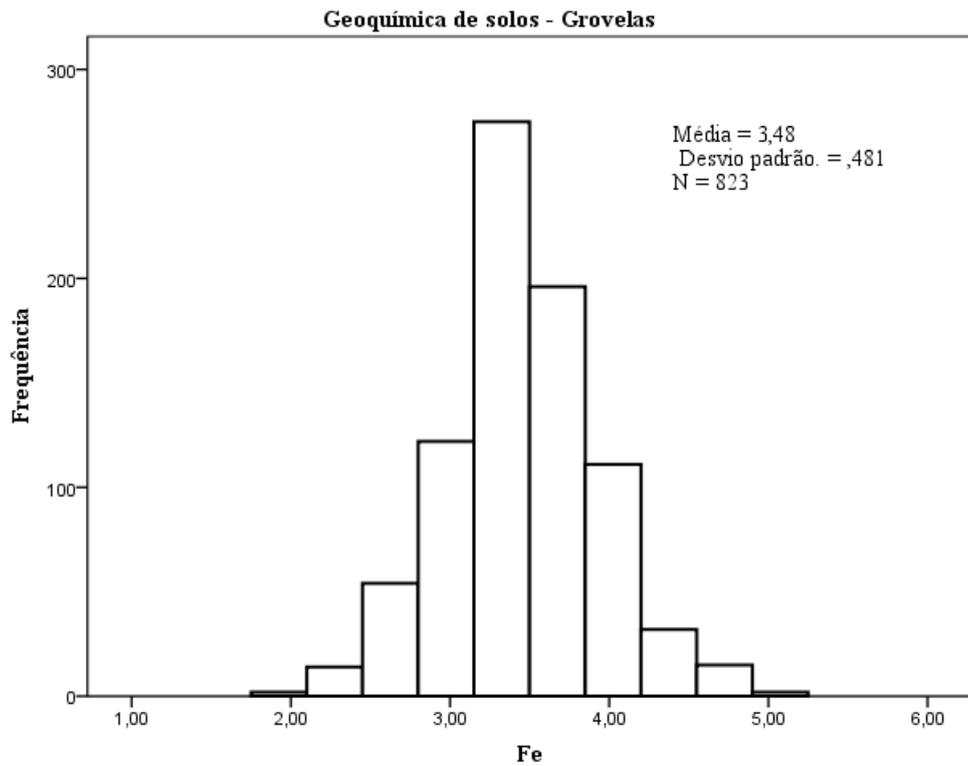


Figura IV.20 – Histograma do Fe para geoquímica de solos - Grovelas

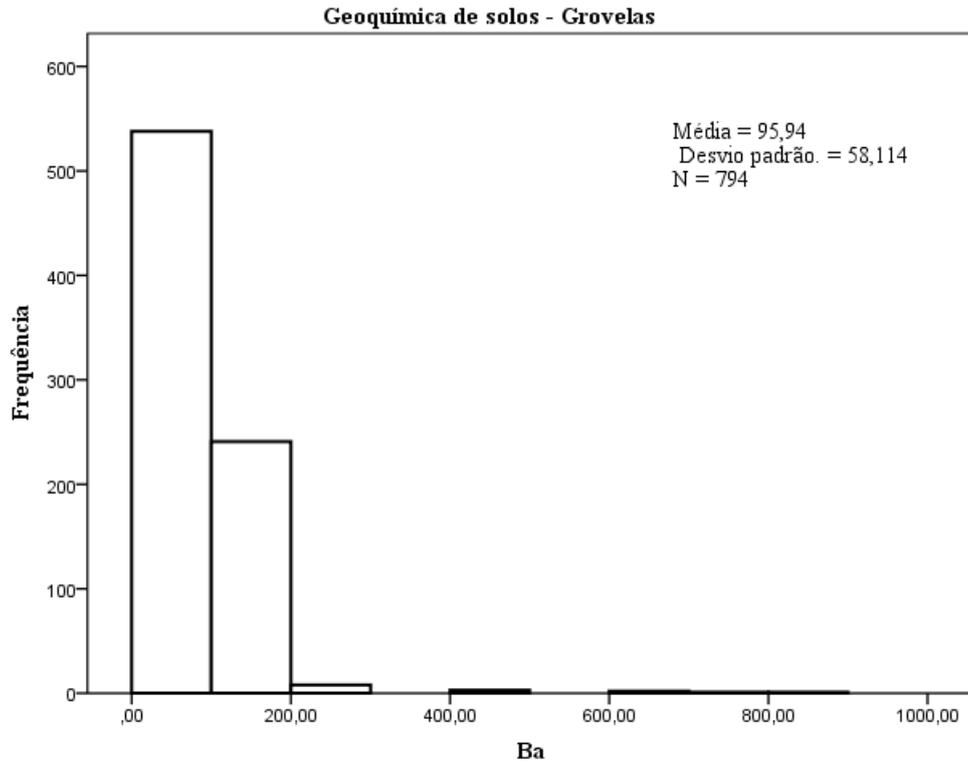


Figura IV.21 – Histograma do Ba para geoquímica de solos - Grovelas

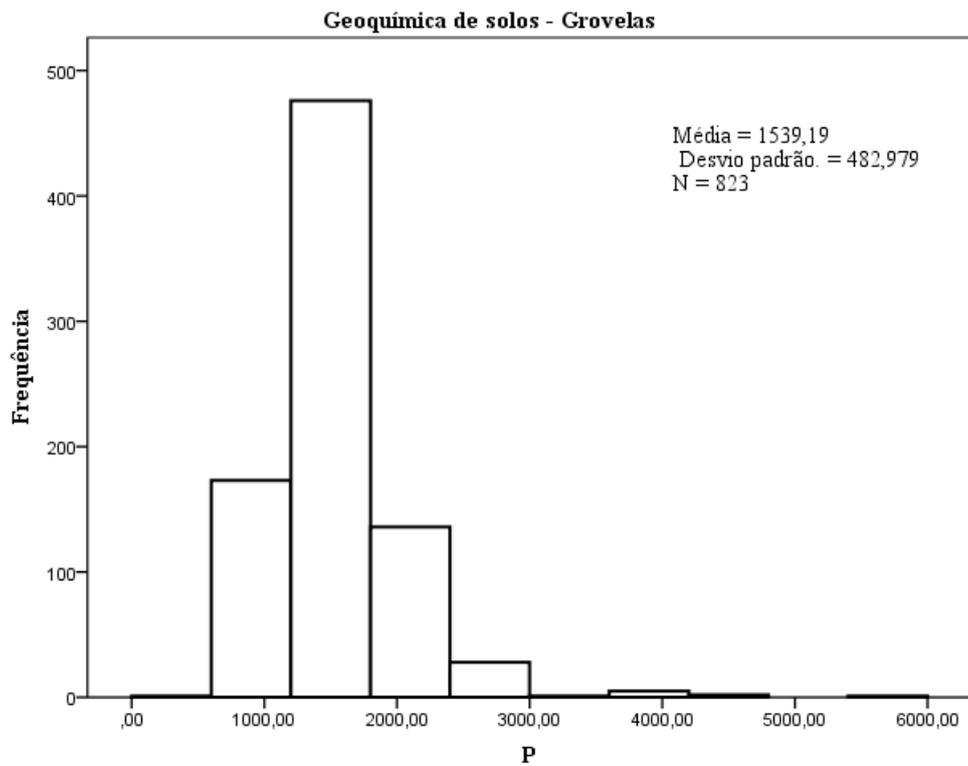


Figura IV.22 – Histograma do P para geoquímica de solos - Grovelas

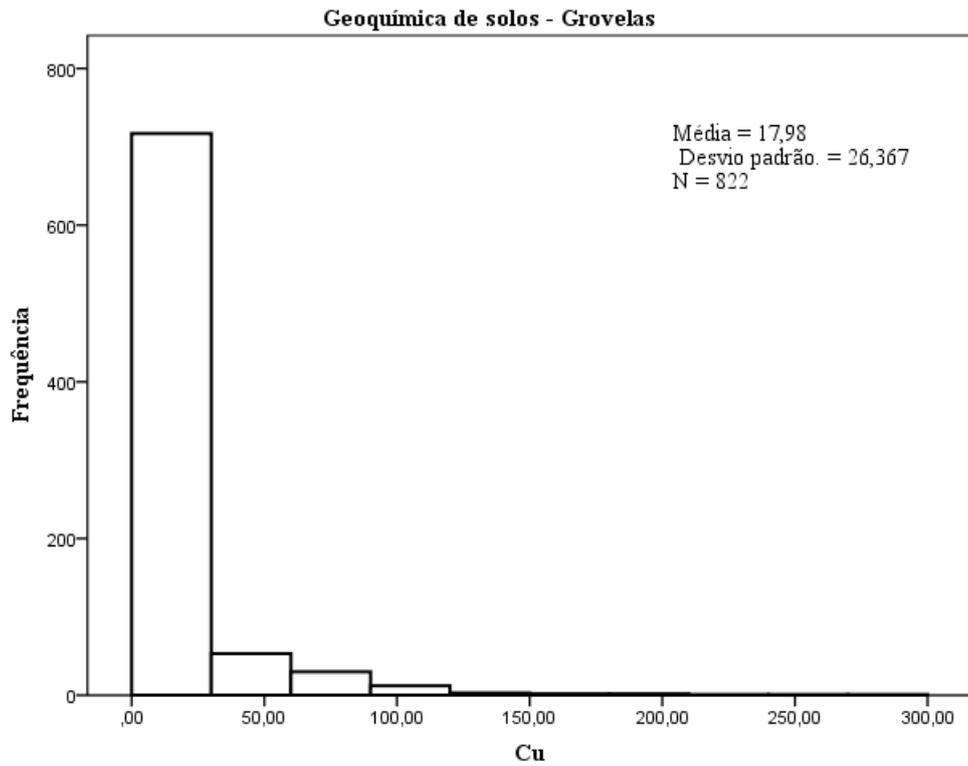


Figura IV.23 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Grovelas

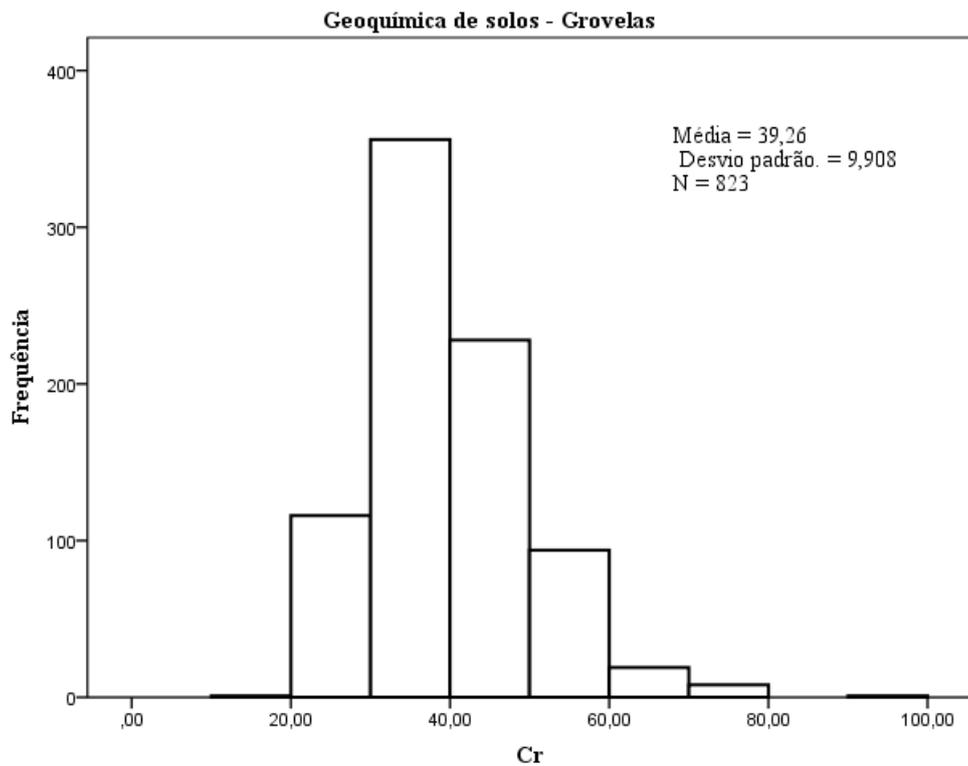


Figura IV.24 – Histograma do Cr para geoquímica de solos - Grovelas

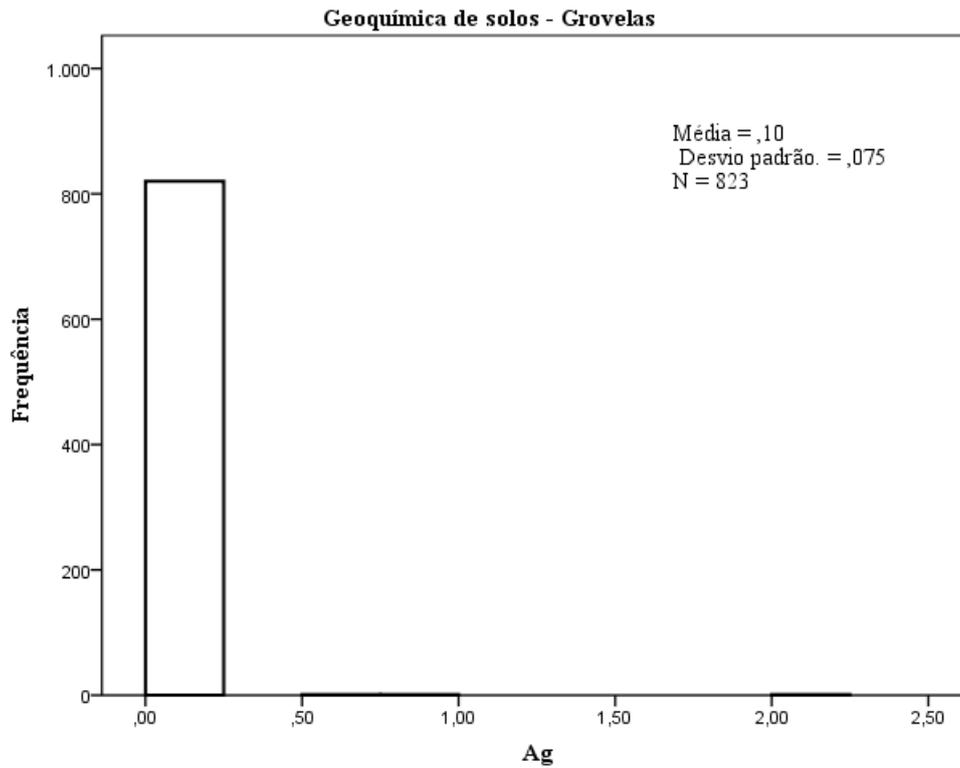


Figura IV.25 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Grovelas

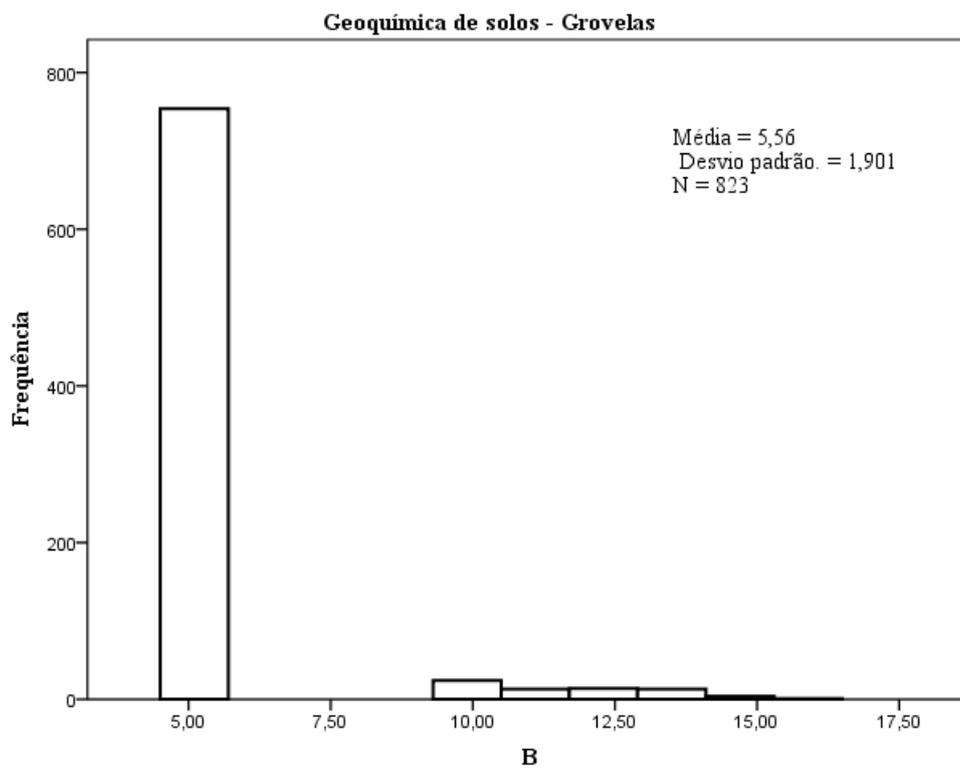


Figura IV.26 – Histograma do B para geoquímica de solos - Grovelas

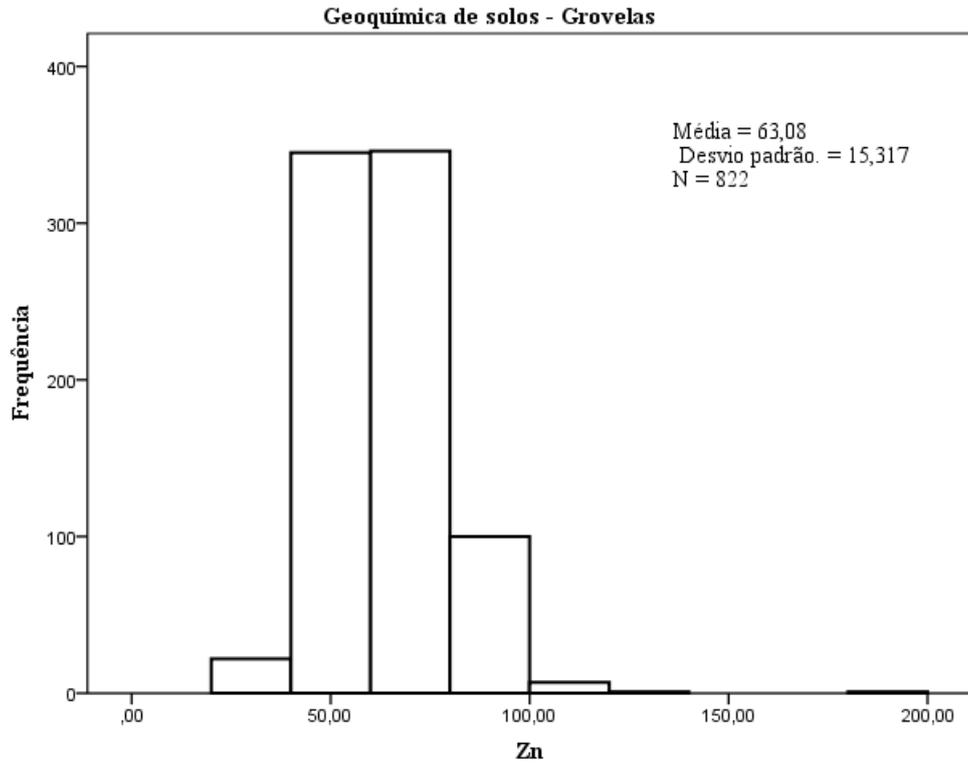


Figura IV.27 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Grovelas

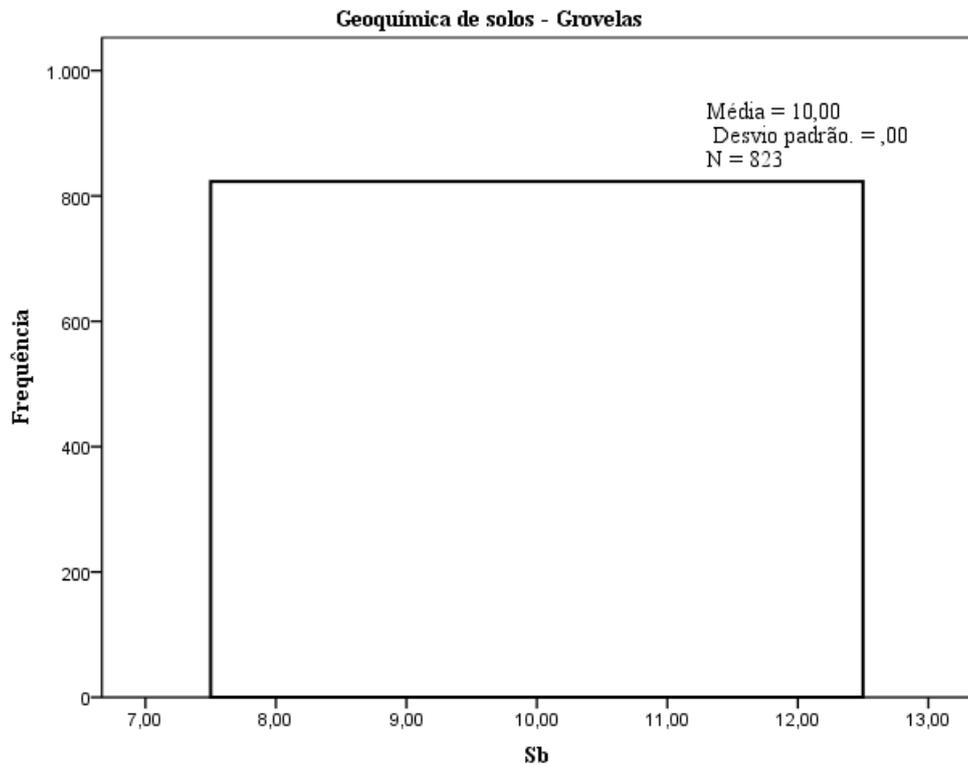


Figura IV.28 – Histograma do Sb para geoquímica de solos - Grovelas

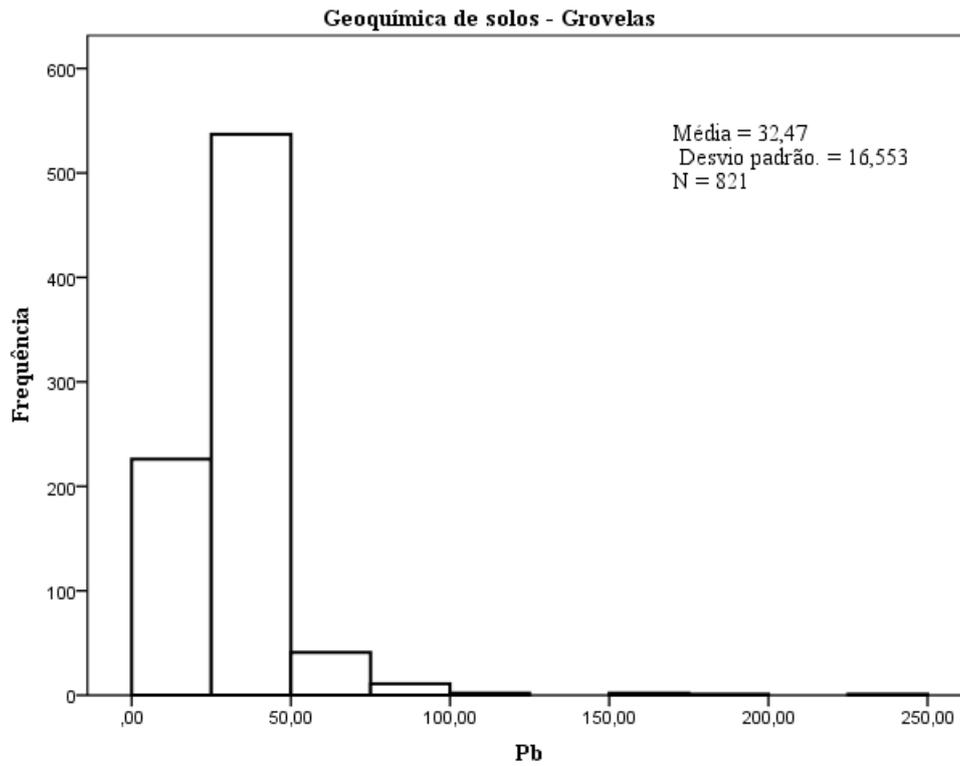


Figura IV.29 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Grovelas

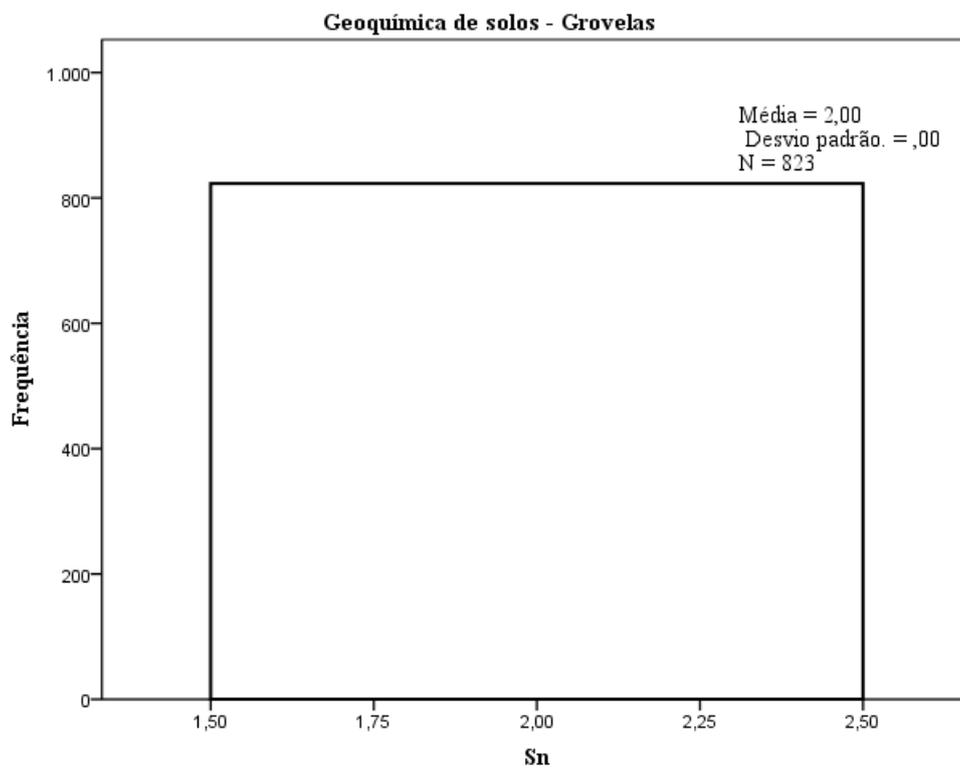


Figura IV.30 – Histograma do Sn para geoquímica de solos - Grovelas

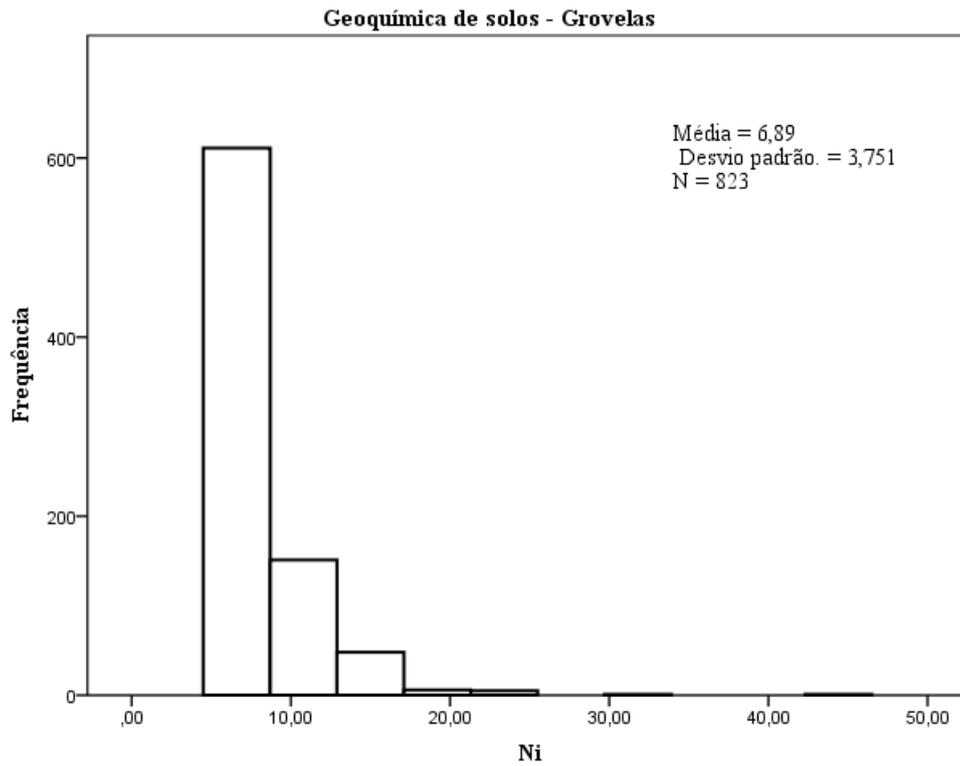


Figura IV.31 – Histograma do Ni para geoquímica de solos - Grovelas

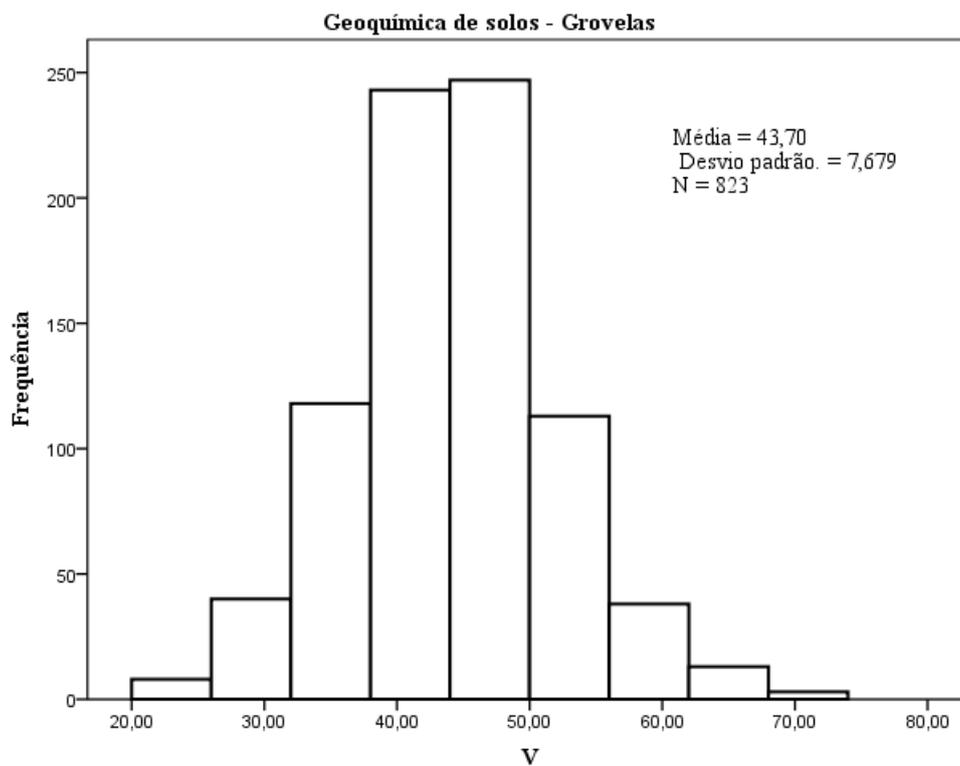


Figura IV.32 – Histograma do V para geoquímica de solos - Grovelas

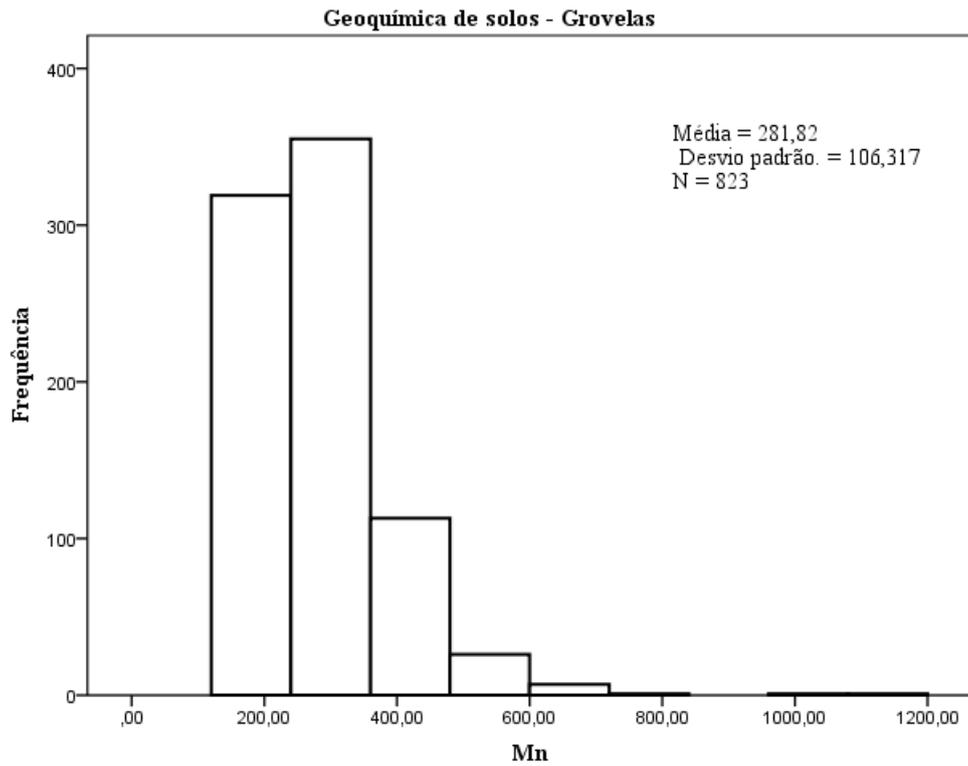


Figura IV.33 – Histograma do Mn para geoquímica de solos - Grovelas

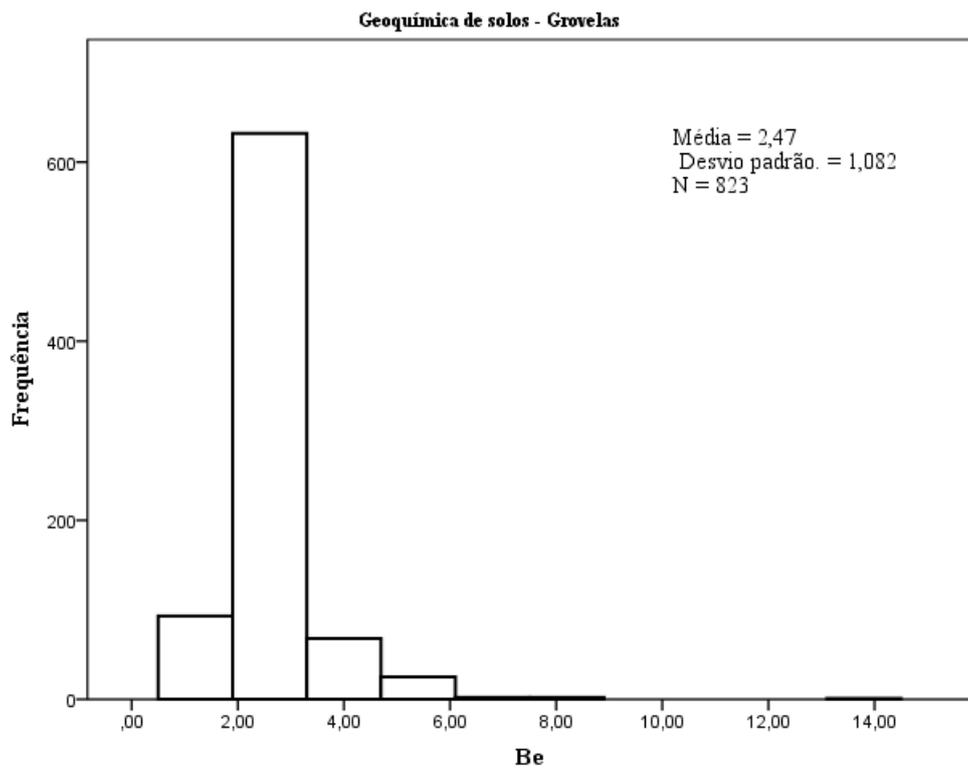


Figura IV.34 – Histograma do Be para geoquímica de solos - Grovelas

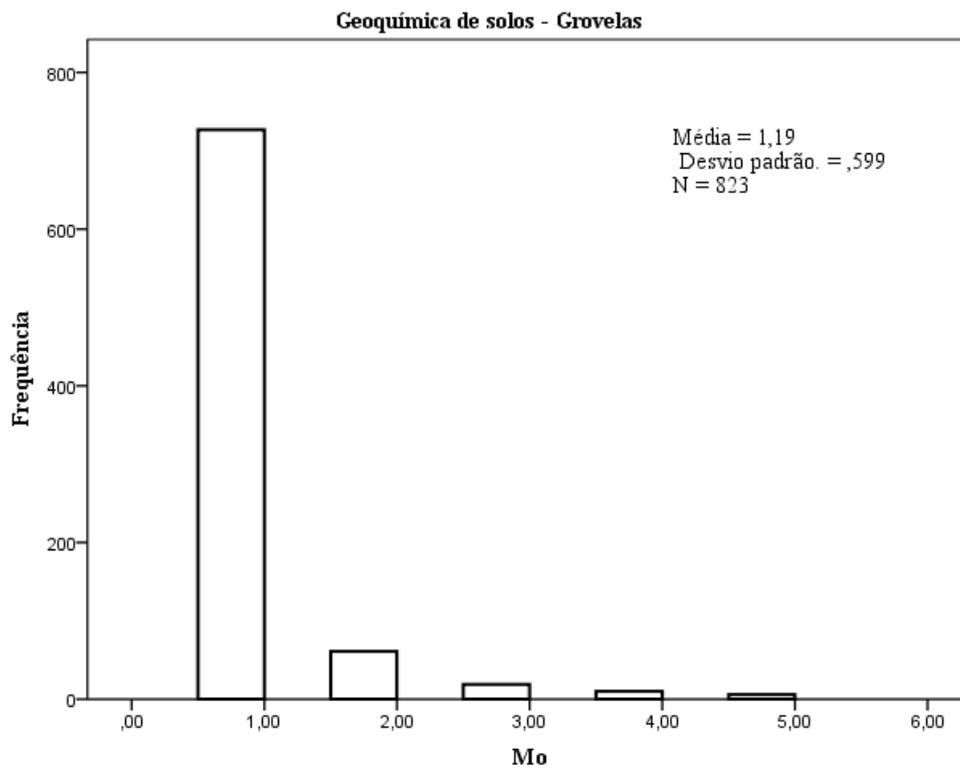


Figura IV.35 – Histograma do Mo para geoquímica de solos - Grovelas

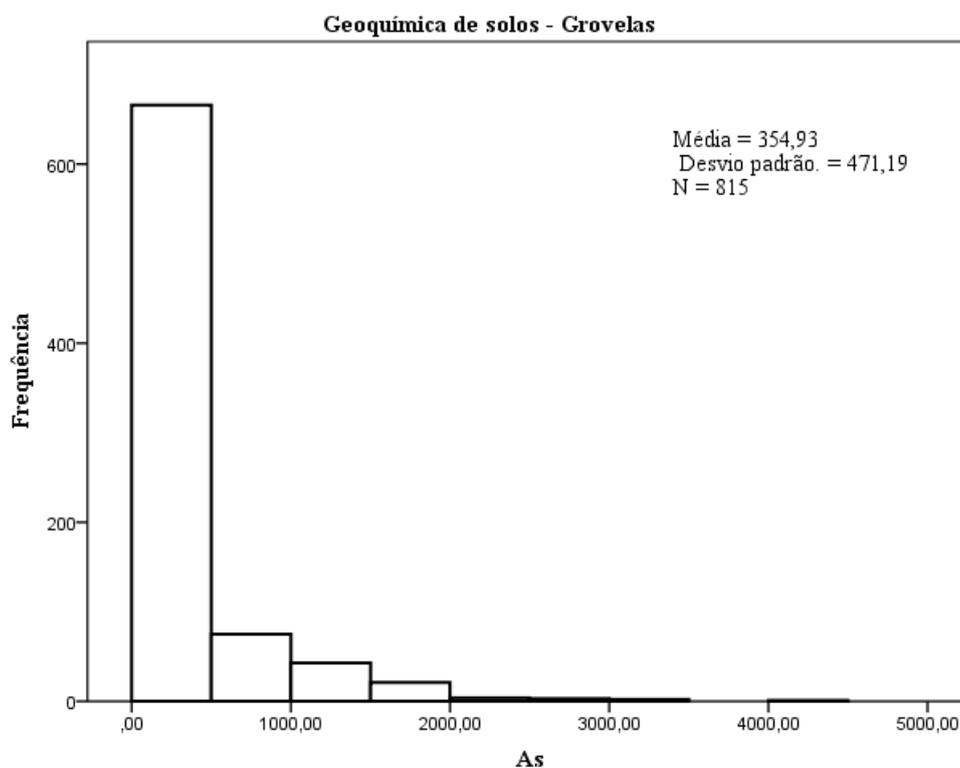


Figura IV.36 – Histograma do As para geoquímica de solos - Grovelas

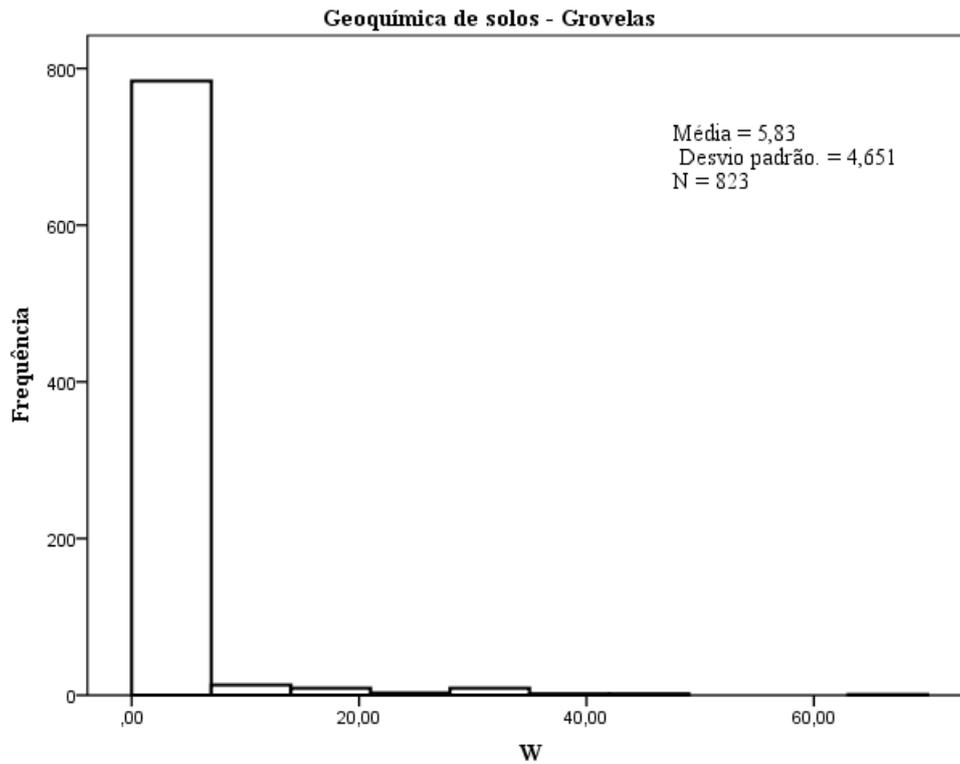


Figura IV.37 – Histograma do W para geoquímica de solos - Grovelas

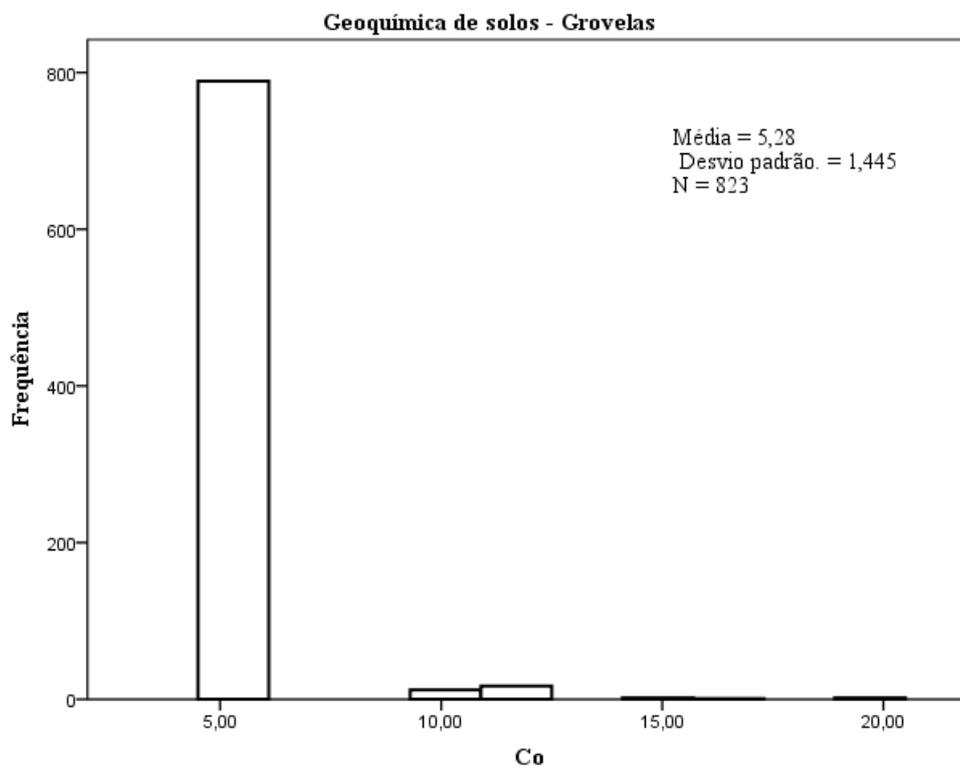


Figura IV.38 – Histograma do Co para geoquímica de solos - Grovelas

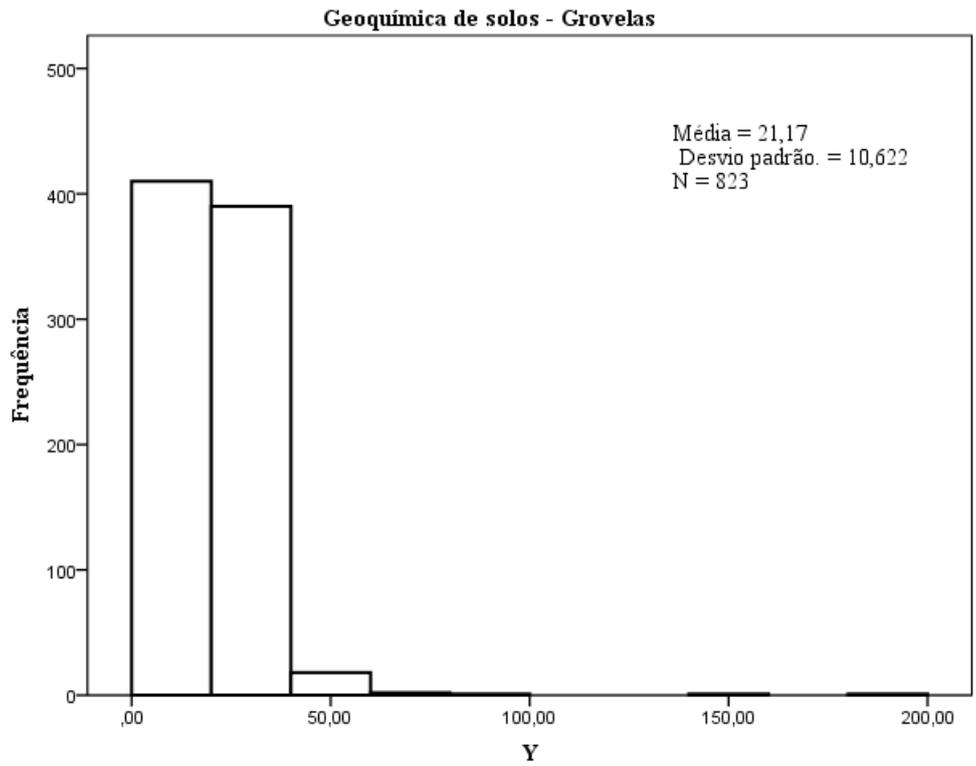


Figura IV.39 – Histograma do Y para geoquímica de solos - Grovelas

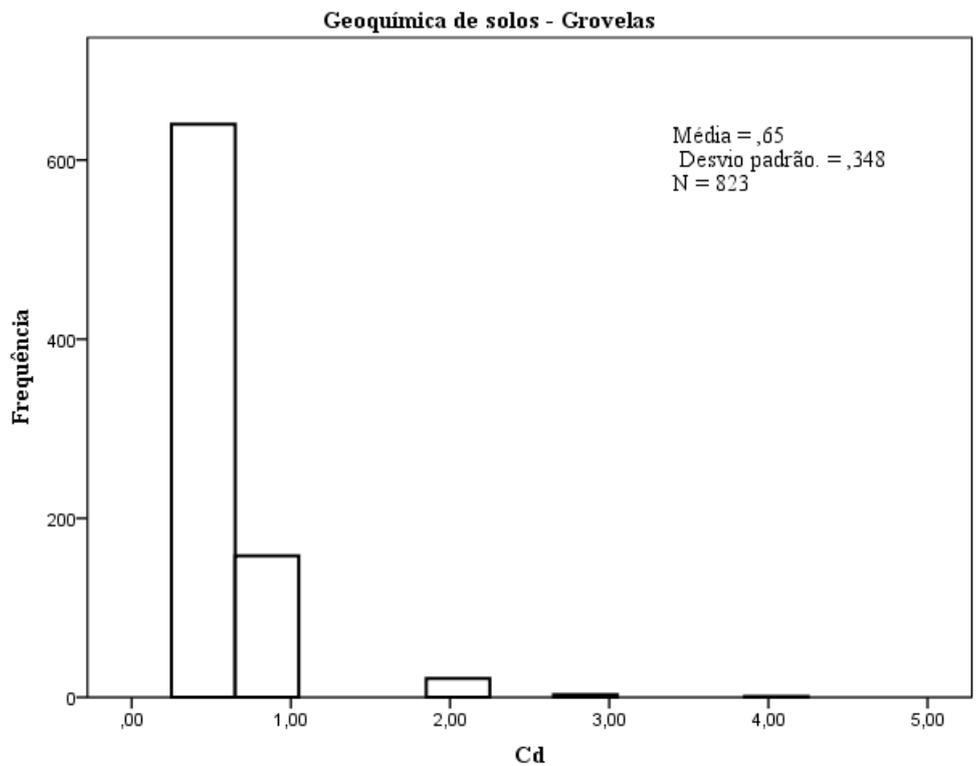


Figura IV.40 – Histograma do Cd para geoquímica de solos - Grovelas

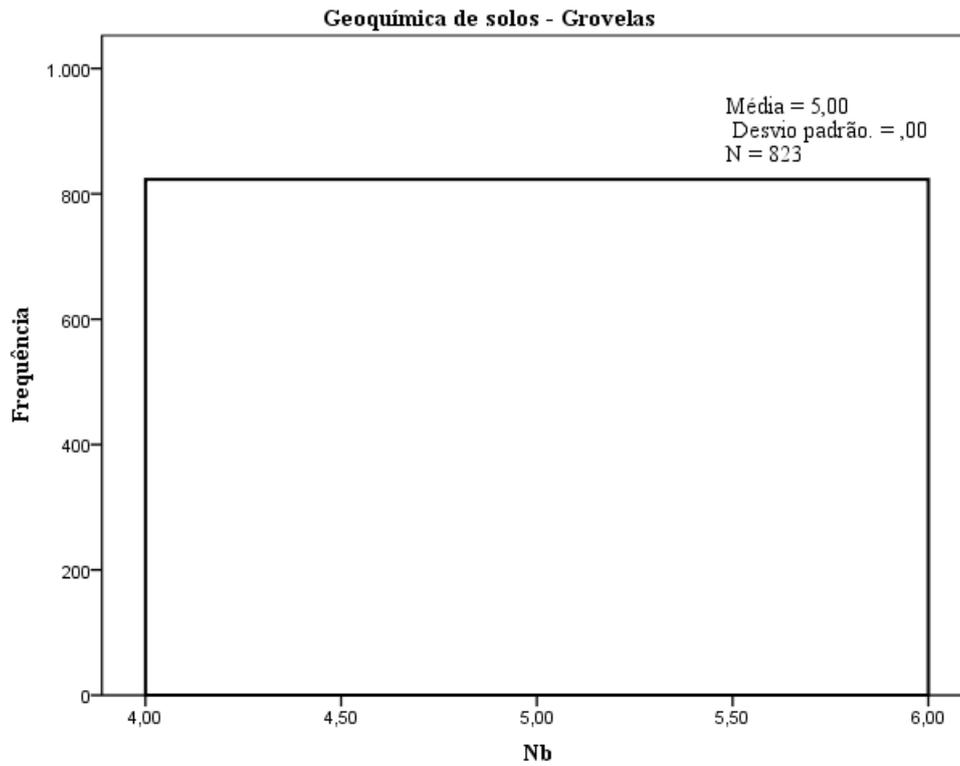


Figura IV.41 – Histograma do Nb para geoquímica de solos - Grovelas

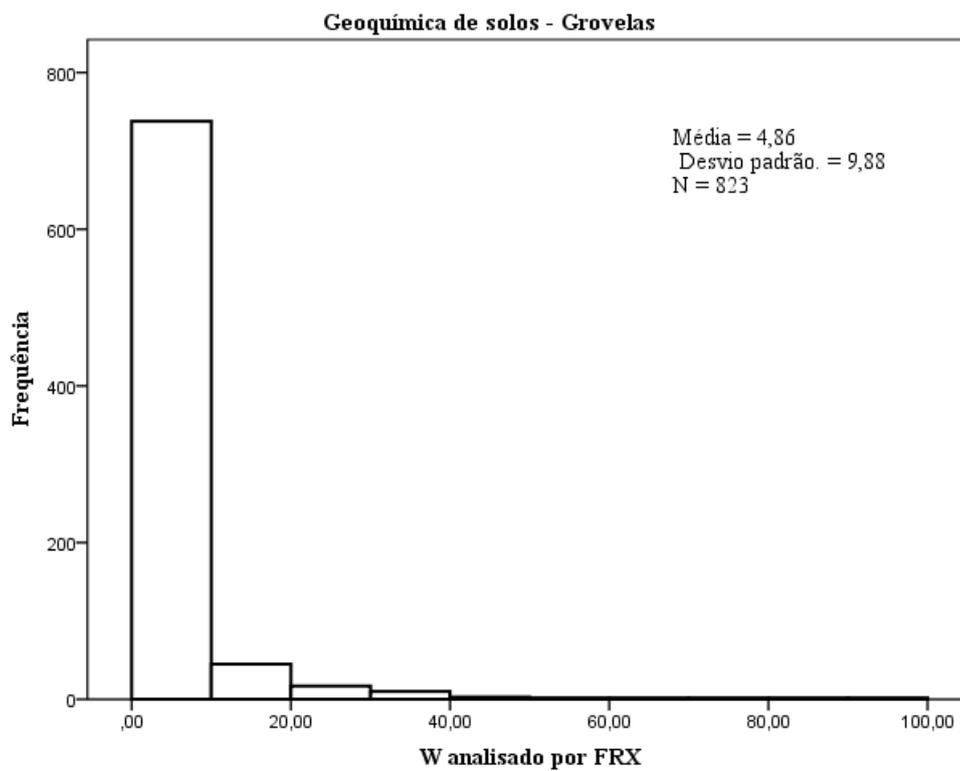


Figura IV.42 – Histograma do W analisado por FRX para geoquímica de solos - Grovelas

## Geoquímica de solos – Marrancos

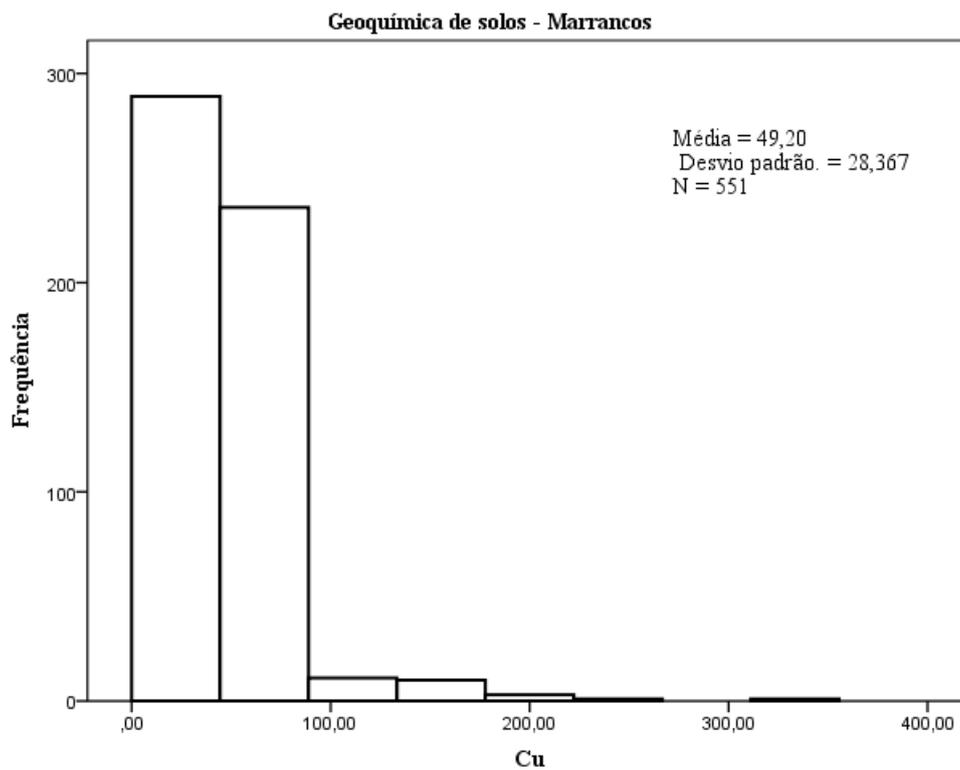


Figura IV.43 – Histograma do Cu para geoquímica de solos - Marrancos

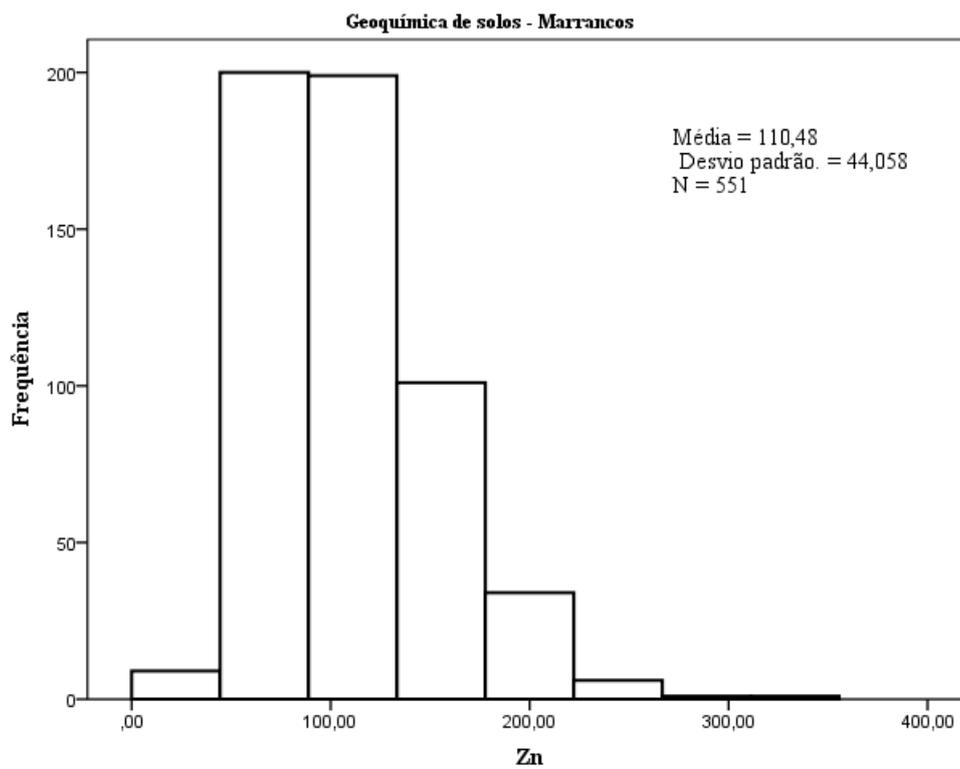


Figura IV.44 – Histograma do Zn para geoquímica de solos - Marrancos

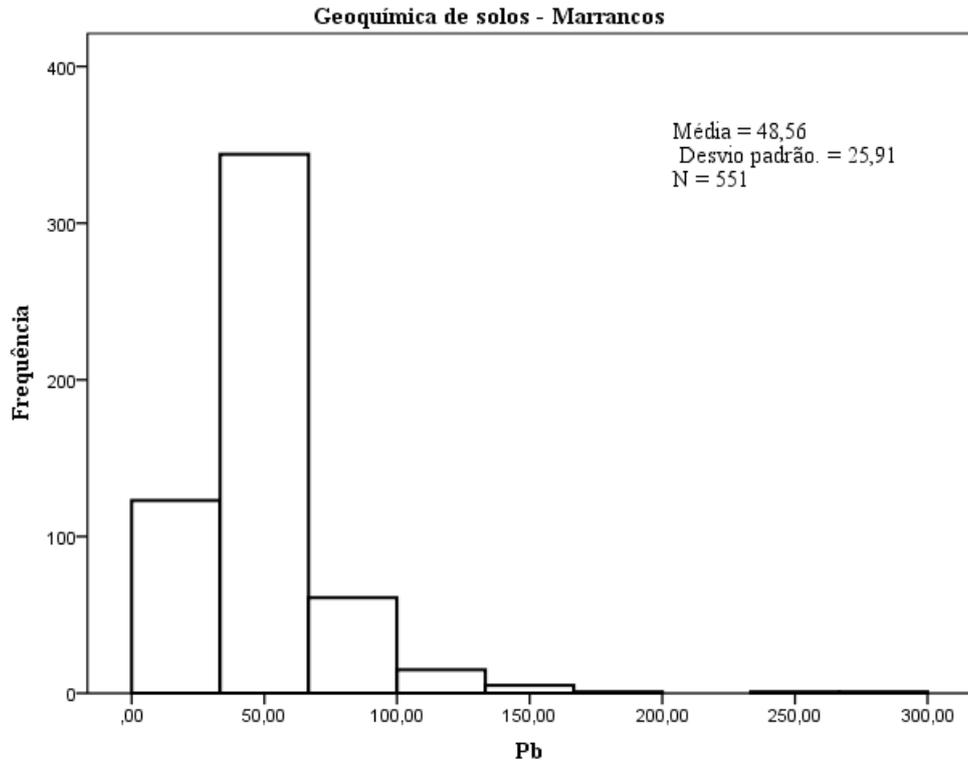


Figura IV.45 – Histograma do Pb para geoquímica de solos - Marrancos

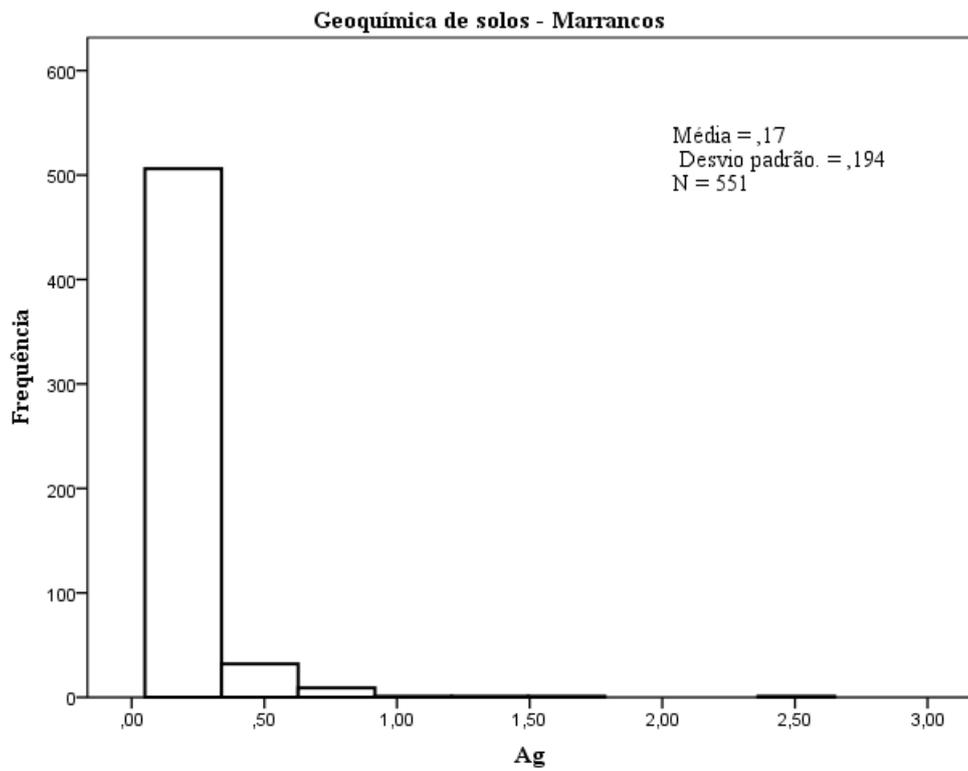


Figura IV.46 – Histograma da Ag para geoquímica de solos - Marrancos

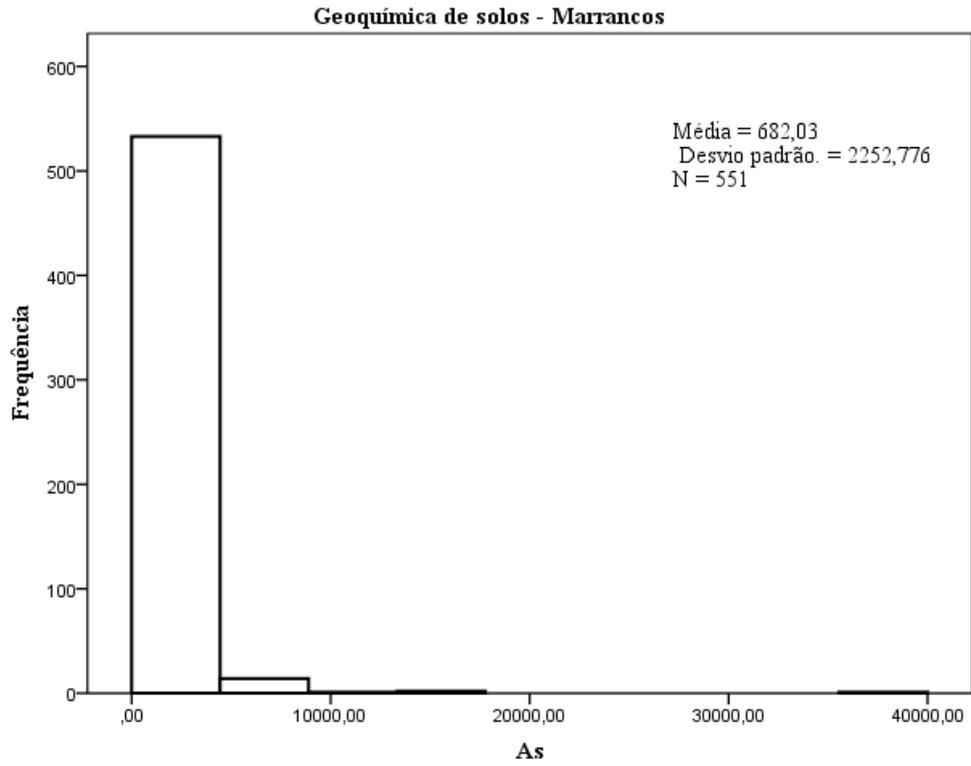


Figura IV.47 – Histograma do As para geoquímica de solos - Marrancos

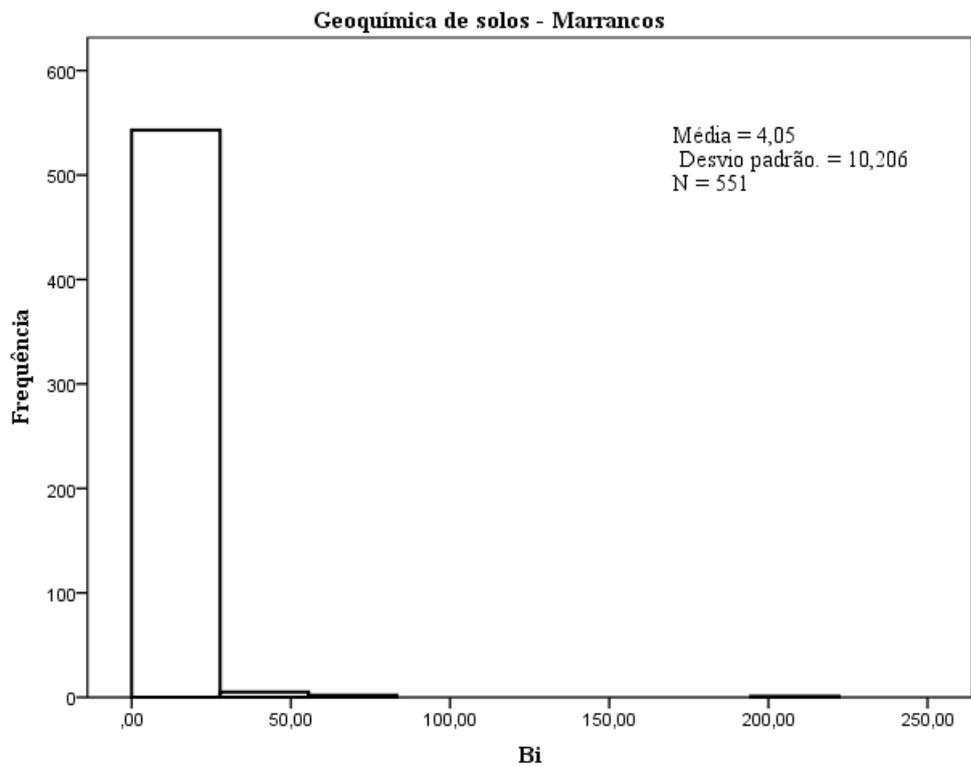
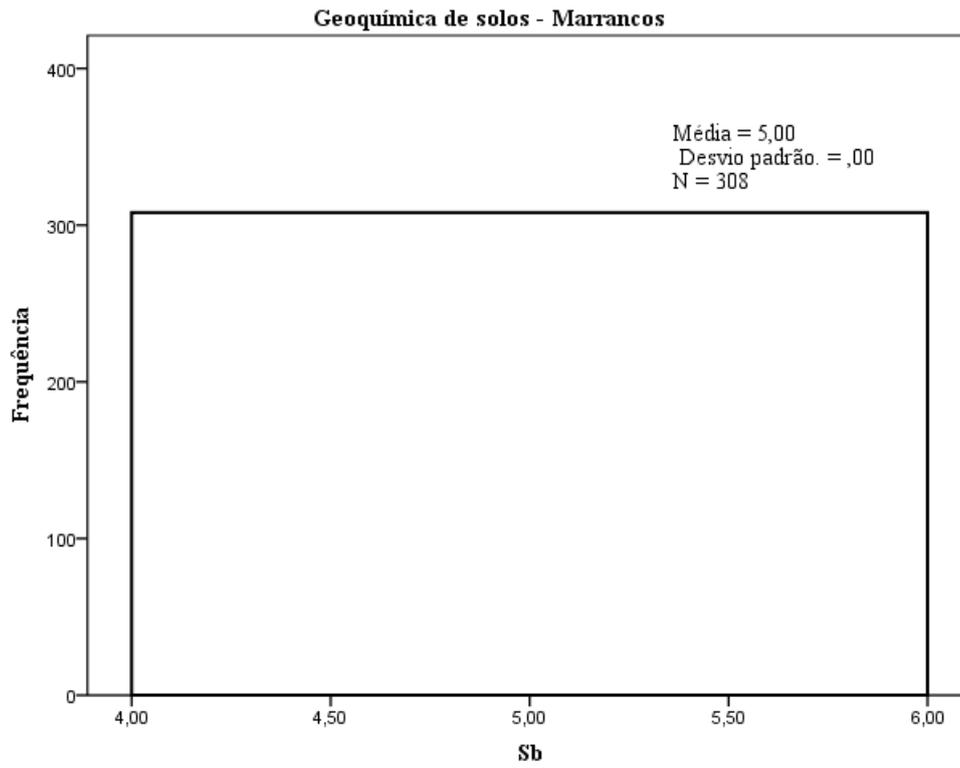


Figura IV.48 – Histograma do Bi para geoquímica de solos - Marrancos



*Figura IV.49 – Histograma do Sb para geoquímica de solos – Marrancos*

V. Análise estrutural à escala 1:25.000

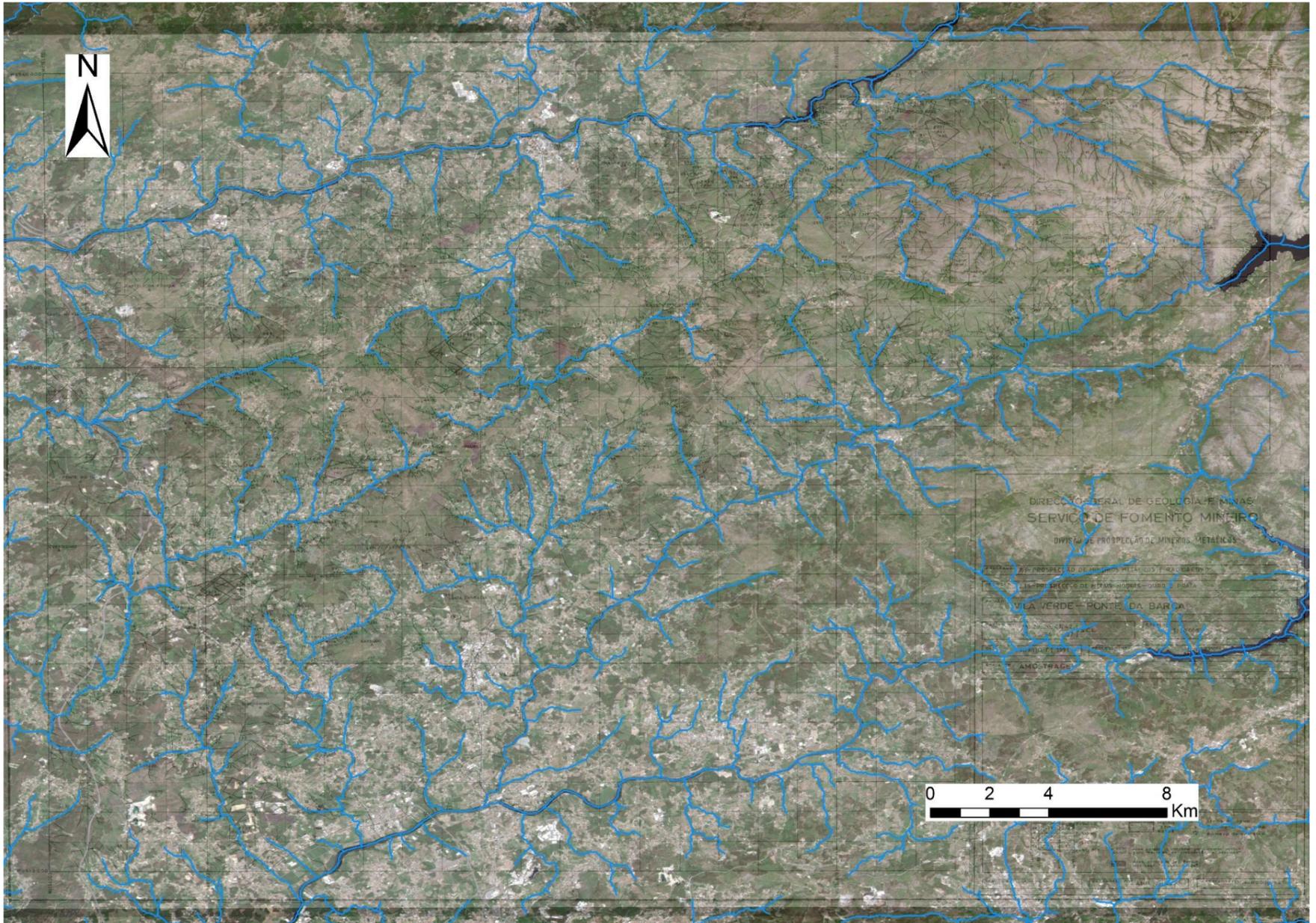


Figura V.1- Mapa da rede hidrográfrica da região, sobreposta à imagem Sentinel 2A.

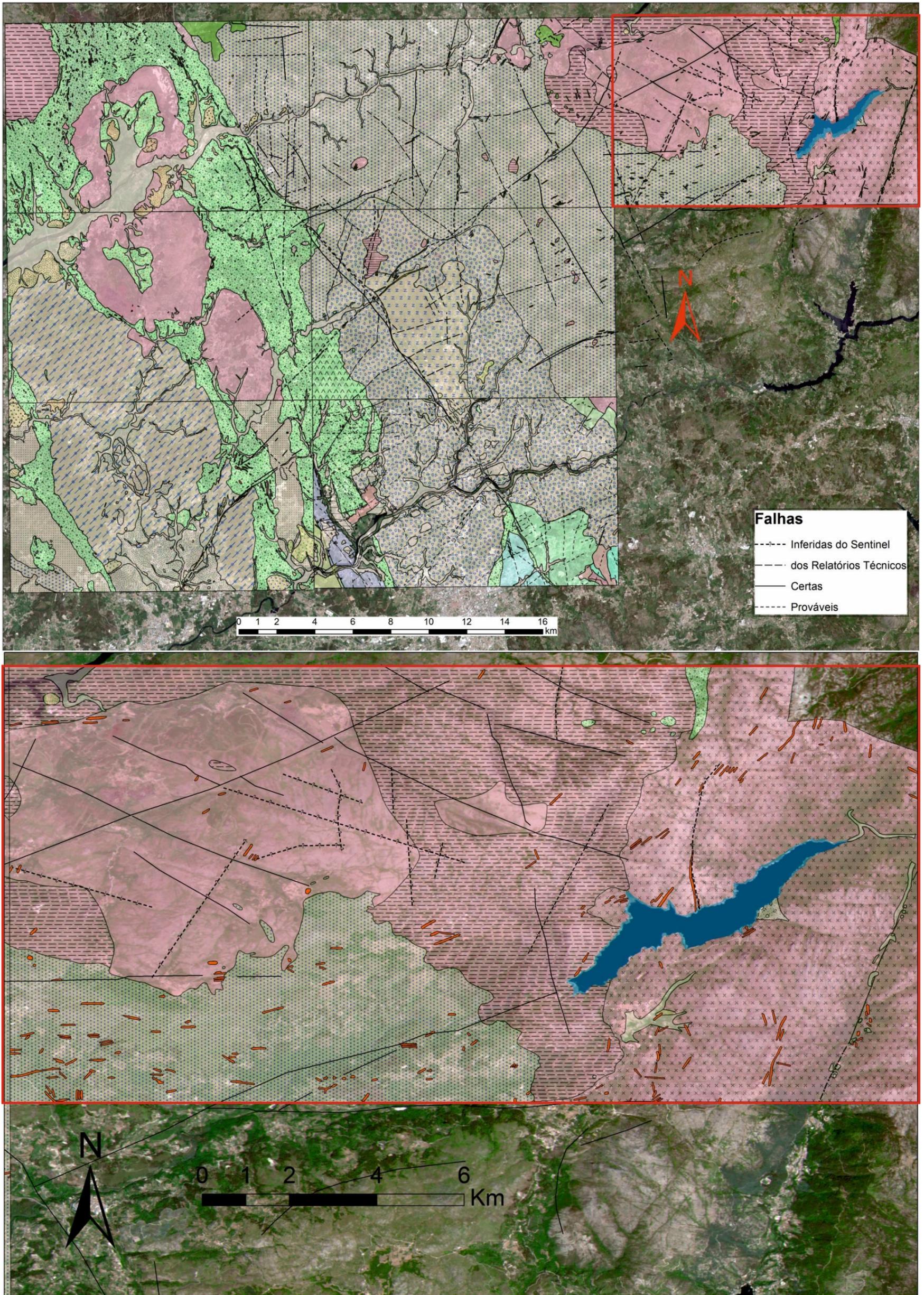


Figura V.2 – Em cima – Mapa regional das minutas de campo e todas as falhas conhecidas. Em baixo - Pormenor da carta 30, com as falhas inferidas do Sentinel 2A

# Legenda

## Minuta de Campo Nº28



Figura V.3 – Legenda da minuta de campo Nº28

## Minuta de Campo N°29



## Minuta de Campo N°30

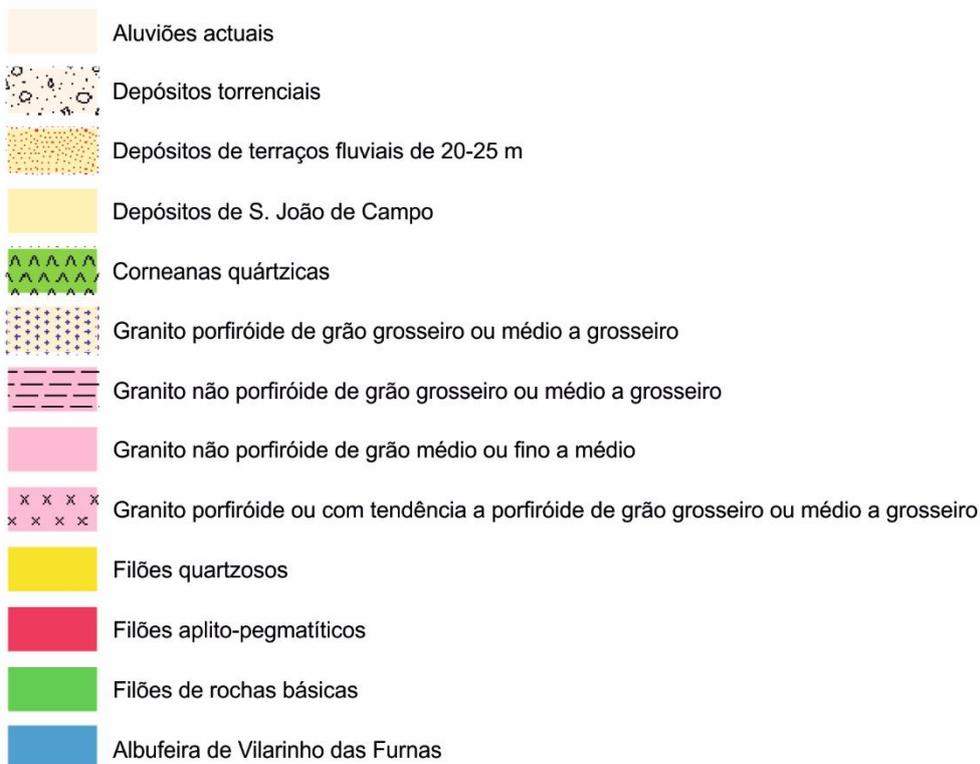


Figura V.4 – Legenda da minuta de campo N°29 e N°30

## Minuta de Campo N°41

-  Aluviões actuais
-  Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, incluindo os depósitos de Alvarães (5-10 m)
-  Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, incluindo os depósitos de Alvarães (15-25 m)
-  Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, incluindo os depósitos de Alvarães (30-40 m)
-  Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, incluindo os depósitos de Alvarães (45-55 m)
-  Xistos amplitosos
-  Ftanitos e liditos com "Monograptus" intercalados
-  Corneanas, xistos andaluzíticos, xistos granatíferos, xistos luzentes, etc.
-  Complexo xisto-granítico
-  Granito porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro
-  Granito porfiróide de grão médio ou fino a médio
-  Granito de grão grosseiro ou médio a grosseiro
-  Granito de grão médio ou fino a médio
-  Granito de grão fino
-  Filões e massas de quartzo
-  Filões e massas de aplito-pegmatíticos e pegmatíticos

## Minuta de Campo N°42

-  Aluviões actuais
-  Depósitos de terraços fluviais (5-10 m)
-  Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, incluindo os depósitos de Alvarães (15-25 m)
-  Corneanas
-  Xistos luzentes
-  Granito porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro
-  Granito de Braga: granito porfiróide de grão médio ou fino a médio
-  Granito de Vila Verde: granito não porfiróide de grão médio ou grosseiro a médio
-  Granito não porfiróide de grão médio ou fino a médio
-  Granito não porfiróide de grão fino
-  Filões quartzosos
-  Filões rochas básicas

Figura V.5 – Legenda da minuta de campo N°41 e N°42

## Minuta de Campo N°55



Figura V.6 – Legenda da minuta de campo N°55

## Minuta de Campo N°56

	Depósitos de solifluxão e vertente
	Depósitos fluviais actuais
	Depósitos fluviais não actuais
	Depósitos fluviais(areias caulínicas)cobertos ou não por dep.solifluxão e vertente
	Depósitos fluvio-lacustres(areias e argilas com esmectites(Fm. de Prado)
	Filões e massas aplíticas
	Formacao de Sobrado(grauvaques de Sobrado):alternâncias de xistos e siltitos
	Granito de duas micas de grão médio orientado(Granito de Vila Verde)
	Granito de duas micas de grão médio(Granito de Gondizalves)
	Granodiorio-monzogranito biot.,porf.,grão med.,orientado com gr.megacristais de Feldp.K(Granito do Sameiro)
	Granodioritos e quartzomonzodioritos e monzodioritos de grão fino a médio
	Leucogranito moscovítico-biotítico de grão fino(Granito de Briteiros)
	Monzogranito biotítico com rara moscovite de tendência porfiróide de grão médio a fino(G.de Braga)
	Monzogranito biotítico com rara moscovite porfiróide de grão grosseiro(Granitos de Celeiros e Vieira do Minho)
	Monzogranito biotítico com rara moscovite porfiróide de grão médio a fino(Granito de Pousadela)
	Monzogranito biotítico com rara moscovite, porfiróide de grão médio(Granito de Agrela)
	Monzogranito de duas micas com tendência porfiróide de grão fino(Granito de Gonca)
	Unidade de Vila Nune:Tufos vulcânicos intermédios a básicos skarnificados(anfibolitos)
	Unidade de Vila Nune:micaxistos e migmatitos
	Unidade de Vila Nune:turmalinitos
	Unidade do Minho Central e Ocidental:alternância de quartzofilitos e micaxistos
	Unidade do Minho Central e Ocidental:quartzitos
	Filões de quartzo
	Filões doleríticos

Figura V.7 – Legenda da minuta de campo N°56

VI. Mapas de Isotopos de geoquímica  
Geoquímica de Sedimentos de Corrente

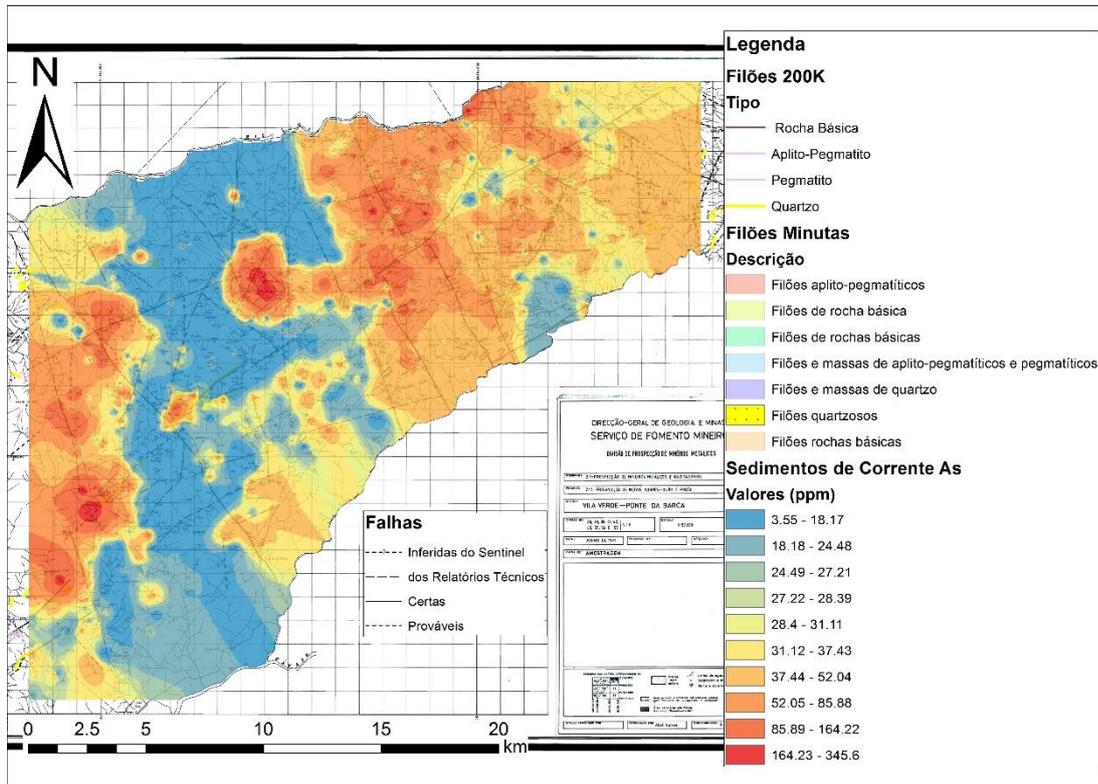


Figura VI.1 – Mapa de isotopos para o As dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente.

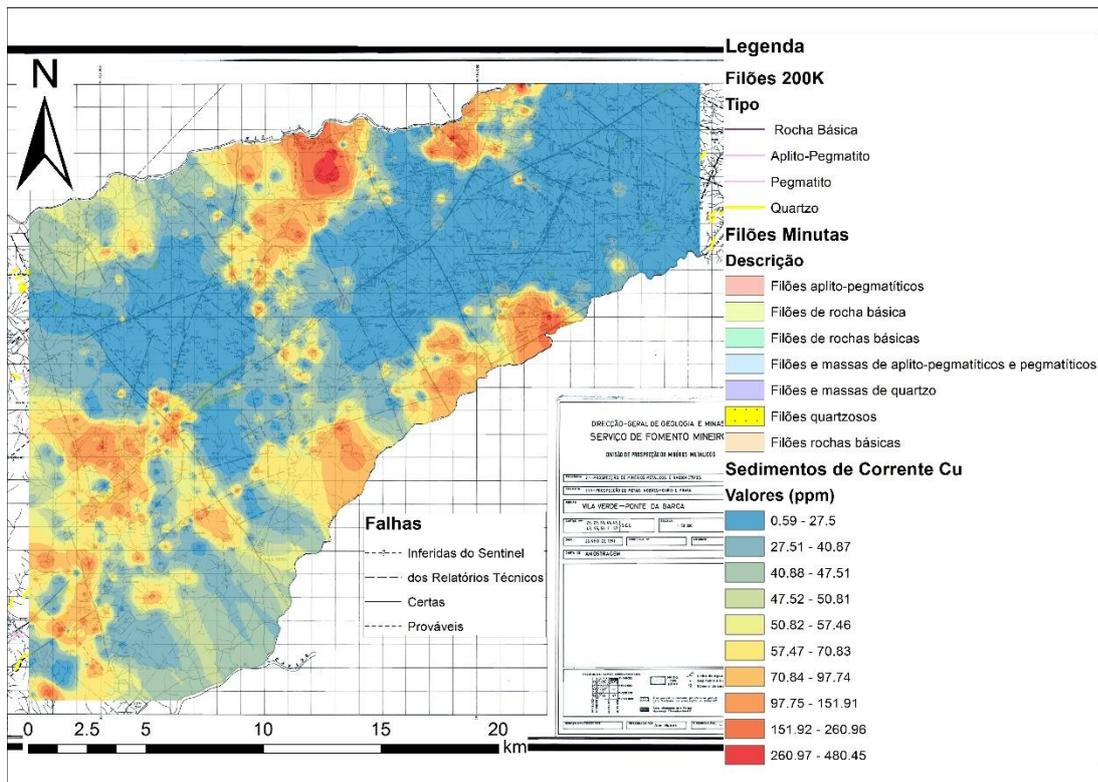


Figura VI.2 – Mapa de isotopos para o Cu dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente.

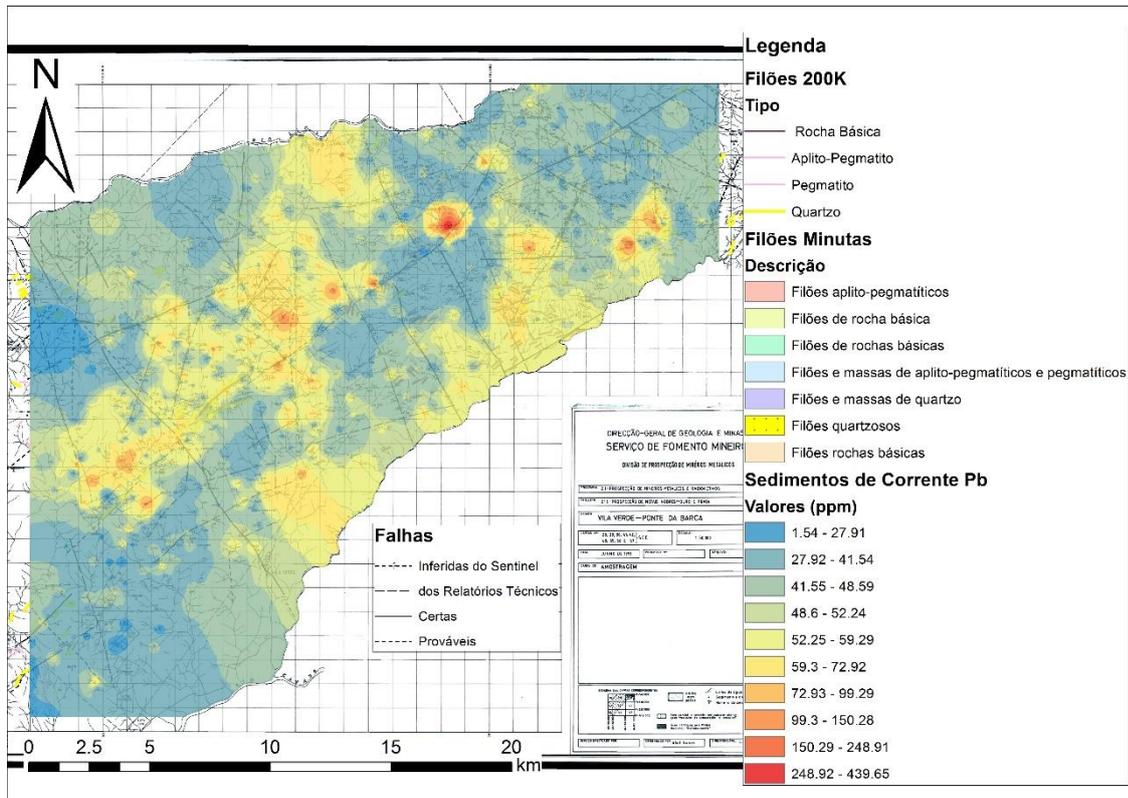


Figura VI.3 – Mapa de isoteores para o Pb dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente.

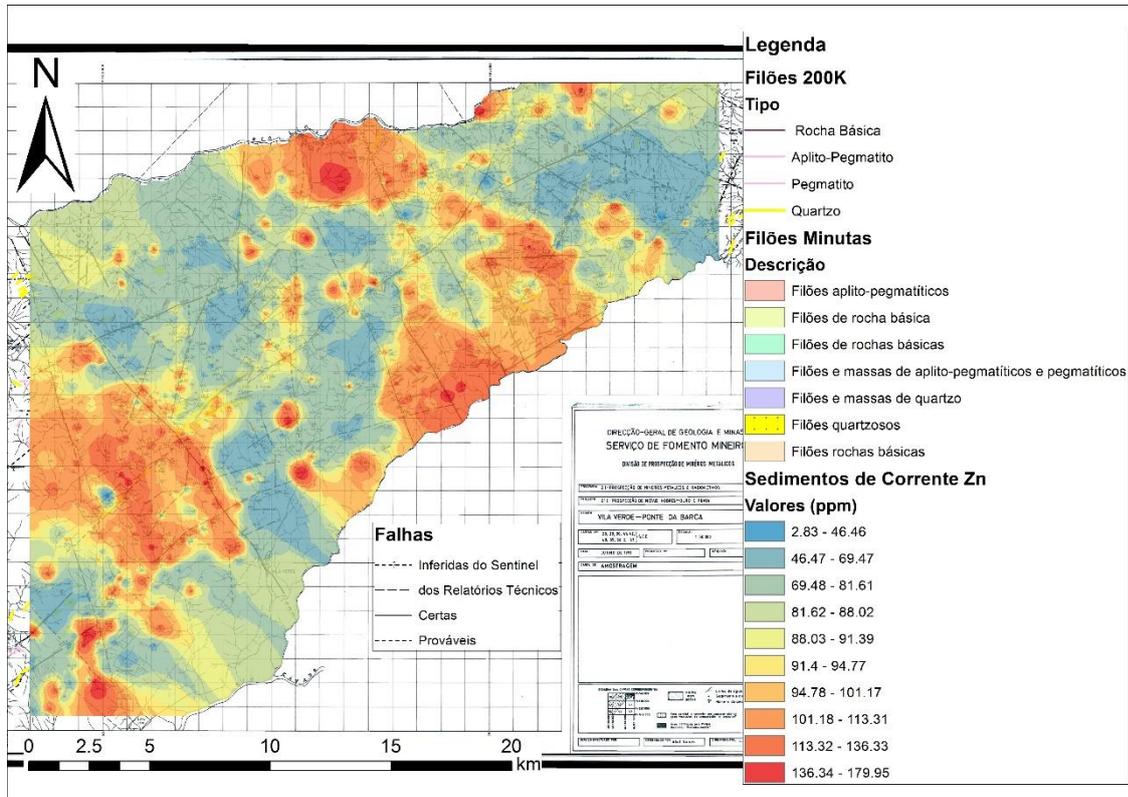


Figura VI.4 – Mapa de isoteores para o Zn dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente.

## Geoquímica de solos (Godinhaços)

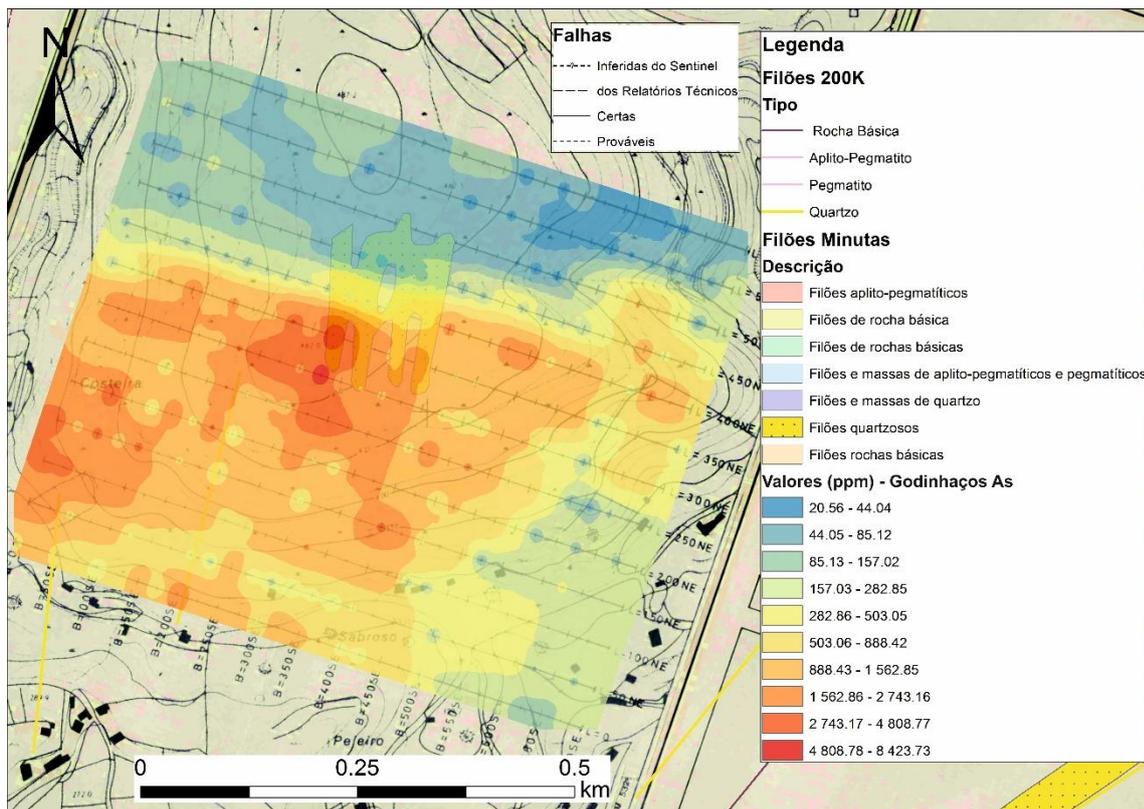


Figura VI.5 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

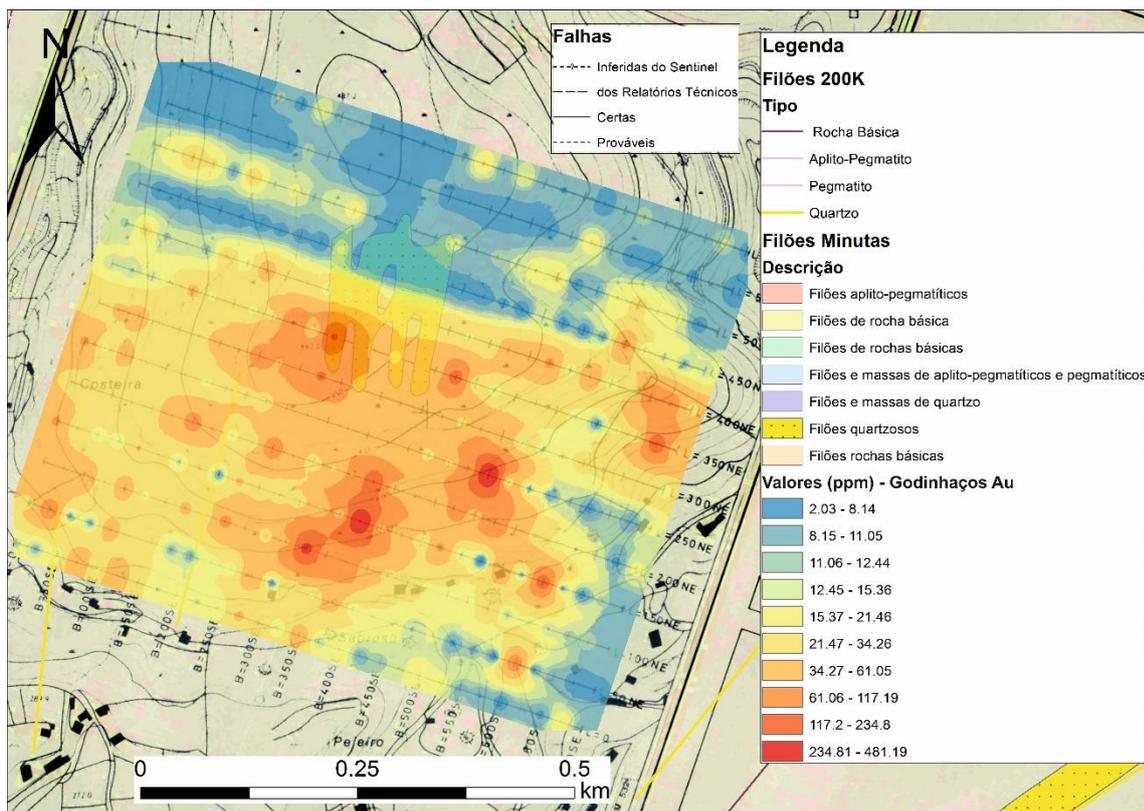


Figura VI.6 – Mapa de isotores para o Au dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

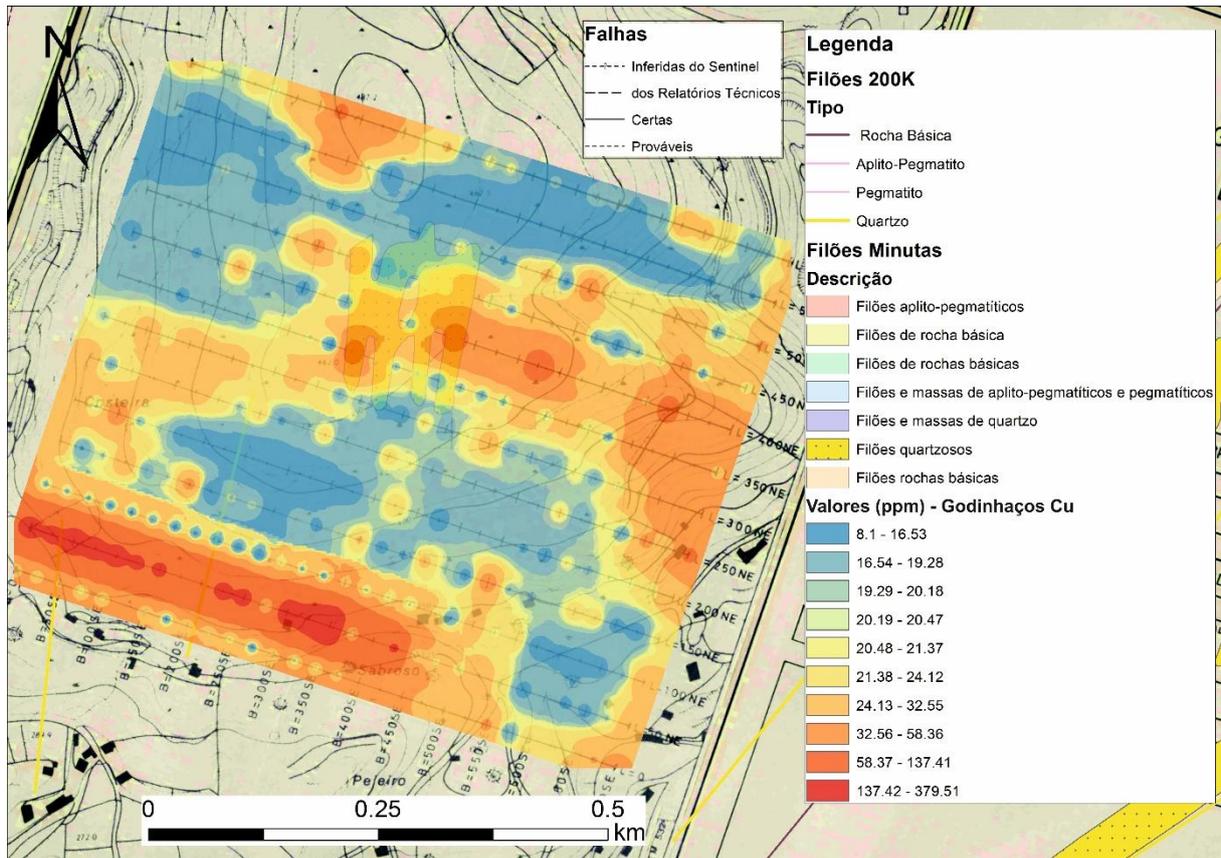


Figura VI.7 – Mapa de isoteores para o Cu dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

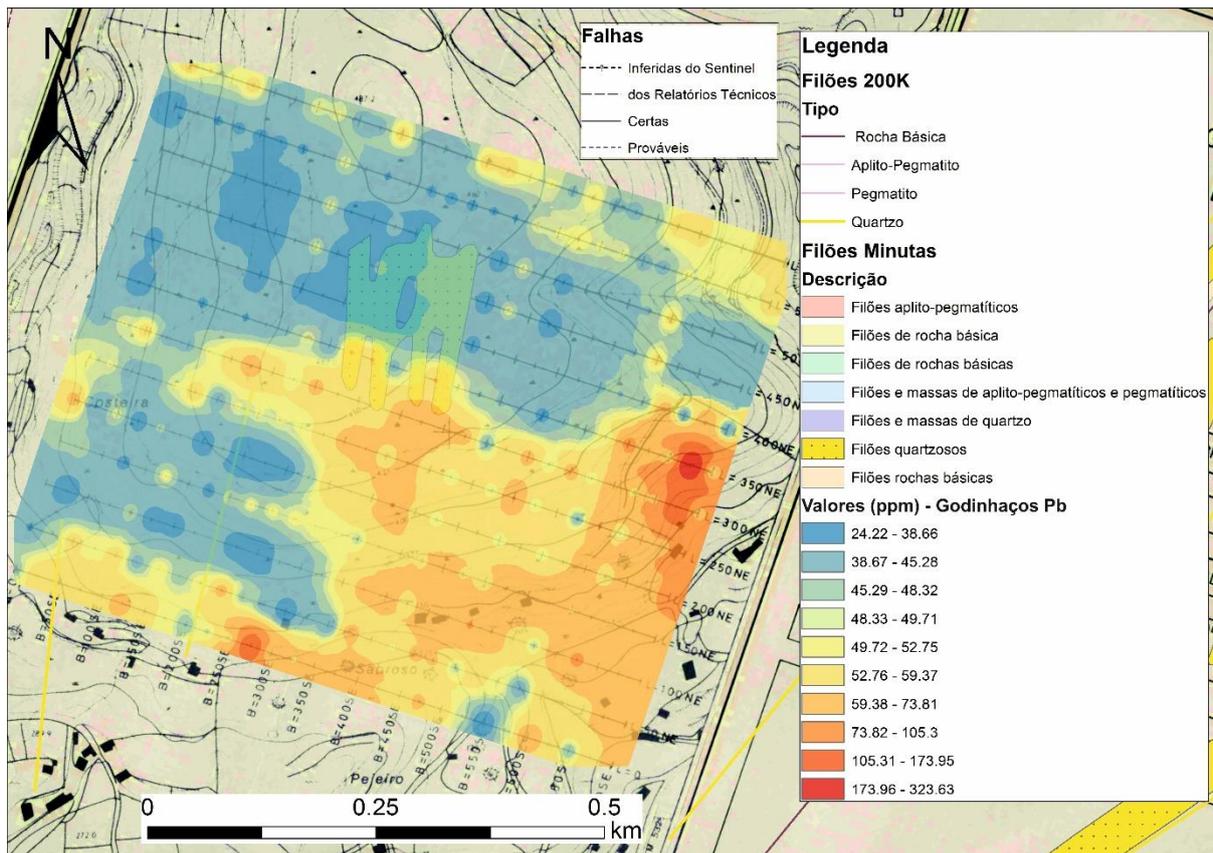


Figura VI.8 – Mapa de isoteores para o Pb dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

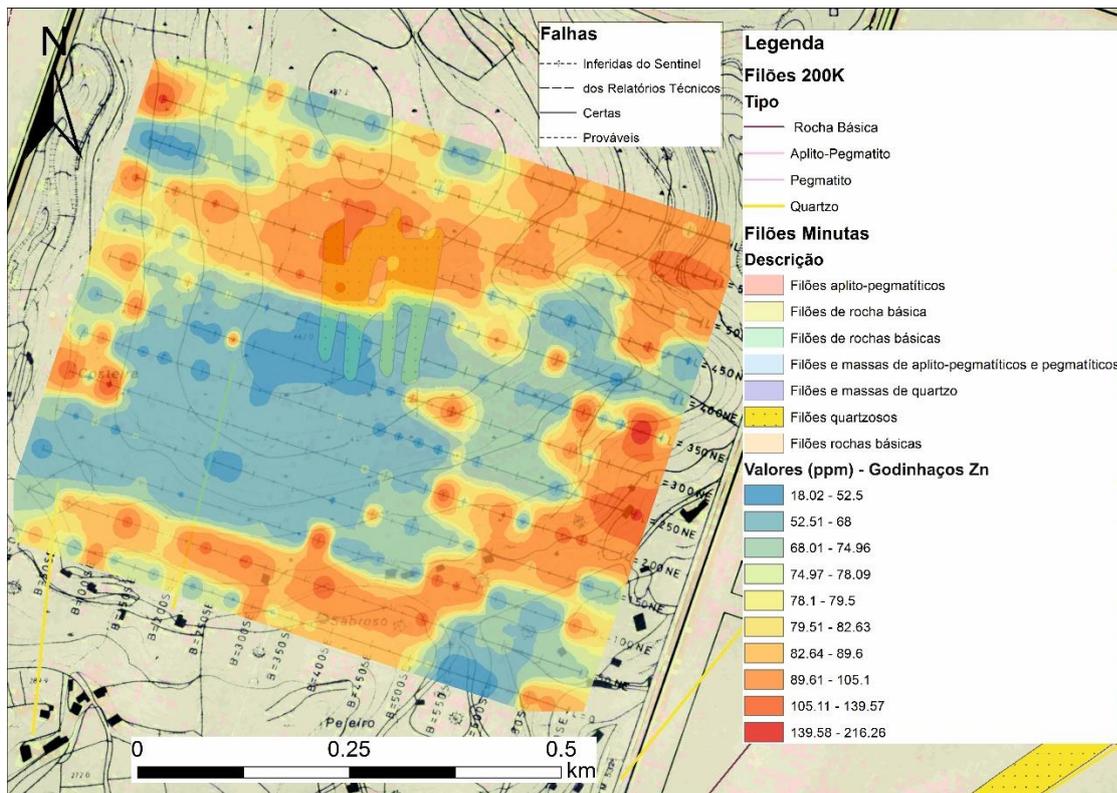


Figura VI.9 – Mapa de isoteores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

### Geoquímica de solos (Grovelas)

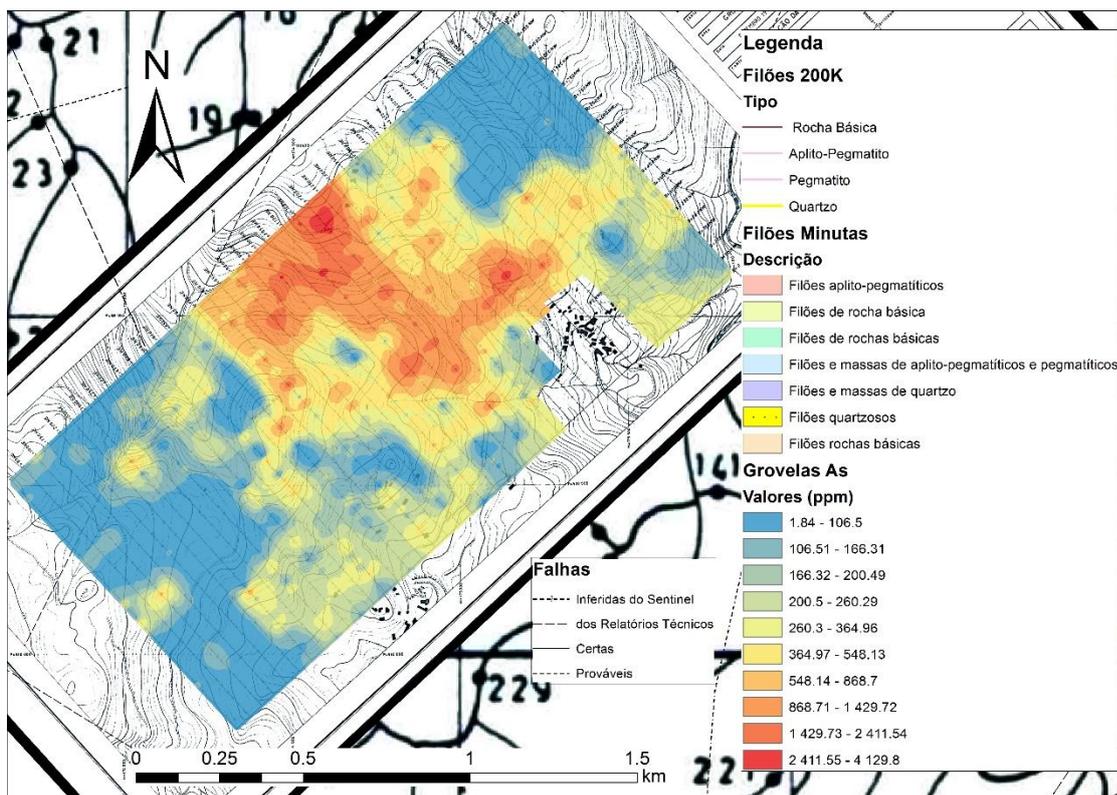


Figura VI.10 – Mapa de isoteores para o As dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

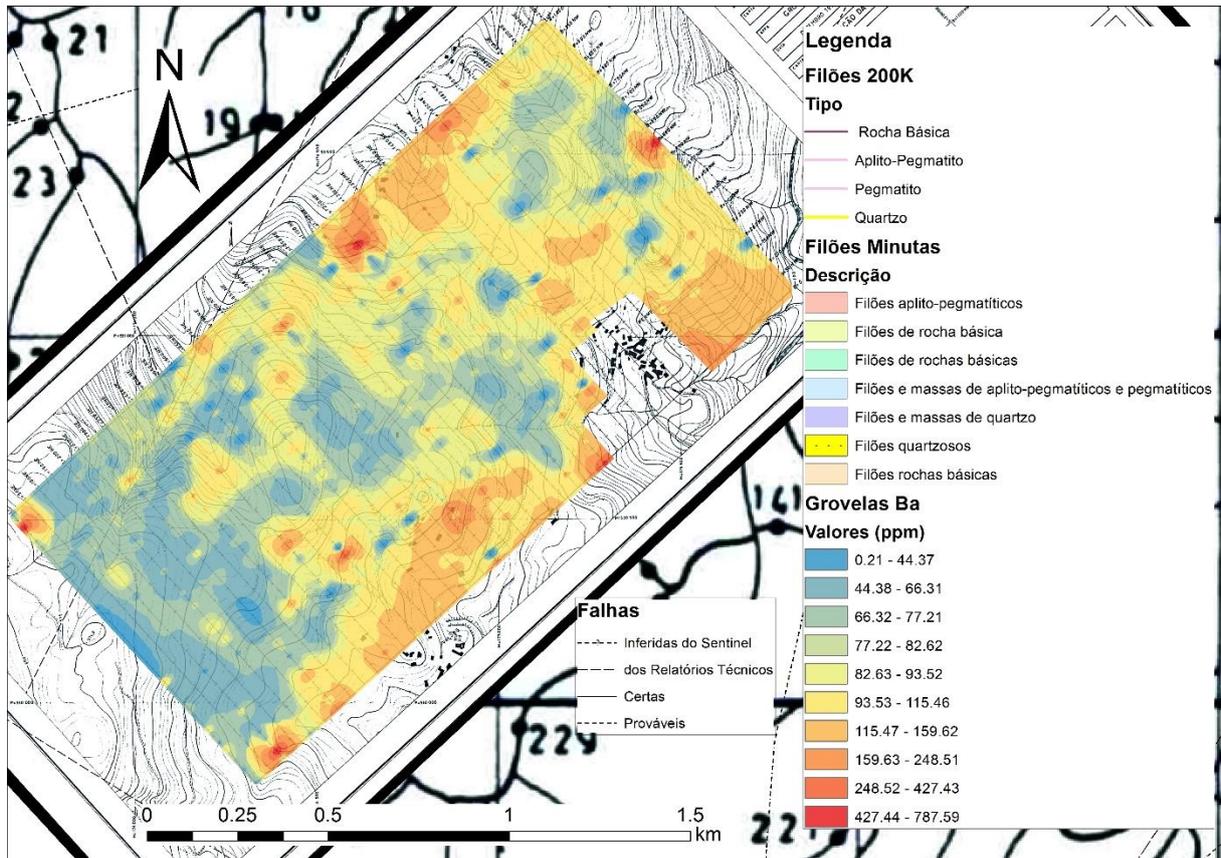


Figura VI.11 – Mapa de isotores para o Ba dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

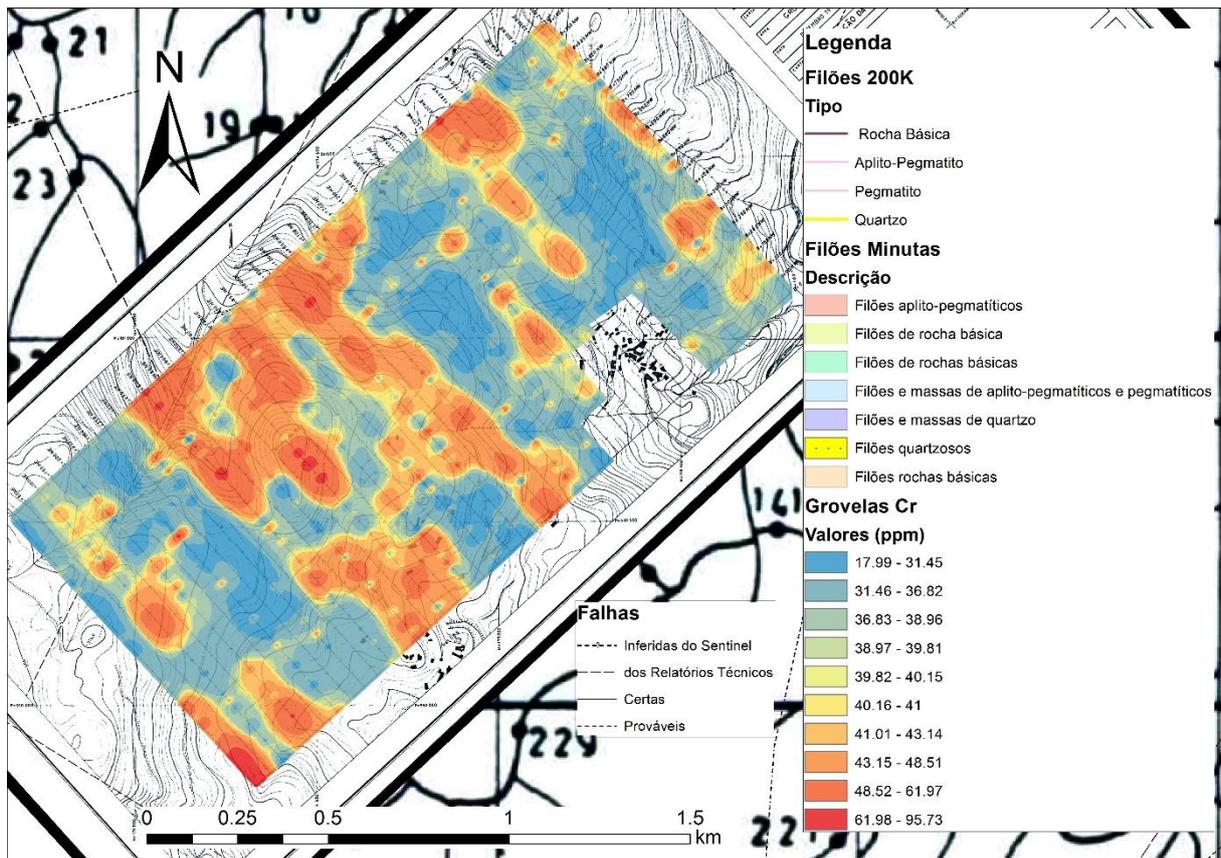


Figura VI.12 – Mapa de isotores para o Cr dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

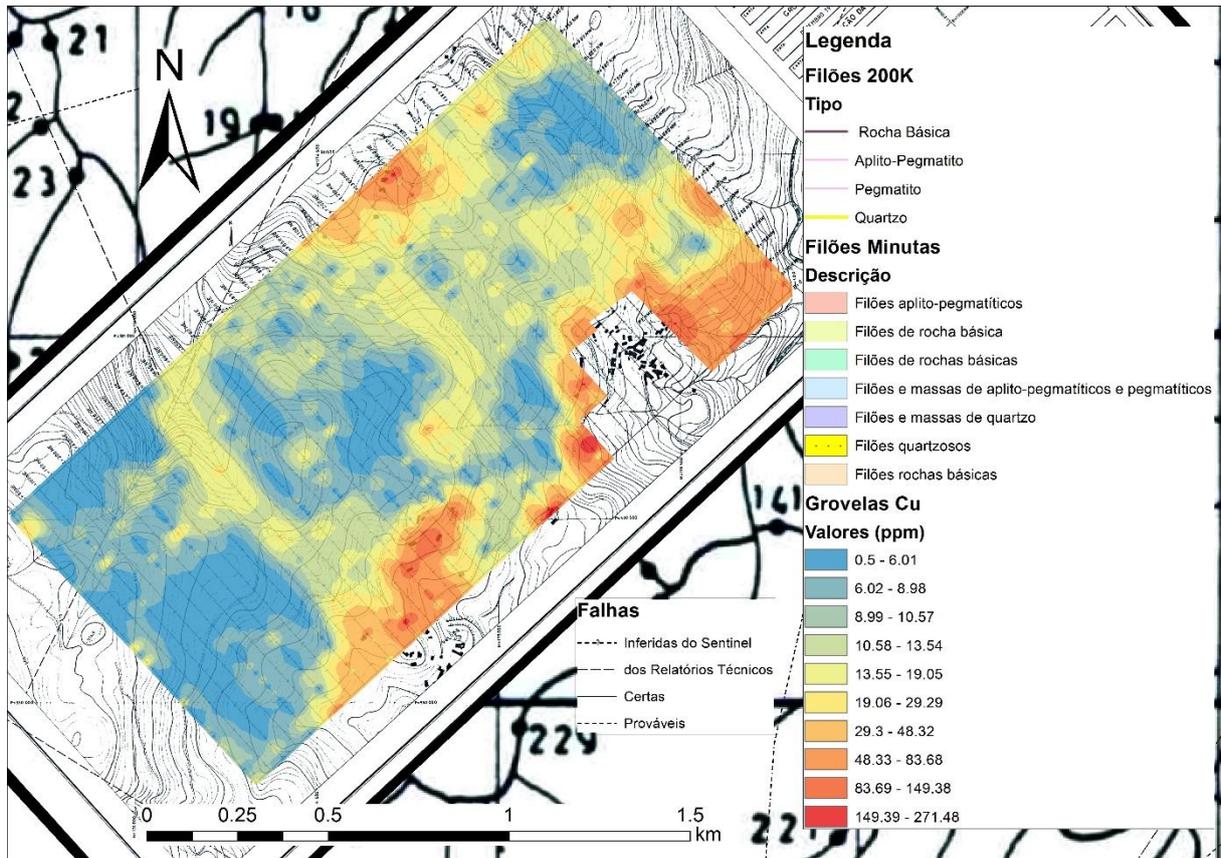


Figura VI.13 – Mapa de isoteores para o Cu dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

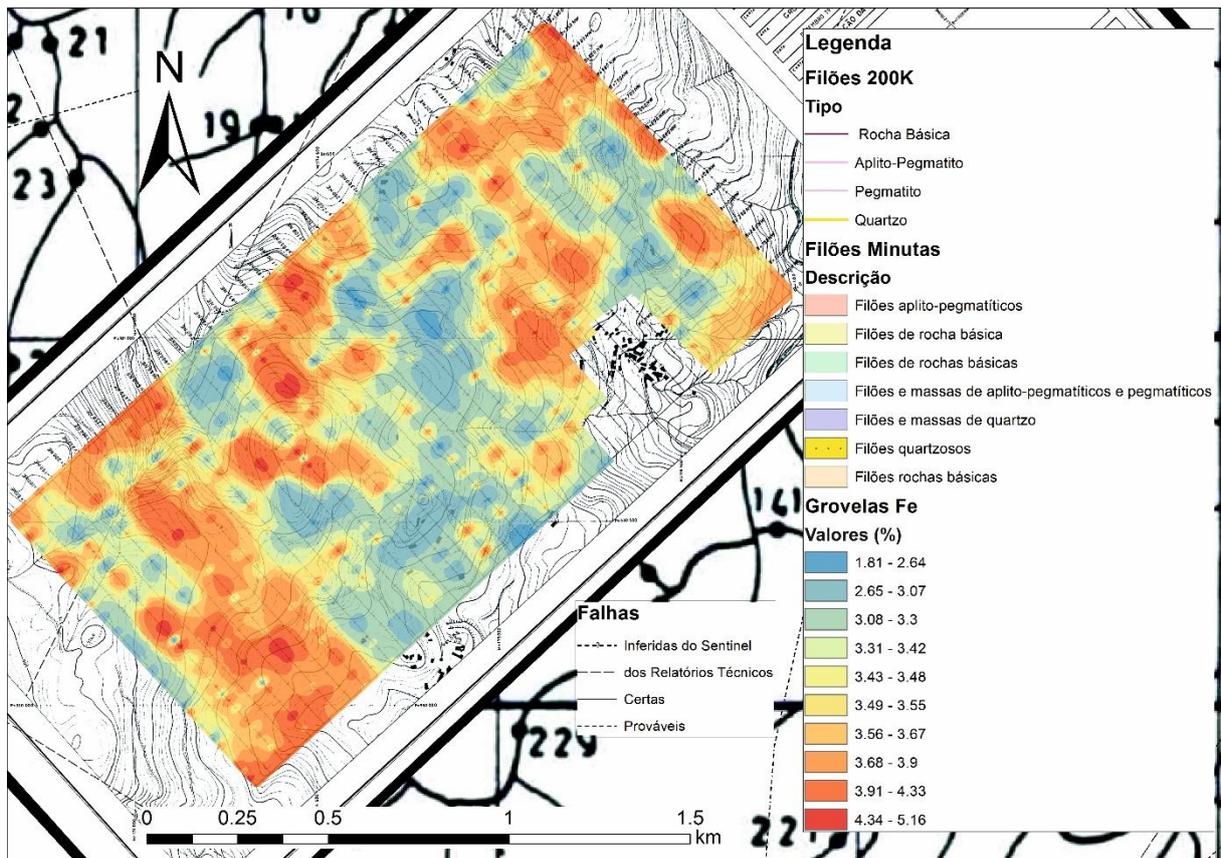


Figura VI.14 – Mapa de isoteores para o Fe dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

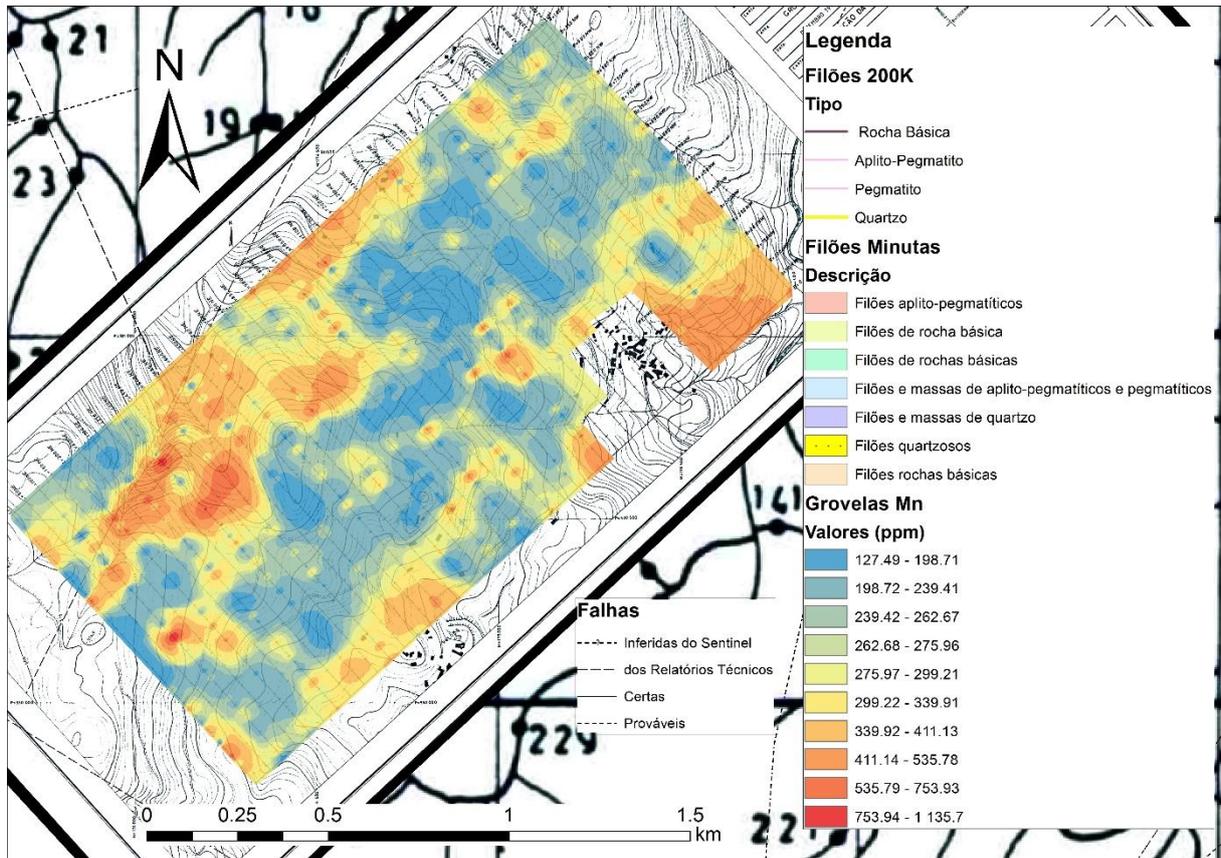


Figura VI.15 – Mapa de isotores para o Mn dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

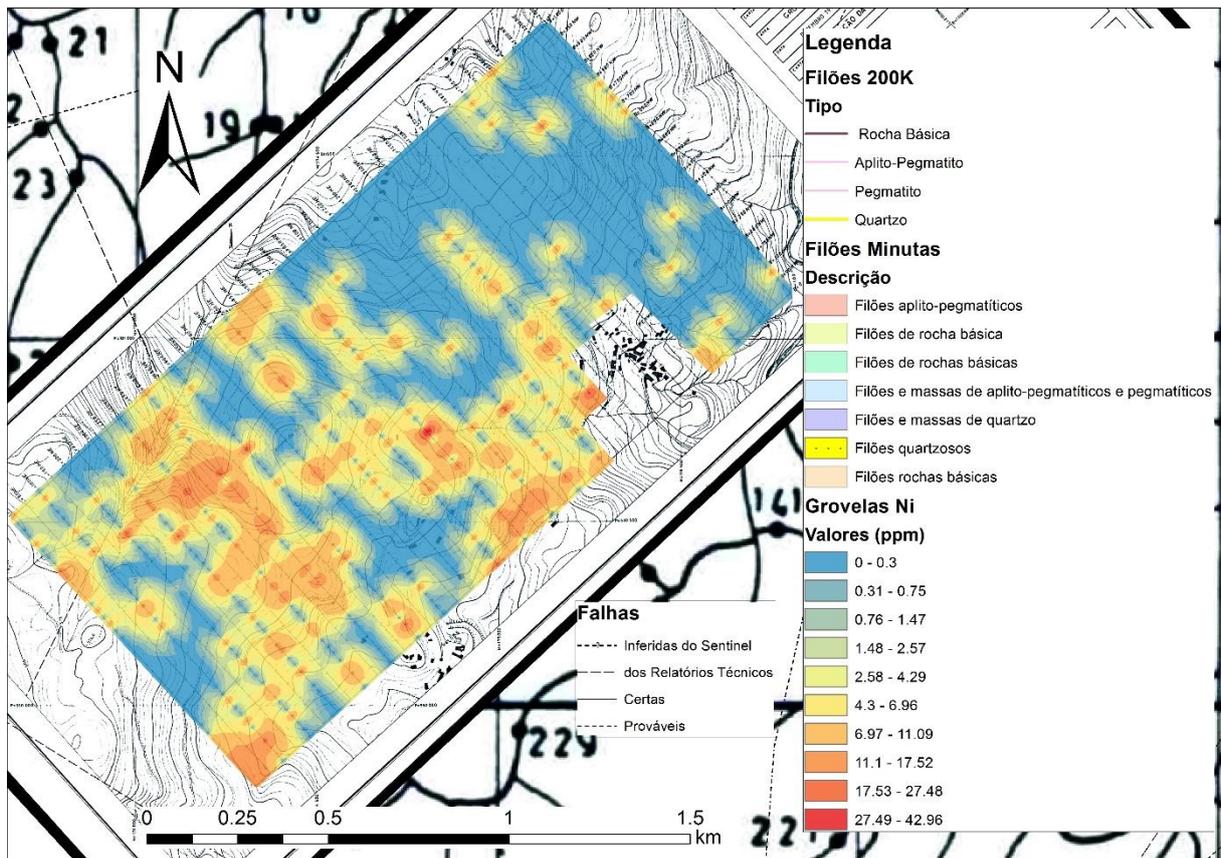


Figura VI.16 – Mapa de isotores para o Ni dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

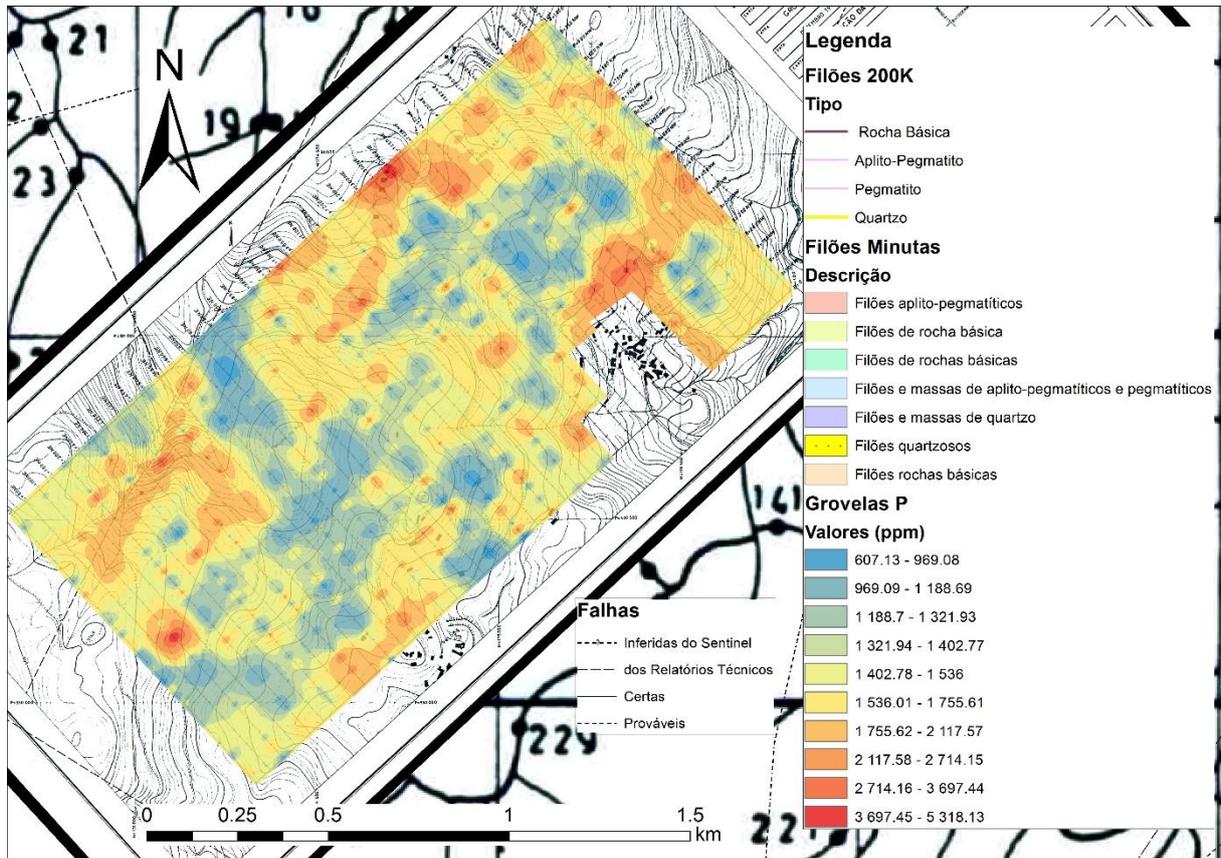


Figura VI.17 – Mapa de isoteores para o P dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

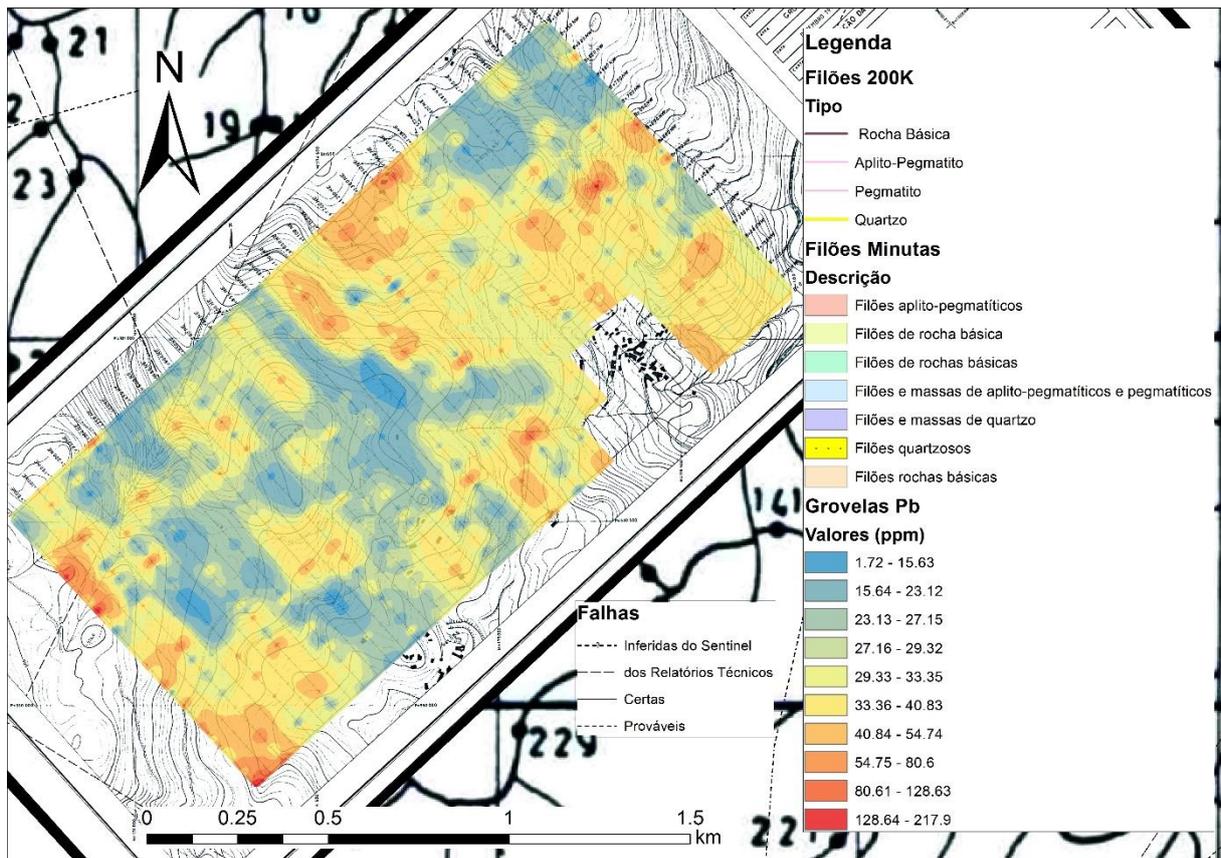


Figura VI.18 – Mapa de isoteores para o Pb dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

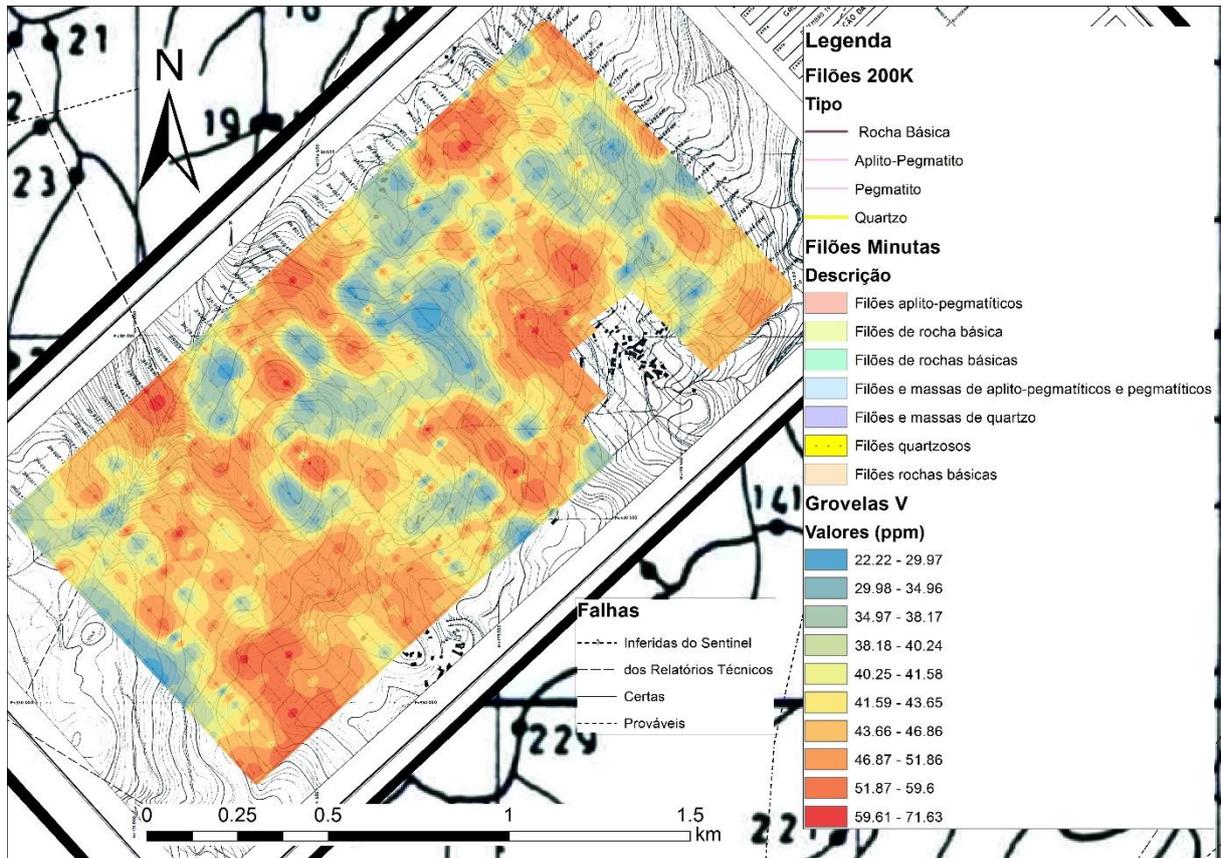


Figura VI.19 – Mapa de isotores para o V dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

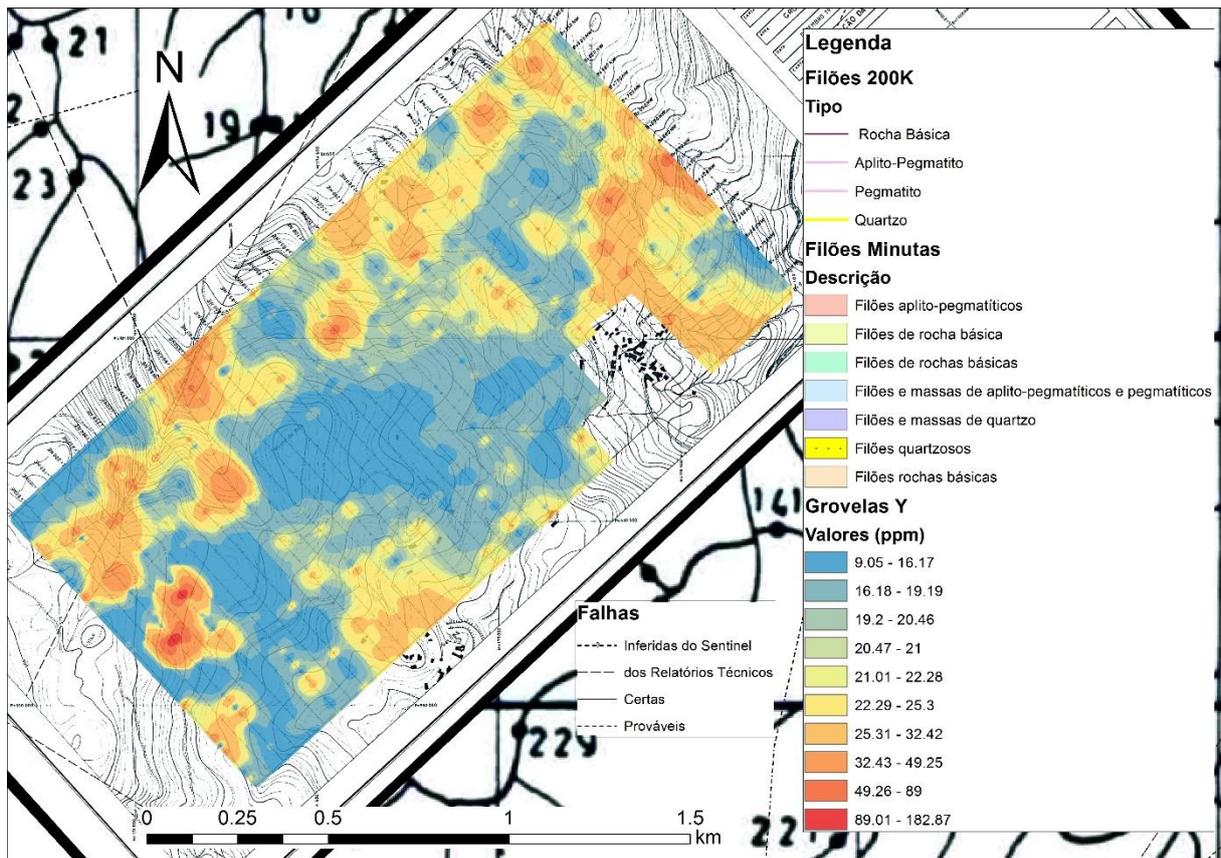


Figura VI.20 – Mapa de isotores para o Y dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

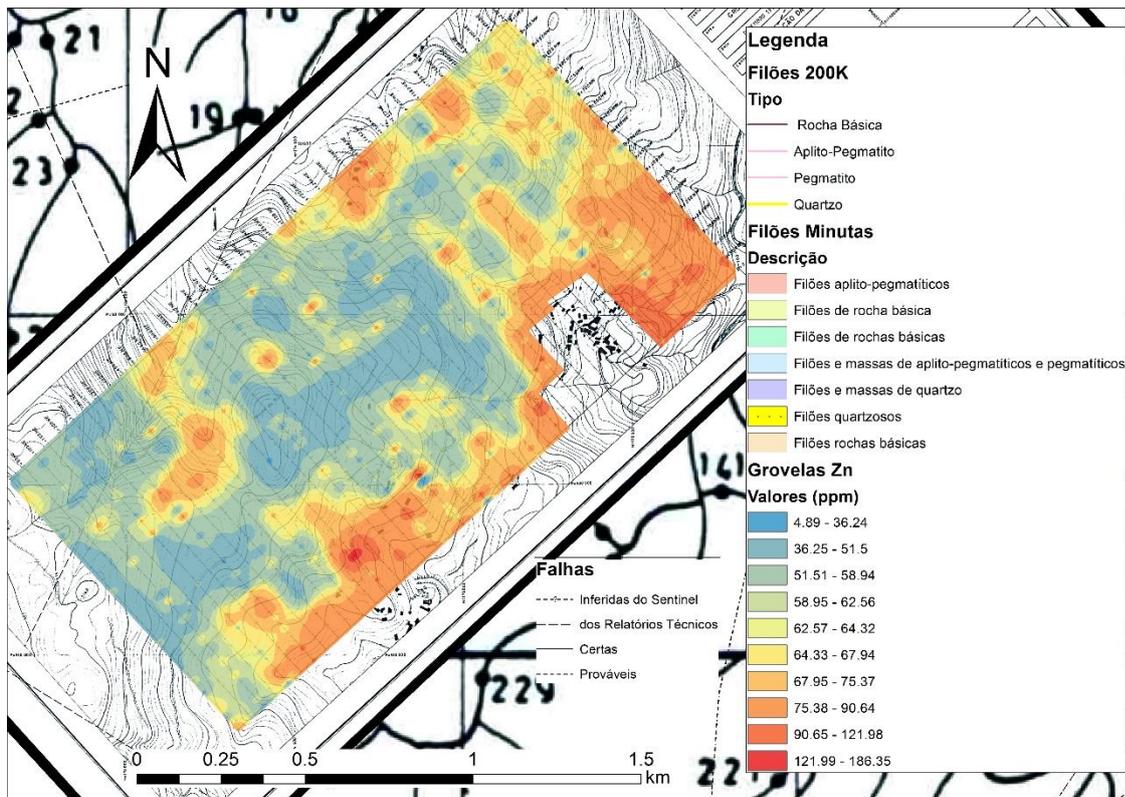


Figura VI.21 – Mapa de isotores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

### Geoquímica de solos (Marrancos)

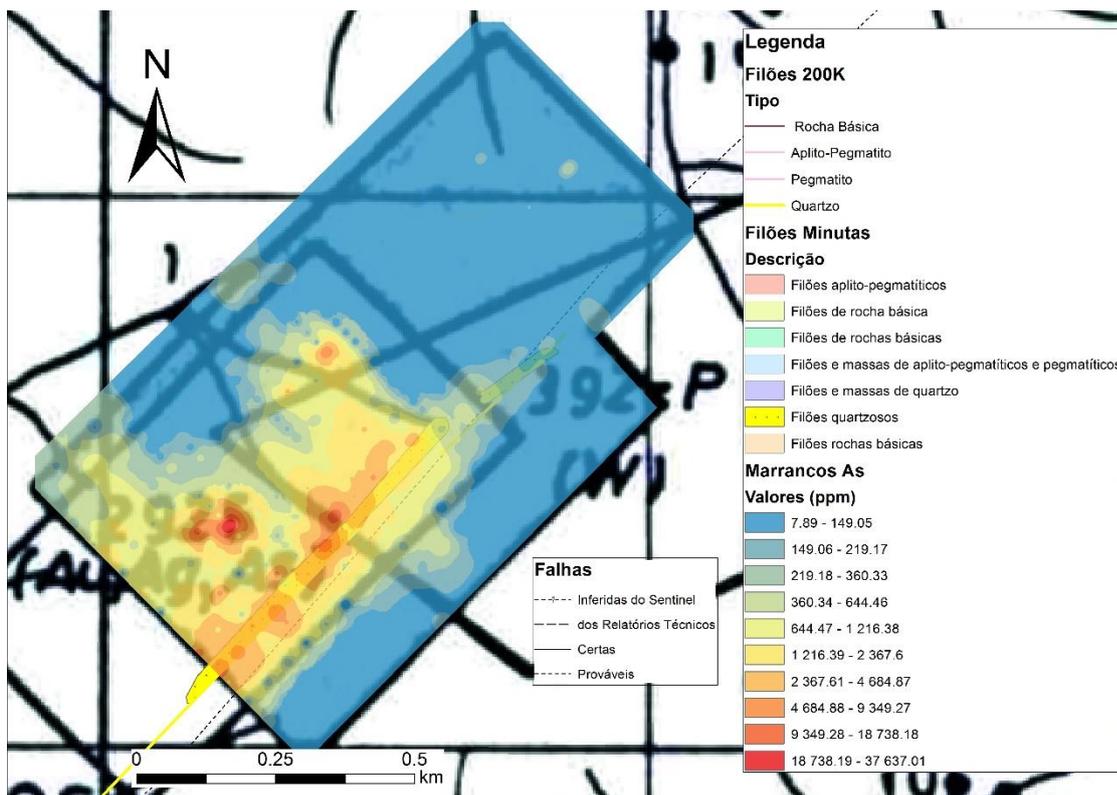


Figura VI.22 – Mapa de isotores para o As dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

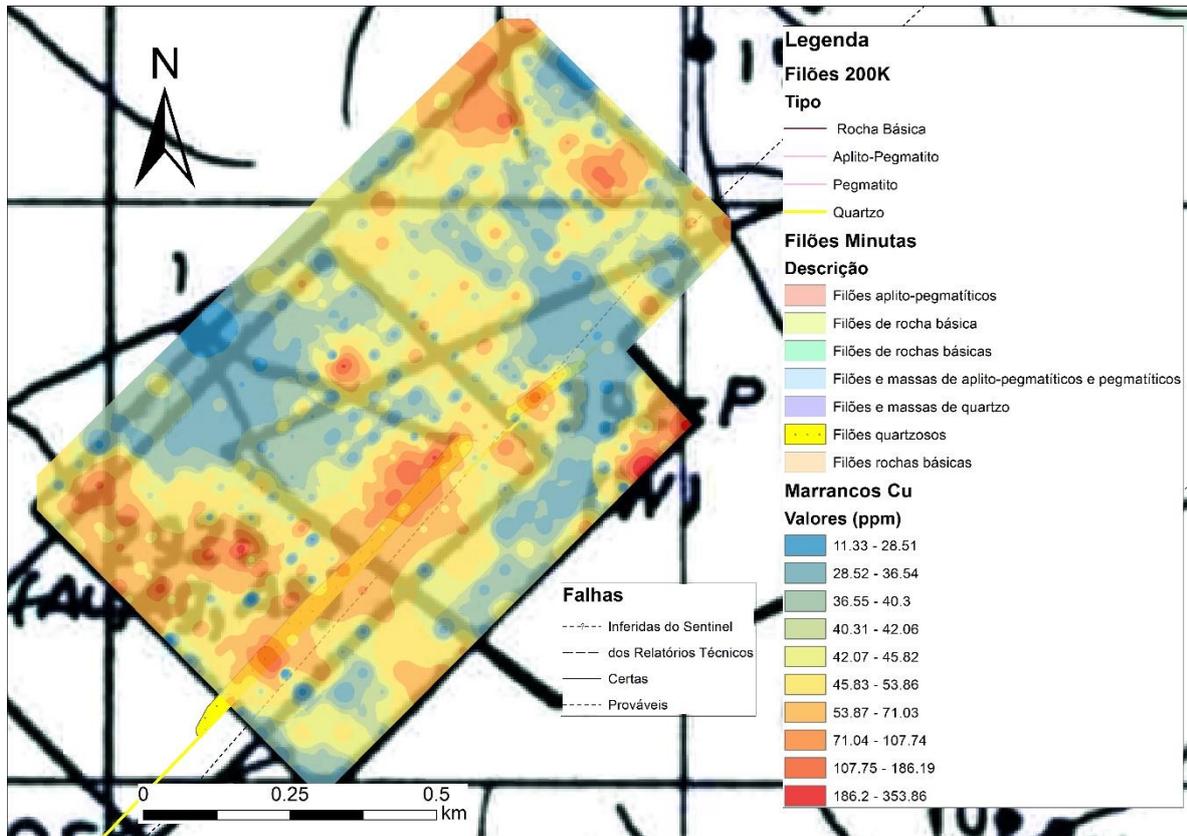


Figura VI.23 – Mapa de isotores para o Cu dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

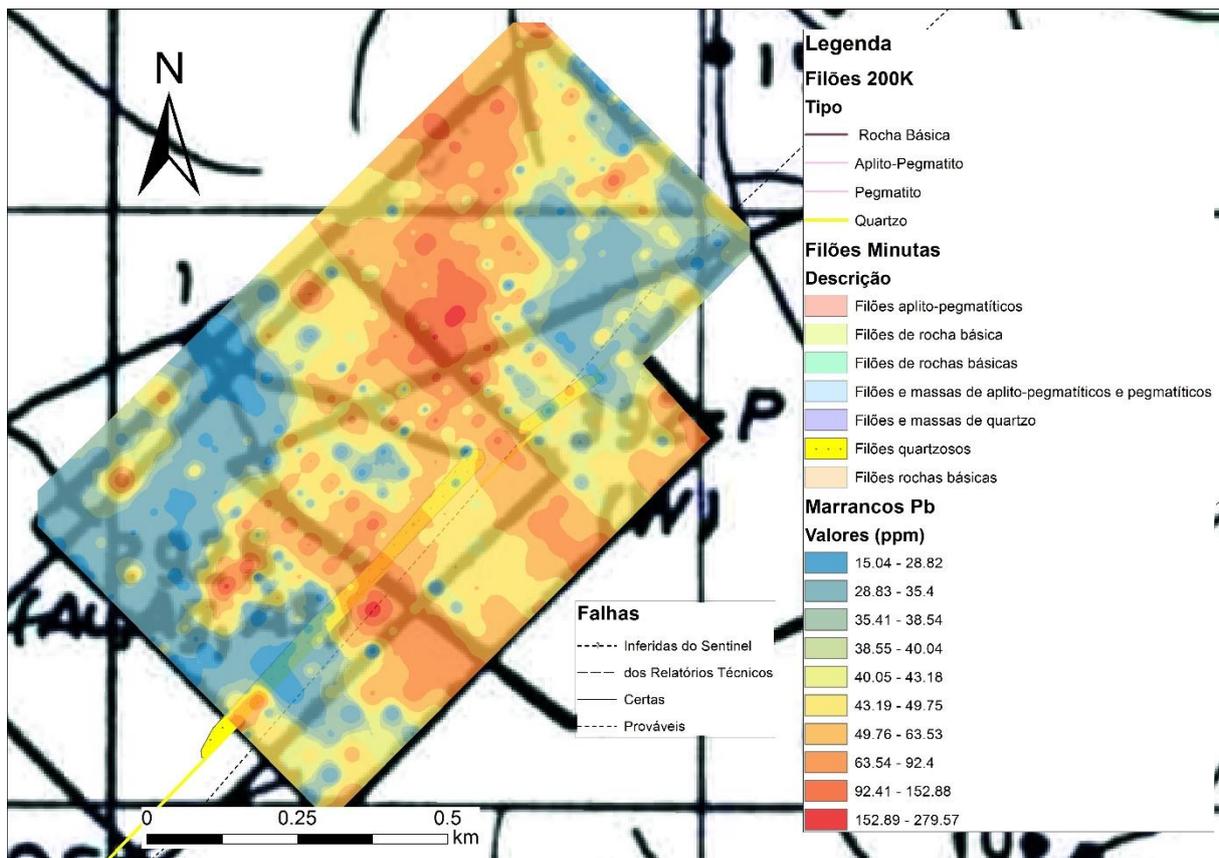


Figura VI.24 – Mapa de isotores para o Pb dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

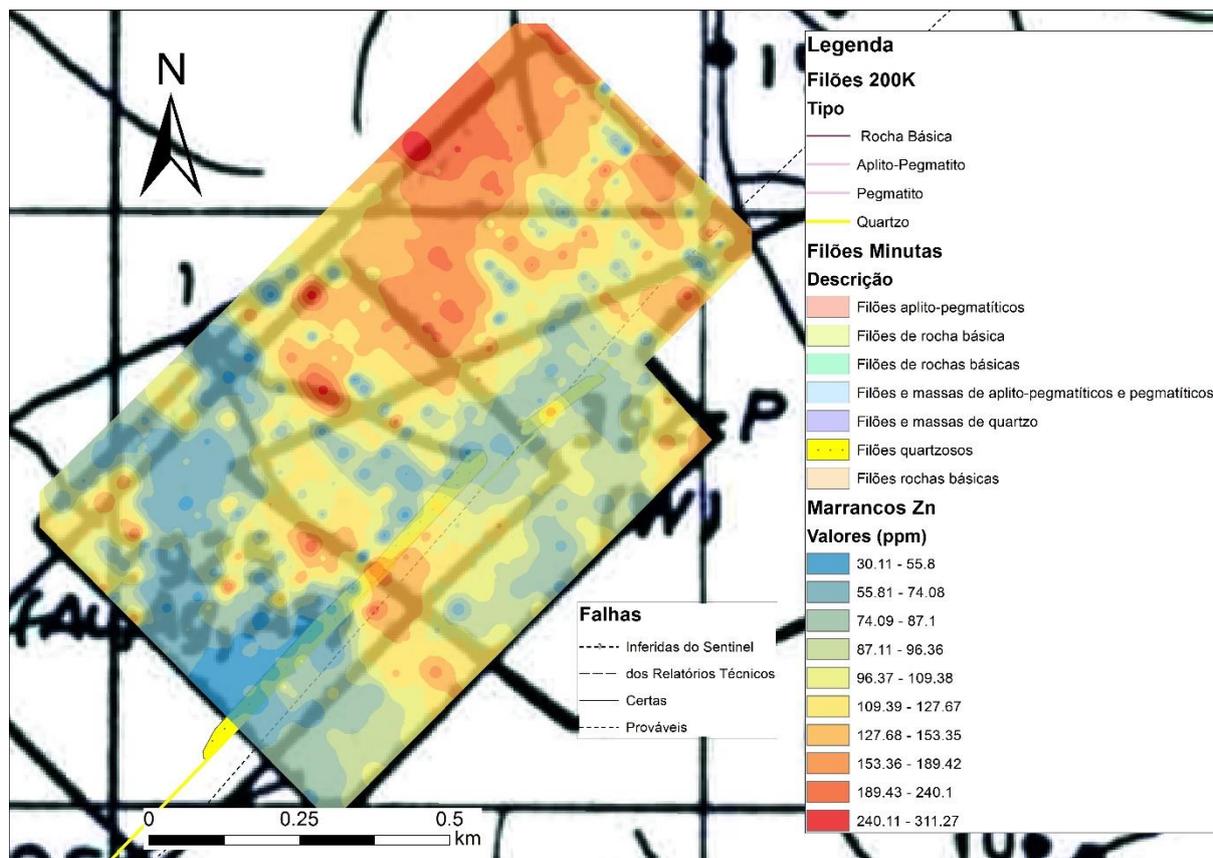


Figura VI.25 – Mapa de isoteores para o Zn dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

VII. Gráficos do Multifractal e resultantes mapas de isotores  
Geoquímica de dados de sedimentos de corrente

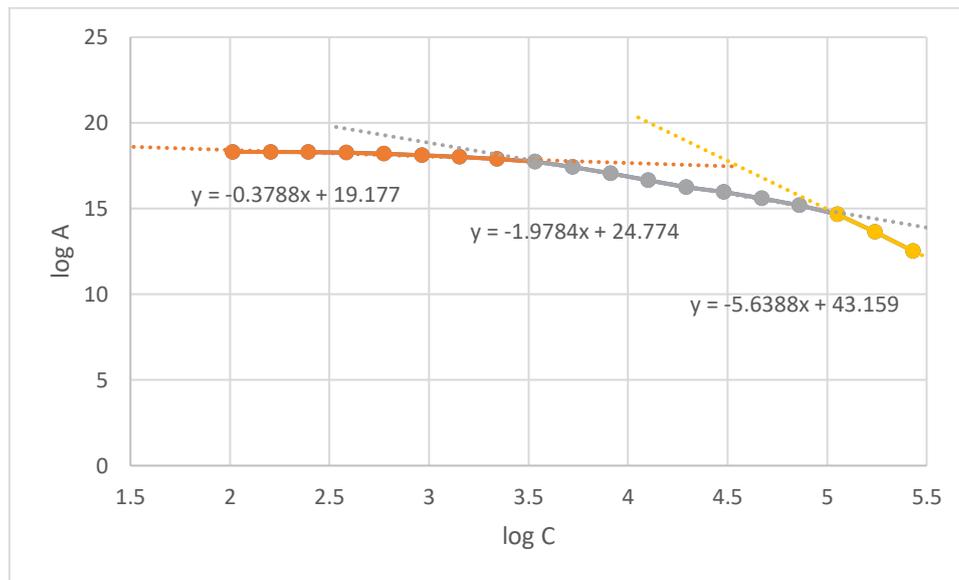


Figura VII.1 - Multifractal do As para sedimentos de corrente

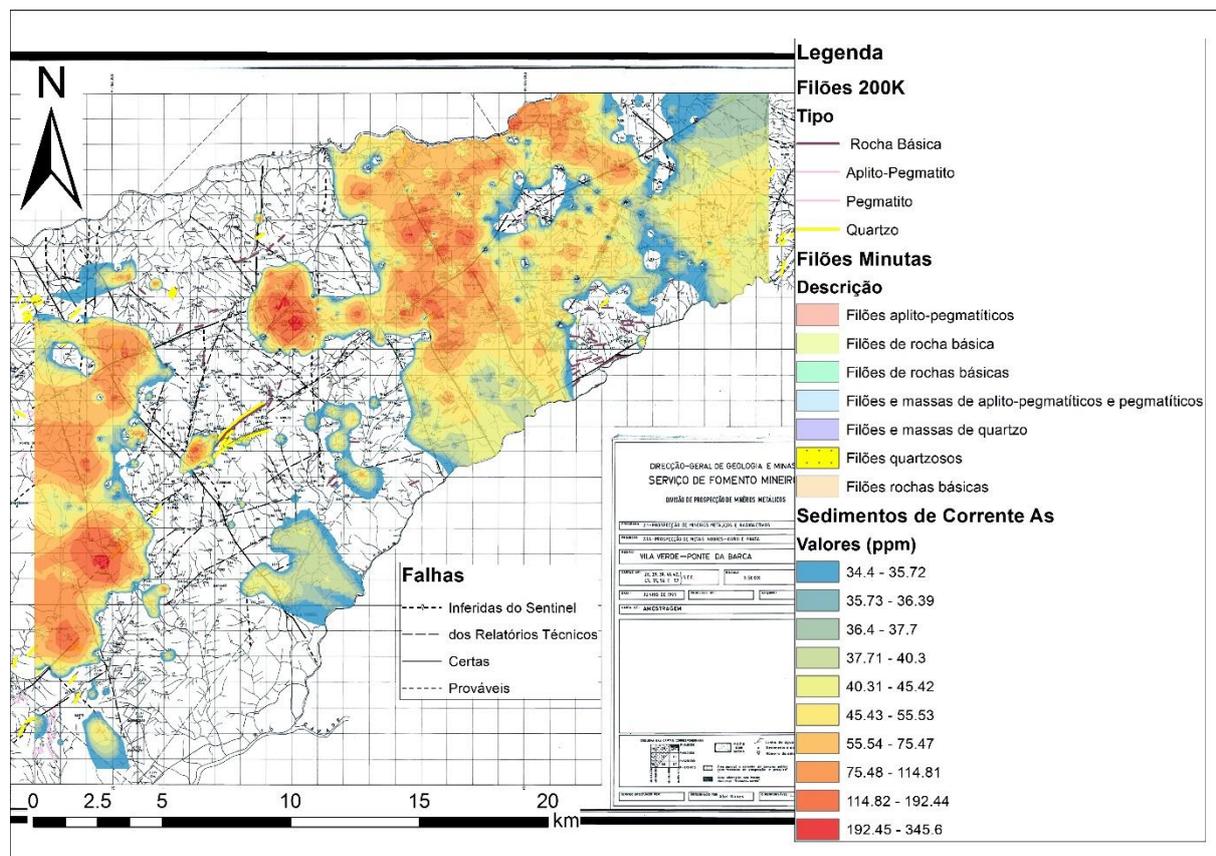


Figura VII.2 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

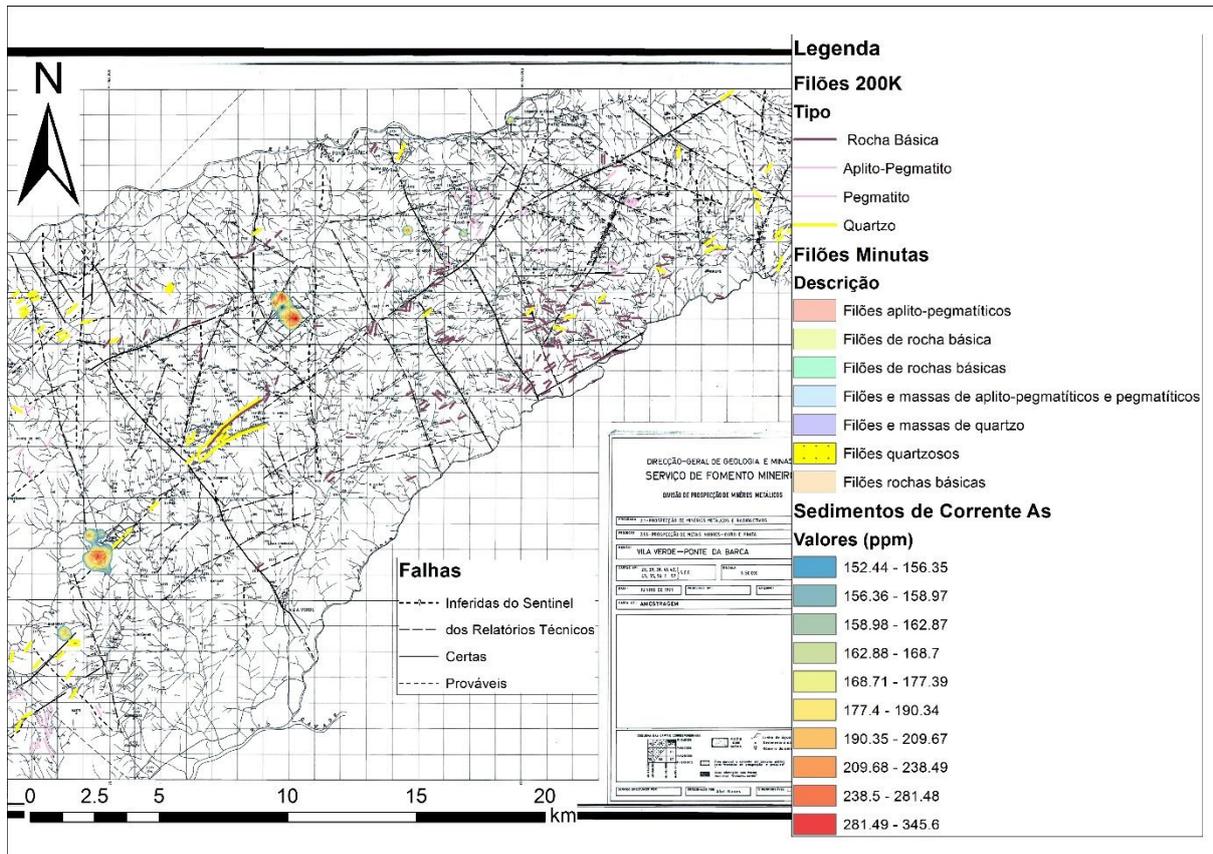


Figura VII.3 – Mapa de isoteores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

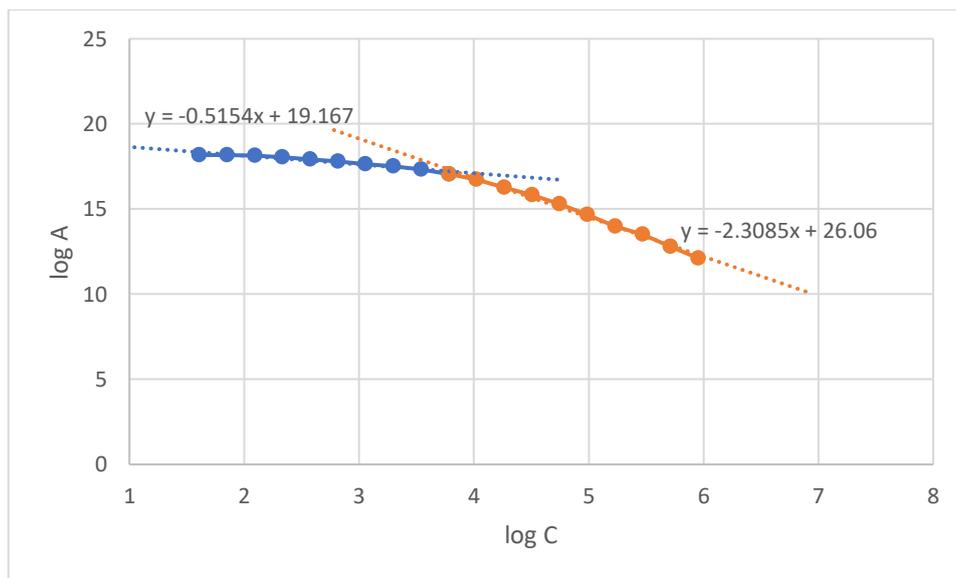


Figura VII.4 - Multifractal do Cu para sedimentos de corrente

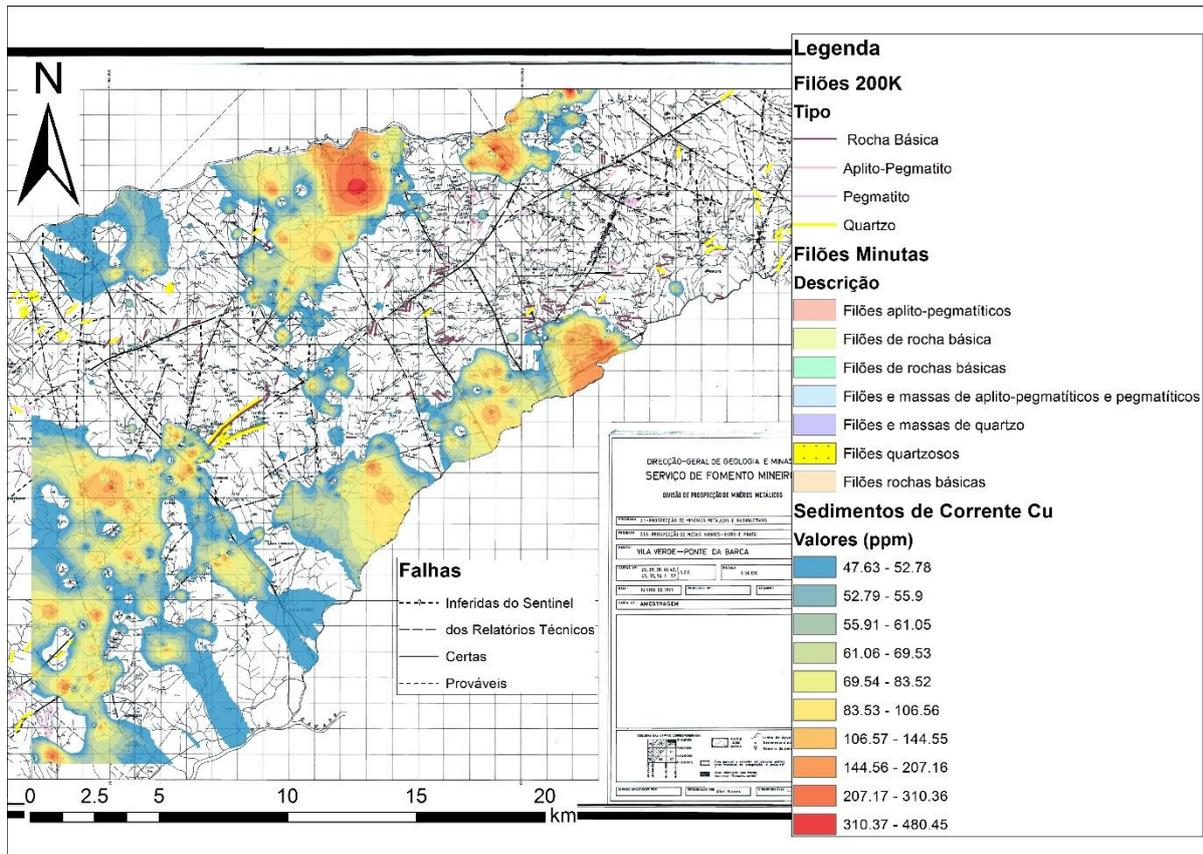


Figura VII.5 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

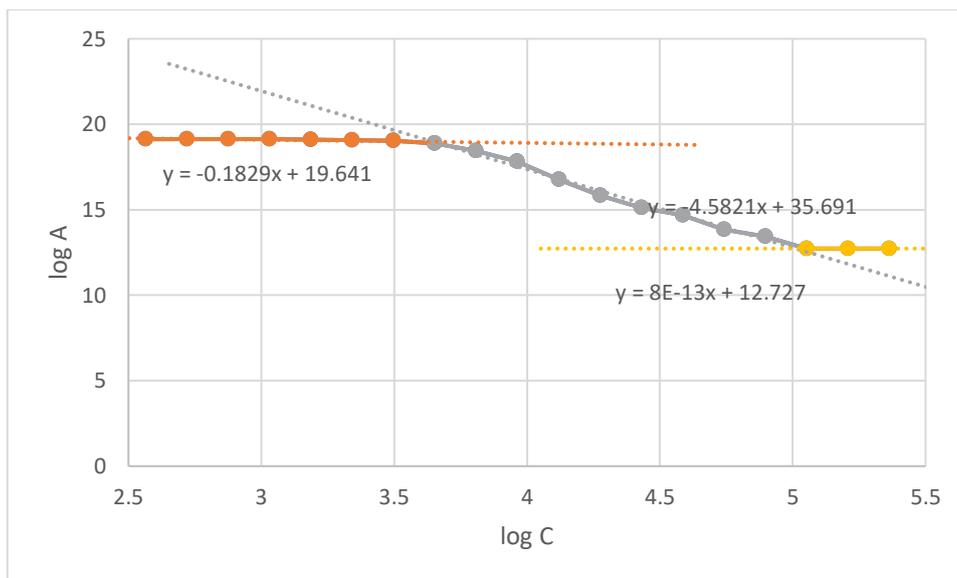


Figura VII.6 - Multifractal do Pb para sedimentos de corrente

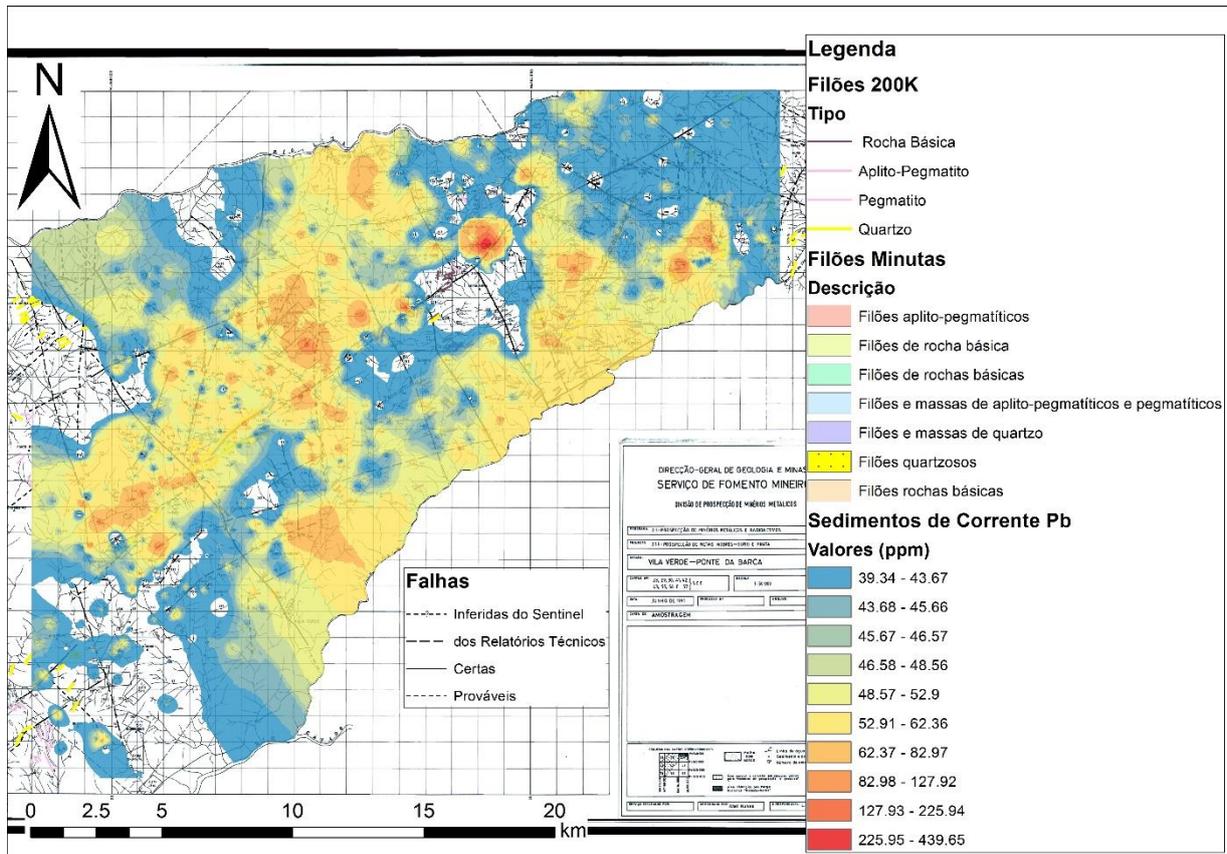


Figura VII.7 – Mapa de isoteores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

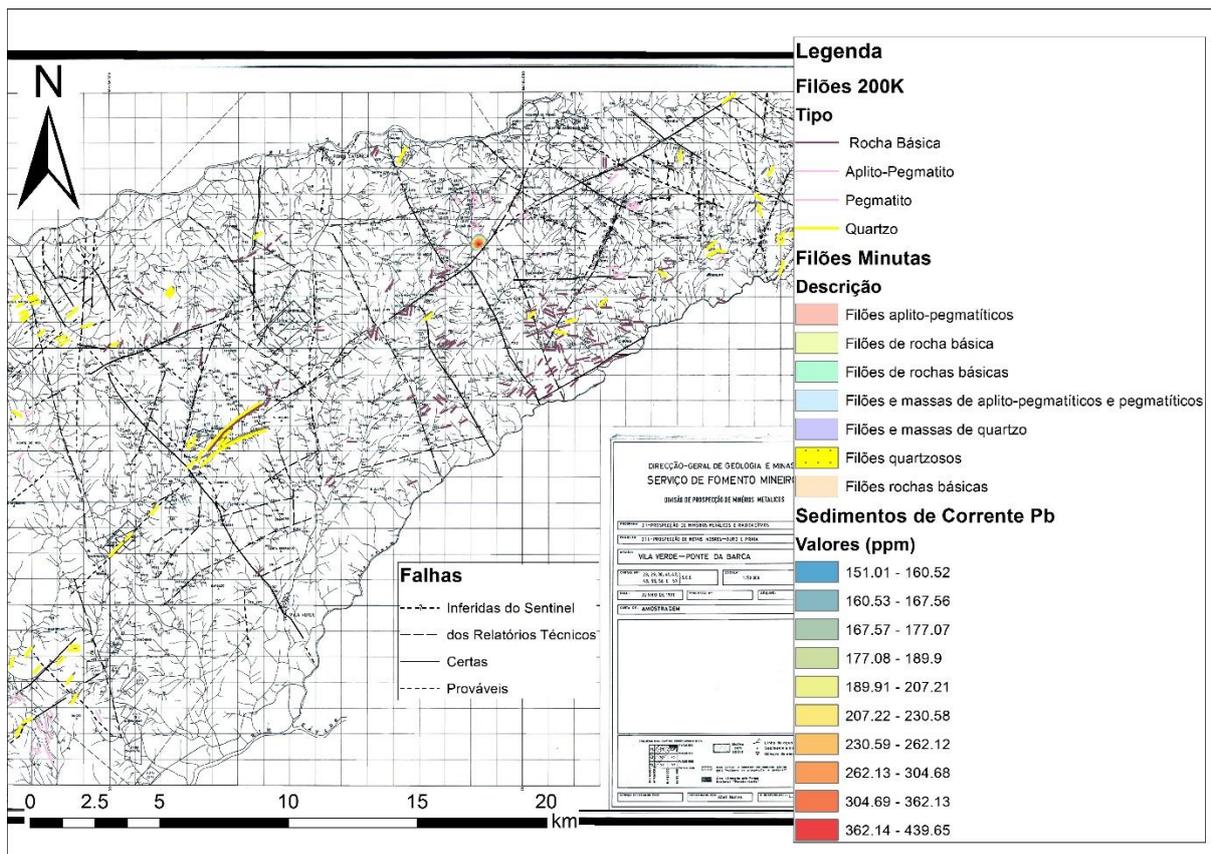


Figura VII.8 – Mapa de isoteores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

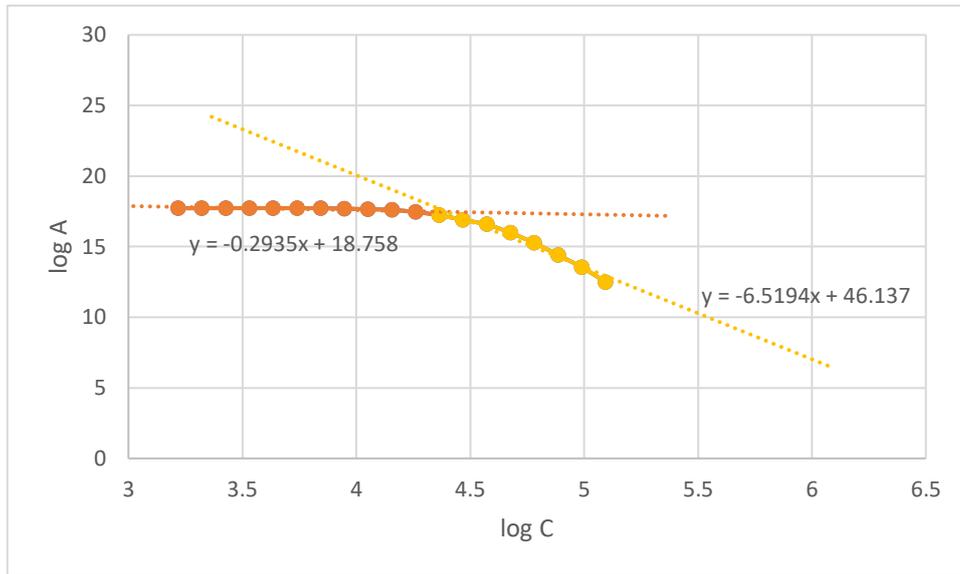


Figura VII.9 - Multifractal do Zn para sedimentos de corrente

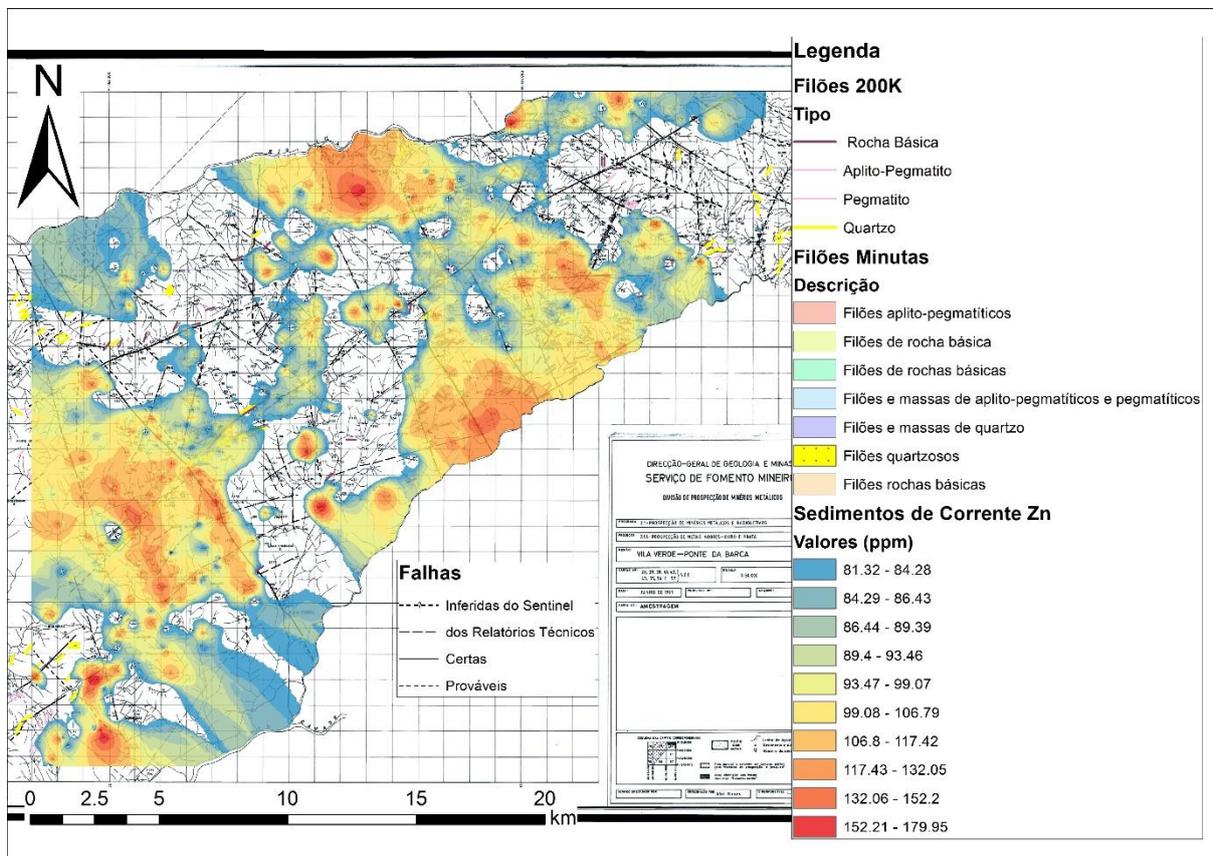


Figura VII.10 – Mapa de isotores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de sedimentos de corrente

## Geoquímica de Solos (Godinhaços)

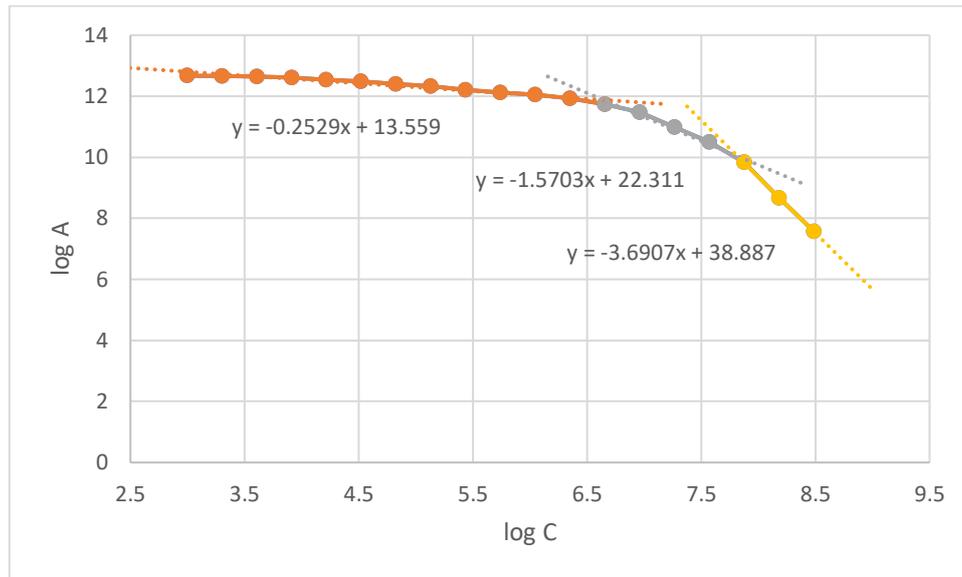


Figura VII.11 - Multifractal do As para geoquímica de solos (Godinhaços)

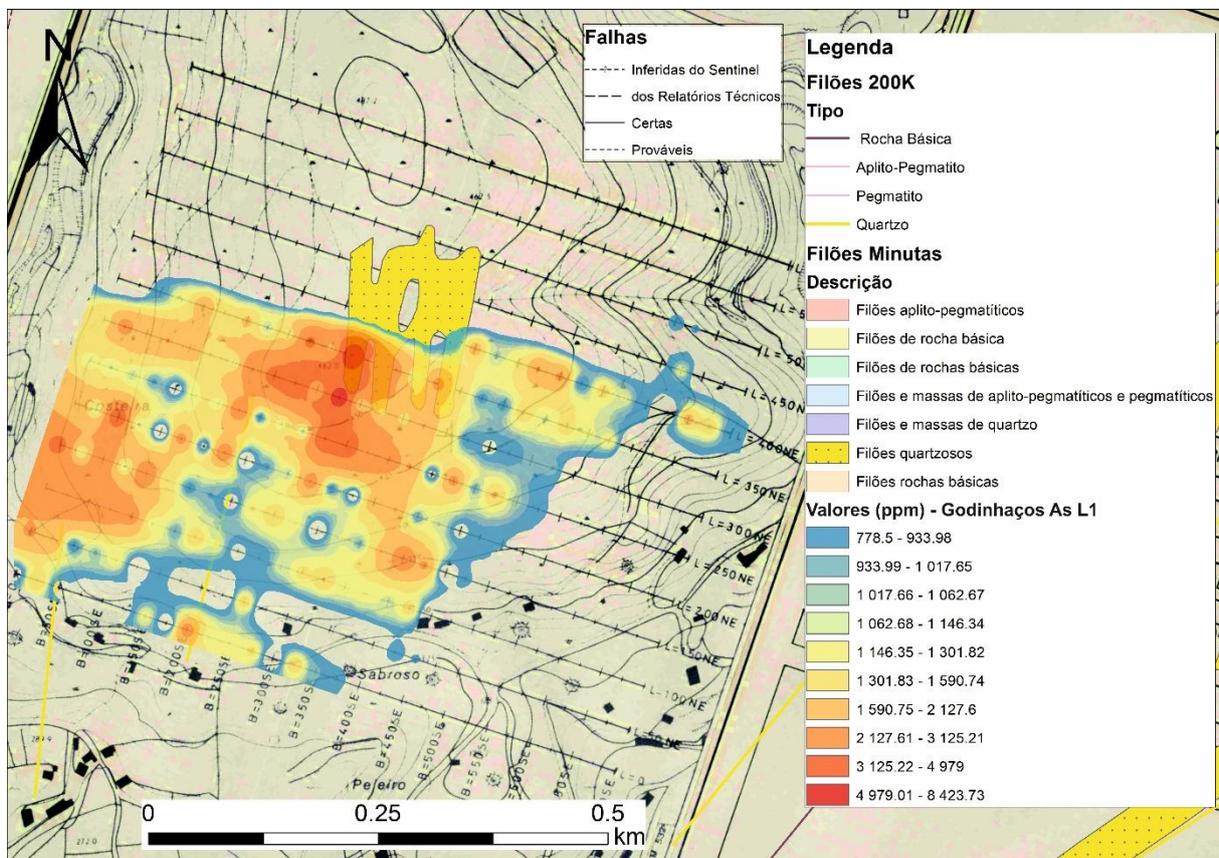


Figura VII.12 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

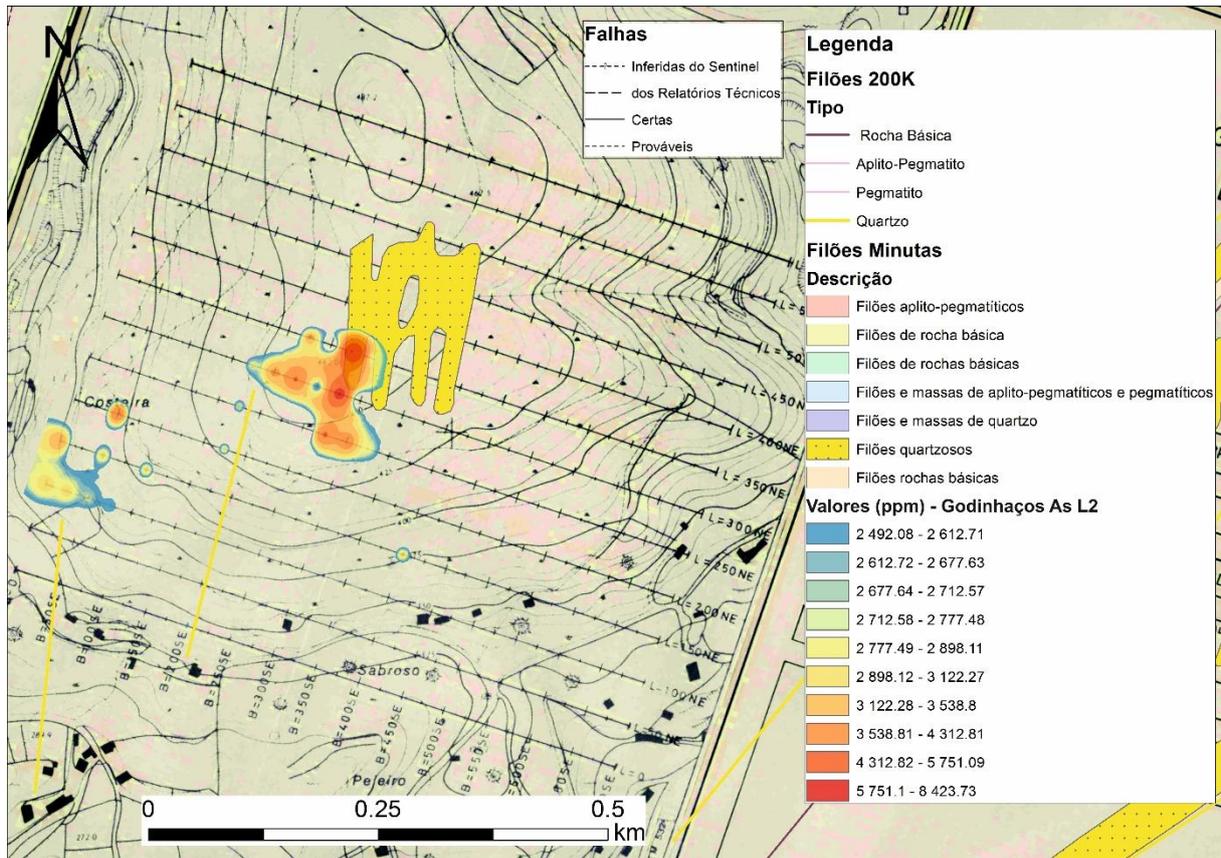


Figura VII.13 – Mapa de isotores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

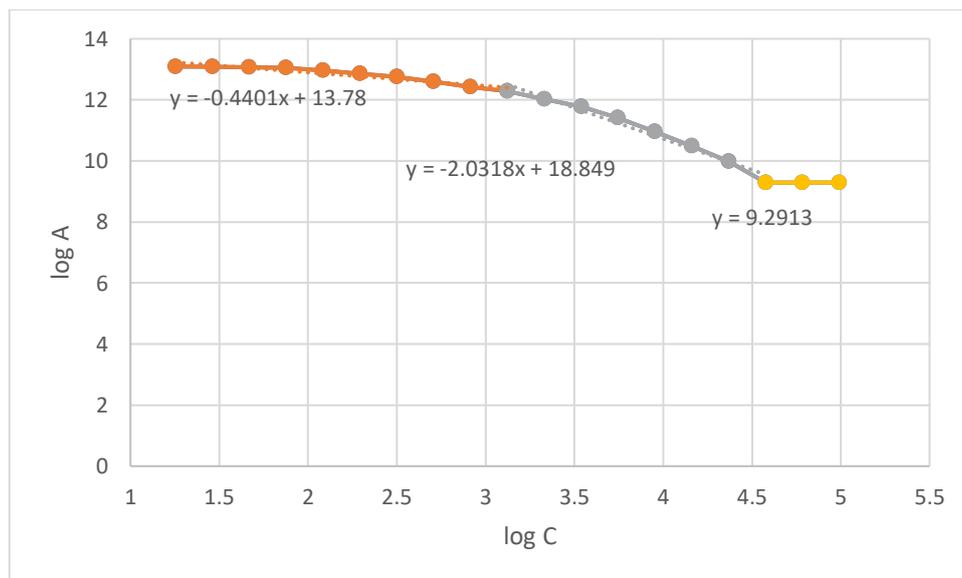


Figura VII.14 - Multifractal do Au para geoquímica de solos – Godinhaços

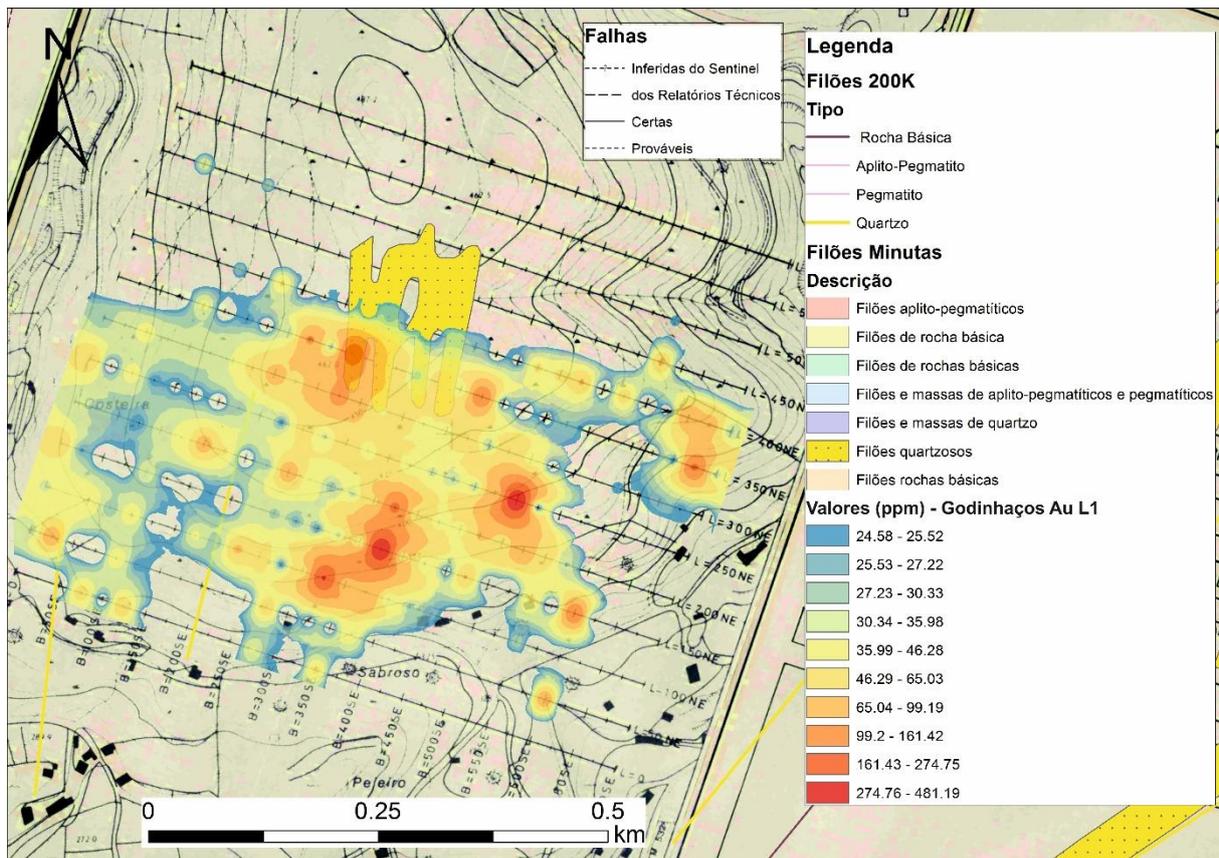


Figura VII.15 – Mapa de isotores para o Au com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

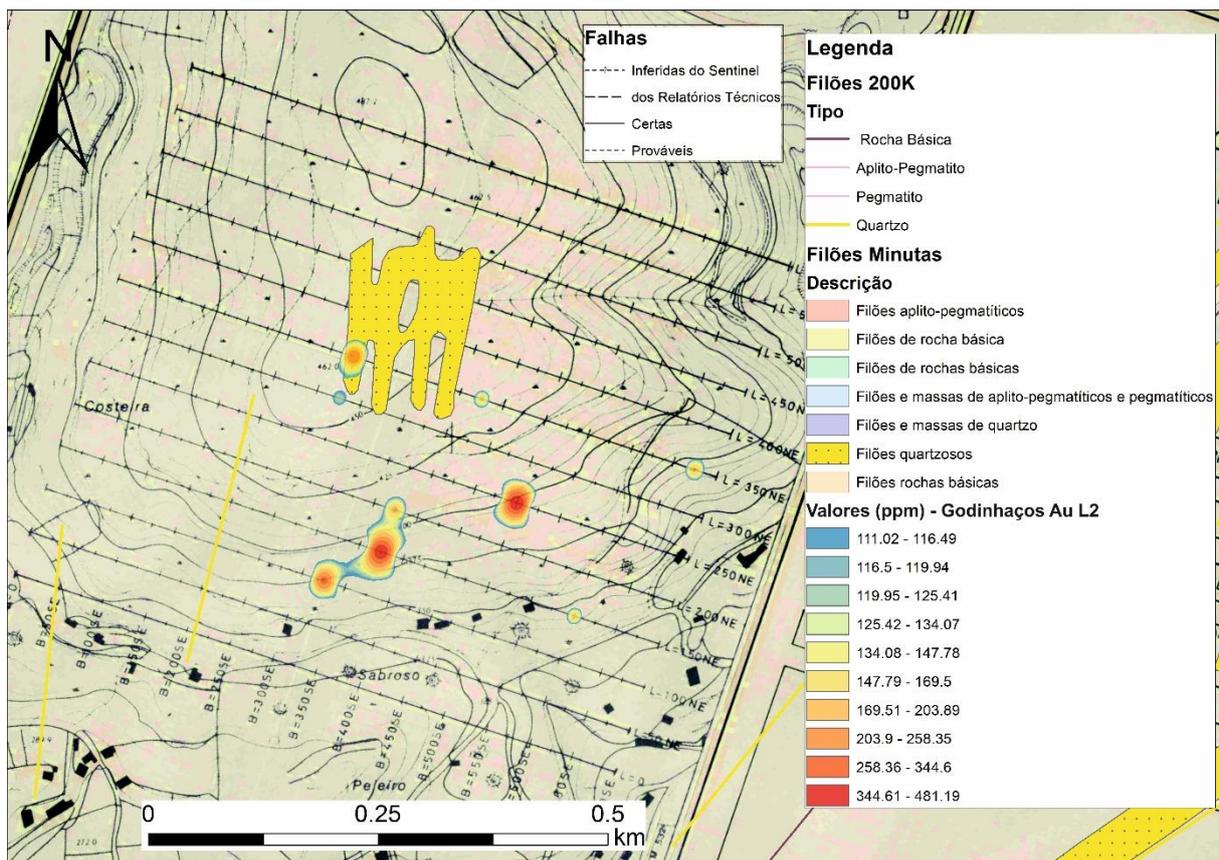


Figura VII.16 – Mapa de isotores para o Au com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

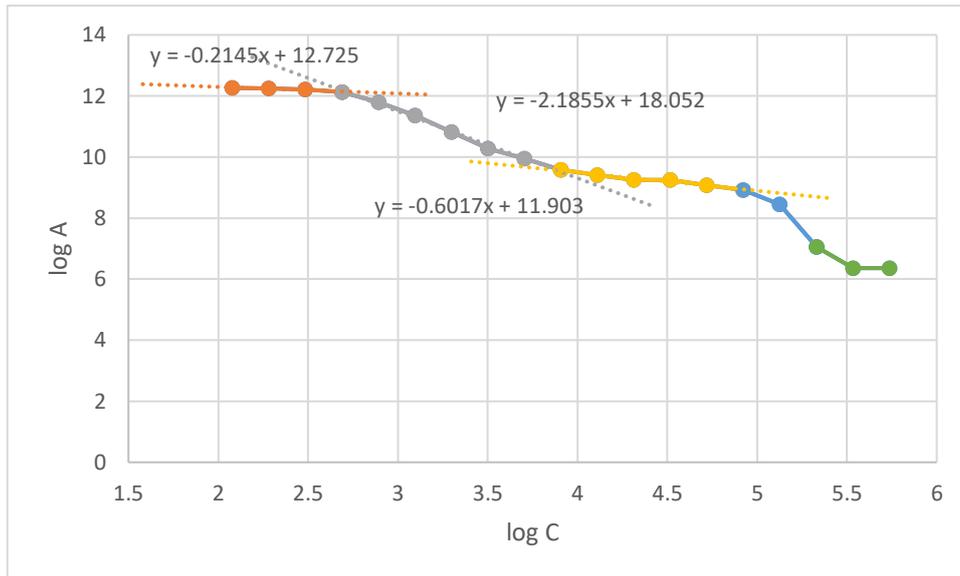


Figura VII.17 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Godinhaços

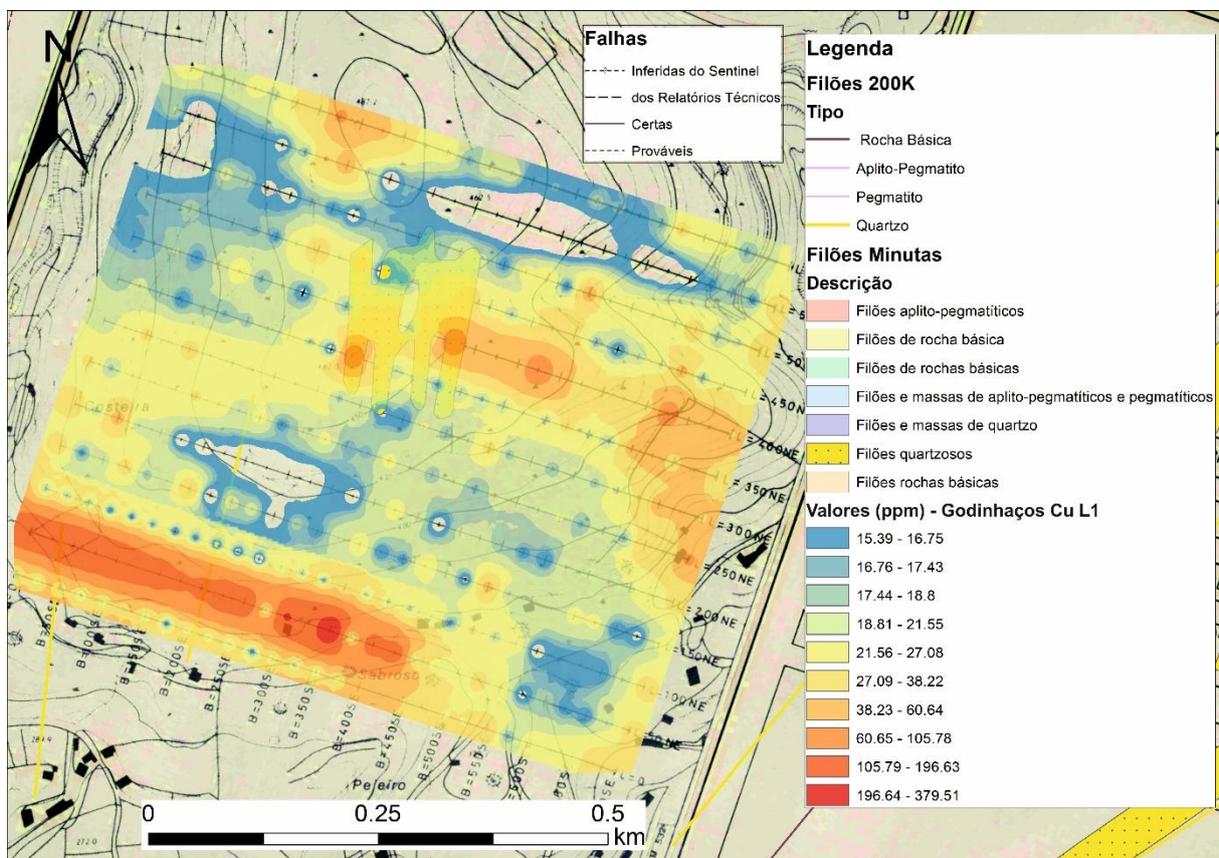


Figura VII.18 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

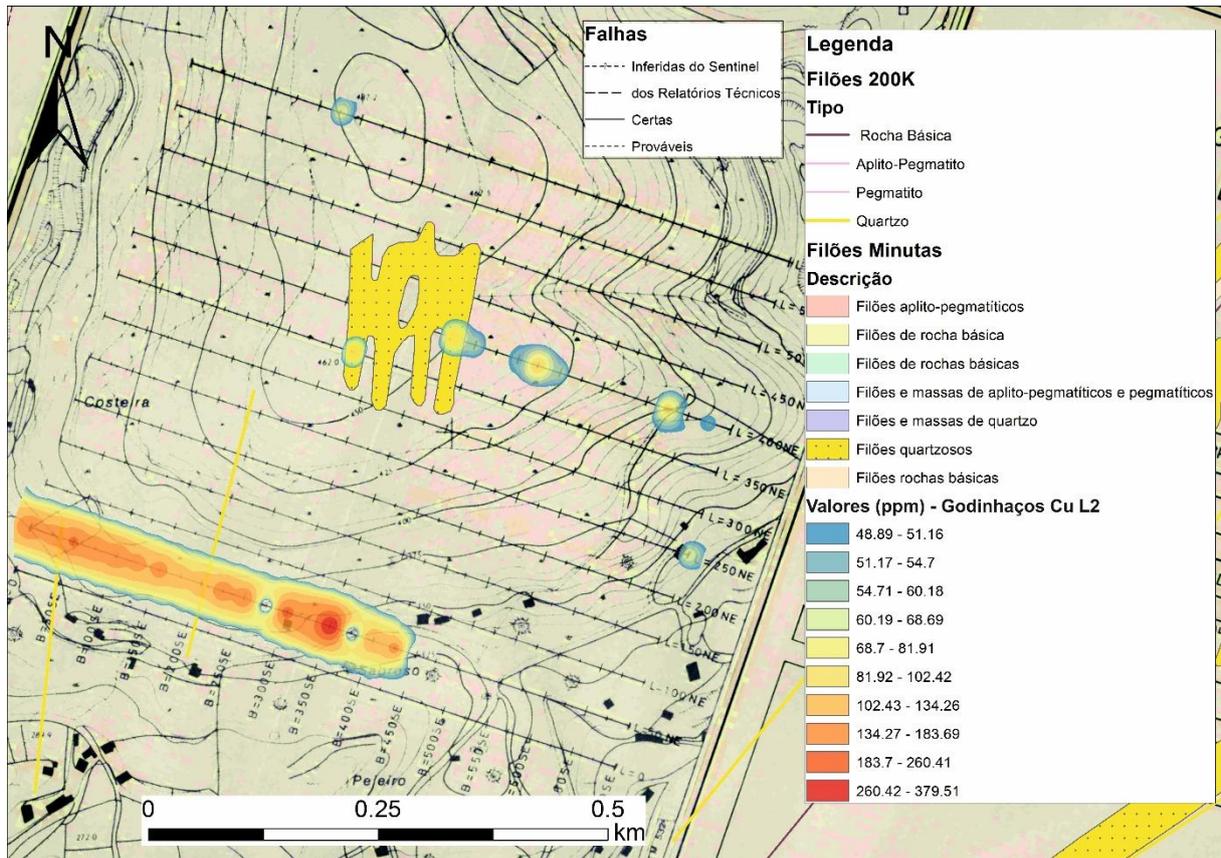


Figura VII.19 – Mapa de isotores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

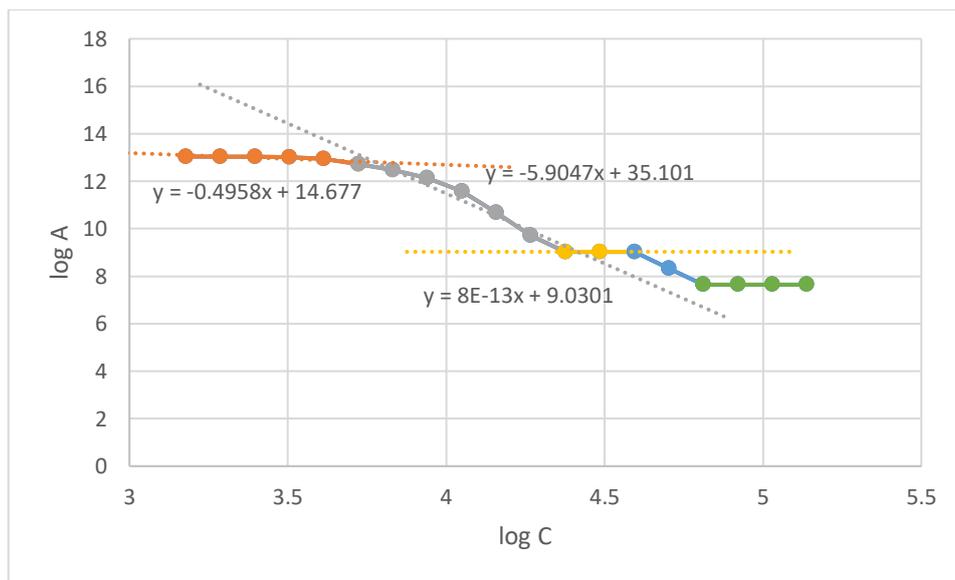


Figura VII.20 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Godinhaços

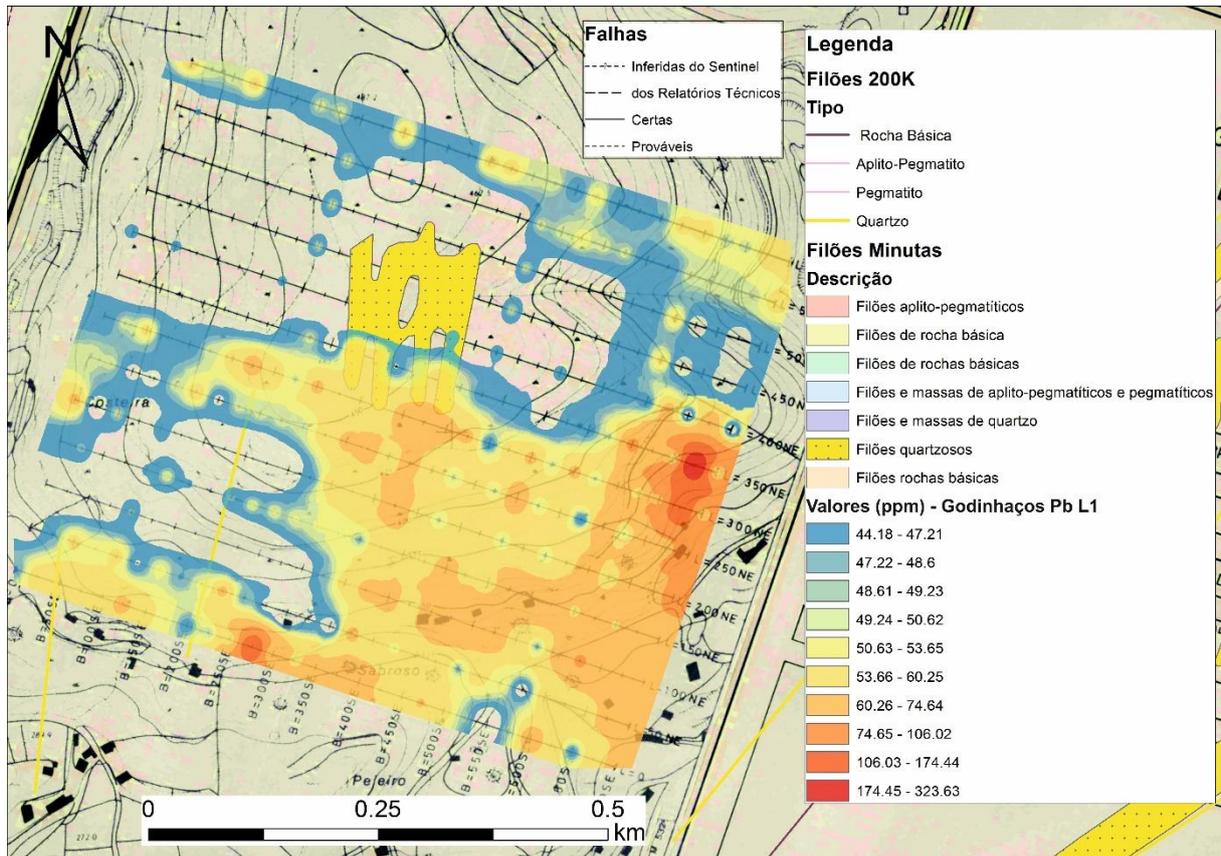


Figura VII.21 – Mapa de isoteores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

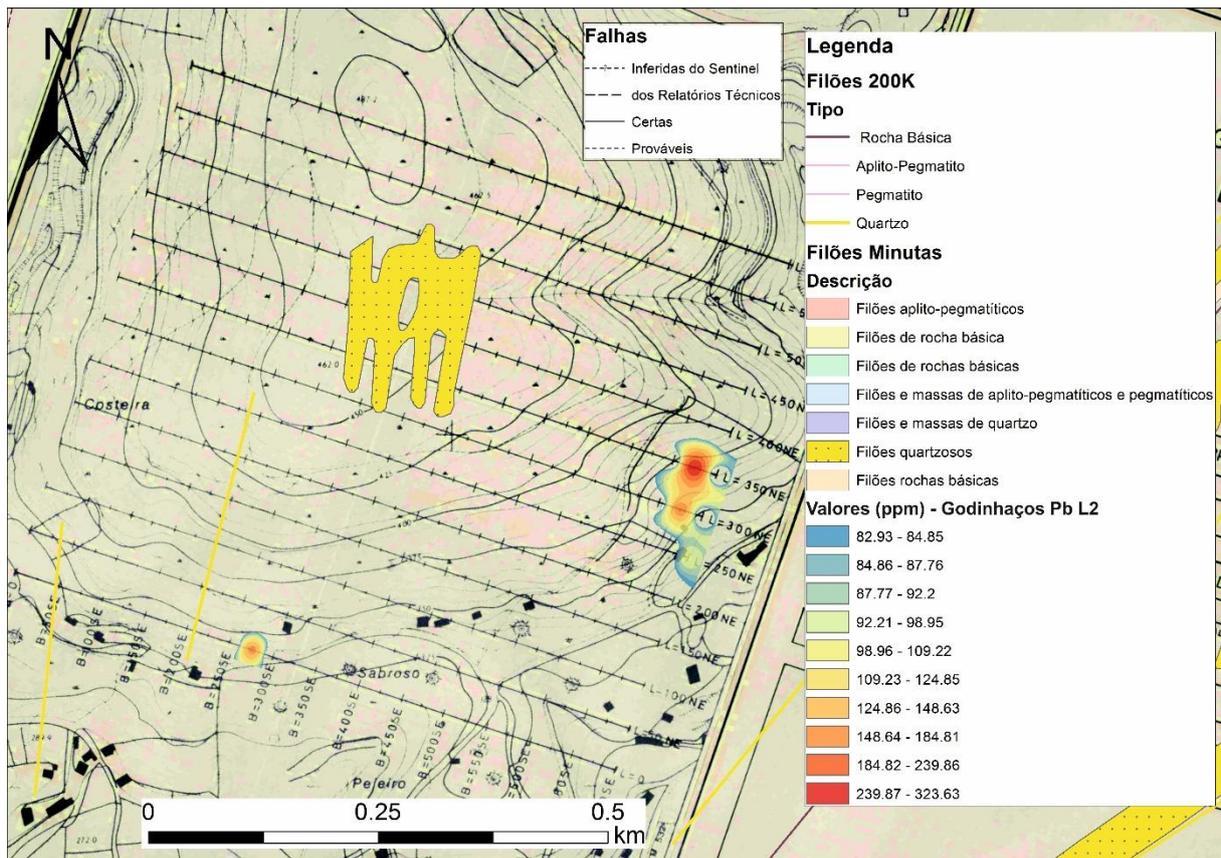


Figura VII.22 – Mapa de isoteores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

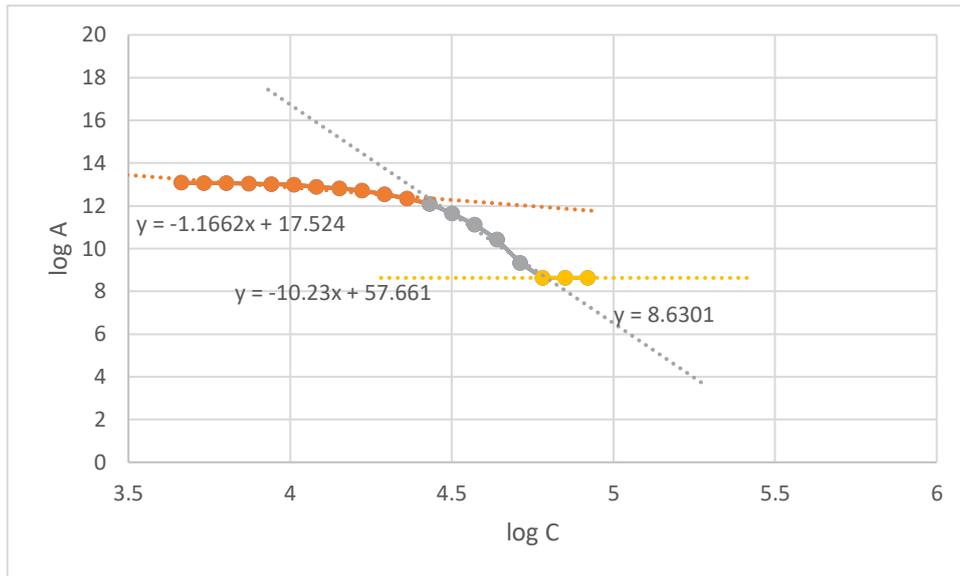


Figura VII.23 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Godinhaços

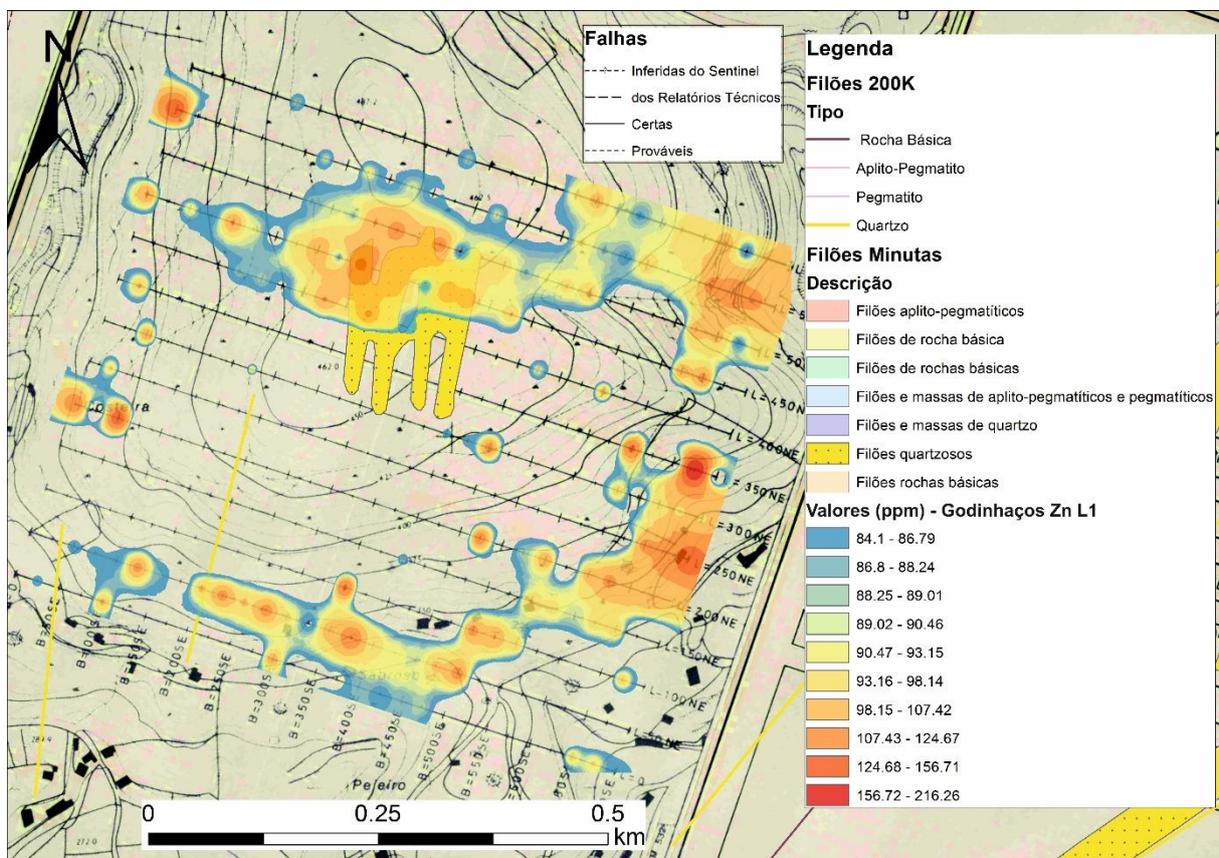


Figura VII.24 – Mapa de isoteores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos - Godinhaços

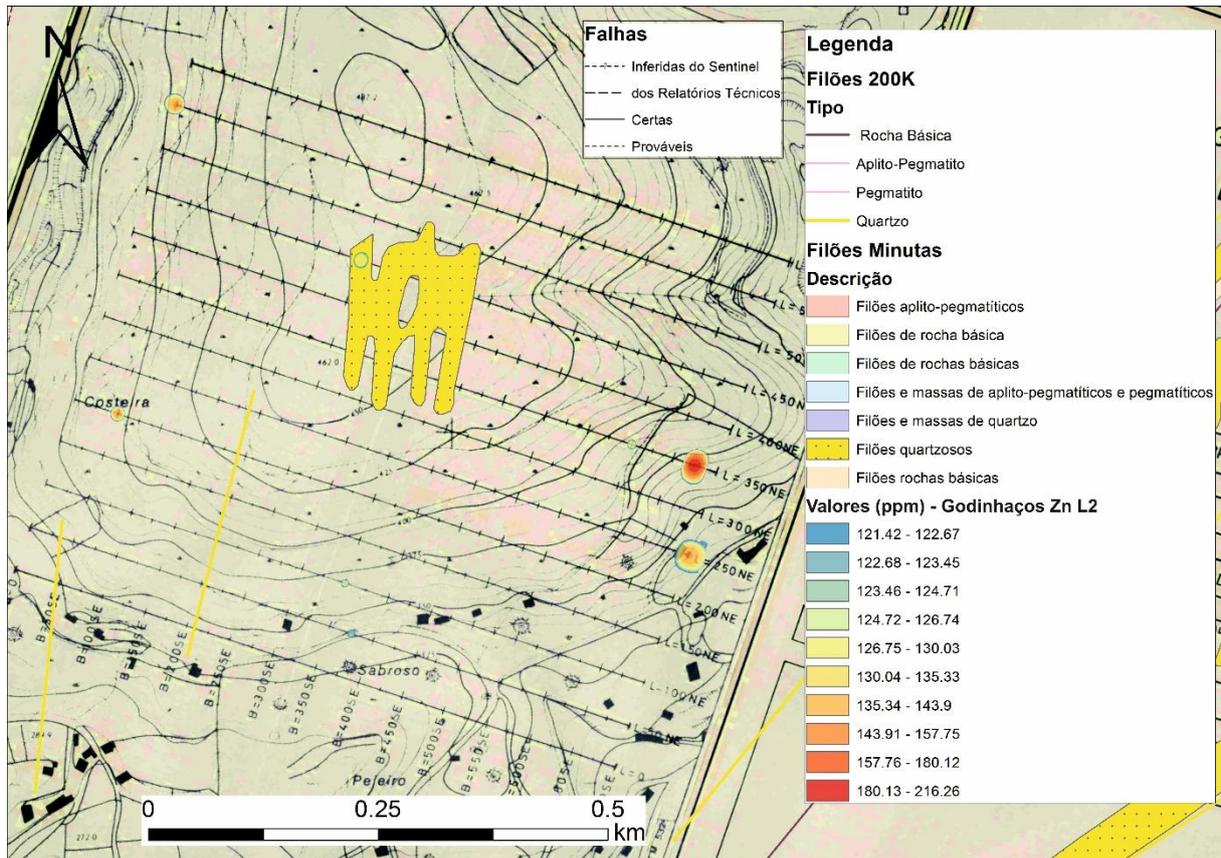


Figura VII.25 – Mapa de isotores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Godinhaços

### Geoquímica de solos (Grovelas)

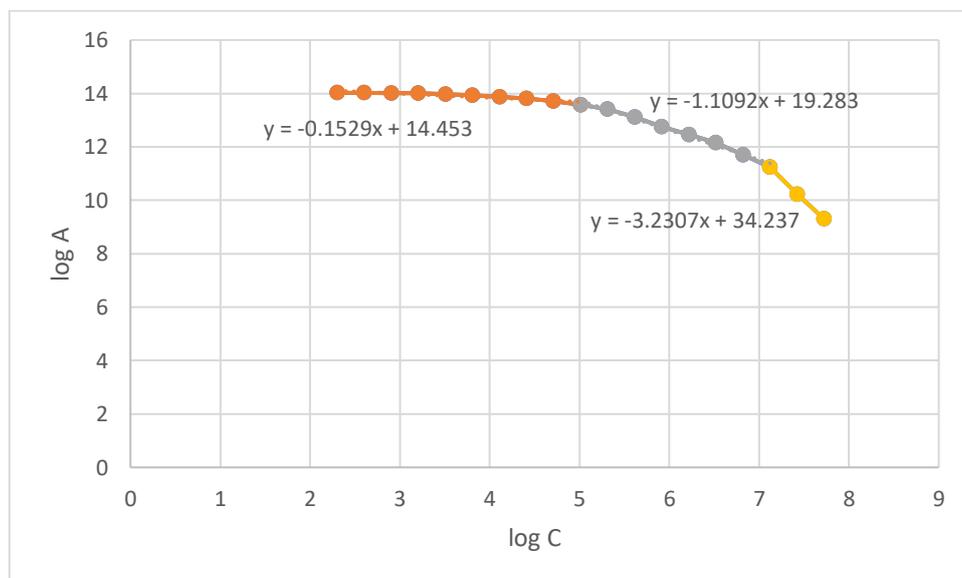


Figura VII.26 - Multifractal do As para geoquímica de solos – Grovelas

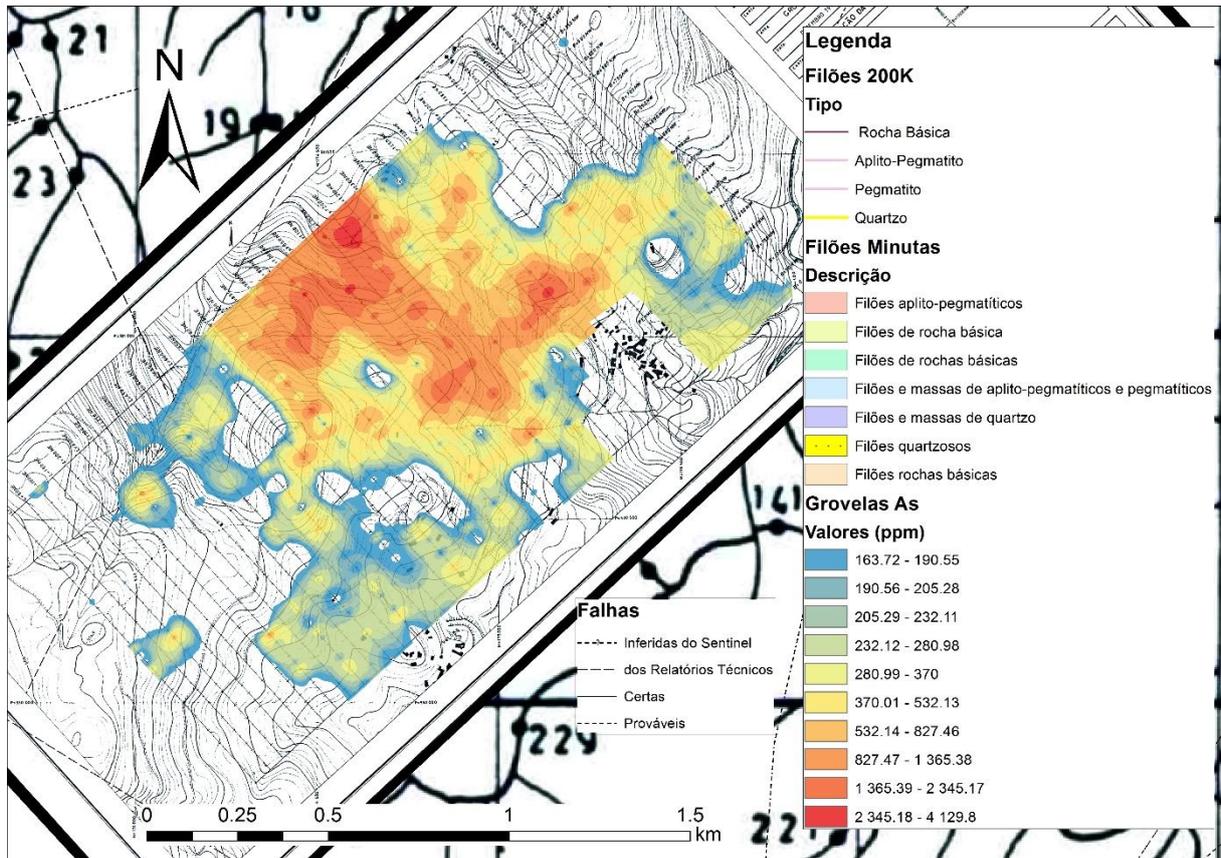


Figura VII.27 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

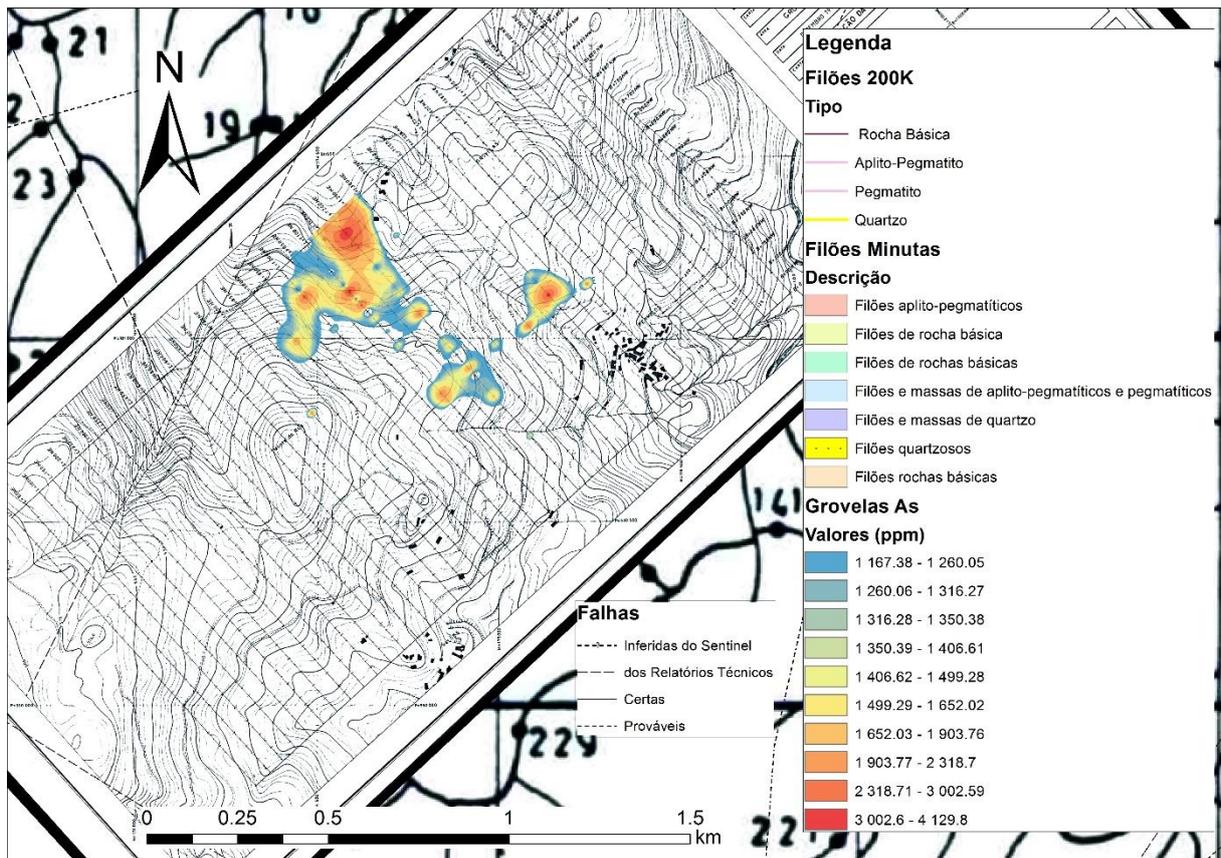


Figura VII.28 – Mapa de isotores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

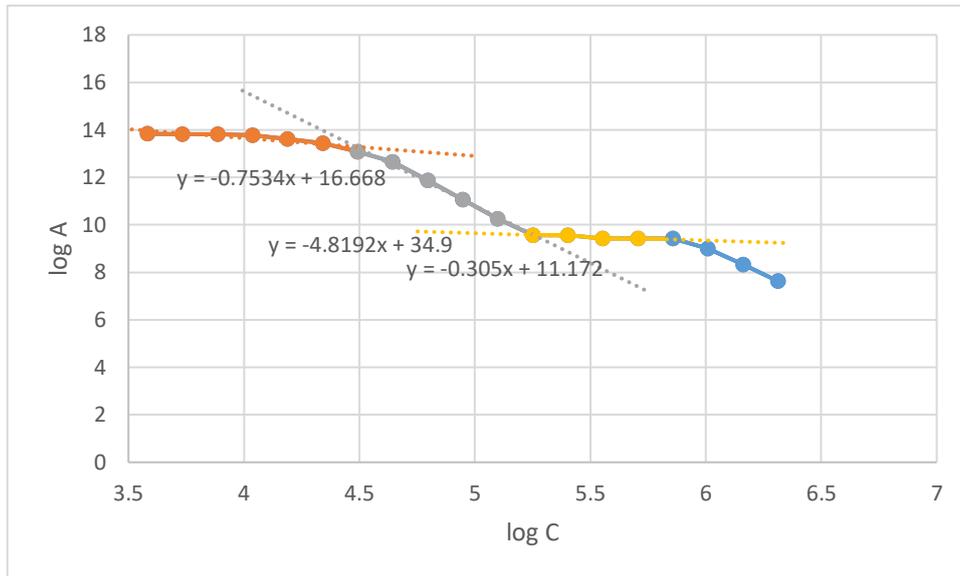


Figura VII.29 - Multifractal do Ba para geoquímica de solos – Grovelas

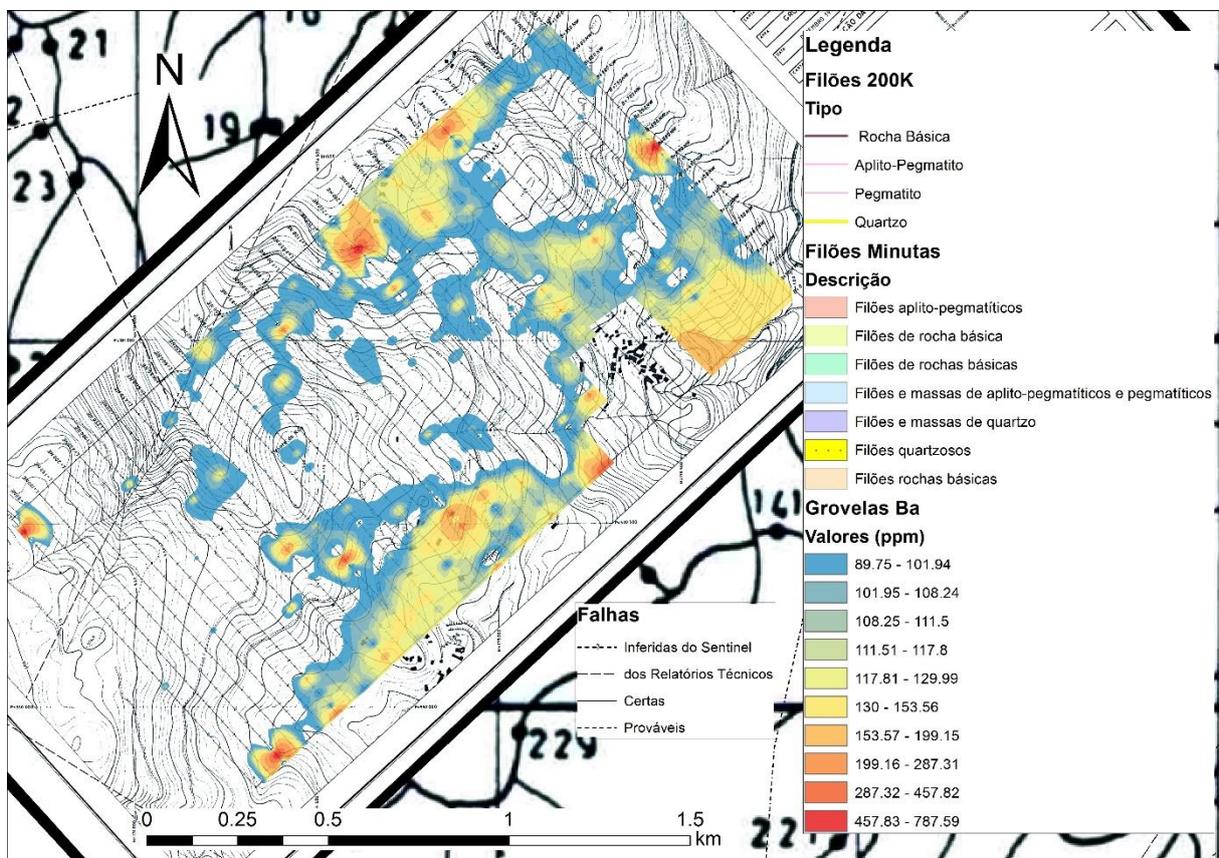


Figura VII.30 – Mapa de isoteores para o Ba com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

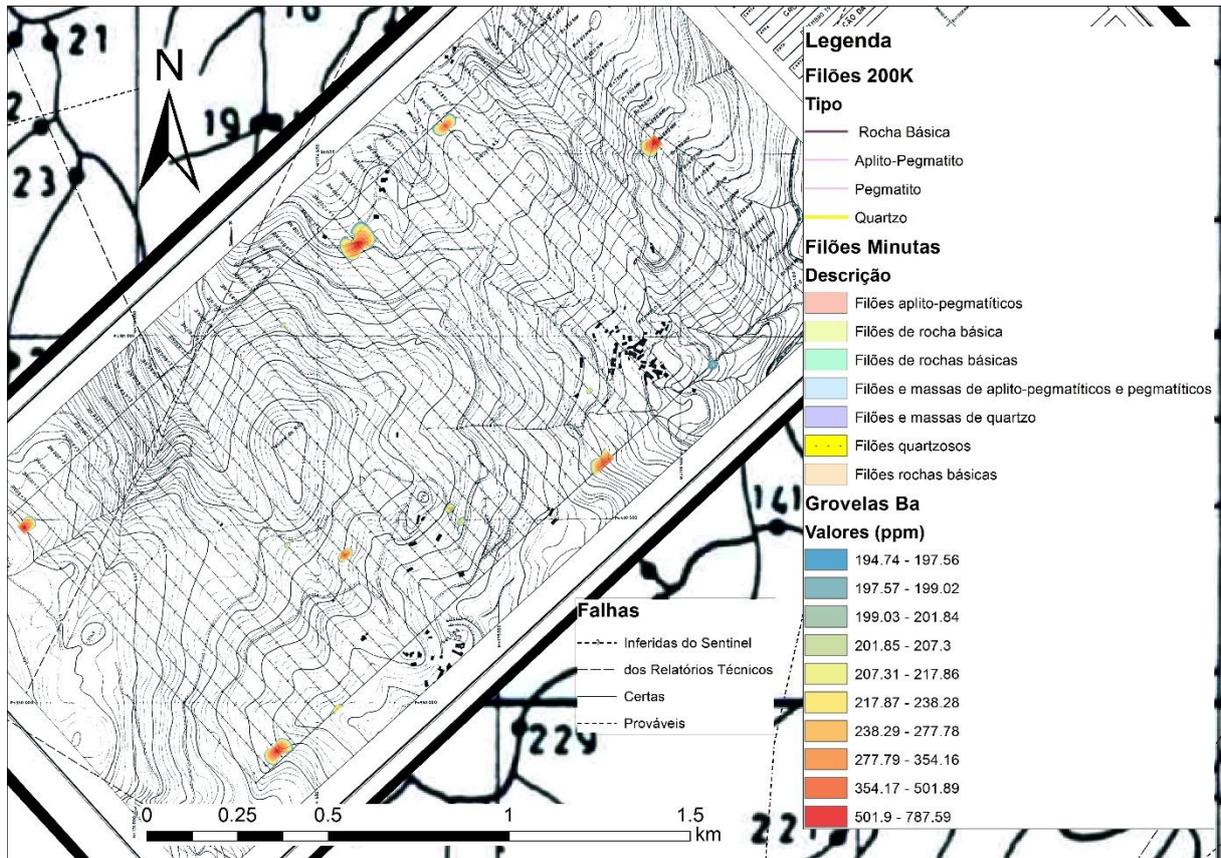


Figura VII.31 – Mapa de isotores para o Ba com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

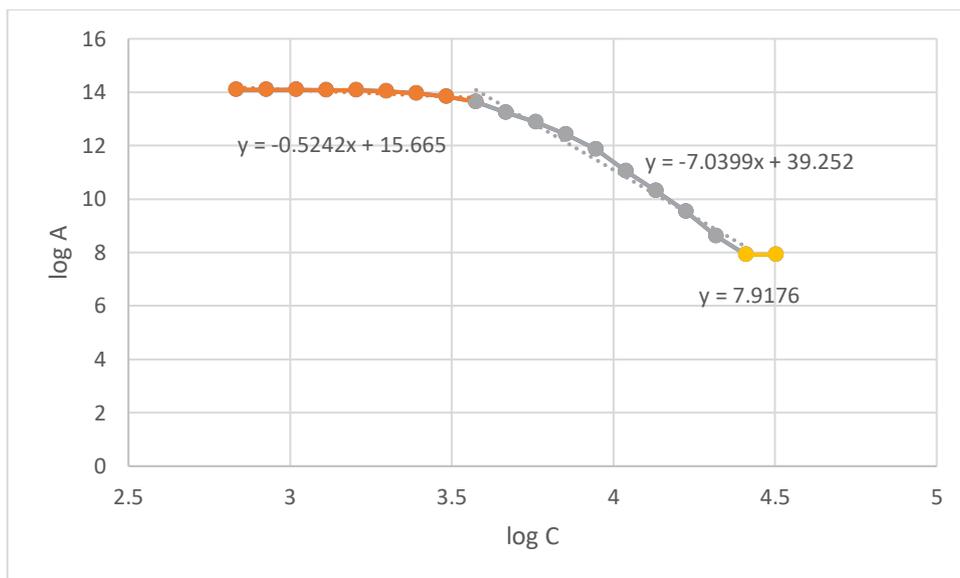


Figura VII.32 - Multifractal do Cr para geoquímica de solos – Grovelas

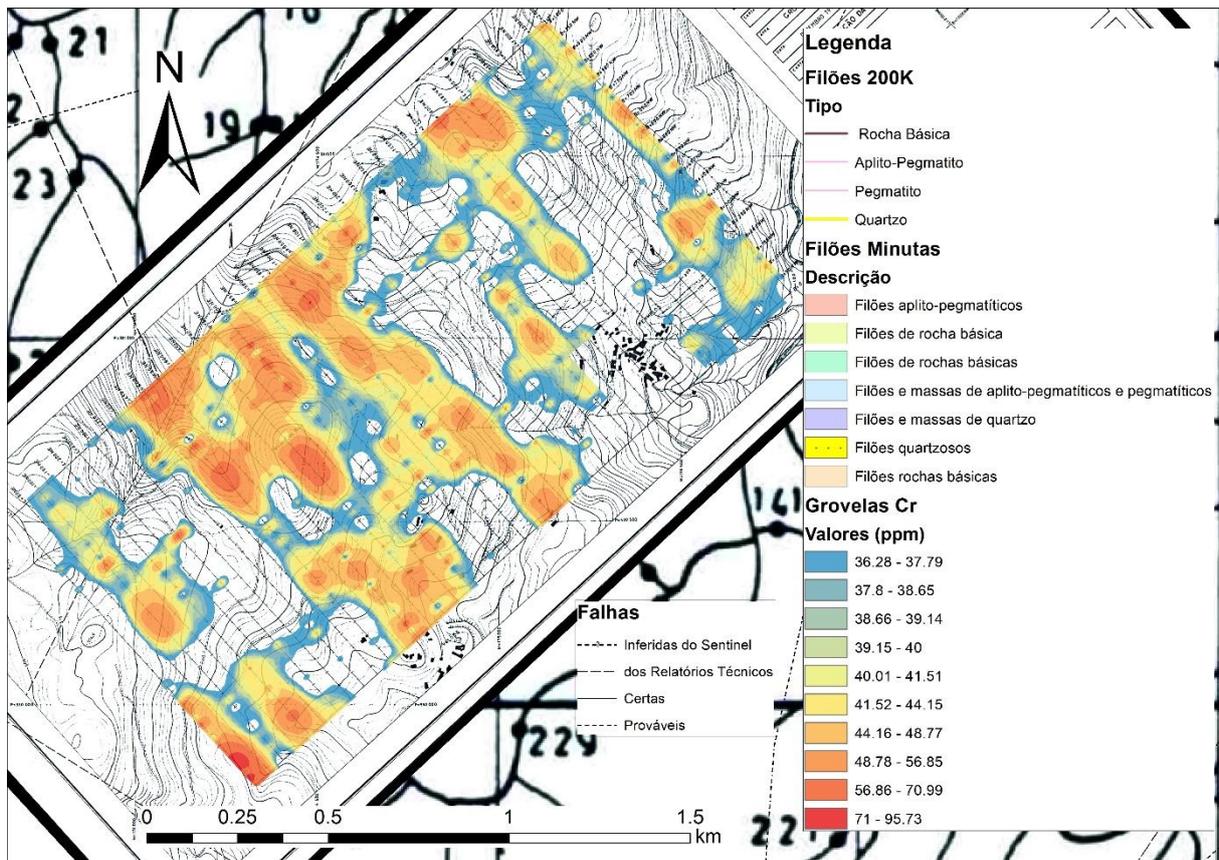


Figura VII.33 – Mapa de isoteores para o Cr com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

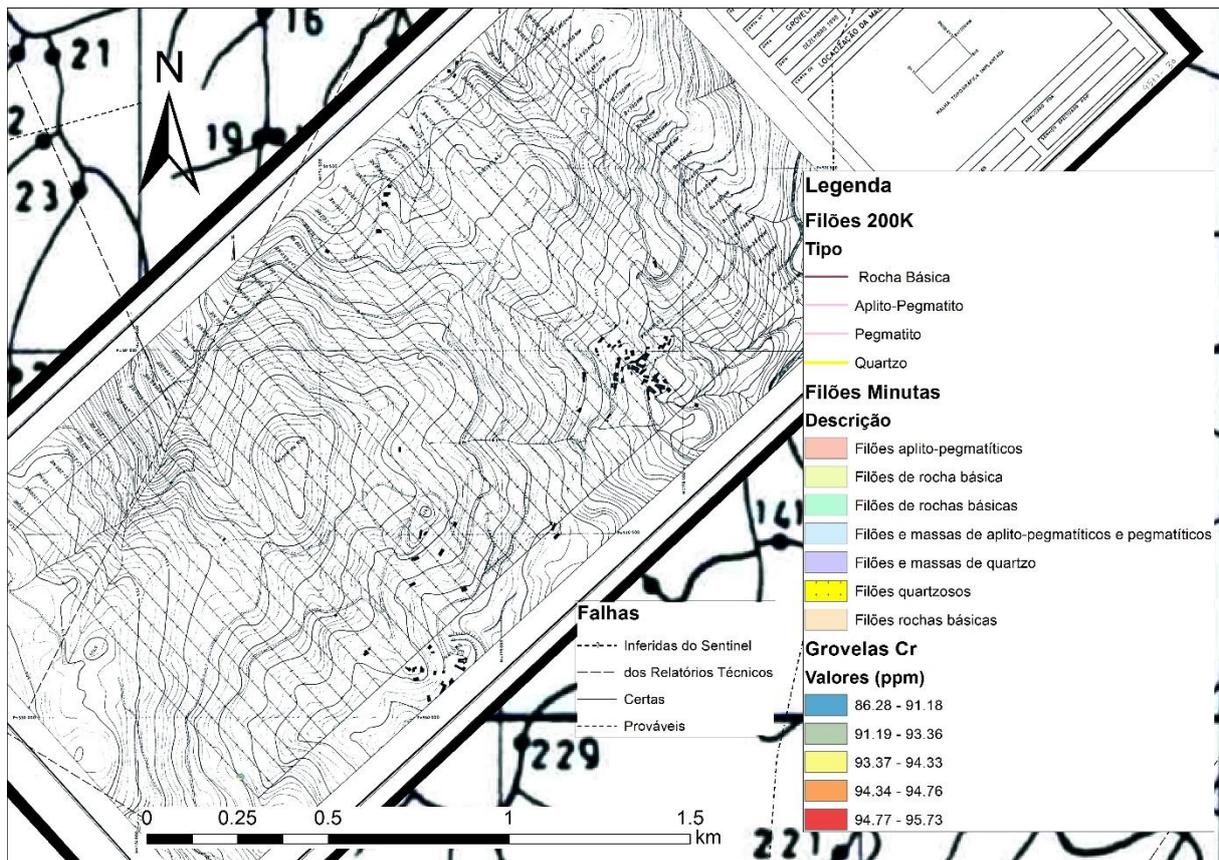


Figura VII.34 – Mapa de isoteores para o Cr com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

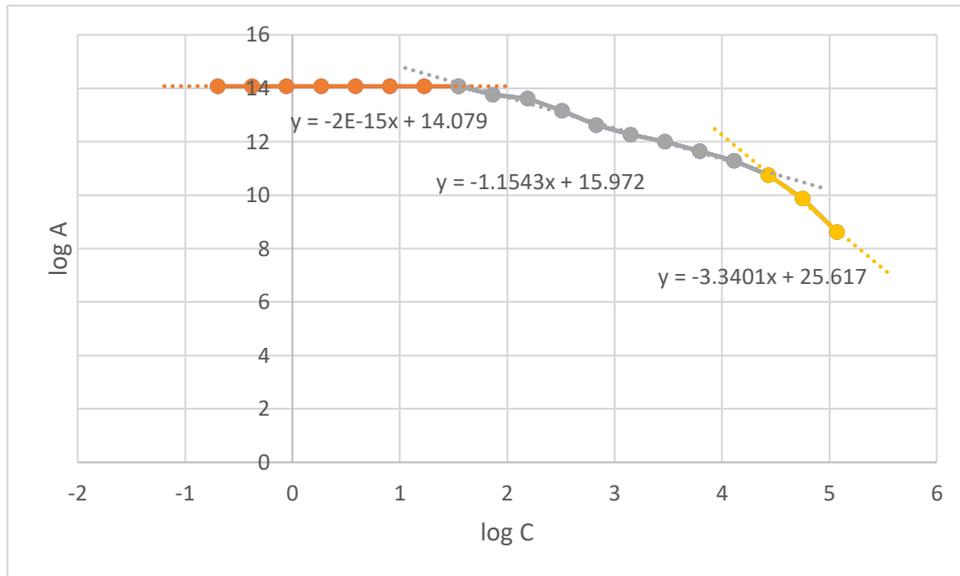


Figura VII.35 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Grovelas

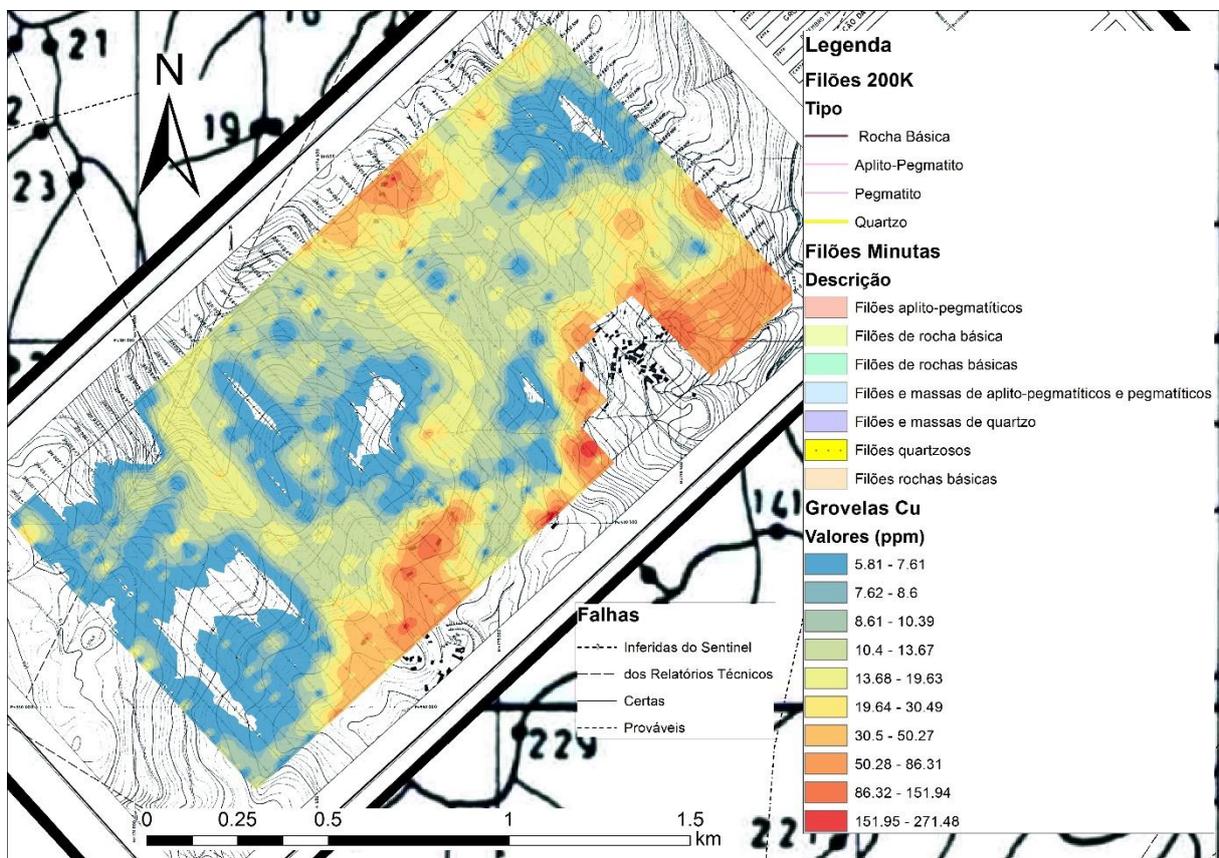


Figura VII.36 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

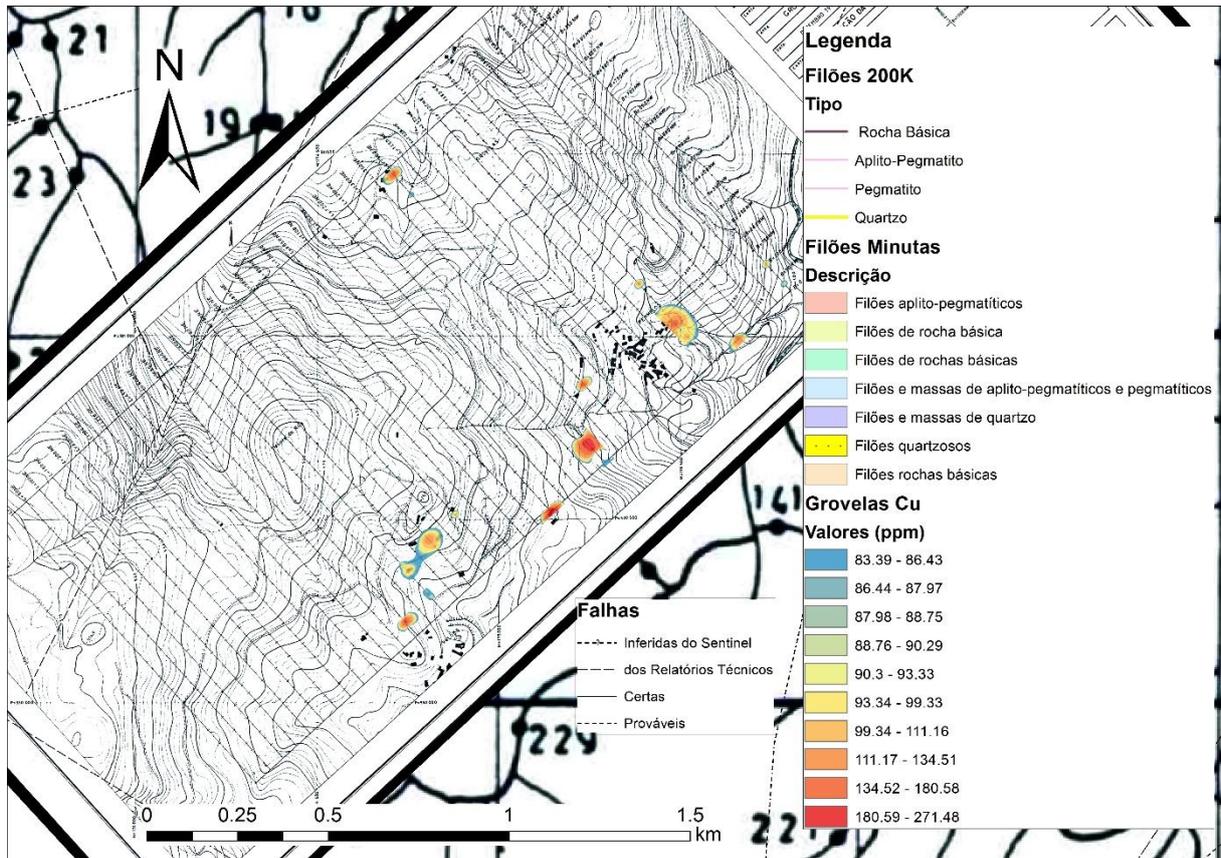


Figura VII.37 – Mapa de isotores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

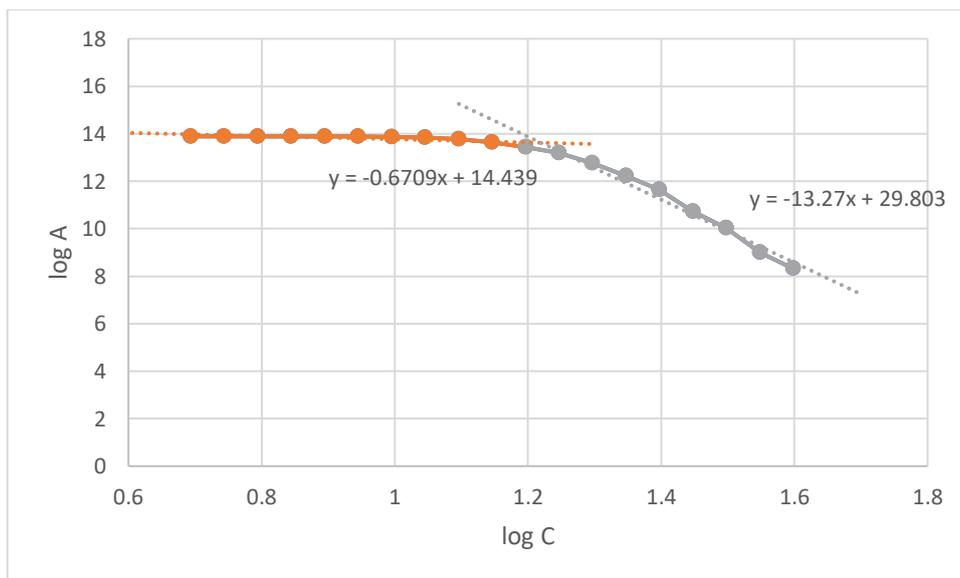


Figura VII.38 - Multifractal do Fe para geoquímica de solos – Grovelas

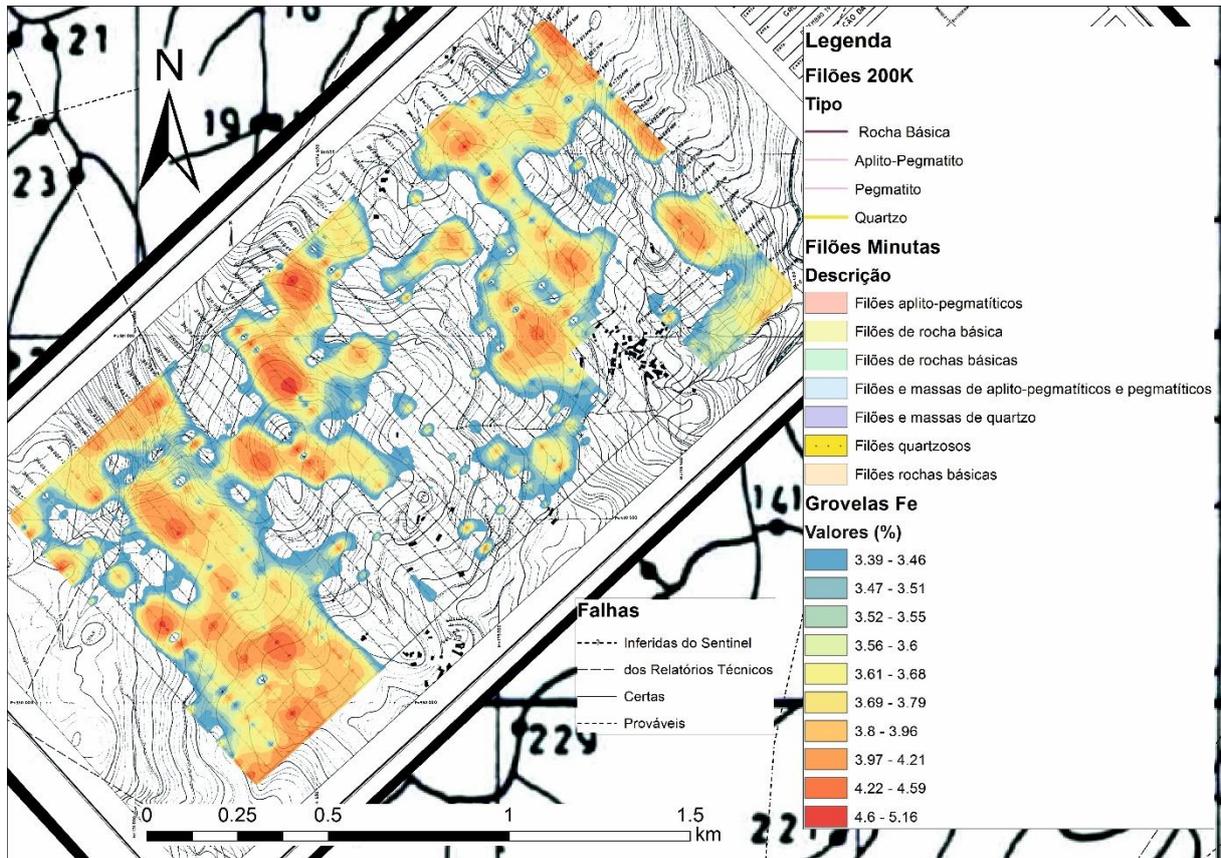


Figura VII.39 – Mapa de isotores para o Fe com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

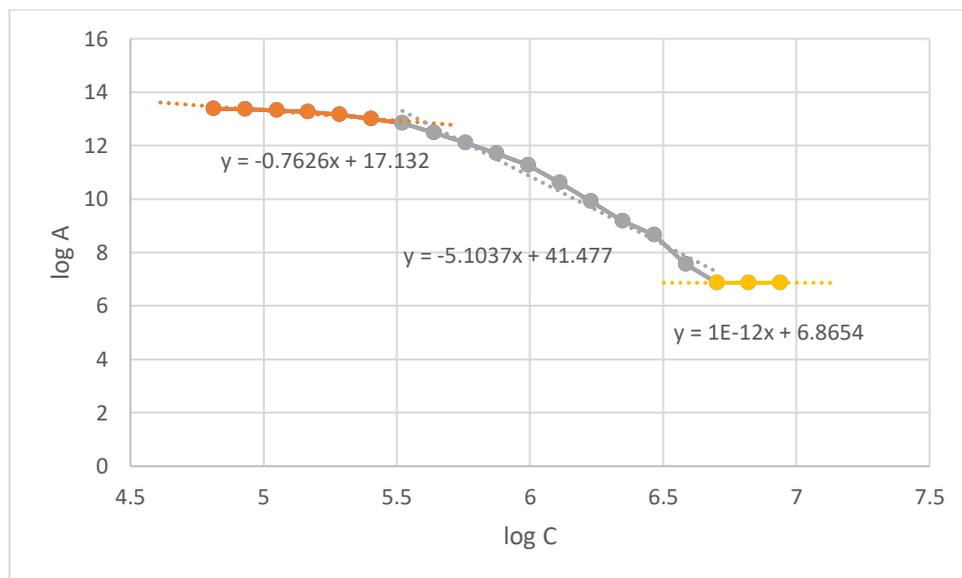


Figura VII.40 - Multifractal do Mn para geoquímica de solos – Grovelas

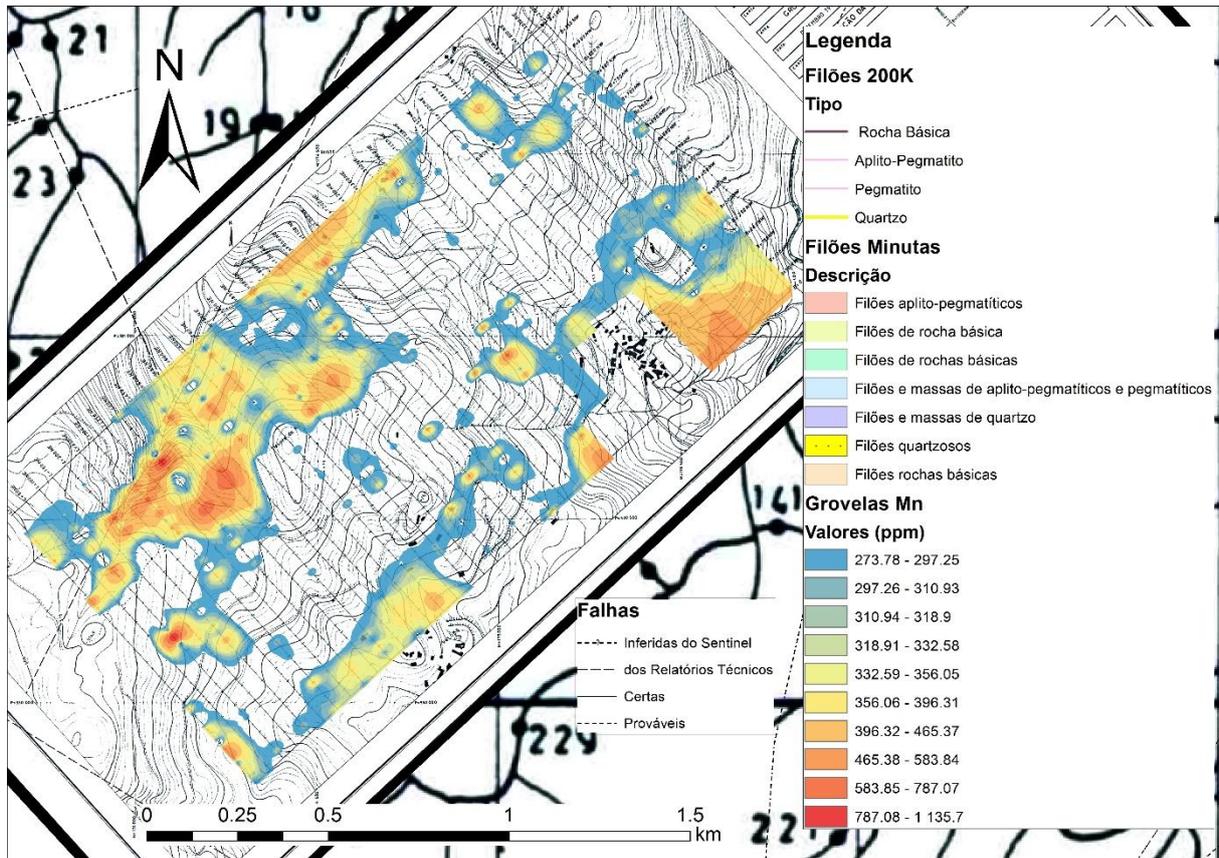


Figura VII.41 – Mapa de isotores para o Mn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

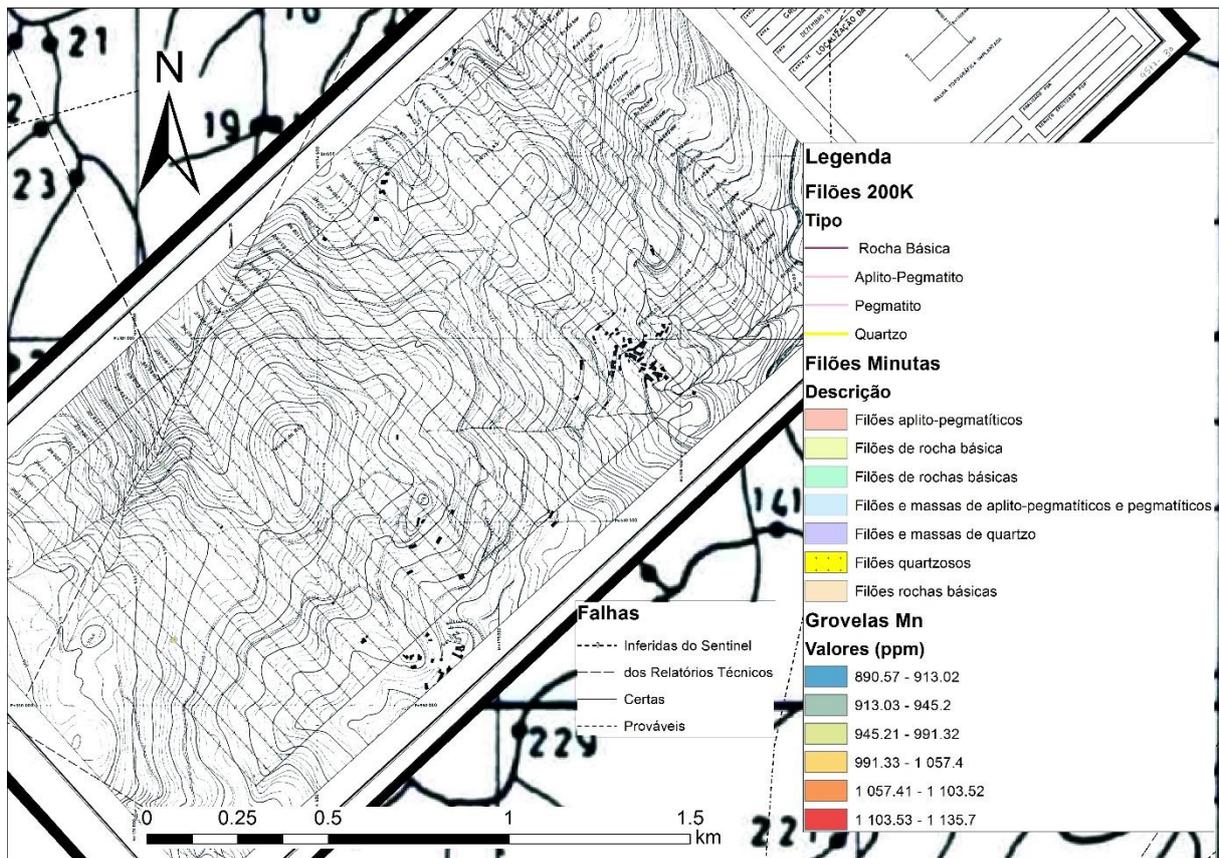


Figura VII.42 – Mapa de isotores para o Mn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

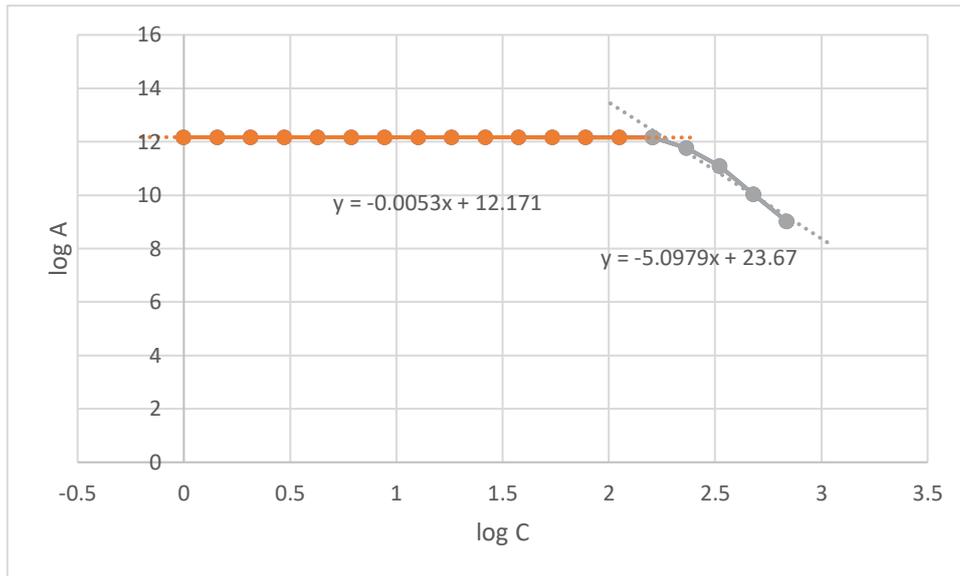


Figura VII.43 - Multifractal do Ni para geoquímica de solos – Grovelas

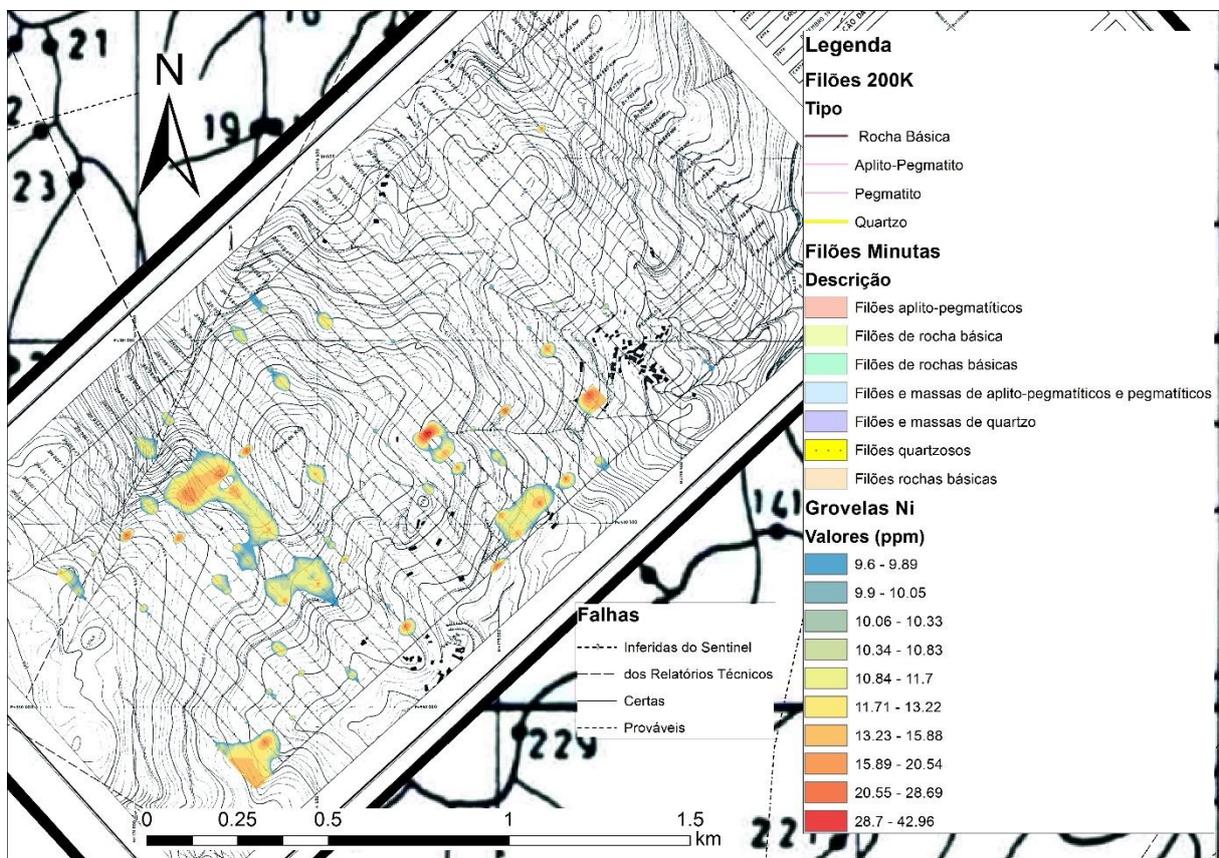


Figura VII.44 – Mapa de isoteores para o Ni com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

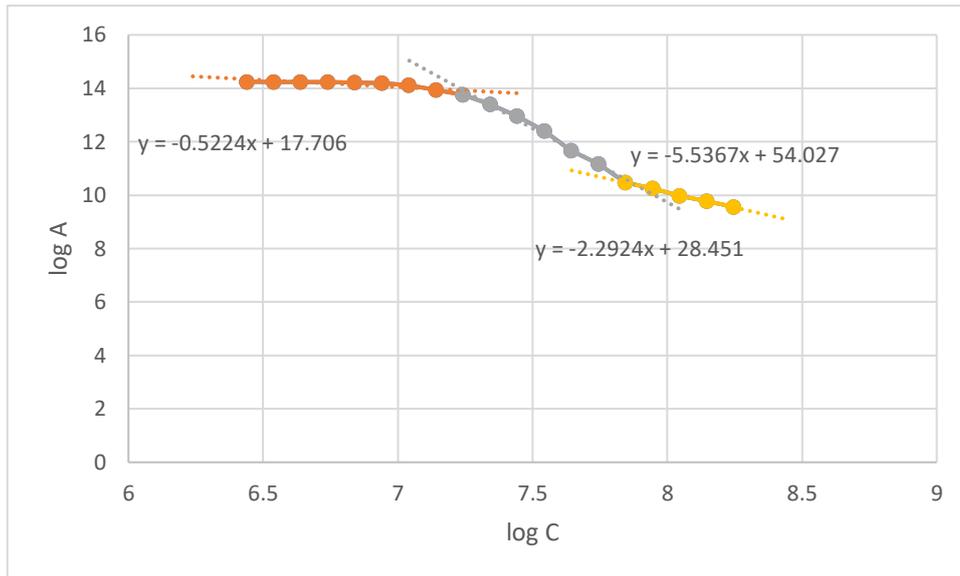


Figura VII.45 - Multifractal do P para geoquímica de solos – Grovelas

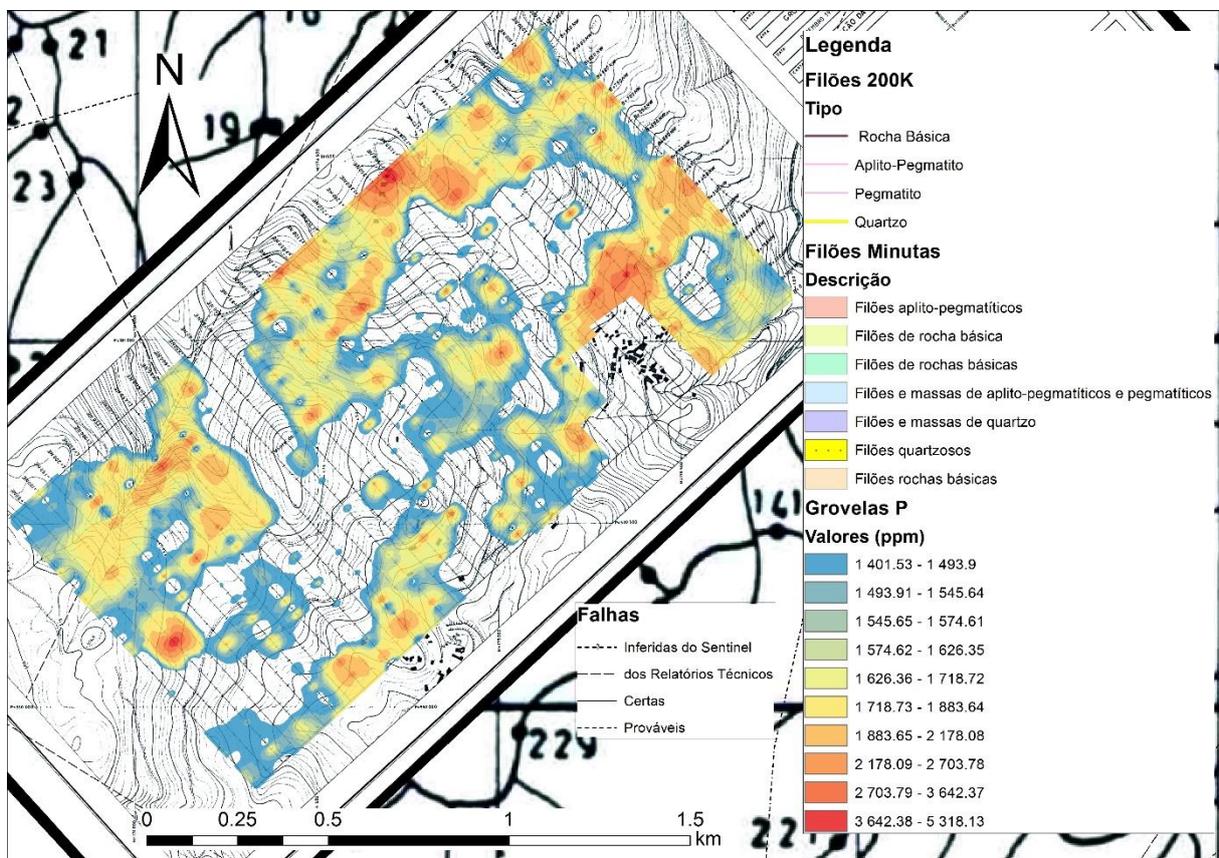


Figura VII.46 – Mapa de isoteores para o P com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

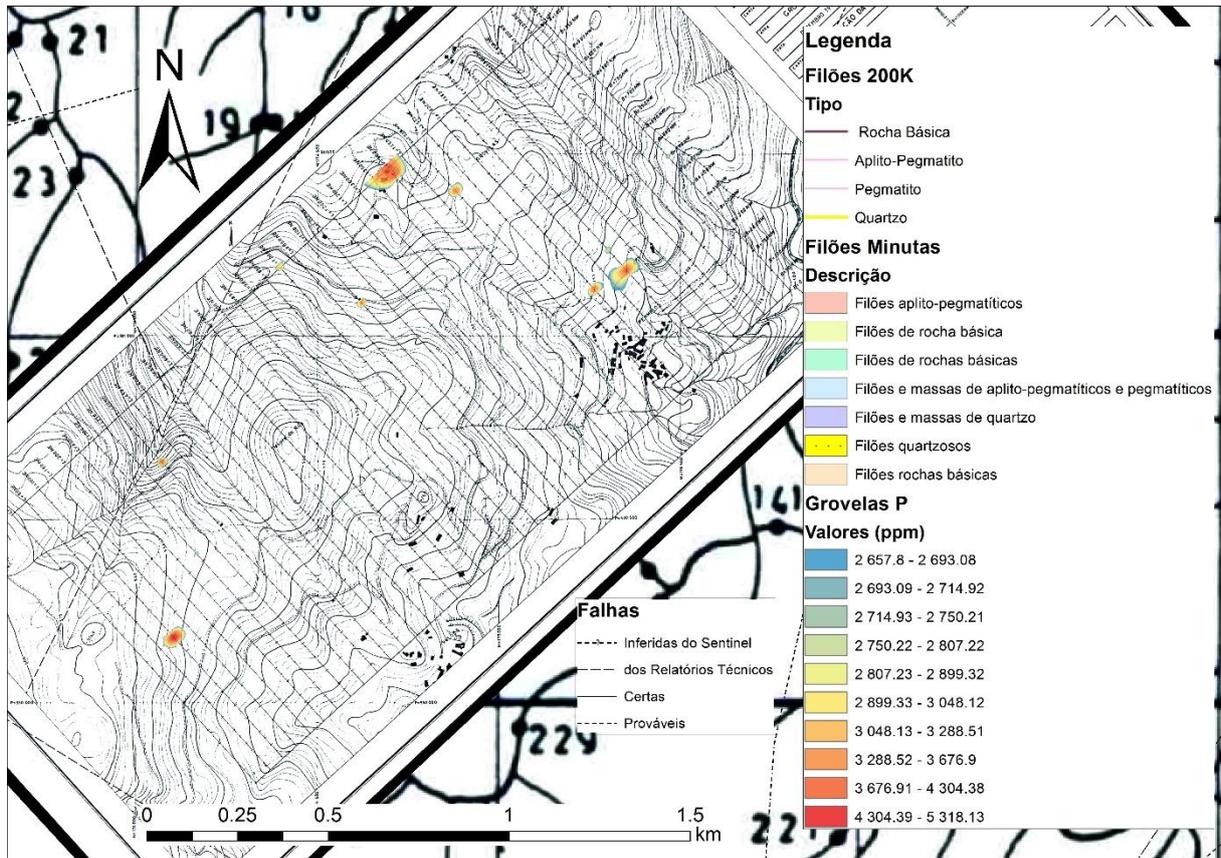


Figura VII.47 – Mapa de isotores para o P com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

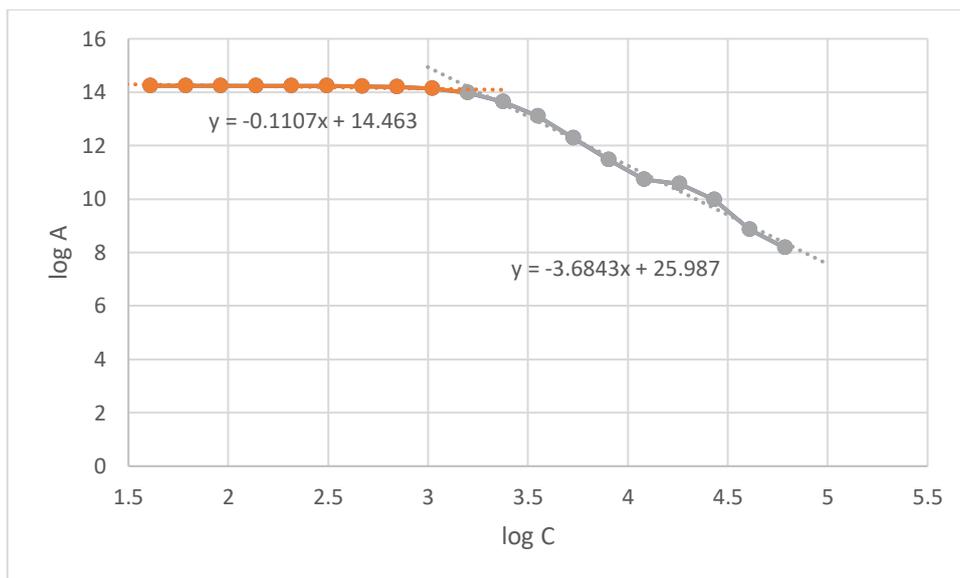


Figura VII.48 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Grovelas

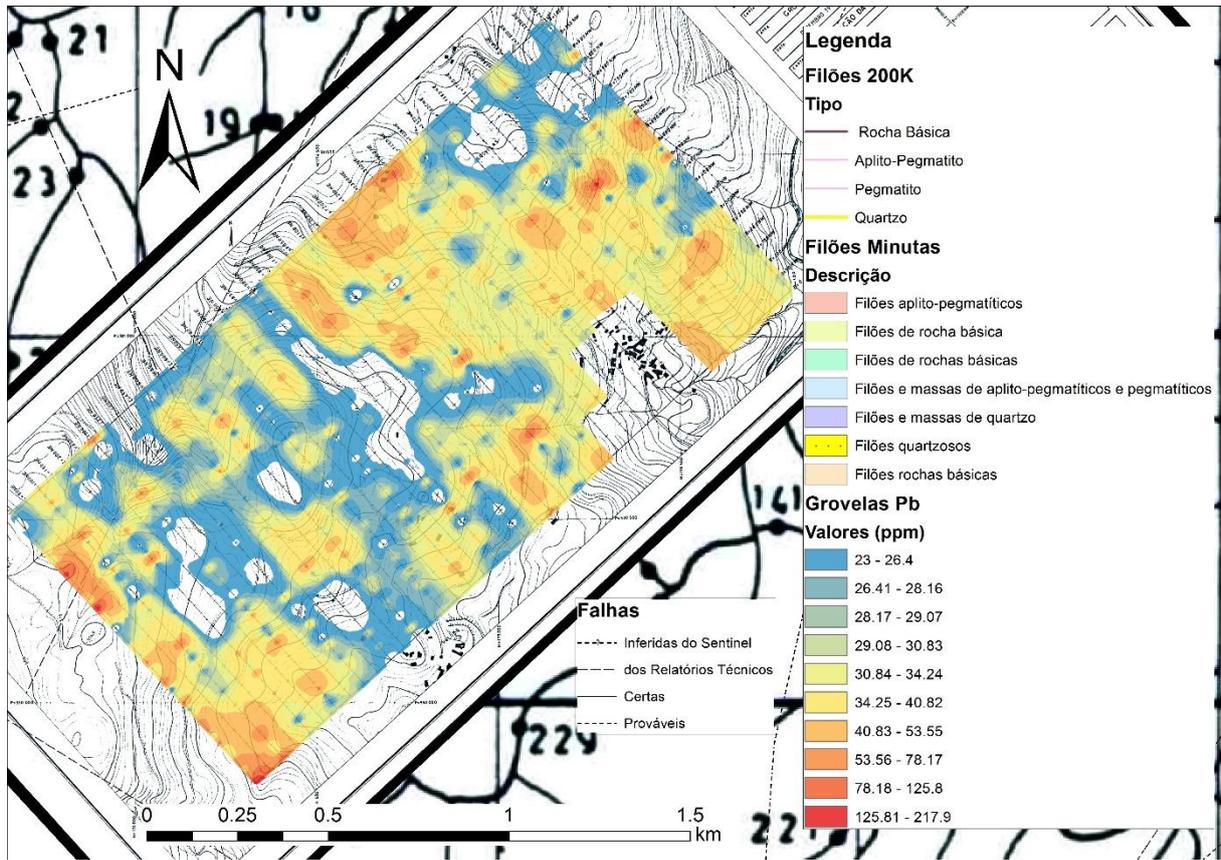


Figura VII.49 – Mapa de isotores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

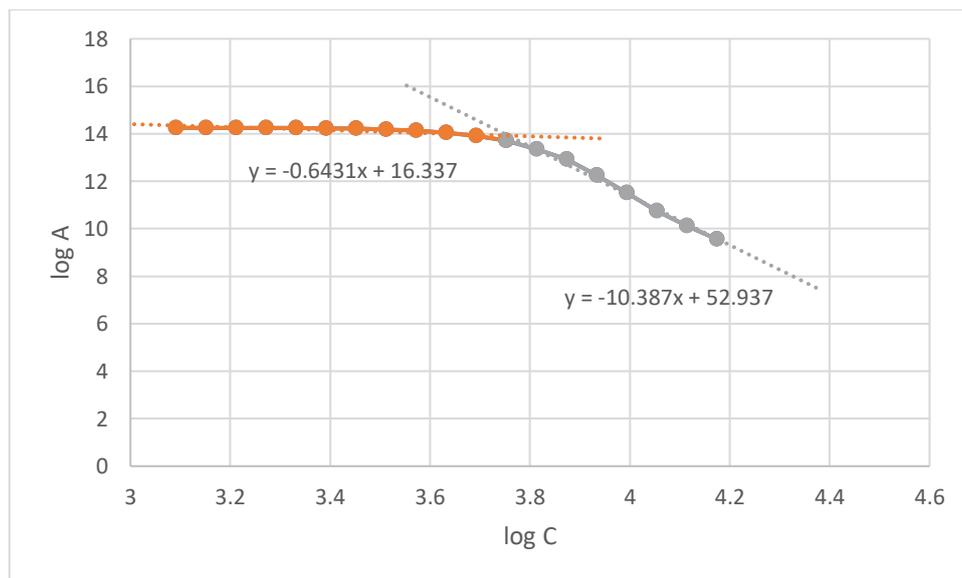


Figura VII.50 - Multifractal do V para geoquímica de solos – Grovelas

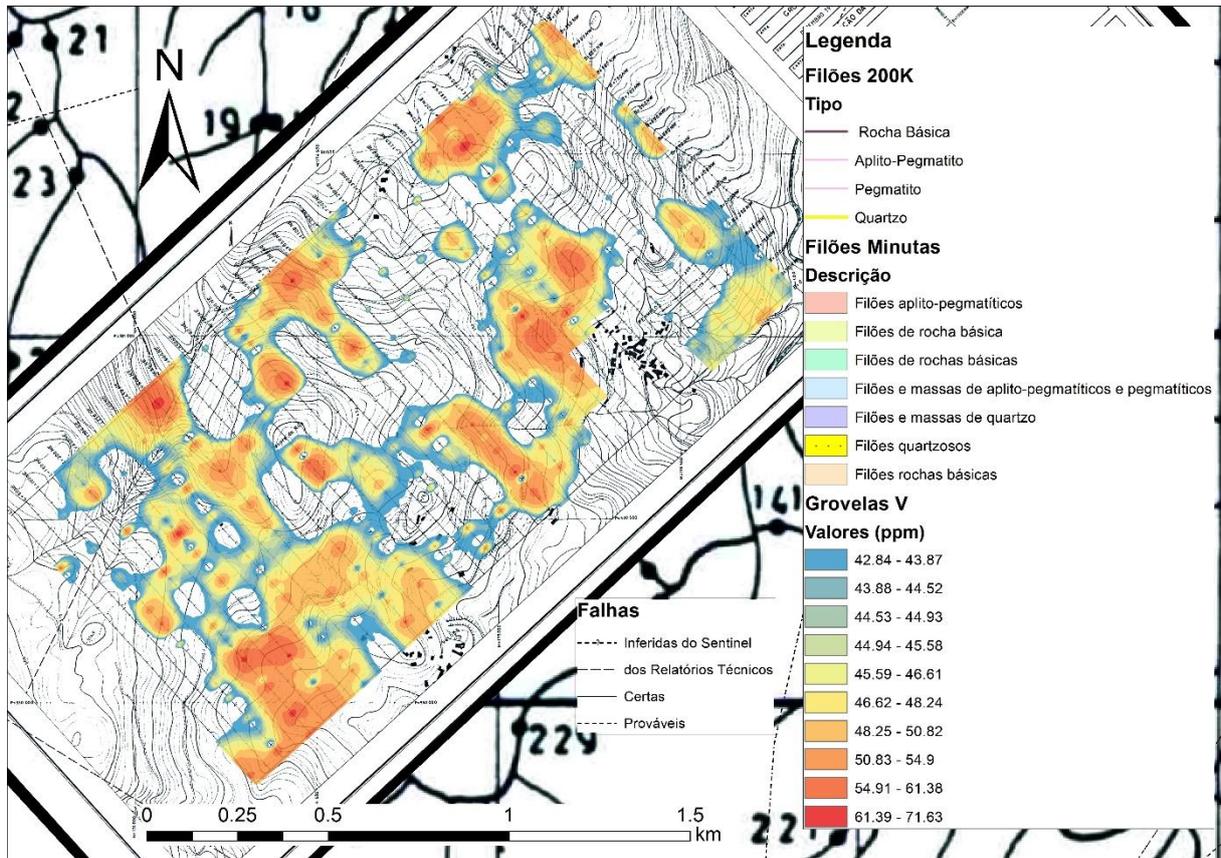


Figura VII.51 – Mapa de isotores para o V com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

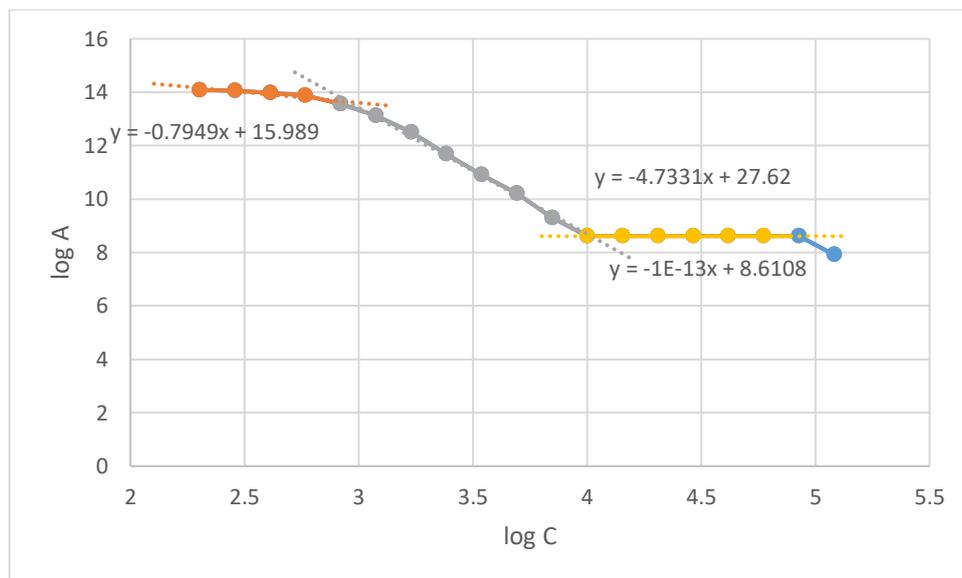


Figura VII.52 - Multifractal do Y para geoquímica de solos – Grovelas

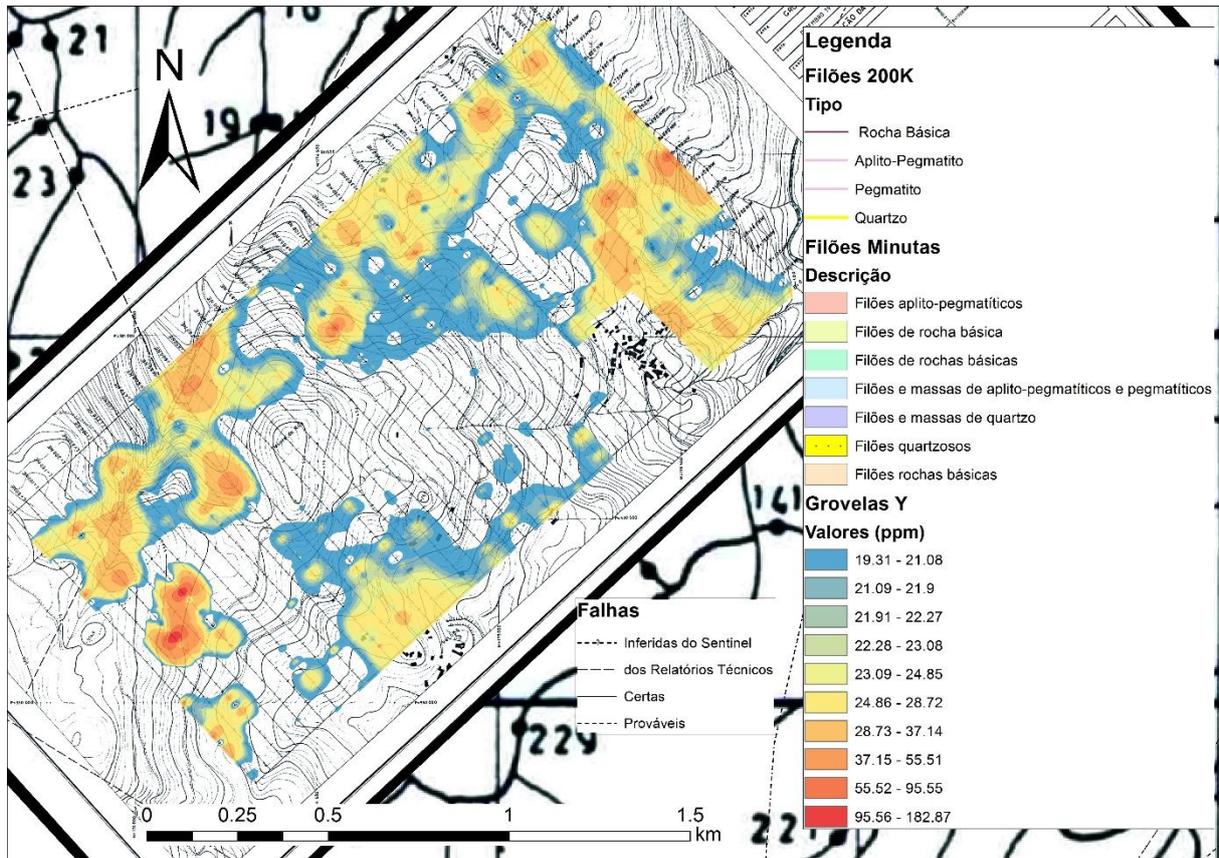


Figura VII.53 – Mapa de isotores para o Y com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

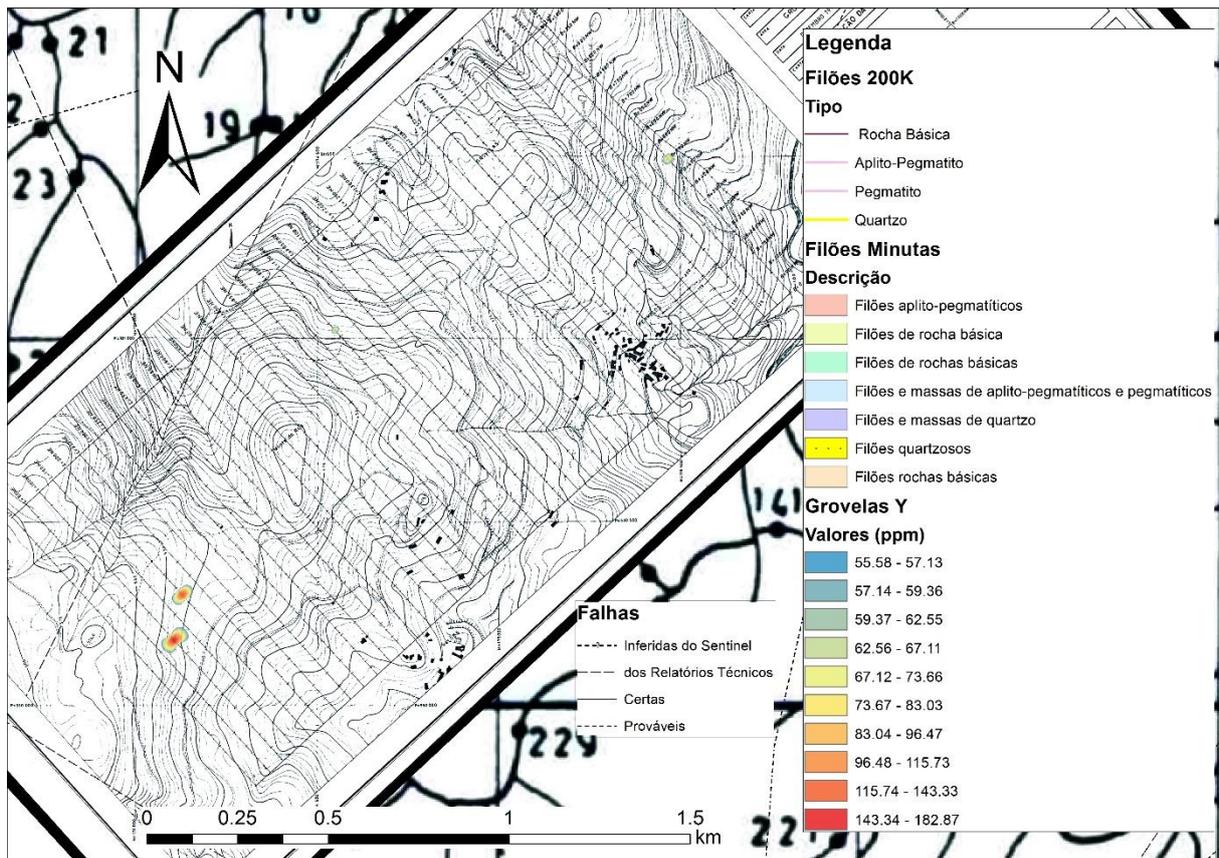


Figura VII.54 – Mapa de isotores para o Y com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

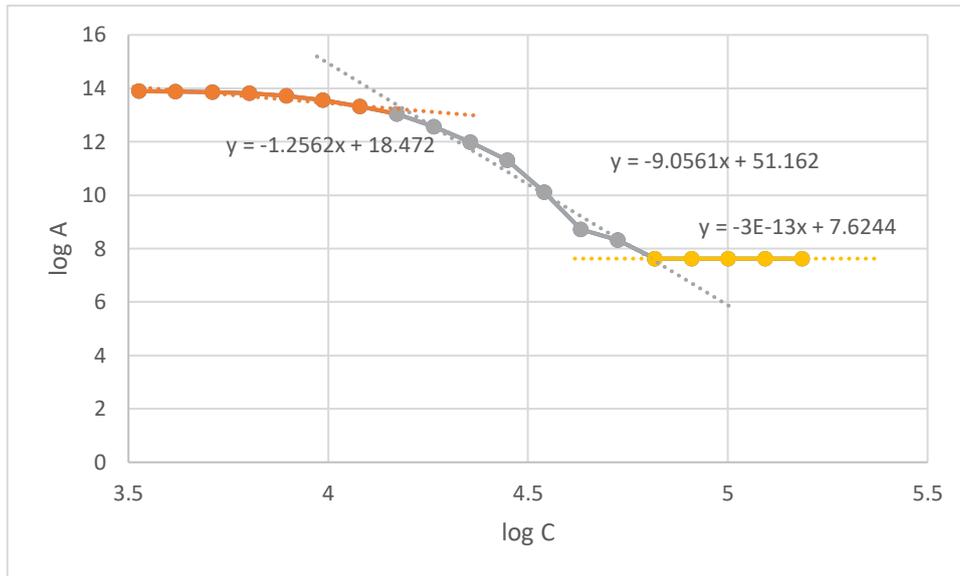


Figura VII.55 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Grovelas

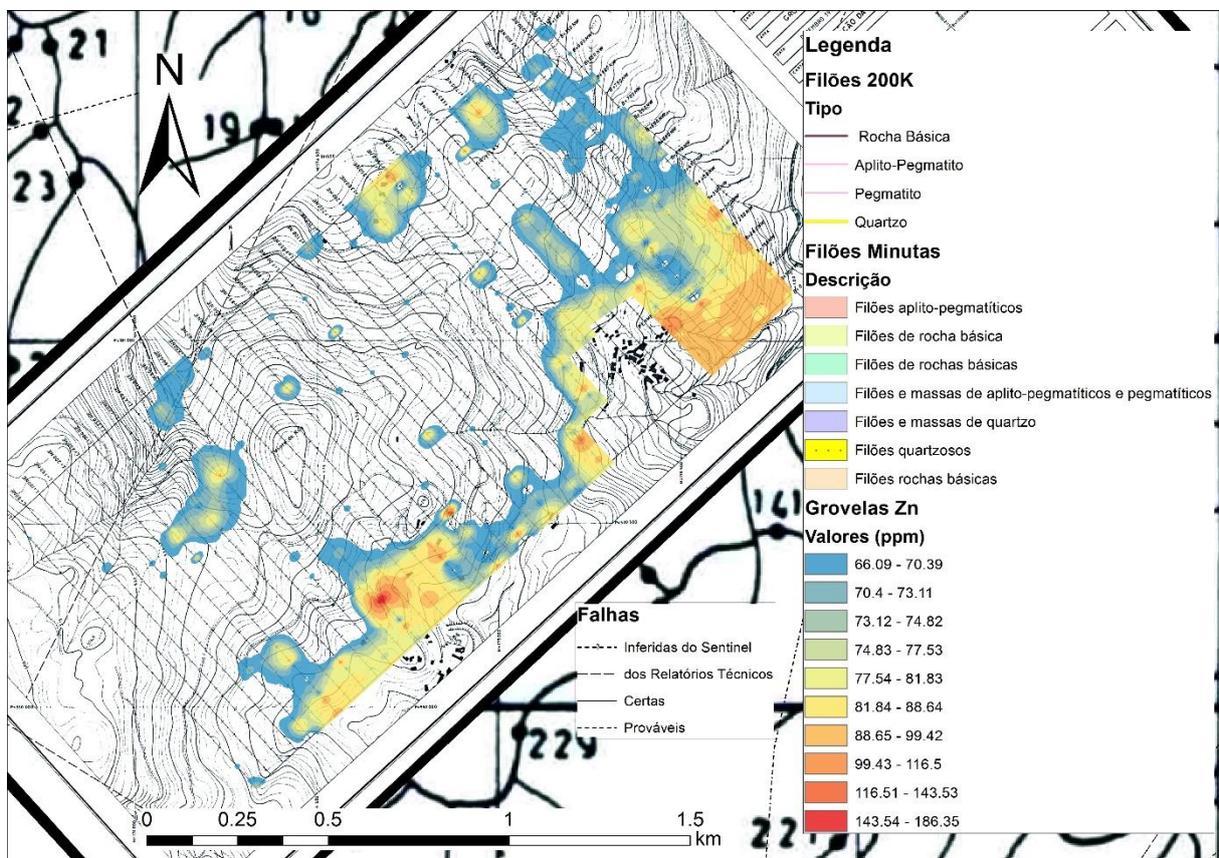


Figura VII.56 – Mapa de isotores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

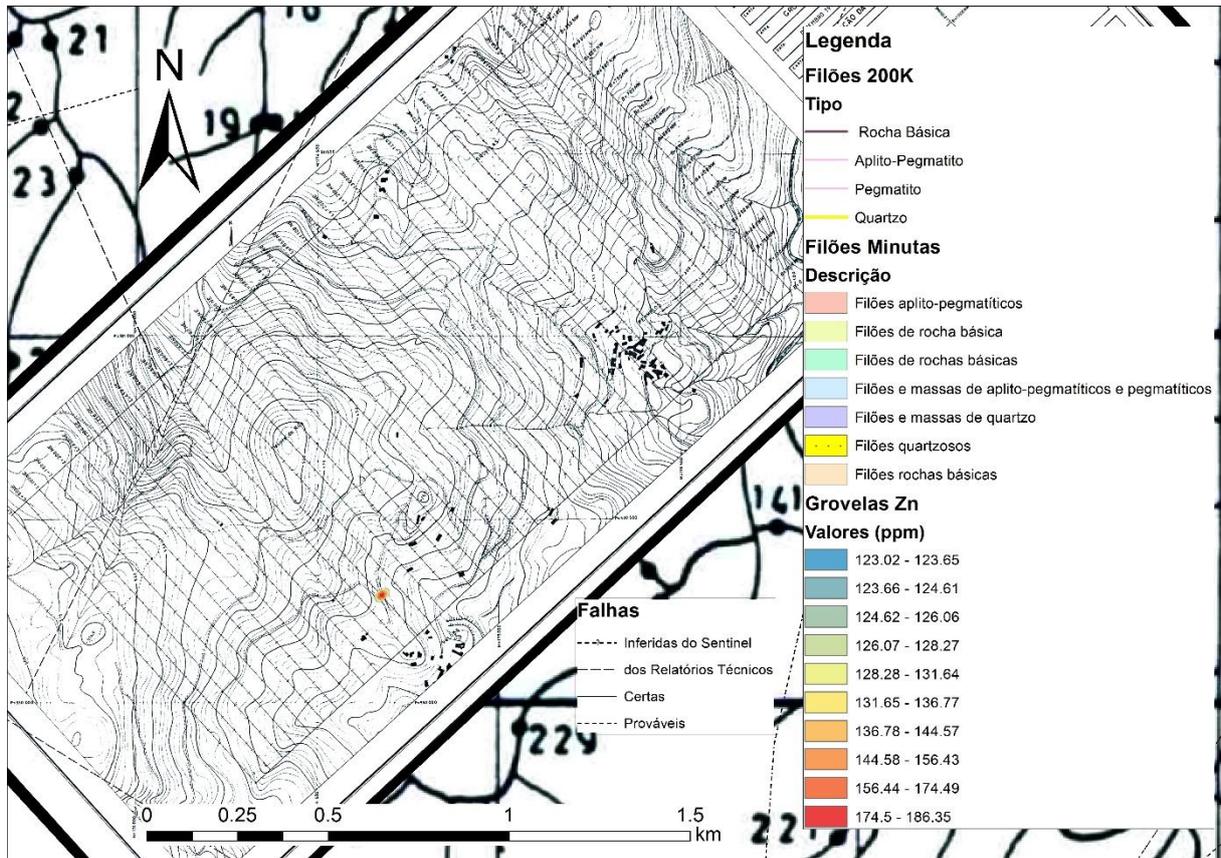


Figura VII.57 – Mapa de isotores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Grovelas

### Geoquímica de solos (Marrancos)

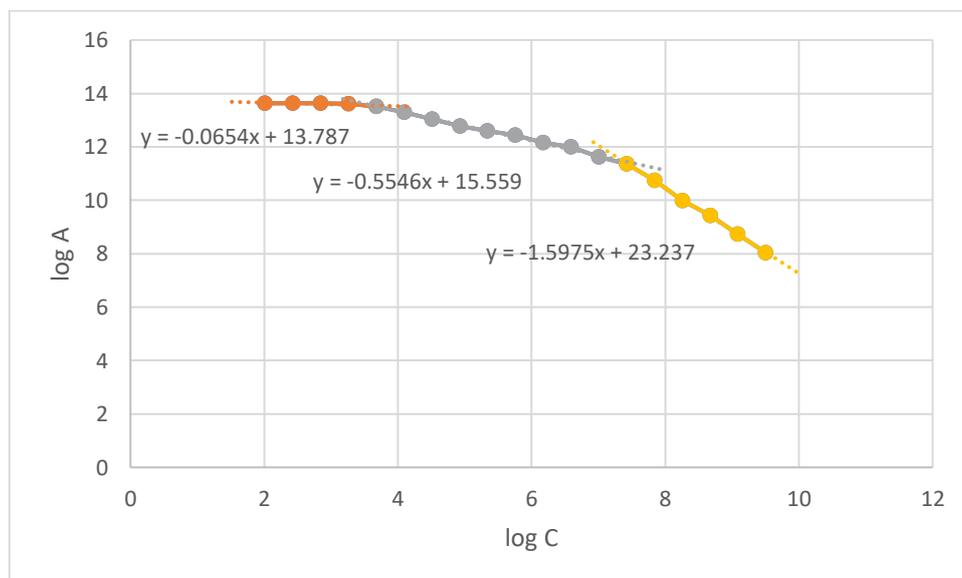


Figura VII.58 - Multifractal do As para geoquímica de solos – Marrancos

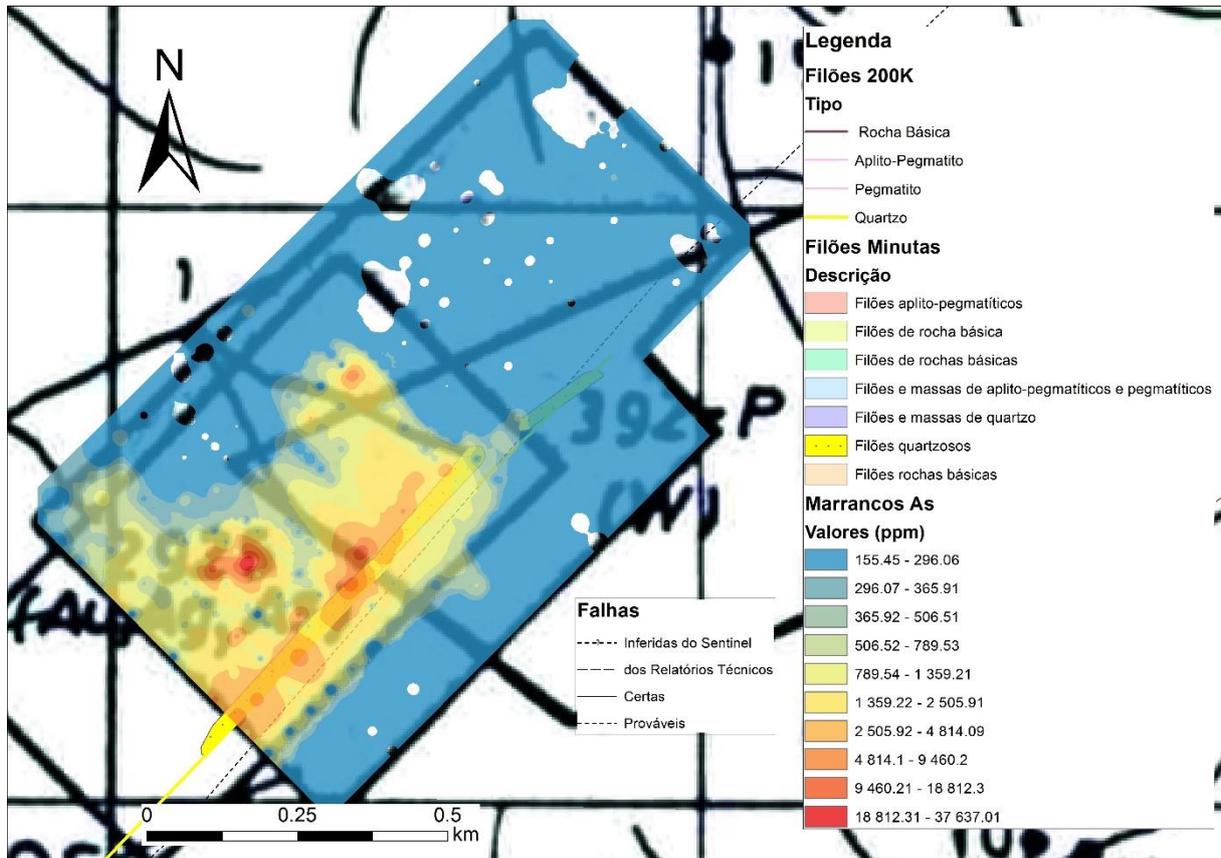


Figura VII.59 – Mapa de isotores para o As com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

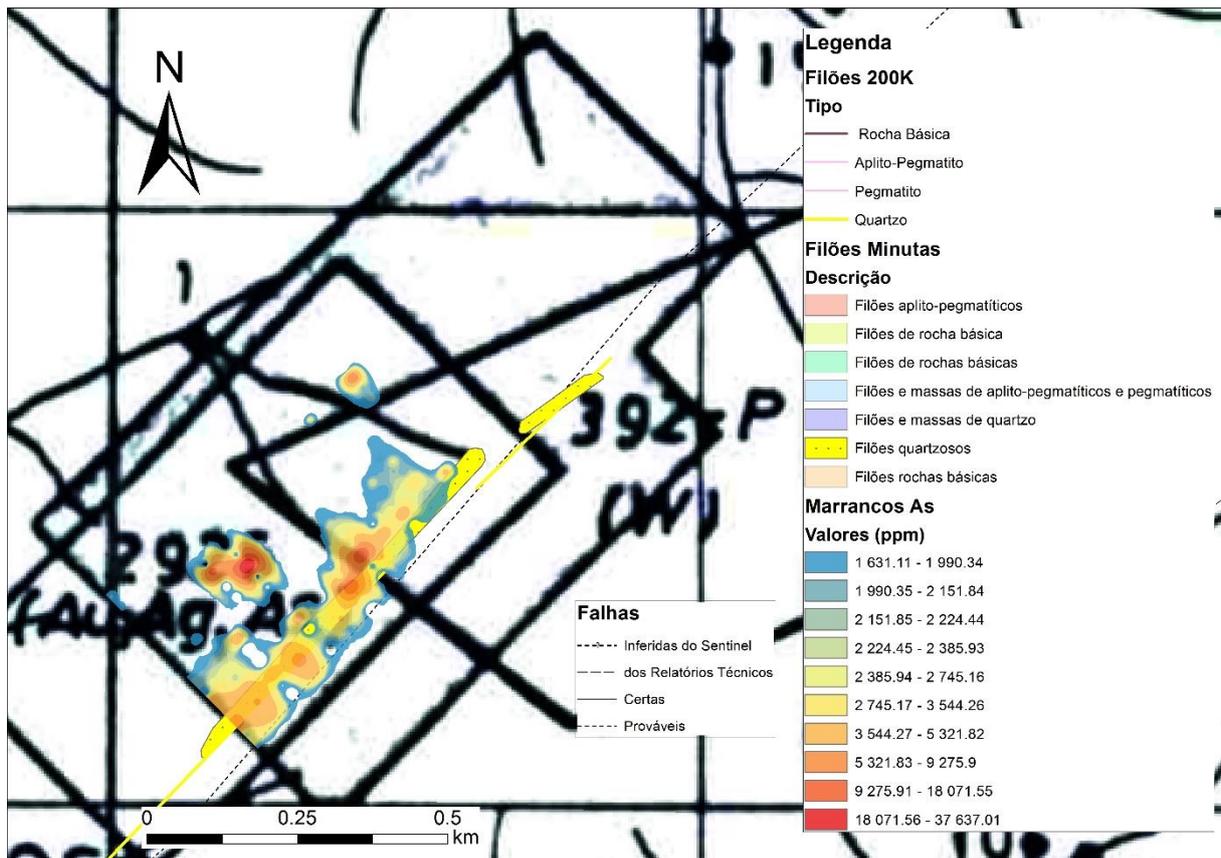


Figura VII.60 – Mapa de isotores para o As com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

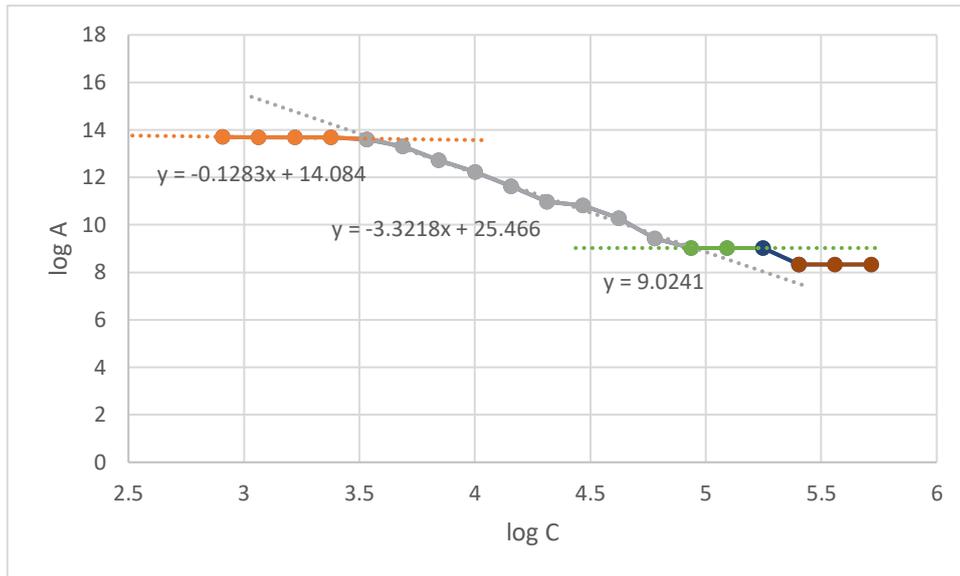


Figura VII.61 - Multifractal do Cu para geoquímica de solos – Marrancos

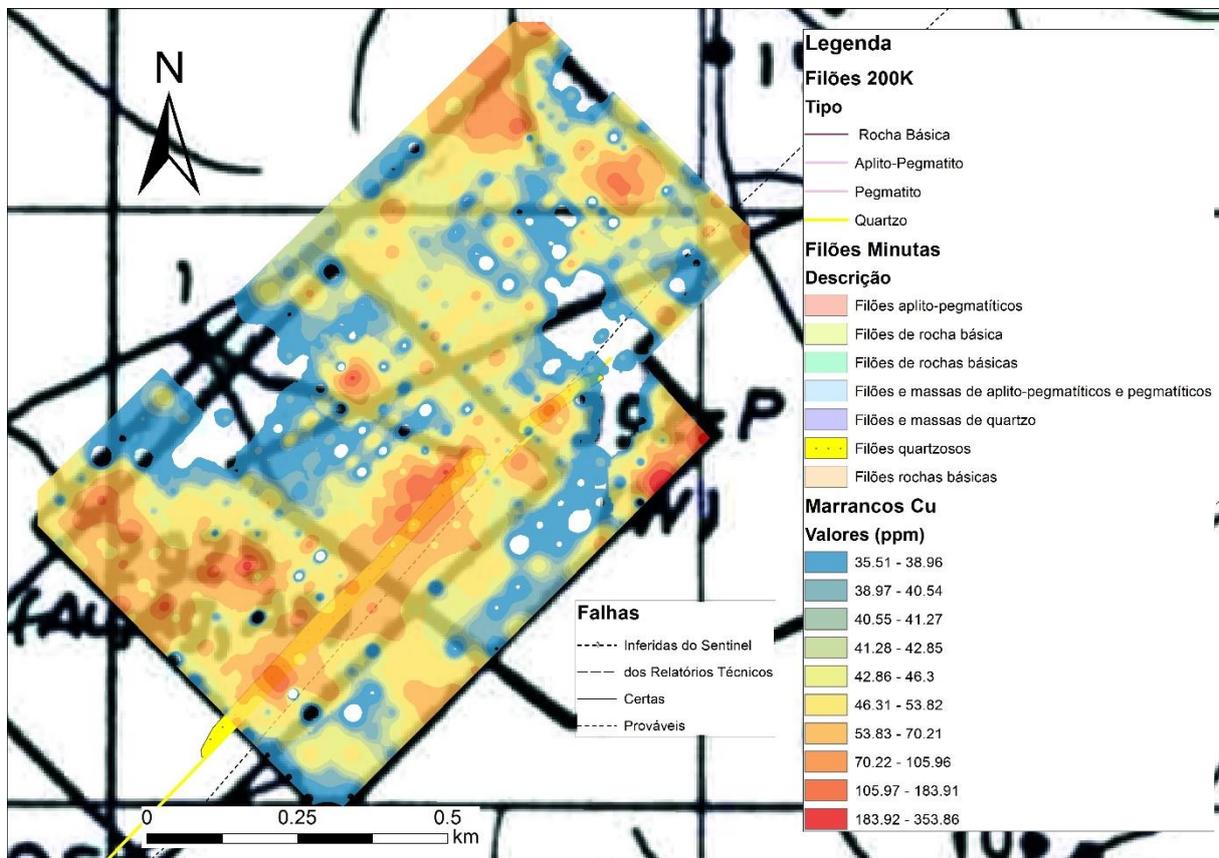


Figura VII.62 – Mapa de isoteores para o Cu com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

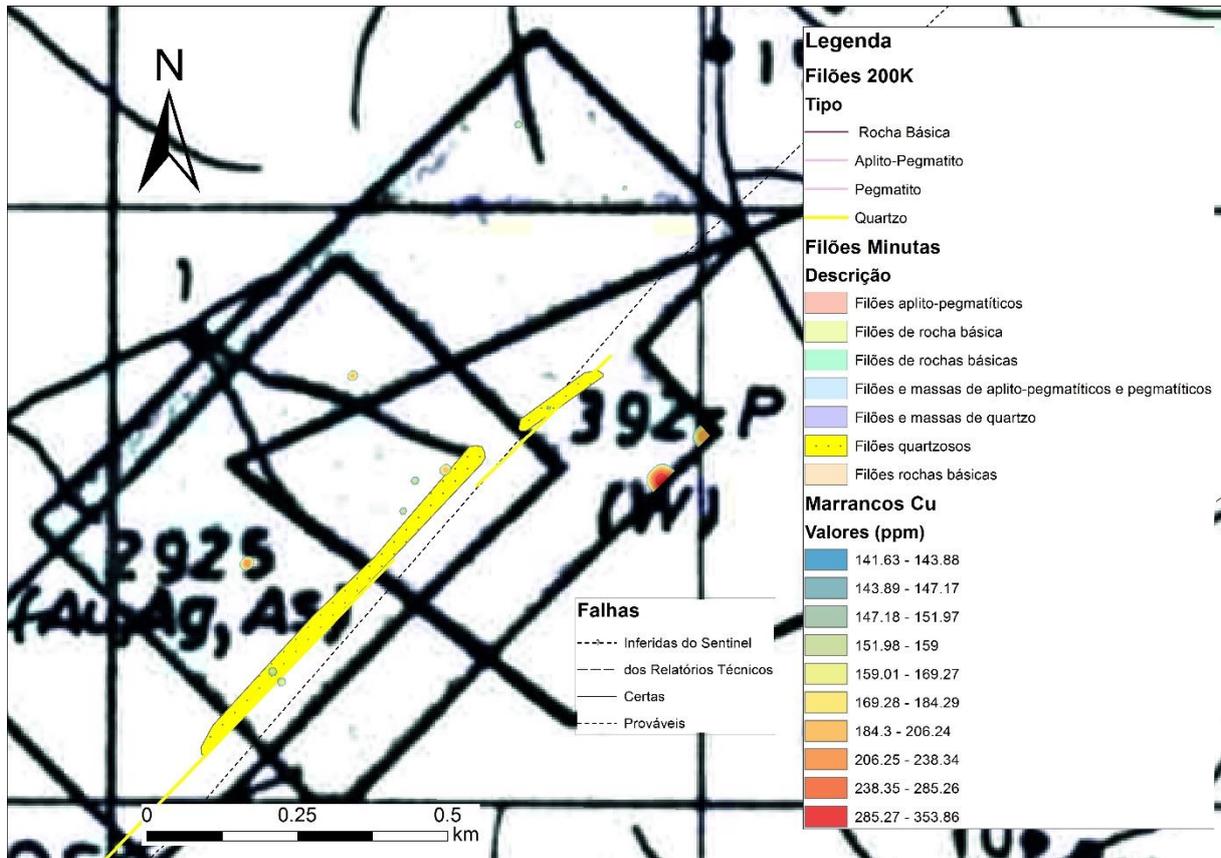


Figura VII.63 – Mapa de isotores para o Cu com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

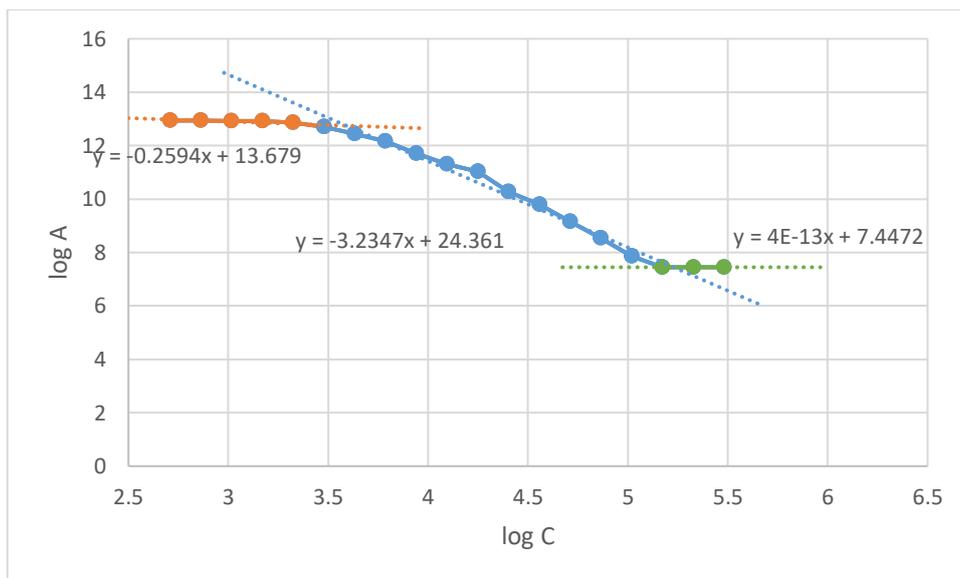


Figura VII.64 - Multifractal do Pb para geoquímica de solos – Marrancos

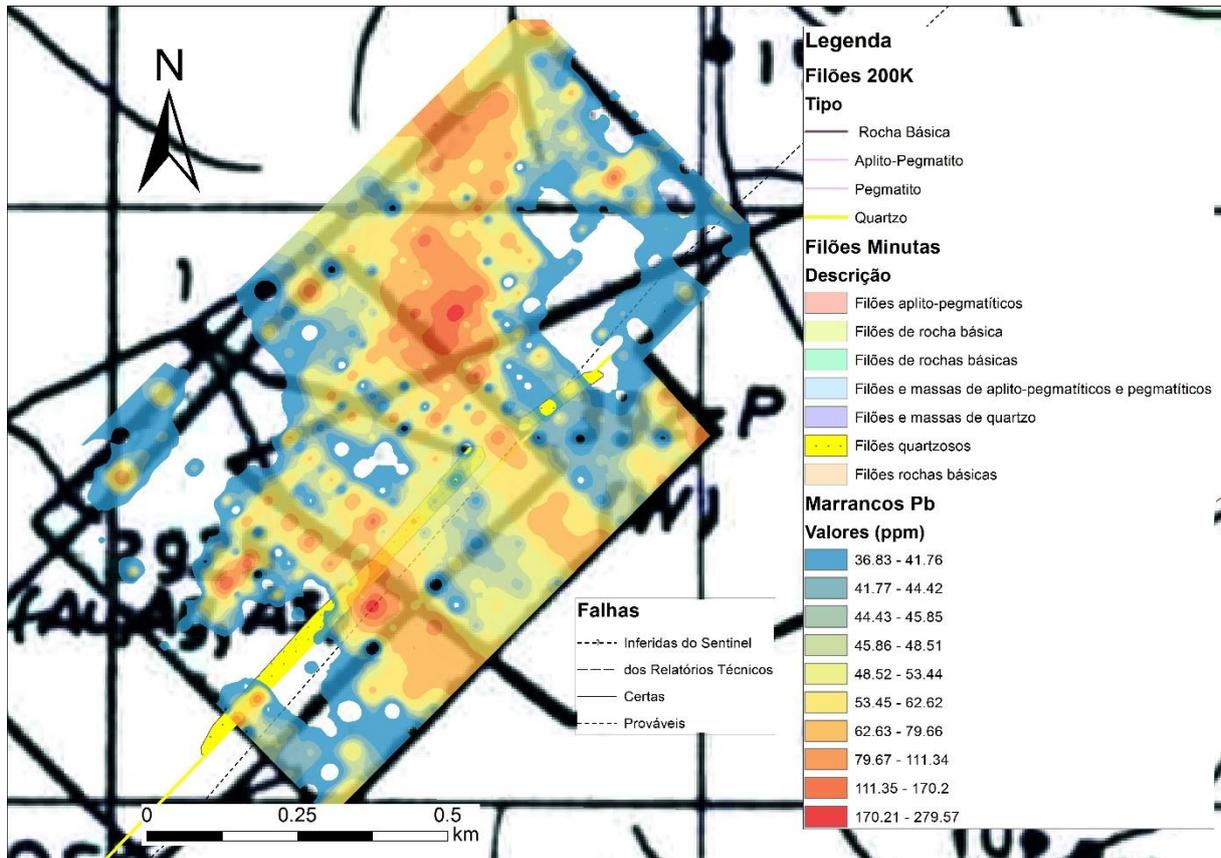


Figura VII.65 – Mapa de isotores para o Pb com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

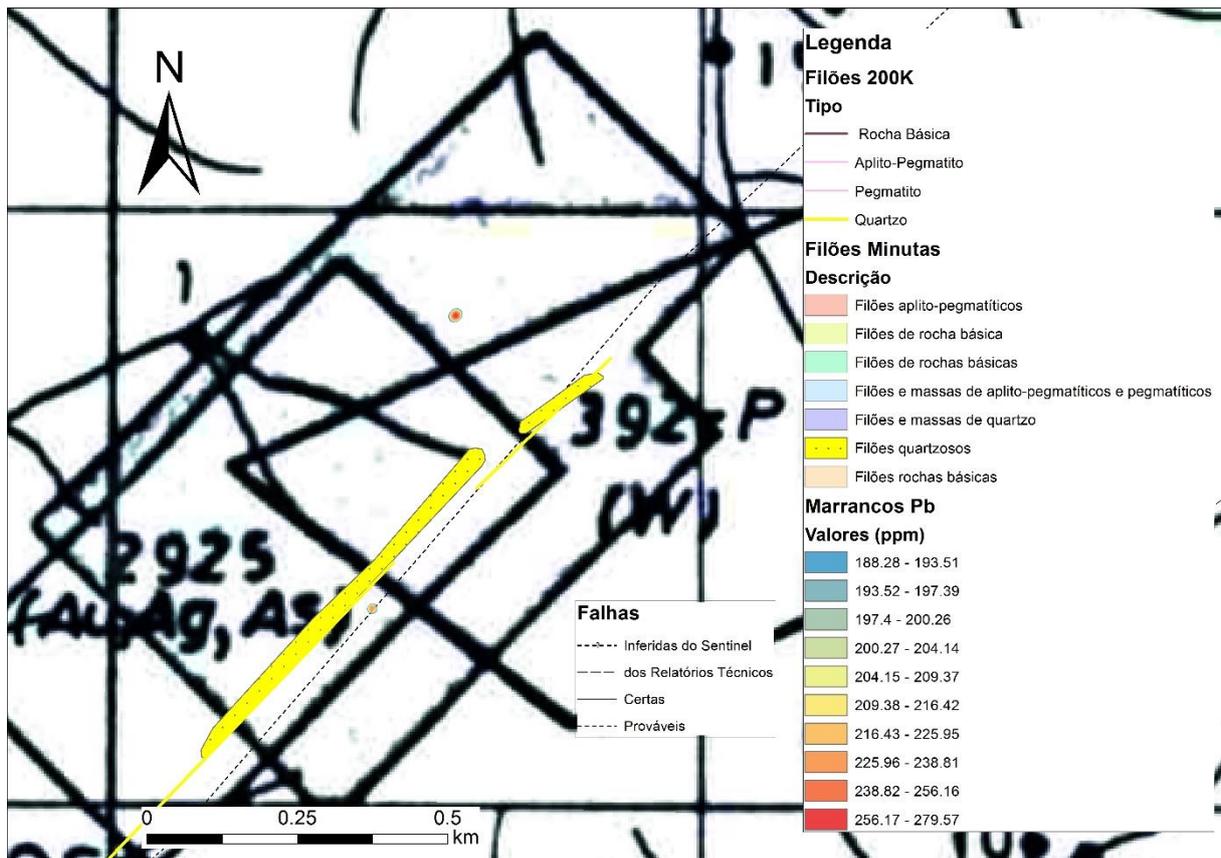


Figura VII.66 – Mapa de isotores para o Pb com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

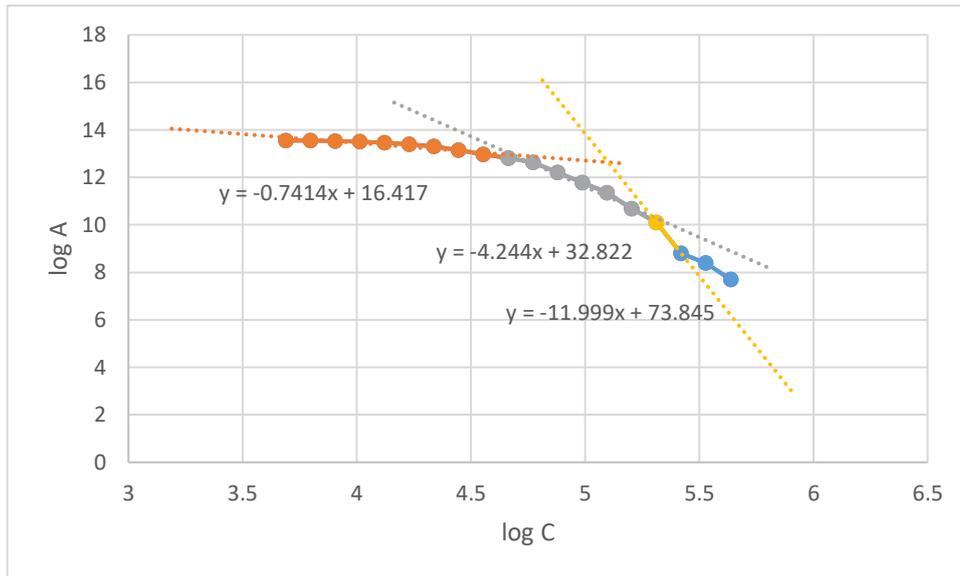


Figura VII.67 - Multifractal do Zn para geoquímica de solos – Marrancos

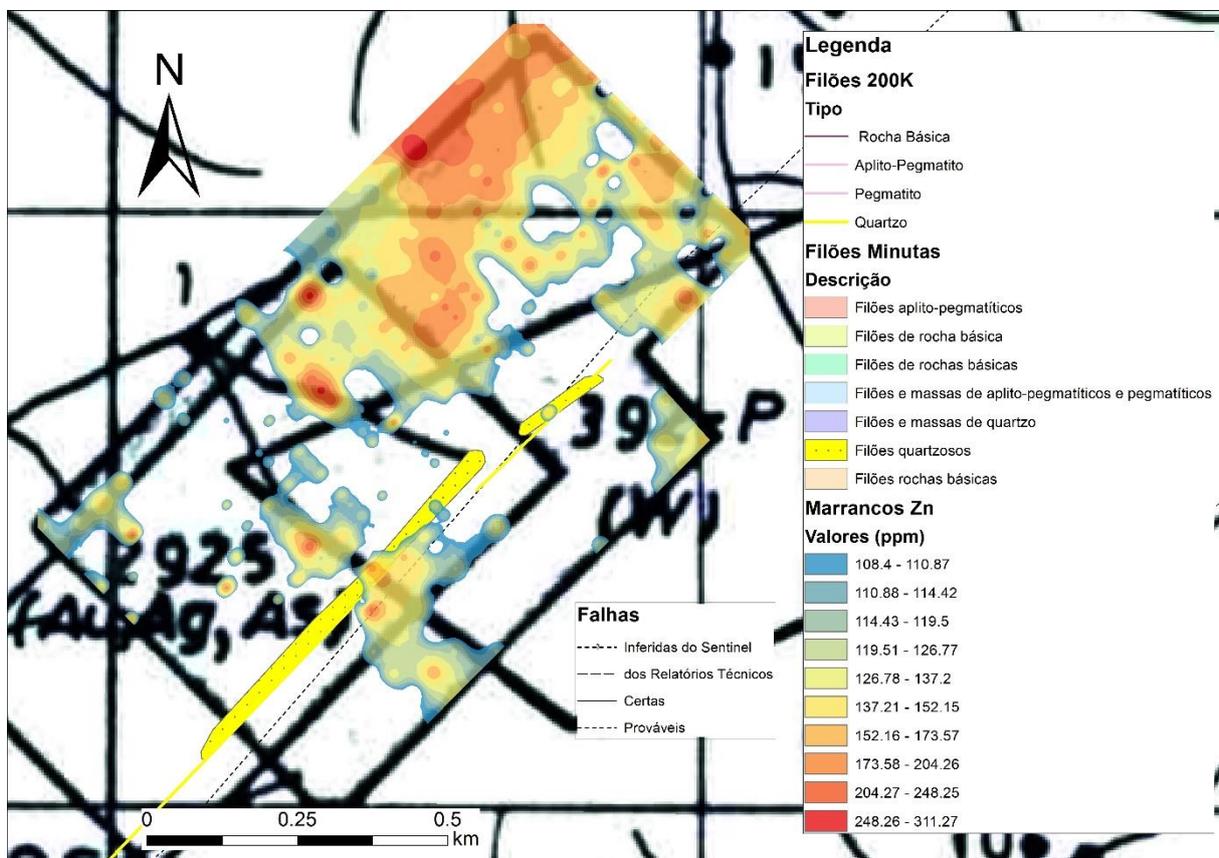


Figura VII.68 – Mapa de isotores para o Zn com o 1º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

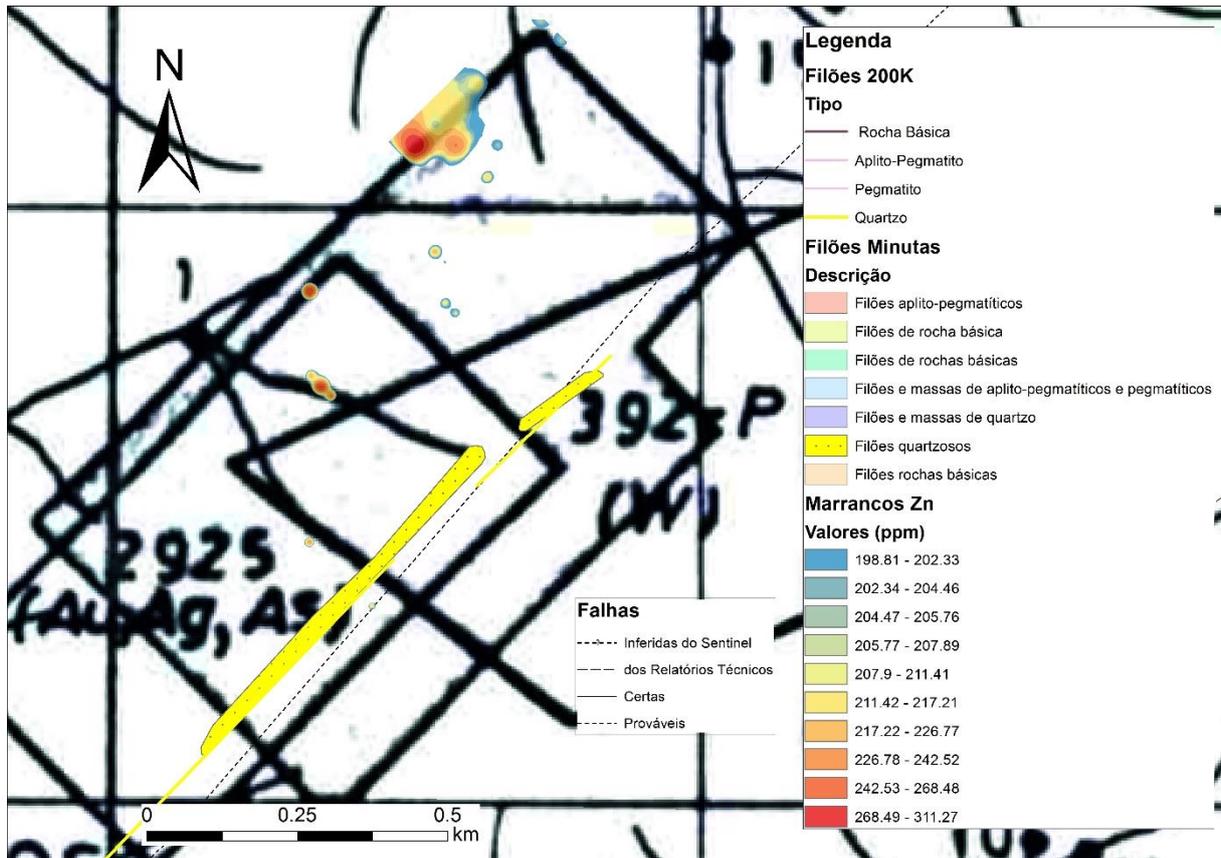


Figura VII.69 – Mapa de isotores para o Zn com o 2º limiar dos dados de geoquímica de solos – Marrancos

## VIII. Litogeoquímica

Tabela VIII.1 - Elementos maiores e menores das amostras de rocha granitóide analisadas por fluorescência de Raio-X.

Amostra:		CC1	G3	G4	G5	G5	G7	GR1	GR1
F	(%)	0.307	0.187	0.225	0.161	0.118	0.109	0.164	0.090
Na2O	(%)	0.174	1.471	0.888	0.795	0.862	1.637	1.999	1.964
MgO	(%)	0.684	1.206	0.709	ND	ND	0.535	1.791	1.806
Al2O3	(%)	22.078	20.237	15.989	16.176	15.901	16.122	20.092	19.688
SiO2	(%)	64.481	62.564	70.924	68.986	69.020	70.477	59.633	58.734
P2O5	(%)	0.036	0.311	0.219	0.205	0.196	0.331	0.668	0.704
SO3	(%)	0.019	0.219	0.056	0.081	0.106	0.076	0.083	0.131
Cl	(%)	0.009	0.024	0.014	0.016	0.023	0.017	0.027	0.030
K2O	(%)	7.714	6.177	7.669	10.082	10.291	7.398	6.730	6.314
CaO	(%)	0.022	0.230	0.071	0.056	0.066	0.155	1.142	1.039
Sc	(ppm)	ND	6.4	ND	ND	ND	ND	6.9	7.0
TiO2	(%)	0.150	0.461	0.264	0.240	0.269	0.240	1.017	0.941
V	(ppm)	ND	44.9	13.9	11.2	11.6	8.9	58.2	58.4
Cr	(ppm)	16.8	43.8	19.3	17.8	18.5	15.4	44.6	31.8
MnO	%	0.012	0.029	0.004	0.003	0.003	0.006	0.055	0.053
Fe2O3	(%)	1.590	3.612	0.965	1.290	1.308	0.997	5.753	5.273
Co	(ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.2	8.7
Ni	(ppm)	ND	7.6	ND	ND	ND	ND	6.1	6.6
Cu	(ppm)	11.1	31.5	6.0	6.0	8.7	11.7	21.3	21.7
Zn	(ppm)	13.2	32.9	5.0	4.7	5.9	5.8	53.2	51.4
Ga	(ppm)	57.4	22.6	20.7	15.0	14.4	15.4	23.7	22.1
Ge	(ppm)	ND							
As	(%)	0.034	0.394	0.235	0.414	0.424	0.171	0.478	0.427
Se	(ppm)	ND	1.5	ND	1.0	ND	1.0	ND	ND
Br	(ppm)	ND	3.5	1.7	2.5	3.2	1.0	3.3	3.1
Rb	(%)	0.061	0.035	0.036	0.042	0.046	0.034	0.044	0.040
Sr	(ppm)	2.5	56.6	39.9	57.6	60.2	54.4	162.6	210.0
Y	(ppm)	ND	4.2	15.9	3.3	6.1	5.4	22.3	20.1
Zr	(ppm)	11.3	210.0	77.0	65.0	69.6	70.7	350.0	300.0
Nb	(ppm)	11.6	15.6	8.4	6.5	7.1	9.4	19.8	19.2
Mo	(ppm)	0.8	1.2	ND	0.9	ND	0.9	1.0	0.9
Ag	(ppm)	ND							
Cd	(ppm)	ND							
Sn	(ppm)	28.0	21.3	27.8	15.1	16.2	19.8	10.8	10.6
Sb	(ppm)	ND							

Tabela VIII.2 - Elementos maiores e menores das amostras de rocha granitóide analisadas por fluorescência de Raio-X. (cont.)

<b>Amostra:</b>	<b>CC1</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G5</b>	<b>G7</b>	<b>GR1</b>	<b>GR1</b>
<b>Te</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>I</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Cs</b> (ppm)	13.5	17.0	7.8	6.2	7.8	10.0	11.9	12.7
<b>Ba</b> (%)	0.018	0.038	0.031	0.049	0.050	0.027	0.070	0.074
<b>La</b> (ppm)	ND	13.3	10.1	12.3	ND	10.3	45.1	41.6
<b>Ce</b> (ppm)	ND	48.5	26.0	44.8	47.1	31.0	240.0	112.3
<b>Nd</b> (ppm)	ND	12.4	10.7	7.7	11.8	14.4	41.9	42.8
<b>Sm</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.6
<b>Yb</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.9	ND
<b>Hf</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Ta</b> (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>W</b> (ppm)	26.0	26.1	45.6	12.6	24.6	11.6	21.8	8.6
<b>Tl</b> (ppm)	2.7	2.5	2.9	2.6	ND	ND	2.5	2.6
<b>Pb</b> (ppm)	5.3	27.3	20.4	48.7	48.1	29.3	35.2	33.8
<b>Bi</b> (ppm)	ND	3.4	7.6	2.6	2.5	ND	6.0	5.8
<b>Th</b> (ppm)	ND	12.2	9.2	10.6	11.6	17.7	30.1	28.3
<b>U</b> (ppm)	4.6	7.9	6.1	6.7	6.6	5.5	6.6	6.3
<b>LOI</b> (%)	2.570	2.730	1.660	1.370	1.270	1.620	0.120	2.560

## IX. Mapas geofísicos

### Godinhaços

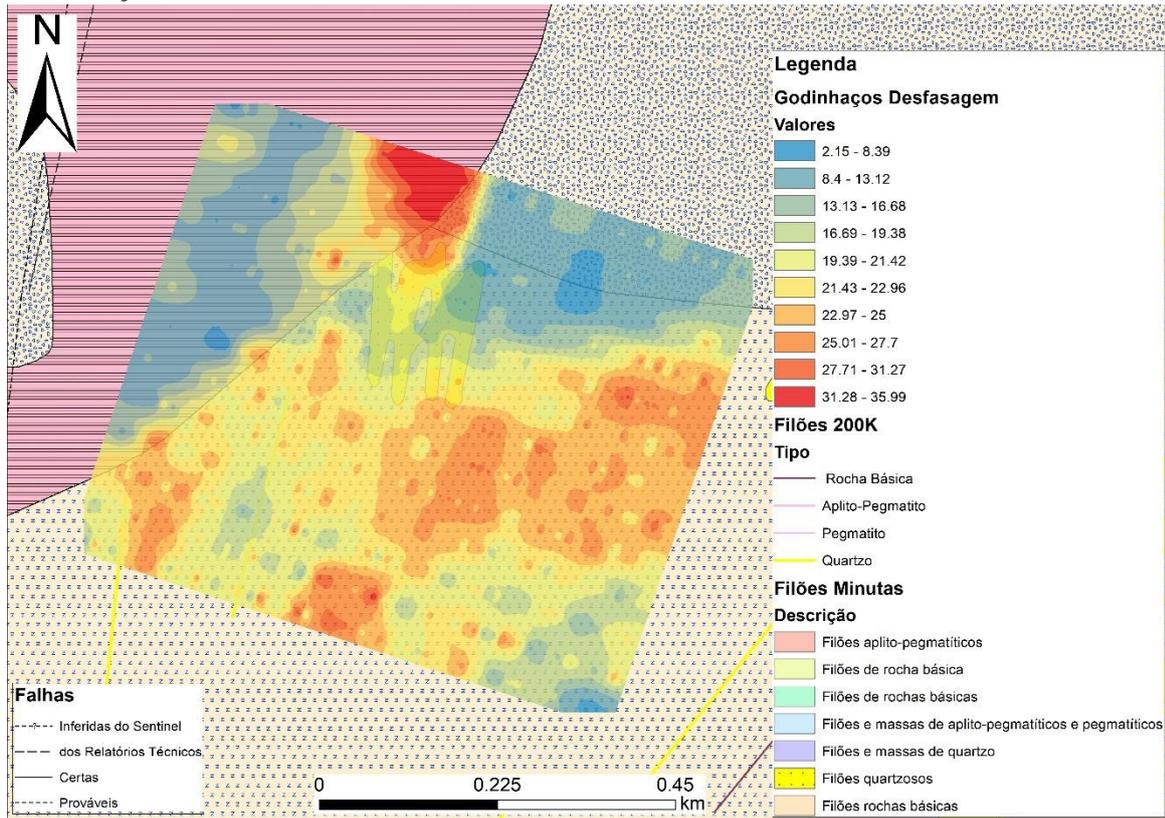


Figura IX.1 - Mapa de desfasagem para a área de Godinhaços

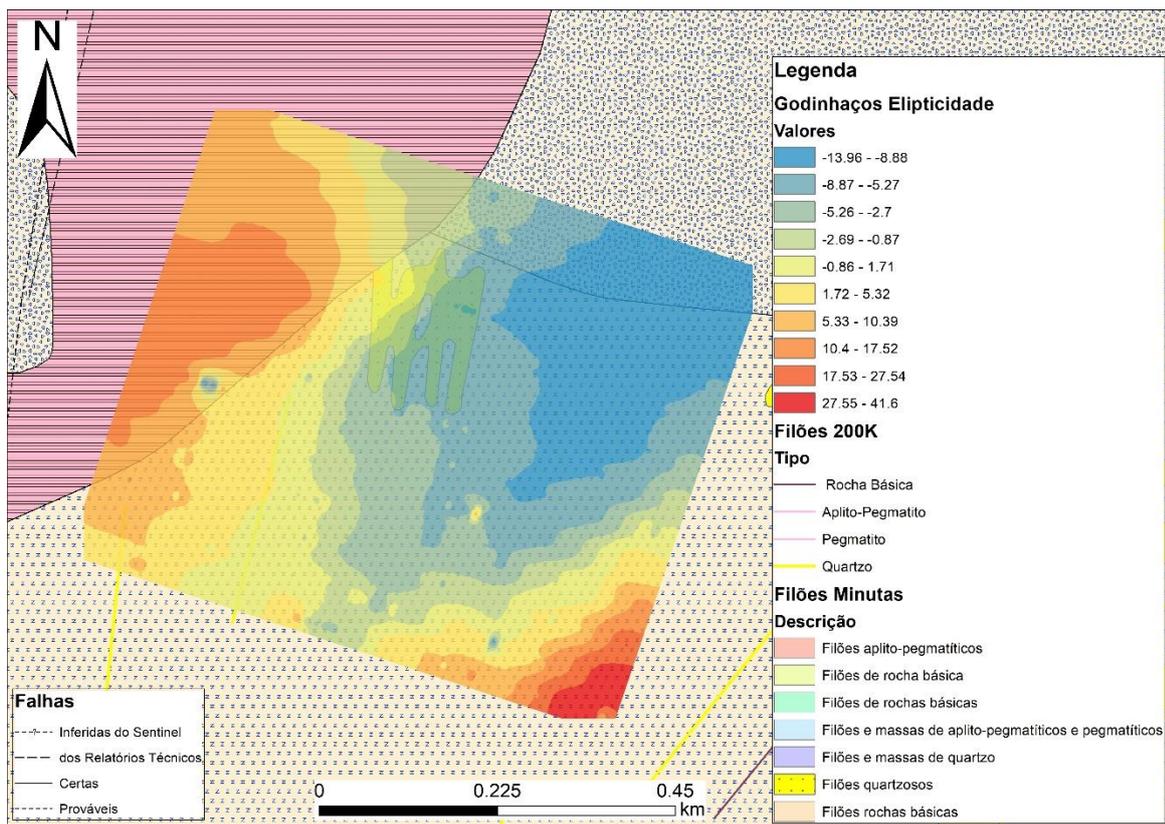


Figura IX.2 - Mapa de elipticidade para a área de Godinhaços

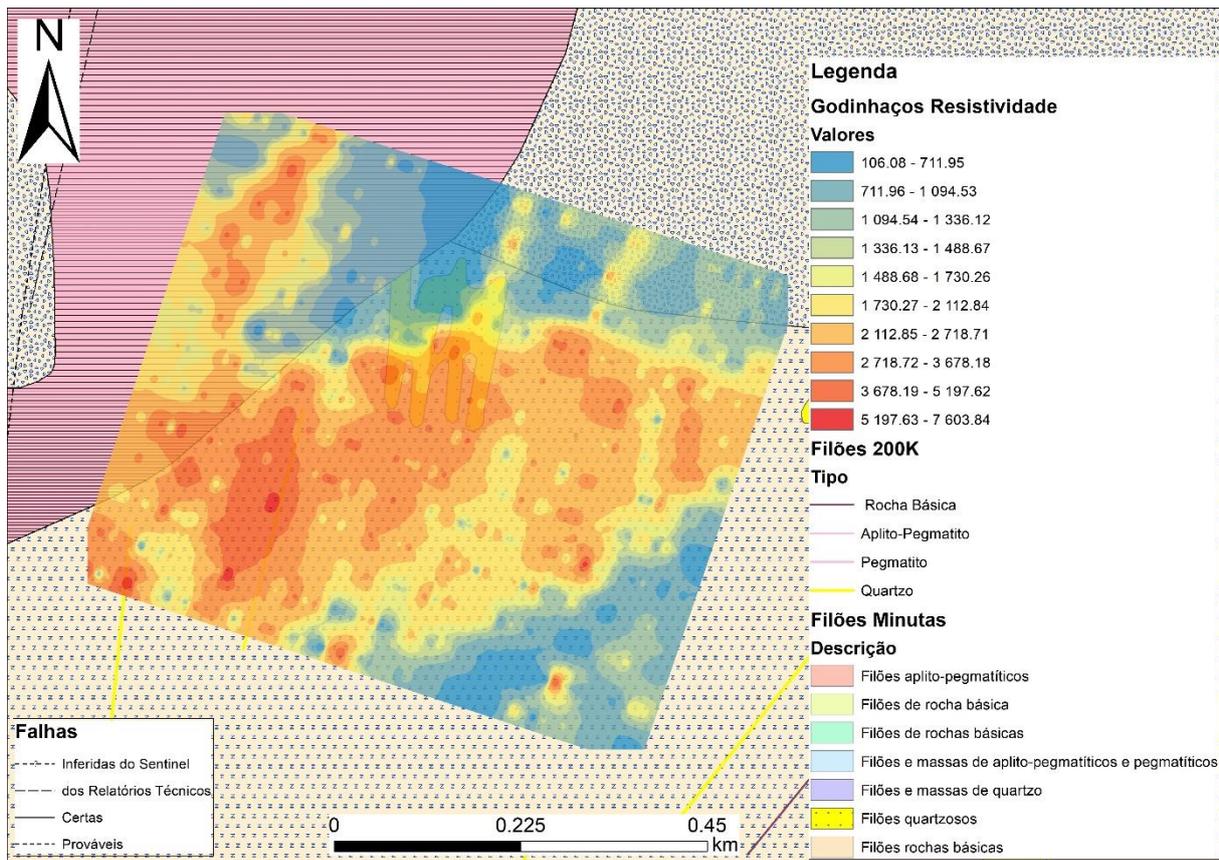


Figura IX.3 - Mapa de resistividade para a área de Godinhaços

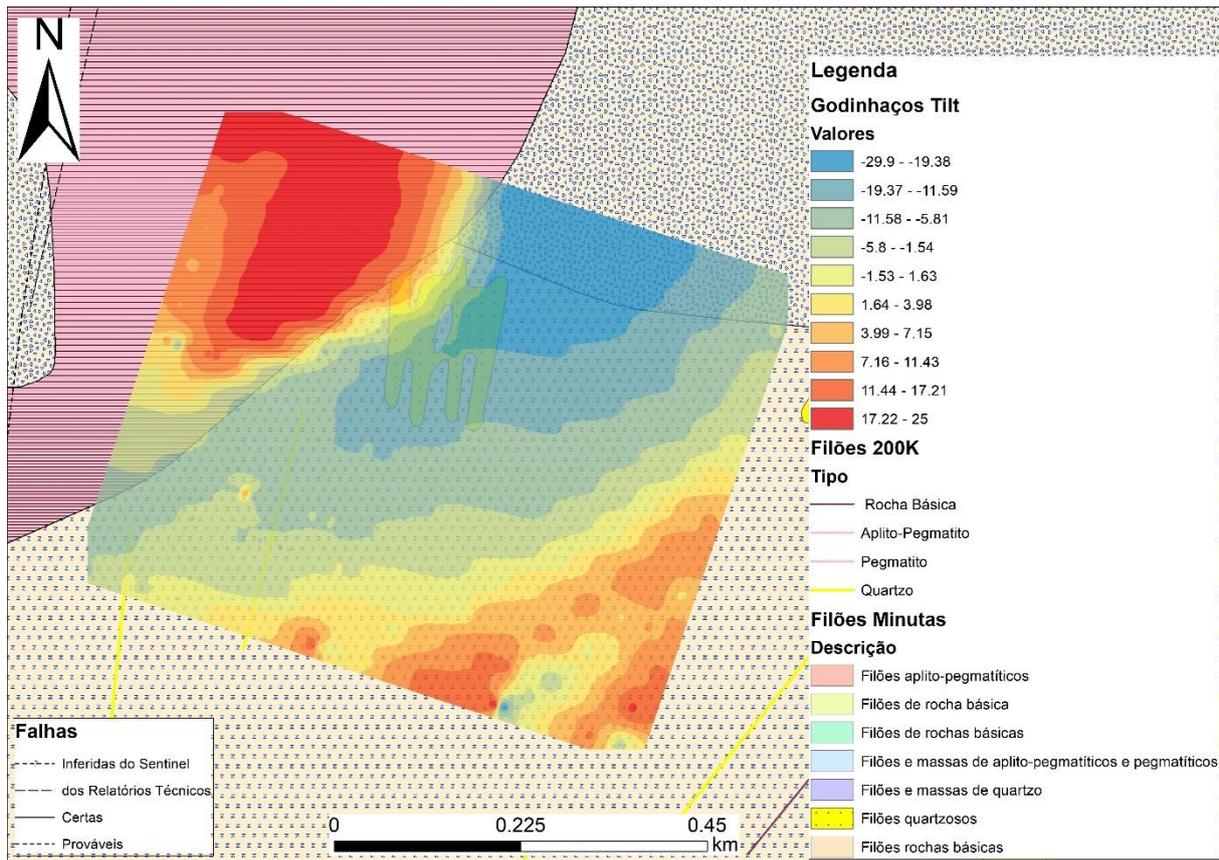


Figura IX.4 - Mapa de tilt para a área de Godinhaços

## Grovelas

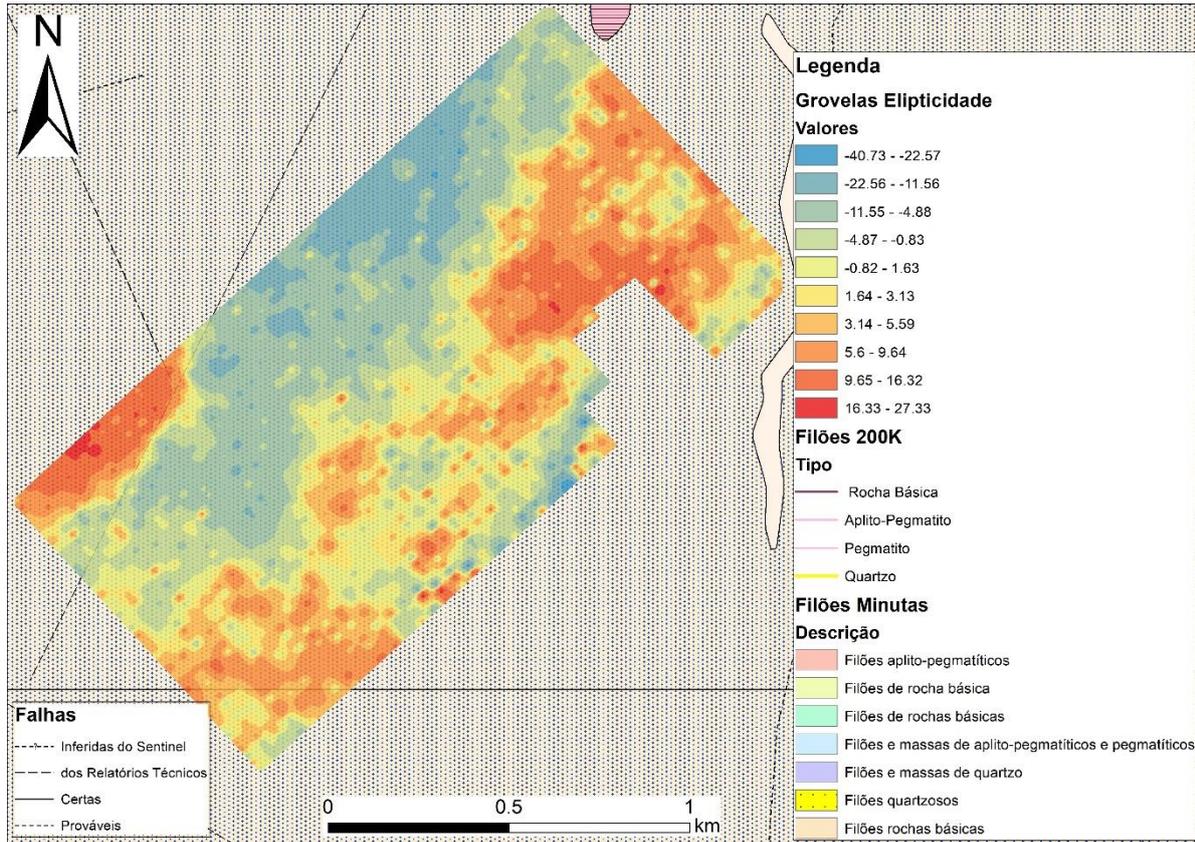


Figura IX.5 - Mapa de elipticidade para a área de Grovelas

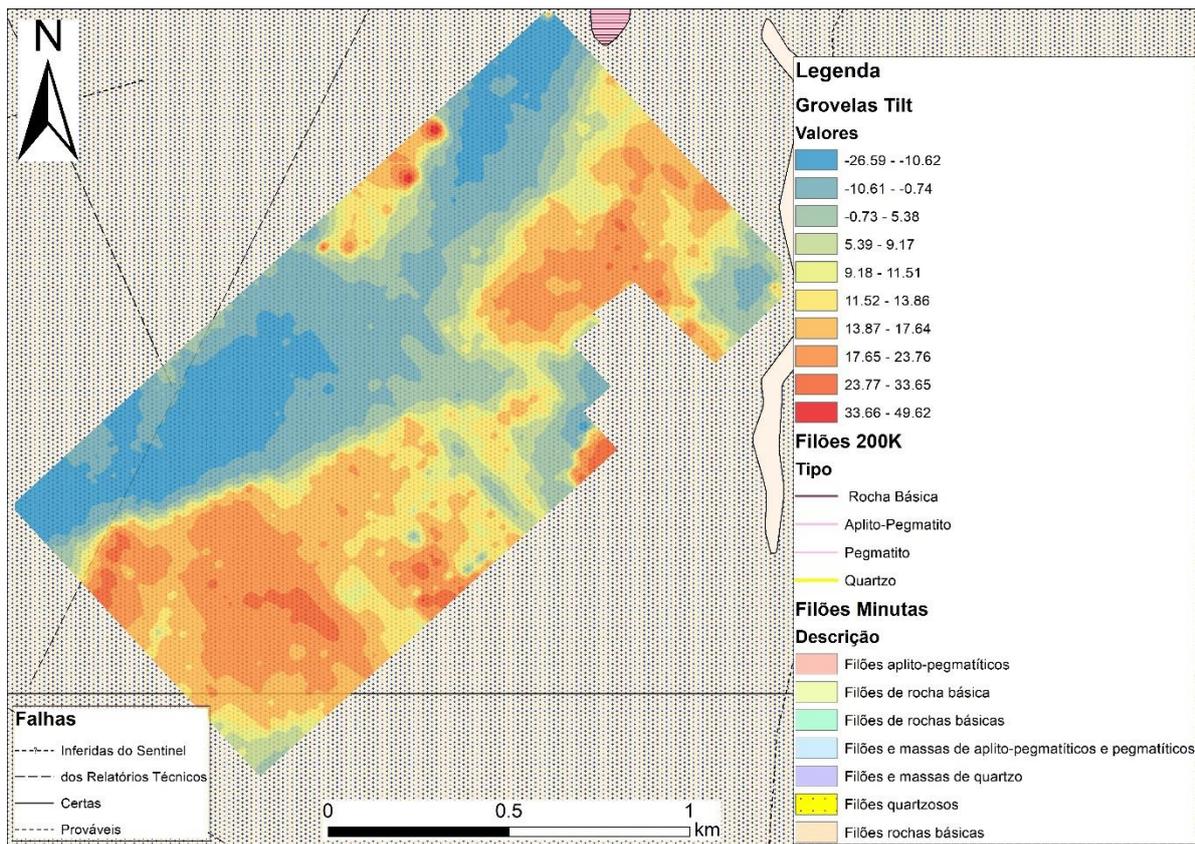


Figura IX.6 - Mapa de tilt para a área de Grovelas

## Marrancos

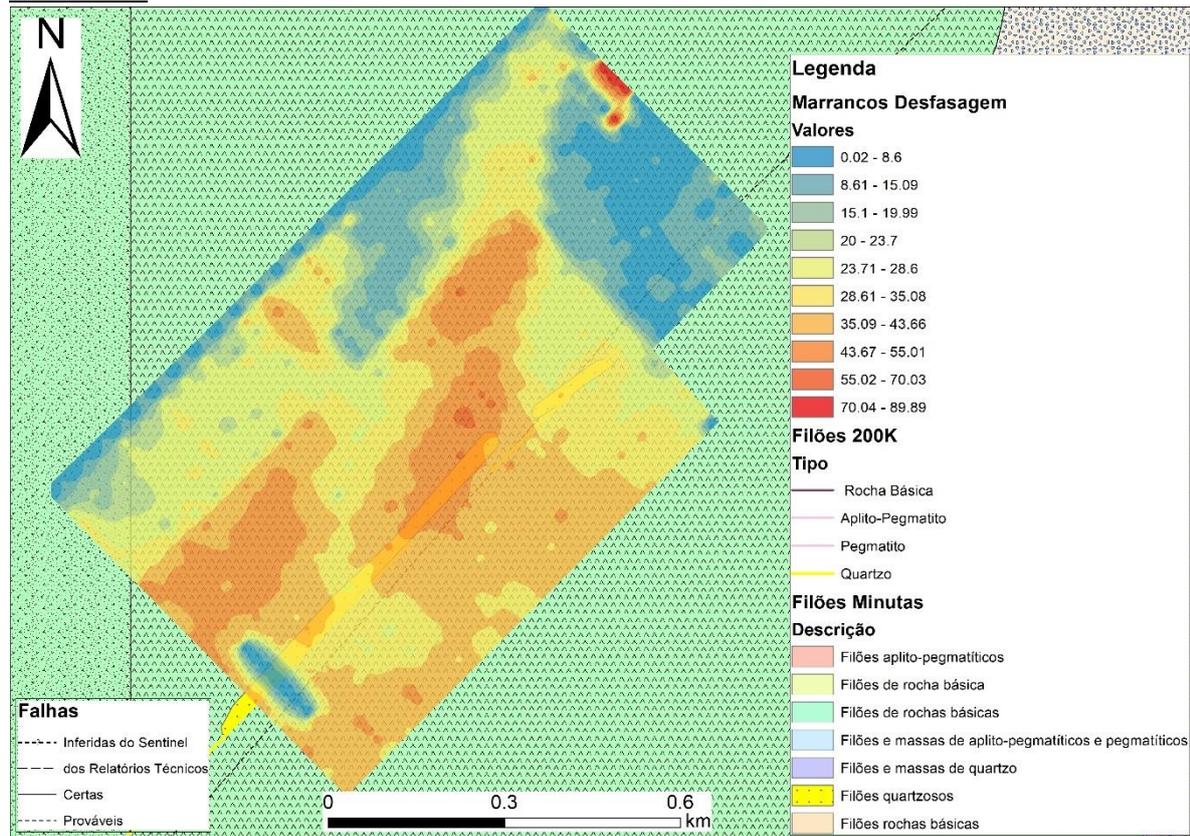


Figura IX.7 - Mapa de desfasagem para a área de Marrancos

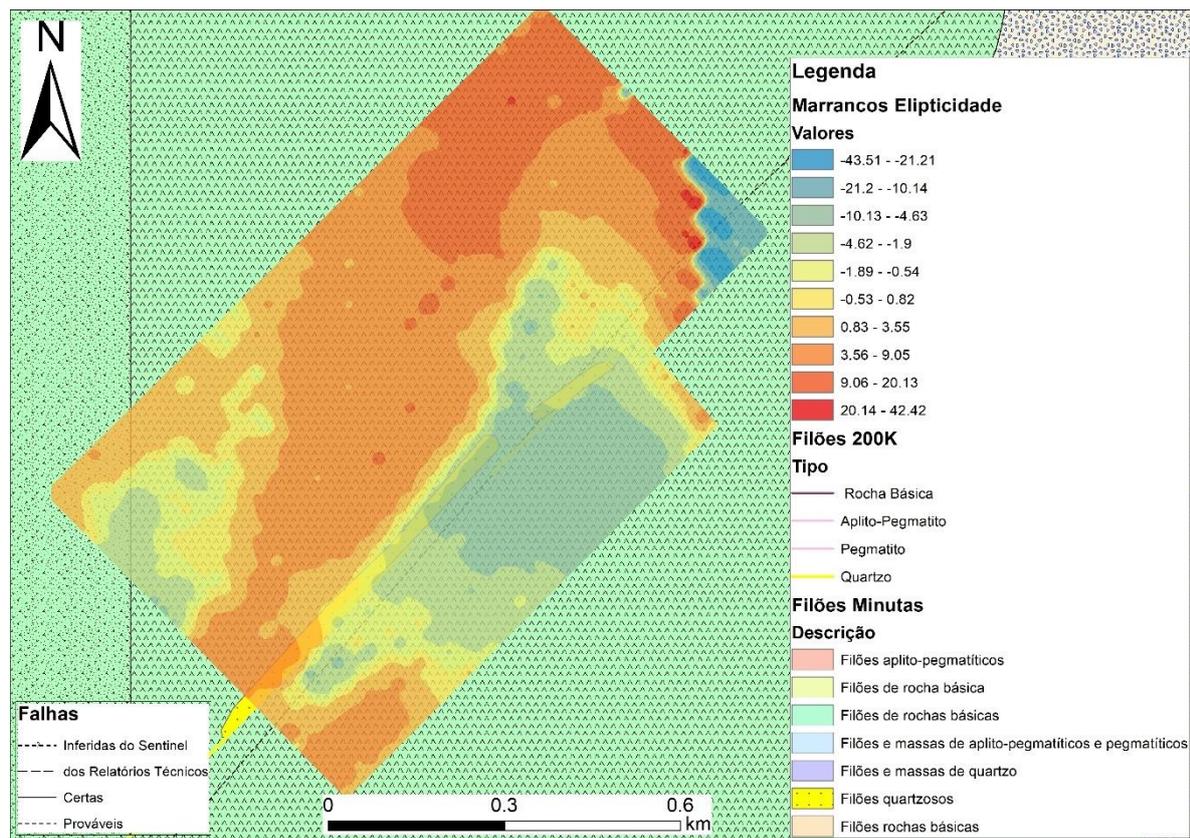


Figura IX.8 - Mapa de elipticidade para a área de Marrancos

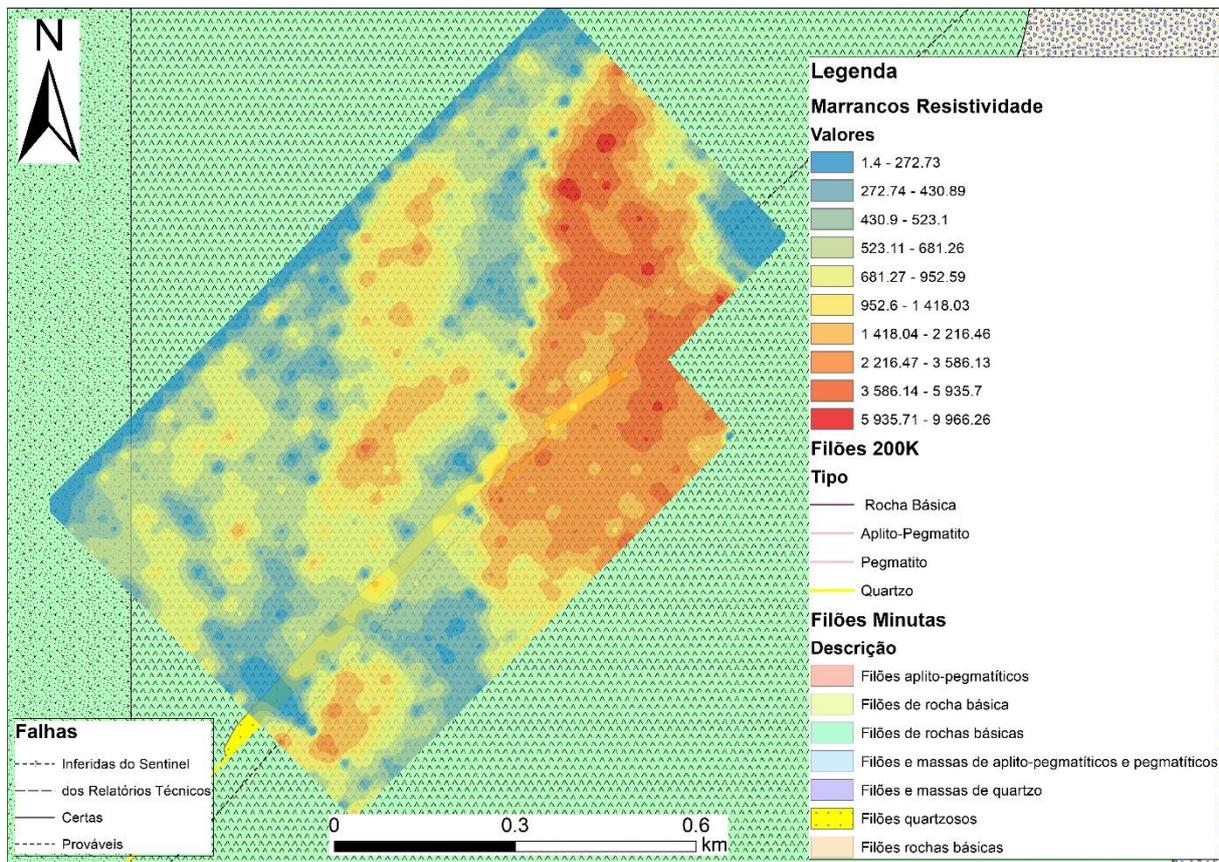


Figura IX.9 - Mapa de resistividade para a área de Marrancos

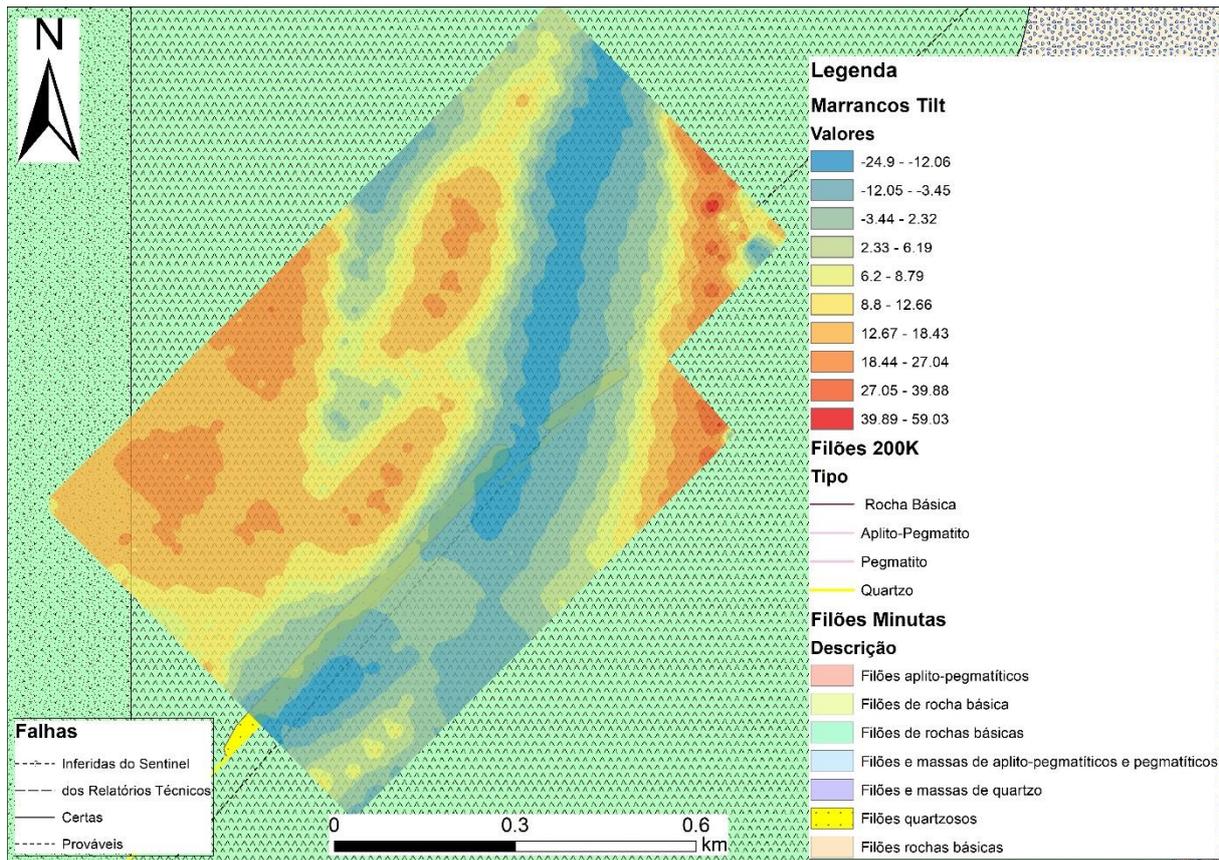


Figura IX.10 - Mapa de tilt para a área de Marrancos

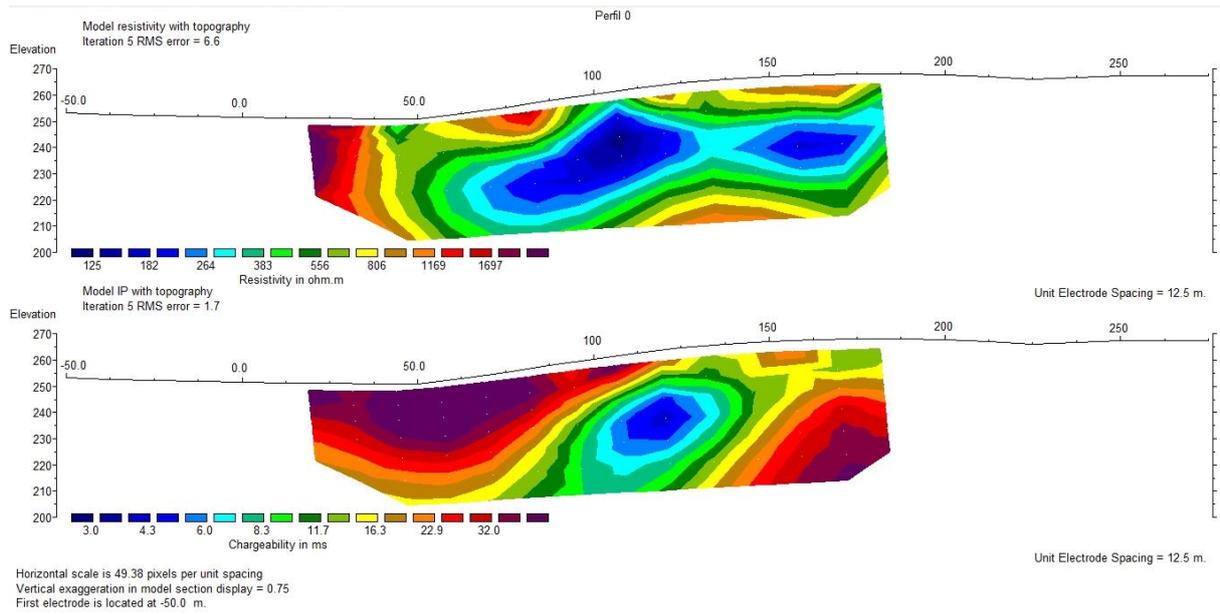


Figura IX.11 – Perfil 0 de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

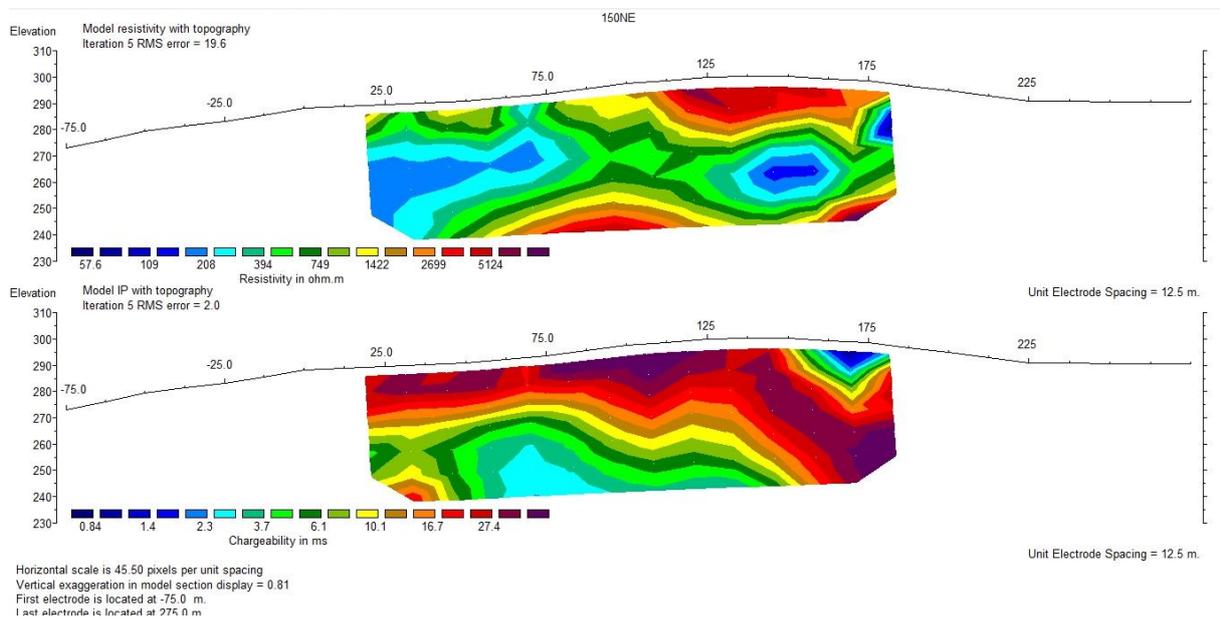


Figura IX.12 – Perfil 150NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

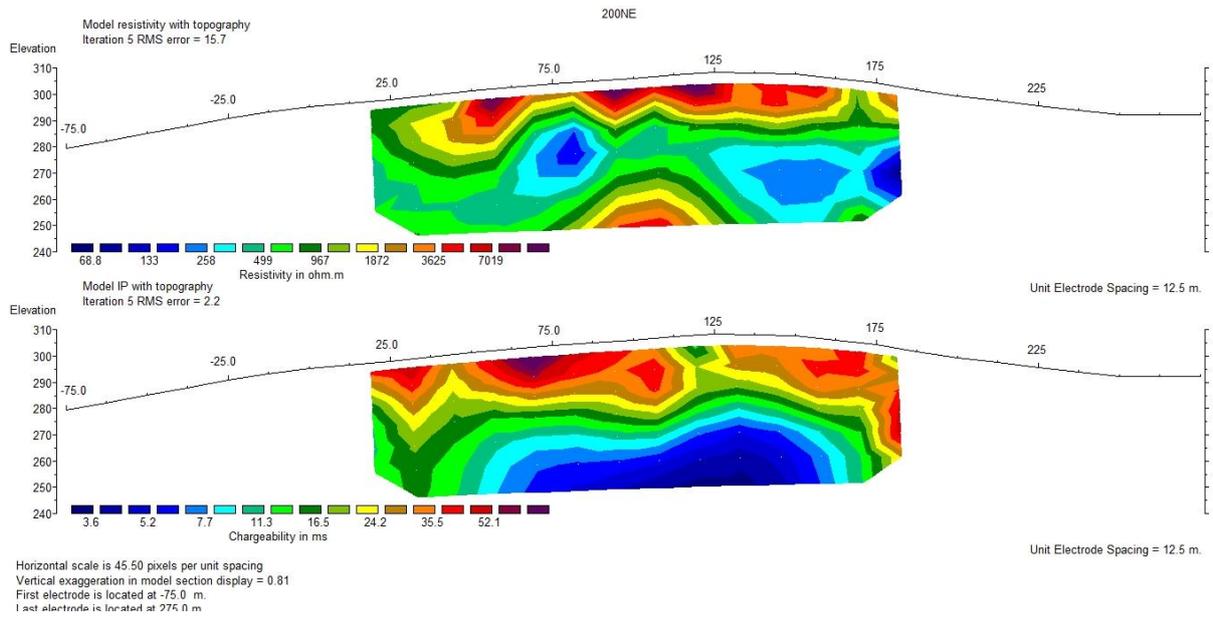


Figura IX.13 – Perfil 200NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

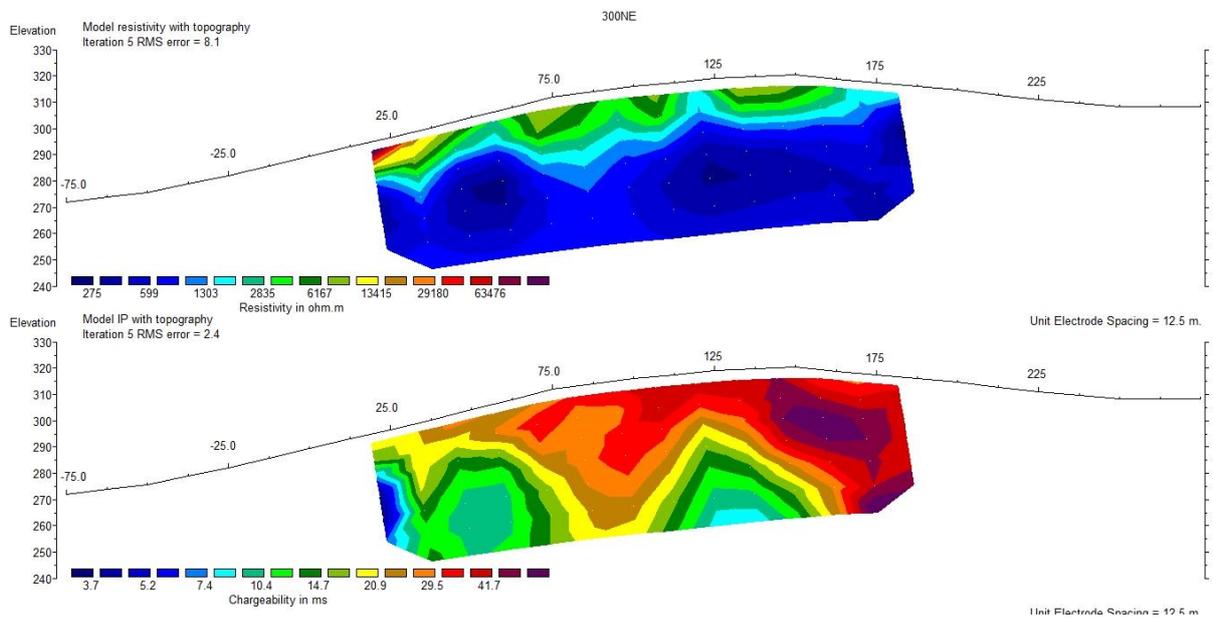


Figura IX.14 – Perfil 300NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

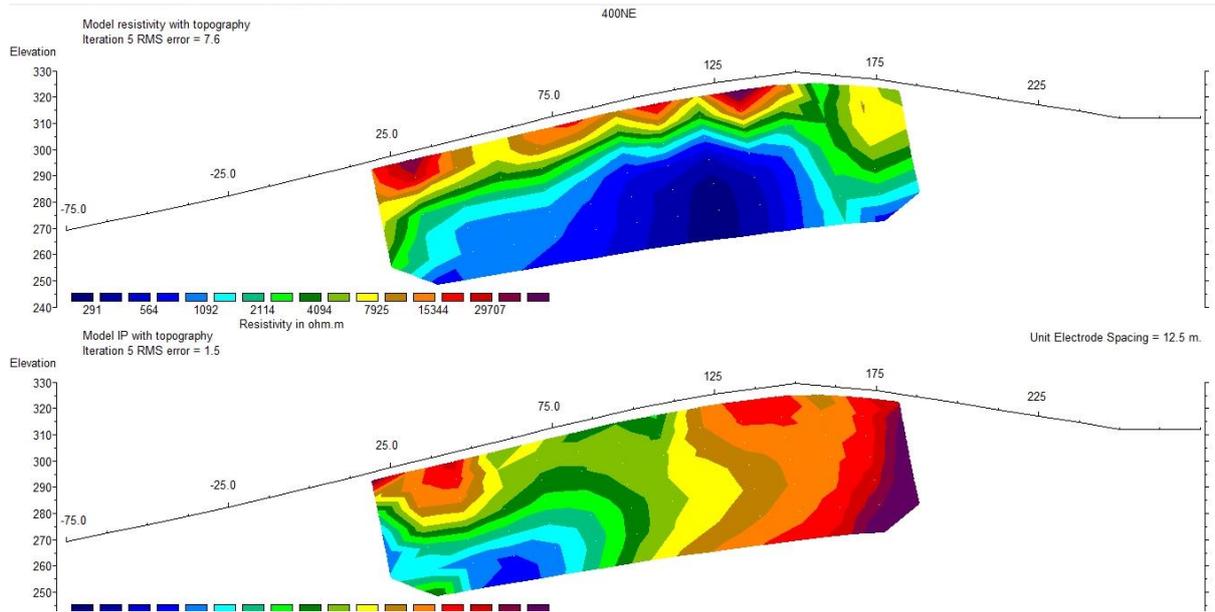


Figura IX.15 – Perfil 400NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

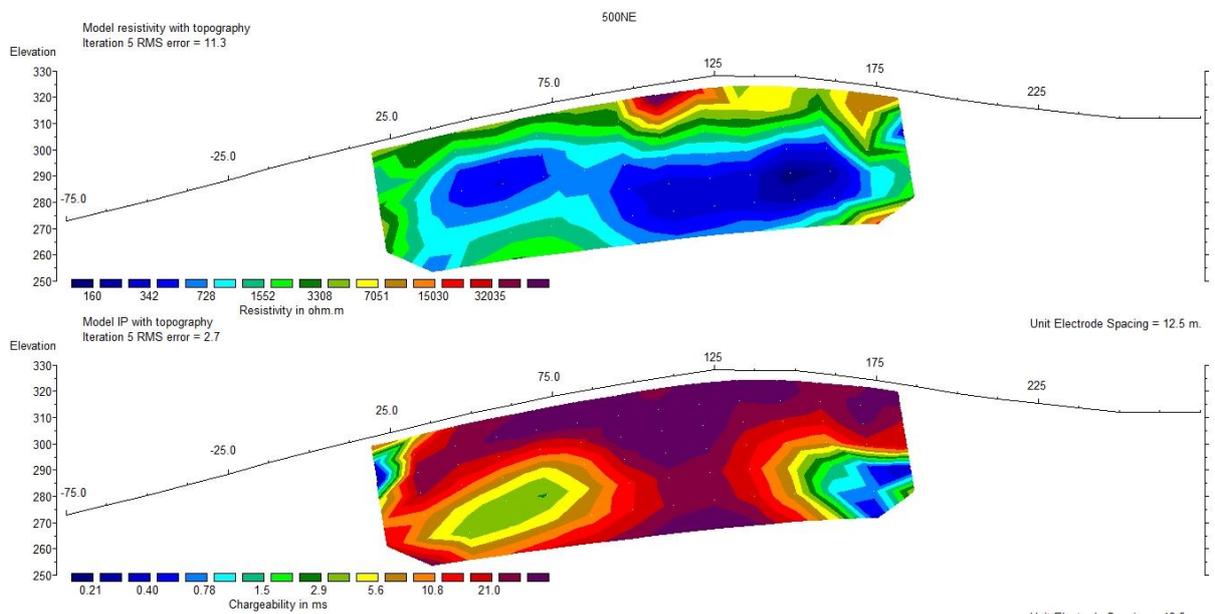


Figura IX.16 – Perfil 500NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

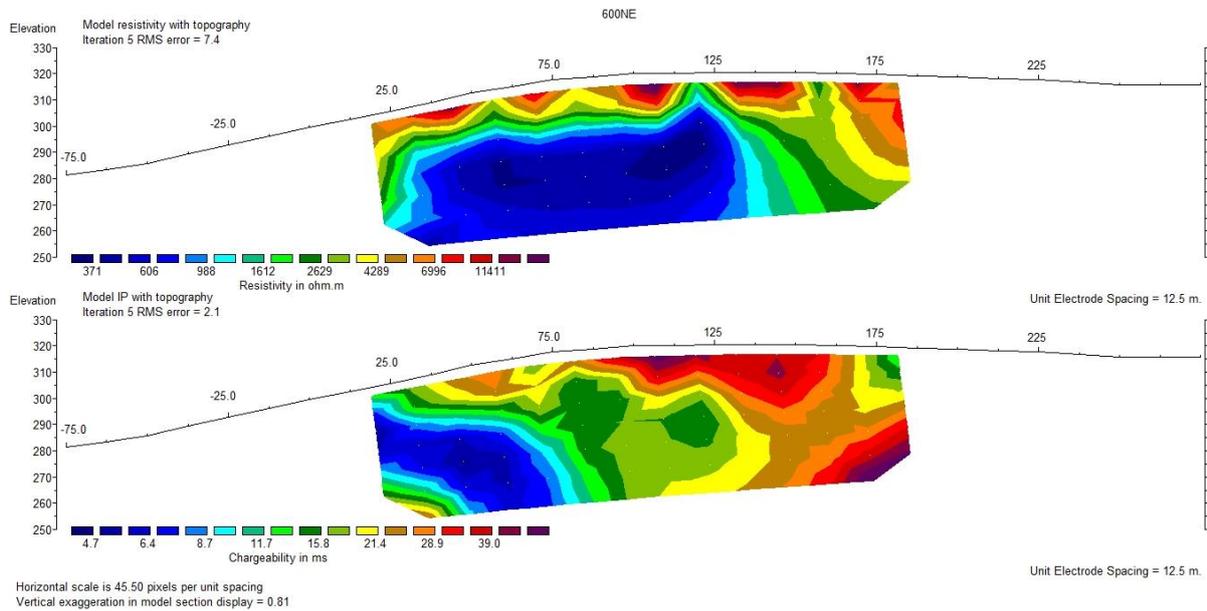


Figura IX.17 – Perfil 600NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

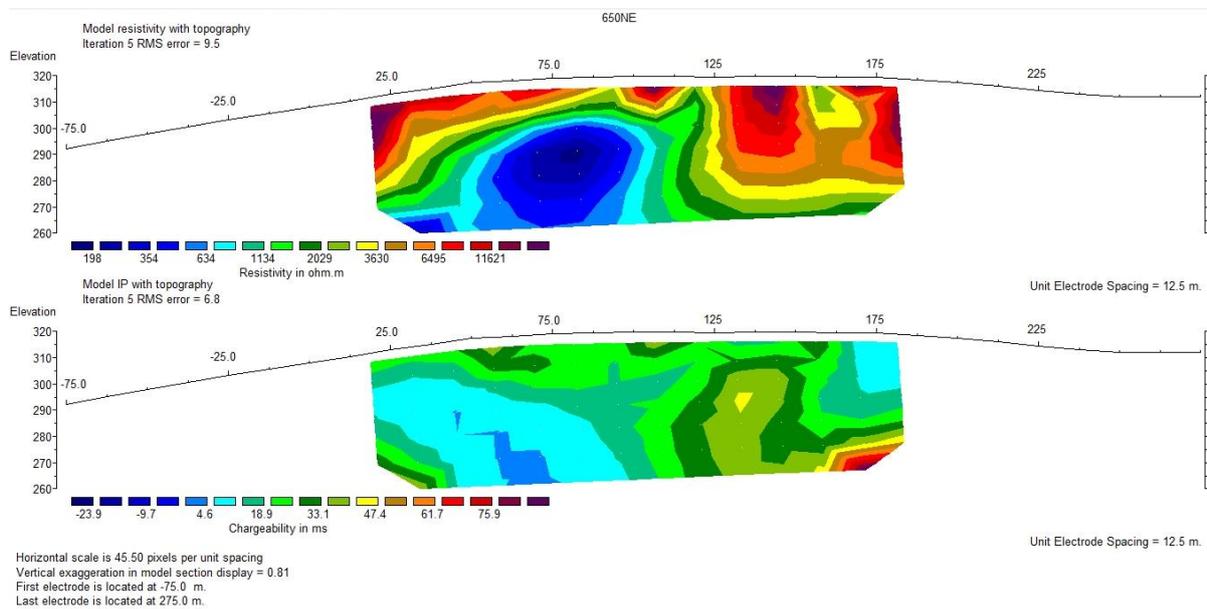


Figura IX.18 – Perfil 650NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

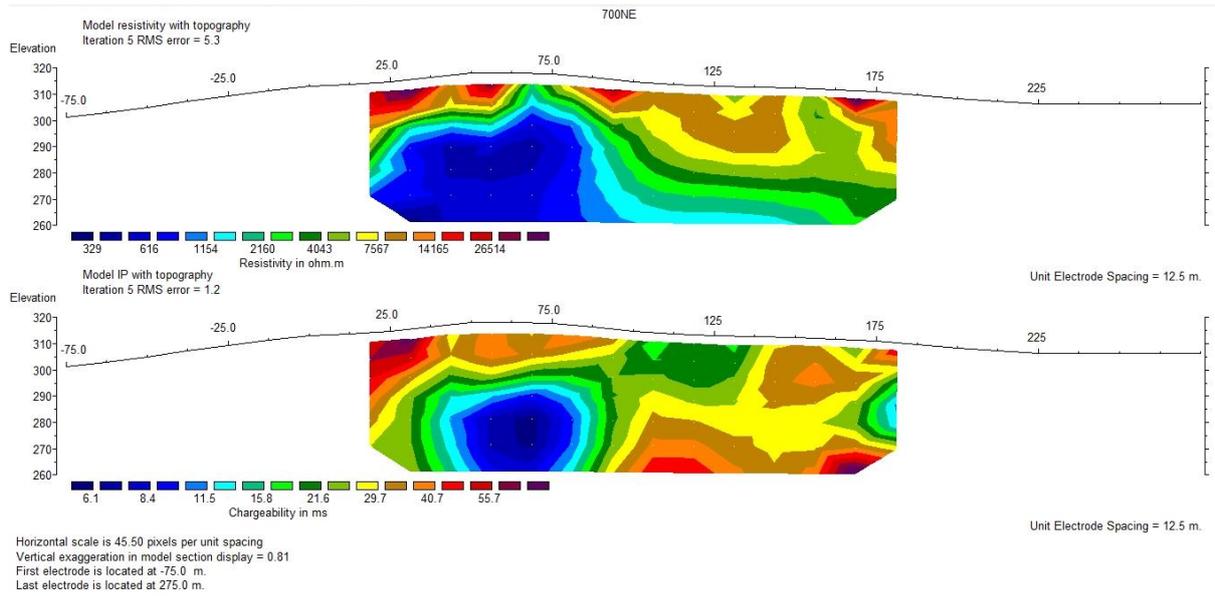


Figura IX.19 – Perfil 700NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

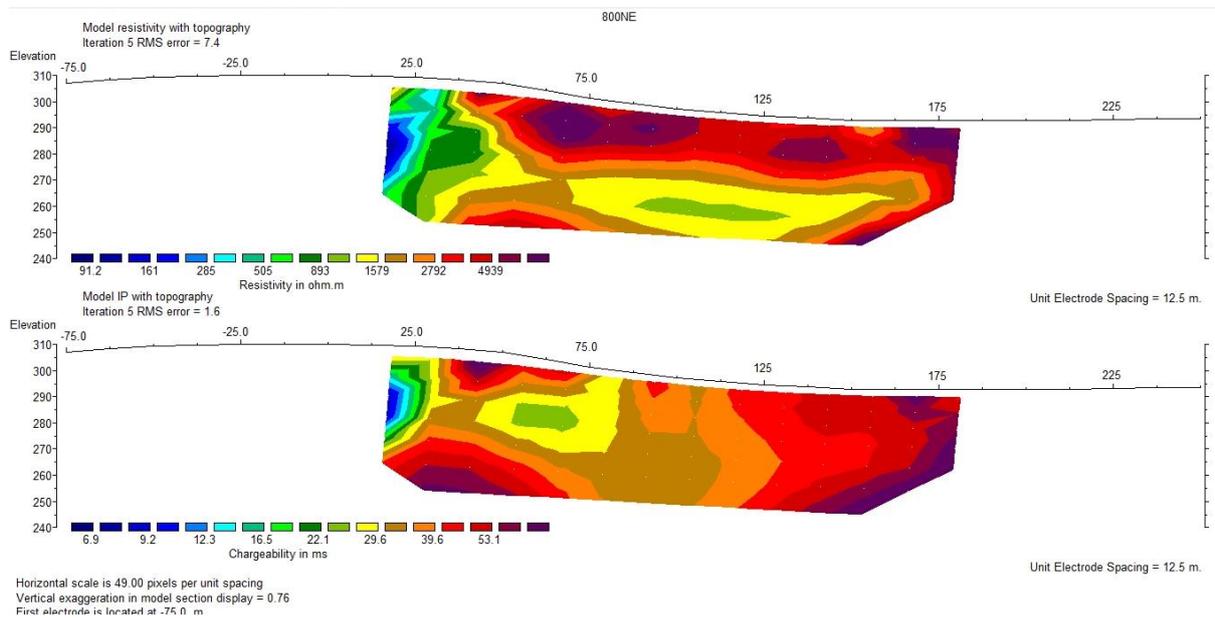


Figura IX.20 – Perfil 800NE de resistividade aparente (em cima) e polarização induzida (em baixo) com a topografia incluída, para a área de Marrancos

## X. Química mineral

Tabela VIII.1 a VIII.4 – Moscovite

Tabela VIII.5 a VIII.12 – Sericite

Tabela VIII.13 a VIII.20 - Biotite

Tabela VIII.21 a VIII.24 - Clorite

Tabela VIII.25 e VIII.26 - Pirite

Tabela VIII.27 e VIII.28 - Calcopirite

Tabela VIII.29 a VIII.52 - Arsenopirite

Tabela VIII.53 a VIII.83 – Escorodite

Tabela VIII.84 - Farmacossiderite

Tabela VIII.85 - Bariofarmacossiderite

Tabela VIII.86 - Arsenato de Bi não identificado

Tabela VIII.87 - Ouro

Tabela VIII.88 a VIII.89 - Monazite

Tabela VIII.90 a VIII.94 - Rútilo

Tabela VIII.95 e VIII.96 - Ilmenite

Tabela VIII.97 e VIII.98 – Feldspato (Plagioclase e Alcalino)

Tabela VIII.99 e VIII.100 – Zircão

## Sericite e Moscovite

Tabela X.1

% (peso) de óxidos (moscovite)

Amostra: Análise	Coto da Cruz				Godinhaços					
	1		2		1		2			
CaO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01
F	0.57	0.29	0.53	0.32	0.18	0.09	0.72	1.00	1.21	1.21
SiO <sub>2</sub>	46.80	47.45	47.08	46.98	46.59	46.61	50.42	50.81	51.14	50.59
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	1.01	0.95	0.82	0.78	0.44	0.47	0.23	0.24	0.19	0.31
Na <sub>2</sub> O	0.40	0.35	0.41	0.38	0.31	0.48	0.09	0.09	0.09	0.09
Cl	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
K <sub>2</sub> O	10.58	11.23	10.06	10.77	10.63	11.27	10.77	11.67	11.62	11.59
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05	0.05	0.08
MgO	1.06	1.08	1.08	1.04	0.37	0.45	3.38	3.99	3.85	4.39
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.05	0.05	0.00	0.06	0.00	0.08	0.01	0.02	0.06	0.02
MnO	0.01	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.30	32.29	33.68	33.36	36.62	35.24	27.74	26.37	26.58	25.88
NiO	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.04
FeO	2.01	1.89	2.22	1.96	0.80	0.95	1.31	1.75	1.80	1.88
H <sub>2</sub> O	4.40	4.44	4.23	4.41	4.01	4.32	5.54	4.38	3.82	4.43
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.2

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (moscovite)

Amostra: Análise	Coto da Cruz				Godinhaços					
	1		2		1		2			
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	6.19	6.32	6.20	6.24	6.12	6.19	6.69	6.70	6.68	6.67
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.10	0.10	0.08	0.08	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03
Na	0.10	0.09	0.10	0.10	0.08	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02
K	1.79	1.91	1.69	1.82	1.78	1.91	1.82	1.96	1.94	1.95
Cr	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mg	0.21	0.21	0.21	0.20	0.07	0.09	0.67	0.79	0.75	0.86
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	5.19	5.07	5.23	5.22	5.67	5.51	4.34	4.10	4.09	4.02
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.22	0.21	0.24	0.22	0.09	0.11	0.15	0.19	0.20	0.21
Fe + Mg	0.43	0.42	0.46	0.42	0.16	0.20	0.81	0.98	0.95	1.07
K + Na	1.89	2.00	1.80	1.92	1.86	2.03	1.85	1.98	1.96	1.97
Z (Si)	6.19	6.32	6.20	6.24	6.12	6.19	6.69	6.70	6.68	6.67
Al IV	1.81	1.68	1.80	1.76	1.88	1.81	1.31	1.30	1.32	1.33
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	3.39	3.39	3.43	3.46	3.78	3.70	3.03	2.80	2.78	2.69
Y	3.92	3.92	3.98	3.97	4.00	3.95	3.88	3.81	3.76	3.80
X	1.89	2.00	1.80	1.93	1.86	2.04	1.85	1.99	1.97	1.97
Vazios Y	0.08	0.08	0.02	0.03	0.00	0.05	0.12	0.19	0.24	0.20
Vazios X	0.11	0.00	0.20	0.07	0.14	0.00	0.15	0.01	0.03	0.03

Tabela X.3

% (peso) de óxidos (moscovite)								
Amostra:	Godinhaços							
Análise	3				4			
CaO	0.04	0.09	0.04	0.07	0.11	0.04	0.02	0.05
F	0.97	0.57	0.76	0.65	0.98	0.69	0.68	0.88
SiO <sub>2</sub>	51.78	50.14	51.94	50.75	49.33	50.13	49.46	51.02
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	1.04	2.97	1.05	1.51	0.08	0.10	0.06	0.27
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.03	0.05	0.07	0.04	0.25	0.10	0.07
Cl	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
K <sub>2</sub> O	10.06	9.35	11.04	10.14	8.42	11.29	10.91	11.09
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.12	0.10	0.11	0.03	0.04	0.04	0.07
MgO	3.39	2.69	3.20	2.96	2.70	2.24	2.10	2.93
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.01	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.03	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.80	27.13	25.97	27.05	28.94	31.24	30.49	28.16
NiO	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00
FeO	1.83	1.26	1.78	1.83	3.09	1.20	1.18	0.84
H <sub>2</sub> O	4.36	5.86	4.31	5.07	6.62	3.04	5.25	4.99
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.4

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (moscovite)

Amostra: Análise	Godinhaços							
	3				4			
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Si	6.75	6.65	6.83	6.71	6.57	6.50	6.54	6.71
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.10	0.30	0.10	0.15	0.01	0.01	0.01	0.03
Na	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.06	0.02	0.02
K	1.67	1.58	1.85	1.71	1.43	1.87	1.84	1.86
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	0.66	0.53	0.63	0.58	0.54	0.43	0.41	0.57
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	4.12	4.24	4.02	4.22	4.54	4.77	4.75	4.36
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	0.20	0.14	0.20	0.20	0.34	0.13	0.13	0.09
Fe + Mg	0.86	0.67	0.82	0.79	0.88	0.56	0.54	0.67
K + Na	1.68	1.59	1.87	1.73	1.44	1.93	1.87	1.88
Z (Si)	6.75	6.65	6.83	6.71	6.57	6.50	6.54	6.71
Al IV	1.25	1.35	1.17	1.29	1.43	1.50	1.46	1.29
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	2.87	2.89	2.85	2.92	3.11	3.27	3.30	3.07
Y	3.84	3.88	3.79	3.88	4.00	3.85	3.85	3.77
X	1.69	1.60	1.87	1.74	1.46	1.93	1.87	1.88
Vazios Y	0.16	0.12	0.21	0.12	0.00	0.15	0.15	0.23
Vazios X	0.31	0.40	0.13	0.26	0.54	0.07	0.13	0.12

Tabela X.5

% (peso) de óxidos (sericite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	1		2		3		4		5	
CaO	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02
F	0.20	0.30	0.41	0.45	0.56	0.57	0.48	0.57	0.42	0.77
SiO <sub>2</sub>	47.32	47.13	47.85	47.10	45.60	45.11	47.46	47.68	46.63	47.54
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.08	0.62	0.83	0.77	0.68	0.80	0.49	0.54	0.50
Na <sub>2</sub> O	0.24	0.34	0.23	0.40	0.39	0.49	0.29	0.36	0.21	0.18
Cl	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
K <sub>2</sub> O	10.89	11.21	9.73	11.03	10.00	10.72	11.09	11.43	11.09	11.61
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.07	0.04	0.06	0.05	0.07	0.09	0.07	0.05	0.08
MgO	0.53	0.57	1.24	1.18	1.22	1.16	1.52	1.53	0.96	1.29
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.05	0.04	0.02	0.03	0.02	0.00	0.04	0.07	0.05	0.09
MnO	0.04	0.00	0.02	0.04	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35.66	35.22	33.48	32.06	33.87	33.58	33.60	32.26	34.41	31.84
NiO	0.02	0.04	0.03	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.05	0.01
FeO	0.96	0.98	2.09	2.03	2.20	2.04	1.37	1.45	1.23	1.80
H <sub>2</sub> O	4.10	4.13	4.38	4.99	5.48	5.77	3.34	4.33	4.54	4.59
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.6

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (sericite)

Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	1		2		3		4		5	
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	6.22	6.21	6.29	6.30	6.10	6.08	6.21	6.31	6.18	6.31
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.01	0.06	0.08	0.08	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05
Na	0.06	0.09	0.06	0.10	0.10	0.13	0.07	0.09	0.05	0.05
K	1.83	1.89	1.63	1.88	1.71	1.84	1.85	1.93	1.87	1.97
Cr	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.10	0.11	0.24	0.24	0.24	0.23	0.30	0.30	0.19	0.26
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	5.53	5.47	5.19	5.05	5.34	5.33	5.18	5.03	5.37	4.98
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Fe	0.11	0.11	0.23	0.23	0.25	0.23	0.15	0.16	0.14	0.20
Fe + Mg	0.21	0.22	0.47	0.46	0.49	0.46	0.45	0.46	0.33	0.46
K + Na	1.89	1.97	1.69	1.99	1.81	1.97	1.93	2.02	1.93	2.01
Z (Si)	6.22	6.21	6.29	6.30	6.10	6.08	6.21	6.31	6.18	6.31
Al IV	1.78	1.79	1.71	1.70	1.90	1.92	1.79	1.69	1.82	1.69
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	3.75	3.69	3.48	3.35	3.43	3.41	3.40	3.35	3.55	3.29
Y	3.98	3.93	4.03	3.90	4.01	3.95	3.95	3.87	3.94	3.81
X	1.89	1.98	1.70	1.99	1.81	1.97	1.93	2.03	1.93	2.02
Vazios Y	0.02	0.07	0.00	0.10	0.00	0.05	0.05	0.13	0.06	0.19
Vazios X	0.11	0.02	0.30	0.01	0.19	0.03	0.07	0.00	0.07	0.00

Tabela X.7

		% (peso) de óxidos (sericite)									
Amostra:	Coto da Cruz	Froufe					Godinhaços				
Análise	6	1		2		1		2			
CaO	0.01 0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01		
F	0.21 0.51	0.53	0.42	0.33	0.48	0.67	0.69	0.61	0.76		
SiO <sub>2</sub>	47.91 47.17	47.39	47.32	45.18	46.13	47.70	48.02	48.24	48.39		
Rb <sub>2</sub> O	0.00 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
TiO <sub>2</sub>	0.37 0.23	0.39	0.32	0.46	0.54	0.81	0.60	0.74	0.75		
Na <sub>2</sub> O	0.25 0.35	0.26	0.36	0.29	0.31	0.17	0.29	0.25	0.29		
Cl	0.01 0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
K <sub>2</sub> O	10.35 11.27	10.66	11.47	10.30	10.87	10.06	11.17	10.74	11.39		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07 0.03	0.10	0.03	0.08	0.05	0.04	0.07	0.08	0.06		
MgO	0.74 0.81	0.94	0.96	1.16	1.14	1.90	1.61	1.75	1.62		
Cs <sub>2</sub> O	0.00 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
BaO	0.07 0.10	0.07	0.00	0.01	0.01	0.07	0.04	0.04	0.02		
MnO	0.01 0.03	0.00	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.00	0.03		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34.90 34.07	34.66	33.35	31.49	31.58	32.62	32.15	32.83	31.51		
NiO	0.00 0.04	0.00	0.00	0.03	0.00	0.09	0.00	0.05	0.03		
FeO	1.10 1.08	0.89	0.93	2.60	1.73	0.89	0.85	0.91	0.99		
H <sub>2</sub> O	4.10 4.51	4.33	4.96	8.12	7.30	5.20	4.76	3.99	4.47		
Total	100 100	100	100	100	100	100	100	100	100		

Tabela X.8

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 22$ (sericite)										
Amostra:	Coto da Cruz		Froufe				Godinhaços			
Análise	6		1		2		1		2	
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Si	6.28	6.24	6.22	6.30	6.26	6.31	6.29	6.34	6.31	6.38
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.04	0.02	0.04	0.03	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07
Na	0.06	0.09	0.07	0.09	0.08	0.08	0.04	0.07	0.06	0.07
K	1.73	1.90	1.78	1.95	1.82	1.90	1.69	1.88	1.79	1.91
Cr	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Mg	0.14	0.16	0.18	0.19	0.24	0.23	0.37	0.32	0.34	0.32
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	5.39	5.31	5.36	5.23	5.14	5.09	5.07	5.00	5.06	4.89
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe	0.12	0.12	0.10	0.10	0.30	0.20	0.10	0.09	0.10	0.11
Fe + Mg	0.26	0.28	0.28	0.29	0.54	0.43	0.47	0.41	0.44	0.43
K + Na	1.80	1.99	1.85	2.04	1.90	1.98	1.74	1.96	1.86	1.99
Z (Si)	6.28	6.24	6.22	6.30	6.26	6.31	6.29	6.34	6.31	6.38
Al IV	1.72	1.76	1.78	1.70	1.74	1.69	1.71	1.66	1.69	1.62
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	3.68	3.55	3.58	3.52	3.41	3.39	3.36	3.34	3.37	3.27
Y	3.99	3.86	3.91	3.86	4.01	3.89	3.93	3.82	3.90	3.78
X	1.80	2.00	1.86	2.04	1.91	1.98	1.74	1.96	1.86	1.99
Vazios Y	0.01	0.14	0.09	0.14	0.00	0.11	0.07	0.18	0.10	0.22
Vazios X	0.20	0.00	0.14	0.00	0.09	0.02	0.26	0.04	0.14	0.01

Tabela X.9

% (peso) de óxidos (sericite)											
Amostra:	Godinhaços					Grovelas					Marrancos
Análise	3					2	3			1	
CaO	0.05	0.03	0.01	0.00	0.06	0.02	0.00	0.03	0.03	0.01	0.03
F	0.45	0.94	0.58	0.62	0.48	0.21	0.16	0.31	0.39	0.35	0.05
SiO <sub>2</sub>	49.19	48.61	48.39	48.30	48.56	47.05	47.53	47.58	45.26	45.22	47.64
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.76	0.64	0.64	0.71	0.65	2.14	2.97	0.77	0.49	0.83	0.17
Na <sub>2</sub> O	0.17	0.26	0.27	0.27	0.18	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.35
Cl	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
K <sub>2</sub> O	9.68	11.26	11.32	11.34	10.60	10.21	11.16	10.77	11.74	11.00	9.74
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.05	0.10	0.09	0.05	0.08	0.10	0.07	0.06	0.08	0.05
MgO	1.96	2.36	2.03	1.90	2.01	0.88	1.39	1.80	1.73	1.82	0.72
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.04	0.03	0.03	0.01	0.04	0.12	0.09	0.03	0.01	0.09	0.08
MnO	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01	0.06	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31.52	30.58	31.27	30.77	30.84	33.09	30.62	31.79	31.60	31.49	34.61
NiO	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
FeO	1.20	0.88	1.04	0.93	1.16	1.67	1.84	2.15	1.82	1.91	0.90
H <sub>2</sub> O	5.12	4.66	4.57	5.28	5.55	4.43	3.98	4.59	6.82	7.04	5.68
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.10

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 22$ (sericite)											
Amostra:	Godinhaços					Grovelas					Marrancos
Análise	3					2	3			1	
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	6.48	6.40	6.40	6.43	6.47	6.23	6.33	6.34	6.21	6.21	6.34
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.08	0.06	0.06	0.07	0.06	0.21	0.30	0.08	0.05	0.09	0.02
Na	0.04	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.09
K	1.63	1.89	1.91	1.93	1.80	1.72	1.90	1.83	2.06	1.93	1.65
Cr	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.39	0.46	0.40	0.38	0.40	0.17	0.28	0.36	0.35	0.37	0.14
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	4.89	4.74	4.87	4.83	4.84	5.17	4.80	4.99	5.11	5.09	5.43
Ni	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.13	0.10	0.11	0.10	0.13	0.19	0.20	0.24	0.21	0.22	0.10
Fe + Mg	0.52	0.56	0.52	0.48	0.53	0.36	0.48	0.60	0.56	0.59	0.24
K + Na	1.67	1.96	1.98	1.99	1.85	1.77	1.94	1.88	2.11	1.98	1.74
Z (Si)	6.48	6.40	6.40	6.43	6.47	6.23	6.33	6.34	6.21	6.21	6.34
Al IV	1.52	1.60	1.60	1.57	1.53	1.77	1.67	1.66	1.79	1.79	1.66
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	3.37	3.14	3.27	3.26	3.31	3.40	3.13	3.33	3.33	3.30	3.76
Y	3.97	3.78	3.86	3.82	3.91	3.98	3.93	4.01	3.95	4.00	4.03
X	1.68	1.96	1.98	2.00	1.86	1.78	1.95	1.89	2.12	1.99	1.75
Vazios Y	0.03	0.22	0.14	0.18	0.09	0.02	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00
Vazios X	0.32	0.04	0.02	0.00	0.14	0.22	0.05	0.11	0.00	0.01	0.25

Tabela X.11

% (peso) de óxidos (sericite)										
Amostra:	Marrancos			Monte das Corujeiras						
Análise	1	2		1				2		
CaO	0.03	0.02	0.01	0.17	0.19	0.09	0.13	0.02	0.00	0.02
F	0.00	0.05	0.10	0.27	0.40	0.52	0.41	0.20	0.30	0.09
SiO <sub>2</sub>	46.77	46.73	46.05	47.47	47.88	48.60	48.27	46.95	47.64	46.84
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.31	0.17	0.19	0.21	0.17	0.16	0.23	0.00	0.04	0.00
Na <sub>2</sub> O	0.57	0.42	0.62	0.20	0.23	0.19	0.23	0.29	0.32	0.47
Cl	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	10.67	9.93	11.03	9.83	10.39	10.91	10.97	10.00	11.00	10.37
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.06	0.09	0.07	0.09	0.10
MgO	0.55	0.82	0.65	1.65	1.35	1.80	1.98	0.51	0.79	0.37
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
BaO	0.02	0.14	0.14	0.00	0.03	0.06	0.05	0.04	0.03	0.01
MnO	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34.76	35.59	34.62	31.97	28.23	31.23	31.35	35.25	30.40	34.90
NiO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.07	0.01	0.00	0.03	0.01
FeO	0.78	1.35	1.05	2.36	4.64	1.38	1.54	1.50	1.77	1.06
H <sub>2</sub> O	5.45	4.70	5.50	5.90	6.62	5.13	4.91	5.21	7.72	5.76
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.12

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (sericite)

Amostra: Análise	Marrancos			Monte das Corujeiras						
	1	2		1			2			
Ca	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Si	6.26	6.19	6.19	6.38	6.58	6.46	6.42	6.23	6.54	6.27
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
Na	0.15	0.11	0.16	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.12
K	1.82	1.68	1.89	1.68	1.82	1.85	1.86	1.69	1.93	1.77
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.11	0.16	0.13	0.33	0.28	0.36	0.39	0.10	0.16	0.07
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	5.48	5.56	5.49	5.06	4.57	4.89	4.92	5.52	4.92	5.51
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.09	0.15	0.12	0.26	0.53	0.15	0.17	0.17	0.20	0.12
Fe + Mg	0.20	0.31	0.25	0.59	0.81	0.51	0.56	0.27	0.36	0.19
K + Na	1.97	1.78	2.06	1.74	1.88	1.90	1.92	1.77	2.01	1.89
Z (Si)	6.26	6.19	6.19	6.38	6.58	6.46	6.42	6.23	6.54	6.27
Al IV	1.74	1.81	1.81	1.62	1.42	1.54	1.58	1.77	1.46	1.73
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	3.74	3.75	3.68	3.44	3.14	3.35	3.34	3.75	3.47	3.78
Y	3.98	4.09	3.96	4.06	3.98	3.89	3.94	4.03	3.85	3.99
X	1.97	1.79	2.06	1.76	1.91	1.91	1.94	1.77	2.02	1.90
Vazios Y	0.02	0.00	0.04	0.00	0.02	0.11	0.06	0.00	0.15	0.01
Vazios X	0.03	0.21	0.00	0.24	0.09	0.09	0.06	0.23	0.00	0.10

**Biotite**

Tabela X.13

% (peso) de óxidos (biotite)

Amostra: Análise	Godinhaços						Grovelas			
	1		2		3		1			
CaO	0.07	0.07	0.04	0.06	0.03	0.05	0.09	0.05	0.04	0.07
F	0.08	0.04	0.08	0.20	0.95	0.76	0.69	0.52	1.34	1.07
SiO <sub>2</sub>	28.12	27.98	30.88	30.80	35.93	35.78	35.03	35.23	36.74	37.02
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.10	0.12	0.16	0.16	2.65	2.76	2.86	2.57	2.98	2.85
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.02	0.00	0.06	0.09	0.08	0.07	0.11	0.08
Cl	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06
K <sub>2</sub> O	0.05	0.12	0.27	0.17	9.78	9.93	10.06	9.60	10.18	10.14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.10	0.07	0.08	0.12	0.12	0.14	0.11	0.06	0.08
MgO	8.15	8.42	7.53	7.52	7.27	7.12	6.73	6.71	9.55	9.48
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.04	0.10	0.13
MnO	0.14	0.23	0.19	0.18	0.32	0.41	0.35	0.31	0.17	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.34	21.68	22.73	23.60	17.87	18.32	18.39	18.13	16.90	16.96
NiO	0.06	0.03	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.02
FeO	32.22	31.49	27.67	26.23	23.08	22.47	22.34	22.45	19.06	19.23
H <sub>2</sub> O	9.65	9.74	10.34	11.05	2.30	2.47	3.38	4.39	3.26	3.11
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.14

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (biotite)

Amostra: Análise	Godinhaços								Grovelas	
	1				2		3		1	
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Si	4.62	4.59	4.95	4.92	5.36	5.36	5.32	5.40	5.42	5.47
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.01	0.01	0.02	0.02	0.30	0.31	0.33	0.30	0.33	0.32
Na	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
K	0.01	0.02	0.06	0.03	1.86	1.90	1.95	1.88	1.91	1.91
Cr	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mg	2.00	2.06	1.80	1.79	1.62	1.59	1.52	1.53	2.10	2.09
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Mn	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02
Al	4.13	4.20	4.29	4.44	3.14	3.23	3.29	3.28	2.94	2.95
Ni	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe	4.43	4.33	3.71	3.50	2.88	2.81	2.84	2.88	2.35	2.38
Fe + Mg	6.43	6.39	5.51	5.29	4.50	4.40	4.36	4.41	4.45	4.46
K + Na	0.01	0.03	0.06	0.03	1.88	1.92	1.97	1.90	1.94	1.93
Z (Si)	4.62	4.59	4.95	4.92	5.36	5.36	5.32	5.40	5.42	5.47
Al IV	3.38	3.41	3.05	3.08	2.64	2.64	2.68	2.60	2.58	2.53
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	0.76	0.79	1.24	1.36	0.50	0.59	0.60	0.67	0.35	0.42
Y	7.23	7.24	6.81	6.70	5.35	5.37	5.35	5.43	5.16	5.24
X	0.02	0.04	0.07	0.05	1.88	1.93	1.99	1.91	1.96	1.95
Vazios Y	3.23	3.24	2.81	2.70	1.35	1.37	1.35	1.43	1.16	1.24
Vazios X	1.98	1.96	1.93	1.95	0.12	0.07	0.01	0.09	0.04	0.05

Tabela X.15

% (peso) de óxidos (biotite)										
Amostra:	Grovelas									
Análise	1		2				3			
CaO	0.08	0.09	0.13	0.17	0.05	0.06	0.06	0.04	0.03	0.02
F	0.94	1.12	0.23	0.14	0.99	1.01	0.76	0.71	0.67	0.79
SiO <sub>2</sub>	37.16	37.14	34.97	37.58	37.56	36.61	36.77	36.11	36.37	36.21
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	3.03	3.05	0.03	0.12	3.02	2.97	3.78	3.62	3.67	3.17
Na <sub>2</sub> O	0.11	0.12	0.02	0.06	0.08	0.11	0.16	0.09	0.11	0.10
Cl	0.04	0.05	0.00	0.00	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.04
K <sub>2</sub> O	10.19	10.06	0.14	0.54	10.04	9.97	10.05	10.14	10.12	10.21
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09	0.05	0.08	0.11	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08	0.09
MgO	8.40	9.01	10.58	8.73	10.35	10.47	8.01	7.64	7.63	7.62
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.16	0.13	0.00	0.00	0.17	0.11	0.07	0.00	0.12	0.05
MnO	0.22	0.20	0.12	0.02	0.22	0.17	0.28	0.31	0.26	0.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.24	17.03	23.87	24.93	16.71	18.41	17.62	17.54	17.61	17.45
NiO	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
FeO	19.87	19.00	18.37	14.86	17.94	17.79	20.13	20.76	20.57	21.67
H <sub>2</sub> O	2.87	3.39	11.55	12.78	3.19	2.67	2.54	3.17	3.00	2.67
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.16

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (biotite)

Amostra: Análise	Grovelas									
	1		2				3			
Ca	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Si	5.50	5.49	5.32	5.66	5.52	5.34	5.44	5.41	5.44	5.42
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.34	0.34	0.00	0.01	0.33	0.33	0.42	0.41	0.41	0.36
Na	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
K	1.93	1.90	0.03	0.10	1.88	1.86	1.90	1.94	1.93	1.95
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.85	1.99	2.40	1.96	2.27	2.28	1.77	1.71	1.70	1.70
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.03	0.02	0.01	0.00	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
Al	3.01	2.97	4.28	4.43	2.89	3.17	3.08	3.10	3.10	3.08
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	2.46	2.35	2.34	1.87	2.21	2.17	2.49	2.60	2.57	2.71
Fe + Mg	4.31	4.33	4.74	3.83	4.47	4.45	4.26	4.31	4.27	4.41
K + Na	1.96	1.93	0.03	0.12	1.91	1.89	1.94	1.97	1.96	1.98
Z (Si)	5.50	5.49	5.32	5.66	5.52	5.34	5.44	5.41	5.44	5.42
Al IV	2.50	2.51	2.68	2.34	2.48	2.66	2.56	2.59	2.56	2.58
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	0.51	0.45	1.61	2.09	0.41	0.51	0.52	0.51	0.54	0.49
Y	5.20	5.16	6.38	5.95	5.26	5.31	5.24	5.28	5.27	5.30
X	1.98	1.95	0.05	0.15	1.92	1.90	1.96	1.97	1.97	1.98
Vazios Y	1.20	1.16	2.38	1.95	1.26	1.31	1.24	1.28	1.27	1.30
Vazios X	0.02	0.05	1.95	1.85	0.08	0.10	0.04	0.03	0.03	0.02

Tabela X.17

% (peso) de óxidos (biotite)										
Amostra:	Grovelas						Monte das Corujeiras			
Análise	3		4		5		1			
CaO	0.04	0.02	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.03	0.06	0.03
F	0.30	0.82	0.45	0.49	1.25	1.22	0.94	1.15	1.02	1.02
SiO <sub>2</sub>	28.77	36.60	36.39	36.31	37.67	36.90	34.95	35.78	33.68	36.44
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.90	3.23	2.98	2.94	3.79	3.89	4.22	4.50	4.86	5.11
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.08	0.08	0.05	0.08	0.11	0.08	0.08	0.13	0.13
Cl	0.01	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.03
K <sub>2</sub> O	2.65	10.31	9.73	9.97	10.29	10.23	9.88	10.15	9.70	9.93
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.07	0.10	0.12	0.09	0.10	0.11	0.14	0.16	0.15
MgO	10.17	7.64	8.27	8.17	11.03	10.82	8.15	7.48	8.09	8.01
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.04	0.08	0.08	0.18	0.23	0.20	0.24	0.07	0.22	0.22
MnO	0.25	0.26	0.18	0.22	0.26	0.21	0.12	0.13	0.03	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.27	17.59	16.51	16.44	17.25	17.67	17.87	17.94	20.25	17.29
NiO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.00	0.00	0.06	0.00
FeO	29.27	21.07	21.54	21.19	15.64	15.73	20.12	20.28	17.29	19.68
H <sub>2</sub> O	8.40	2.53	3.80	4.02	2.87	3.28	3.66	2.77	4.87	2.30
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.18

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$  (biotite)

Amostra: Análise	Grovelas						Monte das Corujeiras			
	3		4		5		1			
Ca	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Si	4.67	5.45	5.52	5.53	5.44	5.37	5.25	5.29	5.04	5.36
Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.11	0.36	0.34	0.34	0.41	0.43	0.48	0.50	0.55	0.57
Na	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04
K	0.55	1.96	1.89	1.94	1.90	1.90	1.89	1.92	1.85	1.86
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Mg	2.46	1.69	1.87	1.85	2.38	2.35	1.82	1.65	1.81	1.76
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Mn	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.00	0.01
Al	3.68	3.08	2.95	2.95	2.94	3.03	3.16	3.13	3.57	3.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe	3.97	2.62	2.74	2.70	1.89	1.91	2.53	2.51	2.16	2.42
Fe + Mg	6.43	4.32	4.61	4.55	4.27	4.26	4.35	4.16	3.97	4.17
K + Na	0.55	1.98	1.91	1.95	1.92	1.93	1.92	1.94	1.89	1.90
Z (Si)	4.67	5.45	5.52	5.53	5.44	5.37	5.25	5.29	5.04	5.36
Al IV	3.33	2.55	2.48	2.47	2.56	2.63	2.75	2.71	2.96	2.64
Z	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al VI	0.35	0.53	0.48	0.48	0.38	0.40	0.41	0.42	0.61	0.35
Y	6.94	5.25	5.46	5.41	5.11	5.13	5.26	5.11	5.16	5.12
X	0.56	1.99	1.92	1.97	1.94	1.95	1.94	1.95	1.91	1.92
Vazios Y	2.94	1.25	1.46	1.41	1.11	1.13	1.26	1.11	1.16	1.12
Vazios X	1.44	0.01	0.08	0.03	0.06	0.05	0.06	0.05	0.09	0.08

Tabela X.19

% (peso) de óxidos (biotite)			
Amostra:	Monte das Corujeiras		
Análise	2		
CaO	0.04	0.02	0.03
F	0.85	1.37	1.09
SiO <sub>2</sub>	37.08	37.35	37.20
Rb <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	3.55	3.73	4.40
Na <sub>2</sub> O	0.12	0.10	0.16
Cl	0.01	0.01	0.02
K <sub>2</sub> O	9.59	9.81	9.98
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17	0.15	0.18
MgO	8.38	8.64	8.81
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00
BaO	0.13	0.15	0.13
MnO	0.10	0.05	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.66	17.50	16.90
NiO	0.00	0.02	0.05
FeO	18.48	19.03	18.97
H <sub>2</sub> O	4.21	2.66	2.47
Total	100	100	100

Tabela X.20

Distribuição catiónica para  $\Sigma O = 22$   
(biotite)

Amostra:	Monte das Corujeiras		
Análise	2		
Ca	0.01	0.00	0.00
Si	5.51	5.44	5.44
Rb	0.00	0.00	0.00
Ti	0.40	0.41	0.48
Na	0.04	0.03	0.04
K	1.82	1.82	1.86
Cr	0.02	0.02	0.02
Mg	1.86	1.88	1.92
Cs	0.00	0.00	0.00
Ba	0.01	0.01	0.01
Mn	0.01	0.01	0.01
Al	3.09	3.00	2.92
Ni	0.00	0.00	0.01
Fe	2.30	2.32	2.32
Fe + Mg	4.15	4.20	4.25
K + Na	1.85	1.85	1.91
Z (Si)	5.51	5.44	5.44
Al IV	2.49	2.56	2.56
Z	8.00	8.00	8.00
Al VI	0.61	0.44	0.36
Y	5.19	5.07	5.13
X	1.87	1.86	1.92
Vazios Y	1.19	1.07	1.13
Vazios X	0.13	0.14	0.08

## Clorite

Tabela X.21

% (peso) dos óxidos (clorite)						
Amostra:	Grovelas		Marrancos			
Análise	1		1		2	
TiO <sub>2</sub>	0.16	0.30	0.01	0.76	0.09	0.12
F	0.00	0.00	0.07	0.18	0.07	0.12
CaO	0.06	0.06	0.04	0.07	0.05	0.04
SiO <sub>2</sub>	25.75	26.80	28.16	28.72	28.32	27.59
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.10
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.03	0.06	0.03	0.34	0.08	0.04
MnO	0.34	0.28	0.36	0.28	0.31	0.33
MgO	11.68	11.50	12.64	12.73	12.94	13.39
ZnO	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01
FeO	28.82	27.97	23.94	23.05	23.64	25.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.32	20.77	21.51	21.04	21.75	20.98
NiO	0.04	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01
BaO	0.05	0.01	0.00	0.02	0.07	0.07
H <sub>2</sub> O	11.62	12.18	13.14	12.81	12.51	12.01
Total	100	100	100	100	100	100

Tabela X.22

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 14$ (clorite)						
Amostra:	Grovelas		Marrancos			
Análise	1		1		2	
Ti	0.01	0.02	0.00	0.06	0.01	0.01
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Si	2.74	2.85	2.95	2.99	2.94	2.88
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
Mn	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Mg	1.85	1.82	1.97	1.97	2.00	2.08
Zn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe T	2.57	2.49	2.10	2.01	2.05	2.21
Al	2.68	2.60	2.65	2.58	2.66	2.58
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B (Si)	2.74	2.85	2.95	2.99	2.94	2.88
Al (IV)	1.26	1.15	1.05	1.01	1.06	1.12
B	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al (VI)	1.42	1.45	1.60	1.57	1.60	1.47
Soma A	5.91	5.83	5.72	5.67	5.72	5.81
Vazios A	0.09	0.17	0.28	0.33	0.28	0.19
Fe + Mg	4.42	4.31	4.07	3.98	4.06	4.29
Fe/(Fe+Mg)	0.58	0.58	0.52	0.50	0.51	0.51

Tabela X.23

% (peso) dos óxidos (clorite)							
Amostra:	Marrancos			Godinhaços			
Análise	3			1			
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.04	0.00	0.10	0.12	0.16	0.16
F	0.07	0.00	0.17	0.08	0.04	0.08	0.20
CaO	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07	0.04	0.06
SiO <sub>2</sub>	27.04	27.03	26.71	28.12	27.98	30.88	30.80
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	0.13	0.09	0.04	0.10	0.07	0.08
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
Cs <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.02	0.05	0.12	0.27	0.17
MnO	0.40	0.35	0.39	0.14	0.23	0.19	0.18
MgO	13.15	13.07	12.73	8.15	8.42	7.53	7.52
ZnO	0.08	0.03	0.00	-	-	-	-
FeO	25.78	26.48	27.06	32.22	31.49	27.67	26.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.56	20.14	20.21	21.34	21.68	22.73	23.60
NiO	0.00	0.02	0.02	0.06	0.03	0.05	0.02
BaO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H <sub>2</sub> O	12.65	12.60	12.62	9.65	9.74	10.34	11.05
Total	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.24

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 14$ (clorite)							
Amostra:	Marrancos			Godinhaços			
Análise	3			1			
Ti	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Si	2.86	2.87	2.85	2.95	2.93	3.16	3.15
Cr	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Na	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
Mn	0.04	0.03	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02
Mg	2.07	2.07	2.02	1.27	1.31	1.15	1.14
Zn	0.01	0.00	0.00	-	-	-	-
Fe T	2.28	2.35	2.41	2.83	2.76	2.36	2.24
Al	2.56	2.52	2.54	2.64	2.67	2.74	2.84
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B (Si)	2.86	2.87	2.85	2.95	2.93	3.16	3.15
Al (IV)	1.14	1.13	1.15	1.05	1.07	0.84	0.85
B	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al (VI)	1.42	1.39	1.39	1.59	1.60	1.89	1.99
Soma A	5.85	5.87	5.88	5.73	5.73	5.47	5.42
Vazios A	0.15	0.13	0.12	0.27	0.27	0.53	0.58
Fe + Mg	4.35	4.42	4.44	4.10	4.07	3.51	3.39
Fe/(Fe+Mg)	0.52	0.53	0.54	0.69	0.68	0.67	0.66

## Pirite

Tabela X.25

% (peso) elementar (pirite)				
Amostra:	Froufe			
<u>Análise</u>	1		2	
Comment				
Bi	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0
Pb	0	0	0	0.037
Au	0.014	0.02	0.018	0.034
Ag	0	0	0.005	0
Ge	0	0	0	0.002
Cd	0	0	0	0
Mo	0	0.014	0	0
In	0.032	0	0.035	0
As	0.444	0.454	0.125	0.562
Sn	0.002	0.021	0	0.036
S	53.788	53.069	53.184	52.755
Ni	0	0.005	0.031	0
Se	0	0.029	0.011	0.003
Zn	0.009	0.035	0.058	0
Fe	46.305	46.333	46.403	46.299
Sb	0	0	0	0
Mn	0	0	0	0
Co	0.008	0.022	0.053	0.016
Cu	0	0	0	0
Total	100.602	100.002	99.923	99.744

Tabela X.26

Distribuição catiónica para $\sum \text{iões} = 3$ (pirite)				
Amostra:	Froufe			
Análise	1		2	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.01	0.01	0.00	0.01
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00
S	2.00	1.99	2.00	1.99
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.99	1.00	1.00	1.00
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00

## Calcopirite

Tabela X.27

% (peso) elementar (calcopirite)				
Amostra:	Marrancos			
Análise	1	2		
Bi	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0
Pb	0.089	0.173	0.081	0.129
Au	0.038	0.008	0.013	0.012
Ag	0	0.027	0	0.006
Ge	0	0.001	0	0.011
Cd	0	0.062	0	0
Mo	0.033	0.035	0.042	0.063
In	0.026	0.008	0.024	0.019
As	0	0.031	1.024	0.019
Sn	0.022	0.026	0.039	0.019
S	34.119	34.571	33.69	34.471
Ni	0	0	0	0
Se	0.009	0.001	0	0
Zn	0.018	0.071	0	0.022
Fe	29.909	30.27	29.849	30.011
Sb	0.041	0.011	0	0.027
Mn	0	0.024	0.023	0.015
Co	0	0.001	0.001	0.033
Cu	31.362	33.826	31.738	33.634
Total	95.666	99.146	96.524	98.491

Tabela X.28

Distribuição catiónica para $\Sigma$ iões = 4 (calcopirite)				
Amostra:	Marrancos			
Análise	1	2		
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.03	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00
S	2.03	2.00	2.00	2.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.01	1.02	1.00
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.94	0.99	0.95	0.99

Arsenopirite

Tabela X.29

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	1					2				
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0.027	0.002	0	0	0	0	0	0
Pb	0.013	0	0.007	0	0.146	0.097	0	0.029	0.043	0.075
Au	0	0.002	0.003	0.004	0	0.031	0.058	0.005	0	0
Ag	0.056	0.056	0	0.009	0	0	0	0	0	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0.014	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0
Mo	0.015	0	0.018	0.017	0	0.006	0	0.035	0	0.015
In	0.017	0.01	0.004	0.016	0	0	0	0.022	0	0.028
As	44.371	44.302	44.635	44.473	44.688	44.946	44.64	44.12	44.793	44.668
Sn	0.008	0	0	0	0.007	0.042	0	0.024	0.062	0
S	19.769	19.679	19.722	19.968	19.743	19.837	19.966	20.128	19.805	19.739
Ni	0	0	0	0	0.047	0	0.01	0	0	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0	0	0.012	0	0.1	0.065	0	0
Fe	35.262	35.063	34.964	35.039	35.163	35.2	34.873	34.94	35.245	34.923
Sb	0	0	0.009	0	0.022	0.013	0	0.009	0	0
Mn	0	0	0.016	0.024	0.026	0.001	0	0	0.015	0.012
Co	0.004	0.009	0.022	0.023	0.045	0.011	0.02	0.009	0.007	0.023
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.529	99.121	99.427	99.575	99.899	100.184	99.68	99.386	99.97	99.483

Tabela X.30

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	1						2			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.02	1.00	1.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.31

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	2		3					4		
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0.002	0	0.051	0	0	0.015	0	0.024	0	0
Pb	0.092	0	0.024	0	0	0	0.036	0.068	0.055	0.022
Au	0	0	0	0	0	0.012	0	0.052	0.057	0
Ag	0	0.014	0.01	0	0.059	0.026	0	0.009	0.004	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0.005	0	0.067	0	0.006	0.043	0	0.004	0
Mo	0	0	0.029	0	0	0	0	0.011	0.019	0
In	0	0	0	0.011	0	0	0.004	0.011	0.026	0
As	44.494	44.821	43.529	43.516	44.585	43.877	43.504	39.778	43.926	43.672
Sn	0	0.006	0	0.012	0.038	0	0.013	0.03	0	0
S	19.625	19.839	19.997	20.194	19.697	19.96	19.6	17.122	20.135	20.108
Ni	0	0	0.009	0	0	0	0.031	0.028	0.016	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0.037	0.022	0	0	0	0.068	0.046	0.067	0.029
Fe	34.797	35.058	35.174	35.492	35.07	35.327	35.31	30.666	35.319	35.291
Sb	0.015	0	0.048	0	0.08	0.025	0	0	0.055	0.093
Mn	0	0.003	0.003	0	0.019	0	0	0.013	0.038	0
Co	0.017	0.021	0	0.018	0	0.009	0.014	0.038	0	0.028
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.042	99.804	98.896	99.31	99.548	99.257	98.623	87.896	99.721	99.243

Tabela X.32

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	2		3					4		
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.97	0.97	0.95	0.94	0.97	0.95	0.95	0.98	0.95	0.95
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.00	1.01	1.02	1.02	1.00	1.01	1.00	0.99	1.02	1.02
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	1.04	1.02	1.03	1.03
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.33

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz								Froufe	
Análise	4								1	
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0
Pb	0.117	0	0.054	0	0.033	0.127	0.033	0.057	0	0.102
Au	0	0.071	0.019	0.019	0	0	0.005	0.068	0.023	0.067
Ag	0	0	0	0	0	0.027	0	0.003	0	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0.023	0.044	0	0	0	0.001	0	0	0.019	0.02
Mo	0.018	0	0	0.004	0.002	0	0.012	0.012	0	0.012
In	0.006	0.021	0.011	0.066	0.044	0.001	0.004	0.01	0.027	0
As	43.841	43.876	43.522	43.915	43.593	44.303	44.327	43.65	44.921	44.345
Sn	0.009	0.003	0.007	0.055	0	0.041	0	0.002	0	0.047
S	20.097	20.061	20.162	19.95	19.838	19.921	19.895	18.19	19.96	19.557
Ni	0	0	0	0.025	0.009	0.037	0	0	0	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0.02	0	0	0.077	0.051	0.017	0.077	0	0.045	0
Fe	35.159	35.428	35.514	35.124	35.237	35.171	35.144	33.158	35.183	34.95
Sb	0.007	0.101	0.047	0.067	0	0.029	0	0.068	0.026	0.057
Mn	0.004	0.019	0.004	0	0.002	0.053	0	0	0	0.017
Co	0.019	0.025	0	0.038	0.006	0.024	0.004	0.032	0	0.007
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.32	99.649	99.34	99.34	98.815	99.756	99.501	95.25	100.204	99.181

Tabela X.34

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)										
Amostra:	Coto da Cruz								Froufe	
Análise	4								1	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	1.00	0.97	0.97
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	0.98	1.01	1.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.35

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Froufe									
Análise	2									
Bi	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.077	0.03	0	0.117	0.085	0	0.115	0.054	0	0.122
Au	0	0	0.027	0	0	0.031	0	0	0.036	0
Ag	0.034	0	0	0.014	0	0.022	0.014	0	0	0.053
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0
Mo	0	0	0.015	0	0	0	0.022	0.026	0.008	0.047
In	0	0.013	0.003	0.031	0	0.035	0.051	0.014	0.001	0.004
As	45.225	44.925	45.455	45.469	45.18	45.426	45.403	45.137	45.35	45.665
Sn	0.015	0	0	0	0	0.002	0.039	0.002	0	0
S	19.281	19.411	19.255	19.135	19.591	19.379	19.341	19.301	19.385	19.326
Ni	0	0	0	0.031	0	0	0	0	0.031	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0.017	0.018	0	0	0.004	0.052	0	0.075
Fe	34.789	34.775	34.794	34.809	34.829	34.771	34.942	34.712	34.805	34.921
Sb	0.017	0.004	0	0.01	0	0.041	0	0.023	0	0.023
Mn	0.003	0.03	0.026	0	0.032	0	0.002	0	0.052	0
Co	0.039	0.028	0.022	0	0	0	0.017	0.024	0.016	0.019
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.48	99.216	99.614	99.634	99.717	99.72	99.963	99.345	99.684	100.255

Tabela X.36

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)										
Amostra:	Froufe									
Análise	2									
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.99	0.98	0.99	1.00	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.99	0.99	0.98	0.98	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.37

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Froufe				Godinhaços					
Análise	2		3		1					
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0.012	0	0.012	0	0.006	0	0
Pb	0.028	0.036	0	0	0.008	0.058	0	0.006	0.076	0
Au	0	0.033	0.057	0	0	0.006	0	0.056	0.025	0
Ag	0.01	0.017	0	0	0	0.014	0.024	0	0	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0	0	0	0.028	0	0.041	0.035	0	0
Mo	0.031	0.01	0	0.017	0.001	0.028	0	0	0	0.007
In	0.014	0.036	0.003	0	0.008	0.039	0.048	0.054	0	0.031
As	44.947	45.204	45.479	45.015	44.274	44.317	44.325	44.098	44.832	44.863
Sn	0.094	0.01	0	0	0.019	0	0.029	0	0	0.003
S	19.27	19.319	18.791	19.272	20.113	20.13	20.193	20.265	19.794	19.686
Ni	0.001	0	0.001	0.037	0	0.011	0.067	0.001	0.013	0.051
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0.063	0	0.017	0	0	0	0	0.001	0.036	0
Fe	34.768	34.826	34.734	35.014	35.489	35.447	35.166	35.232	34.819	34.688
Sb	0	0	0.032	0	0.016	0.015	0.031	0.025	0.037	0
Mn	0	0	0	0	0	0.028	0	0.016	0	0.02
Co	0.017	0	0.023	0.025	0	0.042	0.035	0.018	0.065	0.12
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.243	99.491	99.137	99.392	99.956	100.147	99.959	99.813	99.697	99.469

Tabela X.38

Distribuição catiónica para $\Sigma$ iões = 3 (arsenopirite)										
Amostra:	Froufe				Godinhaços					
Análise	2		3		1					
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.99	0.99	1.00	0.98	0.96	0.96	0.96	0.95	0.97	0.98
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.99	0.99	0.97	0.99	1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.39

% (peso) elementar (arsenopirite)									
Amostra: Análise	Godinhaços								
	2			3					
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0.011	0	0	0	0	0.001	0.01	0	0
Pb	0	0.136	0.039	0	0	0.007	0	0.07	0.066
Au	0.002	0	0	0.01	0.064	0.04	0	0.016	0.035
Ag	0.006	0.002	0.016	0	0	0.035	0.027	0.045	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0.033	0.03	0.012	0	0	0.001	0	0	0
Mo	0	0	0	0.014	0	0.006	0	0.021	0
In	0.021	0.003	0.003	0.053	0.023	0.022	0.019	0	0
As	43.865	44.341	44.214	43.64	44.375	43.848	44.158	44.173	43.932
Sn	0	0.039	0	0	0	0.037	0	0	0.012
S	20.236	20.195	19.878	20.136	20.104	20.038	20.134	20.269	20.292
Ni	0.041	0.026	0.025	0.033	0.013	0.01	0	0.038	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0.091	0.051	0.054	0	0.021	0.023	0.023	0
Fe	35.292	35.188	35.176	34.952	35.077	35.166	35.149	35.189	35.296
Sb	0.012	0.052	0	0	0	0.015	0	0.033	0.054
Mn	0.051	0.03	0.003	0	0.007	0	0	0	0
Co	0.01	0	0	0.009	0.035	0.005	0	0	0.014
Cu	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0
Total	99.58	100.133	99.417	98.903	99.698	99.252	99.52	99.877	99.701

Tabela X.40

Distribuição catiónica para  $\Sigma iões = 3$  (arsenopirite)

Amostra: Análise	Godinhaços								
	2			3					
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95	0.95
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.02	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.02	1.03	1.02	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.41

% (peso) elementar (arsenopirite)										
Amostra:	Grovelas									
Análise	1			2				3		
Bi	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009
Pb	0.046	0.174	0	0.027	0.058	0.041	0	0.027	0	0.014
Au	0	0	0.036	0.014	0	0	0.051	0	0	0.018
Ag	0.034	0.038	0	0.027	0.023	0.011	0.021	0	0.001	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0.029	0	0	0.023	0	0.017	0	0	0
Mo	0.02	0	0	0.018	0.003	0	0	0.005	0.001	0.006
In	0.018	0	0.041	0.001	0.044	0	0	0.069	0	0.014
As	44.669	44.552	44.722	44.587	45.322	44.299	44.379	44.595	44.502	44.605
Sn	0	0.007	0	0.002	0	0	0.036	0	0.034	0.001
S	19.564	19.809	19.558	19.887	19.47	20.066	20.041	19.853	19.816	19.716
Ni	0	0	0	0.042	0	0	0.046	0.026	0.014	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0.059	0	0	0.082	0	0.035	0.058	0.04	0.001
Fe	35.004	34.98	35.166	35.051	34.879	35.106	35.312	35.4	35.409	35.05
Sb	0.031	0	0	0	0.018	0.019	0.002	0.045	0.04	0.032
Mn	0.001	0.004	0.007	0	0.026	0.02	0	0	0	0.031
Co	0	0.015	0.001	0.044	0.024	0.02	0.035	0.029	0.025	0.01
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.387	99.737	99.531	99.7	99.972	99.582	99.975	100.107	99.882	99.507

Tabela X.42

Distribuição catiónica para  $\Sigma iões = 3$  (arsenopirite)

Amostra: Análise	Grovelas									
	1			2				3		
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.98	0.97	0.97	0.97	0.99	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.00	1.01	1.00	1.01	0.99	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.43

% (peso) elementar (arsenopirite)									
Amostra:	Grovelas			Marrancos					
Análise	3			1				2	
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0.007	0	0	0	0.001	0.023	0	0	0
Pb	0	0.076	0.067	0.061	0.037	0.076	0	0.096	0.033
Au	0	0.014	0.056	0.067	0	0	0.038	0	0
Ag	0.028	0.006	0.016	0	0	0.004	0	0	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0.029	0	0.014	0	0	0	0	0.027
Mo	0	0.029	0.009	0	0	0	0	0.005	0
In	0.012	0	0.001	0.009	0	0.032	0.011	0	0.089
As	45.142	45.255	44.997	42.136	43.877	43.478	39.273	44.054	43.198
Sn	0.02	0.011	0.063	0.022	0.011	0.005	0.003	0.036	0
S	19.649	19.307	19.627	21.471	20.274	19.853	23.176	20.067	20.266
Ni	0.026	0	0.016	0.033	0.036	0.051	0.046	0.081	0.077
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0.029	0	0	0.072	0.018	0	0	0
Fe	35.08	34.957	34.972	35.924	35.457	34.651	35.91	34.743	34.94
Sb	0	0.025	0.002	0	0.001	0.02	0	0.006	0.005
Mn	0	0.01	0.022	0.021	0.043	0	0	0.001	0
Co	0	0.004	0.003	0.136	0.04	0.007	0.008	0.056	0.061
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.964	99.752	99.851	99.894	99.849	98.218	98.465	99.145	98.696

Tabela X.44

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)									
Amostra:	Grovelas			Marrancos					
Análise	3			1				2	
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.98	0.99	0.98	0.90	0.95	0.96	0.83	0.96	0.94
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.00	0.98	1.00	1.07	1.02	1.02	1.15	1.02	1.03
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.45

Amostra: Análise		% (peso) elementar (arsenopirite)									
		2		3				4			
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0.034	0	0.012	0	0	0
Pb	0.006	0	0.034	0.066	0.057	0.012	0.148	0.102	0.023	0.066	0
Au	0.025	0	0	0	0.039	0	0	0	0.064	0.016	0
Ag	0.02	0.072	0.042	0	0.02	0.006	0	0.037	0	0.033	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0	0	0	0	0.015	0	0	0	0	0	0
Mo	0	0.003	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0
In	0.054	0.02	0.029	0	0	0	0.029	0.008	0.036	0.032	0
As	43.283	43.853	44.085	43.303	44.491	43.644	42.981	44.349	44.436	43.097	0
Sn	0	0.064	0	0.031	0.019	0	0	0	0	0	0
S	20.385	19.968	20.302	20.051	19.954	19.76	19.71	20.195	19.676	19.886	0
Ni	0.1	0.032	0	0.075	0.101	0.029	0.032	0.046	0.024	0.059	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0.041	0.012	0.029	0	0.064	0.06	0.042	0.117	0.026	0	0
Fe	34.859	34.574	34.967	34.704	34.704	34.887	34.821	34.844	34.367	34.357	0
Sb	0.005	0	0	0.033	0.006	0.028	0	0	0	0	0
Mn	0	0.016	0	0.055	0.01	0	0	0	0.022	0	0
Co	0.045	0.228	0.101	0.241	0.218	0.047	0.021	0.02	0.002	0.064	0
Cu	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Total	98.823	98.842	99.612	98.559	99.698	98.507	97.785	99.73	98.676	97.61	0

Tabela X.46

Distribuição catiónica para $\Sigma iões = 3$ (arsenopirite)										
Amostra:	Marrancos									
Análise	2		3				4			
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.94	0.96	0.95	0.95	0.97	0.96	0.95	0.96	0.98	0.95
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.04	1.02	1.03	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.03
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.03	1.03	1.01	1.01	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.47

		% (peso) elementar (arsenopirite)									
Amostra:		Monte das Corujeiras									
Análise	1						2				
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb	0.105	0	0	0	0.157	0.046	0.108	0.06	0.067	0	0
Au	0.035	0	0.004	0.06	0.01	0.03	0.007	0	0.011	0	0
Ag	0.001	0	0.026	0.013	0.028	0.016	0	0	0.001	0	0
Ger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0.022	0	0	0.027	0.046	0.026	0	0.017	0.013	0.005	0
Mo	0	0.024	0	0.042	0.008	0.025	0.047	0	0.032	0.028	0
In	0	0.012	0.035	0.017	0	0.006	0.014	0.016	0.023	0.022	0
As	43.915	43.658	44.091	43.801	44.086	44.557	43.662	43.746	43.64	44.051	0
Sn	0	0.023	0.005	0.015	0	0.004	0.039	0.012	0	0.021	0
S	20.034	20.05	19.71	20.024	20.103	19.443	19.999	19.954	20.073	20.233	0
Ni	0	0.002	0.052	0.005	0.024	0.064	0	0	0.042	0.005	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0	0.023	0	0	0.015	0.035	0	0	0
Fe	35.188	35.23	35.18	35.045	35.206	34.822	35.455	35.249	35.342	35.225	0
Sb	0.035	0	0.041	0.102	0.065	0.003	0.015	0.063	0.064	0	0
Mn	0	0	0	0.009	0.01	0.013	0.008	0	0.017	0.043	0
Co	0.024	0.046	0.011	0.023	0.004	0.114	0.019	0.05	0.054	0.03	0
Cu	0	0	0	0.005	0	0.033	0	0	0	0	0
Total	99.359	99.045	99.155	99.211	99.747	99.202	99.388	99.202	99.379	99.663	0

Tabela X.48

Distribuição catiónica para  $\Sigma iões = 3$  (arsenopirite)

Amostra: Análise	Monte das Corujeiras									
	1					2				
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95	0.98	0.95	0.95	0.95	0.95
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	1.02	1.02	1.00	1.02	1.02	0.99	1.01	1.01	1.02	1.02
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.02
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.49

	Médias por áreas % (peso) elementar (arsenopirite)								
	CC			F			G		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Bi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.004	0.051	0.000	0.001	0.012	0.000	0.003	0.012
Pb	0.000	0.040	0.146	0.000	0.048	0.122	0.000	0.031	0.136
Au	0.000	0.015	0.071	0.000	0.017	0.067	0.000	0.017	0.064
Ag	0.000	0.010	0.059	0.000	0.010	0.053	0.000	0.011	0.045
Ge	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.008	0.067	0.000	0.003	0.020	0.000	0.012	0.041
Mo	0.000	0.008	0.035	0.000	0.012	0.047	0.000	0.005	0.028
In	0.000	0.011	0.066	0.000	0.015	0.051	0.000	0.022	0.054
As	39.778	44.013	44.946	44.345	45.197	45.665	43.640	44.217	44.863
Sn	0.000	0.013	0.062	0.000	0.013	0.094	0.000	0.009	0.039
S	17.122	19.741	20.194	18.791	19.348	19.960	19.686	20.098	20.292
Ni	0.000	0.008	0.047	0.000	0.006	0.037	0.000	0.022	0.067
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.025	0.100	0.000	0.018	0.075	0.000	0.020	0.091
Fe	30.666	34.933	35.514	34.712	34.851	35.183	34.688	35.155	35.489
Sb	0.000	0.025	0.101	0.000	0.015	0.057	0.000	0.019	0.054
Mn	0.000	0.009	0.053	0.000	0.010	0.052	0.000	0.010	0.051
Co	0.000	0.017	0.045	0.000	0.015	0.039	0.000	0.024	0.120
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Total	87.896	98.877	100.184	99.137	99.580	100.255	98.903	99.675	100.147

Tabela X.50

Médias por área distribuição catiónica para  $\Sigma iões = 3$  (arsenopirite)

	CC			F			G		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Bi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Au	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Ag	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Ge	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mo	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
In	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
As	0.943	0.963	1.001	0.970	0.988	1.003	0.949	0.958	0.978
Sn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
S	0.975	1.009	1.023	0.968	0.988	1.008	1.002	1.017	1.025
Ni	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002
Fe	1.015	1.025	1.038	1.018	1.022	1.028	1.014	1.021	1.028
Sb	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Mn	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002
Co	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabela X.51

## Médias por áreas % (peso) elementar (arsenopirite)

	Gr			M			MC		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Bi	0.000	0.005	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.001	0.009	0.000	0.004	0.034	0.000	0.000	0.000
Pb	0.000	0.041	0.174	0.000	0.051	0.148	0.000	0.054	0.157
Au	0.000	0.015	0.056	0.000	0.016	0.067	0.000	0.016	0.060
Ag	0.000	0.016	0.038	0.000	0.015	0.072	0.000	0.009	0.028
Ge	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.008	0.029	0.000	0.004	0.027	0.000	0.016	0.046
Mo	0.000	0.007	0.029	0.000	0.002	0.023	0.000	0.021	0.047
In	0.000	0.015	0.069	0.000	0.022	0.089	0.000	0.015	0.035
As	44.299	44.740	45.322	39.273	43.346	44.491	43.640	43.921	44.557
Sn	0.000	0.013	0.063	0.000	0.012	0.064	0.000	0.012	0.039
S	19.307	19.720	20.066	19.676	20.312	23.176	19.443	19.962	20.233
Ni	0.000	0.013	0.046	0.000	0.051	0.101	0.000	0.019	0.064
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.023	0.082	0.000	0.030	0.117	0.000	0.007	0.035
Fe	34.879	35.105	35.409	34.357	34.919	35.924	34.822	35.194	35.455
Sb	0.000	0.016	0.045	0.000	0.007	0.033	0.000	0.039	0.102
Mn	0.000	0.009	0.031	0.000	0.011	0.055	0.000	0.010	0.043
Co	0.000	0.016	0.044	0.002	0.081	0.241	0.004	0.038	0.114
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.033
Total	99.387	99.765	100.107	97.610	98.882	99.894	99.045	99.335	99.747

Tabela X.52

Médias por área distribuição catiónica para  $\Sigma iões = 3$  (arsenopirite)

	Gr			M			MC		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Bi	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ga	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Pb	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Au	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Ag	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Ge	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cd	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
In	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
As	0.959	0.972	0.988	0.831	0.943	0.975	0.947	0.955	0.975
Sn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
S	0.985	1.001	1.017	1.009	1.032	1.147	0.994	1.014	1.022
Ni	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	0.000	0.001	0.002
Se	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.001
Fe	1.018	1.023	1.029	1.010	1.019	1.031	1.022	1.027	1.033
Sb	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Mn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001
Co	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.007	0.000	0.001	0.003
Cu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

## Escorodite

Tabela X.53

% (peso) de óxidos (escorodite)											
Amostra:		Coto da Cruz									
Análise	1				2				3		
ThO2	0.046	0.26	0.084	0.168	0.093	0	0	0.261	0	0	
MgO	0.019	0.048	0.026	0.062	0.011	0.008	0.054	0.043	0.053	0.023	
SiO2	0.009	0.161	0.012	0.726	0.026	0.149	0.301	0.263	0.135	0.025	
BaO	0.097	0.024	0.017	0.095	0.063	0	0	0.105	0.063	0	
CaO	0.058	0.031	0.048	0.059	0.002	0.073	0.007	0.018	0.083	0.086	
Al2O3	0.608	0.388	0.276	1.127	0.418	0.382	0.672	0.64	0.592	0.451	
PbO	0	0	0	0.066	0	0.068	0.044	0.05	0.031	0	
SO3	0.179	0.213	0.166	0.147	0.042	0.183	0.199	0.138	0.19	0.163	
TiO2	0	0.012	0.009	0	0	0	0.004	0	0.028	0	
SrO	0.03	0.08	0	0.006	0.017	0.036	0	0.001	0	0.001	
CuO	0.086	0.07	0.037	0.041	0.041	0	0.021	0.083	0.045	0.091	
FeO	32.462	31.698	31.767	31.484	32.431	31.559	30.873	31.11	32.482	32.168	
As2O5	51.933	50.682	50.523	49.223	51.51	50.58	50.371	50.899	51.167	49.887	
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
H2O	14.473	16.333	17.035	16.796	15.346	16.962	17.454	16.389	15.131	17.105	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabela X.54

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)											
Amostra:	Coto da Cruz										
Análise	1				2				3		
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.03	0.02	0.01	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.92	0.90	0.90	0.93	0.93	0.94
As	1.02	1.02	1.03	0.99	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.98	1.98	2.00	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99
Soma Fe + Al	0.95	0.94	0.94	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.95	0.95	0.96
Fe/(Fe+Mg)	97.15	98.12	98.66	94.69	98.02	98.14	96.70	96.88	97.22	97.22	97.85

Tabela X.55

% (peso) de óxidos (escorodite)										
Amostra: Análise	Coto da Cruz									
	3		4				5			
ThO2	0	0.084	0.056	0.037	0.242	0	0.065	0.019	0.028	0
MgO	0.061	0.07	0.041	0.037	0.012	0.049	0.065	0.08	0.074	0.055
SiO2	0.044	0.07	0.03	0.024	0.04	0.091	1.832	0.917	0.482	0.556
BaO	0.077	0.073	0.076	0.052	0.045	0	0.045	0	0.046	0.059
CaO	0.032	0.063	0	0.041	0.013	0.049	0.053	0.065	0.05	0.025
Al2O3	0.403	0.328	0.369	0.251	0.466	0.352	1.506	0.667	0.356	0.487
PbO	0	0.02	0	0	0.162	0.04	0	0.172	0.015	0
SO3	0.173	0.175	0.108	0.128	0.226	0.1	0.298	0.219	0.247	0.23
TiO2	0	0	0	0	0	0.055	0	0	0.021	0
SrO	0	0.015	0.033	0.029	0.052	0	0	0.008	0	0
CuO	0	0.008	0	0	0	0.083	0	0.12	0.075	0.108
FeO	32.266	32.369	32.992	32.872	32.039	32.23	32.597	32.151	31.691	32.391
As2O5	49.654	50.13	51.721	50.687	50.986	51.09	49.963	49.486	49.859	49.737
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H2O	17.29	16.595	14.574	15.842	15.717	15.861	13.576	16.096	17.056	16.352
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.56

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)										
Amostra:	Coto da Cruz									
Análise	3		4				5			
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.02	0.02
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.06	0.03	0.02	0.02
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.95	0.94	0.94	0.95	0.92	0.93	0.90	0.92	0.92	0.93
As	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	0.96	0.99	1.01	1.00
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.99	1.99	1.98	1.99	1.98	1.98	2.00	1.99	1.98	1.99
Soma Fe + Al	0.96	0.96	0.95	0.96	0.94	0.94	0.96	0.95	0.94	0.96
Fe/(Fe+Mg)	98.08	98.44	98.28	98.82	97.77	98.32	93.25	96.85	98.27	97.70

Tabela X.57

% (peso) de óxidos (escorodite)											
Amostra:	Coto da Cruz									Froufe	
Análise	6					7			1		
ThO2	0.177	0.253	0.019	0	0	0.283	0	0.66	0	0	
MgO	0.029	0.046	0.057	0.031	0.024	0.024	0.029	0.086	0.028	0.017	
SiO2	0.058	0.07	0.072	0	0	0	0.137	0.166	0	0.055	
BaO	0.01	0.063	0	0.042	0.014	0.083	0.035	0	0	0	
CaO	0.029	0.036	0	0	0.051	0.085	0	0.069	0.006	0.044	
Al2O3	0.3	0.429	0.787	0.556	0.297	0.055	0.02	0.012	0.143	0.077	
PbO	0	0	0	0	0.15	0.085	0.212	0	0	0.061	
SO3	0.26	0.082	0.033	0.162	0.073	0.465	0.267	0.341	0.351	0.294	
TiO2	0	0.015	0	0	0	0	0.028	0.055	0.024	0	
SrO	0	0.002	0.016	0.067	0	0.104	0	0	0.006	0	
CuO	0.008	0.004	0	0.025	0	0	0.084	0	0	0	
FeO	34.869	32.942	32.204	32.826	32.922	30.713	32.068	31.504	33.45	32.892	
As2O5	49.373	49.858	49.651	49.004	48.942	50.566	49.069	49.298	51.89	51.052	
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
H2O	14.887	16.2	17.161	17.287	17.527	17.537	18.051	17.809	14.102	15.508	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabela X.58

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)										
Amostra:	Coto da Cruz								Froufe	
Análise	6					7			1	
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	1.00	0.96	0.94	0.96	0.97	0.90	0.95	0.93	0.94	0.94
As	0.98	1.01	1.01	1.00	1.00	1.03	1.01	1.01	1.02	1.02
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	2.01	1.99	1.99	2.00	2.00	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98
Soma Fe + Al	1.01	0.98	0.98	0.99	0.99	0.91	0.95	0.93	0.95	0.95
Fe/(Fe+Mg)	98.67	98.00	96.31	97.42	98.61	99.72	99.90	99.94	99.33	99.63

Tabela X.59

% (peso) de óxidos (escorodite)										
Amostra:	Froufe									
Análise	2		3				4			
ThO <sub>2</sub>	0	0	0.028	0.038	0	0	0	0.168	0	0.11
MgO	0.056	0.034	0.054	0.024	0.032	0.013	0.049	0.049	0.033	0.069
SiO <sub>2</sub>	0	0.038	0.056	0.087	0.083	0.017	0	0	0.881	0
BaO	0	0	0.014	0	0	0	0.066	0	0.032	0
CaO	0.016	0.008	0.013	0.05	0.009	0.043	0.031	0.018	0	0.057
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.087	0.088	0	0.013	0.136	0.051	0.779	0.755	0.642	0.591
PbO	0.066	0	0	0	0	0.127	0	0	0	0
SO <sub>3</sub>	0.261	0.313	0.283	0.088	0.181	0.024	0.161	0.095	0.268	6.441
TiO <sub>2</sub>	0.024	0	0	0	0	0	0	0.023	0.047	0.029
SrO	0.014	0	0.007	0.048	0	0	0	0	0.007	0
CuO	0	0.046	0	0.029	0.158	0	0.086	0.078	0	0
FeO	33.353	32.398	34.045	33.086	32.818	32.784	32.692	31.864	31.442	31.787
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	51.558	50.436	50.716	50.048	50.511	50.746	52.688	51.714	49.28	52.015
K <sub>2</sub> O	N/A									
H <sub>2</sub> O	14.565	16.639	14.784	16.489	16.072	16.195	13.448	15.236	17.368	8.901
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.60

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)										
Amostra:	Froufe									
Análise	2		3				4			
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.17
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.95	0.94	0.97	0.96	0.95	0.95	0.91	0.91	0.91	0.79
As	1.02	1.02	1.00	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	1.00	0.90
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.98	1.98	1.98	1.98	1.90
Soma Fe + Al	0.95	0.95	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.82
Fe/(Fe+Mg)	99.59	99.58	100.00	99.94	99.36	99.76	96.40	96.42	96.90	97.17

Tabela X.61

% (peso) de óxidos (escorodite)												
Ams. Ana	Froufe		Godinhaços									
	5		1				2					
ThO2	0	0	0.126	0.346	0	0.095	0	0.031	0	0.215	0	
MgO	0.035	0	0.044	0.045	0.011	0.041	0.047	0.041	0.079	0.02	0.065	
SiO2	0	0.04	0	0.09	0	0.095	0.154	0.102	0.232	0.201	0.255	
BaO	0.028	0	0	0.024	0	0.167	0.012	0.189	0.095	0	0.148	
CaO	0.043	0.084	0.057	0.03	0.097	0.142	0.075	0.023	0.076	0.255	0.378	
Al2O3	0.163	0.09	3.572	2.147	2.224	5.046	2.199	2.308	0.996	1.472	2.035	
PbO	0	0.06	0.092	0.024	0.127	0	0.339	0	0	0.23	0.176	
SO3	0.322	0.383	0.026	0	0	0	0	0	0.037	0.056	0.134	
TiO2	0.015	0	0	0.059	0	0.079	0	0	0.032	0	0.042	
SrO	0.079	0.008	0	0	0	0	0.179	0	0	0.103	0.022	
CuO	0.139	0	0	0.056	0.042	0.293	0.125	0.042	0.028	0.37	0	
FeO	33.07	30.275	27.813	29.142	28.607	25.495	28.898	29.523	30.709	52.106	58.778	
As2O5	52.137	49.567	52.155	50.83	50.625	50.826	51.177	50.282	49.334	28.615	21.758	
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
H2O	13.969	19.493	16.115	17.207	18.267	17.721	16.795	17.459	18.382	16.357	16.209	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabela X.62

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)											
Amostra:	Froufe		Godinhaços								
Análise	5		1			2					
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
Al	0.01	0.00	0.16	0.10	0.10	0.23	0.10	0.11	0.05	0.07	0.10
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe	0.93	0.91	0.79	0.85	0.84	0.73	0.84	0.86	0.91	1.57	1.77
As	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	1.01	1.03	1.02	1.01	0.60	0.46
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	2.00	1.99	1.99	1.99	2.27	2.36
Soma Fe + Al	0.94	0.91	0.95	0.94	0.94	0.96	0.93	0.96	0.95	1.64	1.87
Fe/(Fe+Mg)	99.23	99.54	83.25	89.65	89.15	76.34	89.35	89.09	95.17	95.76	94.86

Tabela X.63

% (peso) de óxidos (escorodite)										
Amostra:	Godinhaços								Grovelas	
Análise	3		4						1	
ThO <sub>2</sub>	0.213	0	0	0.318	0	0	0	0	0.148	0
MgO	0	0.078	0.064	0.005	0.034	0	0.079	0	0.022	0.024
SiO <sub>2</sub>	0.16	0	0.131	0.123	0	0.313	0.177	0.073	0.037	0
BaO	0.147	0	0	0.06	0.168	0.012	0	0.096	0.135	0.035
CaO	0.153	0.14	0.082	0.042	0.061	0	0.029	0.058	0.009	0.084
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.873	0.246	0.162	0.082	0.278	3.98	0.628	1.345	0.442	0.394
PbO	0.244	0	0.154	0	0	0.429	0.169	0.297	0.028	0.059
SO <sub>3</sub>	0.517	1.315	0.366	0.551	0.565	0.021	0.263	0.376	0.12	0.295
TiO <sub>2</sub>	0	0.015	0.051	0	0.043	0	0.068	0.011	0.026	0
SrO	0	0.032	0.01	0.017	0	0.124	0	0.068	0.009	0.03
CuO	0	0.098	0	0.283	0.284	0.028	0	0.17	0.065	0.058
FeO	55.366	53.86	32.54	30.863	31.545	27.088	31.339	30.245	34.389	32.62
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26.867	31.199	50.86	49.197	48.132	51.824	48.913	48.73	51.314	51.009
K <sub>2</sub> O	N/A	N/A	0.034	0.028	0.032	0.016	0.035	0.029	N/A	N/A
H <sub>2</sub> O	14.46	13.017	15.546	18.431	18.858	16.165	18.3	18.502	13.256	15.392
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.64

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)										
Amostra:	Godinhaços								Grovelas	
Análise	3		4						1	
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.09	0.01	0.01	0.00	0.01	0.18	0.03	0.06	0.02	0.02
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	1.62	1.54	0.93	0.92	0.94	0.77	0.93	0.90	0.96	0.93
As	0.55	0.62	1.01	1.02	1.00	1.02	1.01	1.00	1.00	1.01
K	N/A	N/A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N/A	N/A
Soma	2.29	2.22	1.98	1.97	1.99	1.99	1.99	1.99	2.00	1.98
Soma Fe + Al	1.71	1.55	0.94	0.92	0.95	0.94	0.96	0.96	0.98	0.95
Fe/(Fe+Mg)	94.97	99.29	0.99	1.00	0.99	0.81	0.97	0.93	98.03	98.14

Tabela X.65

% (peso) de óxidos (escorodite)										
Amostra:	Grovelas									
Análise	1			2		3				
ThO <sub>2</sub>	0	0.389	0.118	0	0	0.062	0	0.063		
MgO	0.015	0.031	0.076	0.021	0.105	0.035	0.013	0.051		
SiO <sub>2</sub>	0.048	0	0.05	0.387	0.876	0.199	0.101	0		
BaO	0.077	0.047	0.138	0.032	0.11	0.023	0.176	0.106		
CaO	0	0.2	0.283	0.142	0.162	0.111	0	0.083		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.759	0.417	0.815	4.377	5.445	0.016	0.061	0.014		
PbO	0.189	0.217	0.073	0	0	0	0.16	0.116		
SO <sub>3</sub>	0.143	0	0.091	0	0.004	3.586	0.628	0.381		
TiO <sub>2</sub>	0	0	0	0	0.048	0	0.025	0		
SrO	0	0.025	0	0.261	0.207	0	0	0		
CuO	0.021	0.13	0.076	0	0	0	0.028	0.07		
FeO	32.07	57.995	57.833	36.045	34.399	32.426	32.108	32.354		
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	51.36	27.523	27.134	41.868	41.335	49.662	50.892	49.341		
K <sub>2</sub> O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
H <sub>2</sub> O	15.318	13.026	13.313	16.867	17.309	13.88	15.808	17.421		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100		

Tabela X.66

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)								
Amostra:	Grovelas							
Análise	1			2		3		
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	0.03	0.02	0.04	0.20	0.24	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.92	1.70	1.69	1.04	0.99	0.88	0.92	0.95
As	1.02	0.56	0.55	0.84	0.82	0.94	1.02	1.01
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	2.30	2.30	2.11	2.11	1.94	1.97	1.99
Soma Fe + Al	0.95	1.72	1.73	1.24	1.23	0.88	0.93	0.95
Fe/(Fe+Mg)	96.43	98.89	97.84	84.02	80.13	99.92	99.70	99.93

Tabela X.67

% (peso) de óxidos (escorodite)										
Amostra:	Marrancos									
Análise	1			2					3	
ThO2	0.094	0.189	0	0	0.095	0.252	0	0.221	0	0.255
MgO	0	0.037	0.039	0.029	0.014	0.066	0.07	0.104	0.062	0.051
SiO2	0.426	0.096	0.054	0.045	0	0	0.012	0.033	0.217	0.091
BaO	0.201	0.202	0	0.188	0.083	0.012	0.024	0	0	0.241
CaO	0.006	0.056	0	0.012	0	0.034	0.04	0	0.038	0.18
Al2O3	0.11	0.167	1.078	3.414	2.581	3.368	3.491	1.268	1.486	1.65
PbO	0	0	0.079	0.27	0	0.206	0.254	0	0	0
SO3	0.19	1.974	0.037	0.009	0	0	0.015	0.027	0.116	0.104
TiO2	0	0	0.124	0	0.128	0.126	0	0	0	0.147
SrO	0.027	0.048	0	0.032	0	0	0.073	0	0.028	0
CuO	0.181	0.084	0	0.096	0	0.028	0.209	0.112	0.562	0.298
FeO	31.052	31.187	31.226	27.926	28.13	27.507	27.814	30.224	29.664	29.012
As2O5	49.993	47.82	49.558	52.562	50.096	51.11	50.52	49.016	50.294	48.813
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.017	0.032
H2O	17.72	18.14	17.805	15.417	18.873	17.291	17.478	18.995	17.516	19.126
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.68

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)											
Amostra:	Marrancos										
Análise	1			2					3		
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Si	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	0.01	0.01	0.05	0.15	0.12	0.15	0.16	0.06	0.07	0.07	0.08
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01
Fe	0.91	0.91	0.92	0.79	0.83	0.79	0.80	0.90	0.87	0.87	0.87
As	1.02	0.97	1.01	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.00	0.00
Soma	1.98	1.96	1.99	1.98	1.98	1.98	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
Soma Fe + Al	0.92	0.92	0.97	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.93	0.93	0.94
Fe/(Fe+Mg)	99.45	99.17	94.87	83.93	87.44	83.91	83.57	93.83	0.93	0.93	0.92

Tabela X.69

% (peso) de óxidos (escorodite)											
Amostra:	Marrancos										
Análise	3			4					5		
ThO <sub>2</sub>	0.159	0	0.285	0	0	0	0.318	0	0.158	0	
MgO	0.034	0.069	0.001	0.004	0	0	0.004	0.032	0.037	0.018	
SiO <sub>2</sub>	0	0	0.164	0	0.009	0.085	0	0	0	0.114	
BaO	0	0.072	0.036	0.024	0	0	0.132	0	0	0.095	
CaO	0.155	0.132	0.07	0.082	0.108	0.155	0.103	0.079	0.053	0.046	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.051	1.687	2.429	0.036	0.036	0.135	1.414	1.412	0.173	0.145	
PbO	0.238	0	0	0	0.39	0.289	0.148	0	0.069	0.29	
SO <sub>3</sub>	0.448	0.253	0.204	0.504	0.425	0.535	0.236	0.245	0.323	0.338	
TiO <sub>2</sub>	0	0	0.103	0	0	0.023	0	0	0.004	0	
SrO	0.015	0.033	0.087	0	0	0	0.037	0.018	0	0.127	
CuO	0.384	0.411	0.238	0.331	0	0.216	0	0.241	0.31	0.24	
FeO	31.204	29.116	28.486	30.642	30.147	29.6	29.388	28.928	31.718	31.022	
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	47.667	49.058	50.823	46.456	46.186	46.491	49.897	49.309	49.324	49.377	
K <sub>2</sub> O	0	0.048	0.002	0	0	0	0.028	0.01	0	0.019	
H <sub>2</sub> O	19.645	19.121	17.072	21.921	22.699	22.471	18.295	19.726	17.831	18.169	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Tabela X.70

Distribuição catiónica para $\sum O = 4$ (escorodite)											
Amostra:	Marrancos										
Análise	3			4					5		
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.08	0.11	0.00	0.00	0.01	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe	0.95	0.87	0.82	0.95	0.95	0.93	0.87	0.87	0.94	0.92	0.92
As	1.00	1.01	1.02	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.01	1.02	1.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soma	1.99	1.99	1.98	1.99	1.98	1.98	1.98	1.98	1.99	1.98	1.98
Soma Fe + Al	0.95	0.94	0.93	0.95	0.95	0.93	0.93	0.93	0.95	0.93	0.93
Fe/(Fe+Mg)	1.00	0.92	0.88	1.00	1.00	0.99	0.93	0.93	0.99	0.99	0.99

Tabela X.71

% (peso) de óxidos (escorodite)									
Amostra:	Marrancos			Monte das Corujeiras					
Análise	5		1			2			
ThO2	0.032	0	0	0.057	0	0.084	0	0.009	0.103
MgO	0.078	0.068	0.048	0.043	0.065	0.068	0.009	0.069	0.033
SiO2	0	0.179	0.046	0.031	0.021	0.06	0.073	0.032	0.727
BaO	0	0	0	0.007	0.117	0.011	0.017	0.102	0
CaO	0.072	0.057	0.047	0.014	0.027	0.046	0.014	0.02	0.019
Al2O3	0.174	0.157	1.952	2.273	1.78	1.871	0.801	1.256	2.087
PbO	0.028	0.265	0.112	0	0.023	0.061	0.063	0.072	0.043
SO3	0.237	0.09	0.015	0.001	0	0.014	0.05	0.223	0.038
TiO2	0	0	0	0.014	0	0	0	0.06	0
SrO	0	0.083	0	0	0	0.066	0.01	0	0.028
CuO	0	0	0	0	0	0.046	0.045	0	0.074
FeO	31.594	31.665	32.384	30.315	30.793	31.217	33.085	31.789	31.112
As2O5	49.271	49.142	51.533	49.809	49.751	50.582	52.592	50.394	50.834
K2O	0.02	0.004	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H2O	18.494	18.29	13.863	17.436	17.423	15.874	13.241	15.974	14.902
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela X.72

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)										
Amostra:	Marrancos		Monte das Corujeiras							
Análise	5		1				2			
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.01	0.01	0.09	0.10	0.08	0.08	0.04	0.06	0.09	
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.94	0.94	0.91	0.88	0.90	0.89	0.92	0.91	0.88	
As	1.02	1.02	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01	0.99	
K	0.00	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.99	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	1.99	2.00	
Soma Fe + Al	0.95	0.95	0.99	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97	
Fe/(Fe+Mg)	0.99	0.99	91.37	89.49	91.70	91.42	96.35	94.17	90.49	

Tabela X.73

Tabela X.74

% (peso) de óxidos (escorodite)			
Amostra:	Monte das Corujeiras		
Análise	2		
ThO <sub>2</sub>	0	0	0
MgO	0.039	0.048	0.024
SiO <sub>2</sub>	0.742	0.057	0.352
BaO	0	0	0
CaO	0	0.03	0.051
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.159	0.564	1.843
PbO	0.132	0	0
SO <sub>3</sub>	0.088	0	0.094
TiO <sub>2</sub>	0	0.064	0
SrO	0	0	0
CuO	0	0	0
FeO	30.709	32.025	31.413
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50.879	52.192	51.326
K <sub>2</sub> O	N/A	N/A	N/A
H <sub>2</sub> O	15.252	15.02	14.897
Total	100	100	100

Tabela X.75

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)			
Amostra:	Monte das Corujeiras		
Análise	2		
Th	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00
Si	0.03	0.00	0.01
Ba	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00
Al	0.10	0.03	0.08
Pb	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00
Fe	0.87	0.91	0.89
As	1.00	1.03	1.00
K	N/A	N/A	N/A
Soma	1.99	1.98	1.99
Soma Fe + Al	0.96	0.94	0.97
Fe/(Fe+Mg)	90.08	97.32	91.58

Tabela X.76

	Médias por lâminas - % (peso) elementar (escorodite)								
	CC2a			CC2b			CC4a		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
ThO2	0.00	0.07	0.26	0.00	0.09	0.25	0.00	0.31	0.66
MgO	0.01	0.04	0.08	0.02	0.04	0.06	0.02	0.05	0.09
SiO2	0.01	0.29	1.83	0.00	0.04	0.07	0.00	0.10	0.17
BaO	0.00	0.05	0.11	0.00	0.03	0.06	0.00	0.04	0.08
CaO	0.00	0.04	0.09	0.00	0.02	0.05	0.00	0.05	0.09
Al2O3	0.25	0.54	1.51	0.30	0.47	0.79	0.01	0.03	0.06
PbO	0.00	0.03	0.17	0.00	0.03	0.15	0.00	0.10	0.21
SO3	0.04	0.18	0.30	0.03	0.12	0.26	0.27	0.36	0.47
TiO2	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.06
SrO	0.00	0.02	0.08	0.00	0.02	0.07	0.00	0.03	0.10
CuO	0.00	0.05	0.12	0.00	0.01	0.03	0.00	0.03	0.08
FeO	30.87	32.08	32.99	32.20	33.15	34.87	30.71	31.43	32.07
As2O5	49.22	50.50	51.93	48.94	49.37	49.86	49.07	49.64	50.57
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H2O	13.58	16.10	17.45	14.89	16.61	17.53	17.54	17.80	18.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela X.77

Médias por lâminas - distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)									
	CC2a			CC2b			CC4a		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Si	0.00	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.01	0.02	0.06	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.90	0.92	0.95	0.94	0.97	1.00	0.90	0.93	0.95
As	0.96	1.01	1.03	0.98	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.99	2.00	1.99	2.00	2.01	1.97	1.98	1.98
Soma Fe +									
Al	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1.01	0.91	0.93	0.95
Fe/(Fe+Mg)	93.25	97.46	98.82	96.31	97.80	98.67	99.72	99.85	99.94

Tabela X.78

	Médias por lâminas - % (peso) elementar (escorodite)								
	F1-Ia			F1-IIa			G4b		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
ThO2	0.00	0.01	0.04	0.00	0.05	0.17	0.00	0.09	0.35
MgO	0.01	0.03	0.06	0.00	0.04	0.07	0.00	0.04	0.08
SiO2	0.00	0.04	0.09	0.00	0.15	0.88	0.00	0.12	0.26
BaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.07	0.00	0.07	0.19
CaO	0.01	0.02	0.05	0.00	0.04	0.08	0.02	0.13	0.38
Al2O3	0.00	0.07	0.14	0.09	0.50	0.78	0.25	2.19	5.05
PbO	0.00	0.03	0.13	0.00	0.01	0.06	0.00	0.11	0.34
SO3	0.02	0.22	0.35	0.10	1.28	6.44	0.00	0.19	1.32
TiO2	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.05	0.00	0.02	0.08
SrO	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	0.08	0.00	0.03	0.18
CuO	0.00	0.03	0.16	0.00	0.05	0.14	0.00	0.10	0.37
FeO	32.40	33.10	34.05	30.28	31.86	33.07	25.50	38.21	58.78
As2O5	50.05	50.87	51.89	49.28	51.23	52.69	21.76	42.15	52.16
K2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H2O	14.10	15.54	16.64	8.90	14.74	19.49	13.02	16.54	18.38
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela X.79

Médias por lâminas - distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)									
	F1-Ia			F1-IIa			G4b		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
Al	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01	0.10	0.23
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.17	0.00	0.01	0.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Fe	0.94	0.95	0.97	0.79	0.90	0.93	0.73	1.12	1.77
As	1.00	1.02	1.02	0.90	1.00	1.03	0.46	0.85	1.03
K	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.98	1.98	1.99	1.90	1.97	1.98	1.98	2.10	2.36
Soma Fe +									
Al	0.95	0.95	0.97	0.82	0.92	0.95	0.93	1.22	1.87
Fe/(Fe+Mg)	99.33	99.65	100.00	96.40	97.61	99.54	76.34	90.63	99.29

Tabela X.80

	Médias por lâminas - % (peso) elementar (escorodite)								
	G5b			Gr1d			Gr2		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
ThO2	0.00	0.05	0.32	0.00	0.09	0.39	0.00	0.04	0.06
MgO	0.00	0.03	0.08	0.02	0.04	0.11	0.01	0.03	0.05
SiO2	0.00	0.14	0.31	0.00	0.20	0.88	0.00	0.10	0.20
BaO	0.00	0.06	0.17	0.03	0.08	0.14	0.02	0.10	0.18
CaO	0.00	0.05	0.08	0.00	0.13	0.28	0.00	0.06	0.11
Al2O3	0.08	1.08	3.98	0.39	1.81	5.45	0.01	0.03	0.06
PbO	0.00	0.17	0.43	0.00	0.08	0.22	0.00	0.09	0.16
SO3	0.02	0.36	0.57	0.00	0.09	0.30	0.38	1.53	3.59
TiO2	0.00	0.03	0.07	0.00	0.01	0.05	0.00	0.01	0.03
SrO	0.00	0.04	0.12	0.00	0.08	0.26	0.00	0.00	0.00
CuO	0.00	0.13	0.28	0.00	0.05	0.13	0.00	0.03	0.07
FeO	27.09	30.60	32.54	32.07	40.76	58.00	32.11	32.30	32.43
As2O5	48.13	49.61	51.82	27.13	41.65	51.36	49.34	49.97	50.89
K2O	0.02	0.03	0.04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H2O	15.55	17.63	18.86	13.03	14.93	17.31	13.88	15.70	17.42
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela X.81

	Médias por lâminas - distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (escorodite)								
	G5b			Gr1d			Gr2		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.05	0.18	0.02	0.08	0.24	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.10
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.77	0.90	0.94	0.92	1.18	1.70	0.88	0.92	0.95
As	1.00	1.01	1.02	0.55	0.83	1.02	0.94	0.99	1.02
K	0.00	0.00	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soma	1.97	1.99	1.99	1.98	2.11	2.30	1.94	1.96	1.99
Soma Fe +									
Al	0.92	0.95	0.96	0.95	1.26	1.73	0.88	0.92	0.95
Fe/(Fe+Mg)	0.81	0.95	1.00	80.13	93.35	98.89	99.70	99.85	99.93

Tabela X.82

	Médias por lâminas - % (peso) elementar (escorodite)								
	M7Ba			M7Ca			MC1		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
ThO2	0.00	0.11	0.25	0.00	0.09	0.32	0.00	0.03	0.10
MgO	0.00	0.04	0.10	0.00	0.03	0.08	0.01	0.04	0.07
SiO2	0.00	0.08	0.43	0.00	0.06	0.22	0.02	0.21	0.74
BaO	0.00	0.09	0.20	0.00	0.04	0.24	0.00	0.03	0.12
CaO	0.00	0.02	0.06	0.04	0.10	0.18	0.00	0.03	0.05
Al2O3	0.11	1.93	3.49	0.04	0.78	2.43	0.56	1.66	2.27
PbO	0.00	0.10	0.27	0.00	0.12	0.39	0.00	0.05	0.13
SO3	0.00	0.28	1.97	0.09	0.29	0.54	0.00	0.05	0.22
TiO2	0.00	0.05	0.13	0.00	0.02	0.15	0.00	0.01	0.06
SrO	0.00	0.02	0.07	0.00	0.03	0.13	0.00	0.01	0.07
CuO	0.00	0.09	0.21	0.00	0.23	0.56	0.00	0.02	0.07
FeO	27.51	29.38	31.23	28.49	30.16	31.72	30.32	31.48	33.09
As2O5	47.82	50.08	52.56	46.19	48.72	50.82	49.75	50.99	52.59
K2O	N/A	N/A	N/A	0.00	0.01	0.05	N/A	N/A	N/A
H2O	15.42	17.71	19.00	17.07	19.31	22.70	13.24	15.39	17.44
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela X.83

Médias por lâminas - distribuição catiónica para  $\Sigma O = 4$  (escorodite)

	M7Ba			M7Ca			MC1		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al	0.01	0.09	0.16	0.00	0.04	0.11	0.03	0.07	0.10
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.01	0.06	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Fe	0.79	0.86	0.92	0.82	0.90	0.95	0.87	0.90	0.92
As	0.97	1.01	1.03	1.00	1.01	1.03	0.99	1.01	1.03
K	N/A	N/A	N/A	0.00	0.00	0.00	N/A	N/A	N/A
Soma	1.96	1.98	1.99	1.98	1.99	1.99	1.98	1.99	2.00
Soma Fe +									
Al	0.92	0.95	0.97	0.93	0.94	0.95	0.94	0.97	0.99
Fe/(Fe+Mg)	83.57	90.77	99.45	0.88	0.96	1.00	89.49	92.40	97.32

## Farmacossiderite

Tabela X.84

% (peso) de óxidos (farmacossiderite)				
Amostra:	Grovelas			
Análise	1			
ThO <sub>2</sub>	0.343	0.44	0	0.441
MgO	0.164	0.129	0.073	0.072
SiO <sub>2</sub>	5.399	9.393	1.838	3.719
BaO	0	0	0.13	0
CaO	0.289	3.544	0.338	0.235
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.746	11.578	5.806	8.777
PbO	0	0.333	0	0.142
SO <sub>3</sub>	0.013	0.018	0.001	0.049
TiO <sub>2</sub>	0.383	0	0.324	0.092
SrO	0.367	0.119	0.18	0.285
CuO	0	0	0	0.228
FeO	28.472	26.254	38.699	29.081
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	37.155	30.079	33.529	36.722
K <sub>2</sub> O	4.3	3.404	3.346	3.987
H <sub>2</sub> O	13.369	14.709	15.736	16.17

### Distribuição catiónica para $\Sigma O = 14$ (farmacossiderite)

Amostra:	Grovelas			
Análise	1			
ThO <sub>2</sub>	0.010	0.012	0.000	0.013
MgO	0.030	0.023	0.015	0.014
SiO <sub>2</sub>	0.669	1.146	0.246	0.484
BaO	0.000	0.000	0.007	0.000
CaO	0.038	0.463	0.048	0.033
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.423	1.665	0.915	1.347
PbO	0.000	0.011	0.000	0.005
SO <sub>3</sub>	0.001	0.002	0.000	0.005
TiO <sub>2</sub>	0.036	0.000	0.033	0.009
SrO	0.026	0.008	0.014	0.022
CuO	0.000	0.000	0.000	0.022
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.654	2.410	3.894	2.850
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.407	1.918	2.344	2.500
K <sub>2</sub> O	0.680	0.530	0.571	0.662
Soma	7.974	8.188	8.086	7.966
Soma Fe + Al	4.077	4.075	4.809	4.197
Fe/(Fe+Al)	0.651	0.591	0.810	0.679

## Bariofarmacossiderite

Tabela X.85

% (peso) de óxidos (bariofarmacossiderite)					
Amostra:	Godinhaços				
Análise	1				
ThO <sub>2</sub>	0.155	0	0	0.186	0
MgO	0.005	0.097	0.088	0.068	0.066
SiO <sub>2</sub>	0.11	19.037	12.787	0.203	0.795
BaO	7.578	5.122	6.652	6.359	6.129
CaO	0.056	0.141	0.077	0.204	0.928
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.946	5.324	3.414	3.587	2.842
PbO	0	0.277	0.5	0.47	0.132
SO <sub>3</sub>	0.002	0.042	0	0	0
TiO <sub>2</sub>	0.171	0.027	0.157	0	0.012
SrO	0.104	0.006	0.063	0.04	0
CuO	0	0	0.085	0	0.261
FeO	35.594	30.798	27.284	37.619	38.58
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	37.496	28.266	33.147	35.359	29.279
K <sub>2</sub> O	0.295	3.567	0.366	0.216	0.202
H <sub>2</sub> O	14.488	7.296	15.38	15.689	20.774

### Distribuição catiónica para $\sum O = 14$ (bariofarmacossiderite)

Amostra:	Godinhaços				
Análise	1				
ThO <sub>2</sub>	0.005	0.000	0.000	0.006	0.000
MgO	0.001	0.016	0.017	0.014	0.015
SiO <sub>2</sub>	0.015	2.149	1.638	0.029	0.121
BaO	0.416	0.227	0.334	0.354	0.364
CaO	0.008	0.017	0.011	0.031	0.151
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.651	0.708	0.516	0.600	0.508
PbO	0.000	0.008	0.017	0.018	0.005
SO <sub>3</sub>	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
TiO <sub>2</sub>	0.018	0.002	0.015	0.000	0.001
SrO	0.008	0.000	0.005	0.003	0.000
CuO	0.000	0.000	0.008	0.000	0.030
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.750	2.617	2.631	4.019	4.403
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.745	1.669	2.221	2.625	2.322
K <sub>2</sub> O	0.053	0.514	0.060	0.039	0.039
Soma	7.670	7.932	7.472	7.738	7.959
Soma Fe + Al	4.401	3.325	3.146	4.619	4.911
Fe/(Fe+Al)	0.852	0.787	0.836	0.870	0.897

### Arsenato de bismuto não identificado

Tabela X.86

% (peso) de óxidos (arsenato de bismuto)			
Amostra:	Coto da Cruz		
<u>Análise</u>	1		
ThO2	0	0.191	0.297
MgO	0.031	0.015	0.039
SiO2	0.101	0.108	0.023
BaO	0.049	0	0
CaO	0.089	0.019	0.049
Al2O3	0.082	0.093	0.101
PbO	0	0	0
SO3	0.047	0.076	0.087
TiO2	0.003	0.02	0
SrO	0	0	0
CuO	0.145	0	0.044
FeO	7.947	6.74	9.278
Bi2O3	47.219	50.92	42.267
As2O5	35.14	33.515	37.3
H2O	9.146	8.304	10.516
Total	100	100	100

**Ouro**

Tabela X.87

% (peso) elementar (ouro)					Átomos por fórmula unitária				
Amostra:	Grovelas				Amostra:	Grovelas			
Análise	Nativo		Electrum		Análise	Nativo		Electrum	
Bi	0.637	0.727	0.519	0.639	Bi	0.01	0.01	0.00	0.00
Ga	0.041	0	0	0	Ga	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0	0	0.211	0	Pb	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	96.399	96.651	74.033	74.79	Au	0.93	0.93	0.30	0.49
Ag	3.292	3.389	22.547	25.65	Ag	0.06	0.06	0.17	0.31
Ge	0	0	0	0.026	Ge	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	0	0	0	0	Cd	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo	0	0	0	0	Mo	0.00	0.00	0.00	0.00
In	0	0	0	0	In	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.02	0	19.487	6.971	As	0.00	0.00	0.21	0.12
Sn	0	0	0	0	Sn	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0	0	6.692	0.813	S	0.00	0.00	0.17	0.03
Ni	0	0	0	0.041	Ni	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0	0.012	0.021	0.01	Se	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn	0.075	0.116	0	0	Zn	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.213	0.135	11.285	2.002	Fe	0.01	0.00	0.16	0.05
Sb	0.012	0	0	0	Sb	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0	0	0	0	Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0	0	0	0	Co	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0	0	0	0.072	Cu	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.689	101.03	134.795	111.014					

Considerando apenas Au e Ag:

Grovelas				
	Nativo		Electrum	
Au	96.40	96.65	74.033	74.79
Ag	3.29	3.39	22.547	25.65
Soma	99.69	100.04	96.58	100.44
Conversão para 100%				
Au%	96.70	96.61	76.65	74.46
Ag%	3.30	3.39	23.35	25.54

## Monazite

Tabela X.88

Amostra: Análise	% (peso) de óxidos (monazite)							
	Coto da Cruz			Godinhaços				
	1			1	2	3		
Ce2O3	24.018	24.11	29.327	29.588	28.704	25.255	28.637	
F	0.381	0.602	0.308	0.317	0.37	0.555	0.367	
Nb2O5	0.093	0.135	0.131	0	0	0.137	0.078	
V2O3	0	0	0	0	0	0	0	
Nd2O3	10.098	11.248	13.845	13.758	13.94	11.93	12.74	
Na2O	0	0	0	0	0	0	0	
SO3	0.013	0.071	0	0	0	0.028	0	
PbO	0.188	0.251	0.017	0.01	0.135	0.154	0.073	
Gd2O3	0.485	0.773	1.307	1.049	1	0.876	0.769	
MgO	0.027	0	0	0.018	0.008	0	0	
Cl	0.065	0.041	0.032	0.035	0.066	0.077	0.028	
Pr2O3	3.236	3.046	3.766	3.816	3.984	3.384	3.707	
Dy2O3	0	0	0.622	0.235	0.7	0.457	0.54	
As2O5	0	0	0.228	0.013	0.151	0.014	0	
PaO2	0	0	0.092	0	0.067	0	0.168	
Sm2O3	1.415	1.434	1.936	1.675	1.918	1.448	1.321	
Yb2O3	0	0	0	0	0	0	0	
Al2O3	0	0.02	0	0	0.24	0	0.008	
CaO	2.423	2.501	0.18	0.098	0.215	1.708	0.321	
Eu2O3	0	0	0	0	0	0	0	
Lu2O3	0	0	0	0.093	0.293	0	0.063	
SiO2	0.161	0.219	0.297	0.818	0.886	0.215	0.766	
BaO	0	0	0	0	0.043	0	0	
ThO2	10.691	11.257	1.848	3.561	1.984	7.929	4.437	
Ho2O3	0.155	0.405	0.735	0.292	0.342	0.5	0.35	
SrO	0	0	0	0.05	0.091	0	0	
TiO2	0	0	0	0	0	0	0	
UO2	1.609	1.507	0.043	0.051	0	0.576	0.131	
Ta2O5	0.161	0	0.349	0	0.017	0.044	0.064	
Y2O3	0.301	0.497	0.017	0.04	0.03	0.491	0.371	
La2O3	12.076	10.827	13.742	13.851	13.672	12.958	14.419	
K2O	0.042	0.022	0.027	0.038	0.154	0.069	0.08	
Tb2O3	0	0	0	0	0	0	0	
P2O5	30.128	29.703	29.313	28.812	29.384	30.034	28.792	
MnO	0	0	0	0	0	0	0	
FeO	0.281	0.274	0	0	0	0.071	0	
HfO2	0	0	0	0.231	0	0.261	0	
ZrO2	0.037	0	0.032	0.102	0	0	0.087	
Tm2O3	0.22	0.393	0	0.055	0.237	0	0	
Er2O3	0.108	0.091	0	0.034	0	0	0	
H2O	1.761	0.835	1.943	1.501	1.536	1.083	1.847	
Total	100	100	100	100	100	100	100	

Tabela X.89

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 4$ (monazite)							
Amostra:	Coto da Cruz			Godinhaços			
Análise	1		1	2	3	3	
Ce	0.35	0.34	0.43	0.43	0.41	0.36	0.42
Nb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nd	0.14	0.16	0.20	0.20	0.20	0.17	0.18
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gd	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pr	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
Dy	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sm	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
Yb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	0.10	0.10	0.01	0.00	0.01	0.07	0.01
Eu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th	0.10	0.10	0.02	0.03	0.02	0.07	0.04
Ho	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Yb	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04
La	0.18	0.16	0.20	0.20	0.20	0.19	0.21
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Tb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	1.01	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.97
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Er	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Rútilo**

Tabela X.90

Amostra: Análise	% (peso) de óxidos (rútilo)							
	Godinhaços				Marrancos			
	1				1			
P2O5	0	0.015	0.04	0	0.025	0.012	0.03	0.004
Na2O	0	0	0	0.012	0.024	0.01	0	0.01
SO3	0	0.008	0.032	0	0.004	0.007	0.006	0.007
BaO	0.024	0.045	0.029	0.058	0.038	0.043	0.046	0.007
Bi2O3	0.023	0	0.079	0	0	0	0.017	0
MgO	0	0	0.005	0.008	0	0.001	0	0.012
PbO	0	0	0	0.013	0.006	0.07	0	0
V2O3	0.434	0.607	0.443	0.318	0.185	0.05	0.03	0.01
Ag2O	0	0.007	0	0.02	0	0.01	0	0
As2O5	0	0	0	0	0	0	0.025	0
K2O	0.089	0.122	0.174	0.168	0.133	0.006	0.003	0
Cr2O3	0.044	0.115	0.023	0.022	0.043	0.037	0.038	0.028
CaO	0.021	0.038	0.032	0	0.008	0.035	0.02	0.062
Al2O3	0.052	0.016	0.116	0.04	0.046	0.008	0	0.024
SnO2	0.032	0.066	0	0.037	0.374	0	0.034	0.012
FeO	0.552	0.297	0.353	1.458	1.113	1.994	1.857	2.005
ZnO	0	0	0.004	0.021	0.054	0	0	0
SiO2	0.029	0.062	0.165	0.047	0.03	0.046	0.05	0.059
TiO2	98.21	97.432	97.892	93.096	94.543	92.186	92.443	92.327
NiO	0.007	0.004	0	0	0.026	0	0	0
Ta2O5	0	0.129	0	0	0.175	0.119	0.036	0.083
ZrO2	0.013	0.035	0	0.057	0.006	0.017	0	0.033
MnO	0	0	0.014	0	0.015	0	0.028	0.012
CuO	0	0	0.006	0	0	0	0	0
CoO	0	0	0	0	0.019	0.012	0	0.006
Nb2O5	0.374	0.485	0.314	1.172	2.318	0.587	0.515	0.496
WO3	0.368	0.319	0.408	2.975	0.926	4.595	4.585	4.866
Au2O	0	0	0	0.002	0	0	0	0
H2O	0	0.197	0	0.477	0	0.155	0.235	0
Total	100.272	100	100.129	100	100.111	100	100	100.063

Tabela X.91

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 2$ (rútilo)								
Amostra:	Godinhaços					Marrancos		
Análise	1				2	1		
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.99	0.98	0.98	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
W	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.92

		% (peso) de óxidos (rútilo)					
Amostra: Análise	Marrancos						
	1						
P2O5	0	0	0.033	0	0	0	0
Na2O	0.016	0	0.024	0.001	0	0	0.009
SO3	0.018	0.024	0	0	0	0	0.015
BaO	0	0.002	0.085	0.061	0.027	0.033	0.036
Bi2O3	0.02	0.01	0.043	0.007	0.017	0.054	0.007
MgO	0	0.002	0.007	0	0.005	0.003	0
PbO	0.068	0	0.077	0	0.025	0	0.03
V2O3	0.069	0.048	0.051	0.111	0	0.044	0.001
Ag2O	0.041	0	0	0	0.018	0	0
As2O5	0	0.02	0.002	0.052	0	0	0
K2O	0.004	0	0.007	0.037	0.004	0.003	0
Cr2O3	0.01	0.047	0.054	0.077	0.051	0.025	0.056
CaO	0.02	0.032	0.029	0.032	0.016	0.043	0.051
Al2O3	0.045	0.02	0.027	0.031	0.045	0.032	0.015
SnO2	0	0	0.05	0.054	0	0.005	0.037
FeO	2.025	0.902	0.764	1.245	0.436	2.038	0.427
ZnO	0	0.027	0	0.125	0.016	0.032	0.045
SiO2	0.043	0.015	0.037	0.04	0.052	0.034	0.064
TiO2	92.659	98.734	98.856	97.553	98.498	92.023	98.384
NiO	0.01	0.005	0	0	0	0	0
Ta2O5	0	0.108	0	0	0	0	0.167
ZrO2	0.06	0	0.001	0	0	0.002	0
MnO	0	0	0	0.018	0	0.015	0
CuO	0	0	0	0	0.008	0	0
CoO	0	0.015	0	0	0	0	0.037
Nb2O5	0.539	0.109	0.078	0.164	0.101	0.292	0.086
WO3	4.597	0.309	0.712	0.9	0.61	5.208	0.386
Au2O	0	0	0	0.001	0	0	0
H2O	0	0	0	0	0.073	0.114	0.149
Total	100.244	100.429	100.937	100.509	100	100	100

Tabela X.93

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 2$ (rútilo)							
Amostra: Análise	Marrancos						
	1						
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.96	0.99	0.99	0.98	0.99	0.96	0.99
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.94

%wt	Médias de cada área (rútilo)		<i>a.p.f.u.</i>	G	M
	G	M			
P2O5	0.02	0.01	V	0.00	0.00
Na2O	0.01	0.01	Fe	0.01	0.02
SO3	0.01	0.01	Ti	0.98	0.97
BaO	0.04	0.03	W	0.00	0.01
Bi2O3	0.02	0.02			
MgO	0.00	0.00			
PbO	0.00	0.03			
V2O3	0.40	0.04			
Ag2O	0.01	0.01			
As2O5	0.00	0.01			
K2O	0.14	0.01			
Cr2O3	0.05	0.04			
CaO	0.02	0.03			
Al2O3	0.05	0.02			
SnO2	0.10	0.02			
FeO	0.75	1.37			
ZnO	0.02	0.02			
SiO2	0.07	0.04			
TiO2	96.23	95.37			
NiO	0.01	0.00			
Ta2O5	0.06	0.05			
ZrO2	0.02	0.01			
MnO	0.01	0.01			
CuO	0.00	0.00			
CoO	0.00	0.01			
Nb2O5	0.93	0.30			
WO3	1.00	2.68			
Au2O	0.00	0.00			
H2O	0.13	0.07			
Total	100.10	100.22			

**Ilmenite**  
Tabela X.95

% (peso) de óxidos (ilmenite)

Amostra: Análise	Grovelas				Monte das Corujeiras	
	1		2		1	
P2O5	0.013	0.012	0	0	0	0.006
Na2O	0.02	0	0.002	0	0.015	0.005
SO3	0	0	0.014	0.002	0	0
BaO	0.101	0.061	0.087	0.098	0.013	0.003
Bi2O3	0	0	0.02	0.007	0	0
MgO	0.026	0.043	0	0.002	0.05	0.029
PbO	0.129	0.038	0	0.023	0	0
V2O3	0.038	0.007	0.002	0.017	0.123	0.096
Ag2O	0.004	0.009	0	0	0	0
As2O5	0.004	0	0	0.023	0	0.041
K2O	0.027	0.03	0.052	0.059	0.016	0
Cr2O3	0.007	0	0.024	0	0.081	0.069
CaO	0.032	0.013	0.031	0.065	0.024	0.008
Al2O3	0.006	0.008	0.013	0.008	0.007	0.008
SnO2	0.034	0.021	0.007	0	0	0.043
FeO	40.669	40.835	39.661	39.742	42.718	42.897
ZnO	0.031	0	0.018	0	0.025	0.097
SiO2	0.015	0.004	0.01	0.002	0.009	0.014
TiO2	54.547	54.435	54.521	54.009	54.401	54.132
NiO	0.013	0	0	0.02	0.005	0.007
Ta2O5	0.17	0.164	0.07	0.156	0	0.167
ZrO2	0.037	0.012	0	0.049	0	0.02
MnO	3.237	3.141	3.588	4.075	1.248	1.235
CuO	0	0.014	0	0.006	0.015	0
CoO	0.036	0.074	0.098	0.047	0.06	0.034
Nb2O5	0.215	0.165	0.268	0.318	0.2	0.194
WO3	0.071	0	0	0.189	0.038	0.1
Au2O	0.019	0.012	0.016	0	0	0.024
H2O	0.498	0.902	1.498	1.084	0.952	0.772
Total	100	100	100	100	100	100

Tabela X.96

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 2$ (ilmenite)						
Amostra:	Grovelas				Monte das Corujeiras	
Análise	1		2		1	
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.84	0.84	0.90	0.90	0.85	0.86
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	1.03	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.08	0.09	0.03	0.03	0.07	0.07
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Au	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Plagioclase

Tabela X.97

Amostra: Análise	% (peso) de óxidos (plagioclase)					
	Godinhaços				Grovelas	
	1				1	
CaO	0	0	0.108	0	3.144	3.613
Na <sub>2</sub> O	11.066	11.241	11.317	11.456	9.607	9.108
SrO	0.042	0.18	0	0.029	0.045	0
SiO <sub>2</sub>	69.508	69.915	70.404	70.152	65.326	64.7
BaO	0	0	0.04	0.079	0.054	0
MgO	0	0	0	0.017	0.015	0
TiO <sub>2</sub>	0.072	0	0.007	0	0.019	0
K <sub>2</sub> O	0.072	0.123	0.092	0.056	0.187	0.294
MnO	0	0.019	0	0	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.128	18.701	19.31	19.359	21.944	22.448
FeO	0.044	0.093	0.175	0.09	0	0.029
Total	99.932	100.272	101.453	101.238	100.341	100.192

### Distribuição catiónica para $\sum O = 8$ (plagioclase)

Amostra: Análise	Godinhaços				Grovelas	
	1				1	
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17
Na <sub>2</sub> O	0.93	0.95	0.94	0.96	0.82	0.78
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	3.03	3.04	3.02	3.02	2.87	2.84
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.98	0.96	0.98	0.98	1.13	1.16
FeO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Soma A	0.94	0.96	0.96	0.97	0.98	0.96
Soma B	4.01	4.00	4.00	4.00	4.00	4.01
An	0.00	0.00	0.52	0.00	15.15	17.67
Ab	99.57	99.29	98.95	99.68	83.78	80.62
Or	0.43	0.71	0.53	0.32	1.07	1.71

## Feldspato alcalino

Tabela X.98

% (peso) de óxidos (feldspato alcalino)									
Amostra: Análise	Godinhaços					Grovelas			
	1					1	2		
CaO	0.012	0	0.004	0	0.001	0	0.048	0.052	0.081
Na <sub>2</sub> O	0.227	0.151	0.258	0.222	0.197	0.543	0.803	1.061	0.864
SrO						0.059	0	0.143	0.004
SiO <sub>2</sub>	65.151	64.623	64.816	64.7	64.911	65.644	66.251	65.75	65.42
BaO	0.079	0.126	0.074	0.12	0.153	0.231	0.203	0.42	0.441
MgO	0.002	0.003	0	0	0	0	0.025	0.007	0.02
TiO <sub>2</sub>	0	0.025	0.004	0.02	0.015	0.014	0	0.047	0.026
K <sub>2</sub> O	17.003	17.116	17.008	17.062	17.111	16.34	15.843	15.384	15.427
MnO	0.025	0.001	0.023	0	0.013	0.037	0.007	0	0.023
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.192	17.234	17.321	17.178	17.137	17.98	18.036	18.598	18.088
FeO	0.036	0.009	0.055	0.027	0	0	0	0.035	0.031
Total	99.727	99.288	99.563	99.329	99.538	100.848	101.216	101.497	100.425

Distribuição catiónica para $\Sigma O = 8$ (feldspato alcalino)									
Amostra: Análise	Godinhaços					Grovelas			
	1					1	2		
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.07	0.09	0.08
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	3.03	3.03	3.02	3.03	3.03	3.01	3.02	2.99	3.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	1.01	1.02	1.01	1.02	1.02	0.96	0.92	0.89	0.91
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94	0.97	0.97	1.00	0.98
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soma A	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.01	1.00	1.00	1.00
Soma B	3.98	3.98	3.98	3.97	3.97	3.99	3.99	3.99	3.99
An	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.24	0.26	0.40
Ab	1.99	1.32	2.25	1.94	1.72	4.81	7.14	9.46	7.81
Or	97.95	98.68	97.73	98.06	98.28	95.19	92.63	90.28	91.78

**Zircão**

Tabela X.99

% (peso) de óxidos (zircão)

Amostra: Análise	Godinhaços						
	1			2		3	
CaO	0.016	0.014	0.036	0	0	0.051	0.019
F	0.001	0.092	0.127	0.018	0.055	0	0.127
P2O5	0.04	0.205	0.132	0.404	0.102	0.241	0.241
SiO2	32.334	32.07	32.634	34.281	32.399	32.02	31.883
TiO2	0.016	0.001	0	0	0	0	0.041
MgO	0.006	0	0.01	0	0.006	0.003	0
Ce2O3	0	0	0	0	0.002	0.071	0.132
Nd2O3	0.022	0.034	0	0.025	0.04	0	0.006
La2O3	0.026	0.039	0.025	0.072	0.056	0.033	0
Al2O3	0	0.002	0	0.193	0.006	0.028	0.064
ThO2	0.01	0.059	0.097	0.145	0	0	0.247
FeO	0.044	0.101	0.087	0.057	0.009	0.115	0.103
MnO	0	0	0.002	0	0.022	0.049	0
ZrO2	64.944	65.297	64.974	62.193	64.437	64.099	64.172
HfO2	1.511	1.029	1.496	1.708	1.191	1.351	1.225
UO2	0.123	0.089	0	0.462	0.085	0.186	0.061
H2O	0.907	1.005	0.435	0.451	1.613	1.753	1.734
Total	100	100	100	100	100	100	100

Distribuição catiónica para  $\sum O = 4$  (zircão)

Amostra: Análise	Godinhaços						
	1			2		3	
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Si	1.00	0.99	1.00	1.04	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ce	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.98	0.99	0.98	0.92	0.98	0.98	0.98
Hf	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
U	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela X.100

% (peso) de óxidos (zircão)				
Amostra:	<b>Grovelas</b>			
Análise	1		2	
CaO	0.042	0.043	0.007	0.012
F	0.035	0.097	0.021	0.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.284	0.072	0.039	0.329
SiO <sub>2</sub>	32.184	31.959	32.345	31.548
TiO <sub>2</sub>	0.011	0.011	0	0.016
MgO	0	0	0.006	0
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.043	0	0.173
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.06	0.013	0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.002	0.006	0.021
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0	0.008	0
ThO <sub>2</sub>	0.204	0.063	0.092	0.16
FeO	0.199	0.534	0.059	0.055
MnO	0.052	0	0	0
ZrO <sub>2</sub>	63.832	64.724	64.973	65.246
HfO <sub>2</sub>	1.149	1.153	1.489	1.218
UO <sub>2</sub>	0.072	0	0	0
H <sub>2</sub> O	1.935	1.281	0.952	1.181
Total	100	100	100	100

Distribuição catiónica para  $\sum O = 4$   
(zircão)

Amostra:	<b>Grovelas</b>			
Análise	1		2	
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
P	0.01	0.00	0.00	0.01
Si	1.00	1.00	1.00	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00
Ce	0.00	0.00	0.00	0.00
Nd	0.00	0.00	0.00	0.00
La	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00
Th	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.97	0.98	0.98	0.99
Hf	0.01	0.01	0.01	0.01
U	0.00	0.00	0.00	0.00